

東京大学大学院新領域創成科学研究科



# 自己点検・外部評価報告書

2017年3月



THE UNIVERSITY OF TOKYO



はじめに	1
1) 評価の目的	1
2) 評価の方法	1
3) 実施組織名簿	2
<b>第一部 自己点検評価報告</b>	<b>5</b>
1. 研究科概要	6
1.1 沿革	6
1.2 歴代研究科長	7
1.3 組織現状	7
2. 教育活動	9
2.1 研究科総論	9
2.2 各専攻・プログラムの教育概要	13
基盤科学研究系	13
物質系専攻	13
先端エネルギー工学専攻	16
複雑理工学専攻	25
生命科学研究系	28
先端生命科学専攻	28
メディカル情報生命科学専攻	35
環境学研究系	49
自然環境学専攻	49
海洋技術環境学専攻	55
環境システム学専攻	61
人間環境学専攻	67
社会文化環境学専攻	71
国際協力学専攻	76
サステナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラム	81
研究教育プログラム	89
基盤科学研究系	89
生命科学研究系	96
環境学研究系	102
2.3 奨学金の現状と課題	104
2.4 学生福利厚生 of 現状と課題	106
2.5 同窓会（創域会）活動	108

3. 研究活動	109
3.1 研究科総論	109
3.2 専攻・センター等の研究活動	112
基盤科学研究系	112
物質系専攻	112
先端エネルギー工学専攻	114
複雑理工学専攻	128
生命科学研究系	135
先端生命科学専攻	135
メディカル情報生命科学専攻	140
環境学研究系	153
自然環境学専攻	153
海洋技術環境学専攻	158
環境システム学専攻	162
人間環境学専攻	166
社会文化環境学専攻	171
国際協力学専攻	183
研究科附属施設	188
生涯スポーツ健康科学研究センター	188
オーミクス情報センター	191
附属バイオイメーキングセンター	192
ファンクショナルプロテオミックスセンター	196
革新複合材学術研究センター (TJCC)	199
4. 連携活動	200
4.1 学内外連携	200
4.2 国際連携の現状と課題	204
4.3 社会連携の現状と課題	208
UDCK 柏の葉アーバンデザインセンター	209
オンデマンドバス	210
フューチャーセンター推進機構	210
4.4 広報活動	211
5. 管理運営の課題と中長期計画	214
5.1 組織	214
5.2 予算	215
5.3 安全管理	216
環境安全管理室	216

放射線管理室	220
ネットワーク管理室	220
5.4 事務組織	222
<b>第二部 外部評価報告</b>	<b>227</b>
専門評価委員会	227
基盤科学研究系専門評価委員会報告	229
生命科学研究系専門評価委員会報告	251
環境学研究系専門評価委員会	273
外部評価委員会報告書	305
1) 外部評価委員会名簿	307
2) 外部評価委員会議事次第	307
3) 配付資料一覧	308
4) 外部評価委員評価シート	309
<b>結語 外部評価を終えて</b>	<b>318</b>

## 資料編（添付の CD に収録）目次

<b>1. 組織・運営に関する資料</b> .....	<b>1</b>
(1) 新領域創成科学研究科 三つのポリシー.....	2
(2) 柏地区事務機構組織.....	4
(3) 連携講座・協力講座一覧.....	5
(4) 教職員数.....	5
(5) 外国人研究員.....	10
(6) その他研究員等.....	12
(7) 研究科支出予算.....	13
(8) 建物概要.....	14
<b>2. 教育に関する資料</b> .....	<b>15</b>
(1) 平成 28 年度在籍学生数 .....	16
(2) 入学者数.....	18
(3) 教員指導学生数.....	21
(4) 学位取得状況.....	22
(5) 研究科留学生状況.....	24
(6) 就職状況.....	27
(7) 休退学・復学者数.....	28
(8) 学生の奨学金、学振など採択状況 平成 23～27 年度.....	29
(9) 各賞.....	33
(10) 学生の海外派遣数 平成 23～27 年度.....	61
(11) 研究科共通科目履修者数（平成 27 年度）.....	63
<b>3. 研究に関する資料</b> .....	<b>65</b>
(1) 専攻別論文数の変化.....	66
(2) 海外との共同研究件数.....	67
(3) 特許出願・契約状況.....	67
(4) 外部資金の獲得状況.....	68
<b>4. 社会貢献</b> .....	<b>71</b>
(1) 施設見学.....	72
(2) 出前授業.....	75
<b>5. 平成 27 年度修了生アンケート集計</b> .....	<b>79</b>
<b>6. 【参考】 第 2 期中間目標期間の教育研究の状況についての評価（(独)大学改革支援・</b> <b>学位授与機構実施）に係る学部・研究等現況調査表（抜粋）</b>	
(1) 研究.....	12-1
(2) 教育.....	25-1

# はじめに

## 1) 評価の目的

東京大学大学院新領域創成科学研究科は、東京大学既存のすべての部局の全面的な協力のもと平成10年に新設され、修士・博士課程のみの独立研究科として平成11年4月より学生の受け入れを開始した。本郷キャンパス、駒場キャンパスに次ぐ東京大学の第3の局である柏キャンパスの整備にともない順次本郷から柏へと移転し、現在はすべての活動を柏キャンパスにおいて展開している。

本研究科は、設置当初から「学融合」を基本理念として、既存分野とは異なる新しい視野から、現代の科学技術が前提としてきた枠組みそのものの中に内在する重要な諸問題の解決に挑戦する研究科として教育・研究をおこなってきた。本研究科が設置された当時は、専門性を深く探求することに専念した既存科学の特性のために、お互いの関係性が見えにくくなる弊害が指摘されていた。そのような状況において、多くの分野が融合することで新しい学問領域を創成して行くという本研究科の設置は大学における教育・研究のあり方に新風を吹き込む役割を果たしたと言える。一方、学術分野の相互関係性を深く認識し合い、既存の分野を超えた新しい受け皿を作ることにより、複雑化した現代社会の課題に対して現実に即した英知をもって対処して行かなくてはならないということはすでに多くの既存学術分野が気づき始めている。フロントランナーとして「学融合」の道を切り開いてきた本研究科は、その経験と実績をもとに、さまざまな分野の連携・協働・協創の道を切り開いていかなくてはならない立場にあると言える。

この機に自己点検・外部評価を行い、新領域創成科学研究科における教育および研究の現状を分析し、学融合の成果を評価することにより、教育研究および研究科運営の改善に資するものである。また、今後の研究科の新しい方向性を議論して行くための礎になるべきものである。

## 2) 評価の方法

本評価は下記のステップを踏んで行う。

- (1) 自己評価のための資料収集
- (2) 自己評価書の作成
- (3) 専門評価委員会による評価
- (4) 外部評価委員による評価
- (5) 自己評価・外部評価報告書のとりまとめ

平成27年度より自己評価のための基礎資料の収集を開始、平成28年9月にこの自己評価書の原案と参考資料を作成した。研究科所属学生に対しては、アンケート調査を実施すると

ともに同窓会（創域会）を通じて卒業生へのアンケートも実施した。平成 28 年 6、7 月に系ごとに専門的観点からの評価・アドバイスを受けるための専門評価委員会を開催し、平成 28 年 12 月 14 日に外部評価委員会を開催した。

### 評価の観点

評価にあたって設定した軸は以下のものである。

- (1) 目的と目標：研究科の目的目標の設定の妥当性
- (2) 教育活動：大学院生に対する教育活動
- (3) 研究活動：教職員および学生による研究活動
- (4) 学生支援活動：学生の教育研究環境を支援する活動
- (5) 連携活動：産業・社会・地域との連携活動
- (6) 管理運営：研究科の管理および運営
- (7) 将来への取組：研究科の将来計画

研究科は 11 専攻を有し、日常の教育研究活動は専攻ごとに行なってきたが、評価にあたっての軸はこうした組織別ではなく、研究科全体の持つ課題ごとに分類して設定した。これは、本研究科が確立した学問分野を集めた構成ではなく、それらを融合し派生する新たな分野の開拓を目指した構成となっていることに対応したものである。

## 3) 実施組織名簿

### 評価実施委員会

三谷 啓志（副研究科長）：委員長  
山本 博資（副研究科長）  
浅井 潔（企画室長）  
徳永 朋祥（研究教育改善室長）  
小野 靖（アメニティ室長）  
木村 薫（企画室員）  
鈴木 匡（企画室員）  
山口 一（企画室員）

### 外部評価委員会 平成 28 年 12 月 14 日開催

秋山 浩保	柏市 市長
石井 菜穂子	地球環境ファシリティ（GEF）事務局長
菰田 正信	三井不動産株式会社 代表取締役社長
佐藤 英明	独立行政法人家畜改良センター 理事長
住 明正	国立研究開発法人国立環境研究所 理事長
曾我 健一	カリフォルニア大学バークレー校 教授

中西 宏明	株式会社日立製作所 取締役会長兼代表執行役
濱口 道成	国立研究開発法人科学技術振興機構 理事長
向井 千秋	東京理科大学 副学長
山本 良一	国際基督教大学 客員教授

## 専門評価委員会

### <基盤科学研究系専門評価委員会>

大和田野 芳郎	産業技術総合研究所、福島再生可能エネルギー研究所 所長
岡本 仁	理化学研究所、脳科学総合研究センター 副センター長
金子 修	核融合科学研究所 教授・副所長・研究力強化戦略室長・ヘリカル研究部長
田中 幸二	株式会社日立製作所 代表執行役副社長、三菱日立パワーシステムズ株式会社 取締役会長
早下 隆士	上智大学 学長
平井 良典	旭硝子株式会社 取締役・常務執行役員・技術本部長

### <生命科学系専門評価委員会>

阿部 訓也	理化学研究所バイオリソースセンター 副所長
江角 浩安	東京理科大学研究推進機構生命医科学研究所教授
小笠原 直毅	奈良先端科学大学院大学 元学長
清木 元治	高知大学医学部附属病院 次世代医療創造センター特任教授
西澤 直子	石川県立大学教授 東京大学名誉教授
松田 秀雄	大阪大学情報科学研究科教

### <環境学系専門評価委員会>

磯部 雅彦	高知工科大学 学長
板生 清	特定非営利活動法人「ウェアラブル環境情報ネット推進機構」理事長、東京大学 名誉教授
大沢 真理	東京大学社会科学研究所 所長
久留島 浩	国立歴史民俗博物館 館長
西田 睦	琉球大学 副学長、元・大気海洋研所 所長
茂里 一紘	国立研究開発法人海上技術安全研究所 理事長
安岡 善文	情報・システム研究機構 監事、科学技術振興機構 研究主幹・フェロー、東京大学 名誉教授
大和 裕幸	国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 理事長



# 第一部 自己点検評価報告

# 1. 研究科概要

## 1.1 沿革

平成 6 年 3 月	大学院問題懇談会において「柏新キャンパスにおける大学院新研究科構想」を策定
平成 6 年 6 月	評議会において「東京大学キャンパス計画の概要」を承認
平成 8 年 3 月	評議会において「柏新キャンパス等構想推進委員会」を設置
平成 9 年 3 月	評議会において「柏新キャンパス等構想推進委員会中間報告」を承認
平成 9 年 5 月	評議会において「柏新キャンパス全体構想に関する報告書」を承認 基盤科学研究科、先端生命科学研究科、環境学研究科の 3 つの研究科設置構想を承認
平成 10 年 1 月	新領域創成科学研究科設置準備委員会を設置 基盤科学研究系、先端生命科学研究系、環境学研究系の 1 研究科、3 研究系、6 専攻による研究教育組織
平成 10 年 4 月	大学院新領域創成科学研究科の設置 基盤科学研究系の先端エネルギー工学専攻、複雑理工学専攻、先端生命科学研究系の先端生命科学専攻の 3 専攻設置
平成 11 年 4 月	基盤科学研究系の物質系専攻、基盤情報学専攻及び環境学研究系の環境学専攻の設置（3 研究系 6 専攻が完成） 第一期修士課程学生受入れ
平成 13 年 3 月	先端生命科学研究系研究棟竣工 修士課程第一期修了生学位記授与式を挙
平成 13 年 4 月	第一期博士後期課程学生受入れ研究科全体の入学式を挙
平成 14 年 3 月	基盤科学研究系研究棟第 I 期分竣工
平成 15 年 4 月	情報生命科学専攻の設置
平成 15 年 9 月	基盤科学研究系研究棟第 II 期分竣工
平成 15 年 12 月	基盤科学研究系実験棟竣工
平成 16 年 4 月	生命科学研究系メディカルゲノム専攻の設置 先端生命科学研究系を生命科学研究系に名称変更
平成 16 年 10 月	総合研究棟竣工
平成 17 年 4 月	附属生涯スポーツ健康科学研究センター設置
平成 18 年 3 月	環境学研究系研究棟竣工
平成 18 年 4 月	環境学研究系 5 専攻に改組
平成 19 年 10 月	サステナビリティ学教育プログラム設置
平成 20 年 4 月	海洋技術環境学専攻設置 オーミックス情報センター設置 基盤情報学専攻が組織再編により工学系研究科 電気系工学専攻 融合情報学コースの一部となる

平成 21 年 4 月	バイオイメーキングセンター設置
平成 23 年 4 月	ファンクショナルプロテオミクスセンター設置
平成 23 年 12 月	革新複合材学術研究センター設置
平成 26 年 4 月	サステナビリティ学教育プログラムがサステナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラムに名称変更
平成 27 年 4 月	メディカルゲノム専攻と情報生命科学専攻の合併によりメディカル情報生命専攻設置

## 1.2 歴代研究科長

平成 11 年～ 12 年度	似田貝 香門
平成 13 年～ 16 年度	河野 通方
平成 17 年～ 18 年度	磯部 雅彦
平成 19 年～ 20 年度	雨宮 慶幸
平成 21 年～ 22 年度	大和 裕幸
平成 23 年～ 24 年度	上田 卓也
平成 25 年～ 26 年度	武田 展雄
平成 27 年～ 28 年度	味埜 俊

## 1.3 組織現状

### 管理運営

#### (1) 管理運営組織

本新領域創成科学研究科の運営は、主に以下の組織等により行われる。

- ① 教授会：研究科基幹講座の教授、准教授及び教授会において認められた常勤の講師をもって組織する。教授会は通常年 2 回のみの開催であり、教授会の決定すべき事項のほとんどは下記 4) の学術経営委員会に委託されている。
- ② 研究科長：教授会の構成員である教授のうちから教授会において選出する。任期 2 年。
- ③ 副研究科長：教授会の構成員である教授のうちから教授会において 2 名選出する。任期 2 年。再任 1 回可

#### (2) 学術経営委員会

研究科教授会から本委員会に委託された事項、研究科委員会から本委員会に委託された事項、その他研究科の学術経営に関し必要な事項を審査し執行する。

公式の構成メンバーは以下のとおりである。

研究科長、副研究科長、事務長、

各研究系長、三室長、広報委員長、総長補佐など研究科長が必要と認めた研究科の教職員若干名

この他に、各専攻長等がオブザーバーとして出席し、投票権は持たないが議論には参

加し、研究科内の意思疎通の円滑化を図っている。原則月2回開催され、研究科運営に関するほとんどの事項を委託されている。学術経営委員会の議事録は全構成員に電子メールにより回覧され、決定内容に異議のある構成員は会議後2週間以内に再審査を請求することができる制度により、学術経営委員会による専行の防止を担保している。

### (3) 三室

企画室、研究教育改善室、アメニティ室の三室が、研究科長の下で以下の研究科の運営に当たっている。室長・室員は研究科長の任命による。

#### 企画室：

- ① 研究推進体制の整備
- ② 広報
- ③ 学術経営に関する調査、企画に関する事項において、学術経営委員会の任務の遂行を補佐する。

#### 研究教育改善室：

- ① 教務関係（カリキュラム作成など）、
- ② 入試関係（入試の実施業務など）、
- ③ 学生関係（奨学金など）、
- ④ 図書関係（図書室の管理運営など）、
- ⑤ 学位関係（学位論文の審査体制など）、
- ⑥ その他、学術経営委員会の運営に資することに関する事項において、学術経営委員会に任務の遂行を補佐する。

#### アメニティ室：

- ① 施設整備関係
- ② 環境・防災関係
- ③ 福祉厚生関係
- ④ その他、学術経営委員会の運営に資することに関する事項において、学術経営委員会の任務の遂行を補佐する。

研究系会議：当該研究系に所属する基幹講座の教授、助教授及び研究系会議において認められた常勤の講師をもって組織する。研究系会議は、次の各号に掲げる事項を審議及び決定する。① 研究系長の選出、② 研究系の教官人事選考に関する事、③ その他研究系の教育研究に関する事。通例月に1回程度開催される。

### 施設の整備状況

施設の整備については、東京大学のキャンパス計画に基づき整備が行われてきた本郷キャンパス、駒場キャンパスと3本の軸を構成する柏キャンパスに平成13年3月生命棟、14年3月基盤棟（Ⅰ期）、15年10月基盤棟（Ⅱ期）が完成し、生命科学系、基盤科学研究系が柏キャンパスに順次移転し、平成18年3月に環境棟が完成、環境学研究

系が移転を完了し、新領域創成科学研究科の柏キャンパスへの当初移転計画が終了した。

総合研究棟総面積 15,793㎡のうち、1,391㎡（地階 353㎡、3 階 1,038㎡）をメディカル情報生命専攻が使用し、809㎡（地階 420㎡、5 階 389㎡）を核融合研究教育プログラムが使用している。

## 2. 教育活動

### 2.1 研究科総論

#### (1) 研究科教育活動の概要

新領域創成科学研究科の教育目的は、学術の融合を通じて新たな学問体系の創成を目指して教育と研究を行い、これまでの分野細分型の学部・研究科組織では解決できないエネルギーと情報、生命科学、環境などの融合的な分野において問題解決能力を持った国際性豊かな人材を養成することにある。この5年間において特筆すべきこととしては、以下の2点が挙げられ、本研究科として、時代の要請に合わせ、融合的な領域の教育研究組織の整備を継続して実施している。

まず、環境学研究系においては、博士課程教育リーディング大学院プログラムとして、環境学研究系各専攻の連携、さらには、基盤科学研究系、生命科学研究系の協力、本学他研究科の協力を得ながら、平成21年度から、公式言語を英語とした教育プログラムとして「サステナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラム（旧名称「サステナビリティ学教育プログラム」）」を博士課程まで拡張して運営している。

また、平成27年度からは、生命科学研究系のメディカルゲノム専攻と、情報生命科学専攻を統合する形で発展的に解消し、メディカル情報生命専攻を立ち上げ、医科学を中心とする生命科学と情報科学の融合を先導すると同時に、その融合や将来のイノベーションを担う人材の教育を図ることとした。このため、現在では、本研究科は3研究系の体制で教育を進めている。

本研究科は固有の学部組織がないことから、多様な学部卒業者を受け入れており、3研究系はそれぞれ独立して、効率的な教育研究に従事しているが、上述のように、「サステナビリティ学グローバル養成大学院プログラム」を通じた連携・協力関係を強めてきている。

基盤科学研究系では、物理工学、応用化学、材料工学、エネルギー科学、航空宇宙工学、プラズマ科学、電気工学、情報学、数理工学、制御工学、非線型科学、地球惑星科学など多岐にわたる分野の教員が、他部局の協力講座、学外の連携講座の教員と共に、既存の分野の壁を越えた学融合による新たな領域の創成を通して、本研究系の理念の実現を目指した教育を行っている。

生命科学研究系は、これまでの理学、農学、工学等の分野で確立された生命科学を、分子レベルから個体レベルまで、基礎から応用までを網羅する次世代生命科学を構築するための先導的横断的な教育研究を行うことを目的とする。そのために、新しいゲノム

科学を軸とした展開や、知財等の新しい分野への展開を重点としている。特に、生命科学・医科学と情報科学の融合に向けて、前述のように、平成 27 年度から、新たな専攻を立ち上げて、教育を行っている。

環境学研究系では、陸と海の自然環境、環境システム、人間と人工物、社会と文化、国際協力、海洋技術環境、サステナビリティ、という融合的な分野設定を行い、それぞれを専攻として教育研究のユニットとしている。各専攻には狭い学術的体系性よりもむしろ多様なディシプリン（学問領域）を配し、その上で研究系として分野相互関係を総合的に解明し、広範な環境学を構築することを目標としている。

本研究科では、学融合的な教育の実践として、基盤科学領域創成研究教育プログラム、核融合研究教育プログラム、メディカルゲノムサイエンス・プログラム、情報生命科学プログラム、バイオ知財コース、環境マネジメントプログラム（環境 MOT）、環境デザイン統合教育プログラム、などのプログラムを実施するとともに、全学センターや国立研究所などの学内外機関とも連携して教育にあたっている。

## (2) 修士課程・博士課程の現状

新領域創成科学研究科は、平成 11 年 4 月に学生受け入れを開始して以来、組織の充実を図り、現在は基盤科学研究系（3 専攻）・生命科学研究系（2 専攻）・環境学研究系（6 専攻・1 プログラム）の体制となっている。学生数は平成 27 年 5 月現在、修士 888 名・博士 498 名・合計 1386 名であり、研究生等を含め 1433 名の学生が学んでいる。

### ① 入学状況

平成 27 年度の修士入学者は 443 名、博士入学者は 116 名である。そのうち他大学からの学生は修士 338 名・博士 33 名で、他大学出身者の占める割合を見ると修士、博士ともに変動はあるものの横ばいとなっている。倍率（出願者数／合格者数）は修士 1.57 倍、博士 1.32 倍である。

学生アンケートの結果（資料編参照）では大部分の学生が希望した研究室に配属されている。

### ② 教育方法

基盤科学研究系、生命科学研究系、環境学研究系ともに、文科理科にわたる多様な教育内容で、教育課程はその特徴に応じて各専攻で定めている。本研究科では教務委員会を持ち、全体の整合を取っている。

本研究科は、学部をもたない大学院のため、様々なバックグラウンドの学生がいる。そのため修士課程では、基礎的な科目と応用的な科目を分類して、学生へのガイダンスとしている。博士課程では、すでに専門分野の学術には精通しているため輪講を中心にした発表や、修士課程学生の発表指導を行うなど、将来の指導的立場を勘案した教育を行っている。

以下に事例として示すように講義、演習、実験、インターンシップ、に関して、多

彩なカリキュラムが準備されている。

複雑理工学専攻では、全学年を対象に「複雑理工学輪講」を提供しており、修士課程学生が年1回、各自の研究分野の動向や研究の進捗状況を専門でない聴衆に紹介する機会としている。この経験を通じて得られたプレゼンテーション技術は、学会発表や卒業後の活躍の土台となっている。

先端エネルギー工学専攻には、他専攻・多部局教員や学外研究者が協力してサイエンスからエンジニアリングまで、分野を俯瞰できるような科目（例えば、「深宇宙探査学入門」）があり、本郷キャンパスに位置する他専攻の学生の受講も多い。そのため、遠隔講義等を積極的に活用することにより学生の利便に配慮した教育を行っている。

先端生命科学専攻では、科学者が、科学の発展に貢献するだけでなく、そのような活動が地球上のすべての生命に影響を及ぼす可能性があることを常に考慮し、新しい科学技術の適用に対して適正な判断を下すという要請があることに鑑み、「科学技術倫理討論演習」を開講している。この中では、座学に加え、学生が「論理的に考える力」や「コミュニケーション能力」を高めるために、講義の中でディスカッションの場を設けるなどの工夫をしている。

メディカル情報生命専攻では、旧メディカルゲノム専攻と旧情報生命科学専攻の講義群を統合した新しいカリキュラムを準備している。ここでは、基礎講義群、発展講義群に加え、「研究・医療倫理」「情報生命解析」「医療 TR (トランスレーショナルリサーチ)」「知財・ガバナンス」「国際化」といったカテゴリーに基づいた講義群を準備し、様々なバックグラウンドを持った学生に対して柔軟な履修の選択肢を提供し、医科学と情報科学の双方の素養を身に着けることを目指している。

社会文化環境学専攻では、文系教員と工学系教員の視点からの指導を受けながら学生が課題に取り組む科目として、「社会文化環境学融合演習」を実施しており、そこでは、「学融合」の難しさと楽しさを学生に体感してもらうとともに、学問のフロンティアを切り開いていく尖端の議論の実施を試みている。

サステナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラムでは、修士課程と博士課程のカリキュラムを一体的に運用することを通して、リーダー人材の育成を目指している。特に、英語のみによるカリキュラムを準備し、領域横断的な教育を進めている。国連大学や海外大学、国際連合及びその他の国際機関との連携を通し、インターンシップや国際交流プログラムによる学生への国際経験の機会を豊富に提供している。

新領域創成科学研究科共通科目では、インターネットを活用した授業ビデオアーカイブを擁しており、多様な内容の講義を学生の実験計画等にあわせて聴講することを可能としている。

なお、研究科全体の研究教育については、本研究科が持つ多様性のため、学生あるいは受験生には不明確になりがちである。そのため研究科ウェブサイトにもプロスペクトスをおいて、教員の研究分野等について概観することができるようにしている。

海外留学については、協定校（フランス・INSA Lyon、ENS Lyon、ジャンモネ大学、

クロードベルナルリヨン第一大学、エコールセントラルナント校、英国・インペリアルカレッジ、オーストリア・ウィーン工科大学、オーストラリア・ロイヤルメルボルン工科大学、ケニア・ナイロビ大学、南アフリカ・ケープタウン大学、タイ・カセタート大学、中国・同済大学、中国・北京航空航天大学、シンガポール国立大学、ほか、工学系等の協定校）を設けて単位の互換や授業料の免除などの特典を与えている。また、大学コンソーシアムを作りその中で学生交流プログラムを設けている。具体的には、建築・都市計画の分野で AUSMIP（欧州 4 校）、AMU（シンガポールと中国の 3 校）、生命科学の分野で IARI（フランス 4 校）の 3 プログラムである。

### ③学位取得者数

学位は、科学、生命科学、医科学、環境学、国際協力学、サステナビリティ学の学位を与えている。平成 23～27 年度の累計では修士 2028 名、博士 595 名（うち論文博士 36 名）に学位を授与した。

### (3) 連携講座、協力講座

新領域創成科学研究科は創設以来「学融合」を理念としている。そのため他の機関や東京大学内の研究所等と協力して、連携講座および協力講座を設置し、多様な研究・教育活動を行っている。連携講座に関しては、常に教育・研究活動に対して密にかかわっていただくことを期待しており、10 年程度の設置期間ごとに評価を実施している。ここでは、連携講座が、学生の教育や研究に様々な形で寄与していることが確認できている。今後、より一層の教育の充実を図るために、連携講座等のさらなる活用を考えていきたい。

### (4) 留学生の状況

新領域創成科学研究科の留学生数は、平成 27 年 5 月 1 日現在、283 名（修士 113 名・博士 131 名 研究生等 39 名）となっている。これは、大学院生数の約 19.7% であり、年々増加傾向にある。国別で見ると、中国 131 名、韓国 17 名、インド、タイ、インドネシア、台湾各 9 名が多く、地域別ではアジアが 230 名と全体の約 81.3% を占めている。

### (5) 就職状況

学生の就職や進学については、ほぼ全員が希望どおりの就職や進学をしている。教育・研究的分野に進む者も多い。関係者からの評価としては、企業に対してアンケートを実施したが、企業からの評価も高く、本研究科の修了生として他にない独自の視点や資質を持つことが歓迎されている。

平成 27 年度修了者の進路状況を見ると、修士修了者 387 名のうち、就職した者は 267 名で、就職率（就職者数／修了者数）は 69.0%、進学した者は 81 名である。博士修了者 148 名のうち、就職した者は 83 名で就職率（就職者数／修了者数）は 56.1% である。業態別では、修士は企業（研究技術者）が多く、博士は国公立研究機関の他に企業（研

究技術者)に就職する者が多いのが特徴となっている。

また、就職支援として、企業と学生の交流を目的とした「ジョイントワークショップ」を毎年秋に開催し、OBのキャリアプランニングの実例を在校生の進路選択に役立てている。

本学の前期課程における教育の柱の1つである専門的なものの見方や考え方の基本を学び取らせる「Early Exposure」の一環として、Wタームの主題科目として4コースの全学体験ゼミナール「柏キャンパスサイエンスキャンプ」を実施した。本ゼミナールは、3泊4日の体験学習として、本学柏キャンパス内の研究所と新領域創成科学研究科内の見学に加えて、4名程度の小グループで研究室プログラムを大学院生や若手研究員、海外研究者を交えて実施している。将来の研究者としての基礎トレーニングを積み、「研究者という人生」を考える機会を提供することができる。受講生には若干難しい内容になっているが、それが研究現場を体験していることをより強く感じさせるようであった。また、4日間の日程では短すぎる、月～金の5日、あるいは土までの6日間で実施したいなどの意欲的な感想も複数あった。一方で、4日間という短い期間であることから、講義より本格的な実習に参加したいとの声も多かった。本ゼミナールでは、受講前に予習可能な期間があることから、今後の課題として、受講生が研究実施に心ゆくまで没頭できるように、実習が理解できるような予習課題を出し、実習中はガイダンスや講義ではなく研究実施にできる限り時間を割り当てるようにする。また、受講生が実習内容についていけるように、受け入れ研究室でのTA人数を増やすことも検討している。

## 2.2 各専攻・プログラムの教育概要

### 基盤科学研究系

#### 物質系専攻

##### 1. 専攻の教育目的

物質系専攻は、物質科学を基盤とした新たな研究領域を自ら開拓していくことができる柔軟かつ広範な思考力を有した若手人材を育成することを教育の基本理念としている。物理学・化学・材料学といった既存の学問分野に軸足を置きつつも、その枠組を超えた横断的視野を有する人材育成を目指す。

本専攻は基幹講座教員からなる4つの講座（物性・光科学講座、新物質・界面科学講座、マテリアル・機能設計学講座、多次元計測科学講座）、1つの連携講座（物質科学連携講座）および協力講座（物質科学協力講座）で構成される。協力講座には、物性研究所から16名の教員の参加を得て、基幹講座だけではカバーしきれない有機材料開発、中性子散乱、光電子分光、スピントロニクス等の分野にも、学生が触れることができる体制をとっている。連携講座には、理化学研究所から2名の参加を得て、大学では成しえない大きな研究システムでの研究にも学生が触れることができるよう配慮している。また、学融合的なカリキュラムで視野の広い人材を育てる試みとして、平成24年度にスタートした、文部科学省博士課程教育リーディングプログラム事業「統合物質科学リーダー養成プログラム」に、主要構成メンバーとして参画している。本プログラムは、最

先端の物質科学研究を基盤として、分野を越えた俯瞰力と柔軟性、知を創造し活用する力、広い視野と高い倫理性を併せ持ち、社会の持続的発展に貢献する優秀な博士を育成することを目的としている。コロキウムや自主キャンプ、自発融合研究、海外派遣、インターンシップなど、通常の博士課程の枠を超えた様々な活動を展開している。

## 2. 入試方法と進学状況

修士課程および博士後期課程（外国人特別選考および社会人等特別選考を含む）の入学試験は毎年8月末に行われ、筆記試験（英語および専門科目）と口述試験により選抜している。専門科目は物理、化学、材料学の分野から出題される。博士後期課程（外国人特別選考）については、毎年2月にも入学試験を実施している。

修士課程、博士課程ともに定員に対する充足率は高く、博士課程は定員（文部科学省定員）18名に対して、過去5年の入学定員の平均は17名であることは特筆すべきである。また、修士課程には、学外からも優秀な人材が進学する特徴があり、平成28年度の修士課程合格者55名中、本学出身者は25名、他大学出身者は33名にのぼる。修士課程修了者のうち、およそ3割は博士後期課程へ進学する。

## 3. カリキュラムの特色

本専攻に所属する学生の出身学部は多様である。本専攻の教育目標は、物質科学を基盤とした新たな研究領域を自ら開拓していく人材の育成にあり、そのためには物質科学分野に必要な基本事項を履修したうえで、より専門的な先端科学にふれることが望ましい。そのため、基本事項を網羅した講義をコア科目（物質科学概論I-VI）として設定するとともに、本専攻教員の多様な専門性を反映したカリキュラムを展開し、物理・化学・材料科学といった既存の学問分野の枠組を超えた横断的視野を有する人材育成プログラムを重点化している。

講義による教育と合わせて、研究発表およびディスカッションの場として、修士課程、および、博士課程1、2年次に物質系輪講を必修とし、異なる研究分野間の交流を通じて学融合の考え方を実践している。また、国際的な人材育成の一環として、修士課程中間報告を英語発表としている。

## 4. 教育施設の状況

本専攻では、単分子計測、強磁場環境下計測、高精度X線位相計測、単原子カラム可視化計測、超高時間分解能分光計測、等の極限計測技術が世界的レベルにあり、これらを用いた研究教育を実践している。

## 5. 成績評価方法

講義は試験およびレポートにより評価される。本専攻は、物理、化学、材料学と異なる学際分野が融合しており、学生にも異なる分野の研究に触れると同時に、同僚の前で自らの研究テーマの位置づけを発表することにより、より広い視野をもった人材を育成

することに留意している。修士課程の必修科目「物質系輪講」は、発表とディスカッションの二つの項目を立て、発表実績と同僚の発表に対する評価レポートの提出を義務付けている。修士論文については、修士課程二年次の7月に、英語による中間発表を行っており、修士学位取得の必須項目としている。修士論文の評価は、複数の教員が論文および発表に基づいて採点したものを元に決めている。研究科長賞候補者は、ここでの評価を基準に決定される。博士論文については、研究科の方針に準拠して評価を行っている。

## 6. 就職の現状

修士課程修了者の75%が企業等に就職する。博士課程修了者はおよそ半数が大学や研究法人などの学際分野で研究を継続し、他は企業へ就職し研究などに従事している。

## 7. 連携・協力講座の概略

本専攻には、物性研究所から協力講座に定常的に16名の教員の参加を得て、基幹講座だけではカバーしきれない有機材料開発、中性子散乱、光電子分光、低温物理、スピントロニクス等の分野に関しても、教育を行うことができる体制となっている。この物性研究所教員との貴重な協力関係は、今後も維持していく。さらに、物質系専攻では、学内に留まらず研究法人や企業研究所などの研究者も客員として迎え、広がりのある教育機会を学生に提供している。

## 8. 学生支援活動 国際化の推進等

本専攻は、工学系物理工学専攻および理学系物理学専攻とともに、文部科学省博士課程教育リーディングプログラム事業「統合物質科学リーダー養成プログラム (MERIT)」(拠点長：川崎雅司 東京大学大学院工学研究科教授、平成24～30年度)を推進している。本専攻の推進委員は、岡本博教授が担当している。多くの博士課程大学院生は、このプログラムを通じて自らが行う先端的研究の支援を受けている。具体的には、リサーチアシスタント (RA) としての謝金、および、国際活動 (国際会議での研究成果発表や短期留学) に係る費用に関し、学生および指導教員からの申請を受け、MERITでの審査を経て支援されている。

### 【国際化教育の推進】

海外の有力大学・研究機関と相互乗り入れをともなう人事交流、連携を実施することにより、外国人教員、外国人客員教員の英語による専門科目講義を積極的に導入するとともに、学位論文審査、学位論文中間発表などにおいて、英語による発表の機会を用意している。さらには、MERITの枠組みを積極的に活用して、共同研究のための海外長期滞在 (スタンフォード大学などアライアンス機関への大学院生派遣と受け入れ)、大学院生の国際会議発表の支援のプログラムをさらに充実させている。これらを通して大学院学生の英語によるコミュニケーション能力の向上を図り、国際的研究者としての基盤を作っている。以上の取り組みを通して、柏キャンパス国際化構想に即した教育環境を整備している。

## 9. 教育に関する中長期計画

本専攻の修士課程は本学出身者と他大学出身者が同等の比率で構成されており、また出身分野が多彩であることが特徴である。異なるバックグラウンドの学生に対して、物質科学の基礎学力を身につけさせるために、引き続き基礎科目を充実させ、対応していく。一方、様々な先端科学に触れることも大学院教育として重要である。後者については「物質科学セミナー」に学内外から幅広く講師を招き、系統的に先端科学に触れられるよう、集中講義を用意する。教員については、限られた予算と人員配置の中で新しい研究の切り口を模索していくには、萌芽的段階での客員制度を利用し、外部と連携することが極めて重要である。これらを本格的に活用し、優れた人材を獲得するために、給与制度を含めた思い切った柔軟性のある人事制度の構築が必要と考えている。さらに、外部資金の導入が必須となる状況を勘案すると、産・官との連携のあり方にも思い切った踏み込みが必要であろう。

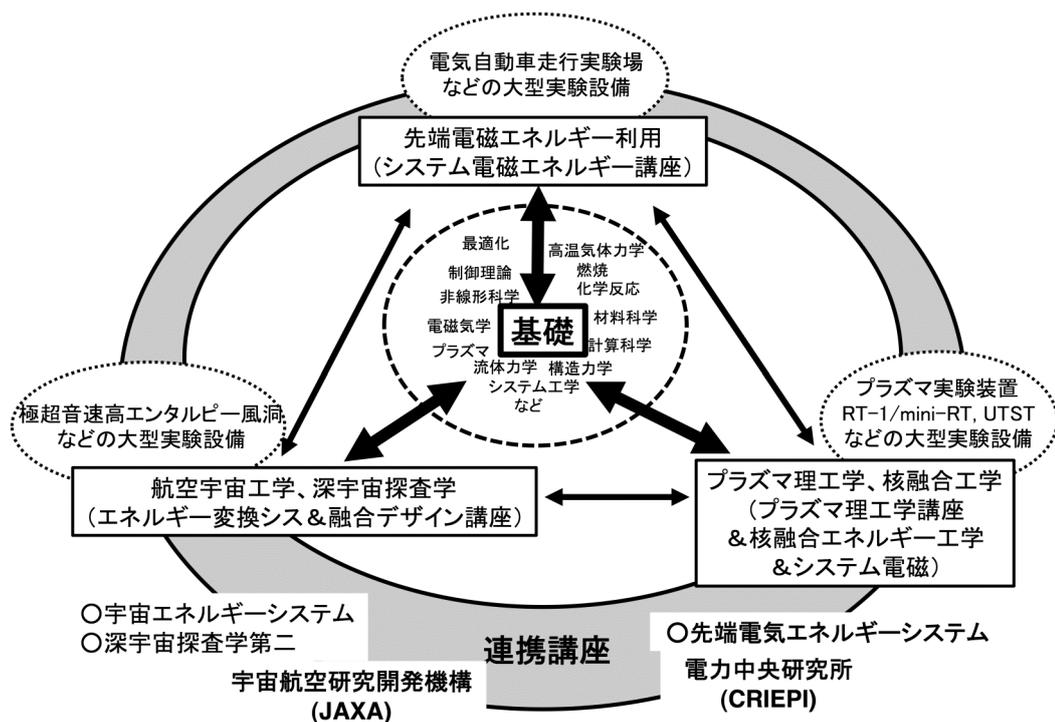
### 先端エネルギー工学専攻

#### 1. 専攻の教育目的

エネルギーとは「仕事をする能力」を意味する基礎的な概念であり、科学、工学、経済、社会、生態系あるいは生命や心理といった様々な問題の位相において決定的な役割を担う要因となる。たとえば、エネルギーの変換則は、物理学において、様々な物質状態や運動状態の連関を解き明かす鍵となる。一方、そうしたエネルギーの変換を役立て、それを最適化することは工学の課題である。エネルギーの資源および変換・利用の基幹を安定的に確保することは社会の最も重要な課題の一つである。エネルギー利用は生命現象の根本でもあり、器官、個体、集団（生態系）の各階層で持続可能なエコノミーを構築する必要がある。このように「エネルギー」に関わる問題とその重要性は多岐に広がると同時に、様々な領域の問題が「エネルギー」という基礎概念に引き寄せられるのである。

先端エネルギー工学専攻は「エネルギー」というキーワードに関わるラディカルな諸問題に果敢に挑戦する人材を育成することを教育の目的とする。本専攻では、現代のエネルギー関連工学の枠を超え、むしろ未来のエネルギー工学に発展することが期待される先端的な研究を行っている。具体的には、超高温状態（プラズマ）や高エンタルピー状態（高速高温流体）など、物質の極限状態におけるエネルギーの発生、変換、制御、あるいは材料開発、また超伝導による高磁場応用などに関する基礎研究である。たとえば、核融合エネルギーは、その総合的な研究課題であるといえよう。

先端エネルギー工学専攻における教育研究は、エネルギー創造としてのプラズマ理工学および核融合エネルギー工学、エネルギーのインフラ、利用、制御としての電磁エネルギー工学、エネルギー変換とその利用として航空宇宙工学や深宇宙探査学、の3本柱を立て、それらが、非線形科学や流体力学、制御工学などの基礎科目プラットフォームを介して連携している構造となっている（上図参照）。さらに、これらの産業や社会への出口に位置し、大学における教育研究との橋渡しを強化するものとしてJAXAと電



力中央研究所との連携講座が位置付けられている。

本専攻における教育の特長として、大型設備を積極的に教育に活用していることが挙げられる。基盤科学実験棟に設置された磁気圏型プラズマ実験装置 RT-1 やプラズマ合体実験装置 UTST、極超音速高エンタルピー風洞など、特色のある先端的な大規模実験設備が整備、運用されている。これらは極限状態での物質のエネルギー変換に関する教育研究の場を提供している。また、エネルギーの有効利用に関する教育研究として、数多くの独特な電気自動車や、ワイヤレス電力給電装置を所有している。一方、未来志向の研究を支える基礎的な学術および技術を習得させることにも重点を置いている。たとえば、非線形科学やシミュレーション科学など、分野を横断して現代の諸科学の基盤となっている学術の講義や、計測技術、設計開発などの実践知を習得させるための演習に力をいれている。

エネルギーに関わる研究や技術開発あるいは行政、経済は急速に進展している。本専攻では、上記のように世界最高水準の研究施設を用いて最前線で教育を行うと同時に、学内外の研究機関とネットワーク的な連携関係を構築したり共同研究プロジェクトを実施したりして、エネルギー関連研究の多様な展開に貢献できる人材の育成に努めている。具体的には、宇宙航空研究開発機構および電力中央研究所との連携講座による教育、国際高等研究所での学融合プロジェクト研究、原子力研究開発機構、核融合科学研究所や海外の諸研究所、大学等との共同研究プロジェクトへの学生派遣などである。

以上のように、先端エネルギー工学専攻では、未来のエネルギー科学技術の発展を支えることができる十分な基礎学力と研究技法を有した人材を育成するために、常に最先

端の研究プロジェクトを実施し、かつ国際的・学際的に開かれた研究環境を構築している。

## 2. 入試方法と進学状況

修士課程入学試験は、基礎科目（数学、物理、英語）および専門科目（小論文、口述）の各試験によって実施している。基礎科目の出題範囲は、一般的な理工系大学教育の教養課程程度とし、様々なバックグラウンドをもつ受験者が受験できるようにしている。また専門科目の小論文課題も、特定の専門に偏らず、受験生がそれぞれの個性を発揮して解答できるように工夫している。このことにより、既成の学問分野を積極的に越境して先端的な研究を目指そうとする人材の受け入れに成功している。

博士課程入学試験は、本専攻修士課程からの進学希望者については専門科目（口述）の試験、本専攻以外からの入学希望者については基礎科目（数学、物理、英語）および専門科目（口述）の各試験によって実施している。

修士課程への入学者は、定員 24 人（文科省定員）の 1.5 倍程度、博士課程への進学者は定員 12 人（文科省定員）の 0.8 倍程度である。修士課程の全受験者の 7 割程度が東京大学以外の大学からの受験者であり、多様なバックグラウンドをもつ学生を受け入れることで学融合を推進している。博士課程に進学するもののほとんどは、本専攻修士課程の出身者であるが、約 1 割程度が他大学の大学院あるいは本学の他専攻からの入学者である。留学生は 1～2 割程度であり、ほとんどが博士課程に進学している。

## 3. カリキュラムの特色

先端エネルギー工学専攻は、エネルギー工学分野の将来を見据えた科学技術教育を目的としている。幅広い分野の理工学系学科出身の学生を受け入れていることから、基礎学術を重視しつつ、先端的な研究につながる実践をも指導するカリキュラムを重層的に構成している。具体的には『非線形科学』などの他専攻学生の受講者も多い広域的な基礎科目や、『深宇宙探査学入門』のように他専攻他部局教員や学外研究者が協力してサイエンスからエンジニアまでその分野を俯瞰できるような科目、『先端エネルギー工学特別講義』、『実践融合デザイン学』などの実践知を重視した科目が用意されている。加えて、学外からも広く非常勤講師を招聘し、各分野の最新トピックや実践的な演習を交えた講義を実施している。また、講義の他、輪講と演習（学外のエネルギー関連施設の見学）を実施し、エネルギー関係の幅広い知識の習得を促している。必修科目である『先端エネルギー工学輪講』では、全ての学生が設定されたテーマについて研究発表を行うが、ここでは各自の論文研究テーマに固執せず、分野全体の現状や歴史的経緯、社会に与える影響など、幅広い視点での調査・議論を促すことによって、本専攻で行われている研究・教育の全般にわたって広い学識をもたせるようにしている。

先端エネルギー工学専攻で開講している講義は、本郷キャンパスに位置する他専攻の学生の受講者も多く、遠隔講義を活用して学生の利便に配慮している。また逆に、工学系研究科などの講義が柏キャンパスからも受講できるように工学系の他専攻と協力している。

先端エネルギー工学専攻は、他専攻と横断的に連携する教育プログラムにも積極的に取り組んでいる。基盤科学研究系の他専攻と協力して「核融合研究教育プログラム」および「基盤科学領域創成研究教育プログラム」を設置し、これらを選択する学生に対して、学融合的な講義・演習プログラムを提供している。このプログラムでは、「学融合教育カリキュラム」と「実践的研究教育カリキュラム」を柱として、先進的プラズマ実験設備（RT-1 や UTST 装置など）を活用した高度な実践的専門教育を実施している。基盤科学領域創成研究教育プログラム（Education Program for Creativity in Transdisciplinary Sciences、CRETS と略す）では、「計測」「可視化」「シミュレーション」「デザイン」「機械学習」「モデリング」といった、分野を問わず必要とされる科目について学融合的で視野の広い科目を集中講義の形式で提供し、科学技術における各専門分野が共通のプラットフォームの上に立っているという認識を持たせる教育を行っている。

上記に加え、複雑理工学専攻と協力し、平成 24 年に JAXA 宇宙科学研究所との連携講座「深宇宙探査学講座第一、第二」を設立し、講義シリーズ『深宇宙探査学入門』（先端エネルギー工学専攻担当）、『実践深宇宙探査学』（複雑理工学専攻担当）を開講（隔年交互）した。前者は、上記 2 専攻だけでなく、工学系研究科、理学系研究科、総合研究博物館、JAXA が参加し、月・惑星探査のサイエンスとエンジニアを俯瞰するユニークな講義となっている。プログラムではないが、学融合の精神を活かした分野連携による教育となっている。

#### 4. 教育施設の状況

学生が最先端の研究プロジェクトに参加し、イノベーションや「ものづくり」、新しい発見が生まれている実験設備などの現場を体験することは、次の世代を牽引できるリーダーの育成のために不可欠である。先端エネルギー工学専攻は、世界的にも最高水準にある実験装置群を有し、これらを用いた先端的研究に学生を参加させて高度な専門教育を行っている。

エネルギーに関わる科学技術の研究には、高エネルギー、高温、高速などを扱う大規模な実験装置が必要である。基盤科学実験棟では、超高温プラズマ実験装置 RT-1 やプラズマ合体実験装置 UTST、極超音速高エンタルピー風洞、強磁場 MRI 実験装置など、本郷キャンパスの狭矮な実験室では不可能な大型実験研究が行われており、学生もこれらの設備を用いて高い水準の研究成果をあげている。また、キャンパス内に走行実験場を整備し、実際に電気自動車を走らせることや、大型超精密ステージ開発、ロボットの制御、スマートグリッド模擬実験装置など、学生に実物に触れさせる「ものづくり」教育を重視している。以下に主な大型実験設備とその教育における役割について説明する。

##### • RT-1/mini-RT 実験装置

RT-1 および mini-RT 実験装置は、プラズマ理工学の先端的研究を行うための大型研究設備であり、実験物理学としてのプラズマ研究と宇宙・天体プラズマの物理をつなぐ様々なテーマについて独創性の高い研究をおこなっている。さらに、実験プロジェ

クトと有機的に連携した理論研究では、非線形科学をキーワードとした幅広い学融合研究を推進している。こうした最先端の研究現場に大学院生を参加させることで、高度な専門教育をおこなっている。また、学部生やインターンシップなども受け入れ、基礎的かつ先端的な研究技法の教育にも貢献している。

#### • UTST プラズマ合体実験装置

UTST プラズマ合体実験装置では、磁力線のつなぎかわり（磁気リコネクション）など様々なプラズマ構造形成や核融合プラズマ閉じ込め特性向上に関する教育研究を行っている。複雑理工学専攻や理学系研究科、工学系研究科、JAXA 宇宙科学研究所と協力し、この分野において、サマースクールやスプリングスクール・学生派遣など、米国プリンストン大学側との国際連携教育を進める場として活用されている。

#### • 極超音速高エンタルピー風洞

極超音速高エンタルピー風洞は、マッハ数7（約1.2km/s）の超高速や最高1300Kの超高温の気流実験が行える設備であり、大学が管理運営し、学生の教育研究に供しているものとしては世界有数の規模となっている。風洞設備はコンプレッサー、真空ポンプ、油圧系など多数の装置が組み合わさったプラントであり、空気力学に関する教育研究の装置としてだけでなく、大型プラントの操作の様子、トラブル時の対応などについて実地で学生に体験させることのできる教育の場である。修士論文、博士論文研究での利用だけでなく、大学院講義「実践融合デザイン学」（先端エネルギー工学専攻の講義）や「実践深宇宙探査学」（複雑理工学の講義に参加）における体験学習としても使われている。前者では、超高速気流中という非日常的な環境で成立する構造物を考案させ、思考の柔軟性を訓練し、後者では大気圏に突入する隕石や惑星探査機まわりの流れを実際に観察させている。約1時間に1回と実験頻度が高く、また、実験用の模型を製作するラピッドプロトタイピング装置が併設されているため、設計→製作→試験→改良といったPDCAサイクル型のデザイン教育を行う場となっている。

#### • 電気自動車と教育

電気自動車は、そのエネルギー効率と環境性能の高さが大きく注目を集め、電池性能の急速な発展により、近年中の実用化が期待されている。さらに車両運動制御の観点からも、トルク応答が高速であること、発生トルクが正確に把握可能であること、インホイールモータにより各輪の独立駆動が可能となることなど、大きな魅力があることが提案され、長年研究をしてきた。柏キャンパス内に電気自動車用の走行実験場を整備し、教員と大学院生の協力的な研究教育体制がとられている。例えば、前後輪に電動アクティブステアリング機構とタイヤ横力センサを、4輪に大トルクのダイレクトドライブインホイールモータを搭載した完全オリジナルの電気自動車が開発された。これらの成果は、NHKの科学番組や国内外の雑誌などで広く紹介され、また自動車技術会や電気学会の展示会にも数多く招待されている。大学院生もその説明員を担当することにより、研究成果の社会への展開に関する貴重な経験を積みさせている。

## 5. 成績評価方法

本専攻で開講している講義科目については、レポート課題を課して厳密に採点し、成績評価を行っている。必修演習科目である『先端エネルギー工学輪講』では出席、発表内容、質疑応答の活発さなどを担当教員が評価し、最終的には教員全体で意見を総合して成績を決めている。

修士課程の学生全員は、それぞれの指導教官の研究室で独自研究を行い、修士論文をまとめることを求められている。研究の進捗状況については、2年生の7～8月（秋入学者は1～2月）に中間発表会を実施し、教員および他学生のコメントを得ることとしている。修士論文の最終審査会は口頭発表と口頭試問によって公開で行い、成績は成績会議を開いて決定する。教員の投票によって優れた研究を選出し、専攻で表彰（先端エネルギー工学優秀賞、各年度3名）を行っている。

博士課程の学生全員は、それぞれの指導教員の研究室で独自研究を行い、博士論文をまとめる。論文提出予定の2～4ヶ月前を目安に、予備審査委員による予備審査を実施し、合格した者は論文を作成して提出し、公開審査会において本審査委員による審査を受ける。

## 6. 就職の現状

先端エネルギー工学専攻では、今後大幅な研究者・技術者の増加が求められている核融合エネルギー開発、宇宙開発、超伝導応用、先端的複合材料応用、電気自動車などの分野に係る高度専門教育を行っており、学术界のみならず産業界からも博士課程卒業生に対する期待が大きい。修了者の就職先は、研究職、技術職に限らず、行政職やシンクタンク等の多岐にわたっており（下表参照）、ほぼ希望通りの進路をとっている。

就職指導は、学生の希望によって専攻の就職担当（担当教員および専攻事務）が一括して行っている。また工学系の関係専攻とも連携し、就職情報の充実や推薦体制の強化を行っている。近年、就職の主流となりつつある自由応募制であるが、大学推薦を好む企業も増えており、専攻あるいは指導教員が推薦を行うケースも多くなっている。

### 修士課程卒業生の進路

博士課程進学	50	研究機関	3	製造業	99
エネルギー産業	21	運輸	12	情報・通信	10
官公庁	7	その他	19		

### 博士課程卒業生の進路

研究機関	23	製造業	9	その他	9
------	----	-----	---	-----	---

最近6年間（平成22年度～平成27年度）の卒業生の進路

## 7. 連携・協力講座の概略

先端エネルギー工学専攻は、下記の三つの連携講座をもつ。これらの連携講座の教員は、研究成果の応用先に近い位置にあることを活かし、講義を担当する他、修士課程および博士課程学生の指導教員を担当している（概ね1年に1人程度の学生を担当している）。また、基幹講座の教員と協力して博士課程の学生の指導を行っている。

- **宇宙エネルギーシステム講座**：国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構（JAXA）との間の連携講座であり、先端的航空機、宇宙機、構造材料を専門とする3人の教員から成る。エネルギー工学の利用先として、航空宇宙工学に関する大学院学生の教育を実施している。JAXAでは、超音速旅客機の開発や火星探査計画検討など、先端的な航空機や宇宙機開発を行っており、研究開発現場に接しているという特長を活かした研究テーマを学生に与えることができ、学生の勉学意欲を高める効果にもつながっている。連携講座教員は、修士・博士課程学生の指導教員を務める他、講義「先端エネルギー工学特別講義」を担当するなど、専攻所属の大学院生の教育に従事している。
- **先端電気エネルギーシステム講座**：（一財）電力中央研究所との間の連携講座であり、3人の教員から成る。電気エネルギー伝送・変換・利用技術分野、電力系統工学分野、核融合エネルギー工学・次世代自動車分野で主に連携をとって、大学院学生の教育を実施している。連携講座教員はこれまで修士・博士課程学生の指導教員を務めている他、講義「先端電気エネルギーシステム概論」などを担当するなど、専攻所属の大学院生の教育に従事している。平成28年度から教員1名の変更があり、3つの連携分野のうち、核融合エネルギー工学・次世代自動車分野が超電導工学分野に変わる。
- **深宇宙探査学講座第二**：基盤科学研究系の複雑理工学専攻には、月・惑星探査（深宇宙探査と総称する）のサイエンス（惑星科学）の専門家が所属しており、先端エネルギー工学専攻には、それを実現するためのエンジニア（航空宇宙工学）の専門家が所属している。教育連携の素地があるという利点を活かし、「理工連携」を旗印に平成24年1月、JAXA宇宙科学研究所との連携講座「深宇宙探査学講座第一（複雑理工学）、第二（先端エネルギー工学）」を上記2専攻に立ち上げた。深宇宙探査学講座第二は、深宇宙探査のエンジニア系を担当し、探査ミッション設計と探査機システムに関する2人の教員から成っている。連携講座教員は、修士・博士課程学生の指導教員を務める他、隔年で交互に開講される『深宇宙探査学入門（先端エネルギー工学）』、『実践深宇宙探査学（複雑理工学）』の講義も担当している。特に、前者は惑星探査の理学と工学すべてを俯瞰するユニークなものとなっている。これらの講義は、2専攻と連携講座教員だけでなく、総合研究博物館、連携講座以外のJAXA研究者、宇宙飛行士も講義に参加しており、学生の人気も高い。

## 8. 学生支援活動 国際化の推進等

先端エネルギー工学専攻では、概ね常時1人～2人の外国人客員教員を招聘し、英語による講義や演習を実施している。また、国際COE活動などにより、核融合と宇宙のプラズマに関する教員、学生の受け入れを行なうとともに、相対論的プラズマ、量子論

的プラズマの理論研究、核融合炉ダイバータの概念設計など先端的研究に学生を参加させ、外国人研究者との共同研究を体験させている。

本専攻の教員の多くは、海外の様々な研究機関と共同研究プロジェクトを推進しており、これに学生も参加して国際共同研究の現場で活躍している。特に、核融合と宇宙のプラズマが連携した国際 COE 活動として、学生の海外長期派遣が行われている。具体的には、プリンストン大学プラズマ物理研究所の球状トカマク NSTX、磁気リコネクション実験 MRX での共同研究、カラム科学研究所の球状トカマク MAST、シュツットガルト大学の宇宙推進技術に関する共同研究などである。また、イタリア・トリエステの国際理論研究センターで行われるプラズマ物理夏期大学には、ほぼ毎年本専攻の学生が参加している。米国プリンストン大学側とのプラズマ磁場構造形成に関する国際連携教育（日本側は、新領域創成科学研究科、理学系研究科、工学系研究科、JAXA）では、サマースクールやスプリングスクール・学生派遣事業の中心的役割を担っている。国際連携による共同授業、演習、サマースクール、スプリングスクールでは、学生派遣・武者修行を通じた若手の育成が図られている。

## 9. 教育に関する中長期計画

教育に関する当専攻の中長期計画は、基礎教科の充実と国際化、横断型教育プログラムによる実践的専門教育、大規模研究設備を利用した高度専門教育、の3本柱で構成されている。

### (1) 基礎教科の充実と国際化

本専攻には様々なバックグラウンドをもつ学生が学内外から来るため、大学院教育にふさわしい先進的な講義を行いつつ、並行して基礎科目を充実させている。この方針を今後も堅持する。他専攻との横断や連携講座の教員による講義も織り交ぜ、より幅広い見識を有する学生の教育に努める。必修科目である輪講と演習を通して、エネルギー工学分野の基礎知識の習得を促しつつ、発表技術やコミュニケーションスキルの向上に取り組んでいる。

英語講義については、国際化への対応に必要な英語講義と、専攻の多数を占める日本人学生に対する日本語講義の利点を考慮して、バランスをとりながら進めている。外国人教員による英語の集中講義や、輪講における発表スライドの英語化、また外国人客員教員の招聘とセミナーや共同研究を通じ、今後も国際的・学際的な視野の涵養を図っていく。

### (2) 横断型教育プログラムによる実践的専門教育

- ・核融合研究教育プログラム：核融合エネルギー研究開発分野では、国際熱核融合実験炉 ITER 計画や原型炉を目指した幅広いアプローチ活動で活躍する優秀な若手研究者の育成が急務である。基盤科学研究系では、平成 20 年度に新設した核融合研究教育プログラムにおいて、先端エネルギー工学専攻と複雑理工学専攻を横断し、また国内

外の研究教育機関とネットワーク的に連携する実践重視の教育を行ってきており、平成27年度までの過去8年間で修士課程修了者90名、博士課程修了者20名が履修しており、平均して毎年11名の修士課程および2.4名の博士課程の修了者を輩出している。これをより強力に推進することによって、国際的に活躍する研究者・技術者の育成を図る。

- **基盤科学領域創成研究教育プログラム**：物質科学、エネルギー科学、生命科学の各分野で必要とされる計測、シミュレーション、デザイン、モデリング等の手法を先鋭化し、さらにそれらを融合した新しい方法論を構築する。既存分野に固有の研究手法や解釈法にとらわれない、視野の広い人材を育成する教育を提供し、科学技術における各専門分野が共通のプラットフォームの上に立っているという認識を持たせることにより、学融合による学術分野の創成に即戦力して活躍できる人材を育成している。平成21年4月の設立以来、平成27年度末までに通算62名のプログラム修了者を出している。短期集中講義シリーズという方式は、プログラムの目的に合致しており、各専門分野における教育との両立に有効である。共通プラットフォームに関する教育は、新領域の融合研究分野を立てるための人材育成には必須であり、今後、短期集中講義方式を維持しつつ、カリキュラムの見直しや強化を図っていく。
- **深宇宙探査学**：深宇宙探査学は、新領域創成科学研究科における学融合体制のメリットを活かし、先端エネルギー工学と複雑理工学専攻教員によって提唱された理工連携をキーワードとする宇宙探査の学問大系である。この考えは次第に定着し、平成24年度の深宇宙探査学連携講座第一・第二の設立、新領域・理学系・工学系・JAXAの連携による「超小型探査機開発拠点」設立（平成28年1月）、全学的な宇宙惑星教育研究機構の提案（平成26年度～）へと展開しつつある。ここで得られる分野横断的ネットワークを活用し、実ミッション開発に参加させて現場力や国際力を高める教育を行い、将来の惑星探査ミッションを率いるリーダーや、その実力を持つ人材の育成を行っていく。

### (3) 大規模研究設備を用いた高度専門教育

先端エネルギー工学専攻は、世界最高水準のプラズマ実験装置 RT-1 や UTST、および極超音速高エンタルピー風洞、電気自動車の実車走行試験場などの特色のある大規模な実験設備を有している。このような大型施設を教育に活用できることが本専攻の特長であり、またこれらを用いて高度な研究を展開するための施設運転経費を安定的・継続的に確保することが課題である。

- **プラズマ物理・核融合**：核融合反応が支配的となる燃焼プラズマ実験を行う国際熱核融合実験炉（ITER）の時代を迎えるプラズマ核融合研究は、従来に増して高度な専門教育をうけた研究者を必要としている。また、プラズマ物理からプラズマ応用に至る幅広い分野で、研究界、産業界に対し、優秀な人材を供給することも求められている。従って、研究内容は、物理学から工学にわたるさまざまな分野の総合であると同時に、学生は理論、実験、シミュレーションに係る最先端の研究現場を経験する必

要がある。ここでは、国内外の大学・研究機関と連携しつつ、本専攻が有する先端の実験設備 RT-1 および UTST を中核とした高度専門教育を行う。

- **極超音速高エンタルピー風洞**：本設備が提供するマッハ数 7、最高温度約 1300K の高エンタルピー気流による実験は、極限環境で機能するものづくりと創造力を養う教育の場として貴重な存在である。巨大なプラント型設備を使って実験を行ったという経験は現場でのチーム力やトラブル対応力のある人材育成に有効である。加えて、極超音速高エンタルピーという特殊性を活かした教育も重要である。人材の主な出口としては、1) 今後ますます盛んになる宇宙利用ニーズを支えるための、宇宙と地上を結ぶ高信頼性、低コストの将来型再使用輸送機の開発、2) 火星のように大気のある惑星への着陸探査、3) 高エンタルピー気流と騒音などの環境問題解決、4) 超高速高温流れ環境の新しい産業利用の創出、などが考えられる。JAXA との連携強化によって 1、2 を固め、それをベースに 3、4 を進めていく。このように出口を意識した高度専門教育を進めいくことになる。
- **電気自動車**：柏キャンパスにおいて、250m<sup>2</sup> の電気自動車専用ガレージの建設や、2700 m<sup>2</sup> の安全な走行実験場所確保・舗装工事など、電気自動車に関する教育研究環境改善に努めている。この実験場は、学生教育のみならず、柏キャンパス一般公開などの機会を利用し、環境系研究室と合同で、電気自動車の試乗や実験デモ走行のイベントを開催しており、一般市民への啓蒙活動にも使われている。駆動方式や航続距離延長制御や航続距離と移動時間を両立させる自動運転制御、緊急衝突回避システムの研究などを通じて、国内メーカーや交通安全環境研究所、イタリア Trento 大学を始めとする海外研究機関との共同研究の場を学生に経験させることで、現場に強く、国際性のある人材を育成していきたい。また、車体と車輪の間に一切のケーブルを必要としない「ワイヤレスインホイールモータ」を世界で初めて開発することに成功するなど、社会的に注目度の高い研究に立ち会わせることで人材育成効果を高めていく。

## 複雑理工学専攻

### 1. 専攻の教育目的

多数の非線形要素が強く相互作用する複雑系の理解は 21 世紀の新しい科学技術を創成する原動力となり得ることが明らかになってきた。本専攻では、「脳・バイオ」「アストロバイオロジー」「極限物質」の 3 つのモジュールと、これらの分野に共通する「複雑系プラットフォーム」を構築することにより新たな展開を図っている。これに連動して教育面では「複雑性」を理学と工学を融合した新しいアプローチにより解明し、新しいパラダイムを創成できる研究者・技術者を養成することを目的としている。

### 2. 入試方法と進学状況

修士課程の入学試験は、専門基礎科目と外国語からなる筆記試験と、口述試験により行われる。専門基礎科目は共通の必修問題 1 問に加えて、数学・物理学の分野（数学は線形代数、解析学、確率・統計、物理学は力学、電磁気学、熱統計力学、量子力学）か

らそれぞれ1問出題される選択問題のうち、試験場で2問を選択し、計3問を回答する(選択問題は複数科目から選択可)。共通必修問題は大学1・2年で学習する範囲の微積分であり、選択問題は一般教養課程から学部後期課程までの範囲から基礎的な問題が出題される。外国語は英語に関して TOEFL を利用して行われる。口述試験では基礎学力、志望分野、研究意欲などについて試問される。出願にあたっては、専攻に所属する教員の中から指導を希望する教員を第4志望まで選択する。試験は8月に行われるが、既卒者ならびにその年度の9月までに卒業見込みの者は9月入学を希望できる。また、外国人受験生用に英語の問題を用意している。

博士後期課程の入学試験は外国語と口述試験からなる第一次試験と修士の学位論文またはこれに代わるものについての試験である第二次試験から構成される。入学試験は出願時期の異なる入試日程Aと入試日程Bの二種類が実施される。出願にあたっては専攻に所属する教員から指導を希望する教員1名を選択し、あらかじめ連絡をとる。博士後期課程においては社会人等特別選抜も行っている。その入学試験は、書類選考、口述試験、研究業績の報告書またはこれに代わるものについての試験、出身学校の学業成績などにより行われる。社会人等特別選抜においても、入試日程AおよびBの二種類が実施される。

例年、修士課程では平均して30名程度の入学者があり、博士後期課程には10名程度の入学進学者がある。ほとんどの学生が標準修業年限(修士課程2年、博士後期課程3年)内に学位論文を提出して学位を取得している。特に優れた業績を挙げた場合には修業年限の短縮も可能である。

### 3. カリキュラムの特色

複雑理工学専攻には、新しい複雑理工学の創成を目標に広範な分野から研究者が集まっていて、異なる既存分野間の交流・連携の活発化が本専攻の特徴あるアクティビティを高めている。大学院生の教育に関しても、既存分野の枠にとらわれない教育、周辺分野への知識と関心を持たせる教育を、カリキュラム編成で常に心がけてきた。その最も特徴的なものが、全学年を対象に(修士課程は必修として)行われている「複雑理工学輪講」であり、修士課程学生は年1回、各自の研究分野の動向や研究の進捗状況を専門でない聴衆に紹介する。その発表に関しては事前に他研究室の博士課程学生あるいは若手スタッフの指導を受ける。この経験を通じて修得するプレゼンテーション技術には注目すべきものがあり、学会発表、修士論文発表、ひいては卒業後の活躍の土台となっている。修士課程を対象とした実習授業「複雑理工学実験概論」は、脳、情報理論、極限物質、宇宙などの様々なスケールで存在する多種多様な複雑系とその理論的・実験的な取り組み手法について触れることができ、視野を広げることに役だっている。専攻の談話会も、博士課程を中心とした教育手段として活用されている。一般の講義においても分野共通の基礎知識を習得できる講義をいくつか設定し、「コアプログラム」として複雑系の基礎理論を修得させている。その結果、他の研究科・専攻に見られる、自分の専門に閉じこもりがちで視野や興味の幅が狭い学生はほとんど見られない。当専攻は二つ

のプログラム「核融合研究教育プログラム」、「基盤科学領域創成研究教育プログラム」の設立・運営に深くかかわっており、学生はこれらプログラムの講義・演習を受講することが可能である。

#### 4. 教育施設の状況

一般講義を行う講義室には液晶プロジェクター、LAN 設備が設置されている。また、理学系、工学系、情報理工学系研究科との間には遠隔講義設備を利用して、本郷、柏のどちらでも受講できる講義が用意されている。複雑理工学輪講も同様に上記2キャンパスで参加できるようになっている。

#### 5. 成績評価方法

一般講義の成績は、試験、レポート、出席により評価される。評価は、優、良、可、不可である。修士学生の必修科目である「複雑理工学輪講」の成績は、出席および年1回の発表、および毎回提出するコメントにより評価される。同じく必修科目である「複雑理工学特別実験Ⅰ」（修士課程）、「同Ⅱ」（博士課程）の成績は、在学時の研究態度・成果を元に、全教員が参加する専攻会議において決定される。修士論文の評価は発表時の全教員による採点、論文審査委員（正、副）による採点、を総合的に評価して専攻会議において決定される。博士論文の評価は、審査委員（研究科内基幹講座教員を3人以上含む）5人以上の評価をもとに、専攻会議で決定される。

#### 6. 就職の現状

修士課程修了後就職するものの多くは各種製造業、サービス産業、公務員へ就職し、就職を希望するものの就職率はほぼ100%である。推薦を依頼する企業数は修士1学年の学生数よりもはるかに多い。博士課程修了者の多くは、企業の研究職、研究法人機関の研究員、大学の職員（博士研究員）として就職している。いわゆる博士就職浪人というケースはほとんどない。

#### 7. 連携・協力講座の概略

連携講座としては、理化学研究所との間に「計算論的神経科学講座」（教授または准教授2）および「物質科学連携講座第二」（教授または准教授2）、宇宙航空開発機構 宇宙科学研究所との間に「深宇宙探査学講座第一」（教授または准教授1）を設け、脳科学、物質科学および深宇宙探査学を推進している。連携講座教員は大学院生の指導および講義を分担し、専攻内の脳・バイオモジュール、極限物質モジュールおよびアストロバイオロジーモジュールの各教員と連携して教育にあたっている。協力講座はもたないが、物性研究所、総合研究博物館、理学系研究科の教員が兼任教員として専攻の研究教育に参加して、大学院生の研究指導および講義を分担している。兼任教員の構成については専攻内教員の専門分野との間で相補性をもたせるため、5年をめどに見直しを行っている。

## 8. 学生支援活動 国際化の推進等

博士課程学生に対する支援は RA、TA としての雇用を行っている。国際化に関しては、現在 20 名近い外国人学生、研究生が在籍し、日本人学生と交流している。また、大学院学生の海外での国際会議での発表も多数あり、その多くが大学からの旅費の援助や外部資金による旅費支給を受けている。

## 9. 教育に関する中長期計画

本専攻の特徴である異分野交流をさらに推進するために、遠隔講義システムの使用範囲をさらに広げて教員陣容の拡充、学生の利便性の向上を図る。これに合わせて、他専攻・他研究科の講義の修了単位数上限を緩めることを検討する。

教育の国際化は内外の趨勢であり、これまで行ってきた外国人客員教員の招へいと彼らによる教育、学生の国際会議への派遣、海外研究機関への派遣を継続する。これらをさらに拡充するために、客員教員による最先端研究の紹介、英語発表技術の実践的演習を定例的な講義として組み込むことを目指す。また、専攻ホームページの完全英文化を図り、在籍外国人学生の利便性の向上と外国人受験生の積極的な開拓を行う。また、これらの拡充・向上等をサポートするために、外部資金を積極的に導入し、研究と教育の一体的運営による相乗効果を期待する。

## 生命科学研究系

### 先端生命科学専攻

#### 1. 専攻の教育目的

現代の生命科学は、20 世紀後半に至って急速に発展した分子生物学とその関連分野に支えられ、革命的な展開を遂げてきた。その結果、生物種の壁を越えて多くの生物に共通する分子機構が存在することや、それとは逆に個々の生物種にそれぞれ独自の分子機構が存在するという、「生命の共通性と多様性」が分子レベルで深く理解されるようになった。また、これまで多くの専門分野に分かれ、相互交流も少ないままに、それぞれ独自の研究領域を開拓してきた生命科学の研究者が、「DNA という共通言語」を用いて、異分野の研究者との対話の場を共有しようとする時代となった。さらに基礎研究分野での新しい発見が、人類の福祉と生命共存系の繁栄に貢献する応用研究の発展や技術開発に直結することも明らかになってきた。先端生命科学専攻は、生命科学の急速な展開に即応できる先導的かつ分野横断的な教育・研究を共通理念として、生命科学の確固たる知識・能力を備え、新領域を果敢に開拓できる知的冒険心の豊かな人材を育てることを目指す。そのために、3つの教育目標、「論理的に考える力」、「コミュニケーション能力」、「チャレンジする意欲」を掲げ、これらを備えた学生を育成するための教育を行う。

#### 2. 入試方法と進学状況

本専攻では、日本の大学の学部卒業生や大学院修了生を対象とする一般入試の他に、

外国人を対象とした外国人等特別選考や社会人を対象とした社会人等特別選抜を実施することにより、幅広い対象が受験できるようにしている。修士課程入学試験は、「外国語（英語）」、「専門基礎科目および小論文」および「口述試験」によって実施している。「英語」は、TOEFL を利用することで、本専攻での教育・研究に必須な英語能力を、修士／博士、一般／外国人／社会人すべてで同じ基準で判断できるようにしている。「専門基礎科目および小論文」は、大学の教養課程程度の生物学、生化学、分子生物学、遺伝学などの知識を問う設問と、生物学に関連した内容に関する小論文から成る。前者は一般的な知識を問うものであり、後者は単なる知識ではなく論理性や文章力を問うものである。いずれも特定の生命科学分野の深い知識を要求するものではないため、生命科学以外の研究背景を持つ学生の入学も可能となっている。実際、過去には文学部など文科系学部からの入学者も存在する。

本専攻の修士課程入学者選抜の特徴として、受験生が配属を志望する研究分野（研究室）を出願時に「申告する」か「申告しない」かを選択することがあげられる。受験生は、「申告しない」を選択した場合、入学後に各研究分野の研究内容の講義（「先端生命科学研究論」通称・プレスクール）を受け、修士2年生の修士論文中間発表を見てから志望研究分野を申告する。各研究分野には配属できる学生数の上限が設定されているが、基幹講座のすべての研究分野と連携・兼担講座の一部が、入学後の配属を希望する人のために最低1人分は配属枠を留保している。この「入学後配属」の制度は、出願時の限られた時間で志望研究分野を決めるのではなく、入学後に十分に情報を得た上で自分に最も適した志望研究分野を決められるため、受験生には好評であり、ここ数年は3割～4割程度と多くの学生がこの制度を利用して入学後に研究分野の配属を決めている。

博士課程入学試験は、「外国語（英語）」、「専門科目」および「口述試験」によって実施している。「英語」は修士と同じく TOEFL を利用し、本学の修士課程を修了、修了見込みの者は免除する。「専門科目」は、修士論文またはそれに替わるものの発表と質疑応答により実施する。博士課程に進学する者の多くは当専攻の修士課程の修了者であるが、ここ数年は、本学他専攻あるいは他大学の修士課程修了者の志望が増加しており、その割合は平均して約3割程度となっている。

### 3. カリキュラムの特色

専攻では、教育の基本理念として、「論理的に考える力」「コミュニケーション能力」「チャレンジする意欲」の3つを掲げ、これらの能力の習得を実現するため、特色ある講義・演習を実施している。以下にこれら特色ある講義や演習について、いくつかを詳述する。

- ・「科学技術倫理討論演習」「科学技術英語討論演習」（必修）：科学者は、科学の発展に貢献するとともに、それが人類だけでなく地球上のすべての生命に及ぼす影響を常に考慮し、新しい科学技術の適用に対して適正な判断を下すことを要求される。「科学技術倫理討論演習」においては、こうした要請に答え急速な社会の変動の中で適切な判断を下せる倫理観を備えた研究者の育成を目的とし、科学技術が人間社会や地球環

境に対して影響を及ぼし、それが問題となっている事柄について概説する。本学他専攻あるいは他大学でも医療倫理や生命倫理などを扱った講義は見られるが、本講義では生命倫理に加えて環境への倫理問題、知的財産の問題など、科学を取り巻く諸問題全般をテーマにするという点で特徴的である。また上述に掲げた教育理念「論理的に考える力」や「コミュニケーション能力」の育成を図るため、学生自らが能動的に生命科学の倫理問題に関心を持ち講義に参加する様に、毎回の講義において1時間以上に及ぶディスカッションの場を設けている。「科学技術英語討論演習」は、「科学技術倫理討論演習」の英語版として位置付けられ、日本語の講義が理解できない外国人の学生が、英語で行われる講義のみで修士の学位を取得できるように用意された講義科目である。

- ・「先端生命科学研究論」「先端生命科学総合演習」(共に必修)：生命科学の研究論を歴史を追って解説するとともに、研究テーマの設定、立案、発表に至る論理的思考法を体得させることを目指している。とくに「先端生命科学総合演習」では、修士課程1年終了時点において、学振特別研究員の申請書に匹敵するボリュームの修士論文研究中間報告書の作成と、研究成果についてポスター発表形式による口頭発表を実施し、「論理的に考える力」や「コミュニケーション能力」を錬磨する教育機会を設けている。また、学生によって主体的に組織される運営委員会主導で修士論文発表会と同等内容の発表会「修論発表討論会」を開催し、学生同士での質疑応答、発表に対する評価・採点を行う機会を設けることにより、「コミュニケーション能力」や「チャレンジする意欲」の育成に取り組んでいる。
- ・「生命科学英語特論」「生命科学英語演習」(共に準必修)：研究者には、自分の研究成果を英文雑誌に投稿する、国際学会で発表するなど、英語で情報発信する能力が不可欠である。本講義及び本演習は、英語の論文や総説の書き方、英語によるポスター発表の仕方など、実践的な演習を交えて研究成果を英語で発信するためのノウハウを伝授する。本講義では、上述に掲げた教育理念「論理的に考える力」や「コミュニケーション能力」の一層の強化を図るため、日本語によるプレゼンテーションスキルの向上にも注力した配慮がなされており、教員によるきめ細やかで情熱溢れる指導が行われている。
- ・「生命科学発展演習」(選択)：大学院では研究に勤しむあまり所属研究室にのみ籠り切りになりがちである。本講義では所属研究室以外の研究室において3日間にわたる実験実習を行い、新しい考え方を専門外のスキルを身に付ける機会を設けることで、「チャレンジする意欲」や「論理的に考える力」の一層の発展を目指す。
- ・「基礎生化学・分子生物学」「生命科学実験解析学」(選択)：先端生命科学専攻では異分野間の学融合によって新しい学問領域を創造するという目標のもとに、学部において生物学以外の分野を専攻してきた人たちの入学をおおいに歓迎している。そのため、新入生には学部で生命科学以外の分野を専攻した学生が含まれる。「基礎生化学・分子生物学」では、高校、大学において生物学をまったく勉強したことがない場合でも、生命科学の第一線にたてるように、生物学、生化学、そして現代の実験生物学に必須

な分子生物学の基礎的な部分について系統的に解説する。また、「生命科学実験解析学」では生命科学の基礎となる統計学を理解するとともに、データの客観的な解析手法を修得する。また各種データベースの利用方法を習得することで、学部で生物学を履修していない人でもすぐに生命科学の第一線の研究に対応できるよう工夫されている。

#### 4. 教育施設の状況

基幹講座である 11 の研究分野は、柏キャンパスの新領域生命棟に位置し、各フロアにふたつの研究分野が所在して、教育・研究活動を行っている。特記すべき教育施設としては、地下フロアの講義室に設置された「自動収録装置 PowerRec」とポリコム社製遠隔会議システムがある。大学において多くの講義は通常 1 回限りのものであり、聞き逃せばその内容を学習することはもはや不可能となる。しかし、病気等やむを得ない理由で講義に出席できないことがあり得る。また、複数の専攻の講義を受講している場合、講義時間帯の重複や、キャンパス間の移動に要する時間の制約により、受講できない講義が生じる。一方、当専攻の講義「生命科学概論 I・II」（必修・準必修）ではライフサイエンス分野で活躍する国内外の著名な科学者を講師として招いた講義が行われており、その貴重な講義内容を永久保存版として保存し、できるだけ多くの学生が聴講させたいとの要望がある。そこで、自動収録装置 PowerRec を用い、必要に応じて講義をビデオ化し、ポリコム社製遠隔会議システムを通じて東京大学の各キャンパスに講義内容を配信することで、時空を超えた講義を可能にしている。ビデオ化された講義は、アーカイブに収め、学生からのアクセスを可能にすることにより、学生が自分のパソコンから講義を受講できるようになる。

また、新領域生命棟の地下フロア、共通機器室には、最先端の分析機器が設置され、学生の教育に利用されている。その一例を挙げれば、プロテインシーケンサ、DNA シーケンサ、フローサイトメーター、定量 PCR 装置、表面プラズモン共鳴装置、イメージアナライザー、飛行時間型質量分析装置、DNA マイクロアレイヤー、マイクロアレイスキャナー、共焦点レーザー顕微鏡、分析用超遠心機、核磁気共鳴装置、X 線回折装置、レーザースキャニングサイトメーター、走査型電子顕微鏡、透過型電子顕微鏡、急速凍結装置、加圧凍結装置等が設置されている。また、屋上には閉鎖系温室が設置されている。

一方で、建物の老朽化や経年劣化が健全で安全な教育環境を維持する上で問題になりつつある。例えば、建物の外側を覆う大型の強化ガラス板（縦 1m × 横 1.5m × 厚さ 1cm）がこの 5 年間で 4 枚落下した他、屋上に設置された換気用の鋼鉄製排気管が金属疲労により中途部分で断裂、落下するなど、一歩間違えれば大惨事にいたる事故が発生している。また、空調装置が旧式であるため消費電力が大きく、冷暖房効率が悪いばかりでなく、経年劣化による故障が立て続けに起きており、室内を適切な温度に保つことができない状態が続いていた。これらの問題を解決すべく、当専攻は研究科や東京大学 TSCP に積極的に働きかけてきた。その結果、空調装置については平成 28 年度内に新規装置へ更新されることが決定し、落下が危惧される外側ガラス板の取り外し工事も現在検討中である。

## 5. 成績評価方法

本専攻で開講している講義および演習の成績評価方法については、シラバスで公開している。多くの講義においては、出席回数とレポートの内容に基づいた評価が行われている。その中で「科学技術倫理討論演習」ではユニークな成績評価を行っている。すなわち、学生自らが能動的に生命科学の倫理問題に関心を持ち講義に参加するように、毎回の講義において小グループに別れてディスカッションを行っており、その議論にどのくらい寄与したかを評価の対象にしている。

修士の学位認定に関しては、まず修士2年生の4月に行われる修士論文の中間発表（ポスターを用いた5分間の口頭発表と7分間の質疑応答）における発表内容と質疑応答内容について、7名前後の教員による採点を行い、合格の判定を受けることが修士論文発表の前提条件となっている。修士論文の最終的な審査は、公開の修士論文発表会における発表内容、及び2名の諮問副査と会場の教員による質疑に対する応答内容について、専攻教員全員が採点すると共に、4名の副査による修士論文本体の採点を行い、これらの採点結果に基づいて評価が下される。専攻全教員の評価によって合格した優れた修士論文研究には、専攻の英語名（Department of Integrated Biosciences）を冠した「IB賞」を授与して表彰している。また、これに次いで優れた修士論文には、「修士論文特別奨励賞」を授与している。

博士の学位認定のための博士論文の評価方法に関しては、まず公開の予備審査会における25分間の口頭発表内容、及び2名の諮問副査と会場の教員による質疑に対する応答内容について、専攻教員全員が採点し、合格の判定を受けた受審者のみが非公開の本審査会に進むことができる。本審査会では発表内容、質疑応答内容、博士論文本体の内容について5名の本審査会審査委員による評価が行われ、合格の判定を受けたものが学位授与の対象となる。専攻全教員によって学術的に極めて高く評価された博士論文研究には、最高の賞として「最優秀博士論文賞」を授与して表彰している。また、当該年度に提出された博士論文のうち優秀なものに対して、奨励を目的として「博士論文特別奨励賞」を与えている。

## 6. 就職の現状

本専攻で修学を終えた学生の卒業後の進路としては、大学や関連試験研究機関などだけでなく、生命科学関連の業界（医療、製薬、食品、発酵、生物生産、工業化学）や、その他の技術系、およびこれらに関係する総合商社等が挙げられる。本専攻における修学を通して磨き上げた知的資質を活かし、新領域を開拓できる知的冒険心の豊かな、適応性の高い人材として産業界・学界等で活躍している。

## 7. 連携・協力講座の概略

先端生命科学専攻では、新領域生命棟に所在する11の研究分野が「基幹講座」として研究・教育を行っている。これらの研究分野でカバーしきれない生命科学の重要研究領域については、学外に「連携講座」、学内に「協力講座」を設けて専攻の学生の研究・

教育を依頼している。連携講座としては、国立がん研究センターに「がん先端生命科学分野」を設置して医学系の研究領域をカバーしている。同分野では、腫瘍の脈管の特性に基づく薬物送達系（drug delivery system）の開発、がん微小環境の解明とそれに基づく治療法の開発、および、エネルギー論から見たがん組織・細胞の研究について、5名の連携教員にご協力いただいている。また、連携講座として、独立行政法人・農業生物資源研究所に「応用生物資源学分野」を設置して農学系の研究領域をカバーしている。同分野では、植物と植物共生微生物との相互作用、昆虫と昆虫共生微生物との相互作用、昆虫が持つ特異な細胞機能などの研究について、4名の連携教員にご協力いただいている。また、協力講座として、本学の大気海洋研究所に「先端海洋生命科学分野」を設置し、海洋生物の生理、生態などの研究について5名の教員にご協力をいただいている。

## 8. 学生支援活動 国際化の推進等

- **学生支援活動**：本専攻ではグローバル COE 等大型プロジェクトに参画する教員が多く、博士課程大学院生の多くが支援を受けてきた。また、講義やセミナーのビデオアーカイブ化など、専攻の共通的な作業に対して大学院学生をティーチングアシスタント (TA) として雇用している。これら経済的支援のみならず、大学院生の学年毎に数名の教員を「研究教育指導委員」として任命し、学生の悩みやトラブルの相談に乗る体制を整えている。とりわけ、学生と指導教員との間のトラブルについては、指導教員には相談のできない悩みであり、他の教員に相談できることは学生にとって救いとなっている。研究教育指導委員は、学生からの相談を待って活動するのみならず、定期的に担当する学生全員に対するインタビューを行い、問題の早期発見や、研究・教育上の指導を行っている。
- **国際化の推進**：先端生命科学専攻では、外国人学生のための特別の入試、すなわち「外国人等特別専攻」のシステムを用意し、外国人大学院学生を受け入れている。外国人の学生は、英語で行われる講義のみを受講して修士の学位を取得できるように、専攻のカリキュラムを平成 27 年度に改変した。一方で、外国人研究員（特任教授、特任准教授、特任助教）招聘制度を利用して、外国人の研究員を3ヶ月から1年程度招聘している。同研究員は、研究室における英語による研究コミュニケーションの指導のみならず、専攻共通の講義やセミナーの講師を行うことにより、専攻の学生全体の英語力の向上に大きく貢献している。また、フランスのリヨン大学との間で修士課程の学生を対象に3か月間の交換留学を行っている。さらに、外国人の学部学生を短期で受け入れるプログラムである UTSIP に、専攻から毎年複数の研究室が参加している。以上のような活動により、外国人留学生の修士入学者数は、平成 18～22 年度の合計数が5人であったものから、平成 23～27 年度で16人と大きく増加した。

## 9. 教育に関する中長期計画

### 【中期計画】

- 1) 専攻教育理念の具現化に向けたカリキュラムの充実化：専攻の教育基本理念で

ある、「論理的に考える力」「コミュニケーション能力」「チャレンジする意欲」の育成を実現するために、どのようなカリキュラムが必要であるかを、専攻学務委員会を中心に継続的に議論する。その結果を踏まえ、積極的にカリキュラムの見直しや講師陣の刷新を行う。たとえば、平成 27 年度には、「修論発表討論会」を新設し、学生がより主体的かつ積極的に発表・討論する機会を増やした。また、科学技術倫理討論演習については、担当非常勤講師 3 名を新規更新することにより最新のテーマやトピックを学生に提供できるよう努めてきた。今度も、専攻学務委員会を中心に、カリキュラムを改善する不断の努力を重ねる。また、すべての講義に対して行っている「学生アンケート」の結果を踏まえ、それを具体的かつどのようにして講義の改善につなげたか、という情報を専攻学務委員会で集約し、専攻で共有することにより、一層のファカルティー・ディヴェロプメントを図る。

- 2) **留学生増加に向けた英語講義科目の新設と充実化**：東京大学は、世界に開かれた大学として、世界の諸地域から学生および教員を迎え入れるとともに、東京大学の学生および教員を世界に送り出し、教育における国際的ネットワークを構築する責務を帯びている。国際キャンパスを標榜する柏キャンパスにおいて、先端生命科学専攻では全科目の英語化を先駆けて実現し、平成 24 年度より修士課程の外国人一般入試制度を導入した。平成 27 年度になると、実際にこの制度を利用して入学した外国人留学生が現れ、専攻全教員による英語の講義が本格スタートした。今後、修士課程の外国人留学生数が急増することが見込まれるため、これに備え、英語講義内容をさらに洗練されたものへと逐次刷新すると共に、英語科目の増設について専攻学務委員会内で検討を繰り返す。とくに、学部で生物学を履修していない留学生であってもすぐに生命科学の第一線にたつて縦横に活躍できるよう教育するため、日本語の講義科目「基礎生化学・分子生物学」に相当する基礎選択科目の英語化の実現に向けた取り組みを行う。
- 3) **博士課程カリキュラムの充実化と学位審査基準の改定**：大学院において最も重要なミッションは、「知のプロフェッショナル」と呼ばれるにふさわしい卓越した知識と研究者としての技能を兼ね備えた人材を育成し、厳正たる評価に基づきその資格を有すると認められた者に博士号を授与することにある。そこで本専攻では、博士課程カリキュラムの充実化を図るため、平成 25 年度より博士課程必修科目「先端生命科学特別演習」の中に新たな項目として「中間発表」の実施を加え、博士課程の中期にあたる博士 2 年の時点で研究成果の発表を行うことにより、所属研究室以外の教員から指導、助言を受ける機会を設けている。今後も専攻学務委員会を中心として博士課程カリキュラムの充実化に取り組むと共に、博士論文本審査の審査方法や審査基準についても見直しを行い、例えば投稿論文のレビューにおいて実用されている評価基準などを参考としながら、より厳正かつ公正な審査の実現に向けた取り組みを行う。
- 4) **国際卓越大学院の創設**：東京大学が現在進めている国際卓越大学院の創設事業について、当専攻でもメディカル情報生命専攻、物質系専攻および大気海洋研究所

と連携して「次世代ビッグデータバイオロジー教育プログラム」を立案しており、学内3次配分および概算要求で申請を行った。

### 【長期計画】

実験技能の効率的習得を目指したスタートアッププログラムの導入：先端生命科学専攻では異分野間の学融合によって新しい学問領域を創造するという目標のもとに、学部において生物学以外の分野を専攻してきた人たちの入学をおおいに歓迎している。そのため、新入生には学部で生命科学以外の分野を専攻した学生が含まれる。このような学生に対して短期間で効率的に実験手技の基礎を教えるため、研究で使用する機器や実験手法にある程度共通性や互換性のみられる研究室の教員や研究スタッフが協働して1～2週間程度の実験実習を行うスタートアッププログラムを導入する。このプログラムにより、従来各研究室において個別に行われてきた実験指導を一本化し、学生が研究室に配属され、研究を開始する時点で即座に実験を開始できるような態勢を整える。

## メディカル情報生命科学専攻

### 1. 専攻の教育目的

新型シークエンサー等の計測装置の急激な進展によるビッグデータの出現、および、それに伴う研究スタイルの変化とパラダイムシフトが生命科学に起きている。とくに医学では、パーソナルゲノム情報に基づく研究が主流となり、それが臨床の現場にまで及びつつある。このような急激な研究の展開に対応するには、生命科学とりわけ医科学と情報科学の融合が不可欠であるが、それを担う人材の不足とその教育体制の不備が我が国における生命研究・医科学研究の進展やイノベーションの大きな障害となっている。この問題を解決するために、本研究科では既存のメディカルゲノム専攻と情報生命科学専攻を統合する形で発展的に解消し、メディカル情報生命専攻という新専攻を立ち上げ、医科学を中心とする生命科学と情報科学の融合を先導すると同時に、その融合を担い、将来のイノベーションの担い手となり、また、医学生物学を応用する各方面での新しい時代の要求にマッチした人材の教育を図ることとし、新専攻で養成する人材像の概要を以下のようにまとめた。

- ① 医科学の情報化を先導し、ライフイノベーションに大きく貢献しつつ、その成果を臨床の現場にトランスレーションして行くことのできる人材の育成
- ② 医科学を理解した情報科学の研究者・技術者あるいは情報科学の基礎を身につけた医科学研究者・技術者
- ③ 大学・研究機関、企業、医療現場、医療・科学技術行政などで、情報科学を基盤とした新たな医科学の創造を担う研究者および医療や行政の現場で先導的役割を果たす技術者

なお、合併前の各専攻におけるそれぞれの人材養成目標は以下の様に規定されていた。

### 【旧情報生命科学専攻】

- ①ゲノムや生命現象を理解するための情報技術や生体観測技術を開発でき、かつ、それらの技術を駆使して新たな生命科学の地平を切り拓くことのできる人材
- ②自分で問題を発見し、それを定式化し、効率よく解くことまでを一貫して行なえる人材
- ③大学・研究機関および企業等において生命情報科学の研究を先導しその応用を可能にする人材

これらの旧専攻の目標を踏まえて、新専攻では、医科学と情報科学のダブルメジャー教育を実施し、実問題を用いたプログラミング演習や病院における現代医療体験実習などの実践教育の更なる充実も図り、医科学を理解したバイオインフォマティクスの研究者・技術者、バイオインフォマティクスの基礎を身につけた医科学研究者・技術者、さらには、バイオインフォマティクスを基盤とした新たな医科学の創造を担う研究者などの育成を目指す。

### 【旧メディカルゲノム専攻】

- ①ゲノム科学という生命を理解する上での強固な基盤に立ち、世代の最も先鋭的な知性の中から、生命の解明から医療の変革に至る新しい生命科学・医科学諸分野を切り開く人材
- ②人間の理解ならびにその健康の増進と福祉の向上に貢献する事を目標とする人材
- ③大学・研究機関、医療現場、行政などの現場で、ゲノム科学を基盤とする新たな医科学の研究推進と橋渡し研究に貢献する人材

以上のような背景を踏まえて、新専攻における教育体制は以下の様な構想の元で構築されている。

- ・医科学と情報科学のダブルメジャー教育の実現  
(正副指導教員制による研究指導によるサポート)
- ・多様な教育的背景をもつノンメディカルな学生の知識レベルに応じたきめ細かな教育  
(講義、演習、実習) (医学部との相違点)
- ・実際の臨床ビッグデータを用いたスパコン解析演習の実施
- ・医科学研究所での医療体験カリキュラムなどの実践教育の充実 (OJT)
- ・リヨン大学との交換留学制度を含む世界を視野に入れた教育
- ・5年一貫カリキュラム (5年制大学院ではない)

### 旧専攻の教育体制

平成26年までの各専攻の教育体制は以下の様なものであった。

**情報生命科学専攻**：カリキュラムは、情報系、生物系、その他どのようなバックグラウンドの学生が入学しても情報生命科学を基礎から学ぶ事が出来る様に配慮した。専攻の構成は、基幹講座6研究室に加えて、東大の分子細胞生物学研究所、医科学研究所に所属する協力講座、産業技術総合研究所、理化学研究所に所属する連携講座、そして学

内兼任教員による研究室から成っている。この充実した教員陣により、情報系から生命系まで幅広い講義、演習、実習をバランス良く受講できるカリキュラムが組まれていた。**メディカルゲノム専攻**：非医学部出身を対象に、基礎生物学と医科学を結ぶ橋渡し研究をになう技術者・研究者の養成を目指したカリキュラムでスタートした。専攻発足時から10年目（平成26年）に実績をもとに、カリキュラムの構造の見直しを行い、大きく変革した。新カリキュラムの内容は後述する。このカリキュラムは6分野の基幹講座の教員に加えて、医科学研究所と分子細胞生物学研究所の協力講座・兼任講座の28名の教員と、連携協定にもとづく学外の5つの研究機関の連携講座から教育に参加する計15名の連携教員によって運用されてきた。

## 2. 入試方法と進学状況

### 2-1. 入試方法

新専攻における入試は平成28年度入試（平成27年8月実施）のみである。この入試においては、出題方式と面接試験は旧2専攻の従来の形式をほぼ踏襲したが、英語能力の評価にTOEFLあるいはTOEICを導入した。それぞれの領域で出題された問題を受験生が選択して解答する方式で実施された。基本的な構想は、理、工、薬、農、医、歯、獣医学など多様なバックグラウンドの学生を受け入れ、外国人向け入試実施によるグローバル化促進することを目指した。また、バイオ知財コースは独自の入試を実施した。入試実施の具体的内容は以下の通りである。

#### 1. 博士前期課程（修士課程）入試概要

1次試験（筆記試験）では、英語についてはTOEFLあるいはTOEICを利用した。専門科目の試験は、生命科学、情報科学、及びその関連分野から計12問出題し、その中から4題を選択して解答させた。出願時に志望調査票で申告した希望者には英語版を用意した。二次試験（口述試験）は、志望動機、意欲、基礎知識などを中心に面接を行い客観的な基準によるスコアを作成して評価した。

#### 2. 博士後期課程（博士課程）入試概要

6年生学部卒業者をも対象とするため、下記の様に2つの方式で行った。

##### I. 修士課程修了（見込み）の者

一次試験は英語の筆記試験を実施した。二次試験は翌年の2月に修士論文の発表を行い、質疑応答を持って口述試験とした。なお、10月入学希望者は8月の一次試験に引き続いた日程で実施した。

##### II. 6年制学部学科（医・歯・獣医・薬）を卒業（見込み）の者および本専攻以外の修士課程修了（見込み）で情報生命科学群を志望する者

一次試験（筆記試験）は博士前期課程（修士）と同じ英語および専門試験を受験させた。合格者に対して二次試験として口述試験を実施した。

なお、平成27年度入試までの、従来の各専攻の入試実施の概要は以下の通りである。

### 【旧情報生命科学専攻】

博士前期課程（修士課程）の入学試験は専門科目、英語、口述試験に分かれる。

専門科目では生命科学、情報科学及び関連する分野から 12 問を出題し、その中から自由に 4 題を選択して解答する。従って、特定分野の問題だけを解くことも可能な形である。英語は TOEFL-ITP 試験、TOEFL 提出、TOEIC 提出の中から 1 つ以上を選択して受験あるいはスコアシートを提出する。口述試験では、志望動機、修士での研究計画などについて質疑応答を行い、評価基準に基づいてスコア化して評価する。博士後期課程（博士課程）の入学試験は、既に専攻に所属している博士前期課程（修士課程）から進学する学生に対しては、研究計画について質疑応答を行い、評価基準に基づいてスコア化して評価する。その他の学生に対しては、加えて博士前期課程（修士課程）と同様に専門科目と英語を実施する。これらに基づいて順位付けする。成績上位者から順に、入学辞退者の実績を考慮した「合格発表予定人数」に達するまでを合格者として発表した。

### 【旧メディカルゲノム専攻】

博士前期課程（修士課程）の入学試験は 8 月の初旬に実施した。筆記試験は英語と専門科目からなり、専門科目は必修科目と選択科目に分かれる。専門科目の選択問題は、専攻の教育目的と受験生の出身学部を考慮して、生物学、有機化学、インフォマティクスなどの広い範囲から出題された。英語試験は教員が作成した問題を使用した。これは、会話能力の重要性は認識しつつも、むしろ語彙、文法、読解力、英作文能力等の基本的な能力を評価する事が、入学後の教育と研究の推進に必須であるとの考えによる。面接試験は、専攻独自に準備した「面接の手引書」を参考にして、一会場 5 ～ 7 名の教員が同時に参加するグループ面接方式で行い、規定の評価項目について 5 段階あるいは 3 段階の評価を行った。英語、専門科目、面接の得点に一定の重み付けを行って集計し、総得点を算出する。これに基づいて順位を付け、成績上位者から順に、入学辞退者の実績を考慮した「合格発表予定人数」に達するまでを合格者として発表した。

## 2-2. 進学状況

出願者数と入学・進学者数は下記の表にまとめた。専攻合併以前の平成 22 年度から平成 27 年度入学試験までの状況をまとめると以下の様になる。

### I. 博士前期（修士）課程志願状況

**情報生命科学専攻：**情報学と生命科学の融合という本研究分野の認知度が十分に知れ渡っていなかった専攻設立当初から比べると、GCOE 獲得後は、志願者数と合格者数が徐々に増えてきている。また理学部生物情報科学科からの進学者が 5 - 8 名程度ある。

**メディカルゲノム専攻：**179 名、183 名、178 名、124 名、111 名、140 名であった。

文部科学省定員 29 名に対しての競争倍率は 4 倍から 6 倍であり、実際の受け入れ予定数 54 名との関係では、2 倍から 3.5 倍となっていた。

## II. 博士後期（博士）課程志願・進学状況

**情報生命科学専攻**：博士課程進学者も専攻設立当初から増えてきている。

**メディカルゲノム専攻**：博士前期課程在籍学生約 50 名のうち 25 名前後が博士後期課程進学を希望し、その他大学大学院修士課程修了予定者と医学部医学科など 6 年制学部卒業者の進学希望者が 10～15 名志願してきた。そのうち試験で合格し進学した学生数は 30～40 名であった。

**情報生命科学専攻**の平成 22 年度以降の博士前期課程・後期課程の志願者と合格者の実績を以下の表にまとめた。

	年 度	22 年度	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度	28 年度
博士前期課程 (修士課程)	志願者数	21	26	28	19	22	37	34
	合格者数	11	17	18	12	14	25	24
博士後期課程	合格者数	3	5	6	8	9	7	10

**メディカルゲノム専攻**の平成 22 年度以降の博士前期課程・後期課程の志願者と入学者の実績を以下の表にまとめた。平成 28 年度は合併後の新専攻の数字である。

	年 度	22 年度	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度	28 年度
博士前期課程 (修士課程)	志願者数	179	183	178	124	111	140	125
	入学者数*	57	63	51	55	51	71	(合格者数 81 名)
博士後期課程	進学／入学者数**	42	38	35	34	28	32	(一次合格 31 名)

\*入学者数：合格者ではなく最終的に入学手続きをとって入学した学生数

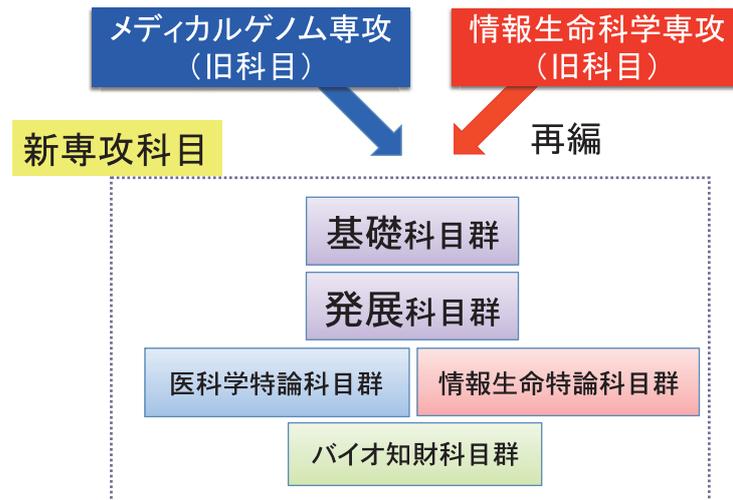
\*\*進学者数（博士後期課程）：最終的に進学 / 入学の手続きをとって博士後期課程に在籍した学生数

## 3. カリキュラムの特色

当専攻のカリキュラムは、次の図にまとめられている様に、旧メディカルゲノム専攻の講義と旧情報生命科学専攻の講義を統合したものとなっている。つまり、各々の分野の基礎科目群と発展科目群、更に医科学特論科目群、情報生命特論科目群、バイオ知財科目群に分けられている。

基礎講義群、発展講義群の他、主な講義・演習の分類（一部は単位化されないものも含む）は下記の表の様になっており、さまざまな教育的背景を持った学生に対して、柔軟な履修の選択肢を提供することで、最終的に医科学と情報科学双方の素養を身につけることを目指している。

医科学/情報科学科目がレベル別に履修可能



基礎講義群、発展講義群の他、主な講義・演習の分類（一部は単位化されないものも含む）は下記表のようになっており、さまざまなバックグラントを持った学生に対して、柔軟な履修の選択肢を提供することで、最終的に医科学と情報科学双方の素養を身につけることを目指しています。

国際化演習群に含まれる交換留学プログラム（IARI Program）は、先端生命科学専攻と共同で生命系のプログラムとして運用されている。専攻合併・新専攻発足後も、新専攻のカリキュラムに取り込まれ、さらに発展拡充を目指して作業を進めている。具体的には、提携先としてリヨン大学に属する ENS de Lyon と UCBL に加え INSA Lyon の参加も合意され平成 28 年度からはリヨン大学の 3 機関と連携して運用される予定である。これまで、当研究科からは毎年 1 名の第 2 学年の修士課程在学学生を 2 ヶ月間派遣した。一方、リヨン側からは年に 2～7 名の学生を 2 あるいは 5 ヶ月の期間受け入れている。

カテゴリー	主な講義・演習科目		
基礎講義群	情報生命解析	遺伝情報発現と生体分子	細胞・組織・個体の生物学
発展講義群	システム生物学研究	オーミクス解析研究	生体高分子機能
	細胞高次機能	感染・免疫学	モデル動物・再生医療
	がん研究	インフォマティクスと医療	
研究・医療倫理講義	研究倫理 / 医療倫理（基礎・発展）		
情報生命解析特論講義	生物データマイニング論	情報生命ソフトウェア特論	情報生命解析プログラミング演習
医療 TR 特論講義	医学概論	病院実習	橋渡し研究概論
知財・ガバナンス	バイオ知財法概論	バイオ企業戦略論	リサーチ・アドミニストレーション概論
国際化演習群	英語発表演習	英語プレゼンコンテスト	交換留学プログラム

## 旧専攻のカリキュラム

### 情報生命科学専攻：

情報生命科学専攻／情報生命科学群の入学者の大半は、情報科学あるいは生物学の片方のみを中心に学んできた学生である。バイオインフォマティクスに関する講義のほか、専門外の分野の教育のため、計算機科学および生物学の初歩的な講義を行っている。平成 23 年度から、生物学、情報学、バイオインフォマティクスに関する基礎的な講義を履修した理学部生物情報学科の卒業生が進学してきたため、より専門的なバイオインフォマティクス教育を充実した。一方、従来通りの学外からの進学者に対応した計算機科学および生物学の初歩的な講義を並行して実施している。平成 27 年度からメディカルゲノム専攻と合併したため、計算機科学の初歩的な教育は、生命科学のバックグラウンドを持つメディカルサイエンス群の学生に対して実施し、情報科学と生物学の双方に精通した学生を育てている。

### メディカルゲノム専攻：

本専攻のカリキュラムは当初より幅広い基礎科学分野と医科学の領域を融合させる事を目指して準備された。具体的には、既存の学問領域にとらわれず学融合を基本とした新たな枠組みで、博士前期課程では以下に述べる領域をカバーする講義が行われている。バイオインフォマティクス／有機化学／タンパク・RNA 構造生物／生化学・分子生物／細胞生物／ウイルス・細菌／免疫／細胞増殖・がん病態学／創薬／疾患モデル／再生／イメージング／プロテオーム／ゲノム科学／遺伝子治療／オーダーメイド医療。

演習としては、以下に挙げるものが準備されたが、中でも、非医学部出身者を対象とした「病院実習」は、本専攻の特徴的なものであり、倫理審査で承認された唯一の臨床医療体験プログラムである。病院実習／医療倫理／論文詳読／メディカルゲノム先端セミナー／分子医科学入門ゼミナール／バイオ英語：論文の書き方／プレゼンテーションの仕方、等である。

### < MGSP により整備されたカリキュラム内容 >

- ・「臨床医療体験」：専攻が医科学研究所附属病院で行ってきた「病院実習」を拡充し、現代医療論から医療倫理に至る 30 時間の講義群と組み合わせる。目的は、若い研究者による医療の現状の認識にあり、医科学研究への強くかつ持続するモチベーション形成を期待することである。
- ・「メディカルゲノムサイエンス研究法コアカリキュラム」：最先端の研究法の掌握をめざす。若手研究者を中心に、自己の得意とする研究法を紹介する。「マイクロアレイ解析」など多くのテーマをカバーする。少人数による「研究室実習」と機動的に組み合わせる。
- ・「メディカルゲノムサイエンス遠隔講義」：医療に関わる様々な分野から、専攻の教員に限らず学内、学外から分野ベストの研究者を迎え、自らかかわる研究の展開をも語る講義によって、研究遂行のモデルを提示し、生命系研究者と「医」との間にあるバ

リアーの解消を目指す。柏キャンパス、白金台キャンパス、本郷キャンパスに在研する本専攻のバックグラウンドの異なる学生にとって有益な講義を受講しやすくする配慮から、これら講義などを遠隔地講義システムで学内に配信し教育環境の向上を目指し実践している。

- ・「国際化演習」：「英語論文作成」、「英語でのプレゼンテーション」、「英語による研究発表会」、「海外の研究者による先端的セミナー」を設ける。
- ・「指導実習」：博士後期課程の学生が、TAとして自分の研究室で、本校教養学部1、2年生と大学院生の少数を、短期間、「体験ゼミ」「研究室実習」として指導する。将来の指導的な立場を準備させる。
- ・「研究発表と評価」：専攻全教員参加の遠隔システム発表会（修士論文中間審査、修士論文最終審査、博士論文予備審査）で、研究能力・成果発表能力を鍛える。評価に基づいて授賞（専攻賞、東大総長賞）、RA雇用を行う。

なお、詳細は「教育プロジェクトの概要」に記載する。

更に、専攻発足10年を機に、これらの経験に基づいて検討を重ね、平成26年（2014年）には、再度カリキュラムの改定を行った。改定カリキュラムでは、5年一貫教育を基本構想として、まず「基礎講義」と「発展講義」を設定した。「基礎講義」では背景の異なる入学者の基礎的知識の習得・補完と均等化を図り、「発展講義」においては最先端の研究領域の展開の紹介と理解を目指した。医学的背景のない入学者に対して、現代医療の現場を体験しその現状と課題を学習することを通じて研究への持続的な動機付けを目指す「現代医療体験実習」、国際化に対応するための科学英語の習得と運用を促す演習を設定し、さらに、フランスリヨンのリヨン大学（広義）に属するENS de LyonおよびUniversite Claude Bernard (UCBL)との連携協定を基盤として学生の交換留学プログラム（IARI program）を運用し、学生派遣と受け入れを行ってきた。また、研究倫理の学習は必修科目化し、研究成果の社会実装の基盤となる知財に関する科目を充実させた。博士課程後期の学生に対する教育体制として「アドバイザー制度」と必修演習科目を導入した。これらのカリキュラムの基礎的な構造は専攻合併後の新カリキュラムの基本構造となって現在に至っている。

## バイオ知財コース

平成18年4月にバイオ知財コースが設立された。このコースは、バイオ技術、知財法、ビジネスの全体像を踏まえて、知的財産をビジネスに供するようにハンドリングできる人材を養成することを目的としている。本教育カリキュラムの目的は、技術、法律、経営の3分野をバランスよく学習し、これらを融合して新しい観点から知的財産戦略を設計・検証できる人材を養成することにあるため、これら3つの分野がバランスよく取り込まれるよう、それぞれの分野に詳しい教員や非常勤講師を配置する工夫を施している。本コースでは、授業科目として「バイオ知財法概論Ⅰ」、「バイオ知財法概論Ⅱ」、「バイオ企業戦略論」、「バイオ知財実務演習Ⅰ」、「バイオ知財実務演習Ⅱ」を整備し、知的財産戦略の基礎となる知識を養成している。これらの授業科目は、本専攻に所属する学生

のみならず、広く本学の学生や教員にも開放し、知的財産に関する知識の浸透化を図ると共に、産学連携に向けた知的財産の積極的な権利化意識の養成に資するものとなっている。

なお、本コース博士前期課程（修士課程）を修了した学生には「修士（科学）」を、博士後期課程を修了した学生には「博士（科学）」が授与される。これまで博士前期課程及び後期課程でそれぞれ7名、2名の学生が学位を取得している。

#### 4. 教育施設の状況

情報生命科学群は柏キャンパスでは、基幹講座の研究室、講義室が十分に確保されていない。正規の建物には講義室すら割り当てられていないが、学部資金プロジェクト遂行のために平成16年に設置したプレハブ棟（細胞シミュレーション棟）に講義室を確保して、過去12年間しのいでいる。基幹講座、協力講座の研究室が配置されている柏キャンパス、本郷キャンパス、白金キャンパスのほか、連携講座がある理化学研究所、産業技術総合研究所に分散した学生に対応するため、テレビ会議システムを駆使した遠隔講義システムを採用している。

旧メディカルゲノム専攻の基幹講座6講座は、柏キャンパスに3講座、白金台キャンパスに3講座と分かれている。柏キャンパスの3講座は生命棟に研究室をもっており、白金台の3講座は医科学研究所2号館の全学共有スペースである2階と3階に研究室がある。ただ、ゲノム制御医科学分野（菅野純夫教授）のグループは、柏キャンパスの生命棟および総合研究棟にも研究スペースをもっている。

現在の専攻の基幹講座は医科学研究所から1ポストを移行して、新たに1講座を追加し、計13講座と成っている。情報生命科学群の6研究室は柏キャンパスに研究室を持ち、1分野増加したメディカル群の7講座では、柏キャンパスに3講座、白金台キャンパスに4講座と分かれている。柏キャンパスの3講座は生命棟に研究室をもっており、白金台の4講座のうち、3講座は医科学研究所2号館の全学共有スペースである2階と3階に研究室がある。ただし、新規に医科学研究所から移行した1講座は総合研究棟内の研究スペースの一部を借用している。また、ゲノム制御医科学分野（菅野純夫教授）のグループは、柏キャンパスの生命棟および総合研究棟にも研究スペースをもっている。

#### 5. 成績評価の方法

旧2専攻ではそれぞれ以下のように行われていた。

##### 【旧情報生命科学専攻】

講義：講義内容に関するレポートを提出し担当教員が採点した。学部との共通講義は試験を実施し、成績を決めた。

演習：出席と発表を評価した。

実習：課題に対する理解度を担当教員が評価した。出席も評価項目となる。

論文作製指導：修士論文については、博士前期課程2年目の修了4あるいは5ヶ月前に中間発表会を行い、主査、副査及び発表会参加教員により研究の進行状況に対するコメ

ント作成し、それを学生にフィードバックし、修士論文作成指導に役立てた。また、最終発表会においては、主査、副査、発表会参加教員の評価に基づき、1名に対して研究科長賞を授与した。博士論文は、最終評価3ヶ月前に予備審査会を専攻の教員全員が参加出来る発表会形式で行った。博士審査会は、指導教員以外から主査を選び、審査の公平性と客観性を担保する規則を採っている。さらに専攻外の研究者を副査として1-3名程度招き審査している。海外からの審査委員も招いている。主査、副査、発表会参加教員の評価に基づき、1名に対して研究科長賞を授与した。

### 【旧メディカルゲノム専攻】

講義：講義内容に関するレポートを提出し担当教員が採点した。出席率も考慮される。

演習：出席と発表を評価した。

実習：出席者の課題に対する理解度を担当教員が評価した。出席も評価項目となる。

論文作製指導および優秀論文表彰制度：修士論文については、博士前期課程2年目の修了4あるいは5ヶ月前に中間発表会を行い、主査、副査及び発表会参加教員により研究の進行状況に対するコメント作成し、それを学生にフィードバックし、修士論文作成指導の一助としている。また、最終発表会においては、主査、副査、発表会参加教員の評価に基づき、優秀論文を選考して専攻賞として修了式の際に Excellent Research Award (ERA) 賞を授与している。

博士論文は、最終評価3ヶ月前に予備審査会を専攻の教員全員が参加出来る発表会形式で行い、その中から優秀論文10編を選考して、優秀論文発表会を開催し、その中から優秀論文作製者3名を選考して、修了式の際に専攻賞として Excellent Research Award (ERA) 賞を授与している。

新専攻での成績評価は、基本的に旧専攻の規則を、情報生命科学群とメディカルサイエンス群では各々踏襲している。しかし融合を進めるために、Excellent Research Award (ERA) 賞については専攻全体で選ぶための委員会を組織し、運用している。

## 6. 就職の状況

新専攻での実績が無いため、旧専攻別に実績を示す。

旧情報生命科学専攻では、修士課程修了者のほぼ全員が、就職（情報系企業、製薬企業等）もしくは博士課程進学となっている。博士課程修了者の多くは、大学・研究機関（東京大学、理化学研究所等）に就職しているが、一部は民間企業の研究所にも就職している。就職先企業を大きく分類すると、情報系企業（Google、日本IBM、ヤフー、NTT研究所、NTTデータ、リコー、日本オラクル、日本ユニシス、日立製作所、ソニー、西日本電信電話）、医薬系企業（武田薬品工業、東芝メディカル、田辺三菱製薬、タカラバイオ、アステラス製薬）、コンサルティング（みずほ情報総研、三菱総研、三井情報、アクセンチュア）、銀行証券（三菱東京UFJ銀行、みずほ銀行、りそな信託銀行、野村証券）に分かれる。

旧メディカルゲノム専攻における最近7年分の博士前期課程および後期課程の修了者の就職の状況は以下の表に示す。専攻の設立が平成16年度であるため、専攻の正規入学試験により博士前期課程から入学し本専攻の博士後期課程までを修了する者の初めての卒業が平成21年度末となる。従って、博士課程修了者については、メディカルゲノム専攻発足後入学した学生の情報が以下の表に総括されている。

博士前期課程：

年度	修了者数	進学 者数	就職 者数	(就職者内訳)								その他 ・不明
				大学教員	公的研 究機関	その他 公的機関	企 業 (研究開 発部門)	企 業 (その他 の業種)	ポスドク (同一 大学)	ポスドク (他大学)	その他	
21年度	56	31	20	0	1	0	7	11	0	0	1	5
22年度	58	24	29	0	0	1	17	10	0	0	1	5
23年度	53	18	20	0	1	1	10	8	0	0	0	15
24年度	58	19	30	0	0	2	14	14	0	0	0	9
25年度	46	14	30	0	0	0	18	12	0	0	0	2
26年度	55	16	36	0	0	0	19	17	0	0	0	3
27年度	61	20	32	0	1	1	10	20	0	0	0	9

博士後期課程：

年度	修了者数	進学 者数	就職 者数	(就職者内訳)								その他 ・不明
				大学教員	公的研 究機関	その他 公的機関	企 業 (研究開 発部門)	企 業 (その他 の業種)	ポスドク (同一 大学)	ポスドク (他大学)	その他	
21年度	20	1	18	0	6	1	3	2	2	4	0	1
22年度	27	0	25	1	2	0	8	0	7	3	4	2
23年度	24	1	14	0	2	0	1	0	4	6	1	9
24年度	36	0	14	0	13	1	0	0	0	0	0	22
25年度	25	0	17	0	1	0	6	1	2	7	0	8
26年度	30	0	28	0	10	0	7	3	2	5	1	2
27年度	22	0	17	0	4	0	1	6	2	3	1	5

## 7. 連携協力講座の概況

新専攻では学内の協力講座として学内の理学部、医科学研究所、分子細胞生物学研究所などから合計 34 講座の 37 名の教員が教育・研究に参加しており、学外の連携講座には理化学研究所、東京都医学総合研究所、産業技術総合研究所、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所、がん研究会がん化学療法センターがあり、7つの分野で合計 18 名の教員が教育に参加している。

各連携講座の教員の配置は以下のようになっている。

臨床医科学分野（東京都医学総合研究所）：客員教授 3 名

生命機能分子工学分野（産業技術総合研究所）：客員教授 3 名、客員准教授 1 名

システム構造生物学分野（高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所）：客員教授 1 名、客員准教授 1 名

感染制御分子機能解析分野（理化学研究所（和光））：客員教授 1 名、客員准教授 1 名  
がん分子標的治療学分野（がん研究会がん化学療法センター）：客員教授 2 名、客員准教授 1 名

分子機能情報学分野（産業技術総合研究所（台場））：准教授 3 名

システム情報生物学分野（理化学研究所（横浜））：准教授 1 名

これらの連携講座では、平成 27 年度では博士前期課程学生 29 名、博士後期課程学生 23 名が在籍している。

## 8. 学生支援活動 国際化の推進等

### 8-1. 学生支援活動

学生支援活動の内容は TA、RA およびリーディング大学院によるサポートに区分される。

TA は現在では専攻の運営費交付金で経費を賄っている。本専攻は学部を持たないため、大部分が博士後期課程在籍の学生による博士前期課程の講義と演習の補助が業務となる。博士前期課程の学生の場合は、工学部兼任教員の学部での講義の補助と、教養学部生を対象とした講義と演習が対象となる。TA は平成 22 年度 67 名、同 23 年度 72 名、同 24 年度 106 名、同 25 年度 95 名、同 26 年度 73 名、同 27 年度 60 名である。

RA：平成 22～25 年度の間、グローバル COE の「ゲノム情報ビックバンから読み解く生命圏」の支援により博士後期課程の大学院生から毎年 30 名の RA を選抜し、年間 100 万円を支給した。

リーディング大学院：平成 26 年度より、旧メディカルゲノム専攻は「活力ある超高齢社会を共創するグローバルリーダー養成プログラム」(GLAFS) と「社会構想マネジメントを先導するグローバルリーダー養成プログラム」(GSDM) の 2 つのリーディング大学院に参加し、試験を経て採用された学生には給与型の奨学金が供与されている。その額は、博士後期課程学生は月額 20 万円、博士前期課程学生は 10 万円である。これまで GSDM に採用された学生は博士前期課程学生 14 名、博士後期課程 3 名である。GLAFS に採用された学生は博士前期課程学生 4 名、博士後期課程 1 名である。

## 8-2. 国際化の推進等

### カリキュラム・イベント

#### 学生交換プログラム

カリキュラムにおいては、国際化教育を重点的に行い、科学英語の講義と演習を実施するとともに、英語による講義科目を設置している。平成 25 年度のカリキュラム改定までは「国際化演習」の一つとして、英語による研究発表会を開催し、教員による評価に基づき、優秀者 3 名には「優秀賞」として海外または国内における研究発表の経費を援助した。平成 25 年度のカリキュラム改定後は、専攻のイベントとして英語による研究発表会を開催し、同様の運営を行っている。毎年 10 人から 15 人の参加者が参加し発表とディスカッションを行っているが、英語で発表される研究内容のレベルが著しく高くなっていると評価されている。

国際的な経験を通じて広い視野を持たせることと国際的に学生の交流を行うことを目指して、平成 25 年度より IARI program を開始した。ENS de Lyon および UCBL1 との間で修士課程の学生を交換するプログラムであり、日仏の教員による面接試験を実施して選別し、当専攻からは毎年 1 名が派遣されてきた。一方、Lyon 側からは当初 ENS からの 2 名であったが、UCBL1 が参加したために、ENS の 2 名に加えて 3 名から 5 名が当専攻で 2 ヶ月あるいは 5 ヶ月の履修をしている。このような学生の交流は、学生間の交流を通じた国際化の促進に寄与している。

## 9. 教育に関する中長期計画

### 【中期計画】

#### 1) 旧 2 専攻の融合：

異なった背景と専門性を有する 2 専攻の融合を推進することが課題である。ただし、数学を背景とする情報科学系と生物学を背景とする医科学系の領域が短時間で融合することは期待できない。融合の推進は、同一専攻の教員として教員間の情報交換・交流を通じた相互理解が基盤となると考えられる。これを促進する重要な基盤は共同でカリキュラムを運用すること、交流を通じた共同研究の機会の拡大が重要である。当面は旧 2 専攻を 2 つの群として教育・研究を進めつつ、専攻としての共通の教育活動を拡大して行く必要がある。

#### 2) バイオ知財コースによる知財教育の充実：

既に学生教育の実績を挙げているが、コース設立の趣旨に基づき、今後の日本のバイオ分野における知財戦略の策定のできる若手人材の育成を図る。また、社会人の入学を促進し、理論と実践 (OJT) を体系的に取り入れた教育プログラムを進める。日本において決定的に欠けている博士 (科学) 相当の研究能力を有する知財の専門家を輩出し、これらの人材を、特許庁 (「官」)、TLO (「学」)、バイオベンチャー・製薬企業・特許事務所 (「産」) 等に供給する。この点で、修士の養成をミッションとする多くの知財専門職大学院とは一線を画す。特許庁や日本弁理士会との人材面での連携によって、このような高度な教育の推進を図る。

### 3) 柏・白金台・本郷キャンパス間の遠隔地講義の充実：

旧専攻の時代から当専攻は、柏と白金台キャンパスのみならず、本郷地区の協力講座に加え、独立のキャンパスを持つ連携講座が教育に関与している。平成19年度採択のメディカルゲノムサイエンス・プログラム（MGSP）を機に柏・白金・本郷地区へのインターネットでの遠隔地講義配信システムを整備したが、リーディング大学院への参加を機会に更に機器の更新等によって整備を進めている。リーディング大学院の講義を遠隔地配信することは、広く本学全体への情報発信を拡充することに該当する。

### 4) 病院実習およびインターンシップによるOJT教育の充実：

すでに、医科研の病院での「病院実習」とその後の「現代医療体験実習」は、旧メディカルゲノム専攻のカリキュラムの特徴の一つであり、参加した学生からは高く評価されてきた。医療現場での実際を体験するこの実習は、トランスレーショナル研究には欠く事の出来ない重要なカリキュラムであると考えている。このプログラムを、更に拡充して運用する。さらに、トランスレーショナル研究の教育において今後さらに重要になるとされる創薬の現実を体験できる演習も設定した。今後は、博士前期課程1年または博士後期課程1年または2年に、製薬企業・バイオベンチャーの研究所でのインターンシップを可能にするカリキュラムを構想している。これらを通じて、学生に多様なキャリアパスを提供することを目指して行く。

### 5) 英語教育の充実

情報科学及び医学生物学領域での科学英語教育の重要性は自明である。これまで、演習の形でネイティブ・スピーカーのバイオ研究者による「英語論文の書き方と口頭発表の仕方」の教育と英語による発表会形式の演習を行ってきた。交換留学制度の拡充や、海外の学生との共同の発表会等の企画を通じて、更に、英語によるコミュニケーションの経験の機会を増やす事を目指す。

### 6) 博士課程の学生への奨学金制度の拡充

博士後期課程の学生数が多いことが本専攻の特徴である。従って、学生、特に、博士後期課程の学生に対する経済的援助について取り組む。全学的な取り組みに加え、特に、博士課程の授業料についてサポートできる財源の確保について検討する。

## 【長期計画】

- 1) 専攻内の融合の推進により、新たな医科学を中心とする生命科学と情報科学の融合を先導する。
- 2) 大学院と研究所の大学院教育を通じた研究・教育の連携の強化と統合化：この統合化を全学での生命科学教育研究の改革とも連携を目指す。

## 環境学研究系

### 自然環境学専攻

#### 1. 専攻の教育目的

人類社会の持続可能な発展のためには自然環境の保全が必要不可欠であるが、自然環境保全にかかわる課題は、グローバル・スケールからローカル・スケールまで、様々なスケールで検討されるべきものである。また自然環境は、地圏、水圏、大気圏と生物圏、人間圏の相互作用によって形成される。

自然環境学専攻では、大気海洋研究所および空間情報科学研究センターとの密接な連携のもとに陸域環境学コース・海洋環境学コースの2コースを設置しており、地球科学、生命科学、生態学、生態化学、景観学、生物資源科学、情報科学等の諸分野を融合して「自然環境の持続性と変動の解明」や「人間と自然とのより良い関係の創出」を探求する。理論的検討、野外調査、実験等に基づき、環境問題の解決、自然環境の保全、自然資源の持続的活用、人間活動と共存しうる自然環境の創成のための研究を行うとともに、社会においてそれらを実践しうる人材を養成することを目的としている。

また柏国際キャンパス構想のもと、学内外の日本人学生のみならず海外からの留学生も広く受け入れ、様々な教育・研究機関との連携体制を確立している。

#### 2. 入試方法と進学状況

現在、博士前期課程（修士課程）の入試は三種類の形態で実施している。一般入試は夏期（8月）のみ実施し、筆記試験（英語および専門科目）と口述試験による選抜を行っている。募集定員46名に対し、過去5ヶ年（平成23-27年度）に実施した入試の出願者数は70→70→56→42→24名と減少傾向にある。外国人特別選抜は、夏期と冬期（2月）に口述試験により実施している。外国人特選による上記5か年の年平均出願者数は5.6名、合格者数は3.6名/年で、近年は中国からの受験者が増加している。上記の他にアジア開発銀行による派遣留学生を年2名前後受け入れている。以上を総合した修士課程への全入学者数は、過去5ヶ年で30→48→34→36→26名と変動しており、充足率は必ずしも高くない（ただし平成27年度の志願者の急減は、大手企業の就職活動開始日が一時的に変更され専攻入試日に一致した事が、大きな理由と考えられる）。

博士後期課程の入試では一般入試、外国人特別選考、社会人特別選考の三分類を設けている。いずれも英語（TOEFLもしくはTOEIC、本学以外からの受験者のみ）と口述試験による選抜を行っている。募集人員20名に対する過去5ヶ年の入学者数は20→16→12→11→9名と減少傾向にある。なお平成24-27年度の間、博士課程の入試は外国人特選のみ年2回（8月、2月）、一般入試と社会人特選は原則として冬期のみ（2月）としていた。

受験者・入学者の属性は出身校、分野、進路希望の各面において多様であり、陸域コースと海洋コースではやや異なる特徴がみられる。修士一般入試合格者の出身大学・学部は（人数の多い方から）東大（工）・北大（水産）・東京理科大（理工）・早稲田大（理工・教育）・千葉大（理）・筑波大・鹿児島大（水産）・横浜国大（理）などとなってお

り、本学出身者は全体の1割弱である。海洋コースでは、修士課程入学者は他大学の水産学部の出身者が多く、博士後期課程進学者の殆どが内部進学である。陸域コースでは、修士課程入学者は卒業後に就職を希望する近隣大学の出身者が多く、博士課程へは学外からの入学者が多い。特に、平成23年度入試から新規に設置した社会人特別選考枠は、つくばや柏の研究機関で勤務しながら学位取得を目指す社会人の受け皿として機能している。このように、専攻全体として多様な社会的需要に対応してきたといえる。

一般入試受験者の減少とこれに伴う充足率の低下を早急に解決するため、専攻ホームページの改訂やパンフレット作成など広報活動の強化に努めている。平成29年度入試から博士課程の一般・社会人特選を年2回実施とするなど、より広範な社会的需要に対応し充足率を向上するよう努めてもいる。しかし、充足率低下の根本的な理由は、定年退職や異動等の事情により、学生を指導可能な教員数が急減し、研究分野の多様性が低下していることである。こうした状況に対しては、新たな連携講座（産総研）の設置や文科省補助金による女性年俸制助教の採用を行い、教員数と研究分野の多様性の確保に努めているが、これらと合わせて、基幹講座の欠員の補充を早急に実現する必要がある。

### 3. カリキュラムの特色

自然環境学専攻は、人と自然の共生に立脚した新しい価値の創造を目指して、学融合の新たなステージに挑むための素養を身に着けることを教育の原点としている。カリキュラムの特徴は以下の3点に集約できる。博士前期課程（修士課程）新入生に向けたコア科目群を設置し、自然環境学の基礎となる科目を選択必修科目として履修させた後に、選択科目で専門性を深めつつ、研究を行っていること、また、専攻の全構成員が参加する演習（ゼミ）等を通じ、自然環境にかかわる分野横断的な知の修得や思考の醸成を目指していること、さらにフィールドワークにもとづく実験・実習を通じ、机上の空論に陥らない、実体験に根差した学習や研究の深化を目指していることである。

#### 【コア科目群の設置】

平成24年度に選択必修科目として地圏変動論、環境化学論、大気海洋論、陸域生態論、水圏生態論、環境適応論、資源管理論、景観形成論、環境政策論を新設し、学問的背景が多様な学生に対して自然環境を研究するために不可欠な幅広い基礎知識を修得させている。

#### 【分野横断的な演習】

自然環境にかかわる分野横断的な知の修得や思考の醸成を目指した科目群のなかで、際立って特徴的なものが「自然環境学演習（通称：コースゼミ）」である。通年の科目で、陸域環境学コースと海洋環境学コースの各々において、毎週火曜の午後に実施しており、各回5名前後の学生が自らの研究テーマについて発表を行い、その後、教員・学生の別なく質疑を行う形式をとっている。また、年度の前・後半に2～3回ずつ、両コース合同の演習も実施している。専門分野内における各自の研究テーマの深化を縦糸とするなら、本演習は、自然環境にかかわる学術の諸相を横断的に俯瞰する視野、すなわち横糸を獲得する場としている。環境科学にたずさわる者は、専門分野に関する高度な知識と

ともに、関連諸分野を横断的に俯瞰する視点を兼ね備えた「T字型」人間でなければならぬとされる。本専攻では、自然環境学演習に代表される、T字の横棒の形成を促すような分野横断的な演習科目を充実させている。

#### 【フィールドワークにもとづく実習】

一方、フィールドワークにもとづく実習については、自然地域(森林、山岳、等)、農村(農地、里山、等)、都市(公園緑地、農地、等)、河川、湖沼、海洋などの様々なフィールドを対象に、生物学、生態学、地理学、地質学、地球物理学、地球化学、資源管理学、環境情報学、造園緑地学等の様々な学問分野の視点・手法にもとづき、地形・地質、水圏、植生、景観、社会、海洋資源、海洋生物等にかかわる調査・観測を実体験する機会を提供している。自然環境を研究する上では、フィールドにおける実体験にもとづく技術や知識が不可欠であり、本専攻が提供する多様な実習は、研究に必要な基礎体力を養う場といえる。さらに、分野横断的な視点にもとづく実習として「自然環境学実習」があり、フィールドワークを通じて、自然環境の理解に必要な基礎的な視座の獲得や手法の習得を目的としている。上記の演習科目と同様、本専攻を特徴付けるカリキュラムのひとつといえる。

#### 【海洋法・海洋政策インターンシップ実習】

実例に基づき海洋環境に関わる海洋法・海洋政策を総合的に学習させるために、政策立案や実施に関わる省庁、関係各機関での2週間から1ヶ月程度の実地演習(インターンシップ)を実施している。これは、科学や技術の発展がどのように海洋政策に反映されていくのかを体得させることを目的としており、今まさに発生している海洋に関わる諸問題の解決方策を、実習先で自ら提案することを通じて、具体的な問題提起や実施可能な政策立案が可能となる能力を身に付けるための第一歩として位置づけている。現在、国土交通省を中心に水産総合研究センター、環日本海環境協力センターで受け入れ枠を確保して頂き、毎年20名程度の学生が実習を受講している。

## 4. 教育施設の状況

陸域環境学コース、海洋環境学コースともに、多様な教育研究ニーズに対応すべく、各種実験施設を整備してきた。さらに分野に共通した施設として、地理情報システム(GIS)にかかわる機器やOA機器、大気海洋研究所沿岸海洋研究センター(大槌)と新領域環境棟(柏)を結んだ遠隔講義システムの整備などを進めてきた。大槌センターの津波被災後は現地にカメラやマイクを設置してライブ配信するなどの教育支援活動も行っている。また、専攻共通の図書室を設置し、分野を越えた著書や論文の共有化も図ってきた。各種X線分析装置、元素分析装置、DNAシーケンサ等の生態系における物質の解析や生物群集解析のための基盤施設や、野外で撮影された動画等を解析・編集する各種映像解析機器が整備されていることも本専攻の特徴であり、これらの先端機器はいずれも専攻共通機器として研究分野の壁を越えて運用し、効率的な利用と学融合の推進を図っている。

しかし、多様化・高度化する教育研究テーマに十分に対応するためには、研究機器そ

のものとともに、それらを収容する空間（実験室）の不足が顕在化してきている。今後は、教育研究機器の充実のみならず、空間（実験室）の新たな確保が強く望まれる。

## 5. 成績評価の方法

**【講義】** 大半の科目では、試験および出席により成績評価を行なっている。

**【演習】** 自身の発表内容や出席とともに、演習によっては、他人の発表に対する質問やコメントも成績評価の対象としている。たとえば「自然環境学演習」では、聴講者が発表者に対してコメント票を提出し、コメントに対する発表者の回答を、本専攻の学生・教員がネット上で共有するものとしているが、こうしたコメント票の提出およびその回答も成績評価の対象となっている。

**【実験・実習】** 各種の実験・実習に対する姿勢のみならず、実施前の事前調査や、実施後のレポートなどが評価の対象となっている。

**【修士論文】** 本論文の提出に先立ち、提出の可否を決定する中間審査会が開催され、この審査を通過した者のみ本論文の提出が許可される。論文提出後、主査（1名）および副査（2名）が3種の評価視点にもとづいて論文の査読を行う。さらに公開の修士論文発表会が全教員出席のもとで開催され、口頭発表の審査を行う。これらの審査結果にもとづいて、全教員出席の会議で合否判定および成績評価が行われる。

**【博士論文】** 本論文の提出に先立ち、提出の可否を決定する予備審査会が全教員出席のもとで開催され、この審査を通った者のみ本論文の提出が許可される。本論文を提出した者については、公開審査会（博士論文内容のプレゼンテーション）が行われた後に、主査（1名）、副査（4名以上）からなる審査委員会による審査会（口頭試問）が行われる。審査委員会は、公開審査会および口頭試問の結果を総合的に判断し、最終的な審査結果をまとめ、公開の審査結果報告会において全教員による合意のもと学位が認定される。

## 6. 就職・進学の実況

博士前期課程（修士課程）修了生の進路は多岐にわたっている。平成26年度を例にとると、進路を把握している修了生33名のうち、研究員が2名（産業技術総合研究所、日本原子力研究開発機構）、民間への就職が21名（主な就職先：東京都庁、厚木市役所、日本政策金融公庫、独立行政法人住宅金融支援機構、都市再生機構、日本政策金融公庫、東芝、東京電力、日本IBM、伊藤忠商事）、進学が5名であった。博士課程への進学者が全国的に減少する中で、本専攻でも同様の傾向が認められた。

博士後期課程（博士課程）修了生の進路は一般には研究職への就職状況が芳しくない状況下、修了生の大半が大学等の教育研究機関あるいは公的な研究機関に就職する等、相対的には良好な状況にあると言える。平成26年度を例にとると、進路を把握している修了生14名のうち、研究員が10名（日本学術振興会特別研究員4名、東京大学6名、一般財団法人日本環境衛生センター1名、独立行政法人産業技術総合研究所1名）、民間への就職が2名（オンダ国際特許事務所、(株)応用地質）であった。

## 7. 連携・協力講座の概略

陸域環境学コースでは、自然環境を構成する諸相のうち、地圏 geosphere、水圏 hydrosphere、生物圏 biosphere と人間社会との関係に関する研究教育については基幹6分野により対応が可能であるが、大気圏 atmosphere については基幹分野だけでは十分な対応ができない。そこで研究協力分野として、大気海洋研究所教員による協力講座地球環境モデリング分野（協力講座教員1名、兼任教員2名）を設置している。また、自然環境の教育研究上欠くことのできない共通のツールとしての地理情報システム（GIS）を利用した教育研究の充実のため、空間情報科学研究センターとの協力講座である環境情報学分野（協力教員1名）を設置している。

さらに、人間社会から排出される多様な化学物質の自然環境での動態と生態系への影響を明らかにするため、国立環境研究所との連携講座（客員教授2名）を平成23年度に設置した。さらに、東日本大震災の激甚な被害を受けて、今後の復興と防災等の社会的ニーズに応えるために、沿岸域を中心とした地質情報に関する一層の研究教育の充実を図るため、産業技術総合研究所との連携講座（客員教授1名、客員准教授2名）を平成27年度に設置した。

海洋環境学コースでは、基幹3分野により、海洋環境の地形・地質、生物、資源にかかわる基本的な教育研究は対応可能なものの、その各々について、より多様な研究教育ニーズに対応するため、大気海洋研究所の支援のもと、海洋環境動態学分野（協力教員4名、兼任教員2名）、海洋物質循環学分野（協力教員2名、兼任教員1名）、海洋生命環境学分野（協力教員1名、兼任教員4名）に、研究教育上の協力を要請している。

表1 専攻の構成

陸域環境コース	基幹分野	自然環境構造学
		自然環境変動学
		生物圏機能学
		生物圏情報学
		自然環境評価学
		自然環境景観学
	協力講座	環境情報学（空間情報科学研究センター）
		自然環境モデリング学（大気海洋研究所）
	連携講座	自然環境循環学（国立環境研究所）
地球表層地質環境学（産業技術総合研究所）		
海洋環境コース	基幹分野	地球海洋環境学
		海洋資源環境学
		海洋生物圏環境学
	協力講座	海洋環境動態学（大気海洋研究所）
		海洋物質循環学（大気海洋研究所）
		海洋生命環境学（大気海洋研究所）

## 8. 学生支援活動 国際化の推進

学生支援活動として、学生担当委員を設置し女性教員を置いている。当該委員は学生からの学生生活一般の相談窓口として機能しており、特にハラスメント関係の相談窓口として役割については、その未然防止の成果をあげている。また学生には国際学会やシンポジウムなどへの参加を推奨しているほか、留学生との交流支援活動への参加を推奨している。専門的研究と国際交流イベントへの参加に加え、国際交流イベントの立案と実施を遂行するに至っており、平成26年度新領域創成科学研究科研究科長賞国際交流部門を博士課程学生が授与された。

国際化の推進には、留学生を受け入れているほか、外国人研究員（客員教授・准教授・講師）による講義セミナーを開催し、学生の国際化を進めている。

## 9. 教育に関する中長期計画

### 【陸域環境学コース、海洋環境学コースが融合した教育体制】

入進学時に実施する自然環境野外総合実習、博士前期課程（修士課程）新入生に向けたコア科目群の履修、専攻の全構成員が参加する自然環境学演習を通じて、自然環境にかかわる横断的な知見の修得や思考の醸成を図っている。今後、流域圏をフィールドに想定し、源流の森林地帯から農村、都市、さらには河口・沿岸域に至る様々な自然環境を横断的に結び、その相互関係に着目する実習の実施や、野外実習と連関させた室内実験の実施などの試みを通じて、より学生に専門分野を越えて総合的な自然環境の探求を体得させるカリキュラムの実現を目指す。

### 【他専攻と連携した教育体制の整備・強化】

専攻横断的な教育プログラムであるサステナビリティ学グローバルリーダー養成プログラムの教育に学生定員を配分し、運営と研究教育に積極的に関与してきた。環境系の専攻横断的な講義科目として、環境マネジメントプログラム「自然環境学概論」を、実習科目として環境デザイン統合教育プログラム「緑地環境デザインスタジオ」「自然環境デザインスタジオ」を開講する等、他専攻と連携した教育体制の整備・強化に努めてきた。環境デザイン統合教育プログラムにおいては、他専攻の学生にも受講しやすい講義・実習とするため、他専攻が開講するスタジオと開講時期や内容を調整することで、統一的なテーマのもと、専攻を越え連続して複数のスタジオが受講できるように配慮するなどの取り組みを行う予定である。

### 【国際的な教育協定の締結】

少子化のなか、優秀な留学生の獲得は、今後の健全な大学運営と教育レベルの維持にとって極めて重要なファクターといえる。そのためには、海外の主要な大学との教育上の連携を深め、新領域創成科学研究科や当専攻の魅力を、海外の主要な大学の学生（とくに学部生）に広く周知することが必要と考えられる。

## 海洋技術環境学専攻

### 1. 専攻の教育目的

世界的に逼迫しつつあるエネルギー・資源・食糧の確保や温暖化など地球規模の環境問題の解決に、海洋が重要な役割を果たしうることを踏まえ、海洋技術環境学専攻は、海洋の利用と産業創出および海洋の保全と環境創成に重点をおいた教育・研究の拠点となることを目的として新領域創成科学研究科に平成20年4月に設立された。すなわち、環境との調和を図りながら海洋を大規模に利用するための技術や政策科学に関する教育・研究を行い、それらを基盤に、高度な専門性と国際性を持って海洋関連政策の立案、産業振興、環境保全の実現に貢献しさらには海洋における新たな環境創成、海洋利用の新産業の創出のために活躍できる人材を育成することを目指している。

具体的な分野としては、海洋の利用と産業創出を機軸とする海洋利用システム学講座の下に、海洋技術政策学、海洋産業システム学、海洋資源エネルギー工学、海底資源開発工学の4分野、海洋の保全と環境創成を機軸とする海洋環境創成学講座の下に、海洋情報基盤学、海洋環境モデリング統合学、応用海洋物理学、海洋環境システム学の4分野を設け、さらに協力講座から海洋音響システム工学、海中ロボット計測学、海洋リモートセンシング学、海中プラットフォームシステム学の各分野、また連携講座から海洋環境観測学、気候予測利用研究の各分野を加えて、多様な専門教員が広範な海洋技術環境学に関する教育を進めている。

### 2. 入試方法と進学状況

修士課程の入学試験は、筆記試験と口述試験によって選抜する一般入試と、書類審査と口述試験により筆記試験を免除する特別口述試験を実施している。筆記試験は、基礎科目（英語）および専門科目（論理的思考能力を見る数理的問題、小論文）である。論理的思考能力を見る数理的問題は、一般的な大学教養課程の数学・力学に加えて、洞察力などを見ることに配慮した出題も行い、幅広く数理的思考能力を見ることを目的としている。小論文は、科学技術雑誌記事を題材とし、問題発見能力と論理的記述能力を見る問題にしている。口述試験では卒業論文研究のテーマおよび希望する研究分野に関する基礎知識を問うほか、意欲や計画性なども見ている。特別口述試験では時間をより長く取って、本専攻が求めている資質の確認に重点をおいている。大学における海洋関係教育の現状を鑑み、受験時においては海洋に関する専門知識は問わず、入学後に教育している。これらのことにより、海洋に興味を持ちつつも多様な背景を持つ意欲的な人材の受入れに成功している。

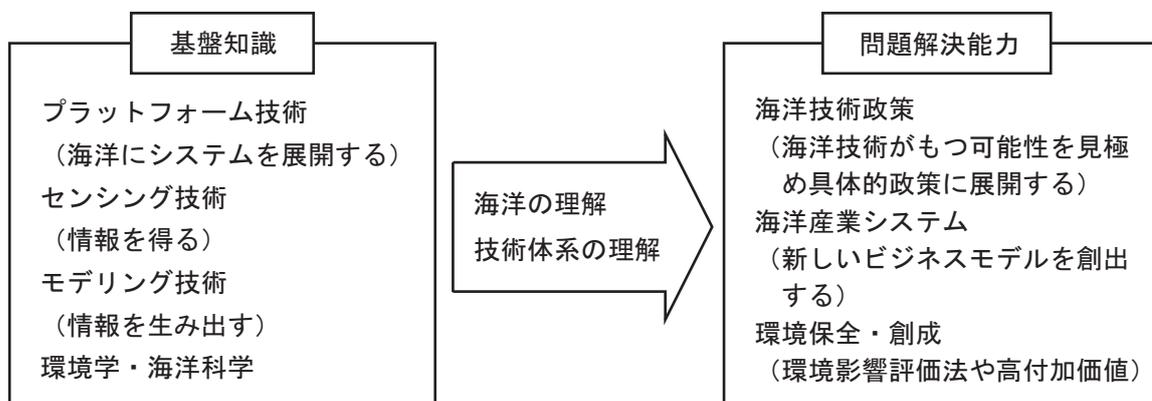
博士課程の入学試験は、本専攻の修士課程からの進学希望者については口述試験のみにより行い、それ以外の入学希望者については、口述試験に加えて修士課程と同じ筆記試験を課している。口述試験では修士論文研究の発表・質疑により研究遂行能力を、博士課程での研究計画の発表・質疑により研究者としての将来性を測ることで、海洋技術環境学を担う次世代人材の精鋭を選抜している。

修士課程の入学人数は、近年、定員の1.0倍から1.2倍の間で推移している。本学出

身の合格者比率が比較的高い点が本専攻の特徴であるが、入学辞退者が少なくなく、最近では入学者における本学出身者の占める割合が5割をやや下回るようになってきた。キャンパスの立地条件を補う魅力づくりが継続的に必要である。博士課程の入・進学者数は、過去5年間の平均で定員の約7割にとどまっている。修士入学時から博士を志向する学生の確保が重要であると考えられ、専攻の研究活動について多様な手段で広く発信する努力を高めていきたい。

### 3. カリキュラムの特色

本専攻では、多様な背景を持つ入学者を受け入れることにしているため、環境学や海洋科学に関する幅広い素養の上に、海洋の利用に関する技術、海洋環境の評価と保全に関する技術、海洋を知るためのセンシング技術の3つの技術体系に関する基盤知識を学ばせるとともに、政策立案、産業振興、環境保全など各方面で問題解決ができる人材を育成するべく、下図のような構成にもとづくカリキュラムを組んでいる。



各研究室で指導される修士論文研究に必要な知識の取得は別途重要であるため1年次から研究室単位のゼミを必修にして十分な時間を確保しているほかは、すべて選択科目としている。学生の入学時の知識内容や研究テーマなどに照らして指導教員の助言の下で受講計画を立てさせる、アラカルト方式になっている。他分野から入学した学生への対応としては、専門基礎学力の充実を図るための科目を設定して受講を推奨している。また、海洋資源・エネルギー開発産業に従事する者を養成するカリキュラム、官庁等で海洋新産業の創出に資する政策を立案・執行する者を養成するカリキュラム、企業や自治体、シンクタンク等で環境施策の立案や環境リスクの管理を行う者を養成するカリキュラムといった履修モデルを提示し、誘導するようにしている。

また、東京大学海洋アライアンス機構が海洋学際教育プログラムを提供しているが、この教育プログラムを学生が受講することによって海洋に関するさらに広範な知識を得られるメリットがあると考え、各教員がプログラム実施に積極的に協力するとともに、学生にも受講を勧め、毎年専攻から複数名がプログラム修了証を取得している。

#### 4. 教育施設の状況

本専攻には協力講座として駒場リサーチキャンパスにある生産技術研究所の教員が参加している。また、連携講座として横須賀に本拠をおく海洋研究開発機構（JAMSTEC）からも教員が参加している。その両方に常時学生が配属されており、これら柏キャンパスを拠点としない学生の便宜を図るため、遠隔講義システムを導入している。

実験装置としては、風・波浪中の浮体運動や係留性能を計測するための変動風水洞、流れの中の構造物の挙動や流体中の移流・拡散現象への密度勾配の影響を調べるための成層回流水槽、地球の自転によるコリオリ力の影響を見るための回転水槽を環境棟内に有しており、研究のほか教育用の実験にも供している。

海洋技術環境学という新分野の展開に必要な新機能を有する大型水槽を柏キャンパスに建設すべく専攻設立時から努力を続けているが実現にはいたっていない。この状況を補うために、協力講座が西千葉実験場に有する海洋工学水槽と風路付き造波回流水槽を研究に供している。また、基幹講座教員が兼務担当している工学部の船型試験水槽ならびにキャビテーション・トンネルが本郷キャンパスにあるが、これらは建設されてから長く経過して近年は専ら学部学生の教育用に用いられてきた。その運営管理を主に担った工学系研究科教員の相次ぐ退職後、組織運営に切り替わったのを機に、本専攻の全基幹教員が水槽運営委員会に参画して、費用を一部負担しつつ大学院の学生の教育・研究にも使用するようにした。技官の高齢化や退職後の未補充、定期的な大規模補修のための費用捻出、交換部品の製造中止、キャンパスのスペース課金の動向など、取り巻く情勢は予断を許さないが、教育には現象を見て理解させることが不可欠であるとの認識で、今後も関係者が連携して打開策を練っていく。

なお、学外の施設として、防災科学技術研究所から平成21年7月に東大に移管された平塚総合実験タワー、民間会社から平成21年2月に東大に寄贈された伊豆大島の深層水取水施設（台風による波浪で取水管が破損し平成27年12月に撤去）を、学生の研究にも活用している。

#### 5. 成績評価方法

本専攻で開講している講義科目については、試験やレポート課題を課して厳正に採点し、成績評価を行っている。

修士論文研究については副指導教員制を取り入れ、指導教員以外の教員との定期的および学生が希望する場合は随時の面談を通じて複数の目から見た指導・助言を受けられるようにしている。4月入学の修士を例にとると、1年生の2月に実施される前年度入学学生の修士論文発表会に出席することを義務付け、2年生の8月には修士論文の中間発表会を実施し教員全体で評価してより効果的な指導を相談する。中間発表会で進捗状況が心配な学生には10月下旬から11月上旬にかけて2回目の中間発表会を実施し、教育効果の更なる向上を図る。以上のように制度的にいくつかのマイルストーンを設けてその都度評価するやり方は、学生間でも年々伝承されていると考えられ、各発表会に臨む学生の準備状況や内容の充実度は総じて改善されてきたと感じられる。最終の修士論

文発表会については各学生 30 分程度の発表・質疑を行い、提出された修士論文とともに成績会議により全教員で評価を行っている。

博士課程については、指導教員の下、独自研究に専念するとともに、各研究室で主導的立場が求められるため、進捗は基本的に自己責任に委ねられる。ただし、博士課程への入・進学後 1 年半程度を目処に中間発表を課す。各学生 30 分強の発表・質疑を行い、教員が個々に評価し必要に応じて指導教員に対してより効果的な指導を助言する。博士論文に対しては予備審査と本審査が 2 段階で実施される。予備審査会は本審査に準じる審査委員会構成員と専攻教員が出席して 1 時間程度の発表と 1 時間程度の質疑を行う。研究内容と成果が学位論文として十分であることを審査委員会が是と判断し、その結果が専攻の教員会議で承認されれば合格となって、本審査に進むことができる。本審査については、新領域創成科学研究科博士の学位審査に関する内規にしたがって、本審査委員会が主体となって実施し、専攻はその結果の報告を受ける。

## 6. 就職の現状

就職については担当教授を配置して一括して指導を行っている。就職担当教授は、基本的に就職協定遵守の立場から年間スケジュールを立てて就職活動説明会を 2 回程度行い、その後、個別面談などきめ細かな指導を行っている。ただし学生が主体的に活動するように指導し、アドバイザーの立場に徹している。

平成 23 年度から 27 年度までの 5 年間の修了生の主な就職先は以下に示すとおりである。

- ・大学・公的研究機関など（進学を除く）

東京大学、海上技術安全研究所、港湾運輸技術研究所、海洋研究開発機構

- ・官公庁・行政機関・認証機関など

環境省、茨城県庁、橋本市役所、科学技術振興機構、JOGMEC、日本海事協会、ノルウェー船級協会

- ・一般企業

川崎重工、IHI マリンユナイテッド、ユニバーサル造船、新来島ドック、ジャパンマリンユナイテッド、IHI、三菱重工、住金、JFE スチール、新日鐵住金、新日鐵エンジニアリング、富士通、豊田自動織機、日立製作所、富士ゼロックス、千代田化工建設、キャノン、コマツ、トヨタ自動車、DENSO、ジャトコ、クボタ、商船三井、日本郵船、NEXCO 中日本、九州電力、東邦ガス、大阪ガス、東京ガス、JX 日鉱日石エネルギー、JX 日鉱日石開発、日鉄鉱業、INPEX、ウェザーニューズ、NEC 通信システム、豊田中央研究所、NTT コミュニケーションズ、野村総研、三菱総研、三菱 UFJ リサーチ & コンサル、バーチャレクスコンサル、アクセンチュア、エクサ、ボストンコンサル、東洋経済新報社、ゴールドマンサックス証券、三菱東京 UFJ 銀行、電通、三菱商事、三井物産、丸紅、ロッテ

修士課程修了者 20 名弱は毎年ほぼ全員が就職あるいは博士課程への進学をして概ね順調であるが、専攻がもくろむ海洋関係の官学への就職が少なめと言える。

博士課程修了者については、学生の希望を尊重しながら指導教員が中心になって支援しているが、専攻教員が獲得した競争的外部資金によるプロジェクト等で特任研究員として雇用しながら業績を上げ、希望の行先をさがす時間的余裕を提供する事例が増えている。また、社会人博士が職場の了解の下で学位を取得するケースのみならず、博士課程在学中に受入れ先の了解を得て研究機関に就職し大学との共同研究の形で学位取得にいたるケースも出てきており、学官民が協力する新しく多様な若手人材育成手段の可能性が見え始めている。

## 7. 連携・協力講座の概要

本専攻には協力講座として、東京大学生産技術研究所の教授2名、准教授1名（平成28年3月末現在）による「海洋センシング学講座」があり、海洋に係る情報を海表・海中・海底からセンシングする技術を中心とした教育・研究を受け持っている。また、平成21年度から海洋研究開発機構との連携講座「海洋研究開発システム講座」を設置し、客員教授2名（平成28年3月末現在）の協力の下、大学では限られている実海域での観測、大型計算機でのシミュレーションなどの機会を学生に与えるとともに、大規模な海洋観測・シミュレーションによる地球環境問題への取組など教育分野の強化を図っている。協力講座・連携講座の教員はすべて基幹講座教員と同じく講義を担当するほか、修士課程および博士課程の指導教員を担当している。

以上に加えて、本専攻の特色ある取組として、寄付講座の設置が挙げられる。平成25年7月から5年間の予定で新領域創成科学研究科に設置され本専攻の教員4名が兼務担当している「海洋開発利用システム実現学」寄付講座は、日本の造船・重工メーカー、エンジニアリング会社、海運会社、石油開発会社および船級協会の合計9社1機関の支援によるものである。海洋石油・天然ガス開発事業等で必要とされる総合エンジニアリング力向上に資するための調査・研究を行うとともに、企業技術者のための基礎講座やセミナーの実施を通じて海洋人材教育システムを開発し、大学教育へ反映させることを目的とする。これまで教育に関しては、専攻の教員が講師になる一日3コマ×10の基礎講座を平成26、27年度に実施し、また、外部の専門家を招聘しての毎月一回のセミナーを継続して実施し、いずれも参加者の意見を参考に内容・実施方法に改良を加えている。専攻の学生にも社会人聴講者にまじって参加させ、終了後の懇談などの交流機会も教育に活かしている。

## 8. 学生支援活動 国際化の推進等

本専攻は、環境システム学専攻と協力して、修士・博士課程学生の半年間の留学制度を設けている。これは、授業料不徴収の協定を結んでいる海外校と留学生を交換し、当該大学で取得した講義・演習の単位を、本専攻の教員会議での審議を経て、本学の単位に読み替えるものである。これにより、修士の学生でも卒業は遅れることなく半年間の留学ができる。

国際化の推進のための主な活動としては、韓国科学技術研究院（KAIST）との国際交

流協定にもとづくものがある。平成 21 年に部局間協定が交わされた後、年に一回の日韓共催シンポジウム（平成 26 年から上海交通大学を交えた三者共催）を定期的に回り持ちで開催し、教員による教育研究活動紹介や学生によるポスター発表を実施、また非線形波理論に関する共催ワークショップ（3 回）、日本学術振興会援助による海洋再生可能エネルギー利用に関する共同セミナーの開催や、学生・教員の派遣・受入など多くの実績があがっている。平成 27 年にはこれらの実績にもとづき部局間協定が更新された。

また、平成 25 年 11 月に南米で開催された東大フォーラム 2013 では、本専攻から教員・特任研究員合わせて 6 名がブラジルを訪れ、これまでに交流のあった複数の大学や日伯双方の企業と合同でワークショップを開催するなど学術的・人的交流を推進した。その後、文部科学省「大学の世界展開力強化事業（中南米等との大学間交流形成支援）：平成 27 年度～平成 31 年度」に採択された「日伯海洋開発人材育成教育プログラム」は、研究科の協定校であるサンパウロ大、リオデジャネイロ連邦大、カンピナス大、ペルナンブコ連邦大、セントカタリナ大のブラジル 5 大学と東大、九大、横国大、日大の国内 4 大学が共同で実施するもので、ブラジル朝 8 時、日本夜 8 時開講の英語による遠隔講義と、日伯双方で行われる夏季短期インターンシップから成る。この教育プログラムの目的は、日本の先端的な船舶海洋工学教育と、ブラジルの海洋石油・天然ガス開発の経験に基づく現場の知を融合することによって、海洋開発に関する世界最先端の教育を提供すること、および学生に国際感覚を身につけさせることにある。平成 27 年度は、参加大学の確定と実施内容の合意形成、講義計画とシラバスの作成、科目開設の準備、多地点遠隔講義システムの選定と運用習熟、教員団の相互訪問と参加大学での公開セミナーなどを精力的に行った。平成 28 年度から複数の講義が順次開講される予定である。その他、学術交流協定書にもとづいて毎年複数名の外国人学生を受け入れ、研究教育指導を行っている。

## 9. 教育に関する中長期計画

最近まで躍進をとげてきた BRICs 各国を旗手とする世界経済の発展が減速している。資源・エネルギー価格の低迷、海上グローバル物流を担う海運や造船業の不調が今後長引くと、過去にも幾度か経験してきた海洋産業界の本格的な不況が訪れる可能性が少なからずある。過去の不況期のたびに我が国の海洋産業界では、優秀な人材の流出と、極端な新規雇用抑制にともなう幅広の年齢断層が生じ、次に活況の兆しが見えた時には、即応力が損なわれていて、一部では積極的な後発国の後塵を拝してしまった。これらの苦い経験を礎に、中長期的に均せば成長産業である海洋開発や海運・造船を、四周を海に囲まれた我が国で維持・成長させるための人材教育に取り組んでいく必要がある。そのためには、本専攻が設立された時の理念を教員一同が共有し、既存の海洋産業の景気変動の影響を極小化しつつ、新しい産業創出に貢献できる優秀人材を輩出していかなければならない。

中期的には、生産技術研究所の西千葉実験場から平成 29 年度に柏地区に移転予定の

水槽実験施設を、協力講座との新たな連携拠点として、学生の教育・研究をより充実したものとする。またこれから本格化する「大学の世界展開力強化事業」での「日伯海洋開発人材育成教育プログラム」を専攻が主体となって推進し、国内外の関連大学の教員・学生・施設のシナジー効果を十分に引き出していく。

長期的には、人材教育のための人材育成が不可欠である。若手優秀教員やその候補者の層を厚くすることに努力する。

## 環境システム学専攻

### 1. 専攻の教育目的

環境システム学専攻では、21世紀のあるべき環境を大気・水・地殻・地球の視点および物質・エネルギー・プロセス・環境リスクの視点からシステムとして理解し、総合的な視点から改善策、解決策を提示できるような学生を育てることを目指している。具体的な分野としては、基幹講座によるエネルギー環境学、地圏環境システム学、地球環境工学、海洋環境システム学、大気環境システム学、環境化学エネルギー工学、環境リスク評価学、環境健康システム学、環境社会システム学、環境システム情報学、環境安全システム学、環境安全マネジメント学の十二の分野に、連携講座としての「循環型社会創成学」分野を加え、基幹講座全体を「地球環境システム学大講座」と「地域環境システム学大講座」の二つに再編成し、単一の学問領域を超えた広範な環境システム学に関する教育を進めている。

カリキュラムには、環境問題に対処するために基盤となる基礎科目を入学後にまず学習させるなど、環境システム学を理解・実践するうえでのコア科目を整備している。また環境問題を技術で解決するエンジニアリングセンスを養成する「環境技術者養成プログラム」と、行政官や企業の管理職の立場で環境施策立案や環境リスク管理のセンスを養う「環境管理者養成プログラム」を用意し、学生のキャリアプランに応じた講義選択の便宜を図っている。さらに、環境の実態把握を目的としたフィールドワーク実習を実施し、環境関連技術や計測技術の教育にも努めている。

### 2. 入試方法と進学状況

入学試験は8月と2月の年2回実施している。ここでは、修士課程と博士課程に分け、入試方法と進学状況について説明する。修士課程入学試験は、8月の入試においては、英語、専門科目、口述試験によって実施している。英語の試験としては、原則としてTOEFLのスコアをもって評価しており、提出されたスコアシートと試験当日に受験するTOEFL-ITPのいずれか高い方のスコアを採用して英語の点数としている。但し、社会人の場合は、TOEFLに替えてTOEICのスコアシートでも可としている。専門科目は、以下のAとBの計2題に解答する筆記試験の形式で行っている。

A：環境システムに関する知識、理解力、洞察力を見る問題（小論文形式）。

B：環境システムを理解する上で必要な物理、化学、数学、生物、地学から成る問題。

Bについては、受験生の広い専門的バックグラウンドに対応できるよう、上記5教科

10 題から 2 題を選択して解答する形式を採用している（※平成 29 年度入試より、B については、物理、化学、数学、環境科学からなる 10 題から 2 題を選択する形式に変更）。口述試験では、卒業論文研究の概要および修士課程における研究計画等を説明し、総合的な試問を行っている。一方、2 月の入試は外国人特別選抜試験として実施し、英語、小論文、口述試験によって選抜をしている。

博士課程の入学試験には、8 月の入試においては一般入試と社会人特別選抜の二通りがあり、それぞれ下記的方式で行う。一般入試の試験科目は、修士課程同様、英語、専門科目、口述試験（本学の修士課程を修了、または修了見込みの者については英語は省略）から成る。専門科目については、修士課程の A に相当する問題に小論文形式で解答させ、環境システムに関する知識、理解力、洞察力を見る。また、口述試験では、修士論文研究の概要および博士課程における研究計画等を説明し、総合的な試問を行っている。社会人等特別選抜入試とは、出願時に企業・官公庁等に在職しており、すでに修士の学位を有しているか、あるいはそれと同等以上の学位・研究歴を有する者に対して、書類選考と英語、口述試験により可否を決定するものである。2 月の入試は外国人特別選抜試験として実施し、選抜方式は 8 月と同様である。

出願状況について、修士課程の出願者／入学者比で見ると過去 3 年で約 2.6 倍となっている。また、博士課程については、同比は約 1.2 倍で、過去 3 年の博士課程充足率（入学者／定員）は約 70%となっている。

修士課程入学者の出身は、全国の国公立・私立大学に及び、約 1/3 が本学出身者である。また、海外からの留学生も毎年数名ずつ入学しており、出身国はアジア圏が多い。博士課程については、平均すると入学者のほぼ半数が本専攻の修士課程からの進学者となっており、受験者数で見ても学内と学外に大きな差はない。近年、留学生の占める割合が 30% 程度と増加傾向を示しており、出身国も様々である。また、社会人博士課程に在籍する学生は全博士課程学生の約 1/3 を占めており、社会人博士の受験者・入学者が比較的多いことは本専攻の特徴の一つとなっている。今後、更に博士課程への進学を進めるためには、博士課程における奨学金や RA 制度の充実による財政面からの支援の強化と共に、就職リスクへの対応が必要である。

### 3. カリキュラムの特色

#### (1) 「環境技術者養成プログラム」と「環境管理者養成プログラム」の設置

環境システム学専攻では、人類の活動に伴う環境排出やエネルギー消費が、大気、水、土壌、人体、及び地球全体の環境に及ぼす諸問題を、トータルシステムとして捉え、これらの解決に必要な対応策を見出すため、工学・経済学・保健生態学などの手法を融合して、環境システムの分析及び統合化によるデザインに関する教育を行っている。このため、以下の教育プログラムを導入している。

①環境技術者養成プログラム：環境問題を技術で解決するためのエンジニアリングのセンスを養成する。具体的には、環境技術開発、環境シミュレーション、エネルギー・資源、物質・反応システム、環境調和システム、人工物環境相関などに関する講義の中

から所定の単位を取得することが必要条件となる。

②環境管理者養成プログラム：政府や地方自治体の官僚として、あるいは企業の管理職の立場で、環境施策の立案、もしくは環境リスクの管理をするセンスを養う。具体的には、環境経済、環境生態学、社会システム、自然システム、環境リスク、環境安全、環境アセスメントなどに関する講義の中から所定の単位を取得することが必要条件となる。

## (2) フィールドワークを通じた実践的教育

座学による講義体系に加えて、さらなる教育の充実のため新たな実技実習を実施している。すなわち、環境の実態把握を目的としたフィールドワーク実習として、現地における気圏・水圏・地圏の計測方法・分析方法を体系立てて教育している。環境教育において、実際にフィールドへ出かけ、環境の実態を計測・分析することは非常に有意義であり、欧米の環境スクールにおいては、フィールドワークを様々な形でカリキュラムに組み込んでいる。学生はこのようなフィールドワークを通じて、環境汚染の実態を実地に体験し、環境計測・分析の方法や計測・分析結果の解釈の仕方あるいは計測・分析結果と実現象の間の誤差評価など、講義室の講義だけでは学ぶことのできない多くの事柄を学ぶことができる。このような環境教育の基本の一つであるフィールドワークを各プログラムに組み込むことにより、学生に環境の計測・分析方法を系統立って教育することが可能となり、これまでの教育体系をより充実したものとすることが可能となる。

## (3) 環境システム学に関する基礎教育の体系化

環境システム学を理解する上で必要なコア科目を提供するようなカリキュラム改革を平成23年度から平成26年度にかけて行っている。具体的には、環境問題に対処するために基盤となる物理学、化学、統計学などの基礎科目を「環境システム学基礎論」として提供し、入学後にまず学習させ、あわせて要素技術、解析手法、モデリング技術に関する各種の講義を提供している。さらにそれに続く基礎的内容を指導する「環境システム学I、およびII」を平成26年度よりそれぞれ新規科目として開講している。また入学直後の学期では、環境システム学全体の研究内容を概観させる「環境システム学概論」を提供し、入学後半年程度後に提供している「環境システム学輪講」では学生が自身の研究内容を発表し、質疑に答えさせる場、ならびに環境分野の特定のテーマに関するグループ討論により、意見集約や合意形成の訓練をさせる場を設けている。

## (4) 博士課程学生の研究支援と教育

博士課程の学生を対象とする「博士課程研究奨励金支援プログラム」を専攻で整備している。この支援プログラムでは、現在および今後の研究活動において必要となるスキルの一つである研究プロポーザルを作成する機会を提供している。結果を基に優秀者には研究をサポートする研究奨励金(300,000円程度)を支給し、また研究プロポーザルの書き方に関する技能向上を目指す観点から、審査の過程で出されたコメントを各申請者にフィードバックする教育を行っている。

#### 4. 教育施設の状況

環境システム学専攻では、主として、環境棟4階の講義室・ゼミ室および学生室を利用しており、現状では、これらのスペースに関しては特に不足していない。ただし、専攻での教育やフィールドワークなどの講義を遂行する上で、実験機器の保全、データ収集など、人手のかかる作業があり、これらの作業補助として博士後期課程などの学生をRAとして雇用できると、研究推進の強力な力となると思われる。このRA採用を増強できるような予算補助が望まれる。また、環境システムでは今後とも海外の大学等と積極的に交流を進めていく予定であり、海外の研究者が柏キャンパスで研究を行う場合の宿泊施設等の整備が望まれる。

#### 5. 成績評価の方法

講義における成績の評価は、主として、出席に加え試験またはレポートに基づいて行う。環境システム学専攻の講義の受講生は、概して、環境に対する問題意識が深く、講義にのぞむ態度も真摯であり、成績の評価結果は、全体的に優秀である。研究指導・学位論文指導は指導教員が主に行っている。

修士論文は専攻の研究教育理念に照らし合わせて、新規性、有用性等の基準により評価する。修士研究の最終審査（口述試験）を行うためには、最終審査の半年前の時点に行われる中間発表に合格することが要件となる。不合格の場合には再発表を行い、合格することにより最終審査を受けることができる。また学生には中間発表および最終審査の1か月程度前の時点で、指導教員とは別に割り当てられた副査の教員と個別に面談をすることを義務付けている。最終審査において、論文は回覧して、直接すべての教員が確認している。修士論文審査では、修士論文研究を専攻所属の教員の前で発表を行い、質疑応答を行う。中間発表はポスター発表で行い、教員はもとより所属する他の学生からも意見をもらう機会を設定している。最終審査の発表時間は質疑10分を含め25分である。修士論文研究に関する単位の認定は、専攻に所属する全教員が参加して、上記研究発表の内容とその質疑応答、及び修士本論文を基に行う。各教員がそれぞれの発表について独立に評価を行い、集計して専攻全体での審査結果の基礎資料として用いる。最終審査の成績判定において、全教員の平均の評価と指導教員の評価が異なる場合には、副査の意見も参考にしながら慎重に審議を行う。

博士論文は、博士学位の研究に値する論文として、体裁並びに内容を持っているかどうかの評価を行う。博士課程に入学後1年半の時点で中間発表を課しており、合格することがその約1年半後の予備審査、本審査を受ける条件となる。提出された博士論文は、審査に関わるすべての教員が事前に読むための十分な時間を設け、その後審査をおこなっている。まず予備審査では、学位論文の執筆に資する研究の進捗状況であるかどうかの審査を、最低5名からなる予備審査委員会を構成し審査を行う。本論文の概要ができてることが予備審査を受ける要件となる。60分程度の口頭発表を行い、その後60分程度の質疑応答を行い、本論文の執筆に資するかの判断を行う。本論文の執筆に資する進捗にあるとの判断を行った場合には、その結果を、専攻会議で審議、可否を議論・

検討する。本審査を行うための審査委員会は、主査及び最低4名の専門家で構成される。予備審査、本審査ともに、公開であり、審査委員会委員以外の専門家が聴講し、質疑応答に参加することができる。論文研究を発表、その後質疑応答を行う。公聴会の時間は質疑を含め1～2時間である。博士に資する研究成果と博士に資する見識を持つとの判断を審査委員会が判断した場合には、これを、専攻会議に提案し、審議される。承認されたものは、研究科における審議等を経て、承認される。

## 6. 就職・進学の実況

修士課程修了後の学生の就職に関しては、原則として、学生の希望と自主的な就職活動を尊重すると共に、学生から専攻推薦の希望などを受けた場合には、専攻内で協議した上、適宜、これに応じている。また、博士課程修了後の学生の就職に関しては、大学・研究所などにおける研究職を中心として、学生の希望と自主性を尊重しつつも、指導教員を中心に適宜これを支援している。

大学院修了後の主な就職先として、以下の大学・研究所・企業などが挙げられる。

### (1) 大学・研究所など

産業技術総合研究所 国立環境研究所 九州大学 広島大学 信州大学など

### (2) 行政機関・官公庁など

環境省 経産省 農水省 埼玉県 横浜市 NEDO など

### (3) 一般企業・金融機関など

昭和シェル石油 JX エネルギー 出光石油 コスモ石油 三井海洋開発、同和鉱業 東京電力 東京ガス 大阪ガス 伊藤忠商事 三井物産 三菱商事 三菱総研 日本総研 みずほ情報総研 国際協力銀行 みずほ銀行 東京海上日動 三井住友海上火災 住友生命 電通 東芝 NEC 日本 IBM 富士通 日本ユニシス NTT 京セラ IHI 日立システム 日立製作所 三菱重工 日揮 トヨタ自動車 ダイハツ 本田技研 島津製作所 東レ 旭化成 日清食品 JT 三菱化学など

## 7. 連携・協力講座の概略

環境システム学専攻では、国立環境研究所との連携講座「循環型社会創成学分野」を設置している。「循環型社会創成学分野」は、あらゆる科学技術を環境調和型社会形成に向けて方向づける「持続可能性の科学技術」の概念を適用し、グローバルであると同時にそれぞれ異なる状況をもつ地域での解決策を求める。具体的には、温暖化、廃棄物問題、交通等の都市環境問題、生態系維持に対応して、都市、農村、生態系における地球・地域規模での物質循環、エネルギー循環のシステムの把握を行い、問題解決への策を提示する。このような「循環型社会創成学分野」の概念に基づき、各種講義を行うと共に、大学院学生の教育・研究の指導を行っている。

また環境安全研究センター、環境安全本部の教員が課程担当の兼任教員として加わり、それぞれの専門の立場から専攻の研究・教育に参画している。

## 8. 学生支援活動 国際化の推進

### 8.1 海外の大学との交換留学制度の積極的導入

若いうちに海外で教育を受け、国内のみでの教育では体験することのできない多くの経験を経ることは、学生の思考方法やその後の人生観に大きな影響を与える。このような観点から、海外の大学との学生の交換などの協定を積極的に推進し、修士課程の学生を対象に英国インペリアルカレッジ化学工学専攻へ学生を派遣し単位を履修できるプログラムを用意している。このプログラムでは、修士1年の学生（10月入学生については2年次）に夏学期を東大にて、冬学期を海外の提携大学にてカリキュラムを履修することにより、一般的な環境問題とその予想される影響、現在考えられている対策技術とその効果について広く学び、国による技術の位置付け、それを利用する政策決定プロセス、社会受容性などの差異を、それぞれの国において講義・演習を通して理解することで、環境問題に関する国際交渉を担う将来のエンジニアや技術政策立案者の育成を目指している。博士課程学生の交換も実施しており、単位の相互認定と授業料免除を実施し、更にシンポジウムの共催も適宜企画している。

### 8.2 博士課程留学生の増強（特にアジア地域）

環境システム学専攻では、これまで ADB 留学生等、積極的に留学生を受け入れてきた。これらの留学生は、帰国後、大学の若手スタッフとして活躍している者が多い。これらの者は将来、現地の大学の主要メンバーとなると思われる。博士課程留学生、特にアジア地域の博士課程留学生を受け入れ研究指導し、ドクターとして送り出すことは、将来の東大とアジア地域の大学との強い掛け橋となることが期待できる。その意味でも、環境システム学専攻は、今後も積極的に博士課程留学生を受け入れる予定である。

## 9. 教育に関する中長期計画

教員、研究員、博士課程の学生などを講師として、研究内容を紹介する「談話会」を開催し、学生が自分の専門分野以外の研究に触れることができる機会を提供しているが、このような学融合の取り組みを、環境システム学関連分野の著名研究者の講演、環境システム学専攻で実施した研究成果、環境システム学の将来像に関するパネルディスカッション等の開催へ発展させることが考えられる。

インペリアルカレッジへの学生派遣プログラムでは、現在は化学工学専攻への派遣となっており、他分野を含めた学生派遣への要望が寄せられているため、今後他分野の専攻に対象を広げることを計画し、インペリアルカレッジと交渉中である。

環境システム学専攻の研究を推進する力となるのは博士後期課程学生の研究である。今後も博士課程に進学する学生を増加させるため、専攻での研究の魅力を修士学生に、よりアピールするように努める。また社会人博士は、これまでの社会経験を基盤に、実社会で課題となっている環境問題実際の側面から解決し、創造的な研究方向を開拓してくれるものと期待でき、このような豊富な知見や経験をもつ社会人と大学が研究面で協

同し、その過程で博士号を授与するような教育体系の提案などが考えられる。

## 人間環境学専攻

### 1. 専攻の教育目的

先進国が直面する重要な課題に、高齢社会への対応と低炭素化がある。我が国はこれら課題の最先進国であり、その解決のための技術開発と産業化を期待されている。本課題は、従来の個別の技術開発では解決しない。多様な技術をシステム化し、環境・社会における効果を評価し、必要なら社会制度も変えねばならない。また、環境・社会の構成要素のひとつであるヒトについては、周囲との相互作用により内部状態が変化する情動駆動のシステムとして理解する必要がある。

こうした背景のもと、本専攻における最終的な教育目的は、超高齢社会の課題解決と低炭素社会の実現に資するために、個別技術、システム化、社会実装に対応できる人材を養成することにある。そのために、エネルギー工学、システム工学、スポーツ工学、生体工学、メカトロニクス、センシング、情報通信、計算工学、などの基盤学理の習得、および、超高齢社会および低炭素社会をとりまくプロジェクト研究、地域連携や国際連携カリキュラムへの参加、を教育の柱としている。大学周辺での社会実験の準備も整いつつあり、自らの開発技術の社会実装も教育内容に含めている。

### 2. 入試方法と進学状況

修士課程の入学試験は、筆記試験と面接によって選抜する一般入試と、書類審査と口述試験により筆記試験を免除する特別口述試験を実施している。筆記試験の科目は英語と数学である。特別口述試験は筆記試験では十分に評価することができない研究意欲、理解力、ディスカッションの能力などを多面的に評価することができ、本専攻が求めている資質を持つ学生を確保することに有効に機能している。また、平成 28 年度入試（入試実施は平成 27 年度）より、若干名の定員を対象として修士課程の B 日程入試制度（冬入試）を開始した。修士課程 B 日程入試では、卒業論文またはそれに相当する研究業績に関するプレゼンテーションと試問により、前出の特別口述試験とは異なる評価軸で基礎的知識、研究計画能力、研究遂行能力を評価している。修士課程の合格者数は毎年約 50 名であり、志願者数はその約 2 倍である。

博士課程の入学試験は筆記試験と面接試験を課している。筆記試験は英語と論述試験である。面接試験は修士課程において実施した研究またはそれに相当する研究業績に関するプレゼンテーションと試問により研究遂行能力を的確に評価している。博士課程への入学者数は平均 7 名であり、その半数以上が本専攻の修士課程からの進学者、残りが本学の他研究科および他大学からの進学者である。

### 3. カリキュラムの特色

人間と人工物に対する幅広い知識をもち、環境を俯瞰する能力を涵養することを目指し、通常の講義科目としては機械工学、情報工学、生体医工学を中心とする専門科目に

加え、メディアからスポーツに至るまで人間および人間を取り巻く環境に関連した幅広い分野の講義を実施している。さらに講義と並行して、学生が修士論文研究とは独立に自ら設定したテーマに関して研究を行う演習により、問題設定から始まり一定の成果を得るまでのプロセスを経験する機会を増やしている。

修士論文研究の教育においては修士1年修了時に研究の進捗状況の報告書を提出させるとともに2年次の半ばにおいては中間発表会を実施して研究の進捗を評価している。この中間発表会は専攻内の学生は自由に傍聴することができ、本専攻の多様な研究分野を学ぶ場ともなっている。

また、特定の講義群の履修を条件とした「ヘルスサイエンス教育研究プログラム」を実施しており、本プログラム履修者は修士号として修士（科学）、博士号として博士（科学）の学位を得ることができる。なお、本プログラムは平成26年度より新規募集は行っておらず、新たな教育プログラムへの発展的解消を計画している。

#### 4. 教育施設の状況

講義室には通常のプロジェクタとAV機器に加えてインターネットによる遠隔講義システムを備えており、他のキャンパスや研究所等に所属している学生への講義の配信や海外の講義の受講にも対応できるようになっている。また無線LAN施設により学生のノートパソコンからインターネットへの接続が可能となっている。

#### 5. 成績評価の方法

通常の講義は主として筆記試験またはレポートにより成績を評価している。修士論文は修士1年の修了時に報告書の提出を義務づけ、さらに修士2年の夏に中間発表を課して研究の進捗を評価している。中間発表の評価が低い者については再審査を行い、全員が確実に一定レベル以上の研究成果を達成できるよう指導している。

講義の成績とは別に、課程修了時には学会発表や論文投稿などの外部発表、表彰、など業績データのとりまとめを行い、顕彰や奨学金返還免除の推薦の際のバックデータとしている。

#### 6. 就職・進学の実況

修士課程修了者約50名は毎年ほぼ全員が就職または博士課程に進学している。就職先は約8割が機械・精密機器、通信、電力、輸送関係の企業であり、約1割が金融・保険・商社関係である。残りの約1割が博士課程へ進学している。博士課程修了者は毎年約9名であり、国公立の研究機関・大学等と民間企業にほぼ同数が就職している。博士課程修了者の民間企業就職率が高いことが本専攻の特徴である。

#### 7. 連携・協力講座の概略

本専攻の研究教育システムの拡充のために、生涯スポーツ健康科学研究センターに所属する教授1名、准教授1名で構成される「健康スポーツ科学分野」が協力講座として

本専攻の研究教育に携わっている。健康スポーツ科学分野では、超高齢社会を迎え高齢者も受動的な福祉に甘んじることなく積極的な生き方や活動に取り組むことが求められている中で、健康状態やライフスタイルを考慮しながらの運動方法の提案や個人が取り組みやすく継続しやすい運動の方法の研究を行っている。

また、学外の研究機関との連携講座として、2 研究分野「低炭素工学システム学講座（国立研究開発法人 産業技術総合研究所）」、「グローバルエネルギー工学講座（一般財団法人電力中央研究所）」が設置されている。低炭素工学システム学講座は客員教授 1 名、客員准教授 1 名で構成され、低環境負荷で持続的な社会システム実現に資するための、高効率な中小規模分散型エネルギーシステムや自然エネルギー利用、熱流体の計測技術とシミュレーション、等に関する基礎研究およびこれらの技術を社会に繋げるための応用研究に取り組んでいる。グローバルエネルギー工学講座は客員教授 1 名、客員准教授 1 名で構成され、技術と社会経済の双方に関心をもちながら、電力システム、経済学の知識を基礎にして次世代エネルギーシステム、太陽光発電や風力発電の大量普及時の需要調整メカニズム、蓄エネルギー機能やスマート機器の制御、グローバルエネルギーモデルによる低炭素型エネルギー技術の普及戦略、などを対象とした研究に取り組んでいる。

上記の 3 研究分野は、いずれも入学試験および修士・博士課程の教育を本専攻の講座と同等に進めている。

## 8. 学生支援活動 国際化の推進

8.1 学生支援博士課程の学生支援として全学的な支援システムが確立される前から専攻独自に、外部資金等を財源に RA として学生の雇用を行ってきた実績がある。

8.2 国際化の推進のため、一般の留学生の派遣と受入、アジア開発銀行奨学生の受入を始め、海外の協定校との交流も積極的に進めている。フランスの INSA 工科大学リヨン校 (Institut National des Sciences Appliquées de Lyon) との学術交流協定 (平成 17 年度～継続中) に基づき、大学院外国人研究生の受け入れ、本専攻の学生を派遣してきた。以前 (平成 21 年度～) は、日本学生支援機構の日本・欧州連合 (EU) 留学生交流プロジェクト「学際的グローバル機械工学教育」(Interdisciplinary Global Mechanical Engineering Education) に工学系研究科とともに参画していた。

平成 27 年度より、新領域創成科学研究科における東京大学 -MIT 連携推進プロジェクトの中核的役割を当専攻が担っており、プロジェクト演習型講義や産学連携の啓発に向けた活動を行っている。連携共同研究プロジェクトでは学生が相手校に長期滞在しながら研究を進める体制を取り入れ、民間資金を原資としてこれらの取り組みを継続する体制を目指している。

## 9. 教育に関する中長期計画

まず、前回の自己点検時 (平成 22 年) での中長期計画を以下に再掲する。

.....

**【中期】** 人間環境学は工学や情報学の基礎知識を、人間を中心とした環境問題、具体的には超高齢社会への対応と低炭素社会の実現に应用することを目的とした新しい学問領域である。21世紀は環境の時代と言われるが、環境問題の解決には広い視野を持ち、かつ工学や情報学の専門知識を持ったスペシャリストの要請が必須である。これは、単純な工学や情報学だけでは多様な背景と影響を持つ環境問題の解決は困難であると考えられるためである。人間を中心として環境問題を捉え、将来の日本をリードする人材の育成を目指す。

**【長期】** 環境問題、エネルギー問題は地球規模の問題であり、海外との人材交流や情報交換はますます重要になる。現在行っている海外の大学との学生交流を拡大し、派遣・受入先の大学を増やすとともに実施体制の整備を進める。

.....

平成23年に東日本大震災を経験した我が国では、上記の中長期計画に記載されたビジョンは以前にも増して重要なものとなっている。計画の達成状況としては、まず、中期計画に記載された「広い視野をもつスペシャリスト」の育成を目指し、その後、本専攻に2研究分野の連携講座が設置された。いずれも入学試験および修士・博士課程の教育を本専攻の講座と同等に進めている。また長期計画に記載された「海外交流」については、東京大学-MIT連携推進プロジェクトの中核的役割を当専攻が担うなかで、プロジェクト演習型講義や産学連携の啓発を進めている。このように、前回の中長期計画に対するアクションは着実に実施されている。

これらを背景に、今後の中長期計画を以下に示す。

**【中期】** 人間環境学は工学や情報学の基礎知識を、人間を中心とした環境問題、具体的には超高齢社会への対応と低炭素社会の実現に应用することを目的とした新しい学問領域である。21世紀は環境の時代と言われるが、環境問題の解決には広い視野を持ち、かつ工学や情報学の専門知識を持ったスペシャリストの要請が必須である。これは、単純な工学や情報学だけでは多様な背景と影響を持つ環境問題の解決は困難であると考えられるためである。人間を中心として環境問題を捉え、将来の日本をリードする人材の育成を目指す。そのために、協力講座、連携講座の継続的協力を仰ぎつつ、研究分野間の壁を越えたチームによるカリキュラム構成（基盤的講義、学融合的講義、プロジェクト演習型講義）を設定し、具体的なターゲットを設定し社会実装に実践的につながるような構成とするなどの工夫を行う。

**【長期】** 環境問題、エネルギー問題は地球規模の問題であり、海外との人材交流や情報交換はますます重要になる。現在行っている海外の大学との学生交流を拡大し、派遣・受入先の大学を増やすとともに実施体制の整備を進める。産業界の実機問題と教育カリキュラムとの関連付けをシステムティックに国内外の学生、企業に提示できる体制を整え、資金的裏付けとともに継続的に実施できる体制を目指す。そうした国内外連携の情報交換を通じて、21世紀の人間・社会・環境を俯瞰的に見直すことにより、超高齢社会への対応と低炭素社会の実現に続く課題探索を進める。

## 社会文化環境学専攻

### 1. 専攻の教育目的

我々が居住する都市という環境は、人の集まりであると同時に、建築や社会基盤施設などのハードウェアによって形成されており、また都市も自然環境に依存せずには存続できない。環境保全と環境形成はこのような様々な事象の相互作用の中で捉える必要があり、「住居・建築・都市・地域・地球」という各種スケールの物理的環境及び人文社会的環境を対象に、分析・評価・予測・形成・管理に関する研究・教育を行い、かつ自然科学及び人文社会科学の多面的なアプローチによる研究という学融合の理念を専攻レベルで具現化しようとしている。このようにして、専門的な深い研究と学融合的な広い立脚的による研究を基礎にして、高い専門性を持ちつつ多領域の専門家と連携して、複雑で錯綜した環境学の様々な問題に的確に対処できる人材の育成を目的としている。

### 2. 入試方法と進学状況

本専攻の入学試験では推薦入試等を行わず、外国人や社会人も特別な枠を設けることなく、同じ一般入試で試験を行っている。これにより公平性と透明性を確保しより幅の広い人材を求めている。

一般入試は筆記試験と口述試験で行われ、筆記試験は英語、専門科目に分かれており、専門科目は専門基礎科目と分野別科目とがある。筆記試験は博士課程も修士課程と同じ試験問題を使用している。筆記試験は共通問題である専門基礎科目、及び個別専門分野の出題を選択して解答する分野別科目からなる。一方、英語の試験は TOEFL-ITP を導入しており、同時に TOEFL のスコアシートの提出をもって英語の筆記試験の代わりにする制度を選択肢として設けている。面接試験および合格者決定は、基幹講座・協力講座の全教員の参加によって行われており、厳格な試験が実施されている。本専攻の進学状況は、修士課程修了生の約 35 名から 3 名程度が本専攻の博士課程に進学し、1 名程度が海外の大学に進学する。

### 3. カリキュラムの特色

本専攻は人文系を含み多分野の教員が集まって、新しい領域の教育研究の実践を試みているため、バックグラウンドが異なる学生を受け入れている。学部での専門とは異なる研究に取り組む学生も多いため、教員が各専門の基本となる講義や演習を実施しており、多様な専門の「融合教育」の基礎づくりに取り組んでいる。また、専攻の理念に沿った融合教育の推進を図るべく、複数分野に跨がる『社会文化環境学概論』などの「融合型の講義及び演習」を設けている。

もともと『社会文化環境学概論』は通常のオムニバス形式で開講されていたが、平成 26 年度からはこの講義を専攻における教育のスタートアップに位置付け、年度初めの 4 月の毎朝 1 限に集中講義で開講するよう変更した。また、回毎に講師が入れ替わるオムニバス形式を踏襲しながらも、同時に毎回異分野の教員が列席し、講義後半にディスカッションを展開するように方式を改めた。

『社会文化環境学融合演習』は、「学融合」を実体験する教育プログラムとして、平成19年度に開設した。受講生に「学融合」の難しさと楽しさを体感してもらうことを目標に、学問の先端部分においてテーマ化される現象や論点を題材に、教員と学生とでフロンティアを切り開いていく先端の議論の実施を試みている。学生は文系教員と工学系教員それぞれの視点からの指導を受けながら課題に取り組む。学生は視点の多様性に間近に触れることができ、視野・間口の広い人材を育成する仕組みとして機能を果たしている。

環境学研究系共通プログラムの一つである『環境デザイン統合教育プログラム』のうち、「建築環境デザインスタジオ、都市環境デザインスタジオ、建築構造デザインスタジオ」の3つの運営に本専攻教員が主体的に関わっており、上述の「融合型演習」のさらに実践的な構想力や計画デザイン力を実質的に向上させている。このような具体的課題やフィールド研究を対象とした環境デザイン教育に力を入れているのも本専攻の特色である。

修士研究や同論文の執筆に際しては、指導教員とは異なる分野の教員から必ずアドヴァイスを受けるように副指導教員制度を導入し、さらに副指導教員や最大2名の副査が指導教育にあたるなど「学融合」の実践に努めている。

#### 4. 教育施設の状況（専攻図書室担当（佐藤（淳））

本専攻は主に柏キャンパス環境棟6階に所在し、講義室1（定員50名、プロジェクタ、AV機器完備、遠隔講義対応）、演習室2（定員各15名）、コンピュータ演習室1（定員30名）、製図室1を備えている。また、大学院生室も4室あり、日頃の学習や論文執筆のために使えるように個人の机や椅子などが整備されている。その他、ワークスペースやラウンジが用意されており、学生同士、あるいは教員と学生が気軽に研究等の相談や勉強会などができる環境となっている。

コンピュータ演習室や院生室における有線のLANはもちろん、フロア全体で使える無線LANも用意され、学生が研究のためにインターネットの活用を行うに十分な環境を提供している。

専攻独自の図書室もあり、環境学を中心とした専門書を収集・所蔵し、学生の学習・研究に役立てている。平成28年3月現在の蔵書数は5,000冊余りである。ほかに自然環境学専攻の図書室、国際協力学専攻の資料室と協力し、学生が3室相互で図書・資料の貸出が受けられるようにシステムを構築している（総蔵書数12,000冊余り）。また、地元自治体や企業と連携し、特に地域社会の健全な発展と成長を担う人材を育成するための教育研究活動を行なう施設として、平成18年度には他の大学や自治体、企業と協働で『UDCK（アーバンデザインセンター柏の葉）』を設立し、現在は東京大学柏の葉キャンパス駅前サテライト1階に設置している。ここを拠点としてフィールド型の教育や研究、あるいは実証実験や学生の自主活動の場に活用され定着している。

#### 5. 成績評価の方法

各講義科目、演習科目に関する成績評価、単位認定は担当教員がそれぞれ行うが、その方法については年度の初めに公開されるシラバスの中に示されている。シラバスは

UT-mate（教務システム）で公開されている。

卒業認定の厳格性や一貫性を担保するための措置としては、次の方法を採用している。修士課程においては修了予定の半年前に中間審査会、修士論文提出後に最終審査会を、それぞれ基幹講座・協力講座の全教員の出席のもとで行なっている。また、副指導教員制を導入しており、中間審査会以降は副指導教員の指導を受けて研究を進めることを義務化している。さらに主査および2名以上の副査による修士論文の評価と、最終審査会の発表についての出席教員全員による評点にもとづき修了認定を行なう。また、副指導教員や副査の選定については、指導教員から提示された原案を専攻で承認する方式のほか、主題に応じて教員自らが副指導教員や副査に立候補する「入札制度」を平成20年より実施し、継続させている。通常の成績評価以外に、優秀な修士論文については専攻独自の「修士論文賞」を設けて、毎年数名の表彰を行っている。この選出は、最終審査会の出席教員全員による評点をもとに、合議で行っている。

博士課程については入学後1年半の時点で中間審査会を、また、論文提出の半年前の時点で提出資格審査会を、それぞれ基幹講座・協力講座の全教員の出席のもとで行なっている。論文審査委員会の構成や審査の進め方は研究科の規則に従う。

## 6. 就職・進学の実況

博士課程に進学しない学生は、公務員や多岐にわたる企業に就職する。修士課程の修了生は例年35名程度であるが、20～25名ほどが一般企業や官公庁に就職している。就職先は官公庁、建設、金融、商社、コンサルタント、鉄道、情報通信、広告など、大企業を中心に多くの領域にわたっている。有名建築家などの設計計画事務所に入る者も毎年1～2名いる。

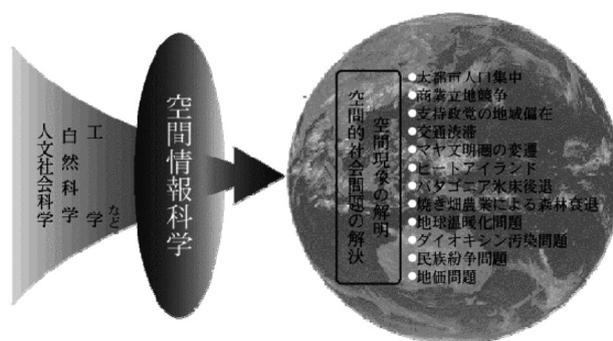
博士課程の修了生は例年7名ほどであるが、修了直後で見ると2割程度が東京大学等の大学に助教等として就職している一方、近年のアカデミックポストの状況変化を受け、三分の一程度は日本学術振興会特別研究員PDを含むポストク等の研究員としての身分で研究活動を継続している。これまでの例からは彼らの多くはその後、大学等における常勤職として就職しており、東京大学大学院新領域創成科学研究科准教授をはじめ、北海道大学高等教育機能開発総合センター准教授、神奈川大学准教授、国士舘大学准教授、東京都市大学専任講師、東海大学専任講師、東京大学社会科学研究所助教、東京大学大学院工学系研究科助教、東京大学空間情報科学研究センター助教、東北大学大学院農学研究科助教、横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院助教など、幅広く学術的なポストを得ている。また、四分の一程は専門性の高いコンサルタントや企業等に研究職等として就職する。

世界的な気候変動影響の顕在化や自然災害の激甚化、我が国における少子高齢化や人口減少といった課題山積の今日にあって、環境学への社会的需要は益々高まると考えられる。特に、人文系から工学系、空間から情報、歴史から未来まで、幅広く分析方法や計画やデザインを扱う統合的な研究を担う社会文化環境学が注目されるものと確信する。

（進路情報 [http://sbk.k.u-tokyo.ac.jp/over\\_graduate\\_j.html](http://sbk.k.u-tokyo.ac.jp/over_graduate_j.html)）

## 7. 連携・協力講座の概略

本専攻には協力講座として空間情報科学研究センターの教員8名が教育にあたっている。社会現象や社会問題には、空間的な要因と密接に結びついたものが数多くあり、これらの現象や問題を解明し解決しようとする必要となる基礎的な方法があり、その汎用的な方法と応用方法を研究するのが、空間情報科学である。空間情報科学とは、空間的な位置や領域を明示した自然・社会・経済・文化的な属性データ（＝「空間データ」）を、系統的に構築→管理→分析→総合→伝達する汎用的な方法と、その汎用的な方法を諸学問に応用する方法を研究する学問で、協力講座の各教員は講義や演習を担当するほか、指導教員として学生の指導も行っている。広く他大学や民間企業の研究者、国の機関とも積極的に共同研究を進めてきた。また、平成22年には、学術研究の基盤強化と新たな学術研究の展開を目指した「共同利用・共同研究拠点」（空間情報科学研究拠点）となり、空間情報科学の創成・深化・普及を通して全国の研究者の支援も一層進めている。



## 8. 学生支援活動 国際化の推進

学生の学業や課外活動は量質ともに優れたものがあり、専攻としてもフィールド研究などを推奨している。また、インターンシップ制度を早くから整備して、実社会との接点を創り、勉学の意味を確認するなどの成果を挙げてきた。TA や RA などを始め、奨学金獲得の支援などキャリア形成や経済的側面への配慮も行っている。

### ① 修士課程

優秀な修士課程学生を積極的にTAに採用することで、学生の教育面、キャリア形成、経済面への支援を実施していた。TAの採用実績は、平成23年度から平成24年度までで、3名、総額150,408円となっている。平成25年度以降は0名となっているが、主な理由は制度変更によってTAの担当が可能な科目が学部科目に限られることとなり、柏キャンパスにおける科目が存在しなくなったためである。

本専攻では優秀な修士論文に対する「社会文化環境学優秀論文賞」を授与している。対象者は毎年4名前後で、最優秀に選ばれた者は研究科長賞の候補者として推薦している。

「サステナビリティ学教育プログラム」は環境学研究系が行っている英語で行われる教育プログラムであるが、本専攻ではこのプログラムに積極的な貢献を行ない、授業を担当している。

## ② 博士課程

優秀な博士課程学生を TA や RA に採用することで、学生の教育面、キャリア形成、経済面への支援を実施している。TA の採用実績は平成 23 年度から平成 27 年度で、17 名、1,287,580 円となっている。RA への採用は平成 23 年度から平成 27 年度までで 44 名、15,650,000 円となっている。近年の環境学系や専攻に配分される運営費交付金の漸減傾向から、RA の支援が困難な状況となっており、支援の方法を模索しているところである。

## ③ インターンシップ

平成 18 年度にシステムを整備して毎年数名が受講している。教員による研修内容の事前確認と事後報告をおこない専攻会議での承認を行うなど質の確保にも努めている。また、独自のものとしては、建築物の構造計画書偽装事件を受けて、平成 18 年に建築基準法と建築士法がそれぞれ改正され、併せて建築士の受験資格も改正され、大学院教育課程を受験資格の実務経験に相当すると認定する条件としてインターンシップが義務づけられた。本専攻としては、将来の『建築士』取得に対応して、インターンシップ科目である平成 21 年度より新しく『建築設計実習 1 と同 2』を加えた対応をした。指導教員がふさわしいと認めた一級建築士事務所で実務実績のある一級建築士のもと、設計図書の作成等の建築設計の補助業務を行っている。二つの演習を合わせて 4 週間(150 時間程度)の実習で 4 単位を認定し、資格条件を満たす対応を行っている。

## ④ 国際化の推進

本専攻の教員が積極的に短期の交換留学プログラム AUSMIP (Architecture and Urbanism Student Mobility International Program) の準備や運営を進めている。

国際化へ向けて、英語のみで受講できる授業を開講している(沿岸環境基盤学(磯部雅彦、佐々木淳)、循環型水処理学(佐藤弘泰))。その他、受講者の様子を見ながら英語と日本語を混ぜて授業を進めるなど、留学生に対して柔軟な対応を行う授業もある。さらには、外国人研究者の招聘を行い、期間中に学生との交流機会を設けている。

また、海外での現地演習などの授業、あるいは調査や設計コンペを始め、学会での発表や積極的な海外活動の支援を行っており、今後も支援を強化していく予定である。

## 9. 教育に関する中長期計画

修士課程の学生については、『学融合型のテーマ』で修士論文を執筆する学生が増えている。また、副指導教員に異分野教員を積極的に選ぶことが定着しつつあり、環境学に必要な総合的視点も学生の中に浸透してきている。今後は専攻共通の大きな課題を設定し、様々な角度のアプローチから学生に参画してもらい、学融合型の研究を通じた教育を深化させることを検討している。

講義科目における学融合の試みとして、平成 26 年度よりオムニバス型の「社会文化環境学概論」に異分野の教員をコメンテータとして参画させ、様々な視点からの議論を活性化しており、学生からも好評を得ているところであるが、その内容と運営の充実を図ることを計画している。

また、文系の教員が中心となり、理系の教員と共に演習を行う「学融合演習」を毎年

開講している。この演習は、毎年、特徴あるテーマを設定し、学生も、教員も、それぞれの専門性に軸足を置きながら活発な議論や実習を行っている。特に、多分野との連携はどのような場面でこそ必要となり、逆に専門性がどのような形で必要とされ、何が生み出されるか、そして誰と共にどの場面で協働しうるか（専門家のあいだだけではなく、市民や行政等も含めて）を共に実感する学びのプロセスとなっている。

さらに、専攻の垣根を越えた、多分野融合・領域横断型のスタジオ演習を本専攻は現在3つ主宰しているが、それに加え、国際協力学専攻、環境システム学専攻の教員と共に、流域をテーマとしたスタジオの開講に向けて準備を進めている。このスタジオでは開講後に、海外の大学との連携を演習で行うことを視野に入れている。中長期的には、このような現場レベルの経験の共有ができる教育方法を確立することによって、専門性と広い視野を持ちながら、総合的に思考できる学生の教育ができる環境を整えられよう。博士課程については、修了後の就職に不安があるせいか、既存分野での研究を進める学生が多く、融合分野の研究に取り組む学生がやや少ないという傾向が以前から続いている。これを少しでも改善するために、博士課程においても早期の段階から異分野教員による副指導の体制づくりを検討している。また、学位取得後の修了生の一部が常勤職を得るまでの期間に融合研究を進め、業績を伸ばせるような場（研究員など）づくりが必要とされる。これについては一部の研究室で特任研究員としての雇用で実績を上げているが、専攻単位でも融合型プロジェクトを新たに興し、その中で若手研究者を登用できるよう、企画立案を進めていく検討を行っている。

## 国際協力学専攻

### 1. 専攻の教育目的

国際協力における主要課題、すなわち、貧困削減、開発協力、環境管理、資源管理、制度設計、政策協調等の、世界が直面している課題を、学融合的アプローチで分析し、その予防や解決を見据えて、具体的方策を提案できる世界レベルの研究者の育成、および国際社会の最前線で、政策立案能力と実務マネジメント能力を備えてリーダーシップを発揮して活躍できる人材の育成を図る。

### 2. 入試方法と進学状況

入学試験は、修士課程・博士課程一般入試、および修士課程・博士課程外国人等特別選抜等がある。

修士課程・博士課程一般入試の試験問題内容は、この5年間にも改編を積み重ね、現在は、英語、専門科目（筆記試験、開発協力に関する小論文、資源・環境に関する小論文、制度設計に関する小論文、および基礎的な数理分析能力を問う数学問題という4問から1問を選択して解答する）、および口述試験（修士：志望動機や研究計画等を問う個人面接、博士：修士論文等の研究成果発表と質疑応答、志望動機や研究計画等を問う個人面接）から構成される。修士課程の入試においては、受験生の負担軽減のため、いわゆる「小論文」に当たる科目を廃止し、また、英語の試験にTOEFL-ITPを導入した。

博士課程社会人等特別選抜の試験問題内容は、口述試験（100%：修士論文等の研究成果発表と質疑応答、志望動機や研究計画等を問う個人面接）で構成される。

修士課程・博士課程外国人等特別選抜の試験問題内容は、書類選考（来日不要）で、英語能力確認のため TOEFL のスコアシート提出を要求している。

「国際協力学」という分野が必ずしも大学院の領域として知名度が高くないことを補うため、開発関係の雑誌の大学院特集に記事を掲載したり、パンフレットやポスターを作成したりという広報活動を行っている。また、ウェブサイトに加え、専攻の活動を知って貰うことを目的の一つとして、多少日常的な活動も含め、facebook による情報発信を行っている。

定員 20 名に対して、最低 44 名（平成 25 年度）から最大 96 名（平成 26 年度）と、十分な数の受験生を得てきている。博士課程の受験生は定員とほぼ同数で推移してきているが、この 2 年間、合格者数が減少傾向にある。その理由の一つとして、博士課程社会人等特別選抜の制度を廃止したことが社会人の受け入れに消極的であるというイメージに繋がってしまった可能性があることが挙げられる。この点に関しては、現在、対策を検討している。

### 3. カリキュラムの特色

国際協力学には、高度な専門的能力と学融合的手法が重要であるため、カリキュラムは、理系科目と文系科目の両方から構成されている。

国際協力学の主要課題である「開発協力」、「資源・環境」、および「制度設計」の 3 クラスターを、重点的教育（研究）対象としている。理系的素養と文系的素養の両者を効率的に修得するために、全クラスターに共通する入門な科目を設けている。そのうえで、これらの 3 クラスター別に、基礎科目、展開科目、およびインターンシップを含む実践科目の 3 層にカリキュラム編成している。基礎科目は主に基幹講座教員が担当し、展開科目や実践科目は基幹教員に加え、本学研究所の協力講座教員、開発援助機関の連携講座教員、および開発コンサルタントや NGO 等の実務経験を有する非常勤講師が担当することによって、国際協力学専攻の教育目的を効率的に達成できるようにデザインしている。

この 5 年間の間には、学生のデータ分析の能力を向上させるために、計量分析の講義、空間情報科学の講義、基礎数学の講義を新設した。計量分析のための商業用ソフトウェアおよびそれを利用するための PC を受講者に貸与するなどの環境も整備した。また、外部講師を活用して、開発援助の現場での経験に基づき、実践的な知見を提供する授業も新設した。

国際社会の最前線で、国際協力に関する政策立案能力と実務マネジメント能力を備えてリーダーシップを発揮して活躍できる人材の育成を見据えて、国内外の実務現場におけるインターンシップを経験することを推奨し、所要の要件（募集方法、勤務時間、業務形態、監督形態、報告書、報告会等）を満たした場合は単位を付与している。

平成 27 年度には、新規に導入されたターム制を活用し、S2 タームをフィールドワークやインターンシップへ利用できるようにする等の対応を取った。

国際協力学という分野における社会人のニーズが高いことも踏まえ、博士課程においては、積極的に社会人を受け入れる方針を取っている。そのため、学術的知見を有することをレポートや口頭試問等で確認した上で、社会人の社会での経験を単位に認定する制度や、夜間その他特定の時間又は時期において研究指導をする体制等を整備してきている。

#### 4. 教育施設の状況

通常の教育活動は、東京大学柏キャンパス環境棟 7 階のスペースに、講義室、ゼミ室、資料室、学生研究室（学生の希望に応じて、机・椅子・PC・本棚・ロッカー等を無償貸与）、教員研究室、秘書室、会議室等を配置して実施している。

この 5 年間には、学生の交流の場としての談話室の設置や、資料室の利用性を高めるため、資料室を平日のオフィスアワーは常に開放することとしたことが挙げられる。

国際協力活動現場における実践能力を涵養するためのフィールドワーク（現場実習）が重要と認識し、国内外の政府機関、開発援助機関、NGO・NPO 団体および教育研究機関（大学、研究所等）との協力体制を整備・保持することに努めてきている。

#### 5. 成績評価の方法

修士課程・博士課程における通常の授業科目の成績評価方法は、シラバスに公開されている。一般的には、出席、中間試験（レポート）、および期末試験（レポート）の合計点で成績評価される。

各学生の指導教員が所管する研究室毎のゼミナールの成績評価方法は、各教員の教育研究分野によって異なるが、その内容と方法は、シラバスによって公開されている。

修士の学位認定のための修士論文審査方法は、修士 2 年初頭のプロポーザル（任意）、中盤の中間発表（必修）、最終発表（必修）の 3 段階としている。ただし、平成 27 年度においては、就職活動のスケジュールが変更されたことを踏まえ、中間発表の開催時期を早めに設定し、これにともない、プロポーザルを廃止した。今後については、現在検討中である。

修士論文の査読は、主査 1 名および副査 2 名が担当している。成績については最終発表等も考慮して厳格に評価している。そのため、「優」以外の成績が付与されることも少なくない。

博士の学位認定のための博士論文審査方法は、新領域創成科学研究科規則に則っている。最終審査会の約 3 ヶ月前に、博士論文の完成度を確認するために、中間発表会を開催して予備的な審査を行い、その評価を踏まえたうえで最終審査へと進むこととしている。

#### 6. 就職・進学の実況

修了生の就職先は、国際協力研究機関、開発援助機関、開発コンサルティング会社、

政府機関、NGO・NPO、一般企業等、多岐にわたる。国際協力の要素がある業務が増え、開発援助等に特化した企業でなくともなされるようになってきたこともあり、就職先は多様性を増している。

主な就職先としては、国際協力機構（JICA）、外務省、国土交通省等の公的な行政機関が挙げられるほか、NHK、電通や博報堂等の広告代理店、明治安田生命保険相互会社、メリルリンチ日本証券、ゆうちょ銀行、三菱UFJモルガン・スタンレー証券（株）等の金融系企業、（株）日本工営、デロイトトーマツコンサルティング、三菱総合研究所等のコンサルタント企業が挙げられる。その他、（株）パソナ、（株）日立製作所、（株）EMC Japan K.K、インドネシアフォークスアドバイザー、オイシックス（株）、（株）リクルートホールディングス、（株）ワコール、高周波熱錬株式会社、サイボウズ、ソフトバンク、新日鉄住金株式会社、豊田通商株式会社、楽天（株）、（株）クラレ、（株）日本総合研究所、三井物産株式会社、日本郵船のほか、専修大学も就職先としてあげられる。

博士課程への進学者数は減少傾向にあり、今後の対策の必要性を認識している。

博士課程修了生の進路については、6割程度が大学等の研究教育機関となっている。その他には、情報コンサルタント、官公庁、財団法人などへの就職が見られている。

## 7. 連携・協力講座の概略

約15年前の国際環境協力コース設立時点において、国際協力銀行（JBIC）および国際協力事業団（JICA）と連携関係を構築し、客員教授2名、客員准教授2名を配置した。その後、政府機関の再編統合の影響等を経て現行の国際協力機構（JICA）との連携講座となっている。陣営は客員教授2名、客員准教授1名という体制となっていた。ただし、適切な人材が常に確保できるわけではなく、一部が空席となっていることが多い。そこで、平成27年には体制を変更し、客員教授と客員准教授をあわせて3名までとした。これにより、従来よりも柔軟な人選が可能となった。

協力講座については、国際環境協力コース設立時より、東京大学東洋文化研究所および社会科学研究所と協力関係を継続してきており、それぞれの研究所から協力講座教員2名が配置され、修士課程・博士課程学生の指導および授業を担当している。

## 8. 学生支援活動 国際化の推進

### (1) 学生支援活動

- ・専攻の学術研究活動奨励事業として、修士課程及び博士課程の学生が自分の研究のためにフィールド調査に行く際の旅費（全額もしくは一部）を支援する制度を設けている。例年、審査により選ばれた学生5～8名程度が支援を受けている。
- ・博士課程の学生支援という意味も持たせて、専攻でのRAを雇用している。これは、平成26年度まで実施されていた環境系でのRA制度を引き継ぐ形となっている。年間3～6名の博士課程の学生が対象となっている。
- ・新領域研究科、東京大学、JSPS、民間助成財団等、学内外、国内外の奨学金・研

究助成金支援団体に関する情報を、各教員が学生諸君に積極的に情報伝達し、推薦状の作成や申請書類記載方法の指導等も適宜行っている。

- ・学生の自主性を重んじる教育の成果として、東日本大震災の被災地支援を実施するボランティア団体 UT-OAK を組織し、平成 24 年度の東京大学総長賞を受賞したことが挙げられる。

## (2) 国際化の推進

- ・世界各国から優秀な外国人留学生を受け入れるためには、奨学金の充実、来日不要の入学選考、英語および日本語両方での講義・単位取得・論文指導・学位取得、優秀な人材の組織的リクルート等が必要不可欠である。国際協力学専攻は、環境学研究系で取り組んだ「アジア開発銀行奨学金留学生プログラム（英語による授業と論文指導、英文の書類審査による入学選考）」、および「サステナビリティ学教育プログラム」等に当初から幹事教員として積極的に参画すると共に、国費大使館推薦留学生、私費留学生（ベトナム、ラオス、インドネシア、タイ、バングラデシュ、カナダ、中国、韓国、オーストラリア、ミャンマー、カンボジア、カザフスタン、モンゴル等）として、15 カ国以上の数多くの外国人留学生を受け入れている。また、基幹教員は、全員が英語による講義を 1 科目以上提供している。
- ・新領域創成科学研究科で企画されている UTSIP（夏季インターンシップ）において積極的に学生を受け入れ、共通講義も提供している。また、アフリカ ABE イニシアティブ事業においても留学生の受け入れ体制を整備している。
- ・国際協力の最前線で活躍している人物を、国内外の国際協力研究機関、開発援助機関、開発コンサルティング会社、政府機関、NGO・NPO、一般企業等から、学生が（教員の助言を受けつつ）主体的に人選し交渉して招聘し、年数回、夕方から、講演、質疑応答、意見交換、懇談会を開催している。専攻は、講演者の謝金・交通費、懇談会の軽微な飲食費は、専攻共通経費で支弁し支援している。
- ・新領域創成科学研究科で予算措置されている、外国人研究員（特任教授、特任准教授、特任助教）招聘制度を活用して、3 カ月から 10 カ月程度、世界各国（トルコ、スリランカ、ベトナム、ラオス、タイ、イギリス、アメリカ、カナダ等）から優れた中堅研究者を招聘し、講義、セミナー、ワークショップを開催すると共に、共同研究の開始あるいは飛躍的進展を図っている。
- ・当専攻から、マスダール科学技術大学に対して、短期留学生を継続的に派遣して着実な成果を上げている。また、学術教育研究交流協定を締結している海外の大学（イギリス・ダーラム大学）に、交換留学、短期派遣することを日本人学生に推奨している。情報提供、公募、選抜、推薦状作成、先方との協議・交渉等の支援活動をしている。海外の大学・研究機関で開催される、短期のサマースクールや国際ワークショップに参画することを推奨し、渡航費・宿泊費等の一部を助成している場合もある。
- ・外国人留学生および外国人研究員とのコミュニケーション能力向上を見据えて、非

常勤職員（専攻事務補佐、教務補佐、教員秘書）に、柏 IO が開催している英会話教室に参画することを推奨し、勤務時間を調整して出席が容易なように業務環境整備している。

## 9. 教育に関する中長期計画

平成 11 年 4 月に、新領域創成科学研究科が創設した折の本専攻は、環境学専攻国際環境基盤学大講座・国際環境協力コースとして発足した。国際、環境、基盤を 3 領域として、それぞれ、「国際政策協調学・国際政治経済システム（地域関連交流学・国際日本社会学）」、「開発環境政策学・環境技術政策学」、「都市環境基盤開発学・農業環境基盤工学等」を重点教育（研究）対象とした。

平成 18 年 4 月に改組・専攻化して、環境学研究系国際協力学専攻とした折に、「開発協力」、「資源と環境の管理（ガバナンス）」、および「政策協調と制度設計」の 3 クラスターに変更し、これらを重点的教育（研究）対象とした。

平成 23 年以降も適宜カリキュラムの変更は行ってきたが、基本的な方針は踏襲されている。理系と文系の基礎的素養を踏まえた上で、実践的な知見を修得することを重視したカリキュラムと指導体制をとっている。また、実践性の高い教育を提供するため、国際共同研究への参画や、それに伴う海外への派遣の機会を積極的に設けることを目指す。

これらの方針を 10 年から 15 年の中長期計画の基本とすることとして、具体的な個別の重点教育（研究）対象は、国内外の社会経済状況の変化を見据えて、今後も概ね 5 年毎に見直すこととしている。

## サステナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラム (GPSS-GLI)

### 1. 教育プログラム設立の背景と目的

サステナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラム（Graduate Program in Sustainability Science - Global Leadership Initiative : GPSS-GLI、旧名称「サステナビリティ学教育プログラム」、平成 27 年 4 月改称）は、環境学研究系各専攻（当初、自然環境学、環境システム学、人間環境学、社会文化環境学、国際協力学の 5 専攻、のち海洋技術環境学専攻をくわえた 6 専攻）の連携により、サステイナブルな社会の構築に寄与する各分野のリーダーを育成することを目的として、新領域創生科学研究科に開設された大学院プログラムである。平成 19 年に修士課程のみをもつ教育プログラムとして開設され、さらに、平成 21 年には博士課程を開始した。

本プログラムは、本学ならびに本研究科環境学研究系がサステナビリティ学に関して実践してきたさまざまな活動を通じての多様な知的交流や経験をもとに発展的に構築されたものである。すなわち、世界でこの分野をリードする諸大学（MIT、Swiss Federal Institute of Technology - ETH、Sweden Chalmers University of Technology）と東京大

学が連携して平成8年に開始したAGS (Alliance for Global Sustainability)、日本における超学的学術としてのサステナビリティ学の樹立をめざし、国内5大学(東大、京大、阪大、北大、茨城大)の連携に基づいて本学総長を機構長として平成17年に開始したサステナビリティ学連携研究機構(Integrated Research System for Sustainability Science: IR3S)、さらにAGSの教育部会が平成10年にサマースクール型の短期集中教育プログラムとして開始したYES (Youth Encounter on Sustainability)、およびアジア工科大学院と東京大学との共催で平成16年から実施しているIPoS (Intensive Program on Sustainability)などがその礎となった。

これまで、学際性を謳った多くの教育プログラムにおいては、分野横断的なカリキュラムを通じ広範な知識の修得はできても、既往の学術分野の成果に根ざした研究活動を通じて得られる高度な専門性や、俯瞰的な見識・倫理観が十分には修得されていないという問題をはらんでいた。これに対して本プログラムは、IR3Sにより組織化されたさまざまな分野における世界最高水準の人的資源とその国際的なネットワークを最大限に活用しつつ、本プログラムを通じて確立した俯瞰的視野・多様性への理解を基本とした教育体系により、幅広い知識、高度な専門性、俯瞰的な見識・倫理観、さらにはグローバルリーダーとしてのスキルを身につけた人材の養成をめざすものである。

サステナビリティ学は、これまで環境学研究系が育ててきた環境学の学融合的な方法論を基礎として、「地球全体での人間社会の持続性(サステナビリティ)にかかわる多様な問題」を対象とし、さらに「時間経過に伴う資源量の減少」や「土地の制約」など時間的空間的な制約条件を強く意識しつつ、将来システムを提案する学問といえる。具体的には、有限な地球における人類社会の持続可能性を支えるための科学・技術、社会経済制度・倫理規範・行動原理を、自然科学・社会科学・人文知の各方面から、定性的・定量的に分析・理解し、実際に社会や人を動かす仕組みの提案と検証を実証的におこなうものである。本プログラムの教育は、伝統的な分析的な方法論のみではなく統合的な思考も併せることにより、システムを俯瞰的・総合的に理解し、新しいシステムの提案につなげるという方向を目指しており、併せて学融合の視点からの新しい概念・方法論の確立と広い範囲に亘る応用に挑戦することを研究の目的としている。

すなわち本プログラムは21世紀の地球社会の在り方を規定する“持続性”の課題に挑戦する学融合的研究教育を目指すものである。とりわけ、アジア地域のサステナビリティはまさしくこれからの世界の行く末を左右すると言っても過言ではなく、アジアの国境を越えた共通優先課題と認識され始めている。さらに、依然として貧困緩和が大きな問題であるとされつつも、急速な経済発展が見込まれるアフリカにおけるサステナブルな社会の構築とそれを可能とする人材の育成のための教育は、世界的にも大きな課題である。本教育プログラムは将来的に、これらの諸問題の解決に貢献する、サステナビリティ学のアジアにおける拠点とならんとする高い目線をもって臨んでいる。

なお、本プログラムは公式言語を英語とし、案内文書、募集要項、入学試験、ホームページ、学生生活マニュアルなどはすべて英語が主で日本語を併記し、講義、演習、ゼミ、発表会、論文もすべて英語としている。教育研究の対象がサステナビリティとい

う地球規模の課題であり、多数の留学生を受け入れることと併せて、東京大学柏キャンパスにおける国際化のモデル的事例となっている。

本プログラムの修了生は、俯瞰的な見識や倫理観に裏付けられた高度な専門性を持ちながら、国際機関や国際 NGO、国際展開を図る企業等において、持続可能な社会の構築に貢献するグローバルリーダーとして活躍することが期待される。

## 2. 入試方法と進学状況

平成 27 年度現在、3 種類の入試を実施しており、その内訳は、一般入試日程 A（6 月末出願、8 月中旬試験、10(9)月または翌 4 月入学）、一般入試日程（12 月出願、1-2 月試験、4 月または翌年度 10(9)月入学）、奨学金付特別入試（12 月出願、1 月末試験、翌年度 10(9)月入学）である。奨学金付特別入試は、国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラムやアジア開発銀行の奨学金プログラムに伴うもので、これらの奨学金の応募資格者のみを対象とした特別入試である。

試験方法は、3 種類とも共通化しており、提出書類（課題エッセイを含む成績証明書など）による書類選考、英語試験（TOEFL のスコアシート提出か TOEFL-ITP 受験または両方）および口述面接試験からなる。すべて英語のみで実施しており、日本語を解さなくとも受験が可能である。また、海外在住者に対しては、口述試験をインターネット会議システムを介して実施しており、来日せずとも受験が可能である。

応募者のアクセスのルートは本学の研究科入試ウェブサイト、本プログラムウェブサイト、研究科の英文プロスペクトス、環境系合同入試説明会などである。

平成 27 年 10 月時点での在籍学生合計 62 名のうち 54 名は留学生である。サステイナビリティ学の学問的進化のためには、多様な学生構成が望ましいと考えられ、国際的な教育・研究環境が構築できている。一方で、英語による教育内容の充実・高度化にともない、日本人率が低下しており、せっかくの国際的環境を日本人学生が享受できるよう、日本人学生へのアピールを続けている。一方で、入学してきている日本人学生は、欧米大を卒業しながら日本での活躍を志向する学生など、国際的な能力にすぐれつつも日本の国際化に貢献したいという志をもった学生というパターンが見られつつあり、こうした学生の受け皿としての機能拡充を検討している。

平成 19 年開設以降の修士課程の出願者、入学者、入試倍率は以下の通りで、入試倍率は概ね 2 倍以上を維持している。（次ページに表あり）

奨学金に関しては平成 20 年に東京大学総長裁量経費から、独自に留学生 5 名に対して奨学金が給付される経過措置が適用された。これを引き継ぐ形で、平成 20 年度からは文部科学省「国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラム」に採択され、修士課程の奨学金 8 名分を獲得した。さらに修士課程教育 2 年の実績を踏まえて、平成 21 年 10 月には博士課程を開設し、「国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラム」のもとで、博士課程 2 名の国費留学生の枠を獲得した。さらに平成 24 年度に再応募し、修士 10 名、博士 5 名の枠に拡大した。

<修士課程>

入試種別	年 度	出願者数	合格者数	入試倍率
一 般	平成 19	12	6	2.0
	平成 20	21	10	2.1
	平成 21	22	9	2.4
	平成 22	23	10	2.3
	平成 23	15	8	1.9
	平成 24	14	6	2.3
	平成 25	18	7	2.6
	平成 26	29	9	3.2
奨学金付特別	平成 19 ※	68	5	13.6
	平成 19	35	9	3.9
	平成 20	37	10	3.7
	平成 21	31	8	3.9
	平成 22	28	8	3.5
	平成 23	25	8	3.1
	平成 24	16	9	1.8
	平成 25	25	9	2.8
	平成 26	23	8	2.9

※ 総長裁量経費による奨学金付き特別入試。平成 19 年度のみ実施。

<博士課程>

入試種別	年 度	出願者数	合格者数	入試倍率
一 般	平成 21	10	3	3.3
	平成 22	10	2	5.0
	平成 23	10	4	2.5
	平成 24	13	6	2.2
	平成 25	16	6	2.7
	平成 26	17	5	3.4
奨学金付特別	平成 21	6	2	3.0
	平成 22	14	2	7.0
	平成 23	11	2	5.5
	平成 24	7	1	7.0
	平成 25	10	3	3.3
	平成 26	6	4	1.5

また、平成 23 年に文部科学省「博士課程教育リーディングプログラム」（以下、リーディングプログラム）に採択された以後は、同プログラムの予算で、一般入試合格者に対しても修学奨励金という形で金銭的支援をおこなっている。

### 3. カリキュラムの特色

本プログラムは、サステナビリティ学や持続可能な開発分野の発展に貢献し、将来リーダーシップを発揮することができるグローバルな人材を育成することを目的としている。東京大学大学院新領域創成科学研究科と国連大学との連携により、本プログラムで学ぶ学生は、世界の主要大学・研究機関の教育資源や国際的なリサーチネットワークを利用できるほか、グローバルリーダーの育成に必要な研修やさまざまな機会を得ることができる。すなわち本プログラムでは、専門性の高い研究や一般教育に加えて国際的な実務経験を積むことにより、グローバル・リーダーシップに必要なスキルを開発し、幅広い観点や問題解決能力を獲得し、「レジリエンス」という概念を理論と実践の両面に適用するスキルを身につけることができる。

カリキュラムの特長をまとめると以下のようである。

1. 修士課程と博士課程のカリキュラムを一体的に運営して、持続可能な社会の発展に貢献するリーダーとなる人材の育成を目指す。
2. 領域横断的な教育と英語のみによるカリキュラムを実施して、さまざまな専門知識を有する学生を世界中から募るとともに、学生と教員との交流を重視する。
3. 国連大学やサステナビリティ研究を主導する海外の大学と連携し、強力な国際的研究教育ネットワークを活用し、学生に多様な教育機会を提供する。
4. 国連大学や海外大学とのジョイント・ディプロマ、国連およびその他の国際機関におけるインターンシップ、ならびに国際交流プログラムを通じて、国際経験の機会を豊富に提供する。
5. 災害復興、開発、環境保護、都市化、過疎化などのさまざまな研究分野で、フィールドワークやインターンシップを通じた実践型の教育を行う。
6. パートナー企業との連携を通じて、実務における問題解決の手法や将来計画の作成について学ぶ。
7. 秋入学（10月入学）を実施することで、海外の大学や研究機関との国際交流を積極的に推進する。
8. 新領域創成科学研究科とサステナビリティ学連携研究機構（IR3S）を中心とし、大学院工学系研究科、大学院農学生命科学研究科、大学院医学系研究科、大気海洋研究所との密接な関係に基づく全学的な協力体制でプログラムを運営する。
9. 領域横断的なつながりを活用して、世界の持続可能性に貢献し、グローバル・リーダーシップを発揮するために必要な幅広い見識と経験を兼ね備えた人材を育成する。

上記を実践するため、本プログラムのカリキュラムは、知識概念習得型科目群、実践型演習科目群、論文科目群の3つの要素で構成される。すなわち、サステナビリティに関連する主な問題を扱う基礎科目と専門科目、次に、実務研修やディベートの経験を通じてコミュニケーション、システム思考、社会調査、データ分析などのスキル強化を目指す、さまざまな実習と理論的演習、3つ目に、研究課題の解明から、研究枠組みの構築、修士論文・博士論文の編纂にいたる包括的な研究プロセスである。

本プログラムでは修士課程と博士課程を連続したプログラムとして一体的に運営して

いるため、修士課程でサステナビリティに関連する基礎的な知識とスキルを修得し、博士課程で国際経験とリーダーシップスキルを習得することで、あらゆるスキルを統合している。その中でも「レジリエンス」は全カリキュラムを通して重要なキーワードであり、本プログラムでは、これを中心にしてカリキュラムを構成している。災害復興、気候変動、再生エネルギーといった個別の問題を検討課題として取り上げる場合でも、プログラム全体の目標は、短期的なリスク対応と長期的な持続可能性確保の調和を図る人材を育成することにある。

本プログラムの教育研究リソースの最大の特徴は、そのリソースが新領域創成科学研究科の環境学研究系にある全専攻と基盤科学研究系1専攻、生命科学研究系1専攻、さらに工学系研究科、教育学研究科、医学系研究科、農学生命科学研究科および大気海洋研究所、サステナビリティ学連携研究機構、公共政策大学院を横断する形で構成されていることである。これら部局の究極的な目標がサステナブルな地球社会の構築にあり、サステナビリティ学の創造と発展と深化は、まさにこれらの部局の発展と相互補強しあうという構図になっている。

教育研究のリソースは、2名の承継ポスト（准教授1、助教1）と4名の特任教員ポスト（特任教授1、特任准教授2、特任助教3）に加えて、新領域創成科学研究科の環境学系6専攻（自然環境学、海洋技術環境学、環境システム学、人間環境学、社会文化環境学、国際協力学専攻）、基盤科学研究系1専攻（物質系専攻）、生命科学研究系1専攻（先端生命科学専攻）、工学系研究科1専攻（都市工学専攻）、教育学研究科1専攻（学校教育高度化専攻）、医学系研究科1専攻（国際保健学専攻）、農学生命科学研究科1専攻（農学国際専攻）の協力専攻および大気海洋研究所、サステナビリティ学連携研究機構、公共政策大学院の教員で構成され、これらに所属する教員が指導教員になる。各協力専攻からの運営委員参加による合同ゼミや中間発表などを開催し、これらの機会を通して教員間の横断的議論を活性化し、学融合の場を意図的に作り出している。さらに、米国・マサチューセッツ工科大学、スウェーデン・ルント大学、米国・アリゾナ州立大学、フランス・ボルドー大学、中国科学院、マレーシア・高等教育省、米国・クラーク大学などから新進気鋭の外国人を客員教員として招聘し、最先端の学問的動向に関する講義を行うとともに、学生との緊密な討論・議論を通じて研究に対するアドバイスを提供している。

#### 4. 教育施設の状況

本プログラムにまとまったフロアはなく、教員・学生が環境棟の中で分散配置され、専任教員は1階・2階・3階・4階に、学生は4階・6階と7階に拠点を有している。平成23年4月にリーディングプログラムとして採択されたのを機に、院生室・教員居室が拡充されたものの、プログラム専用の講義室・会議室を所有しておらず、他専攻に間借りしている状況が継続している。また、プログラム専用のゼミ室は1室のみで、プログラムの所属学生のラウンジはなく、他専攻学生との施設格差がある点も引き続き改善できていない。

## 5. 成績評価の方法

講義・演習科目の採点は担当教員が行っている評価方法に依拠している。修士・博士論文に関しては指導教員及び副指導教員による個別指導に加え、本プログラムの専任・特任教員が全員参加するゼミにおいて、進捗発表の機会を設け、幅広い見地から助言を受ける機会を設けている。発表の頻度は、学期毎に1-2回程度である。修士論文の採点は最終発表・口頭試問を経て、審査参加教員による10段階採点法から平均点を導出し、合議をもって決定している。博士論文の評価は、研究科ガイドラインに従って設置する審査委員会がおこなう。

## 6. 就職・進学の実況

修士課程修了生80名のうち進学は18名。残り62名の就職先は、企業33名、公務員7名、大学5名、NGO/NPO4名、研究機関/行政法人4名、国際機関2名、求職中/不明7名である。博士課程修了生11名の就職先は、大学8名、研究機関1名、求職中2名である。

## 7. 連携・協力講座の概略

本プログラムは新領域創成科学研究科環境学研究系の専攻横断型のプログラムとして設立され、環境学研究系の全専攻との連携のもとで運営が開始した。リーディングプログラムとしての採択以降は、環境学研究系のみならず、研究科内の基盤科学研究系、生命科学系、さらには、工学系研究科、教育学研究科、医学系研究科、農学生命科学研究科および大気海洋研究所、サステナビリティ学連携研究機構（IR3S）、公共政策大学院を横断する形でプログラムが構成され、全学的な協力体制のもと運営されている。学外では、国連大学と密接に連携し、平成25年度からはジョイント・ディプロマ制度を展開している。

海外連携としては、米国・マサチューセッツ工科大学、スウェーデン・ルンド大学、米国・アリゾナ州立大学、フランス・ボルドー大学、中国科学院、マレーシア・高等教育省、米国・クラーク大学などから新進気鋭の外国人を客員教員として招聘するとともに、南アフリカ・ケープタウン大学、ケニア・ナイロビ大学、ナイジェリア・イバダン大学、シンガポール・シンガポール国立大学、タイ・アジア工科大学院、タイ・チュラロンコン大学、米国・アリゾナ州立大学、オーストリア・ウィーン工科大学、スウェーデン・ストックホルムレジリエンスセンター、コスタリカ・コスタリカ工科大学などと演習の共同実施やシンポジウム開催を通じた連携を行っている。

## 8. 学生支援活動 国際化の推進

平成27年10月時点で29名の修士学生、33名の博士学生が在籍し、このうち54名が留学生である。本プログラムでは柏IO（インターナショナル・オフィス）推進室と連携して、チューター（助言者学生）の配置、日本語クラスの無償提供、住居手配支援、ビザ取得支援などサポート体制を既にほぼ完備している。さらに、3名の外国人専任教員（特任教授1、特任准教授1、特任助教1）を雇用し、英語によるプログラム運営を

円滑に行っている。

## 9. 教育に関する中長期計画

本プログラムは、文部科学省「博士課程教育リーディング大学院プログラム」に採択（平成23～29年度）され、旧プログラムである「サステナビリティ学教育プログラム」や、（工学系研究科都市工学専攻との共同提案が科学技術振興調整費「戦略的環境リーダー育成拠点形成」（平成20年～24年度）に採択され実施した「共鳴型アジア環境リーダー育成プログラム – Asian Program for Incubation of Environmental Leaders (APIEL)」を継承・拡大する形で「サステナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラム」へと発展してきた。

このような動きの中で、環境系6専攻（当初は5専攻）の横断プログラムとして始まった本プログラムは、すでに環境学研究系を飛び越え、新領域全体にその連携をひろげ、新領域のスローガンである学融合を体現した存在となりつつある。さらには、IR3Sを通じて、全学的な専攻横断をも実践し、複合的課題であるサステナビリティの課題に俯瞰的、学術横断的に取り組んでおり、この点においてこそ本プログラムの存在意義があると認識している。

気候変動の問題をはじめ、環境問題とリンクしたグローバルな課題の重要性が高まる中、サステナビリティ学の深化発展は、ますます時代の優先ニーズとなってきた。中央教育審議会大学分科会における「中長期的な大学教育の在り方について」の三つの審議事項である「社会や学生からの多様なニーズに対応する大学制度およびそのあり方」、「グローバル化の進展のなかでの大学教育の在り方」、「人口減少期における我が国の大学の全体像」を踏まえれば、本プログラムの目的は上記三つの審議事項に対して先験的に取り組んでいると言えよう。また、全学的にも、高度専門人材やグローバル人材の養成への要求が高まっており、「卓越大学院」構想の名のもとに、高度な専門的知見・能力を持ちつつも、グローバルな視点を幅広い教養、高いヒューマンスキルを兼ね備えた人材の養成が期待されている。これらの意義と期待を踏まえて、本プログラムには2つの目標が考えられる。一つには、新領域創成科学研究科内の各専攻とさらなる密接な連携を保ちつつ、それらをつなぐ横糸としてますます堅固にし、それらとの相互補強関係を強化し、研究科全体のシナジー効果の発揮をもたらすことである。二つ目は、社会のステークホルダーを巻きこんだ形での新しい学術のあり方を志向するサステナビリティ学の考え方をさらにすすめ、技術の社会実装、社会実験を教育・研究に組み込んでいくことである。上記2つをもって、研究科の卓越大学院構想における人材育成、理念構築に貢献し、位置づけられていることが本プログラムの中長期目標となる。

## 研究教育プログラム

### 基盤科学研究系

### 核融合研究教育プログラム

#### 1. 目的

核融合エネルギー開発は、国際熱核融合実験炉 ITER 計画が大型国際プロジェクトとして開始され、本格的な核融合燃焼実験へ向けた新たな開発段階へと踏み出した。我が国が核融合開発で主導的な役割を果たすためには、国際的に活躍できる優秀な人材の継続的な育成が不可欠である。新領域創成科学研究科では、核融合研究の中核となる優秀な人材の育成を目的として、平成 20 年度に核融合研究教育プログラムを新設し、先端エネルギー工学専攻と複雑理工学専攻が有する先進プラズマ実験装置を積極的に活用した先駆的・革新的な研究教育を実施している。今後は海外の拠点大学（MIT、プリンストン大学など）と連携して国際連携講座を設置するなどして研究開発の現場で実践的教育を行い、新たな段階を迎える核融合研究をリードできる人材の育成を目指す。

#### 2. 組織

核融合研究教育プログラムは、先端エネルギー工学専攻と複雑理工学専攻にまたがる専攻横断型の教育プログラムである。プラズマ物理・核融合科学分野で、世界トップクラスの大学・研究機関との交流を推進するため、RT-1、TST-2、UTST、TS-3/4 などの最新鋭実験設備を中核とし、ITER や「幅広いアプローチ」計画（トカマクシミュレータやサテライトトカマクなどを含む）、核融合科学研究所などと連携したネットワーク型専門教育・研究を推進している。学生自らが運転・維持できる適正規模の実験装置を用い、研究のあらゆる側面に精通した国際的リーダーの育成を行い、競争的研究資金によるプロジェクト研究を全国の研究者と共同で推進している。

#### 3. 成果

核融合研究教育プログラムでは、過去 8 年間に修士課程修了者 90 名、博士課程修了者 20 名が履修しており、平均すると毎年約 11 名の修士修了者、および 2～3 名の博士修了者を輩出している。特に博士課程修了者は、核融合科学研究所や日本原子力研究開発機構（現 量子科学技術研究開発機構）をはじめとして核融合研究の中核的機関に就職し活躍をしている。

本教育プログラムは、「実践的研究教育」と「学融合教育」の 2 つのカリキュラム体系から構成されている。特にユニークな試みである「実践的研究教育カリキュラム」として、複数の研究室での実践的な演習からなる『核融合実践演習』を実施している。本演習ではプラズマ実験や理論および核融合炉設計、さらには企業からの講師によるモノづくり現場の課題などを幅広く教育している。また、「学融合教育カリキュラム」として『Fusion Science Special Lecture I, II』の講義を新設し、世界最先端の研究をしている外国人研究者を講師として招聘している。なお平成 27 年度には、学内措置として「核融合研究教育プログラムの海外武者修行」企画が認められ、博士課程の学生 6 名が 2-3

週間にわたり海外での研究交流を図ってきた。

## 基盤科学領域創成研究教育プログラム

### 1. 目的

基盤科学領域創成研究教育プログラム（Education Program for Creativity in Transdisciplinary Sciences、以下、CRETSと略す）では、物質科学、エネルギー科学、生命科学の各分野で必要とされる計測、シミュレーション、描画等の手法を先鋭化し、さらにそれらを融合した新しい方法論を構築する。既存分野に固有の研究手法や解釈法にとらわれない、視野の広い人材を育成する教育を提供し、科学技術における各専門分野が共通のプラットフォームの上に立っているという認識を持たせることにより、学融合による学術分野の創成に即戦力として活躍できる人材を育成する。平成21年度の新設以来、短期集中型講義を中心とした講義シリーズを提供し、修了者を認定して、修了証を授与する教育プログラム活動と、分野横断型のシンポジウムシリーズを開催するTV-Squareと呼ぶ研究交流促進・啓蒙活動を行っている。

### 2. 組織

CRETSでは、「多次元画像科学」「情報認知機構」「融合デザイン」の3分野で構成されており、それぞれを物質系専攻、複雑理工学専攻、先端エネルギー工学専攻に所属する教員が中心となって担当している。物質系専攻が担当する「多次元画像科学」分野は、教授1、助教1で構成されており、最先端1分子動画計測を通した新しい最先端的可視化に関する計測科学を進めている。使用するプローブは放射光、電子線、中性子と多義に渡る。複雑理工学専攻が担当する「情報認知機構」分野は、教授1、助教1で構成されており、知能の根源を探るために脳の情報処理メカニズムの解明や、新しい情報処理システムの研究を行いながら、その過程で平衡・非平衡統計力学、非線形動力学、量子力学を用いて複雑系解明のための基礎理論を構築している。また、先端エネルギー工学専攻が担当する「融合デザイン」分野では、教授1、特任助教1で構成されており、マルチスケールやマルチフィジックスを扱う大規模シミュレーション技術の先鋭化と、実験系と融合して様々な問題を解決へと導く過程をデザインする方法論に関する研究と人材育成を行っている。例えば、計算シミュレーションと極超音速高エンタルピー風洞（超高速高温気流実験装置、先端エネルギー工学専攻に設置の大型設備）実験との連携による新しい惑星着陸探査機のデザイン研究などである。

### 3. 成果

CRETSは、平成21年4月に設立され、平成28年3月までに通算62名のプログラム修了者を出しており、各年度5～10名程度である。研究交流促進・啓蒙活動では、平成28年3月までに14回の「学融合ビジュアルイゼーションシンポジウム」を開催している。開催場所を柏キャンパス内と外で交互に設定しており、部局間や学外研究機関との交流を促進している。

### (i) 教育プログラム活動

CRETS の目的に沿って「計測」「シミュレーション」「デザイン」「モデリング」などについて学融合的で視野の広いカリキュラムを提供している。本プログラムは専属の学生を抱えるのではなく、様々な分野の学生に学融合的な教育を提供するものである。そのために、教育システムは

- ・ 既存専攻のカリキュラム履修の妨げとならず、多様な分野からの学生の受講を促進するため、夏休みと冬休みを利用した短期集中型（2日間）の副プログラム教育を提供。
- ・ 東京大学の大学院生であれば、所属や学年を問わずだれでもプログラム履修申請が可能。
- ・ 所定の単位を取得した者には新領域創成科学研究科長よりプログラム修了証書を授与し、学習意欲の向上と成果の確認が行えるなどのユニークな特徴を持っている。短期集中講義は「多次元画像科学」分野が担当する「融合計測科学入門」と「先端ナノプローブ入門」、「情報認知機構」分野が担当する「機械学習入門」と「情報認知特論」、「融合デザイン」分野が担当する「高速数値シミュレーション」と「実践融合デザイン学」の6科目が平成21年度から毎年提供されている。その後、実践的講義強化のため、平成25年に「実践先端融合計測学」を追加（つくば高エネルギー加速器研究機構との教育連携による）し、また、平成27年度には、講義内容を見直して、上記の「機械学習入門」と「情報認知特論」を「データ駆動科学入門 I, II」として新設している。現在は、7科目の短期集中講義が毎年提供されている。プログラム修了の認定は、上記6科目のうち4科目以上の履修と、プログラムで指定した既存専攻の科目（非線形科学、複雑計算論、物質科学概論 I～VII）を合わせて6単位以上取得を要件としている。履修者は各科目20～50名程度、実習を含む実践型の講義で5～10名程度である。特筆すべきは、プログラム担当教員が所属する3専攻からだけでなく、生命系や環境学、さらには本郷キャンパスの理学系、工学系からも受講生が見られることである。ただし、CRETSでは、それぞれ講義科目ひとつひとつが数値シミュレーションなど、分野を問わず必要な内容となっているため、プログラム修了にこだわらず、自分に必要な科目のみの履修で終わってしまう学生も多い。各科目の履修者数とプログラム修了者数の差異の改善については、プログラム修了認定の意義付けを含め、教育における今後の課題である。

### (ii) 研究交流促進・啓蒙活動

基盤科学領域創成研究教育プログラムにおける研究交流推進・啓蒙活動は、発展的に3つの活動を進めてきた。1つは(a)学融合ビジュアルライゼーションシンポジウムの年2回の開催、そして、つくば地区の研究機関との連携として(b)高エネルギー加速器研究機構との教育連携活動、そして最後に、これら2つの活動の成果として(c)TIAへの東大加盟がある。

#### (ii-a) 学融合ビジュアルライゼーションシンポジウムの年2回開催（第1-14回開催）

「可視化」をキーワードとした広域研究領域を融合させ、技術的進展だけではなく学

術的に新しい構築を試み、局部的物理化学情報の新しい取り扱いとポストプロセッシングではない新しいデータ認識論及び有効的解析手法からなる革新的「可視化」学を提案し未解決分野に挑むことを目標に、基盤科学研究系内の物質系、先端エネルギー工学及び、複雑理工学でのサンプル系を出発点とし、今後、バイオ系、環境系そして生命情報系へ適応し、学融合的「可視化」学を柏キャンパスから発信し、「可視化」とデータ認識を直接結び付ける革新的科学認識を実践し、実験科学と数理科学との積極的な学融合創成を目指した活動である。

新規性としては、特定の分野における実験手法やシミュレーション等に対する場当たりの問題解決ではなく、先端的サンプル系に共通する問題点を議論し、生データに対応できる新規データ認識法を提案し、革新的な「可視化」技術開発を出口の1つとする。もう1つの革新性として、ナノ・ミクロ・マクロと言った従来の階層的（断層的）物質認識を打開するために、階層横断可能な「可視化」技術/分野に特に着目し、分断された学問間の突破口となる展開に挑戦するものである。柏キャンパスの多くの研究者が集うことのできる広域的研究対象性と方向性を持っている。「可視化」というキーワードに集う学融合の実践場となることを希望して開催を継続中である（今後、国際シンポジウムを開催予定）。

教育面では、CRETSの実践的演習場であり、本構想が中心となって多くの研究機関（国内外の大学や民間）との交流を実践し、具体的「可視化」技術の進展と学術的進展の両面自身を教育題材とし、生きた先端的広域教育スクエアとする。上記「可視化」学は容易に解答を得られるものではない。教育現場の若い頭脳である学生からのフィードバックも積極的に取り入れ、研究を同時に進展させていく姿勢を重視した。

将来的には、新しい「基盤科学領域創成研究教育プログラム」の1つの出口とし、今後柏キャンパス内に研究センター（仮称：学融合ビジュアライゼーションスクエア（Transdisciplinary Visualization Square (TV-Square)：「可視化」に関して学融合を実践する広場）設立の準備構想とする。本構想の重要なポリシーは、装置施設等の買い物（すぐ時代遅れになる投資）は一切せず、提案内容を積極的に特許化、商品化検討を行い、ベンチャー的な進展を考慮する点にある。

以下に本開催シンポジウムの内容を示す（次頁）。主な活動は下記のwebに掲載している。

7年間のシンポジウム開催の間に、多くの有意義な討論が多くの研究者間で行われた意義は大きい。また、その間に2つの新学術研究領域（「スパースモデリングの深化と高次元データ駆動科学の創成」「3D 活性サイト科学」）が採択され、関連する広域学融合研究者達の本プロジェクトを通じた結集が加速できた。加えてJST 科学技術人材育成コンソーシアム構築事業（次世代研究者育成プログラム）ナノテクキャリアアップアライアンス Nanotech CUPAL（代表は産総研で分担に東京大学大学院新領域創成科学研究科）が採択され、本メンバーによる教育プログラムの共用化促進を進めることができた。もちろん、本申請内容を目指したシンポジウム開催の継続、本申請関連の共同研究

回	日付	会場	テーマ	備考
1	2009/5/15	柏図書館メディアホール	新たな研究活動の提案	
2	2010/1/15	柏図書館メディアホール	(環境系との連携)	環境系とのジョイント
3	2010/5/17	本郷キャンパス武田ホール	(本郷キャンパスとの連携)	
4	2011/1/11	駒場キャンパス	(駒場キャンパスとの連携)	複雑系生命システム研究センター共催
5	2011/6/24	柏図書館メディアホール	(生命系との連携)	研究科附属バイオイメージングセンター共催
6	2012/1/13	高エネルギー加速器研究機構	高エネルギー科学と可視化	KEK 共催
7	2012/7/19	物性研	(物性研との連携)	
8	2013/1/29	産業技術総合研究所(つくば)	(つくば地区との連携)	
9	2013/5/24	柏図書館メディアホール	スパースモデリング・先端計測・ハイパフォーマンスコンピューティングが拓く基盤科学の新展開	
10	2013/11/29	JAXA 調布航空宇宙センター	流体力学における実験・計算・情報処理の新たな融合の可能性	
11	2014/6/6	柏図書館メディアホール	(環境系との連携)	環境系とのジョイント
12	2014/10/30	柏キャンパス基盤棟	次世代ビジュアライゼーションを目指して	
13	2015/6/30	柏キャンパス総合研究棟	究極的可視化と数理科学の融合を目指して	
14	2016/3/18	東京大学フューチャーセンター (TX 柏の葉キャンパス前)	人工知能とバイオロジーの融合	産総研 TIA-nano 共催

論文発表促進(平成27年、佐々木研と岡田研で論文発表 Scientific Reports (Nature 姉妹誌) を published) をより加速化している。平成26年から高エネルギー加速器研究機構主催の加速器科学支援事業「大学連携支援事業」に採択され、本申請と連携を密にしながら教育に実践的成果を加える努力も進めた。

#### (ii-b) 高エネルギー加速器研究機構との教育連携活動

本教育プログラムにおいて、放射光を用いた1分子運動計測手法やポストプロセッシングでない新しいデータ解析手法を提案できる次世代型学融合「可視化」学を教育及び研究をしている。しかし、関連大型研究施設の現場を見学させ、若手研究者の話を直接大学院生が聞く機会は皆無であった。臨場感ある最先端研究における教育を実現するためには先端的な研究機関との連携が必須であると考えた。「可視化」学をテーマにした「学

融合ビジュアライゼーションシンポジウム」開催においても、参加した大学院生が通常の授業と違った環境で最先端サイエンスに触れ、非常に感動していた姿を見ることができた。この新しい事業は、今後 J-PARC や JAXA や先端的「可視化」に興味を持つ近隣地区の国研機関や民間企業との連携までも視野に入れ、より実践的で人的にも知的にも社会に還元できる大学院教育として展開していくことを目標に提案された。またこの事業を将来的な KEK との連携講座開設の議論のスタート台とし、これらの協力体制検討の具体的なスタートを切る意義は極めて大きい。

具体的には、3つのことを行った。年2回のシンポジウムを通し（東大新領域—KEK 教育連携シンポジウムをこれまでに6回開催した）、若手研究者と大学院生の相互交流を実践的に加速化させた。「基盤科学領域創成研究教育プログラム」の学融合的教育科目として「融合計測科学入門」「先端ナノプローブ入門」「高速数値シミュレーション」「実践融合デザイン学」「機械学習入門」「情報認知特論」を開講し、その授業の一環として講師に数人の若手 KEK 研究者を呼び、また授業開催場所を KEK に設定し見学等も組み込んだ授業を行った。また KEK の大学院生も聴講できるようにする（東大で授業が開かれた場合も）。上記教育プログラムを本郷や駒場の大学院生も参加できるような仕組みも検討した。連携できる授業内容には、放射光利用以外に加速器工学や高エネルギー物理学、大規模計算機シミュレーションなどが考えられる。上記シンポジウムでは、学生はポスター発表等で参加し、モチベーション向上のために若手賞等の設置を行った。

また、本教育プログラムでの KEK インターンシップ導入（正式な単位化）を実現した。上記の夏期冬期休暇を利用した集中講義形式に連携し、放射光施設を利用したインターンシップを単位化し実践教育を行った。平成 25 年度からこの実習を「実践先端融合計測学」として大学院生に正式単位として選択させ、より積極的な態度で実践教育している。また学生は実験内容の企画も行った。

加えて、大学院教育と連携する施設利用を考える会を発足した。放射光施設の存在すら知らない大学院生はまだ沢山いると感じた。彼らの放射光の魅力をより伝え易くする工夫がまだ足りないのではないか。その解決には、大学院側だけでは進展しない内容も多く含まれている。そこでシニア KEK 施設スタッフも含めて、その勉強会的な討論の場を設定した。他の大型施設運営者の経験等も講師として招いて深い討論を行った。以下に最新シンポジウムのポスターを添付する。

#### (ii-c) TIA への東大加盟

「つくばイノベーションアリーナナノテクノロジー拠点（TIA-nano）」は、国立研究開発法人産業技術総合研究所（産総研）、国立研究開発法人物質・材料研究機構（NIMS）、国立大学法人筑波大学（筑波大）、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構（KEK）の4機関が協力して構築したオープンイノベーションの場で、一般社団法人日本経済団体連合会（経団連）も運営に加わり、内閣府、文部科学省、経済産業省の支援を得て、ナノテクノロジー分野の研究、人材育成を推進してきた。この TIA-nano は平成 21 年に設立し、手探りの中でオープンイノベーションの実践を目指し、パワーエレ

第14回 学融合ビジュアルイゼーションシンポジウム  
第6回東大新領域-KEK教育連携シンポジウム

人工知能とバイオロジーの融合

融合

Program プログラム

- 10:00~10:10  
開会の挨拶  
佐々木裕次 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)
- 10:10~10:40  
X線1分子追跡法ビッグデータからの新しい展開  
佐々木裕次 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)
- 10:40~11:20  
「京」を用いたリチウムイオン電池の電解液反応解析:  
マテリアルズ・インフォマティクスによる材料探索に向けて  
袖山慶太郎 (JSTさきがけ/物質・材料研究機構)
- 11:20~12:00  
細胞内のGTP濃度を検知するGTPセンサーの発見と今後  
千田俊哉 (KEK構造生物学研究センター)
- 12:10~13:30  
昼食 (一部ポスターセッション)
- 13:30~14:10  
人工知能研究の歴史から現状脳科学とAIの関係  
岡田真人 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)
- 14:10~14:50  
三次元再構築法による神経回路解析  
岩崎広英 (東京大学大学院医学系研究科)
- 14:50~15:50  
ポスターセッション
- 15:50~16:30  
ガウス過程を用いたDONET水圧データからの沿岸津波高予測  
五十嵐廣希 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)
- 16:30~17:10  
動的構造理解に向けた電子顕微鏡タンパク質構造解析  
三尾和弘 (産総研創薬分子プロファイリング)
- 17:10~17:20  
閉会の挨拶  
大友孝彦 (KEK構造物性研究センター)

ポスターセッション発表者

- 真場知之 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)  
[e7A/CrR2プロステリクミセルレータの1分子動態解析]
- 岡田真生 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)  
[「水タンパク質の意外な1分子動態」]
- 宮部俊宏 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)  
[免疫系分子における触媒作用の1分子研究]
- 原成雄 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)  
[「パーキンソン」関連タンパク質の1分子構造決定計画]
- 松下祐福 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)  
[「運動形成の謎」-追々-]
- 松原永季 (総合研究大学院大学物質科学部)  
[Purification and crystallization of a type II extradiol dioxygenase DszZ derived from *Sphingobium* sp. SY-16]
- 中嶋優 (東京大学大学院医学系研究科)  
[魚肝油由来天然多機能型水へム酸ジオキゲナーゼのX線結晶構造解析]
- Maharani Pertiwi Koentjoro (総合研究大学院大学物質科学部)  
[Purification, crystallization, and preliminary X-ray diffraction of GbnR in complex with its DNA operator]
- 原田彩佳 (総合研究大学院大学物質科学部)  
[Sf9Ago2 domain of Sp-9の組織特異的結合と機能解析]
- 藤崎有英佳 (総合研究大学院大学物質科学部)  
[NaAlH4の表面反応機構と脱出反応における不斉化過程の構造解析]
- 山田健爾 (東京大学大学院工学系研究科応用化学)  
[力学的刺激に基づいた油膜形成の動的科学的機構の抽出と解析]
- 中西(大野) 義典 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)  
[「実空間トランスミット」による単分子干渉顕微鏡の圧縮センシング]
- 坂本浩隆 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)  
[「マルコフ連鎖」モデルのハイパーパワーム決定の検証]

2016  
3/18 金 参加費 無料

時間 10:00~17:20  
場所 東京大学フューチャーセンター (TX柏の葉キャンパス駅前)  
参加費 誰でも参加可能  
お問合せ・参加申込 学融合ビジュアルイゼーションスクエア (TV-Square) E-mail: tv-square@nms.k.u-tokyo.ac.jp

【主催】東京大学大学院新領域創成科学研究科基盤科学研究系 基盤科学領域創成研究教育プログラム (CRETS) <http://www.k.u-tokyo.ac.jp/crets/crets.html>  
つくばイノベーションアリーナ ナノテクノロジー拠点 TIA-nano <https://www.tia-nano.jp/>  
新学術領域研究 3D活性サイト科学 <http://www.3d-activesite.jp/>  
新学術領域研究 スパースモデリングの深化と高次元データ駆動科学の創成 <http://www.sparse-modelling.jp/>

クトロニクスやカーボンナノチューブ (CNT) が事業化まで達成した。平成 27 年より第 2 期に入り、「つくば」からの外へとイノベーションアリーナを拡大し、さらに知の創造と産業化の取り組みの対象をナノテクノロジーからイノベーションの芽となりうる可能性を有する科学・技術へと拡大することについて合意された。この合意に基づいて東京大学が5つの中核機関として参加することとなった。ここでの新規な研究テーマとして期待されるのが「ナノバイオ」「データ駆動科学」「計算科学」である。本教育プログラムが中心に行ってきた新しい研究ジャンルが大きく評価されたことになる。名称も TIA-nano から TIA「つくばイノベーションアリーナ」と変更され、本格的な教育・研究活動が平成 28 年 4 月から始動される。この新しい TIA は、「Tsukuba から広がり、知の創造および産業化の大きな可能性をもつ Tokyo および産学とより強固に連携-Alliance- して共創場 -Arena- を形成することで、世界の Top 目指すイノベーション拠点」である。この戦略は、東京大学ビジョン 2020 における基本理念；卓越性と多様性の相

互連環、「知の協創の世界拠点」のアクション社会連携の目標に合致しており、特に、「つくば-柏-本郷 イノベーションコリドー構想」の実現に近づく。東京大学とTIA主催機関が連携することで、産学官民連携体制が構築され「知の協創プラットフォーム」が動き出し、「コリドー」という地の利を最大限に生かし、東京大学の研究成果を積極的に社会へ展開する、また、産学官民の密な交流により、新しい学融合研究領域を発信できるハブ機能を果たすことが可能となる。この新しい潮流の中心に本教育プログラムの活動があることは誇らしい。

この新TIAの中にも人材育成プログラムは設置されており、今後、この既存のTIA教育プログラムに本教育プログラムがどのように貢献すべきかをこれから議論する予定である。今までのTIA-nano人材育成プログラムとしては、人材育成戦略の機能強化として、科学技術人材育成費補助事業「科学技術人材育成のコンソーシアムの構築事業」で採択され、平成26年度より活動を開始しているコンソーシアム「ナノテクキャリアアップアライアンス (Nanotech Career-up Alliance (Nanotech CUPAL))」がある。しかし、これは学生や若手研究者がナノサイエンス・ナノテクノロジーの最新の知識と技術を修得し、分野横断的な交流を図る機会となることを目的としているので、東大が参画することによる新しい研究領域である「ナノバイオ」「データ駆動科学」「計算科学」をどのようにして効率的に組み込むかを議論することになる。すでに世界的な成功例として、ベルギーにある先端半導体研究機関「IMEC (Interuniversity Microelectronics Center、アイメック、1984年の設立以降) が挙げられる。基本は半導体プロセス分野を中心に技術開発を手掛ける研究組織であったが、「More than Moore (モアザンムーア)」を目指して、ライフサイエンス等の研究・教育を組織的に運営している。これを超える教育プログラムの設置は可能であり、日本発の全く新しい教育プログラムの設置を目指す。

## 生命科学研究系

### バイオ知財コース

平成18年4月にバイオ知財コースが設立された。このコースは、バイオ技術、知財法、ビジネスの全体像を踏まえて、知的財産をビジネスに供するようにハンドリングできる人材を養成することを目的としている。本教育カリキュラムの目的は、技術、法律、経営の3分野をバランスよく学習し、これらを融合して新しい観点から知的財産戦略を設計・検証できる人材を養成することにあるため、これら3つの分野がバランスよく取り込まれるよう、それぞれの分野に詳しい教員や非常勤講師を配置する工夫を施している。本コースでは、授業科目として「バイオ知財法概論Ⅰ」、「バイオ知財法概論Ⅱ」、「バイオ企業戦略論」、「バイオ知財実務演習Ⅰ」、「バイオ知財実務演習Ⅱ」を整備し、知的財産戦略の基礎となる知識を養成している。これらの授業科目は、専攻に所属する学生のみならず、広く本学の学生や教員にも開放し、知的財産に関する知識の浸透化を図ると共に、産学連携に向けた知的財産の積極的な権利化意識の養成に資するものとなっている。

なお、本コース博士前期課程(修士課程)を修了した学生には「修士(科学)」を、博士後期課程を修了した学生には「博士(科学)」が授与される。これまで博士前期課

程及び後期課程でそれぞれ7名、2名の学生が学位を取得している。

## メディカルゲノムサイエンス・プログラム

### 教育プロジェクトの概要

平成27年度発足の新専攻では、バックグラウンドが多様であることに対応しつつ、スタンダードな履修パッケージとして、2つの教育プログラムと1つの教育コースを設定しており、これらの履修パッケージをひとつの到達点として提示している。教育プログラムは、メディカルゲノムサイエンス・プログラム（MGSP）と情報生命科学プログラム（CBSP）であり、教育コースはバイオ知財コースが運用されている。

## 1. 「メディカルゲノムサイエンス・プログラム（MGSP）」

### 1-1. 目的

「メディカルゲノムサイエンス・プログラム（Medical Genome Sciences Program）」とは、メディカル情報生命専攻の教育プログラムの一つであり、その頭文字を取って、「MGSP」と略称している。平成19年度に文部科学省「組織的な大学院教育改革推進プログラム（旧大学院教育改革支援プログラム）」に採択され、平成21年度までの3年間、文部科学省からの支援を得て運用を開始し、平成22年度からは、研究科から旧メディカルゲノム専攻の教育プログラムとしての位置づけが認められ今日に至っている。

メディカル情報生命専攻は、旧メディカルゲノム専攻の平成16年の誕生以来、下に学部を持たない大学院大学の特徴の一つとして、幅の広い基礎科学の背景をもとにした相互の交流を通じて、専門性の獲得と学融合の経験値を積むことにより、多方面の課題に柔軟に対応できる優秀な人材を育成することを目指してきた。

MGSPは、ゲノム科学の進展が生命と人間を理解するための新たな基盤を提供し、医学・医療の領域にも大きな変革が期待されている現在、日本がグローバルな視野を持つリーダーとなっていくために、まさにこの変革を担う研究者・技術者の養成という大きな専攻の使命を再確認しつつ、さらなる教育体制・組織体制の充実を図ってきた。本プログラム「MGSP」の修了者は、単に基礎科学の分野にとどまらず、トランスレーショナル（TR）研究や医療と工学・情報学の融合研究の担い手となることが期待されている。プログラム修了後の進路としては、医学部の基礎部門の研究者、国立や公立の研究機関、および、民間企業の研究組織における指導的な立場の研究者・技術者として活躍している。

### 1-2. 組織

平成19年度のプログラム採択に伴い、プログラム推進のための教育及び事務的組織体制に基づいて、新たなカリキュラム及び評価システムがスタートした。また、東京大学大学院新領域創成科学研究科「メディカルゲノムサイエンス・プログラム（MGSP）運営委員会規則」を制定し、本プログラムを研究科の教育プログラムとして恒久的に運用する基盤が整備された。運営委員の構成は以下の表のような構成になっている。役職

指定などのため年度により異なるが、専攻合併後の平成 27 年度は以下の構成であった。

### メディカルゲノムサイエンス・プログラム運営委員会

運営委員長：渡邊 俊樹（メディカル情報生命専攻 専攻長）

運営委員：小澤 敬也（医科学研究所附属病院長）

山下 直秀（医科学研究所附属病院）

上田 卓也（分子医科学分野）

菅野 純夫（ゲノムシステム医療科学分野）

小林 一三（微生物ゲノムシステム学分野）

伊藤 耕一（生命分子遺伝学分野）

加納 信吾（バイオイノベーション政策分野）

松田 浩一（クリニカルシーケンス分野）

平成 19 年度のプログラム採択時には、改訂されたカリキュラムに基づき、「メディカルゲノムサイエンス研究法 I,II」、「メディカルゲノムサイエンス研究室実習 I,II」、「メディカルゲノムサイエンス指導実習 I,II,III」、「国際化演習 I-IV」、「現代医療体験実習」などを、正式カリキュラムとして実施した。

専攻合併後の平成 27 年度からは、それぞれ「基礎演習Ⅳ」、「基礎演習Ⅱ」、「基礎演習Ⅲ」、「国際化演習Ⅰ－Ⅳ」（変更なし）、「基礎演習Ⅰ」と科目名が変更されたが、同様にコアのカリキュラムとして運用されている。

MGSP の履修に関わる概念図を以下に示す。

専攻の合併前のメディカルゲノム専攻時の修了要件を以下に示す。新専攻発足後の要件は、新カリキュラムの内容に合わせて一部修正しているが、大部分が共通である。

#### ● MGSP 修了証条件

1. 修士課程において、次の科目を履修した者には、修了と同時に、「メディカルゲノムサイエンス・プログラム修士課程修了証」を与える。

(1) 「医学概論および医療倫理」、「現代医療体験実習」、

(2) 「メディカルゲノムサイエンス研究法Ⅰ」あるいは、「メディカルゲノムサイエンス研究法Ⅱ」、

(3) 「研究国際化演習Ⅰ:英語論文の書き方」、「研究国際化演習Ⅱ:英語でのプレゼンテーションの仕方」、「研究国際化演習Ⅲ:英語プレゼンテーション・コンペティション」、「研究国際化演習Ⅳ:海外の研究者による先端的セミナー」のいずれかひとつ（ただし、メディカルゲノムサイエンス・プログラム代表に、履修登録以前に申告して認められれば、他の科学英語関係の講義で置き換えることもできる）、

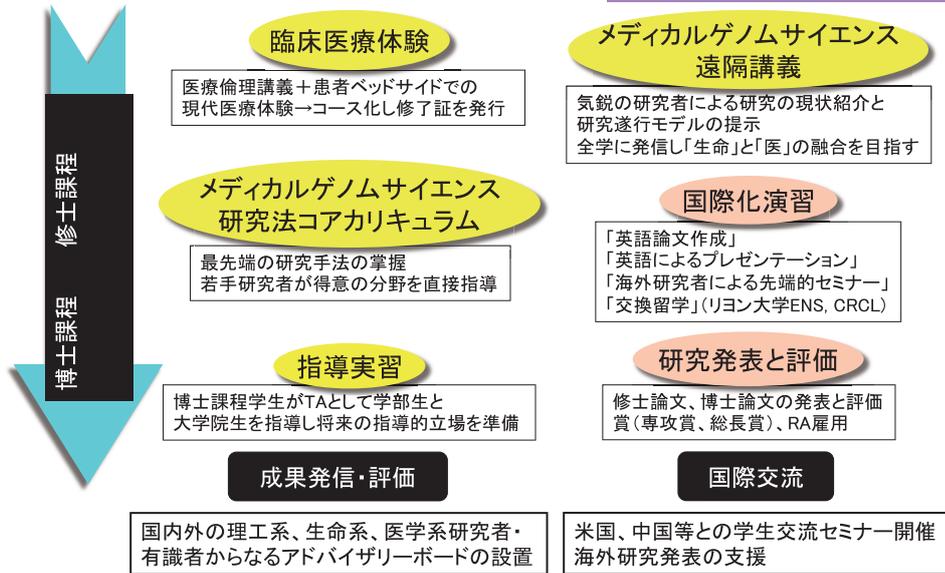
(4) 「医科学のための情報生命学Ⅰ」あるいは「医科学のための情報生命学Ⅱ」、

(5) 「先端ゲノム医科学特論Ⅰ」、「先端ゲノム医科学特論Ⅱ」、「RNA 医科学」、「システム生体防御学」、「システム微生物学」、「疾患モデルシステム論」、「システム細胞



# メディカルゲノムサイエンス・プログラム (MGSP)の教育

2010 - 研究科の教育プログラムへ



情報論]、「システム病態医科学」のうち1つ。

2. 博士課程において、次の科目を履修し、かつ、「メディカルゲノムサイエンス研究法 I」あるいは「メディカルゲノムサイエンス研究法 II」に講演者として参加した者には、修了と同時に、「メディカルゲノムサイエンス・プログラム博士課程修了証」を与える。

- (1) 「医学概論および医療倫理」、「現代医療体験実習」、
- (2) 「メディカルゲノムサイエンス指導実習 I」あるいは「メディカルゲノムサイエンス指導実習 II」
- (3) 「先端ゲノム医科学特論 II」は英語で行われる。「先端ゲノム医科学特論 I」と「先端ゲノム医科学特論 II」を重複して履修することは出来ない。

## 1-3. プロジェクトの成果

### 1-3-1. プログラム遂行に合わせたカリキュラムの再編

平成 19 年度のプログラム採択に伴い、プログラム推進のための教育及び事務的組織体制に基づいて、新たなカリキュラム及び評価システムがスタートした。また、東京大学大学院新領域創成科学研究科「メディカルゲノムサイエンス・プログラム (MGSP) 運営委員会規則」を制定し、本プログラムを研究科の教育プログラムとして恒久的に運用する基盤が整備された。

メディカルゲノム専攻のカリキュラム改定が行われたため、改訂されたカリキュラムに基づき、「メディカルゲノムサイエンス研究法 I,II」、「メディカルゲノムサイエンス研究室実習 I,II」、「メディカルゲノムサイエンス指導実習 I,II,III」、「国際化演習 I-IV」、「現代医療体験実習」などを、正式カリキュラムとして実施した。

- (1) 「医学概論および医療倫理」の講義を設置
- (2) 「メディカルゲノムサイエンス研究法ⅠおよびⅡ」を開始
- (3) 「研究国際化演習」Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳに再編した。Ⅲは「英語研究発表会」として、博士前期及び後期課程在学生在が自らの研究を含む研究室の研究プロジェクトを英語で紹介し英語でディスカッションする発表会である。参加教員による評価に基づき、優秀者3名に対しては、国際学会、国内学会への参加費用の援助を行うものとした。初年度は7名の発表者の参加があり、2年目には10名の参加者があった。

上記の構造は、新専攻の発足に伴う新たなカリキュラムでも維持されたが、「研究国際化演習Ⅲ」は本来の演習に戻し、「英語研究発表会」は専攻のイベントとして運用している。

### 1-3-2. 遠隔講義体制の確立

柏、白金台、本郷さらに連携研究所に分散する学生の効率的な教育と学内への情報発信を可能とするために、遠隔講義体制が整備された。現在、全ての講義が柏、白金台および本郷で受講出来る体制が整備されている。実施に当たっては、プログラムによって供されたTAが各キャンパスに複数名配置され、円滑な実施を支えている。

### 1-3-3. 履修者の実績

平成20年度の発足以来、平成27年度までで、MGSP修了者は修士課程でのべ106名、博士課程では14名となっている。年度毎の修了者数は下記の表に表した。

年度別 MGSP 修了者数

年度	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	計
修士	3	11	16	20	15	6	17	16	106
博士	0	1	1	2	3	4	0	3	14

修士課程（博士前期課程）の学生の3分の1近くがMGSPの修了証を受けていることになる。博士課程では、修了証発行の必須要件である「現代医療実習」を受ける事がやや困難となっている事が修了者数の低さに現れていると考えられる。つまり、「病院実習」のような形で医療現場に入るための前提として「医学概論および医療倫理」の講義を履修する必要がある事が障害となっている事が推察される。にもかかわらず、当プログラムが、非医学部出身者にとって、医科学の領域で研究を続ける上で、持続するモチベーションを与える貴重な機会となっている事は、履修学生のアンケートからも明白に示されている。従って、非医学部出身者を対象に医科学への橋渡し研究を担う人材を要請する上で、有効なプログラムであると考えられる。

### 情報生命科学プログラム (CBSP)

情報学的基礎研究に限らず、多様な生物学研究の諸分野あるいは医療現場で、バイオインフォマティクスの手法に熟練した人材への要求が高まっている。

平成27年度の新専攻発足にともなって開始された本プログラムでは、プログラミン

グの基礎のみならず、様々な応用開発あるいはアルゴリズム開発といった広い視野に立って、新しい情報生物科学分野を開拓するエキスパートを育成する。ゲノム解析、メディカルゲノミクス、TR 研究や分子生物学医療と工学・情報学の融合研究の担い手として、広く生命現象一般あるいは健康と福祉に貢献する医療研究の推進に従事することが期待される。

対象は平成 27 年度以降に入学の修士課程及び博士課程学生であり、修士課程または博士課程において、次の科目を履修した者に対して、課程修了と同時に、“情報生命解析エキスパート”の証である「情報生命科学プログラム修了証 (CBSP 修了証)」を授与する。幅広い実験系の知識だけでなく、情報学分野単独でも真に優れた素養を持った研究者を育てる試みである。

(1) プログラミング実習：

「基礎演習 VI」、「情報生命解析プログラミング演習 I」から 1 つ

(2) 情報生命基礎科目：

理学部生物情報科学科との合併科目、「基礎講義 I」から 3 つ

(3) 情報生命発展科目：

「発展講義 I」、「発展講義 II」、「生物データマイニング特論」、「情報生命ソフトウェア特論」、「ゲノム機能情報解析学」から 2 つ

(4) 医療実習または先端講義：

「医学概論、研究倫理／医療倫理 I、基礎演習 I（病院実習）の 3 科目セット」、「情報生命科学特別講義 I」、「情報生命科学特別講義 II」、「情報生命科学特別講義 III」、「国際化演習 I」、「国際化演習 II」、「国際化演習 III」、「国際化演習 IV」、「国際化演習 V」、「新領域創成科学特別講義 X」、「新領域創成科学特別講義 XI」、「新領域創成科学海外演習 I～IV」、「国際学会での英語口頭・ポスター発表（自己申告による）」のうちの 1 つ発足したばかりの教育プログラムであるが、平成 27 年度末に 1 名の修士課程の修了者、2 名の博士課程の修了者が認定された。

### 3. バイオ知財コース (Bio-IP Course)

バイオ分野の研究開発の在り方、研究成果の特許化・事業化、科学技術政策などの専門性を有する人材を育成することを目的とし、この分野の発展のために貢献することが期待される。バイオ知財コースでは、初めてこうした分野に触れるライフサイエンス系の大学院生向けに知財と MOT 教育のためのカリキュラムの開発と運用を行っている。

専攻内の修士・博士を対象とした知的財産の導入教育としては、

(1) 「バイオ知財法概論 I」：特許の基礎知識

(2) 「バイオ知財実務演習 I」：特許明細書の作成演習

の 2 科目を実施しており、「バイオ知財法概論 I」は、毎年修士 1 年を中心に、専攻内学生 40 名程度、「バイオ知財実務演習 I」では専攻内学生 15 名～20 名程度が履修しており、生物系大学院生が最低限知っておくべき特許の基礎知識の取得に貢献している。また発展的な講義として (3) 「バイオ知財法概論 II」を用意し、特許成立の要件や制度

についてのより深い講義を実施している。

また、専攻内の修士・博士を対象とした研究成果の活用と事業化に関するビジネス教育としては、

(4)「バイオ企業戦略論」：フレームワーク分析と産業・企業分析

(5)「バイオ知財実務演習Ⅱ」：スタートアップ企業のデザインの2科目を実施しており、専攻内の10名～15名の学生が毎年履修している。

バイオ知財コースに所属するこれまでの履修者は修士課程7名、博士課程20名(うち、平成27年度所属学生は博士14名)である。この教育コースの特徴は、自然科学系の専攻の中で人文系の領域を教育・研究の対象にしていることと社会人博士学生が多い事である。これまでに博士号取得者は2名となっている。

## ヘルスサイエンス教育研究プログラム

本プログラムは、平成18年度に、従来の医工連携教育研究プログラムを引き継ぎ設置されたもので、必要単位数を取得した修了者には「科学」の学位が与えられる。これまでの9年間で、修士71名、博士22名の修了者を出してきたが、関係教員の異動等に伴い見直しの議論がなされ、役割を終えたという判断がなされ、平成26年度入学生を最後に登録を終了し、在籍生の修了とともに廃止となる。

## 環境学研究系

### 環境 MOT (環境マネジメント) プログラム

平成16年度から環境学研究系の専攻横断型教育プログラムとして、所属専攻にとらわれることなく、環境技術を総合的に学習・構想・開発し、技術移転、起業することに関心を持つ者に対して、環境 MOT (Management of Technology) に関する教育プログラムを提供している。MOTとは、技術を事業の核とする企業・組織が次世代の事業を継続的に創出し、持続的発展を行うための創造的、かつ戦略的なイノベーションのマネジメントのことである。このプログラムでは9科目の講義が提供されており、必修1科目を含む4科目を履修すると修了証が交付される。プログラム修了者は環境プランニング学会が認定している「環境プランナー」の資格を申請することができる。平成23年～平成27年の修了者数は180名である。

### 環境デザイン統合教育プログラム

#### 環境デザイン統合教育プログラム (IEDP)

新領域創成科学研究科環境学研究系では、21世紀の環境デザインの専門家を育成すべく領域横断型の教育プログラムを平成18年度に創設した。現在、「建築環境デザインスタジオ」、「都市環境デザインスタジオ」、「自然環境デザインスタジオ」、「農村環境デザインスタジオ」、「緑地環境デザインスタジオ」、「建築構造デザインスタジオ」、および講義形式の「統合環境デザイン論」が開講されている。6つのデザインスタジオは演習の形態であり、それぞれのテーマに対して学生が提案を行う。また、平成26年度

からは、各スタジオの6名の担当教員がオムニバス形式で具体的な領域横断型デザインの取り組みや、実践的な知識を提供する講義として「統合環境デザイン論」を新設した。これは、在学中に履修可能なスタジオ数に限りがあり、領域を統合するデザイン教育としては不十分であった点を補うことを目的としており、本講義を受講することで、6つの領域について幅広い知識を身につけることができる。

平成26年度以降、スタジオを6単位以上取得することに加え、「統合環境デザイン論(2単位)」を履修し、計8単位を取得した学生に「環境デザイン統合教育プログラム修了証」を発行している。プログラムの履修者は、41名(平成22年度)／39名(平成23年度)／41名(平成24年度)／50名(平成25年度)／45名(平成26年度)／31名(平成27年度)であり、そのうち修了証を得たのは5名(平成22年度)／2名(平成23年度)／5名(平成24年度)／11名(平成25年度)／8名(平成26年度)／7名(平成27年度)である。

## 環境技術者養成プログラム

### 1. 目的

環境問題を技術で解決するエンジニアリングセンスを養成し、21世紀のあるべき環境をシステムとしてとらえ、統合化技術と要素技術の両者の視点を考慮した問題解決方法を提案できる人材の育成をめざすことを目的とし、平成18年より実施している教育プログラムである。専攻で提供する講義の中から本プログラムの趣旨に合致する科目を選び、本プログラムの科目について規定の単位数を取得した受講者には修了証書を授与する。

### 2. 実施内容

本プログラムの履修対象となる専攻の講義科目と単位数は以下の表の通りである。履修条件の◎印の環境システム学プロジェクトは、環境計測や分析を学生自身で行うフィールド実習科目であり、この科目を必修とし、○印の講義科目を含めて全体で16単位を履修することによって修了が認定される。

### 3. 成果

平成27年度末までに計2名の学生が修了している。平成23～26年にかけて専攻のカリキュラムを改訂し、環境システム学を理解するための基本的なコア科目を新たに提供しているが、それ以前については本プログラムの修了要件は、提供する講義科目数から考えるとやや厳しいものであったと思われたため、修了者1人にとどまっていた。平成26年に専攻のカリキュラムが完成し、修了要件の16単位中、コア科目で14単位を取得できるようになっており、今後、修了者が増加することが期待される。

## 環境管理者養成プログラム

### 1. 目的

行政官や企業の管理職の立場で環境政策や環境リスク管理のセンスを養成し、環境問題に広い視野で適応できる人材の育成を行うことを目的とし、平成18年より実施して

科目名	単位数	履修条件
環境システム学概論	2	○
環境システム学輪講	2	○
環境システム学プロジェクト	2	◎
環境システム学基礎論 I	2	○
環境システム学基礎論 II	2	○
環境システム学 I	2	○
環境システム学 II	2	○
環境技術開発論	1	○
環境材料システム論	1	○
環境物質システム論	2	○
環境システムモデリング基礎	2	○
環境化学工学	2	○

いる教育プログラムである。専攻で提供する講義の中から本プログラムの趣旨に合致する科目を選び、本プログラムの科目について規定の単位数を取得した受講者には修了証書を授与する。

## 2. 実施内容

本プログラムの履修対象となる専攻の講義科目と単位数は以下の表の通りである。履修条件の◎印の環境システム学プロジェクトは、環境計測や分析を学生自身で行うフィールド実習科目であり、この科目を必修とし、○印の講義科目を含めて全体で16単位を履修することによって修了が認定される。

## 3. 成果

平成27年度末までに計12名の学生が修了している。専攻のカリキュラム改訂により、本プログラムの対象となる講義科目を増やした平成24年以降、修了者は急増しており、学生の関心が高くなっている。

## 2.3 奨学金の現状と課題

### 1) 日本学生支援機構奨学金

日本人学生への奨学金は、主に（独）日本学生支援機構による奨学金である。この奨学金の支給を受けている学生は、修士課程では有資格の希望者のうち、この5年間で約80%程度から100%に増加し、博士課程では引き続き100%の支給となっている。しかし、学生全体に占める割合では、修士課程は約20%程度であるのに対して、博士課程は約5%程度にとどまっている。制度のより充実を図ることも重要と考えている。

本奨学金については、有利子・無利子の違いのほか、優秀な学生に対する全額返済免除や半額返済免除などの制度がある。新領域の特徴は学融合にあり、カバーする学術分野はいわゆる文系・理系から、学融合的な分野まで幅広く、当初はその中から優秀な学生を、公平に選定することに種々工夫が試みられたが、現在では、公平な選定方式が確立され制度的に安定してきている。

科目名	単位数	履修条件
環境システム学概論	2	○
環境システム学輪講	2	○
環境システム学プロジェクト	2	◎
環境システム学基礎論Ⅰ	2	○
環境システム学基礎論Ⅱ	2	○
環境システム学Ⅰ	2	○
環境システム学Ⅱ	2	○
自然生態系システム論	2	○
環境毒性学	2	○
環境リスク特論	2	○
環境安全システム論	2	○
環境健康リスクアセスメント	2	○
環境経済システム学	1	○
地圏環境学	2	○
ライフサイクル影響評価論	2	○

## 2) その他の学生支援

民間を含めた、その他の奨学金については、受給者の数が順調に増加し10年前には数名であったものが、5年前に10名に達し、現在は20名前後に達しており、充実してきている。

奨学金ではないが、(独)日本学術振興会(JSPS)の特別研究員制度と、東京大学の研究支援制度等についても現状について述べる。JSPSの特別研究員制度による研究員の人数は、当初は40名を下回る数であったが、その後順調に増加し5年前に70名に達しその後70名を超える数で安定している。博士課程学生は約500名であり、約15%の学生が特別研究員制度を受給していることになる。各専攻の割合を見ると、直近では、メディカル情報生命が32%、物質系が22%、複雑理工が15%を占めており、残りの31%を他の専攻が分け合っている。過去5年間で上位の専攻の構成が若干変化したものの、上位3専攻の合計が全体の3分の2を占めており、構造は変わっていない。

一方、東京大学の研究支援制度では、年間30万円を博士課程学生に研究の対価として援助している。本研究科においては、収入に関する受給要件が課せられるものの、希望者ほぼ全員に、本制度により援助をおこなっている。しかし、年間の授業料には及ばない額であるため、博士課程学生へのさらなる援助として、新領域創成科学研究科では、独自に追加で援助を行っている系もしくは専攻がある。優秀な博士課程学生を確保するためにも、より充実が望まれる。

文部科学省「博士課程教育リーディングプログラム」の下、サステイナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラムではGPSS-GLI奨励金制度を設け学術と研究に

専念できるようにしており、毎年 10 名程度学生に奨励金を支給している。その他、東京大学に設置されたリーディングプログラムに専攻単位で参画して、選抜された学生に奨励金が支給されている。

学生の海外における調査や学会発表に対して、新領域独自の取り組みとして毎年 10 名程度に渡航助成を行っている。以前は全学からの助成もあったが、現在は新領域による助成のみとなっている。

修士課程学生については、日本学生支援機構の奨学金が主となっているが、さらに学部講義の補助を行う TA 制度を利用した追加的な補助も行っている。その資金は、専攻経費などより支出しており、総額自体非常に少ない上にその総額も博士課程学生に対するものより 2 割程度低い上に、この 5 年間減少傾向にある。TA は援助という形ではなく、あくまで講義の補助であり、奨学金とは性格が異なる。

以上の様に、博士課程学生に対しては、ある一定の経済的援助がなされているが、必ずしも十分ではない。また、比較的資金に恵まれた分野と、そうではない分野があるのも事実である。透明性を確保しつつ、より公平で、充実した博士課程学生の支援について、継続的に改善を進めることが重要である。また、総じて、学外や外部資金による支援が増える傾向にある一方で、大学独自の取り組みによる支援は現状を維持するのに苦労する状況である。

## 2.4 学生福利厚生現状と課題

### 1) はじめに

学生が、柏キャンパスにおいて充実した研究・教育を受けるためには、インフラの整備を含めた、福利厚生の充実が必須である。特に、柏キャンパスは、本郷や駒場と異なり、いわゆる郊外に存在している。郊外に存在することは、研究環境などのメリットも大きいですが、リクリエーション機会の減少などのデメリットも大きい。

比較する事が良いこととは思わないが、例えば、アメリカの田舎の大学では、町には大学以外に主たる産業が無いが、学生のために、シャトルバスなどが充実している。中国の上海交通大学や浙江大学などでは、柏キャンパスと同様に郊外キャンパスを整備しているが、その規模は桁違いに大きい。学内のシャトルバスはもとより、学生全員を収容できる学生寮や、食堂、健康施設なども充実しており、将来の人材育成に掛ける意気込みが感じられる。学生の福利厚生について、いくつかの観点から、まとめる。

なお、新領域創成科学研究科には、修士 1000 名、博士 500 名の 1500 名程度の学生が在籍している。この外、他の研究所に在籍する学生を含めると、約 2000 名の学生と約 500 名のスタッフが柏キャンパスに在籍している。

### 2) ハードウェア

移動交通手段については、つくばエクスプレス柏の葉キャンパス駅、または東武野田線江戸川台駅から徒歩 25 分の距離にある。公共交通としてのバスが、柏の葉キャンパス駅、江戸川台駅、常磐線柏駅から比較的頻繁に通じている。しかし、バスは交通渋滞

の影響を受けたり、時間も費用も掛かる。このような観点から、新領域創成科学研究科ではシャトルバスを柏の葉キャンパス駅から整備する事となった。朝と夕に学生は無料で乗車できるバスであり、学生の利便性向上に役立つと考えている。平成28年10月には、本部の補助を受けて便数を倍に増便した。

学生の多くは、自転車もしくは自動二輪車を交通手段として利用している。比較的交通量が少ない事もあり、大きな事故は発生していないが、利便性の裏にあるリスクも考慮する必要があるだろう。自転車は環境にもやさしい移動手段であり、交通ルールを守って、安全に有効利用する事が望まれる。

シャトルバスの整備によって、利便性はある程度は改善されると考えるが、他大学などで行われているような、キャンパス間連絡バスの様なものを検討する必要があるかもしれない。平成28年11月から本郷キャンパス—柏Ⅰキャンパス間を走るシャトルバスの試行運行が行われる。

柏キャンパスには、3軒の食堂と、生協購買部（食料品、文具等）がある。金額は、本郷などに比較して若干高めではある。いろいろ協力いただき、オープン時間などの点で利便性を高めていただいている。新領域在籍者の割には、食堂が余り混んでいないのは、新領域所属でありながら、本郷を主たる活動拠点としている研究室の割合が多いためではないかと危惧する。なお、キャンパスの周辺には、スーパーマーケットと24時間営業をしているコンビニエンスストアがある。

### 3) スポーツ

学生の健康維持のためには、適度なスポーツなどが必要である。新領域としてはこのために、いくつかの対策をとって来ている。

#### a) テニスコート2面の整備

環境棟東側にテニスコートを整備し、時間外や休日に学生に開放している。

#### b) ジムの整備

柏Ⅱキャンパスの生涯健康スポーツセンターにおいて無料でジムを利用する事が出来る。週3回、定時後に、登録と導入講習を受けた学生が利用可能である。

#### c) 運動教室の開催

柏Ⅱキャンパスの生涯健康スポーツセンター主催で、ヨガ教室、ピラティス教室などを開催している。

#### d) 大運動会

柏キャンパスに隣接する、柏の葉運動公園のスタジアムを利用し、年1回、教職員学生交流を目的とした運動会を開催している。企画運営の主体は創域会学生部である。

#### e) 自主的な冠杯

柏キャンパス所属学生を主体として、テニス大会やソフトボール大会バスケットボール大会などが定期的で開催されている。平成27年度よりキャンパス内で駅伝大会を実施した。

#### 4) 精神的なケア

学生の精神面でのケアを行うため、学生相談室の柏分室を整備いただいている。新領域環境棟に分室をおいて、積極的なケアを進めていただいている。

また、保健センターの柏支所もあり、精神的なケアだけではなく、風邪などの病気に対するケアも行っている。特に留学生に対しては、言葉の問題などがあり、より細かなケアが必要と考える。これに対しては、柏インターナショナルオフィスや、新領域の国際交流室が中心となって、奨学金などの問題を含めケアを行っている。グローバル 30 などにより、留学生の増加が予想されており、留学生に対するより充実したケアを行う事が重要な視点であろう。あわせて、日本人学生に対しても、柏キャンパスという特殊な田舎を考えより緻密なケアを行う必要もあると考えている。平成 28 年度には基盤棟なんでも相談コーナー柏分室にコミュニケーションサポートルームが開設された。

#### 5) 学生主体の活動

新領域所属の学生の福利厚生の一環として、学生と教職員の積極的な交流を推進する事を企画している。特に研究室内部に止まらず、研究室や専攻を超えた交流が重要である。これは、本郷とは違う、柏ならではの新しい企画を進める事の重要性を意図している。毎年 4～5 月に開催される、新領域バーベキュー大会である。学内だけではなく、地元との交流をも狙った大規模な大会である。入学後 1 ヶ月でのバーベキューは学生へのケアという観点からも重要であり、より盛んにする必要があると考える。また、柏キャンパス全体で、毎年 10 月末に実施する、柏キャンパス一般公開も、交流という意味では重要である。9,600 名を超える地元の方々が来訪し、教職員・学生との交流を深める。学生にとっては、研究成果を発表する場ともなる。また、絵画や園芸などの趣味を発表する良い機会ともなると考えている。現在は研究中心であるが、学生中心の視点も加えて、より活発な企画となるようにしていく事が重要であろう。

芸術的な観点からは、クラブ活動の様なものがあるのも良いのかもしれない。上記の絵画、園芸などは、個人的な活動だけではなく、同じ趣味の個人が集まる事が、より発展的な成果を生むこともある。なお、柏図書館主催で、不定期に開催される音楽会などは、より活性化していく事が望まれる。

研究科として、上述の様な学生の主体的活動を支援するため、学生創成プロジェクトの公募を開始した。柏キャンパスで実施する、学生の自主的な活動を金銭的に援助しようとするものである。今後、自主的なクラブ活動の様なものが、発展していくと良いと考えている。

### 2.5 同窓会（創域会）活動

「創域会」は平成 20 年 10 月に本研究科修了生有志の発案に基づいて、研究科のバックアップの元に設立された、研究科出身者からなる同窓会である。現在の会員数は約 2540 名であり、平成 26 年度までの修了生 7160 名の約 35%が加入している。

創域会は会則に謳うように、「東京大学大学院新領域創成科学研究科の同窓会として、修了生および在校生の交流と親睦を図るとともに、広く社会への貢献を目指す」ことが会の主たる目的である。本目的を具体化するために、年に一度の柏キャンパス一般公開時に合わせて創域会大会を開催している。通常の総会内容に加えて、社会の一線で活躍する修了生が様々なテーマで講演する特別講演会を実施し、大会を通じて、修了生と在學生、教職員が様々な交流を可能とする場を設けている。また、主に研究科・柏キャンパスの情報を掲載したニュースマガジンを毎月一回、会員メーリングリストを介して送信し、修了生への最新の情報送信に努めている。

修了生と在學生の交流、修了生からの研究科への様々な形態での貢献を目指して、在學生を准会員として迎えていることは創域会の大きな特徴である。ただし、現状では研究科修了生がまだ日常活動の第一線で奮闘する年代であるため、出身キャンパスで同窓会活動に積極的に参加する時間を割く余裕がない。そこで、本制度を一層、具体化するため、在學生有志からなる創域会学生部を設立し、在學生のキャンパスライフを豊かにするための様々な交流イベントを企画・実行している。

創域会の現在の課題は、組織率の向上と理想的かつ主体的な活動形態の構築である。執行部では現在、理想的な同窓会の姿を追求し、さらなる活動の活性化を推進するため、様々な検討を進めており、研究科の協力を得ながら制度設計を進める予定である。

創域会は同窓会としてはまだ歴史の浅い組織であり、会員の年齢構成も成熟した他の同窓会組織とは大きく異なるため、同窓会活動が軌道に乗るまでは研究科のサポートが非常に重要である。将来的には、研究科の教育・研究活動に大きく貢献できる、自立した組織となるように、より能動的かつ効率的な運営・活動を推進する予定である。

### 3. 研究活動

#### 3.1 研究科総論

本研究科は、学融合を通じて新たな学問領域の創成を目指した研究を行うことを目的としている。すなわち、時代に即した研究体制を作り、領域横断的な視点、国際的な視点、高度な問題解決能力などを駆使して、人類が解決を迫られている課題に果敢に挑戦し、良い社会の実現に積極的に貢献することを目指している。これらの目的は、東京大学の研究面での第2次中期目標（平成22年度～平成27年度）である「多様な分野での世界最高水準の研究の実施」「我が国の社会及び国際社会の持続的発展への貢献」「大学の知に対する社会的ニーズに応え、その普及・浸透に貢献」「研究の多様性を堅持しつつ、適正かつ機動的な教員配置の実施」などとも合致したものである。

上記の目的を果たすために、本研究科では特に下記の点に重点を置いた研究活動を行っている。

- 領域横断的な学の融合と学際的協調による新たな学問領域の創成
- 新しい分野における創造性と独創性に優れた先端的研究拠点の形成
- 既存の学問領域と組織の枠組みを越えた学際的研究拠点の形成

- 研究成果の社会・地域への還元・活用
- 他研究機関との連携による研究の持続的な活性化
- 外国人研究員及び留学生の積極的な受け入れによる国際的共同研究の推進

以下で「研究業績」「特許・出願状況」「共同研究の状況」「競争資金獲得状況」「研究成果の事例」について、平成22年度～平成27年度の研究の状況および成果について説明を行う。これらの結果より、学融合分野およびそれぞれの伝統的な学問領域において大きな貢献を果たすとともに、研究提案ベースの競争的資金をはじめ、共同研究や受託研究、寄附金の受け入れなど多様な外部資金も多額を獲得しており、新たな産業分野を模索している関連企業や領域横断型の政策的課題の解決を図っている官公庁の関係者の期待にも大いに応えていることが分かる。さらに、未踏分野の産業化やベンチャー企業の設立に代表されるように、新規産業分野の創出・育成、地域との共同研究などでも大きく貢献している。

### (1) 研究業績の状況

本研究科の所属教員は、平成27年度は1人当たり平均13.2件程度の研究論文や著書、学会発表などを行っている。また、会議の主催やチェアを年間39件以上行っており各分野における研究発信の中心的な役割も果たしている。平成22年度～平成27年度では、原著論文数（学術論文誌および査読のある国際学会論文）を、1年あたり800～1,000件程度発表しており、助教も含めた教員1名当たり約4～5件の原著論文を毎年発表していることになる。研究成果の海外への積極的な発信を意識して、そのほとんどは英文で書かれている。国際会議等の重要な会議の基調講演・招待講演数は、年々増加傾向にあり、最近では助教も含めた教員1名当たり約1件以上の基調講演・招待講演を行っていることが分かる。また、平成22年～平成27年度で、国際的な賞を含めて、学会等の重要な賞を70件受賞している。

### (2) 特許・出願状況（資料編参照）

研究成果に基づく特許出願件数および特許取得件数は、平成22年度から平成27年度までの5年間で、それぞれ国内120件と54件、外国106件と14件に上る。特に平成26-27年は、画像解析技術やIT技術と生命科学分野での学融合が進み、本研究科発のベンチャー企業として、平成26年にはライフサイエンス研究者向けの画像解析ソフトウェア・システムの研究開発に強みをもつ「エルピクセル株式会社」（関連特許4件）が、また平成27年には心臓シミュレータ技術を元にした「株式会社 UT-Heart 研究所」（関連特許14件）が設立されるとともに、材料分野で20件、モータ関連技術で8件など同一分野でのポートフォリオ構築型の出願が増加している。

### (3) 共同研究の状況（資料編参照）

本研究科では、寄付講座、連携講座や協力講座の設置などに積極的に取り組み、学外の研究機関の協力も仰ぎながら、学融合を目指して融合的な共同研究の推進を強力に

図っている。理系だけでなく文系の外部機関も多く含まれている点が、本研究科の特徴を良く表している。国内の民間および公的な組織との契約による共同研究および受託研究は、合わせて1年あたり200件程度実施されている。

国内の共同研究だけでなく国際的な共同研究も積極的に推進している。外国人特任教授・准教授を毎年20人程度、約3ヶ月～1年の間雇用し、世界的な規模での国際協力関係の構築や国際共同研究の拠点化を進めている。その結果、海外との共同研究件数もこの数年で大きく増加し、平成27年度には145件以上の共同研究プロジェクトに参画している。特に、三カ国間以上の多国間の共同研究プロジェクトが43件、4カ国間以上の共同プロジェクトが19件（共に平成27年度）あり、国際的な共同研究が一段と推進されている。

地域の連携プロジェクトへの協力や地域との共同研究についても積極的に取り組んでおり、UDCK（柏の葉アーバンデザインセンター）では、東京大学を含む公・民・学の7つの組織が協力して、「まちづくりに係る研究・提案・人材育成」「実証実験・事業創出」「デザインマネジメント」「エリアマネジメント」などに取り組み、地域に密着した研究および社会貢献を進めている。

なお、共同研究を含む連携活動の詳細は、「4)連携活動」で詳しく説明を行なう。

#### (4) 研究資金の獲得状況（資料編参照）

研究を支える研究資金は、基礎的な運営費交付金によるものの他、さまざまな外部資金の獲得によって賄われている。平成22年度～平成27年度の科学研究費の獲得状況は、1年間当たりおおよそ8億～11億（170件～200件）であり、他の競争資金を加えた競争資金全体では毎年11億～12億円程度を獲得している。また、受託研究・共同研究費等と合わせた外部資金の総額は、平成23年度に東日本大震災の影響などで若干減少したものの、その後は資金種別ごとに増減はあるが、総額は年度を追って増加してきている。獲得資金の総額では、基幹講座の教員および特任教員の総計214人に対し平成27年度に31億円を超えているが、これは教員1人当たりに換算すると1,470万円を超えている。このように、外部資金の獲得が順調であるのは、学融合の推進により本研究科で誕生した新しい学問領域が科研費等の予算獲得や企業からの共同研究という観点からも一定の評価を受けていることを反映したものと分析している。

#### (5) 研究成果の事例

いくつかの代表的な学術面での研究成果を紹介する。学融合の事例として、例えば「スパースモデリングを用いた高次元データ駆動科学の展開」では、大量の高次元データから情報抽出する普遍的方法を構築しており、これらの成果は物性科学や生命科学、地球惑星科学などの広範囲な自然科学へ応用されている。これらの成果に基づき、この分野は科学研究費の新学術領域に採択されると共に、NHKテレビ番組（サイエンスZero）などで紹介されている。情報科学と医学の学融合研究成果で得られた「心臓シミュレータ UT-Heart」は、学術的に大きな反響を呼んでいるだけでなく、テーラーメイド医療

のための臨床研究、創薬応用研究、医療機器開発への応用研究が実用レベルに達し、企業との共同研究に関わる特許出願は国内 31 件、国際 59 件（登録はそれぞれ 8 件、9 件）に上っている。

新しい領域を切り開く研究事例として、超音波を用いて何も装備していない皮膚に触覚を惹起する「空中触覚提示技術」は、経済産業省 Innovative Technologies 2014 Industry 特別賞、SIGGRAPH 特別賞、ACM UIST2014 および IEEE WHC2015 の Best Demo Award、Annual BCI-Research Award 2014 の最優秀賞（Winner）など、平成 25 年から現在までの間に 13 の学術賞を受賞している。それらの成果は多くのテレビ番組で紹介されると共に、国内外の自動車・IT 企業・電気関連企業などが、本研究科の教員と情報交換しながら実用化研究を進められている。

その他に、「ナノプローブを用いた固体表面及び界面の化学反応」「磁気圏型プラズマ」「昆虫の擬態紋様形成機構」「外生菌根菌の生態」「ニホンウナギの生態」「コンパクト MRI を用いた樹木内の水分通導の可視化」など、多くの研究においてその成果が著名論文誌に掲載され、世界的に高い評価を受けている。特に、ニホンウナギの産卵海域において初めて卵を発見した研究は、「Nature Communications」に掲載されると共に、新聞記事 10 件テレビ放送 17 件で報道され大きな反響を受けている。

社会、経済、文化的に意義の大きな研究でも多くの成果を出している。例えば、「革新的超分子ネットワークマテリアル」の研究は、平成 26 年に ImPACT 革新的研究開発推進プログラムに採択され、実用化研究が強力に進められている。その結果は、平成 27 年 9 月の総合科学技術・イノベーション会議において総理官邸で安倍総理はじめ主要閣僚に紹介されるなど、極めて高い評価を得ている。また、「炭素繊維強化高分子複合材料（CFRP）のライフサイクルモニタリングと品質保証技術に関する研究」の研究成果に基づき、平成 26 年度より内閣府 SIP 革新構造材料プログラムの中核テーマである「樹脂・FRP」グループの中心的役割を本研究科で担っている。さらに、「植物由来の新規抗真菌物質」「電気自動車の制御とワイヤレス給電」「北極航路支援システム開発」「浮体式洋上風力発電システムの研究」などの研究は、環境・エネルギー・安全などの社会的な面から世界的に注目を集めており、新聞やテレビなどの多くのメディアで報道がなされ社会的に大きなインパクトを与えている。

## 3.2 専攻・センター等の研究活動

### 基盤科学研究系

#### 物質系専攻

##### 1. 専攻の研究目的

“物質”とは、原子核と複数の電子から作られる原子というナノスケールの構成要素が 10<sup>23</sup> という天文学的な数にわたって集合して形成された多体系である。これまでに、様々な物質やそれが示す多様な現象が理解され、それらを応用するための学問が構築されてきた。しかし、我々が現状で扱うことができている自由度は、多体系が持つ天文学的な自由度のごく一部に過ぎない。この未開拓な自由度に着目して、新しい現象の探索、

新しい概念の構築を行い、さらに、それらの応用分野を開発することが、本専攻の目標である。

この目標を達成するために、下記の2つのアプローチを行っている。一つは、巨視的な現象の観測からナノスケールでの出来事を予想するだけでなく、直接ナノスケールでの現象を観測し、制御することである。走査トンネル顕微鏡群、シンクロトロン放射光・中性子線などの強力な量子ビーム群、スーパーコンピュータによるシミュレーション等の、高度なテクノロジーの開発と応用を行っている。もう一つは、超強磁場・超高压・超低温・超短パルスレーザー等の極限状態や、プラズマや超急冷等の非平衡状態を利用して、強電子相関等の多体効果についての情報を収集し、新しい描像の構築、新プロセスの開発を行っている。

## 2. 人事の概要

承継教員について、異動等による外部との人事交流を積極的に進めており、流動性が高い。平成23年度以降では、教授では2名が転出あるいは転出予定、4名が着任、准教授では4名が転出、4名が着任、講師1名が転出している。また、11名の助教のうち、5年以上在籍しているものは3名に過ぎない。また、教授1名が内閣府の「革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）のプログラスマネージャーとのクロス・アポイントメントを行っている。

## 3. 外部資金の獲得状況の概要

獲得外部資金は、科学研究費補助金、独立行政法人科学技術振興機構（戦略的創造研究推進事業、先端計測分析技術・機器開発事業、産学共同シーズイノベーション化事業、地球環境研究総合推進費など）、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（再委託を含む）による科学技術研究推進費および企業からの共同研究などである。

科学研究費補助金（過去5年間の年平均獲得額実績：直接経費約2億円）、その他の外部資金（過去5年間の平均：約2億円）。

## 4. 研究に関する中長期計画

**【中期計画】** 本専攻の教員は、ソフトマテリアル、強相関エレクトロニクス材料、半導体、プラズマ材料プロセス、単分子反応制御・計測、超短パルスレーザー分光、中性子・放射光計測、低温測定技術、強磁場技術等の新材料開発、プロセス技術、ナノテクノロジーによる先端計測技術の分野において、世界的に注目される研究成果を挙げている。新領域発足から18年を経て、それぞれの研究は軌道に乗り、熟成期に差し掛かっており、物理学・化学・材料学の異なったディシプリンが一つの専攻に融合することによる利点をさらに積極的に活用し、それぞれのアクティビティを協奏的に増強する必要がある。具体的には、学融合をこれまで以上に意識した専攻内連携を推進し、研究室単位で行われて来た上記研究活動を、求心力を有したプロジェクト研究（あるいはプロジェクト組織）としてまとめ上げる。例えば、基礎研究から革新的なデバイスや評価技術の創

成を見渡す、長期的視野にたった研究計画が効率的に推進されるよう、専攻内での綿密な連携と組織運営を進めるとともに、専攻外との協力を積極的に推進する。例えば、これまで主として固体材料を対象として先鋭化してきた材料開発技術や先端計測技術を、多様な分野(例えば生体分野や医療分野)にも適用することによる新たな研究展開を図っている。

また、平成20年度には基盤科学系内の融合科学プロジェクトとして、「基盤科学領域創成 研究教育プログラム」が発足し、分野の枠組みを越え「可視化する」、「描画する」、「デザインする」ことについて新しい方法論、哲学を探究し、学融合的なカリキュラムで視野の広い人材を育てる試みが開始された。当プロジェクトのカリキュラムは当プロジェクトの中核教員による短期集中講義と各専攻の通常講義との組み合わせで成り立っており、プログラム修了者には、認定書が授与される。本専攻は新たに生体計測分野を専門とする佐々木裕次教授を招き、多次元画像科学分野を開設し、当該プロジェクト推進に参画している。このような背景から、私たち基盤科学研究系では『基盤科学領域創成研究教育プログラム』を発足させた。本プログラムは、物質科学、エネルギー科学、生命科学各分野での計測、解析、シミュレーション・描画等の手法を先鋭化する。そして、それらを融合した新しい方法論を構築し、従来の研究手法では到達できない「革新的な科学技術認識」を実現することを目的としている。これらのプロジェクトおよび客員教員制度を有効に利用することによって、物質科学の生体分野への応用を積極的に推進している。すでに、専攻内のソフトマテリアルグループや先端計測グループとの共同研究が開始されており、本専攻の新しい研究展開の試金石としたいと考えている。

**【長期計画】** 中期計画の内容を推し進め、異なる分野をも取り込む新しい物質科学の構築と、応用面でのブレークスルーに繋がる新規な基盤科学研究の創出を進め、本専攻を物質科学の総合拠点として発展させる。同時に、世界的な視野にたった積極的な人事を推進する。専攻の分野融合的な特長を生かした独創的成果の発信を行うとともに、新しい科学技術分野開拓を担う気鋭の人材輩出を目指す。

## 先端エネルギー工学専攻

### 1. 専攻の研究目的

先端エネルギー工学専攻は「エネルギー」というキーワードに関わるラディカルな諸問題に果敢に挑戦し、現代のエネルギー関連工学の枠を超え、むしろ未来のエネルギー工学に発展することが期待される先端的な研究を行うことを目的としている。

先端エネルギー工学専攻の中心的研究課題は、超高温プラズマや高エンタルピー流体など極限的物質状態を応用したエネルギーの発生、変換、制御、極限構造材料設計、また、電磁エネルギーを代表とするエネルギーの効率的な利用、貯蔵、さらに環境適合性に配慮した新たなエネルギー源の開発と合理的なエネルギー利用による未来社会の設計である。エネルギー工学の新しい時代を拓こうとするこれらの研究は、最先端の大型実験設備、高度な理論解析および先進的な数値シミュレーション技術を融合させてはじめて可

能となる。本専攻発の新しい概念や技術の構築・提案に向けて、実験あるいは理論に偏重しない自己完結した研究を実施するとともに、国内外の他研究機関との密接なネットワークの中で独自のアイデンティティを確立することを目指す。

## 2. 主要研究テーマの概要

先端エネルギー工学では、基盤科学実験棟に設置された大型実験設備を中核としつつ、ハードとソフトの両面から新しいエネルギー技術につながる先端的な研究プロジェクトを推進している。これらは、(A)新エネルギーの創出、(B)エネルギーインフラ・ネットワーク、(C)先端的エネルギー利用・制御、(D)エネルギー変換の極限環境利用、に大別される。以下に個別のプロジェクトについて説明する。

### (A) 新エネルギーの創出

#### (1) 「磁気リコネクション実験装置および核融合、実験室天文学」

磁気リコネクションは高導電率のプラズマ中で磁力線がつなぎ変わる現象で全てのプラズマの磁場構造変化を決める他、磁気エネルギーを運動・熱エネルギーに変えるため宇宙・核融合プラズマの加熱を解くキーとなる。東京大学は1986（昭和61）年TS-3実験装置でプラズマ合体による初めての実験検証を行って以来、2000年代TS-4, UTST実験装置と常に世界で最も高いレイノルズ数領域で多くの謎：1)リコネクションのガイド磁場効果、2)リコネクションの巨大イオン加熱と局所電子加熱、3)高速リコネクション機構、4)間欠リコネクション、5)3次元リコネクションを解明してきた。2015（平成27）年までに米国物理学会、欧州物理学会の招待講演、基調講演、Physics of Plasmas等の招待論文をそれぞれ10回以上行い、記者発表、商業誌等も加え、学術的、社会的波及効果は大きい。

#### (2) 「磁気圏型プラズマ実験装置」

RT-1 および mini-RT 実験装置は「磁気圏型プラズマ閉じ込め」というオリジナルな方式による超高温プラズマ装置である。これらを用いた実験プロジェクトを結節点として幅広い学融合を実現し、既成の枠組みや方法論にとらわれない新しい学術の創成と未来を担う人材の育成を行っている。プラズマの本質は「集団現象」であり、荷電粒子系であることを抽象化すれば、問題は極めて広い文脈に位置づけられる。すなわち集団現象において多様な構造がどのようにして生み出され、持続されるのかを解明しようという学術的な取り組みである。理系から文系にまで広がるこの大きなテーマについて、プラズマ物理の研究が一つのリーディングエッジとなる。実験物理学のメリットは定量性と明証性にある。本研究施設は、東京大学で独自に開発してきた実験技術に基づく独創的かつ最先端の実験設備であり、世界に卓越する研究の拠点である。先進的核融合につながる超高温プラズマの高性能閉じ込めや反物質プラズマの生成などで具体的な成果あげ、海外の研究機関のプロジェクトにも波及している。

#### (3) 「核融合炉設計」

本格的な核燃焼実験を目指した国際熱核融合炉 ITER の建設も佳境を迎え、いよいよ

核融合発電を実証するための原型炉計画を本格的に推進すべく、全日本体制で原型炉設計合同特別チームは設立された。核融合炉設計では、様々なプラズマ物理の制約が課された核融合炉心プラズマと最先端技術が結集された炉工学技術との整合性を図り、さらに安全性やコスト等の社会受容性も考慮する必要がある。本学では、核融合炉設計の根幹となるシステムコード開発を行うと共に、炉心プラズマの閉じ込め物理解明や核燃焼プラズマのロバスト制御、また高熱負荷低減を目指したダイバータプラズマ制御、さらには核融合炉の安全性などの核融合炉開発でキーとなる課題に取り組んでいる。

## (B) エネルギーインフラ・ネットワーク

### (4) 「エネルギーネットワーク技術」

電気エネルギーを発生・輸送・消費する電気エネルギーネットワークにおいて、永遠の課題といわれているダイナミックな大規模・複雑システムとしての安定性解析、安定化制御、品質向上制御に関して、効率的な解析アルゴリズム、パワーエレクトロニクスを応用した電力制御機器の開発及びその先端的制御理論を適用した制御手法の開発を行っている。特に、大量の太陽光発電（PV）や風力発電などの再生可能エネルギーの導入を可能とする、多数のEVやヒートポンプ給湯機、PVなどの需要家機器の制御も考慮したスマートグリッドや、規制緩和が進む環境下での電力システムの課題について、経済性やリスクを織り込んだ計画、運用、制御の研究・開発に取り組んでいる。

### (5) 「先進ヒューマンモビリティ安全設計学」

平成28年4月にスタートする「先進ヒューマンモビリティ安全設計学」寄付講座では、軌道系公共交通や電気自動車など、複雑な電気計測・制御系を含む次世代の車両、交通インフラを対象に、安全性や省エネルギー性、信頼性を高める設計法、評価法について研究する。FTAやFMEAなど、学術的に広く認められてきた評価手法と日本独自の安全管理手法の比較分析を行い、産学連携も進めながら研究し、実フィールド・データや試験結果をもとにその有用性を実証する。

## (C) 先端的エネルギー利用・制御

### (6) 「超電導応用機器・システム」

超電導体の低損失、高電流密度、強磁場発生などの特長を利用して、電気エネルギーの効率的利用や先進的な電磁場・電磁力の利用のための電気エネルギー機器およびシステムの研究を進めている。特に、洋上風力用の超大型風力発電機的设计や高性能化、直流電気鉄道の電力供給システムへの超電導ケーブルの適用、極限環境下で動作する超低損失アクチュエータや超低損失超電導軸受の研究、有限要素法を用いた電磁界・熱伝導場連成解析による超電導体の電磁現象の解析などを進め、適用分野は、電力分野から交通輸送、産業応用などに広がっている。

### (7) 「電気自動車と電気飛行機」

電気モータの高速トルク応答を生かし、電気自動車（EV）・電気飛行機（EA）で初めて可能になる新しい制御や宇宙機に必要な制御を研究している。4輪にインホイー

ルモータや横力センサなどを搭載した「FPEV2-Kanon」、GPS やカメラを搭載した小型 EV 「C-COMS1」、前後輪の駆動ユニットを自由に交換可能な「FPEV4-Sawyer」を中心に EV の研究を行っている。最近では、道路情報を考慮した最適速度軌道による航続距離延長自動運転や、最短時間自動運転制御などの研究を行なった。今後は完全自動運転や運転支援システムへの実応用化に向けて、研究に取り組んでいく。EA においては電動モータの高速・高精度なトルク応答を活かした、EA ならではの制御法を研究している。機体速度制御、プロペラ後流を利用した昇降速度制御法、ラダー操舵によるヨーレート制御法を提案している。今後は有人実験用 EA 「FPEA1」の製作を進め、更なる安全性向上と航続距離延長制御の研究に取り組む。また、月惑星探査機のフルアクティブ着陸脚の提案および着陸時の転倒防止制御法の研究にも取り組んでいく予定である。

#### (8) 「ワイヤレス電力伝送システム」

磁界共振結合方式による、長距離・高効率なワイヤレス電力伝送 (WPT) の研究を行っている。0.5 ~ 1m と長距離であっても 90% の伝送効率を達成可能、送受電器の位置ずれに強い、といった利点を用いて、現在の EV のバッテリー容量による航続距離への制約を補完できる。すなわち、従来のプラグ接続型より便利な WPT を利用した給電を行うことによって、走行中や短時間の停車時に外部からの電気エネルギーを EV に供給できる。さらに EV のインホイールモータに WPT を適用することで、それまで煩雑だった動力線などをワイヤレス化して、高信頼化したモビリティを実現した。現在、(1)EV のインホイールモータへのワイヤレス給電、(2)負荷側制御あるいは送電側制御による伝送効率の最大化及び所望電力の実現、(3)EV の走行中給電に向けたシステム構築と伝送効率改善、(4)漏洩電磁波対策、(5)複数負荷への一括ワイヤレス給電、(6)放射性廃棄物保管施設におけるモニタリング用センサ類へのワイヤレス給電などの研究を行っている。

#### (9) 「プラズマ技術の医療応用」

プラズマの医療応用では、プラズマを患部に照射して癌治療や創傷治療を行う研究に取り組んでいる。マウスを使った動物実験では、癌に対する免疫を高める免疫療法の可能性を発見し、細胞実験ではプラズマのレーザー計測やシミュレーションを通して、治療機序の解明に取り組んでいる。エネルギー応用では、次世代太陽電池である色素増感太陽電池の製作工程における焼成温度を、プラズマ処理を用いて 450℃ から 150℃ 以下に下げる技術の開発を行い、材料の制約緩和および低コスト化に貢献している。その他、プラズマで燃焼反応を促進する研究にも取り組んでいる。

#### (D) エネルギー変換の極限環境利用

##### (10) 「革新複合材料学術研究」

本研究は、主に TJCC (革新複合材学術研究センター) での活動と連携して行っている。光ファイバ温度・ひずみ同時計測技術を新規成形プロセスに適用可能なレベルまで向上させ、各製造プロセスにおける材料内挙動を詳細に評価する。光ファイバを考慮した複合材料モデルによる新規成形プロセスシミュレーションおよび損傷発生・進展解析

を行い、実際の試験から得られる光ファイバ応答と照らし合わせることで CFRP の品質・健全性を評価する手法を確立する。最終的に補強板構造の部分構造供試体を用いて模擬実用環境下でのライフサイクルモニタリング実証を行う。その際、マルチスケール・マルチフィジックスに基づく計算科学を最大限に利用した、ライフサイクルに渡るシミュレーション技術を構築する。

#### (11) 「革新的大気圏突入飛行技術」

大気のある惑星への空気抵抗を利用した軌道投入（エアロキャプチャ）や、着陸探査に伴う大気圏突入、地上と宇宙を結ぶスペースプレーンの空力形状設計のような将来の宇宙開発だけでなく、隕石の大気圏突入などの自然現象解明における問題解決で、極超音速空気力学は重要な役割を果たしている。本研究では、当専攻に設置されている極超音速風洞を用いた実験と流体の計算シミュレーション（CFD）を連携させ、革新的大気圏突入に関する研究を行っている。そのひとつとして、インフレータブル（ガス充填）方式や形状記憶合金を用いた展開式の耐熱布製柔軟構造エアロシェル（空気ブレーキ）の研究開発を JAXA と共同で進めている。軽量大面積の空気ブレーキは低密度大気中でも効率的に働くため火星探査や地球大気圏再突入での空力加熱緩和に有効であること。このことは平成 24 年実施の JAXA 観測ロケット実験や平成 28 年度打上げ予定の国際宇宙ステーション放出超小型衛星で飛行実証が行われている。その他、プラズマ放電を利用した極超音速飛行体制御技術の開発、計算機シミュレーションによる隕石のソニックブーム地上伝播メカニズムの解明や、隕石を模擬した氷球の風洞実験によるアブレーションと隕石形状変化の特徴解明などを行っている。

#### (12) 「ジェット空力音響技術」

ジェットの空力音響現象は、航空宇宙分野において長年取り組まれているテーマのひとつであるが、いまだ分からないことも多い。一般に、ジェット空力音響に関する実験を行う場合、測定部が無響室となっている専用の設備を使用するのが常であるが、それ故に大学の研究室レベルで実験を行うには困難が伴う。そこで本研究ではまず、当専攻所有の極超音速高エンタルピー風洞を用い、簡易的に吸音処理を施した状態で実験を行った。他の設備での計測データが豊富なマッハ 0.9 のジェットから生じる騒音を対象に騒音計測を行ったところ、ある周波数以上の帯域では十分な精度で現象を再現できることが確認された。その後、ロケット発射台などに見られる、固体壁に衝突する超音速ジェットから生じる音響現象を対象に、マイクロフォン計測だけでなく、高速度ビデオカメラによる可視化動画撮影とその解析手法の確立、さらにはマイクロフォンアレイを用いた音響インテンシティ計測など、現象解明だけでなく新しい計測・解析手法の構築を目指して研究を行っている。

#### (13) 「革新宇宙推進システム」(小泉)

小惑星探査機はやぶさのイオンエンジンに代表される電気推進機に対し、更なる発展の鍵となる 10 kW 超の大電力および 10 W 級の低電力領域への拡大を進めている。大電力領域では、最有力候補であるホールスラスタに関し、最大の課題である壁面損耗現象と磁場垂直方向の電子輸送に対する研究を実験／計算の両者から実施している。さら

に、20-30年後の火星／小惑星への大型物資輸送にむけて、完全無電極の新しいプラズマ推進機の基礎研究を進めている。一方、低電力領域では、超小型イオンスラスタの基礎研究に始まり、深宇宙における世界初の作動実証、同技術を深宇宙探査機バスとして確立するためのプロジェクトを進めている。現時点において、超小型イオンスラスタ(100 kg以下宇宙機に搭載可能な50 W以下のスラスタ)を、宇宙で作動させた実績を持つのは世界でも本研究グループのみである。さらに、産学連携の一環として、開発した小型イオンスラスタおよび小型個体スラスタを民間企業の実証衛星へ適用する共同開発を実施している。

### 3. 学融合の推進状況

「エネルギー」に関わる問題は多岐に広がると同時に、様々な領域の問題が「エネルギー」という基礎概念に引き寄せられる。したがって、本専攻の研究活動は、学融合について極めて強いインセンティブをもっている。以下の研究プロジェクトや連携協力が進行中である。ここでは、「学融合」の視点で特長的な専攻の研究活動を以下にまとめる。

#### (I) 多様性の起源と維持のメカニズム

「多様性」は、文化、社会、生態系、自然現象などを特徴づける普遍的な特性であるが、その起源と維持のメカニズムに光をあてる研究は少ない。国際高等研究所のプロジェクト研究として「多様性の起源と維持のメカニズム」を企画・遂行し、自然科学、数学、医学、社会学、哲学など極めて広い分野の専門家が集まって共同研究を行った。その成果は、吉田善章（編）、『多様性の起源と維持のメカニズム』（高等研出版コピーマート、平成16年）として出版された。このプロジェクト研究を通じてつくられた極めて幅広い研究者ネットワークを活用して、継続的な研究活動をおこなっている。我々は「渦」によって表象される極めて多様な事象（自然現象にとどまらず、社会現象、さらに心的現象にまで広がる）に注目している。渦は自然界、社会に偏在する典型的な動的構造であるが、その起源、発展、効果は未解明である。数学的にも幾何学と解析学の融合を促す興味深いテーマであり、その定義にまで遡及する問題として様々な共同研究を実施している。

#### (II) 核融合と宇宙・天体物理の融合研究

磁気リコネクションは高導電率のプラズマ中で磁力線がつながり変わる現象で全てのプラズマの磁場構造変化を決める他、磁気エネルギーを運動・熱エネルギーに変えるため宇宙・核融合プラズマの加熱を解くための鍵となる。当専攻で進められている磁気リコネクション実験装置 UTST による研究は、この分野の研究者を国際的に結ぶ要となっている。世界的にも類似合体装置の建設はプリンストン大学、MIT をはじめ 10 にのぼり、平成 25 年はソウル大に UTST に範を取ったと思われる装置が建設されている。平成 22～26 年は実験・観測・理論を連携させた COE 組織：先端研究拠点の責任者をつとめ、昨年終了時に最高ランクの評価を得ている。最近の日英協力のトカマク実験により核融合反応開始に迫る 1.2keV を 0.3MA という小電流で実現したことから、リコネクションの巨大イオン加熱が注目され、平成 27 年日英で大型科学研究費による新規トカマク合

体加熱実験が認められ、TS-U（日）、ST-40（英）が建設中である。

RT-1 プロジェクトでは磁気圏の自己組織化に関する研究で成果をあげている。これにかかわる理論研究では、相対論的プラズマ、量子論的プラズマの定式化が行われ、天体・宇宙プラズマやコスモロジーへの応用で先端的な国際共同研究が進んでいる。

### **(III) 極超音速高エンタルピー風洞を用いた融合研究**

極超音速高エンタルピー風洞は、学内外に開かれた研究設備として技術情報をホームページで公開 ([http://daedalus.k.u-tokyo.ac.jp/wt/wt\\_index.htm](http://daedalus.k.u-tokyo.ac.jp/wt/wt_index.htm)) しており、広く研究プロジェクトを募り、様々な共同研究を行っている。平成 22 年度から 27 年度まで、のべ 85 件の研究プロジェクトが行われ、うち、18 件が他大学、8 件が外部研究機関（JAXA）であった。風洞の運用は、先端エネルギー工学専攻と工学系航空宇宙工学専攻のエキスパートによる風洞 WG によって行われており、研究プロジェクトだけでなく、設備運用を通じて、他部局との交流や融合研究の場として機能している。

### **(IV) エネルギー・環境分野の技術融合**

スマートグリッドや再生可能エネルギー電源などを含むエネルギー・環境分野で、他部局や他大学の研究グループと広範な連携を行い、広域計測システムを利用したオンライン・インテリジェント制御など本専攻発の新しいエネルギーネットワーク制御技術の提案に向けた研究を推進している。

### **(V) 先端エネルギー工学の医療応用**

癌治療の研究を専門とする学内の研究グループと共同研究を行い、プラズマによる癌治療の研究に取り組んでいる。プラズマに強い我々と、癌治療をはじめとする医療研究に強い先方の強みを生かしている。科研費の新学術領域研究「プラズマ医療科学の創成」の研究分担者としても参画し、日本各地のプラズマ研究者、バイオ医療研究者、医者との意見交換や研究会にも定期的に参加し、連携を強めている。

### **(VI) 電気飛行機**

電気工学・制御工学を専門とする堀・藤本研と航空宇宙工学・流体力学を専門とする鈴木研究室の共同研究により、電気飛行機の制御に関する研究を行っている。具体的には、鈴木研究室の風洞に、堀・藤本研の電気飛行機のミニモデルを持ち込み、電気モータの高応答性を利用した垂直方向の運動制御系や、回生電力の最大化制御に関する実験を行っており、これまでに 4 本の共著論文を国際会議等で発表をした。

さらに近年は、JAXA 相模原と共同研究を開始し、月面アクティブ着陸脚制御の開発や、JAXA 調布と電気飛行機の制御の共同研究（風外乱にロバストな推力制御、航続距離延長制御、陸空両用電動スカイカーの開発）など新分野の開拓を積極的に行っている。

### **(VII) 理工連携深宇宙探査学**

基盤科学研究系の複雑理工学専攻には、月・惑星探査（深宇宙探査と総称する）のサイエンス（惑星科学）の専門家が所属しており、先端エネルギー工学専攻には、それを実現するためのエンジニア（航空宇宙工学）の専門家が所属している。これは、深宇宙探査における基盤系および新領域創成科学研究科の強みであり、平成 23 年度より「理工連携」を旗印にした「深宇宙探査学」の研究体制づくりを開始した。平成 24 年 1 月

に JAXA 宇宙科学研究所との連携講座「深宇宙探査学講座第一、第二」を上記 2 専攻に立ち上げた。講義に加え、平成 23 年 5 月からは深宇宙探査学シンポジウムシリーズを始め、現在、6 回が行われている。これは、学生への教育や一般への啓蒙だけでなく、「理工連携」と「超小型衛星による探査」の重要性を関係者に訴える場ともなっている。実際、これらの考え方は深宇宙探査コミュニティに浸透しつつあり、ここで発信した深宇宙探査学は、工学系研究科、理学系研究科を含む全学的な「宇宙惑星科学機構」設立に向けた動きに拡大している。また、平成 28 年 1 月からは JAXA 大学共同利用連携拠点「超小型探査機開発拠点」が設置されたが、その中で、理工連携をとりまとめる全体的な役割と、深宇宙航行用の推進システム（イオンロケットなど）や惑星大気圏突入用の展開型空気ブレーキなどの鍵技術の開発を担っている。

#### 4. 外部資金の獲得状況の概要

第 2 項に記述した研究プロジェクトは、主に本専攻の教員を研究代表者とする科学研究費補助金に、他研究機関との共同研究や委託研究に係る研究費などによって支援されている。

##### (A) 新エネルギーの創出

##### (1) 「磁気リコネクション実験装置および核融合、実験室天文学」

磁気リコネクション実験装置および核融合、実験室天文学は以下の外部資金を得て進められている。実際の研究を進めるための資金だけでなく、拠点事業や海外派遣事業に関する外部資金も獲得している。

- ・ 科学研究費補助金 平成 22 年～ 26 年基盤研究 (A) 「急速合体加熱と定常中性粒子ビーム加熱を駆使した球状トーラスの限界ベータ検証実験」
- ・ 科学研究費補助金 平成 23 年～ 25 年挑戦的萌芽研究 「ダブレット配位を用いた動的ダイバータの提案」
- ・ 科学研究費補助金 平成 27 年～ 31 年基盤研究 (S) 「2 次元画像比較を駆使した聴講磁場リコネクションの巨大加熱・加速の解明と応用開拓」
- ・ 科学研究費補助金 平成 27 年～ 29 年挑戦的萌芽研究 「パルス高出力リコネクション加熱を用いたトカマク点火実験」
- ・ 日本学術振興会 平成 22 年～ 26 年先端研究拠点事業 「実験室と宇宙のプラズマの自己組織化に関する国際連携」
- ・ 日本学術振興会 平成 21 年～ 24 年組織的な若手研究者等海外派遣プログラム 「実験室と天体プラズマの自己組織化と磁気リコネクションに関する国際連携組織」

##### (2) 「磁気圏型プラズマ実験装置」

RT-1 実験プロジェクトを中核とし、Mini-RT プロジェクトと理論研究を総合的に進め、自然界におけるプラズマ「磁場閉じ込め」の基本形である磁気圏型配位の自己組織化メカニズムを解明し、先進核融合を可能にするプラズマの高性能閉じ込めの原理実証を行った。プラズマを扱う理論的枠組みを時空の幾何学理論の立場から見直し、自然界で

どのようにプラズマの構造が生成し持続するのかを理解する新たな見地が開かれた。物理学の根本は時空の理論であり、自己組織化を時空の構造として説明する研究は、相対論的プラズマや量子論的プラズマの研究へ発展している。

- ・ 科学研究費補助金 基盤研究 (S) 「磁気圏プラズマの自己組織化—磁場によって歪むメトリックの非線形効果」 (吉田善章、平成 23 ~ 27 年度)
- ・ 科学研究費補助金 若手研究 (A) (斎藤晴彦、平成 25 ~ 28 年度)
- ・ 積水化学「自然に学ぶものづくり」研究助成プログラム助成金 (平成 26 年)
- ・ 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 「高エネルギー粒子誘起ガンマ線計測法の核燃焼場への応用」 (西浦、平成 24 ~ 26 年度)
- ・ 科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究 「ミリ波散乱計測を応用した高温プラズマ中の燃料イオンの先進分析手法の提案」 (西浦、平成 25 ~ 26 年度) など

### (3) 「核融合炉設計」

核融合炉心プラズマと炉工学技術とを統合した核融合炉設計用のシステムコードを開発し、トカマク炉におけるパルス運転核融合炉の可能性などを明らかにしてきた。また核燃焼プラズマに対する多変数制御や $H\infty$ 制御などのロバスト制御技術の導入、仮想ダイバータモデルの提案と非等方イオン温度効果を取り入れたダイバータコードの開発とダイバータ熱負荷低減のシミュレーション、さらには核融合炉の安全性など、核融合炉開発でキーとなる課題に取り組み核融合炉設計の基盤構築に貢献してきた。

- ・ 核融合科学研究所 LHD 計画共同研究 「第二世代高温超伝導線材のコイル化技術開発と核融合プラズマ実験装置への応用」 (平成 23 ~ 25 年度)
- ・ 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 「トーラス系高密度プラズマでの電子バーンシュタイン波の総合的理解」 (小川雄一、平成 23 ~ 25 年度)
- ・ 「核融合炉設計」プロジェクト：核融合科学研究所 一般共同研究 「統合設計コードによる核融合炉システムの標準化に向けた研究」、「核融合炉設計における炉心プラズマとダイバータの制御性に関するシミュレーション研究」 (平成 22 ~ 27 年度) など

## (B) エネルギーインフラ・ネットワーク

### (4) 「エネルギーネットワーク技術」

本研究では、日本の電力システムの実情を考慮したスマートグリッドの実現形として、太陽光発電、ヒートポンプ給湯器、電気自動車について、需要家端までの双方向情報通信ネットワークを活用して電力システムの運用・制御体系への協調を図る、情報融合形ユビキタスパワーネットワークの基礎的な実験検証を通して理論構築を行ない、基盤技術を確立した。

- ・ 基盤研究 (B) 「情報融合形ユビキタスパワーネットワーク実現のための理論構築」 (横山明彦、馬場旬平、平成 22 年度 ~ 24 年度)
- ・ 基盤研究 (B) 「大量の再生可能エネルギーが導入された電力システムの革新的広域運用・安定化制御システム」 (横山明彦、平成 27 年度 ~ 29 年度)

- ・経産省補助事業 「次世代送配電最適制御技術実証事業」(横山明彦、馬場旬平、平成 22 年度～ 27 年度)
- ・JST-CREST 「エネルギー貯蔵デバイスの新しい応用方法および負荷側機器の制御手法に必要な基礎的な理論・モデルの構築」(横山明彦、馬場旬平、平成 24 年度～ 26 年度)
- ・JST-CREST 「車載蓄電池充放電とヒートポンプ熱機器の協調制御」(馬場旬平、平成 27 年度～ 31 年度)

#### (5) 「先進ヒューマンモビリティ安全設計学」

平成 28 年 4 月にスタートする「先進ヒューマンモビリティ安全設計学」寄付講座は、以下の外部資金によって運用される。

- ・寄付講座(京三製作所)「先進ヒューマンモビリティ安全設計学」(平成 28～32 年度)

### (C) 先端的エネルギー利用・制御

#### (6) 「超電導応用機器・システム」

電気エネルギーの効率的利用や先進的な電磁場・電磁力の利用のための電気エネルギー機器およびシステムの研究は、電力分野から交通輸送、産業応用など広く、以下の外部資金を得て進められている。

- ・JST 戦略的イノベーション創出推進プログラム「次世代鉄道システムを創る超伝導技術イノベーション」(大崎博之(分担)、平成 21～30 年度)
- ・NEDO エネルギーイノベーションプログラム(前川製作所から再委託)「10MW 超級風車用超電導発電機の要素技術研究開発」(大崎博之、平成 25～26 年度)
- ・JSPS 戦略的国際科学技術協力推進事業・日中韓研究交流「高温超伝導線材評価技術」(大崎博之、平成 21～25 年度)
- ・基盤研究(B)「超伝導バルクマグネットによる小型 NMR (MRI) の開発」(大崎博之(分担)、平成 24～27 年度)
- ・基盤研究(B)「ベントン視覚記録検査用 MRI に関する基礎的研究－非対称精密磁場の利用－」(大崎博之(分担)、平成 20～22 年度)

#### (7) 「電気自動車」および (8) 「ワイヤレス電力伝送システム」

電気自動車のモータの高制御性を活かし、滑りやすい路面での事故防止、横滑りの防止、各輪モータへの最適駆動力配分による航続距離延長の技術を開発し、実車実験で有効性を実証した。さらに磁界共振結合ワイヤレス給電技術を用いて、車体と車輪間にケーブルがない「ワイヤレスインホイールモータ」を世界で初めて開発することに成功し、インホイールモータ実用化の妨げとなっていたケーブル信頼性の問題を解決した。さらにモータの高応答性を活かし、ロボットや各種製造装置の制御に関する共同研究を展開している。

- ・科学研究費補助金 基盤研究(A)「電気自動車の革新的運動制御およびエネルギーストレージシステムに関する総合的研究」(堀洋一、平成 20～22 年度)
- ・科学研究費補助金 基盤研究(A)「モータ／キャパシタ／ワイヤレスによる 2030

- 年のクルマ社会に関する研究」(堀洋一、平成 23～26 年度)
- ・科学研究費補助金 基盤研究 (A)「先進安全機能を有する電気自動車の航続距離延長制御システムの研究」(藤本博志、平成 22～25 年度)
  - ・特別研究員奨励費「未来の電気自動車の普遍的制御系の構築に関する研究」(堀洋一、24 年度)
  - ・挑戦萌芽「パワーエレクトロニクスによる電磁共鳴型ワイヤレス電力伝送の制御技術に関する研究」(居村岳広、平成 24～25 年度)
  - ・科学研究費補助金 基盤研究 (A)「制御技術が拓く新型電動モビリティの未来社会：EV から電気飛行機へ」(藤本博志、平成 26～29 年度)
  - ・科学研究費補助金 若手研究 (A)「磁界共鳴によるユビキタスエネルギー社会の実現に向けた研究」(居村岳広、平成 26～28 年度)
  - ・科学研究費補助金 基盤研究 (A)「電気自動車の走行中ワイヤレス給電に関する基礎研究」(堀洋一、平成 27～29 年度)
  - ・戦略的創造研究推進事業 (JST-CREST)「ワイヤレス給電を活用した走行時の車内 EMS の設計」(藤本博志、平成 27～31 年度)
  - ・企業との共同研究等 (堀洋一、平成 22～27 年度)：  
 ファナック (株)、東洋電機製造 (株)、(株) ブリジストン、(株) 東芝デジタルメディアネットワーク社、日産自動車 (株)、マイウェイ技研 (株)、日本精工 (株)、三菱電機 (株)、三菱自動車工業 (株)、ヤンマー (株) 中央研究所、富士重工 (株)、富士電機システムズ (株)、トヨタ車体 (株)、東海旅客鉄道 (株)、(株) 大林組、住友電気工業 (株)、積水化学工業 (株)、中日本高速道路 (株)、中日本ハイウェイ・エンジニアリング (株)、東芝三菱電機産業システム (株)、日本ケミコン (株)、サンケン電気 (株)、日立マクセルエナジー (株) など
  - ・企業との共同研究等 (藤本博志、平成 22～27 年度)：  
 (株) J-Tekt、デンソー (株)、東洋電機製造 (株)、トヨタ自動車 (株)、日産自動車 (株)、本田技研工業 (株)、マツダ (株)、三菱自動車 (株)、(株) DMG 森精機、(株) 安川電機、パナソニック (株)

#### (9)「プラズマ技術の医療応用」(小野亮)

プラズマ技術およびその医療応用分野では、民間からのものも含めて、以下の外部資金を得て研究が進められている。

- ・科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究「空気中バリア放電処理による色素増感太陽電池の変換効率向上」(小野亮、平成 23～25 年度)
- ・科学研究費補助金 基盤研究 (A)「ナノ秒パルス放電プラズマによる環境軽負荷プロセスの実現」(小野亮 (分担)、平成 21～25 年度)
- ・新学術領域 (分担)「高度時空間制御による生体適合放電生成の基盤確立と革新的医療プラズマ源の創成」(小野亮 (分担)、平成 24～28 年度)
- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B)「真空紫外光で生成した活性種による革新的医療プロセスの開発」(小野亮、平成 25～27 年度)

- ・科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究「ゼロ・エミッション燃焼を目指した超希薄燃料のプラズマ無炎燃焼の開発」(小野亮、平成 26～27 年度)
- ・JST A-STEP 本格研究開発ステージ ハイリスク挑戦タイプ「活性酸素表面処理装置の開発と医療用滅菌器への応用」(小野亮(分担)、平成 24～26 年度)
- ・住友財団基礎科学研究助成「医療用プラズマジェットの活性種密度の計測と制御および殺菌に有効な活性種の調査」(小野亮、平成 23～24 年度)
- ・住友電工グループ社会貢献基金「超極短ナノ秒パルス放電を用いた患部への負担の少ないプラズマ医療装置の開発」(小野亮、平成 23～24 年度)
- ・住友電工グループ社会貢献基金「プラズマ癌治療の原理解明に向けたプラズマの活性種計測と癌への照射実験」(小野亮、平成 26～27 年度)

## (D) エネルギー変換の極限環境利用

### (10) 「革新複合材料学術研究」(武田)

本研究は、従来試行錯誤に依存することが多かった CFRP 構造の成形において、成形中に埋め込んだ光ファイバセンサを活用して、成形プロセスから材料品質保証、構造組立、運用、保守点検までをモニタリングし、より高度な解析モデルの構築を可能とするものである。日本における当該産業の今後の発展にとって最重要研究課題として位置付けられる：

- ・基盤研究 (S) 「光ファイバライフサイクリングモニタリング援用革新複合材構造の知的ものづくり科学の構築」(武田展雄、平成 26～30 年度) など

### (11) 「革新的大気圏突入飛行技術」(鈴木)

大気圏突入用の展開型膜面エアロシエルの研究開発は、JAXA との共同研究として平成 17 年度より JAXA 戦略的開発研究(工学)の支援を受けて行われている。

- ・戦略的開発研究(工学)(平成 17～24 年度)「展開型柔構造による回収システムの研究」(研究代表者=鈴木宏二郎)
- ・戦略的開発研究(工学)(平成 25～27 年度)「柔軟構造体を利用した先進的大気圏突入飛行体の研究開発」(研究代表者=鈴木宏二郎)

この他、極超音速風洞を用いた研究に関する外部資金として以下のものを獲得している。

- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B) (平成 21～23 年度)「大気圏突入飛行体の熱気体力学を応用した氷天体の極超音速アストロバイオロジー研究」(研究代表者=鈴木宏二郎)
- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B) (平成 25～27 年度)「氷ペネトレータのダイナミクス解明と生命前駆物質探査への展開に関する研究」(研究代表者=鈴木宏二郎)
- ・JAXA 共同研究(平成 25～27 年度)「エアブリーザー搭載再使用二段式輸送機のデザイン創成(空力=推進統合によるエアブリージングエンジン搭載 TSTO ブースター機の空力設計)」(研究代表者=鈴木宏二郎)
- ・企業との共同研究:「宇宙機のリエントリに関する研究」(平成 23～25 年度、三菱

電機) (研究代表者 = 鈴木宏二郎)

#### (12) 「ジェットの空力音響技術」 (岡本)

本研究は、ロケット打上げ場の煙道あるいは火炎偏向板の設計指針を得るために、斜め平板に衝突する超音速ジェットから生じる音響現象の解明を目的としている。マイクロフォンによる音響計測だけでなく、高速度ビデオカメラを用いた流れ場の可視化、そしてその動画の各画素から得られる信号に対してFFTをはじめとする各種周波数解析を実施した。これによって、音源位置や音場の特性を明らかにしただけでなく、音響波を生み出す流体现象の抽出にも成功し、音響波発生メカニズムの解明に向けて大きく前進した。加えて、マイクロフォンアレイを用いた音響インテンシティ計測を行うなど、新しい音響計測技術の導入にも取り組んでいる。:

- ・ 東京大学一宇宙航空研究開発機構共同研究 (平成 21 ~ 24 年度) プルーム音響予測精度向上のための火炎偏向板模擬実験の実施、
- ・ 日本学術振興会 外国人招へい研究者 (平成 27 年度) 先進的マイクロフォンアレイ計測技術を用いた超音速衝突ジェットの音響現象解析

#### (13) 「革新宇宙推進システム」 (小泉)

現在、飛躍的な成長を遂げている小型宇宙機に対して、そのミッション可能性を増大させるための革新的な宇宙推進システムの研究/開発を行っている。具体的には、超小型イオンスラスタの基礎物理の解明から、小型イオンスラスタを深宇宙探査機のバスとしての構築、そして、民間企業の宇宙利用衛星のための固体スラスタ/イオンスラスタの開発がある。

- ・ 基盤研究 (B) 「有限境界型 ECR 加熱プラズマの現象解明とマイクロ波放電式イオンスラスタへの応用」 (小泉宏之、平成 25 ~ 28 年度)
- ・ JAXA 宇宙科学研究所大学共同利用連携拠点「超小型探査機開発拠点」 (小泉宏之 (分担)、平成 27 ~ 32 年度)
- ・ 産学連携共同研究「ADRAS1 用固体スラスタの開発」 (小泉宏之、平成 27 ~ 30 年度)
- ・ 産学連携共同研究「ADRAS1 用小型イオン推進システムの開発」 (小泉宏之、平成 27 ~ 30 年度) など

### 5. 研究に関する中長期計画

先端エネルギー工学専攻の目的は、現代のエネルギー関連工学の枠を超え、未来のエネルギー工学に発展することが期待される先端的な研究を行うことである。

長期計画： 上記目的に従い、長期計画を以下のように定める。

「エネルギー変換、電磁エネルギーシステム、プラズマ理工学という本専攻の三つの領域のより密接な学融合を進めながら、新しい研究プロジェクトを企画・実行する。特に、最先端の研究課題に挑戦できる独自性の高い研究施設を整備・更新しつつ、研究の発展を図る。」

中期計画： 現在進行中のプロジェクト研究をさらに発展させ、本専攻発の新しいエネルギー科学技術の基礎的概念の確立を目指す。特に、超高温状態 (プラズマ) や高エン

タルピー状態など、物質の極限状態におけるエネルギーの発生、利用と制御を研究主題の大きな柱として掲げており、研究施設として基盤科学実験棟に、プラズマ実験装置 RT-1 や UTST、および極超音速高エンタルピー風洞などの特色のある大規模な実験設備を有している。このような大型施設を教育・研究に活用できることが本専攻の特長であり、またこれらを用いて高度な研究を展開するための施設運転経費を安定的・継続的に確保することが課題である。先端エネルギー工学専攻では、上記長期計画に基づき、(A) 新エネルギーの創出、(B) エネルギーインフラ・ネットワーク、(C) 先端的エネルギー利用・制御、(D) エネルギー変換の極限環境利用、について、以下に示す主要研究領域の中期計画が定められている。

#### (A) 核融合プラズマの研究（新エネルギーの創出）

核融合エネルギー開発研究は、トカマク型の実験炉 ITER を国際協力によって建設し、エネルギー実用までの具体的なシナリオを提示する段階に近づいている。この発展を支える人材育成とともに、実証炉に向けた設計研究を始めるべき時期にあり、これまでの炉心プラズマ研究を統合した「核融合炉心工学」を創成するための研究を推進する。一方、基礎研究機関である大学としては、物理や数理といった幅広い学術分野と活発に連携し学融合するための核となる研究プロジェクトを、実験と理論の両面から推進する必要がある。このために RT-1 実験プロジェクトを中核として、宇宙・天体现象の解明を通じて、トカマク型よりさらに進んだ核融合の可能性を探る先端的研究を推進する。

#### (B) 次世代エネルギーシステムの研究（エネルギーインフラ・ネットワーク）

エネルギー環境問題の解決、および安心・安全と快適な社会の実現を目標に、グローバルな視点に立ったエネルギーシステム、ネットワーク、次世代電力機器と制御の研究を進める。特に電気自動車研究の展開、分散型電源とスマートグリッド、超電導応用機器の高度化を進め、さらに未来のエネルギー源としての先進核融合の研究を発展させると同時に、医療・福祉分野、交通輸送分野、産業応用分野などへの応用展開を図る。特に先進的核融合に関する研究では、UTST を複雑理工学専攻の核融合研究グループと連携して推進する。さらに、電力中央研究所や他の学外研究機関等との連携をいっそう強化する（例えば、(独) 産業技術総合研究所、(財) 鉄道総合技術研究所）。

#### (C) 電気自動車のエネルギーマネジメントと制御の研究（先端的エネルギー利用・制御）

電気自動車に複数のモータを搭載し、その制御系を最適化することにより、一充電走行距離を飛躍的に伸ばす制御技術の研究開発を行う。さらに電磁界共鳴現象を用いたワイヤレス給電技術を用いて、キャパシタ搭載型の電気自動車に停車中あるいは走行中にワイヤレスで給電する技術の研究を推進する。さらに上述の柏キャンパス電気自動車実験場に、走行中給電施設の建設の手続きを現在進めており、今後5年程度をかけて、路面からワイヤレスインホールモータへの直接給電という未踏のテーマに取り組みたい。

#### (D) 深宇宙探査学の研究（エネルギー変換の極限環境利用）

前回（平成23年）の自己評価書では、宇宙活動のためのエネルギー確保等をテーマに、宇宙工学と電磁エネルギー工学分野の融合と極超音速高エンタルピー風洞等の大型設備

活用による宇宙エネルギーシステムの研究としていたが、目的を具体化して「深宇宙探査学の研究」とする。宇宙探査は人類の夢であるとともに、極限環境におけるエネルギー変換とその利用の場でもある。先端エネルギー工学専攻では、複雑理工学専攻と協力し、平成23年より理工連携の深宇宙探査学を立ち上げた。本専攻の得意とする、極超音速高エンタルピー風洞を援用した大気圏突入技術の研究、高効率の宇宙航行を可能とする電気推進技術（プラズマロケット）の研究、エネルギー変換のための先端的熱流体デバイス、先端複合材を用いた軽量かつ高性能、高信頼性の機体構造材料に関する研究、電動機器を用いた高度な制御技術などを統合し、さらに、理工連携の深宇宙探査学体制で議論される適切な探査目的の設定により、超小型深宇宙探査が可能であることを実証する。今後5年程度をかけ、50kg級またはそれ以下の超小型探査機のための技術を研究開発し、10年程度を目処に火星または金星を対象とした飛行実証を行って、超小型深宇宙探査という世界で初めての分野を確立していく。

## 複雑理工学専攻

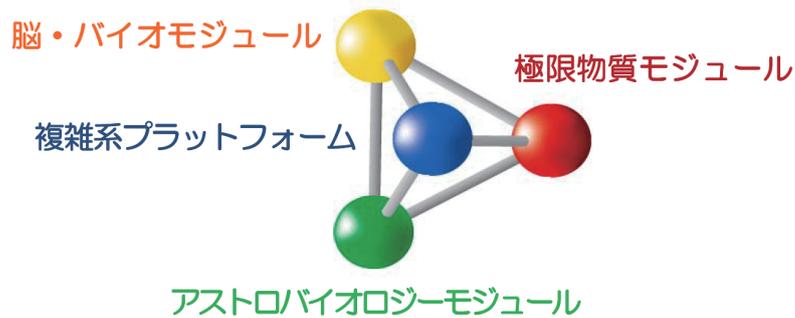
### 1. 専攻の研究目的

複雑理工学専攻においては、「脳・バイオ」・「アストロバイオロジー」・「極限物質」の3つのモジュールを中心に、ナノスケールから宇宙スケールまでの広い階層にわたる複雑系の学融合を推進し、新しい複雑系科学・技術の創成を目指している。また、これらの分野に共通する「複雑系プラットフォーム」を構築することにより、効率的に研究と人材育成を促進し、新たな展開を図っている。

脳・バイオモジュールでは、脳や感覚、生体システムの研究を理工学の両面から展開する。脳・生体計測、バイオイメージング、分子機能解析等の実験的アプローチにより、脳・生体機能発現の解明を分子－細胞－細胞－回路－システムの各レベルにおいて推進するとともに、制御理論・統計力学・非線形動力学等の理論的アプローチにより、脳の情報処理や生体メカニズムの基礎理論の構築と、それらを活用する知覚・認識デバイスや人間支援システムの開発を目指す。

アストロバイオロジーモジュールでは、宇宙における生命の誕生・進化の可能性の実証、太陽系内・系外惑星の形成や環境の解明を目指す。具体的には、惑星初期進化、生命の起源、地球システム（岩石圏、気圏、水圏、外圏）の各層で生起する現象の理解と各圏間の相互作用について、理論・モデリングと探査・計測を用いた総合的な研究を行なう。これらの研究を実現・推進するため、アストロバイオロジー・深宇宙探査学の研究教育拠点を複雑理工学専攻に設置することを目指す。

極限物質モジュールでは、極低温の固体から超高温のプラズマまでの極限状態物質を題材に、ナノスケールから宇宙スケールにわたる複雑現象の解明およびその応用を目指している。その中のナノサブモジュールでは、複雑系の理解に基づく新たな機能をもつ物質の開発を目指している。特に、複雑系プラットフォームおよび理研連携講座との共同研究によりマテリアルズインフォマティクスに基づく物質開発ストラテジーの確立と物性解明に取り組む。一方、プラズマサブモジュールでは2台の球状トカマク（ST）



装置を用い、複雑系の典型例である高温・高ベータプラズマ（ベータとは閉じ込め磁場圧力に対するプラズマ圧力の比）の物理研究を行っている。高温プラズマを用いた核融合研究教育は先端エネルギー工学専攻と連携して進めている。

複雑系プラットフォームでは、複雑系科学の理解のために必要な「シミュレーション」→「解析・符号化」→「学習」という3段階の複雑現象のパイプライン処理を、対象のスケールに依存しない形で実現し、世界を主導する複雑系科学研究の拠点づくりを進めている。(1) シミュレーション：宇宙空間や実験装置内などの、実現が物理的に困難な環境下における、自然現象などを含む複雑現象の振る舞いを正確に予測またはその複雑な特徴を評価するための数値計算処理。特に、精度を保証する頑健な数値計算や、カオスなどの非線形現象を特徴付けるための計算手法などの、複雑系の諸問題固有の計算手法を構築する。(2) 解析・符号化：シミュレーション、あるいは実際の計測データなどから、重要な特徴を抽出するための解析、符号化処理、特に、得られた計測データの複雑さの定式化や、その定式化に基づく特徴抽出など、複雑現象の性質を考慮に入れた解析・符号化のための定式化を考案する。(3) 学習：解析・符号化処理で得られた特徴から、対象データのスケールに依存することなく効果的に学習を行ない、知識獲得や予測などを行う。特に、対象となる複雑現象の領域知識を効果的に反映できる、複雑系のための学習処理を実装する。

## 2. 主要プロジェクトの概要

### (1) データ駆動科学プロジェクト

ベイズ推論やスパースモデリングなどの情報科学的手法をキーテクノロジーとして、多量の高次元データを効率的に科学的な知へとつなげる高次元データ駆動科学ともいべき新領域を創成する。これにより、これまで個々の分野ごとに探求されていた課題に対して、新たな共通原理に基づく革新的な科学的方法論を確立することによって、あらゆる科学分野の研究に大きな波及効果をもたらし、来たるべきデータ科学の時代に向けて、我が国の学術水準の圧倒的優位性を確立する。本専攻の教員が領域代表者を務める科研費新学術領域研究が現在進行中である。

## (2) メゾスコピック神経回路から探る脳の情報処理基盤

比較的少数のニューロン集団からなる「メゾスコピック神経回路」を脳から可視化・抽出し、その作動原理を追求することにより、これまで困難であった神経回路の研究を大きく進めた。その原動力となったのは、本専攻の教員が領域代表者を務め、さらに2名が計画班員、連携研究者として参画した科研費新学術領域研究において、実験・理論にまたがる分野横断的な共同研究体制を確立したことであった。領域終了後も、本専攻の教員が中心となって本共同研究を推進し、脳の情報処理基盤の解明を目指している。

## (3) 深宇宙探査学における理工連携ネットワーク創成と小型探査への発展

深宇宙探査の基礎研究から観測装置開発、探査ミッションの企画・実施までを宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所と共同して東京大学が主導的に行えるようになることを目指して、複雑理工学専攻と先端エネルギー専攻との連携に加えて、理学系研究科、工学系研究科とも連携した、研究教育拠点形成を推進している。また、その具体的なものとして、理工連携による小型衛星探査の可能性を検討している。

## (4) マテリアルサイエンスイノベーションプロジェクト

複雑理工学専攻の極限物質モジュールの教員が主力メンバーとなり、物質系専攻、環境学研究系、生命科学研究系の教員をメンバーとする、研究科の学融合研究推進調査費による研究科横断型プロジェクト（プロジェクト名：持続可能社会を支えるマテリアルズサイエンスイノベーション）で、新物質合成、物理相・反応制御、キャラクタリゼーションと物質設計をそれぞれ専門としている教員が、これらを融合して、持続可能社会を支えるための中核となるべき新しいマテリアルズサイエンスを創成することを目指している。

## (5) プラズマ物理分野の国際卓越拠点形成プロジェクト

先端エネルギー工学専攻・複雑理工学専攻の教員が主力メンバーとなり、理学系研究科および工学系研究科の教員の協力を得て、すでに実績をあげている東京大学-プリンストン大学共同研究・教育プロジェクトを発展させ、宇宙・太陽・磁気圏・実験室プラズマにまたがる実験・観測・理論を融合した国際卓越拠点形成を目指す。

## 3. 学融合の進捗状況（専攻内、研究科内）

### (1) 認知可視化科学の創成

人に優しい可視化を考える際に、脳科学や心理学の知見を取り入れることは重要である。脳・バイオモジュールに属する視覚脳科学を専門とする教員と、複雑系プラットフォームに属する可視化科学を専門とする教員が、脳科学と視覚科学を融合する新たな認知可視化科学の構築を目指している。具体的には眼球運動計測により視覚的顕在性を定量化し、その知見に基づき、図やグラフの可読性を向上させるなどの成果が得られている。

### (2) 生命階層化モデリング

生命を理解するには、分子から行動までの間に深い階層性が存在し、これらの階層を関連づけることが必要である。このような階層関連は、学融合の一つの具体例である。当専攻では、脳・バイオモジュールと複雑プラットフォームの教員が協力して、ショウ

ジョウバエの分子から行動を首尾一貫して理解するプロジェクトを行っている。

### (3) バイオイメージングプロジェクト

脳・バイオモジュールと複雑プラットフォームの教員が、生命系のバイオイメージングセンターに兼担教員として参加し、上記のショウジョウバエプロジェクトを遂行している。また複雑プラットフォームの教員がセンター共通の数理イメージング部門の主要メンバーである。

### (4) 結晶成長の可視化

結晶の平衡形は理解が進んでいるが、その成長形は条件の微妙な違いがフラクタル形をもたらすカオス的な特徴をもっていて、その理論的説明はこれからの課題である。本専攻では、極限物質モジュールと複雑系プラットフォームの教員が協力して成長過程の実験的可視化と数理的な解析を行うことによる新分野創成を目指している。

### (5) 機械学習を用いたスペクトル分解

光吸収や光電子放出スペクトルは一般に多峰的であり、多峰的スペクトルを単峰的な関数の和の形で表現し分解することで、物質の電子状態や元素比を推定する。その際、元スペクトルが何個の単峰的な関数で記述されるかを決める問題は、機械学習の分野ではモデル選択と呼ばれる難しい問題である。当専攻では、極限物性モジュール、アストロバイオロジーモジュールと脳・バイオモジュールの教員が協力して、測定する物性や実験条件に最適な機械学習アルゴリズムを研究している。また、その知見を用いて、機械学習アルゴリズムの性能を向上させる計測装置の動作原理の解明も行っている。

### (6) 深宇宙探査プロジェクト

深宇宙探査に向けた理工連携ネットワークの創成と小型衛星を用いた惑星探査をテーマとして、先端エネルギー専攻との連携、さらには理学系研究科及び工学系研究科とも連携した全学的な研究協力体制の構築を推進し、惑星探査に関わる基礎研究から探査ミッションの企画・実行を目指している。

## 4. 外部資金の獲得状況の概要

平成 22～27 年度の 6 年間に、基幹講座の教員による科学研究費補助金の受託課題は、新学術領域研究 16 件（領域代表 2 件、計画研究・公募研究他 14 件）、基盤研究（S）1 件、基盤研究（A）3 件、基盤研究（B）10 件、基盤研究（C）3 件、挑戦的萌芽研究 10 件、若手研究（A）2 件、若手研究（B）6 件、その他 18 件、で直接経費総額 11 億 2 千万円、受託研究・共同研究 17 件、総額 1 億 3 千万円と、活発な研究活動をおこなっている。主なものは以下の通り。

新学術領域研究（研究領域提案型）「メゾスコピック神経回路から探る脳の情報処理基盤」（領域代表者：能瀬聡直、平成 22～26 年度）

新学術領域研究（研究領域提案型）「スパースモデリングの深化と高次元データ駆動科学の創成」（領域代表者：岡田真人、平成 25～29 年度）

基盤研究（S）「低域混成波による球状トカマプラズマの電流駆動」（代表者：高瀬雄一、平成 21～25 年度）

基盤研究 (A)「情報科学・計算機科学における描像の可視化に関する研究」(代表者: 岡田真人、平成 20 ~ 25 年度)

基盤研究 (A)「圧力駆動電流による球状トカマクの立ち上げと制御」(代表者: 江尻晶、平成 21 ~ 23 年度)

若手研究 (A)「低周波波動による高ベータプラズマの加熱とフロー駆動」(代表者: 井通暁、平成 22 ~ 25 年度)

基盤研究 (A)「スーパーハプティクスの基礎的研究」(代表者: 篠田裕之、平成 25 ~ 27 年度)

若手研究 (A)「情報量に基づく新しい機械学習理論とその応用」(代表者: 杉山将、平成 26 ~ 27 年度)

## 5. 研究に関する中長期計画

### 【中期計画】

脳・バイオモジュールでは、脳科学に関して、平成 18 年に東大-理研間に脳研究モジュールともいふべきバーチャルな研究組織を発足させた。複雑理工学専攻に理研脳総研の連携講座を設けるとともに、理研脳総研内に複雑理工研究ユニットを設けるといふものである。このように相互に研究者を交換することにより、複雑理工学専攻を中心にして、脳研究を発展させるのがねらいである。脳の働きを分子・細胞・回路レベルで理解するため神経活動イメージング、光操作、コネクトミクス等の最新技術を駆使した実験を推進し、さらに実験結果に基づいた理論モデルを構築する。さらに脳と密接に関係する身体運動や生理的状態についての計測技術、身体および脳の反応を計測しながら感覚刺激を行うインタラクションの科学と工学、人間の活動を直接的に支援する情報科学分野についても強化していく予定である。

アストロバイオロジーモジュールでは、現在の惑星環境を理解しそこから遡及することによって、地球および惑星システムの初期条件や進化を探求する。そして、惑星気象、宇宙との境界域で起こるさまざまな電磁現象、太陽エネルギーが惑星の形成・進化にもたらす影響、惑星環境の進化を制御する多圏間相互作用についての解明を目指す。中期計画の中核となる 4 つの課題として、(1) 惑星探査のための新しい計測装置・解析手法の開発、(2) 現在の地球に似た惑星の観測による環境形成の理解、(3) 多様な惑星環境の調査、(4) 地球を含む惑星環境の長期的変遷の理解、を重点的に推進する。これらの研究を進める際に、計測装置開発や探査計画推進のために極限物質モジュールと連携し、物質分析技術の開発に取り組む。また、複雑系プラットフォームと連携し惑星探査データ解析法の新規開発を行うとともに、先端エネルギー学専攻とも連携して深宇宙探査計画の推進を行う。

極限物質のナノサブモジュールでは、前記のマテリアルズサイエンスイノベーションプロジェクトの実験設備と大型放射光施設 SPring-8 の利用を併用して物質科学を展開する。マテリアルズサイエンスイノベーションプロジェクトでは、二酸化炭素排出の低減、省エネルギー技術・リサイクル技術・高効率物質変換技術の向上と確立、環境汚染

物質の除去など様々な課題があり、各メンバーが個々の分野で取り組む。これらの多面的な取り組みを結集、整理し、新しいアプローチの創出、ひいては新しい材料サイエンスの構築を目的として、研究発表やシンポジウムの開催、将来的な研究会組織の立ち上げ、などによる学融合推進を行う。SPring-8では、軟X線発光分光と硬X線光電子分光を利用して、複雑物質界面の電子状態、電子機能、化学反応を研究する。また、電子・光デバイス作製の基盤技術である薄膜成長現象を、原子・分子レベルで追跡し、この現象を解析する非線形モデルを構築し、結晶成長過程の理解と、それを基礎とした高度に制御された薄膜成長法の提唱を目指す。これらの大量のデータを見通しよく解析するための可視化技術の開発、電子機能、化学反応に見られる非線形現象の解析のために、複雑系プラットフォームを活用した専攻内分野横断プロジェクトを推進する。また、物質材料科学を担当するナノサブモジュールと複雑系プラットフォーム、理研連携講座が連携して、従来の物質科学の枠組みを超えて、マテリアルズインフォマティクスを横軸に、大規模計算、最先端計測、インフォマティクスの三位一体の研究と教育を推進する。マテリアルズインフォマティクスからのフィードバックによる新触媒や新規物質の合成、STM像からの構造・電子状態・物性推定や吸着分子の拡散係数の推定、第一原理計算や高精度量子化学計算による物性予測とマテリアルズデザイン、等の共同研究を行う。一方、プラズマサブモジュールでは、将来のエネルギー源としての核融合を念頭においた高温プラズマ研究を推進する。プラズマを制御するためには、プラズマの複雑な挙動を支配する物理を理解することが不可欠であり、これらの解明が研究の目標となっている。実験は主に東大柏キャンパスの実験棟に設置されている、TST-2球状トカマク装置およびUTST合体型球状トカマク装置を用いて行うが、国内外の大型装置を用いた共同研究も活発に推進する。具体的には、球状トカマク(ST)プラズマの安定性、プラズマ波動を用いた加熱や電流駆動、熱・粒子輸送過程の解明およびその制御、プラズマ合体に伴う磁気リコネクション等の研究を行う。

複雑系プラットフォームでは、各モジュールで実際に取り扱っているデータの事例を収集し、データベース化を行う。そのデータに関して、「シミュレーション」・「解析・符号化」・「学習」の定式化を行う。これに加えて、各モジュールと複雑系プラットフォームの連携を通じて、複雑系プラットフォームの有用性を実証する。このような複雑系プラットフォームの活動が認められて、平成21年度から基盤系に「基盤科学領域研究創成プログラム」が発足した。今後とも複雑系の基盤技術の講義やフォーラム等を柏キャンパスで行うことを通じて、研究科や大学の枠を超えて各大学との情報交換の場を提供する。あわせて本専攻の大学院生に参加してもらうことで、複雑系科学の基盤技術研究の中核を担う若い世代の育成にも努める。

### 【長期計画】

脳・バイオモジュールでは、複雑系プラットフォームで提案されたデータ駆動型科学を元に、視覚と記憶に関する電気生理学実験データを解析し、脳の機能を司る神経メカニズムを解明し、そこで得られた知見を元に脳型人工知能の開発を行う。動物において

実際に働いている神経回路の原理と人工知能を組み合わせることで柔軟かつ自律的に作動するロボットを作成する。また、精神神経疾患の病態を回路レベルで理解することを目指す。身体運動や体性感覚と脳活動の密接な関係性を解明し、抽象化された思考だけでなく、人間の行動と感性までを支援する情報システムを実現する研究開発拠点を形成する。また、情報分野と宇宙分野を密結合した宇宙情報学など、これまで国内で研究されてこなかった新分野の開拓を目指す。

アストロバイオロジーモジュールでは、長期計画として生命誕生期の地球の姿およびその後 40 億年の生命圏の進化を支えた水惑星の表層環境システムの解明を目指す。そのため、太陽系内および系外惑星・天体を探査するとともに、地球に残された進化の足跡や現在の地殻運動を把握することによって、地球形成以後の進化過程を理解する。太陽系内惑星の環境探査では、現在、我々と宇宙航空研究開発機構（JAXA）が協力して実施したひさき衛星とあかつき衛星が惑星大気とプラズマの観測を精力的に行ない、世界各国の注目を集めているところであり、始源的天体探査のためにはやぶさ 2 衛星が惑星空間飛翔中である。さらに現在、火星衛星探査が計画されており、火星をはじめとする太陽系の様々な惑星に関する画期的なデータが得られることが期待されている。アストロバイオロジーモジュールは、これらのミッションにおいて重要な役割を果たしているが、今後の我が国の惑星探査計画において、さらに主導的な役割を果たし、科学成果を挙げることを目指す。一方、天文学・惑星科学における世界各国の関心は、太陽系外へと向けられている。アストロバイオロジーモジュールも、太陽系外惑星の研究に積極的にコミットして研究を進展させることを目指す。

極限物質のナノサブモジュールでは、中期計画による成果を基礎として、CG 技術によって現象を再現する薄膜成長動的シミュレータ、表面化学反応追跡シミュレータの開発を目指す。また、密度汎関数法計算に基づく触媒反応と表面反応の経路探索シミュレータと、マテリアルズインフォマティクスの標準ツールとなる、過去の論文情報を蓄積、学習したうえで、新規機能を有する物質のデザインを提案するシステムを開発する。一方、プラズマサブモジュールでは、日本と EU が共同で建設中の大型トカマク JT-60SA、国際熱核融合実験炉 ITER 等の装置を用いた高性能プラズマ研究を推進するとともに、国内外の研究機関との人的交流（学生派遣・受入れを含む）を積極的に行い、教育に役立てる。

複雑系プラットフォームにおける研究成果は、「脳・バイオ」・「アストロバイオロジー」・「極限物質」の各モジュールに還元し、これらのモジュールにおける新たな研究分野の創出を促すとともに、各モジュール間と複雑系プラットフォームにおけるパイプライン処理との双方向の技術移転を実現する。あわせて、積極的に海外の研究者の招聘等を行い、本専攻における複雑系科学の成果を、柏キャンパスの国際化にあわせて、構築してきた技術を海外に広く情報発信するための環境を構築していく。

## 生命科学研究所

### 先端生命科学専攻

#### 1. 専攻の研究目的

先端生命科学専攻は、生命科学の急速な展開に即応できる先導的かつ分野横断的な研究を推進し、生命科学分野に新たな領域を開拓することを研究の目的とする。専攻の名称にある「先端」は、次のようなイメージで表現できる。独創的な研究を考えると、最初の研究はそれまでの多くの研究とは離れた位置に1つの「点」として誕生する。しかし、その研究が興味深く重要なものなら、必ず後から数多くの研究者が追随してくるようになり、いつの間にかその頂点に押し上げられていたというようなことになっているであろう。これは円錐をイメージしてみるとよく理解でき、はじめの研究は円錐の頂点（先端）であり、後から追随してくる研究が円錐の下部を構成することとなる。先端生命科学専攻においては、この様にして頂点に立った研究あるいは現在その過程にある多様な研究プロジェクトが多数存在しており、それらを以下に記す。また、これらと並行して常に新しい「点」となる研究領域を各教員が模索している。

#### 2. 主要研究プロジェクトの概要

- (1) モデル細胞とイメージングを用いた植物細胞の画像定量解析：陸上には多様な形態・生理を持った植物群が生存しており、それらの成長・増殖に必須な細胞分裂・分化形態形成の様式の研究ツールとして有用な世界標準の細胞のモデル化および画像解析に取り組んできた。本プロジェクトでは、モデル細胞として確立したタバコ BY-2 細胞（植物の細胞生物学的研究の standard cell line となっている）などを用いて、独自の細胞周期同調・分化誘導系などの実験手法を開発し、形態形成・環境応答における細胞内構造の可視化イメージングおよび画像定量解析により、様々な細胞現象の解明を行った。さらに、この研究からスピノフした技術を応用して、動植物細胞、組織の画像（医用画像を含む）についてクラスタリング技法を用いて画像情報処理を行うためのアルゴリズム開発を実行した。
- (2) 遺伝子発現のネットワークシステムの解明：生物種は長期の環境変動に適応して、個々の生息環境にフィットした器官・組織や生命システムを進化させてきた。このような適応形質は近縁な生物種の間でも異なることも多く、その変化の大元の遺伝情報は個々のゲノム中に書き込まれている。適応形質には多数の遺伝子が関与しており、ゲノムから発現した一つの遺伝子の産物が次の遺伝子の発現を誘導あるいは抑制するなど、膨大な数の遺伝子発現が互いに密接に関連し、全体として複雑なネットワークシステムを構成している。本プロジェクトでは、発生における興味深い適応形質に着目し、それに関わるゲノム情報や遺伝子発現のネットワークを解明するとともに、遺伝子発現を制御する機構を明らかにする。
- (3) 植物生存と微細藻類の物質生産：植物生存や藻類のバランスのとれた物質生産を考える上で「栄養学」と「炭素フロー」は極めて重要な概念である。ストレス条件下のデンプンとオイルの生産には共通点が見出されていて、窒素、リン、イオウといった栄養塩

類の欠乏で物質生産は澱粉からオイルに大きくシフトする。これに強光ストレスが加わると、微細藻類の場合、炭素フローのネガティブ・フィードバックが機能しなくなり、オイル生産と蓄積の偏重が起り巨大なオイルボディをもった「超オイル細胞」となる。こうした偏重は澱粉種子や油糧種子という形で陸上植物にも見られる。超オイル細胞は、微細藻類だけでなく植物界に普遍する炭素フローの全容を明らかにする手がかりにもなるし、物質生産の蓄積の場としての利用も考えられるだろう。微細藻類の澱粉合成や脂質合成が制御可能になれば、水圏バイオマス利用という意味でもその社会的意義は大きい。

- (4) ヒト、野生霊長類、魚類の視覚とケミカルセンスに注目した感覚系進化生態遺伝学：進化学的視点に立ってヒトという生物種を理解することはたいへん有用である。非モデル生物の野生集団における遺伝的多様性とその生態への関連性を明らかにしていくことは、現在のヒトの遺伝的多様性の進化学的意義を再評価する上で必須の情報となる。視覚をはじめとする感覚系遺伝子の進化多様性の研究は近年の機能解析系の発展を背景としてその研究モデルとして大変優れている。こうした問題意識の下に、分子生物学（集団ゲノム配列決定、遺伝子発現解析、*in vitro* 機能アッセイ）、生化学、集団遺伝学、分子進化学、行動生態学にまたがる学際的アプローチによって、1) ヒト色覚多様性の起源とその進化学的成因の探究、2) 新世界ザルをモデルとした霊長類3色型色覚の進化学的研究、3) 魚類をモデルとした色覚進化の適応的柔軟性の検討、4) 霊長類におけるケミカルセンスと視覚の共進化の検証、といった課題に取り組んでいる。
- (5) 遺伝子発現リプログラミング機構の解明：生物の発生は厳密にプログラムされた遺伝子発現パターンの変化により調節されているが、そのプログラムの実態はまったく明らかにされていない。また、このプログラムの特徴として一旦進行したものは決して元に戻らないという不可逆性が挙げられる。この不可逆性により、分化した細胞でのその性質の維持が保証されている。しかし、生物の生涯に一度だけ、この特徴に例外が生じる。それは受精前後における遺伝子発現プログラムの初期化である。すなわち、分化した精子と卵が融合した時、それまでに進行したプログラムを初期化し、新しい遺伝子発現プログラムを始めなければならない。この現象は遺伝子発現のリプログラミングと呼ばれており、本プロジェクトでは、その分子レベルでのメカニズム解明をエピジェネティック因子に着目して行った。
- (6) 外部環境の変化に応答する細胞内システムの包括的理解

全ての生物は常に様々な環境変化に適応して生命活動を営んでいる。それは、生物にとって外部環境は常に変化し制御不可能なものだからである。この環境変化を正確に感知し適切に応答することは、生物の恒常性を維持するために極めて重要であり、この機構が破綻すると生命活動に壊滅的な影響が生じる。そこで本研究室では、真核細胞が細胞内で営む生命活動をネットワークとして包括的に理解することで、外部環境の変化に応答して生命活動のネットワークの健全性が維持される機構の解明を目指している。このネットワークを包括的に理解するために、独自に開発したコンピュータープログラムを用いて出芽酵母の野生型株や遺伝子変異株の形態表現型を網羅的に解析している。得

られた表現型を基礎にしたネットワークの妥当性を遺伝的ネットワークなどの観点から検証するとともに、表現型に注目した薬剤の細胞内標的予想と創薬ツールの開発を行っている。さらに細胞壁合成機構と細胞壁合成チェックポイントに関する研究やオートファジー研究といった具体的な細胞内現象の解析も行っている。

### 3. 学融合の推進状況

先端生命科学専攻では、産学官に渡る様々な研究組織と連携して、学融合を推進している。以下に主要な学融合プロジェクトを挙げる。

- (1) 糖鎖の構造と機能：翻訳されたタンパク質が機能を発揮する際、その機能は翻訳後修飾により多様に制御されている。中でもっとも高度なものが糖鎖修飾である。真核生物では機能分子であるタンパク質に新たな糖鎖を付加し、その多様な構造にさまざまな情報を付加している。小胞体内で修飾される糖鎖はタンパク質の品質管理のタグとして利用される一方、正しく折り畳まれたタンパク質はゴルジ体へと輸送され、細胞外で機能するために新たな糖鎖へと再構築される。本プロジェクトでは、遺伝情報に直接支配されることのない第3の生命鎖とも言える糖鎖の高度な機能を明らかにし、さらにこれらの知見を応用して創薬や診断などへの応用を図る。本学新領域創成科学研究科のメディカルゲノム専攻、産業技術総合研究所、理化学研究所等との共同研究を推進している。
- (2) ヒトから魚類を包括した感覚系遺伝子の進化多様性の解析：感覚は外部環境の変化に応じて生物が応答し生き残るために必須の機能である。私たちヒトの感覚の意味を理解するにはヒトが霊長類であり、哺乳類であり、脊椎動物であり、といった歴史性、帰属性に立ち返ることが大変有効である。本プロジェクトはこのような視点から霊長類と魚類に力点を置いた感覚系遺伝子多様性の機能的・適応的意味の解明に取り組んでいる。そのために分子生物学のようなミクロなレベルから行動生態学のようなマクロなレベルに至る様々な研究方法を取り入れ、国内では京都大学や東北大学など、国外ではカルガリー大学やアイダホ大学などの様々な研究機関との共同研究を推進している。

### 4. 外部資金の獲得状況の概要

主要な研究プロジェクトは、科学研究費補助金に加え、様々な機関からの受託研究費、他大学・民間等との共同研究費、その他様々な外部資金により推進している。

- (1) モデル細胞とイメージングを用いた植物細胞の画像定量解析（研究代表者：馳澤盛一郎教授）「生物画像のオーダーメイド分類ソフトウェアの開発」産学イノベーション加速事業：先端計測分析技術・機器開発（科学技術振興機構）、平成22～25年度、3,1750千円「細胞骨格の制御を介した細胞外情報処理機構の解明」科研費・新学術領域研究、平成24～28年度、46,800千円「イメージング画像定量解析とシミュレーションによる植物細胞の分化形態形成機構の解明」科研費・基盤研究（B）、平成25～27年度、13,600千円
- (2) 遺伝子発現のネットワークシステムの解明（研究代表者：藤原教授）「昆虫の擬態紋様形成の分子機構と進化プロセスの解明」科研費・新学術領域、平成23～26年度、

- 94,300 千円 「LINE の機能的ユニットの構築と移行の分子機構」 科研費・基盤研究 (B)、平成 24～26 年度、14,000 千円 「スーパーゼーンが制御する擬態紋様形成機構の解明」 科研費・基盤研究 (S)、平成 27 年度、31,100 千円
- (3) 植物生存と微細藻類の物質生産 (研究代表者: 河野教授) 「微細藻類の倍数化と重イオンビーム照射によるバイオ燃料増産株作出に関する新技術開発」 科学技術振興機構 (JST) CREST、平成 23 年度～平成 27 年度、152,562 千円、「クロレラ類による長鎖脂肪酸合成とカロテノイド蓄積のバリエーション創出と高度利用」 戦略的イノベーション創造プログラム (次世代農林水産業創造技術) 平成 26～27 年度、21,283 千円、「クロレラによる複数色のカロテノイドと長鎖不飽和脂肪酸の大量生産」 科学技術振興機構 (JST) START、平成 27 年度～平成 28 年度、65,000 千円
- (4) ヒトから魚類を包括した感覚系遺伝子の進化多様性の解析 (研究代表者: 河村教授) 「霊長類の自然集団に注目した感覚関連遺伝子の多様性の探索と適応進化の検証」 科研費・基盤研究 (A)、平成 22～25 年度、33,500 千円; 「水を得た魚が森を得た猿の色覚進化の謎を解く: 重複オプシン遺伝子発現分化機構の解明」 科研費・挑戦的萌芽研究、平成 23～25 年度、3,000 千円; 「霊長類感覚多重遺伝子族の大規模集団解析による嗅覚・味覚・色覚の総体的進化像の解明」 科研費・基盤研究 (A)、平成 27～29 年度、31,100 千円;
- (5) 遺伝子発現リプログラミング機構の解明 (研究代表者: 青木教授) 「卵および初期胚における遺伝子発現リプログラミングの調節機構」 科研費・特定領域研究、平成 20～24 年度、63,500 千円; 「卵成長過程における成熟能および発生能獲得機構の解明」 科研費・基盤研究 (B)、平成 22～24 年度、15,300 千円; 「母性 mRNA の動員によるゲノムリプログラミングの調節機構について」 科研費・基盤研究 (A)、平成 25 年度～28 年度、33,100 千円; 「母性 mRNA の分解に着目したゲノムリプログラミングの調節機構の解明」 科研費・新学術領域研究、平成 26～27 年度、7,200 千円
- (6) 細胞内システムの包括的理解 (研究代表者: 大矢教授・鈴木邦律准教授)
- 「高次元表現型解析を駆使した遺伝情報による細胞の動作原理の解明」 科研費・基盤研究 (B)、平成 27～29 年度、6,760 千円 (平成 27 年度のみ)。「Linking novel bioactive compounds to their targets and pathways using chemical genomics and morphological profiling」 科研費・基盤研究 (B)、1,000 千円 (平成 27 年度のみ)。「汎用 CalMorph の開発とダイナミック・スクリーニング」 科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業、平成 23～27 年度、59,472 千円。「生きてる酵母に関する研究」 産学連携共同研究・株式会社日健協サービス、平成 25～27 年度、3,635 千円。「超多次元拡張パラメータによる出芽酵母の表現型クラスターの解析」 科研費・基盤研究 (B)、平成 24～26 年度、18,070 千円。「出芽酵母の表現型プロファイリングに関する基盤研究」 科研費・基盤研究 (B)、平成 21～24 年度、17,290 千円。「細胞の形態とサイズの細胞周期制御の分子機構」 科研費・特定領域研究、平成 19～24 年度、79,000 千円。「オートファゴソーム膜コンポーネントの網羅的同定」 科研費・新学術領域研究 (公募研究)、平成 26～27 年度、10,140 千円。「オートファゴソームをモデルとした真核

細胞のオルガネラ形態形成機構の解明」科研費・基盤研究 (B)、平成 25～27 年度、17,940 千円。「オートファゴソーム形成におけるタンパク質キナーゼの役割」山田科学振興財団研究援助、平成 25～27 年度、3,000 千円。「ケミカルバイオロジーによるタンパク質キナーゼ新規基質同定法の開発」武田科学振興財団・ライフサイエンス研究奨励、平成 25～27 年度、2,000 千円。「選択的オートファジーの積荷を予測するアルゴリズムの作製とスクリーニングへの応用」科研費・挑戦的萌芽研究、平成 24～25 年度、3,100 千円。「構造情報を基盤としたオートファジーの膜動態に関わる過渡的複合体のダイナミズム」科研費・新学術領域研究 (公募研究)、平成 24～25 年度、8,600 千円。「栄養飢餓時の脂肪滴ダイナミクス」三島海雲記念財団研究奨励金、平成 25 年度、1,000 千円。「出芽酵母のオートファジーにおける脂肪滴の役割」ノバルティス研究奨励金、平成 24 年度、1,000 千円 (総額)。「細胞内小器官の分解に関わるリパーゼ様酵素 Atg15 の解析」濱口生化学振興財団助成金、平成 24 年度、1,000 千円。

## 5. 研究に関する中長期計画

### 【中長期計画】

- (1) 次世代ビッグデータバイオロジー研究構想：先端生命科学専攻の特徴として、多様な生物種を用いて、分子レベルから、細胞、個体、集団レベルまで、幅広い生命科学を展開していることが挙げられる。さらに、分子レベルの研究においてもゲノム DNA、RNA、タンパク質、糖鎖、脂質など様々な物質をその解析対象としている。一方で近年、次世代シーケンサーやマススペクトロメーターを用いてビッグデータを得るといふ研究手法が大きく発展してきている。しかし、現状ではヒトや一部のモデル動物など特定の生物種を用いてゲノム DNA やタンパク質などの個別のデータを収集して解析しているというのがそのほとんどである。そこで、多様な生物種および物質を研究対象としている本専攻の特色を生かして、これら多次元のビッグデータを取得し、これを統合して解析することで生命現象を包括的に理解するという研究構想が、現在メディカル情報専攻と連携して計画されている。今後、この実施に向けて学内予算および外部競争的研究資金の獲得を目指す。
- (2) 「フロンティアバイオサイエンス教育研究施設」の整備：先端生命科学専攻では、当初の研究教育棟と実験施設の施設整備計画のうち、実験施設が未だ整備されておらず、当初予定していた研究教育に支障をきたしている。そのため、研究科の共同利用施設として要求中の「融合バイオサイエンス教育研究センター (仮称)」の一翼を担う「フロンティアバイオサイエンス教育研究施設」の整備を図る。本施設は、モデル実験動物分野、植物機能解析分野、バイオイメージ解析分野からなり、当専攻の研究教育推進を支援し、当専攻の継続的発展の原動力となることが期待される重要な施設である。「フロンティアバイオサイエンス教育研究施設」は、また、研究科付属施設として平成 21 年度に設置されたバイオイメージングセンターの拠点となり、他に類を見ない最先端のバイオイメージング設備の導入をはかることにより、東京大学あるいは国内における研究の中核としての機能を果たす。具体的には、超解像度共焦点

レーザー顕微鏡、トリプル四重極 LC/MS/MS システムといった最先端の解析機器を導入することにより、バイオイメージ解析による生命科学研究の中核センターを目指す。

## メディカル情報生命科学専攻

### 1. 専攻の研究目的

20 世紀後半は分子生物学の大きな発展が見られ、ゲノムを基盤とするシステムである生物について、原理的理解が急速に進んだ。これを受けて 21 世紀は生命科学の応用の時代、ライフイノベーションの時代といわれている。しかしながら、生命現象は複雑なものであり、それを多数の構成分子と素過程に分解し、単純化して原理を見出すことが、直ちに生命現象の理解とそれに基づく応用につながるとは考え難い。生命科学の応用をめざす医学、農学、薬学、環境学、生命工学等においては、複雑な生命現象を全体として解析し、それに関わる多数の要素とその関係を明らかにした上で、それを制御する方法を見出す必要がある。このような研究開発のプロセスの各段階で技術革新を起こし大きな発見をおこなうことが、ライフイノベーションの時代を先導する上で必須と考えられる。

近年におけるゲノム解析技術を中心としたオミックス解析技術あるいはイメージング技術等の急速な発展は、ゲノム・トランスクリプトーム・プロテオーム等生体高分子の網羅的解析をはじめて可能にし、複雑な生命現象を全体として解析することの糸口を作った。このことは、また、大量な生命分子レベルでの情報をもたらし、ライフイノベーションにおいて情報解析がイノベーションの焦点となることを明らかにした。生命現象データを取得する際にも、それに関わる多数の要素とその相互関係を理解し、その制御を考える際にも情報解析は必須である。また、情報技術の革新がライフイノベーションに更に大きな展開をもたらすことができると考えられる。従って、ライフイノベーションの時代はまさに生命科学の情報化の時代といえる。

以上のような時代認識を背景に、メディカルゲノム専攻と情報生命科学専攻が併合して「メディカル情報生命専攻」を設立した。医学はその切実なニーズから、生命科学の応用の先頭を常に走っており、生命科学の情報化においても例外では無い。ヒトについては、生体高分子の網羅的解析のみならず、医療情報という形で大量の表現型情報が蓄積されており、ヒトは最も大量の情報が得られる野生生物と見ることも可能である。従って、生命科学の情報化は、まず医科学の分野が先行し、そこから他分野に広がる展開を見せている。新専攻は、情報科学との融合を介した生命科学のイノベーションを医科学の領域から推進し、新たな学問領域を創造することを研究活動の目標としている。

新専攻の母体となった旧専攻における研究活動の概略は以下の通りである。

#### 情報生命科学専攻

情報生命科学専攻では、システム生物学やバイオインフォマティクスといった最先端の分野の研究を進めた。従来の生命科学は個々の遺伝子機能を解析してきたが、近年、ゲノム研究で得られた膨大なデータを定量的に扱い、生命をシステムとして理解しよう

とする機運が世界的に高まっている。情報生命科学専攻では、生命をシステムとして理解するための研究、またそのために不可欠な考え方や手法を開拓するための研究を幅広く展開してきた。

#### メディカルゲノム専攻

メディカルゲノム科学とは、このヒトのゲノム情報の多様性と疾患との関係を明らかにし先端医療へと翻訳（トランスレート）することを目指す新しい学問分野である。平成15年のヒトの全遺伝情報決定以来、ゲノム研究が個人の遺伝情報の差（SNP解析）から病理を解き明かす方向に急激な勢いで進もうとする中で、現在、基礎的な生命科学の研究を医療分野へと展開するトランスレーショナルリサーチを目指し、21世紀の医学を支えるオーダーメイド医療、ゲノム創薬、再生医学、遺伝子治療、プロテオーム解析、モデル生物創成などの研究を推進している。

更に、バイオ知財コースでは、バイオ分野の基礎研究を産業化に結びつけるための知的財産戦略を系統的に確立すること、及び当該戦略を設計し実行できる人材を実践的に育成することを目的として研究を進めている。

これらの歴史を踏まえて、新専攻においては、母体となった2専攻の分野をそれぞれグループ化して「情報生命科学群」および「メディカルサイエンス群」とし、共同で研究と教育を進めながら、中長期的な計画として両グループ間の最終的な融合と新たな学問領域の創成を目指している。

## 2. 研究のテーマと成果の概要

新専攻の旧専攻を基にした二つの群に分けてテーマと成果の概要を以下に説明する。  
情報生命科学群

### 1) ビフィズス菌が作る酢酸が O157 感染を抑止することを発見

ヒトの腸内には約 100 兆個の細菌がおり、その細菌叢と宿主の間には健康や病気と深い関わりをもっている。たとえば、病原細菌に対する感染防御を担う代表的な細菌としてビフィズス菌が知られている。しかし、その感染防御の機構は不明であったが、我々のグループはビフィズス菌が腸管出血性大腸菌 O157 によるマウス感染死を予防するという実験モデルを用いて、ビフィズス菌による感染死予防効果の分子メカニズムを明らかにした。O157 感染予防効果のあるビフィズス菌株（予防株）と効果のない株（非予防株）をマウスに投与したところ、マウスの腸内の O157 の菌数や O157 が産生し感染死の原因となるシガ毒素の腸管内での量は予防株投与群と非予防株投与群の間に違いが見られなかった。しかし、血中でのシガ毒素の量は予防株投与群ではほとんど検出できない一方で、非予防株投与群にはシガ毒素が大量に検出された。また、核磁気共鳴（NMR）を用いたメタボローム解析から予防株投与群のマウス腸内には腸粘膜上皮細胞の増殖促進や保護作用のある酢酸の量が高く、マウス腸粘膜上皮細胞のトランスクリプトーム解析から、増殖促進や保護作用に関与する遺伝子が多数発現していることが分かった。さらに、予防株と非予防株のビフィズス菌の全ゲノム解読から、予防株では果糖を消費して酢酸を産生する能力が高いトランスポー

ター遺伝子が存在することが分かった。すなわち、ビフィズス菌予防株の有するトランスporterが果糖を代謝して酢酸を産生し、その酢酸が宿主上皮細胞を強化してシガ毒素の腸管から血中への漏出を防ぐメカニズムが明らかになった (Nature, 2011)。このように、マルチオーミクス手法が宿主 - 細菌相互作用の解析に有効であり、今後、腸内細菌の有する様々な有益・有害効果を分子レベルで明らかにすることができると期待される。(服部研究室：なお服部正平教授は平成 27 年度で退職、本プロジェクトはメタゲノム情報寄付講座で継続されている)

## 2) 個人 DNA 解読と疾患関連遺伝子の探索

数百万年から数十年のスケールでは、置換、挿入、削除等の比較的小さな変化が生まれ、異なる表現型、たとえば遺伝病に関与している。この変化をとらえるには個人 DNA を解読し比較し、約 30 億塩基対の 2 倍体 DNA を超高速解読装置 (Illumina, PacBio) および超並列計算機を使って、個人 DNA に起こる変化を 1 週間程度で分析できるシステムを作成している。これをもとに、東大病院と共同で平成 27 年度までに約 6000 人のゲノムを解読し、日本人固有の遺伝的多様性を分析し、「日本人の標準的 DNA 像」が明らかになりつつある。一方、遺伝的要因の強いことが知られている脳疾患を対象に、関連する遺伝子の変化を探索し報告している (AJHG 2013, Bioinformatics 2014, Nature Genetics 2016 等)。(森下研究室)

## 3) クロマチン構造、DNA メチル化、遺伝的多様性

伸ばすと約 2m のヒト DNA はヒストン 8 量体に巻きつきクロマチン構造を形成し、直径 10  $\mu\text{m}$  ほどの小さな核の中に折り畳まれている。DNA がコピーされ 2 つの核に分配される際に長いひもの DNA はなぜ絡まらないのか？ 遠く離れた位置にコードされる遺伝子が協調して働くとき、折畳みにより近い位置に配置されるのか？ などの疑問にアプローチしている。クロマチン構造に関して報告した面白い現象は、転写開始点下流において、遺伝的多様性には周期性があり、クロマチン構造と相関する結果である (Science, 2009)。また脊椎動物では CpG の C がメチル化されると容易に T へ変異するようになるが、その周辺の塩基も変異する傾向も報告した (Genome Research, 2012)。さらに線虫の転写開始点約 7000 を新たに同定し、ヌクレオソーム位置と転写の関係について新しい知見を得ている (Genome Research, 2013)。(森下研究室)

## 4) 機能性 RNA プロジェクト

機能性 RNA をゲノム配列から探索し、その機能を解析するためのバイオインフォマティクス技術を開発することを目的としている。そのため、機能性 RNA に特化したバイオインフォマティクス技術の開発、ゲノム配列からの機能性 RNA の網羅的予測、機能性 RNA データベース構築の 3 つの研究開発項目を推進している。特に RNA の配列情報解析においては、世界レベルの精度をもつ 2 次構造予測、世界レベルの精度と超高速な構造アラインメント手法の開発を行った。(浅井研究室)

## 5) ゲノム配列設計

微生物に目的物質を効率的に生産させることを目的として、人工的なゲノム配列を

設計する研究も行っている。参加している経済産業省のプロジェクトでは、設計した DNA 配列が合成されて微生物に導入され、物質の生産性を測定して次の設計に生かしていく研究開発を行っている。このような設計では、遺伝子群の mRNA への転写効率とともに、mRNA の翻訳効率も目的とする物質の生産が向上するように最適化しなければならない。配列情報解析技術、RNA 情報解析技術をさらに発展させるだけでなく、翻訳効率と RNA の構造の関係など、研究課題も豊富である。(浅井研究室)

## 6) がんゲノム解析

多くの病院、臨床研究機関と連携して、肺がん、大腸がん、食道がんをはじめとして多くのがん種について、ゲノムに生じる体細胞突然変異の同定を行ってきた。その結果、p53、KRAS、EGFR 遺伝子等の代表的な遺伝子を例外に、多くのがん症例においてそれぞれに共通する変異遺伝子はまれであることが明らかになった。症例間相互の共通項の比較が困難であるために、発がんの主たる駆動力になる「ドライバー変異」と、がんにおけるゲノムの不安定化の結果生じる機能的に中立な「パッセンジャー変異」から区別するのは依然として困難である。特に遺伝子発現制御に異常をきたす変異については、重要性が指摘されつつもその同定から検証にいたる方法論に定式がない。そこで、培養がん細胞株をモデルにゲノム変異、エピゲノム変異、トランスクリプトーム変異を相互に対応させて計測する系を構築、その相互依存性を検証することで、これらの問題解明に取り組んでいる。また、それらががんの転移、薬剤耐性の獲得といったがんの再発時にどのように改変されるのかについてのデータ収集、データベースの公開を進めている。(鈴木穰研究室)

## 7) 組合せ効果の多重検定法

自然科学で得られるデータ量は増加の一途をたどり、これらを有効に解析できる方法が望まれている。しかし、従来の統計検定手法では観測できる対象が増えれば増えるほど、発見の基準を厳しくしなくてはならない。特に、複合的な組み合わせ因子に対して極めて保守的な検定値 (P 値) を出すことが多く、有意義な実験結果が不当に低く評価されることがあった。本研究室では、超高速アルゴリズムの技法を用いて、従来法より、格段に精度の高い P 値を算出する新手法 LAMP (Limitless Arity Multiple-testing Procedure) を開発した。転写因子の組み合わせ効果の研究をはじめ、複数の遺伝子が原因となっている疾患の同定や多数の部位が関わる脳の高次機能の解明など、複合要因に起因する現象の解明が加速されることが期待される。(津田研究室)

## メディカルサイエンス群

### 1) タンパク質合成系の解明を通じた合成生物学へのアプローチ

蛋白質合成系は生命の根幹となるメカニズムである。真性細菌、真核生物、オルガネラの蛋白質合成系の共通原理の解明を進めている。また、試験管内で再構築した蛋白質合成系を用いて人工細胞の構築という合成生物学的目標に挑戦している。さらに、無細胞蛋白質合成系を用いた蛋白質創薬の開発を推進している。具体的な課題は以下のとおりである。(1) 蛋白質合成系の生化学：大腸菌の蛋白質合成システムを精

製された因子から再構築することに成功している (PURE system)。このシステムを用いて大腸菌の蛋白質合成系の生化学的解析を進めている。また、酵母、ミトコンドリアの PURE system の構築を進めている。酵母の PURE system を用いて、不明の部分が多い真核生物の翻訳調節機構、とくに mRNA 品質管理機構のメカニズム解析に取り組んでいる。ミトコンドリアの翻訳系のメカニズムの解析では、ミトコンドリア病などの疾患と関連づけながら進めている。(2) PURE system を用いた人工細胞の構築：大腸菌の PURE system を用いて大腸菌のゲノム上の約 4,000 の蛋白質の合成を行った。また、より高次の構造体であるリボソームなどの超分子複合体や、ATP 合成酵素などの膜蛋白質複合体が合成可能なセルフリー系の開発に取り組んでいる。これらのバイオシステムを Bottom-up 的に組み上げることで、バイオシステムの集積体である人工細胞の合成に挑戦している。(3) 試験管内進化系による医薬プローブの開発：抗体医薬品はこれからの創薬の中心となることが期待されているが、抗体の開発には膨大な開発費が必要である。PURE system に基づいたリボソームディスプレイ法は、こうした抗体医薬品の開発を加速する技術である。PURE system で合成したヒト GPCR を用いて、リボソームディスプレイ法より蛋白性医薬品の開発を進めている (上田・富田研究室)

## 2) 細菌ゲノム解析を通じた生命現象の新たな理解

細菌ゲノムのダイナミクス：細菌ゲノム解読から、ゲノムの組成と構築の著しい流動性が明らかになってきた。病原性や薬剤耐性を担う動く遺伝子たちが、ゲノムに入り込み、それを再編し、崩壊していく。遺伝子たちの集まりはゲノムと生命という社会秩序を維持するが、時にドラスティックな変化 (進化) を経験し、病原細菌を成立させる。私たちは、これらの過程の分子機構と生物学的医学的意義を、ゲノム DNA 自身に注目して研究している。アプローチは、分子遺伝学、分子生物学、ゲノム情報科学、生化学、構造生物学、数理生物学にわたる。(1) 発ガン細菌：ピロリ菌ゲノム比較：同じ種など近縁のゲノム配列複数を比較することによって、ゲノムがどう変わってきたか、それによって病原性等がどう成立してきたかを推定できる。ヒトの半ばが幼年期から胃に住み着かせているピロリ菌 *Helicobacter pylori* は、炎症・潰瘍だけでなく、数十年の体内進化を経て、ついには胃ガンを引き起こす。ピロリ菌は出アフリカ以来ヒトと共進化し地域的分化を遂げた。日本で胃ガンが多いことは、東アジア株の遺伝子型に関連する。私たちは、日本株複数ゲノムを解読し、他のゲノムと詳細に比較し、進化過程を解明している。このような理解は、「細菌進化予測」 (= 「病態進化予測」) に、さらには「ゲノム進化工学」に繋がる。(2) 超利己的な動く遺伝子-制限修飾系：細菌間の遺伝子の動きの制御に重要なのが、制限修飾系である。制限酵素は、その認識配列をメチル化し制限酵素切断から保護する修飾酵素と対をなし、制限修飾系を作る。それらは、「侵入 DNA を切断することによって細胞を感染から守る道具」と考えられてきた。私達は、制限修飾遺伝子が自らの居る細菌のゲノムをも時に攻撃するウイルス・ゲノムのような「利己的な動く遺伝子」である証拠を得て、それらのバイオロジー (生き物としての研究) という分野を開拓してきた。

その結果、新しいタンパク基本立体構造「ハーフ・パイプ」を発見した。認識配列から DNA をたぐり寄せるタイプの制限酵素については、停止した DNA 複製フォークを切断する証拠を得た。(3) 細菌のプログラム死と再生：制限酵素攻撃によって、あるいは自然にできる、ゲノム DNA 二重鎖切断は、細菌自身が備えた自殺プログラムのスイッチを入れることが、トランスクリプトーム解析から示唆された。これは、抗生物質による細菌の死で働くものと共通のプログラムらしい。さらに、DNA 損傷修復=再生のプログラムも働く。大腸菌の RecBCD DNA 分解組換え酵素系は、ゲノムにとっての「非自己」DNA を破壊し、ゲノム ID 配列を持つ「自己」DNA を存続させ、ゲノム社会の秩序を維持する。「個体」=「細胞」である単細胞微生物のプログラム死と再生の理解は、感染制御だけでなく、より普遍的に個体の死と生の理解に繋がる。(小林研究室 平成 27 年度まで)

### 3) ゲノム科学を基盤としたシステム医科学の創成

生体を、ゲノムを中核とした遺伝子システムととらえ、疾患を、そのシステムの乱れと考えるのがシステム医科学である。システム医科学を実現するためには、約 2 万種ある遺伝子の発現パターン等を網羅的経時的に測定し、その制御のメカニズムを細胞・組織・臓器といった階層を意識しつつモデル化していくことが必要になる。

次世代シーケンサーは、その圧倒的なシーケンス能力で大規模なゲノム解析・トランスクリプトーム解析・ゲノム解析を可能とし、システム医科学の基盤となる遺伝子発現パターンの網羅的経時的計測を可能とした。現在、大量の臨床サンプルが入手可能ながん中心に、オーミクス情報センター、情報生命群鈴木研究室と密接に連携し、ゲノム解析、トランスクリプトーム解析、エピゲノム解析を行い、大量のデータを取得し、そこからの知識抽出とモデル化を行っている。さらに、微小環境下におけるがんの病態解析、イヌなどの臨床腫瘍のゲノム解析を行っている。最近では 1 細胞のゲノム解析、トランスクリプトーム解析、エピゲノム解析技術を導入・開発し、がん細胞集団におけるマイクロヘテロジェニシティや制癌剤に対する反応性の揺らぎについての解析を行っている。

また、新学術領域のゲノム支援班を通じ、各種生物の比較トランスクリプトーム。特に、プロモーター比較、スプライシング比較、エピジェネティクス比較、non-coding RNA 比較を行い、日本の医学生物学のゲノム科学への対応を支援している。(菅野研究室)

### 4) ヒトレトロウイルス HTLV-1 感染による疾患発症の分子基盤の解明

HTLV-1 の感染により引き起こされる成人 T 細胞白血病 (ATL) を対象に、HTLV-1 感染の宿主 T 細胞への影響、多段階発がん機構、ATL 腫瘍細胞の分子異常の 3 つの課題を柱に研究を行っている。全国共同研究組織 JSPFAD を組織し、HTLV-1 感染者のコホート研究を運営している。その活動を通じてゲノム DNA、末梢血単核球および血漿を保存した、総計 11,000 検体のマテリアルバンクを組織している。これらの基盤として、ATL 発症のリスク要因として末梢血における感染細胞数 (プロウイルスロード) があることを同定した (Blood)。ゲノムコピー数解析 (CNV)、発現解析、

臨床情報の統合的解析から、世界で初めて「Polycomb-microRNA- シグナル伝達」のリンケージを見出し、ATL 細胞の増殖と細胞死耐性の機構を解明した (Cancer Cell)。ATL 細胞のゲノム変異全体像を明らかにして報告した (Nat Genet)。更に以下のような研究課題を進めている。(1) ATL 発症に伴う遺伝子発現異常の解析：HTLV-1 感染者と ATL 患者の血液検体を用いて、遺伝子発現、miRNA 発現、Exon 発現をマイクロアレイ技術により網羅的に解析した結果、HTLV-1 感染と ATL 発症に伴い多くの遺伝子と miRNA の発現パターンが変化していること、またスプライシング異常が蓄積していくことが分かった。特に、EZH2, c-Myb, FoxM1 などの遺伝子発現制御因子や Wnt5a のような細胞運動能調節因子が過剰発現すること、miR-31 のようながん抑制因子の発現が激減することが、細胞のがん化につながることを解明されつつある。一方 HTLV-1 感染後、ウイルス・タンパク質である Tax や Rex が、宿主細胞内環境をウイルス複製に有利な状態に導く分子メカニズムが明らかになってきた。(2) エピジェネティクスを中心とした疾患生物学研究：ATL の大規模統合解析の結果から明らかとなった、エピジェネティック異常、microRNA 発現異常、シグナル伝達経路及び遺伝子翻訳の活性化に注目し、より発展的な研究を行っている (Cancer Cell, 2012; Clin Cancer Res, 2014)。ATL 細胞における EZH2 の過剰発現を中心としてエピジェネティクス異常の全体像を明らかにし (Blood, in press)、企業との共同研究で分子標的薬を開発し臨床治験につなげた (2016.3.22. press release)。(3) HIV-1、エイズ関連疾患の研究：HIV-1 感染症の根治を妨げる HIV-1 の潜伏化 (Sci Rep 2015-1) と、エイズ患者に高頻度に合併する悪性リンパ腫 (Sci. Rep 2015-2) にも焦点をあて、分子レベルでの解明と新規治療法の開発に取り組んできた (渡邊研究室)。

## 5) 生命現象に関わる細胞内の多因子からなるシステムの解明

タンパク合成システム、タンパク質の品質管理システム、膜タンパク質システムの分子機構の解明や、それらを応用した新たな生物システムの開発を行ってきた。(1) 翻訳終結機構～tRNA に擬態するタンパク質により解読される異端な遺伝暗号の解読機構の解明～：64 通りコドンのうち 20 種類のアミノ酸に対応しない 3 つのコドンは、リボソームによる翻訳反応完了の指令として解読されるため終止コドンと呼ばれる。終止コドンの解読機構の基本分子メカニズムの解明に取り組んできた。その結果、終止コドン解読には tRNA のような機能性を獲得した RF と呼ばれるタンパク質分子がリボソームで機能するという事実を明らかにした。また、酵母から我々ヒトを含む真核生物や古細菌に共通する RF の立体機能構造を解明し、分子擬態 (RF-tRNA macromolecular mimicry) と名付けた。近年、終止コドンの解読が、病気の発症に関わる重要タンパク質の発現調節やタンパク質合成の細胞内監視機構と共役する現象が数多く見いだされおり、この終止コドンの多義的な側面によりゲノム遺伝暗号の拡張と高次生体機能発現を可能にしている。tRNA 擬態タンパク質が基本タンパク質合成装置と他の生理機能因子との多彩なネットワークの形成が可能になり多義的に機能すると考えて研究を進めている。(2) 分子擬態・品質管理機構～tRNA タンパク質により解読される遺伝暗号と細胞の高次システムへの拡張～：古細菌の解離因子の研

究から、古細菌では EF1 $\alpha$  が、aRF1 とともに結合し終止コドン解読でも機能している明らかにした。また、aRF1 と EF1 $\alpha$  の複合体は、tRNA と EF1 $\alpha$  の複合体に非常に類似した構造を形成することを発見した。このことは、tRNA あるいは RF の、リボソームでの mRNA 上の遺伝暗号を解読に共通して求められる立体機能構造があることを意味する。さらに、古細菌伸長因子 EF1 $\alpha$  に結合するもう一つの因子として Pelota を発見した。(3) 解離因子のプリオン化と多様な遺伝型生成システム：出芽酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) 実験室株の解離因子 eRF3 には、プリオン化を引き起こすタンパク質領域が存在している。一プリオン化が開始すると細胞分裂後の娘細胞にはこの状態が引き継がれてゆく。すなわち、エピジェネティックな遺伝的性質が現れる。Pelota は、リボソームの「立ち往生」をもたらす mRNA の分解に関与する。この「第三の遺伝暗号」と呼ぶべきこの状態が、細胞全体のタンパク質合成システムに存在することの本質を解明する研究を進めている。古細菌を用いて Pelota が担う mRNA 品質管理機構での機能を解析し、1) Pelota が eRF1 同様な tRNA の擬態タンパクであること、2) 古細菌 Pelota が EF1 $\alpha$  と複合体を形成すること、3) Pelota と EF1  $\alpha$  の複合体も tRNA と EF1 $\alpha$ 、aRF1 と EF1 $\alpha$  複合体と類似する立体構造をとること、を明らかにし、EF1 $\alpha$  が tRNA に類似する分子を付け替えて共通の分子機構によりリボソームの種々の遺伝暗号解読機能に関与する可能性を示した。eRF3 凝集体形成を介したナンセンスサプレッションの誘発は C 末端が延長したタンパク質の蓄積につながり大変なストレスを与える。一方、異常型プリオン細胞では、常に一定頻度のストレスを受けることで、ストレス応答が常時オンになっていると考えられ、環境ストレスへの耐性を示す。eRF3 プリオンの形成や解消の分子機構には、シャペロンなどのタンパク質が深く関わっているが、eRF3 プリオンの正常／異常のスイッチは未だに不明であり、エピジェネティックな遺伝システムがどのように確立されるのかという課題に取り組んでいる。(伊藤研究室)

## 6) ゲノム科学を基盤とした癌研究

近年の医療技術の進歩や新薬の導入にも関わらず、癌による死亡者数は依然増加している。「癌を制圧する」という大きな目的のために、様々なアプローチで研究を進めている。疾患発症に関わるゲノム変異の探索とその機能解析を一貫として行ってきた。癌で最も高頻度に変異が認められる癌抑制遺伝子 p53 の機能解析に取り組み、新規 p53 標的遺伝子 p53AIP1, p53RDL1, PADI4, XEDAR, CDC20 等を同定し、p53 が細胞の生死を選択するメカニズムやヒストン修飾を制御する事実を明らかとした。また p53 下流シグナルの全貌解明に向けて、遺伝子改変マウスや臨床検体を用いて、プロテオミクス、RNA シークエンシングなど様々なアプローチで解析を進めている。一方、疾患の発症リスクに関する遺伝因子についても精力的に解析を進めており、これまでに全ゲノム関連解析の手法を用いて、癌やウイルス性肝炎、十二指腸潰瘍等の疾患感受性遺伝子を同定した。慢性 B 型肝炎研究においては、宿主側のウイルス認識・排除機構の個体差が疾患の発症に影響を与えること、食道癌研究においては、環境因子と遺伝因子の相互作用によって発癌リスクが約 190 倍高まることなどを解明した。こ

これらの解析に関連して、250 万以上の臨床検体を保有するバイオバンクジャパンの管理責任者として、オーダーメイド医療の実現プログラムに携わっている。さらに現在国内 20 以上の医療機関と共同研究体制を構築し、骨軟部腫瘍や泌尿器系腫瘍のゲノム解析を積極的に進めている。(松田研究室)

#### 7) 有機合成化学に基づく新規治療法の創製

標的遺伝子の発現を効果的に制御する核酸医薬と、その DDS に用いる新しいキャリア分子を有機合成化学の手法を駆使して創製する研究を行った。また、ペプチド、糖、脂質などの生体分子に特有の高次構造や分子認識能を生かしつつ、それらの構造や性質を化学的に改変した新しい機能性分子や医薬を創製する研究も行った。具体的には (1) リン原子修飾核酸の立体選択的合成と医薬への応用：疾病関連遺伝子の発現を効果的に抑制するアンチセンス核酸や siRNA などの核酸医薬の合成を行っている。特に、リン原子の立体化学が厳密に制御されたリン原子修飾核酸医薬の開発に力を入れている。新しい反応や化合物のデザインには、計算科学を積極的に取り入れ、理論的なアプローチも行った。(2) 核酸結合性人工オリゴ糖の合成と DDS への応用：核酸医薬の効率的な DDS 構築を目指し、二重鎖 RNA のメジャーグループに選択的に結合して RNA を安定化する、新しい構造と機能を有する人工オリゴ糖の合成を行った。(3) 分子認識能を有する人工ペプチドの合成：二重鎖 RNA に選択的に結合して RNA を安定化し、核酸医薬の DDS に応用可能な新規カチオン性人工ペプチドの合成を行った。また、二重鎖 DNA に塩基配列特異的に結合し、転写の過程を阻害する新しいアンチジーン分子 (ペプチド核酸) の開発を行った。(和田研究室：平成 24 年度まで)

バイオ知財コース：

ライフサイエンス分野におけるイノベーションと知的財産に関する社会科学的な研究を実施し、(1) バイオ分野の知的財産戦略の分析、(2) 先端医療分野におけるイノベーションの測定、(3) ナショナル・イノベーション・システムの 3 つの観点から研究を進めている。そもそも産業のなかでどのようなイノベーションが起きているか、イノベーションそのものをどのように測定するかという一義的な問題に立ち戻り取り組んでおり、更にはそれらを裏打ちした知的財産権戦略やイノベーション活動を担った組織、制度、政策との関係の分析、イノベーターとレギュレーターとの相互作用を「レギュレーション有効フロンティア」、「境界組織の分析フレームワーク」、「レギュレーションのバリューチェーン分析」といった独自の分析フレームワークを用い、技術、特許、標準の三位一体型の戦略に関する研究を行っている。

### 3. 学融合の推進状況

#### (1) 情報生命科学専攻・情報生命科学群

- 情報生命科学専攻が中核研究機関として採択された文部科学省グローバル COE プログラム平成 21～25 年度「ゲノム情報ビッグバンから読み解く生命圏」(代表 森下真一) において、情報学とゲノム科学を融合した研究分野を開拓し、米中の研究機関 (スタンフォード大学、コロラド大学、BGI 等) との共同研究を推進している。

- 情報生命科学群の教員は、理学部生物情報科学科を兼任し、情報学と生物学双方を教育する我国初の学部学生向けの教育カリキュラムを実施している
- 東京大学附属病院ゲノム医学センターにおいて、パーソナルゲノム情報解析を森下研究室は担当している。平成 27 年度までに約 6000 人のゲノムを解析し、情報学と医学の融合研究を進めている
- 研究科附属のオーミクス情報センター（鈴木穰センター長）において、情報学を応用した腸内細菌叢および遺伝子機能解析を推進している。

## (2) メディカルゲノム専攻・メディカルサイエンス群

- 菅野研：情報学と生物学を融合した学問であるバイオインフォマティクスを推進する日本で唯一の拠点として GCOE に選ばれている。
- 小林研：多様な分野との学融合を広範囲に進めている。以下に例をあげる。  
 (1) 研究科内：ゲノム解読（オーミクス情報センター） (2) 学外・国内：ゲノム・インフォマティクス（基礎生物学研究所、久留米大学医学部）、数理生態学（総合研究大学院大学） (3) 国外：DNA 組み換え機構の生化学解析（カリフォルニア大学）、タンパク質結晶立体構造決定（スクリプス研究所、Joint Center for Structural Genomics）、タンパク質立体構造予測のバイオインフォマティクス（ポーランド、国際分子細胞生物学研究所）、遺伝子発現制御の分子生物学（ポーランド、グダンスク大学からの客員准教授）
- 渡邊研：臨床医学と基礎生命科学をブリッジするトランスレーショナル研究を推進している。具体的には、全国 50 施設からなる疫学研究組織と連携して HTLV-1 感染者と ATL 患者の生体試料を集積して解析するバイオマテリアルバンクのセンターとしてとりまとめを行い、コホート研究を推進するとともに、集積した検体を用いて、最新のゲノム科学技術を応用して ATL 細胞のゲノム異常の網羅的解析、遺伝子発現情報の網羅的解析等を推進し、ATL を通じたがん研究の基礎となる情報基盤を作成してそれを元に論文を発表している。

## 4. 外部資金の獲得状況の概要

以下に、統合前の各専攻の実績と統合後を含めた外部資金の獲得の実績をまとめて記載する。

### 情報生命科学専攻・情報生命群

- 文部科学省グローバル COE プログラム（平成 21 ～ 25 年度）「ゲノム情報ビッグバンから読み解く生命圏」研究費総額（671,700 千円）
- 科研費基盤（A）（平成 22 ～ 24 年度）「クロマチン構造と DNA メチル化が誘導する進化」研究費総額（38,220 千円）
- 科研費基盤（A）（平成 22 ～ 24 年度）「マイクロ RNA および snoRNA とその標的の網羅的予測」研究費総額（46,420 千円）
- 科研費新学術（平成 22 ～ 25 年度）「脳疾患パーソナルゲノム多様性を分析する情

報学の創成」研究費総額（94,250 千円）

- 科研費新学術（平成 22 ～ 26 年度）「生命科学系 3 分野支援活動」情報解析支援 研究費総額（256,800 千円）
- 科研費新学術（平成 22 ～ 26 年度）「生命科学系 3 分野支援活動」情報解析支援 研究費総額（141,600 千円）
- HPCI 戦略プログラム（平成 23 ～ 25 年度）「予測する生命科学・医療および創薬基盤人材養成プログラム」研究費総額（63,800 千円）
- JST CREST（平成 23 ～ 28 年度）「微細藻類の倍数化と重イオンビーム照射によるバイオ燃料増産株作出に関する新技術開発」研究費総額（84,699 千円）
- JST CREST（平成 25 ～ 30 年度）「DNA 3 次元クロマチン動態の理解と予測」研究費総額（149,270 千円 予定）
- 厚労科学費（平成 23 ～ 26 年度）「小児科・産科領域疾患の大規模遺伝子配列解析による病因解明とゲノム解析拠点整備」研究費総額（130,000 千円）
- 厚労科学費（平成 23 ～ 28 年度）「神経系疾患の集中的な遺伝子解析及び原因究明に関する拠点研究」研究費総額（126,600 千円 予定）

#### メディカルゲノム専攻・メディカルサイエンス群

- 新学術領域研究（研究領域提案型）計画研究（平成 22 ～ 27 年度）  
「がん研究分野の特性等を踏まえた支援活動」研究費総額（105,450 千円）
- 厚生労働科学研究費補助金 第 3 次対がん総合戦略研究事業（平成 21 ～ 23 年度）「成人 T 細胞白血病のがん幹細胞の同定とそれを標的とした革新的予防・診断・治療法の確立」研究費総額（78,893 千円）
- 厚生労働科学研究費補助金 がん臨床研究事業（平成 23 ～ 25 年度）「ATL 克服に向けた研究の現状調査と進捗状況把握にもとづく効率的な研究体制の構築に関する研究」研究費総額（44,562 千円）
- 厚生労働科学研究費補助金 第 3 次対がん総合戦略研究事業（平成 24 ～ 25 年度）「miRNA を用いた ATL がん幹細胞特異的新規治療法の開発」研究費総額（37,770 千円）
- 科研費新学術（平成 22 ～ 26 年度）「生命科学系 3 分野支援活動」大規模配列解析支援 研究費総額（1,378,579 千円）
- JST（平成 25 ～ 30 年度）「ライフサイエンスデータベース統合推進事業」研究費総額（96,000 千円 予定）
- 文部科学省ターゲットタンパク研究プログラム（平成 19 ～ 23 年度）研究費総額（100,000 千円）
- 都市エリア産学官連携促進事業（発展型）（平成 20 ～ 22 年度）プロジェクト I「無細胞蛋白質合成系の高度化基盤技術による創薬システム開発と低分子抗体治療・診断薬への事業展開」研究費総額（225,000 千円）
- 科研費基盤研究（A）（平成 23 ～ 25 年度）「合成生物学的手法による超分子複合体

- 形成の研究」研究費総額（37,200 千円）
- AMED 創薬等ライフサイエンス研究支援基盤事業（平成 24～28 年度）研究費総額（110,700 千円）
  - HFSP 研究グラント（平成 26～28 年）“Single-molecule studies of ribosome assembly: Coupling transcription and assembly” 研究費総額（\$ 337,500）
  - 科研費新学術領域研究（平成 23～24 年度）「多様性と非対称性を獲得する RNA プログラム」公募研究代表者、研究費総額（13,600 千円）
  - JST 社会技術研究開発センター（RISTEX） 科学技術イノベーション政策のための科学 研究開発プログラム（平成 25～28 年度）「先端医療を対象とした規制・技術標準整備のための政策シミュレーション」研究費総額（50,000 千円）
  - 基盤研究（B）（平成 22～24 年度）（代表）「終止コドン多義性を実現するペプチド鎖解離因子のスイッチ制御機構の解明研究」研究費総額（19,630 千円）
  - 基盤研究（B）（平成 25～27 年度）（代表）「tRNA 擬態タンパク質・翻訳 G タンパク質複合体によるリボソーム機能拡張機構の解明」、研究費総額（13,900 千円）
  - 次世代がん（平成 26～27 年度）「軟部肉腫に対するゲノム解析による新規治療標的分子の探索」研究費総額（40,000 千円）
  - 科研費基盤（B）（平成 25～27 年度）「ピロリ菌関連疾患に対する個別化医療への取り組み」研究費総額（14,300 千円）
  - 厚労科研費（平成 24～28 年度）「B 型肝炎における自然免疫の機能解明とその制御による発癌抑止法開発」研究費総額（40,000 千円）
  - 農林水産技術会議（平成 24～26 年度）「認識配列を変換する DNA メチル化系によるエピゲノム育種」研究費総額（20,076 千円）
  - 科研費基盤（B）（平成 25～27 年度）「エピゲノムのデジタル変換による適応進化：オーミクスと実験進化による検証」研究費総額（13,600 千円）
  - 科研費新学術（平成 26～27 年度）「比較ゲノミクス・メチロミクス・トランスクリプトミクスでのエピゲノム駆動進化の実証」研究費総額（15,300 千円）

## 5. 研究に関する中長期計画

### 【中期計画】

#### 1) 情報科学と医科学の融合

メディカル情報生命専攻の目指す研究は、ゲノム科学と基礎的な生命科学に立脚した新たな医科学を創成することにある。バイオインフォマティクスを専門とする情報生命群の教員の研究領域は基礎生命科学から医科学・臨床医科学へと広がっている。一方、メディカル群に属する教員の研究内容も基礎生物学と医科学のどちらの領域においてもバイオインフォマティクスの手法を用いたデータ解析が日常的に行われてきており、両者の融合の条件は熟している。従って、この流れを促進する取り組みが求められている。現状では、学生の論文発表会や審査会で相互の研究内容についての情報交換が行われているが、更に、専攻内での 2 群合同の教員・研究員レベルでの研究

成果発表会などを開催することで更に相互理解と共同研究の促進が可能になると考えられる。これらの取り組みを進めて5年程度をかけて共同研究体制の強化を図る。

## 2) バイオ知財研究の充実

メディカルゲノム専攻の教育コースの担当教員を中心にして、ビジネス現場での知財戦略の設計検証を行う。また、特許庁の特許庁技術懇話会と協力して知財に関する研究会を設立し、多様な知財専門家との討議・交流を通じた、バイオ分野における知的戦略の研究を推進する。

## 3) 国際共同研究の推進

平成25年度締結の連携協定に基づく、リヨン大学（広義）の3施設と推進している学生交換留学協定 IARI program の運用を通じて、基礎生物学・インフォマティクス系の ENS de Lyon, がん研究中心の UCBL1 CRCL、工学的な色彩を持つ INSA Lyon の教員と、年2回の交流の機会がある。これを基盤とした共同研究体制の構築を目指している。共同研究を基盤とした博士課程後期学生の交換が実現すれば更に密接な国際共同研究体制の推進につながると考えられる。

また、インドネシアのサムラトランギ大学、タイのマヒドン大学と共同で、マラリア、デング熱および媒介蚊のゲノム疫学研究に向けた共同研究を行っている。特に、第三世代に分類されるナノポア型のシークエンサーはポータブルで、マラリア、デング熱の濃厚感染地域に搬入して現場での解析が可能であり、これを活用するにあたっての実際の手順などの検討を行っている。また、昨年度は、現地学生で自主運営される分子生物インキュベーションロンサロン（学生が自由に出入りし、分子生物学研究の初学に触れることができる場）をインドネシア・サムラトランギ大学に設けるなどして、人材育成にも努めている。このようなアジアの新興国との共同研究も進めていきたい。

## 4) 他機関や産業界との連携

産業技術総合研究所、高エネルギー加速機構物質構造科学研究所、東京都臨床医学総合研究所、がん研究会がん化学療法センターおよび理化学研究所と10年以上にわたる教育面での連携の実績を基盤として、教育面のみならず、研究面についても連携を強化する。企業との共同研究のあり方も検討し、アカデミアが持つシーズを企業と連携して社会実装へつなげる取り組みを強化する。さらに、特許庁や日本弁理士会との連携を強化する。上に述べた特許庁や日本弁理士会と人材面での連携を軸に、知財の教育だけでなく研究も推進する。

## 5) 社会貢献

文部科学省の都市エリア産学連携促進事業に一部の教員が参加し、東京理科大学およびバイオベンチャーとの連携を進めているが、これをさらに推進します。また、バイオ知財コースでの官と産からの社会人の入学を更に拡大する。

## 【長期計画】

### 1) 情報科学を基盤とした新たな応用生命科学領域の創出

中期計画において、インフォマティクスと医科学の融合した新しい医科学の基盤つ

くりを行った後は、その基盤を実際の問題に応用し、問題を解決すると同時にその基盤の進化充実を図っていく、また、その成果を教育にフィードバックし高度な人材育成を行うとともに、生命科学における新たな産業形成に貢献する。

## 2) 共同プロジェクトの実現

上記の応用生命科学領域の創出に向けては、医科学研究所、臨床研、国立がん研究センター、産総研、高エネ研との連携をもとに、現実の課題に対して積極的な解決を目指す共同のプロジェクトの立案を検討する。また知財に関する研究プロジェクトについても検討を進める。産業界からのプロジェクトへの参加を即し、必ずしも国の予算に依らないプロジェクトの立案を行う。

## 3) 共同プロジェクトのための施設整備

現在でも、本専攻が固有の建物を持たない点が問題となっているが、共同プロジェクトを強力に推し進めるためには、この問題を解決することが必要である。現在、不足したスペースについては、医科研よりの借用スペースや総合研究棟での領域創成プロジェクトのスペースによりまかなっている。より長期的視野に立ち、共同プロジェクトのための設備整備を戦略的かつ強力に進めていく。

## 4) 国際共同研究の推進

単純な国際共同研究でなく、教育面での国際化を加味した形での国際共同研究を推進する。そのためには、アジア、EUおよび米国等の大学・研究所における交流環境を参照しつつ、交流環境の整備に努め、双方向的な協力関係に立った研究交流を拡大する。

## 5) 連携機関との人的交流

円滑な専攻運営には、学内外の連携機関との交流を通じた人的資源の効率的な配置および循環が必要である。特に、学位取得者、ポスドク、助手などの若手研究者の活発な人事交流を図る予定である。

## 環境学研究系

### 自然環境学専攻

#### 1. 専攻の研究目的

自然環境の保全にかかわる課題は、グローバル・スケールからローカル・スケールまで、様々なスケールで検討されるべきものである。また自然環境は、土地、水、大気といった無機環境と、生物や人類との相互作用によって形成される。自然環境学専攻では、大気海洋研究所および空間情報科学研究センターとの密接な連携のもと、全球レベルからローカルレベルに至る、様々なスケールにおける自然環境の様態やその変遷、自然環境と人類との相互影響やその履歴などを、自然科学と社会科学の融合を図りながら多角的に究明することを、その研究上の目的としている。

## 2. 主要研究プロジェクトの概要

### 陸域環境学講座

#### 【生物多様性保全プロジェクト】

柏キャンパス周辺地域を中心とした関東地方の自然環境保全および生物多様性保全に関する研究を推進している。「生物多様性に関する千葉県と県内6大学の連携協定」に基づき生物多様性保全に関する研究を進め、毎年、研究成果報告会を新領域研究科の共催事業として千葉県生物多様性センターおよび県内5大学と共同で開催してきた。特に、柏キャンパス周辺地域である「こんぶくろ池」や「大青田の森」などの柏市内の緑地環境と希少種の保全に関わる研究については、柏市および地域のNPO法人等と連携して研究を推進するとともに、実際の保全活動にも協力してきた。また、地表性甲虫類について、関東地方の里山の森林履歴や管理活動が多様性に与える影響を解明した。地表性甲虫類は環境指標生物として注目されているものの専門の研究者以外には同定が困難でモニタリングのための基盤情報が不足していた。本プロジェクトでは、初心者にも同定可能なカラー写真図鑑をインターネット上に公表し、NPO等の市民による生物多様性モニタリングのための基礎を築いた。

全国的に開発や乱獲で絶滅の危機に瀕しているラン類などの希少植物の保全に資するため、植物の生育を支えている共生微生物に関する基礎的研究を推進するとともに、その成果を活用した稀少植物・絶滅危惧植物の実際の保全手法の開発を、産（清水建設、国際航業など）、官（環境省、林野庁、JICA、JST、千葉県、茨城県、など）、学（国内外の多数の大学）、民（様々な環境NPO団体）との連携のもとに推進している。その一環として、柏キャンパス内の生産技術研究所移転予定地の希少植物の移植保全において、複数の専攻教員が学生や卒業生とともにキャンパス計画室の保全プロジェクトに参画している。

また、森林や都市緑地の中大型哺乳類（タヌキ、ハクビシンなど）と人間社会との軋轢解消に資する研究を、地元行政機関（特に柏市、千葉県、神奈川県）や国内他大学、関連企業等との連携に基づき進めている。

#### 【Cyberforest 研究プロジェクト】

Cyberforestは「インターネットの先にある本物の自然」「インターネットで観察する森林」を理念に、平成7年（1995年）に東京大学秩父演習林に設置したロボットカメラにより森林環境のモニタリングを続け、平成27年度現在、学内の附属演習林4カ所・大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センター1カ所と、学外の信州大学志賀自然教育園、千葉県立中央博物館生態園、岩手県オオミズナギドリ繁殖地船越大島（無人島）の3カ所を含む国内8カ所の遠隔地の自然景観・生態環境をリアルタイムに映像・音声配信し記録公開を行っている。Cyberforestを用いて、千葉県、茨城県、山梨県、岩手県での小中学生の教科（総合学習・理科）での授業実践等により環境教育への展開を進めている。また近年は、世界的なライブ音配信プロジェクトとサウンドマップによる欧米やアフリカのライブポイントマップにCyberforestによる上記8カ所を提供し、国際的な生態音

配信記録プロジェクトへの連携を進めている。

## 海洋環境学講座

### 【複合生態系プロジェクト】

日本周辺海域は生物生産力と生物多様性がともに高く、世界の三大漁場の一つとして知られているが、近年の人間活動の拡大によってその生態系機能が劣化し、温暖化・酸性化などの地球環境変化が生態系機能に及ぼす影響が懸念されている。本研究は、沿岸生態系の構造・生物生産機能・変動のしくみを解明し、生態系機能の再生・保全と持続的利用技術を確立することを目的に、「文部科学省国家基幹研究開発推進事業」として課題名「沿岸海域複合生態系の変動機構に基づく生物資源生産力の再生・保全と持続的利用に関する研究」（通称、複合生態系プロジェクト）で平成23年度から10年間の予定で研究が開始されたものである。本研究では、河川水の流入や海水の流動と生物の移動・分散によって、沿岸海域の岩礁藻場、海草藻場、河口干潟、外海砂浜などの生態系が相互に関連して複合生態系を形成すると考え、アサリ・アワビ・ナマコなど無脊椎動物やニシン・スズキ・ヒラメなど魚類の資源生産力を異なる海域間で比較して、複合生態系の構造・機能・変動を理解することを目指す。

### 【海溝型地震履歴復元プロジェクト】

日本列島はプレート沈み込み帯で囲まれ、甚大な地震津波災害を引き起こす海溝型巨大地震が繰り返し発生している。地震の規模や発生時期、発生間隔の理解は地震津波災害軽減のための基礎的情報として重要である。これまで主に陸上記録を用いてこれらの情報が得られて来たが、震源域に近接し記録の保存が良好な海域の情報には地震の発生域、時期の特定を大いに進展させると期待される。本プロジェクトでは海底堆積物を用いた地震の規模や発生時期、発生間隔の推定手法を確立し、地震津波災害軽減のための情報の取得を目的とする。南海トラフ・房総沖・三陸沖海域での学術研究船を用いた調査を進めるとともに、日本海溝全域での高密度試料採取を国際深海科学掘削計画（IODP）へ現在申請しており、数万年スケールの地震履歴の解明を目指している。

### 【海洋生態系研究開発拠点機能形成事業（東北マリンサイエンス）】

平成23年3月11日に発生した東日本大震災とそれにともなう巨大津波は、三陸・常磐沿岸の生態系に大きな影響を及ぼし、沿岸域を生息場とする各種の水産有用生物に直接的・間接的な被害を及ぼした。本事業は当該地域の沿岸生態系が地震・津波により受けた影響を明らかにするとともに、その後の生態系の構造や機能の変化を継続的に追跡し、地元漁業の復興に資する事を目的として平成23年度から10年間の予定で実施されている。本専攻は研究課題「地震・津波による生態系攪乱とその後の回復過程に関する研究」において同海域の主要な高次捕食者であるスナメリの個体群動態、深海底に生息する小型底生生物群集の現存量や群集構造の変動、干潟に生息する直達発生性の巻貝ホソウミニナをモデルにした地域個体群の遺伝的攪乱と回復過程の研究を、研究課題「物理過程と生態系の統

合モデル構築」において東京大学大気海洋研究所の国際沿岸海洋研究センターが面する大槌湾を主な対象とした海洋物理学的観測や漁業被害の原因となる麻痺性貝毒原因藻類の発生様式の調査研究をおこなっている。また大槌湾の映像や音、気象情報をリアルタイムでネット中継するひょうたん島ライブモニタリングに協力している。

### 【海外インターンシップ研究プロジェクト】

部局横断型の組織である海洋アライアンス中で展開する研究プロジェクトの一つとして、「海外インターンシップによる国際的な海事人材の育成」が平成26年度から展開されている。本プロジェクトの目的は、海洋に関する高度な専門性と国際的ネットワークをもち、世界で活躍する人材育成に向けた教育システムの確立にあり、それを効果的に実行するためのカリキュラム作成が研究の主体である。これまでに、Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO、国際連合食糧農業機関)、International Hydrographic Bureau (IHB、国際水路機関事務局)、Pacific Tsunami Warning Center (PTWC、太平洋津波警報センター)、International Tsunami Information Center (ITIC、国際津波情報センター)、International Maritime Organization (IMO、国際海事機関)、Southeast Asian Fisheries Development Center (SEAFDEC、東南アジア漁業開発センター)との交渉が実り、実際に学生を派遣した実績を有する。本インターンシップ履修学生は、海洋法・海洋政策インターンシップ実習の単位を取得することが可能となっている。

## 3. 学融合の推進状況

低炭素社会における都市近郊の里山林におけるバイオマスエネルギー利用や市民農園等の活動が、低炭素化、生物多様性保全、都市住民の健康維持等に果たす役割を明らかにする研究を、専攻内外のさまざまな分野の研究者、地域のNPO法人、柏市公園緑政課等と連携して行ってきた。さらに、都市緑地の生態学的・社会学的機能を解明し、人口減少社会における都市緑地の在り方を提案する共同研究を、生物圏機能学分野（生態学）と生物圏情報学分野（都市計画）の融合により推進している。

また、気候変動下での森林の保全および街路樹等の都市樹木の健全性維持に資するため、樹木の生理診断にMRI（核磁気共鳴イメージング）による非破壊観察技術を応用するための学融合的な研究を、専攻外の植物生理学（理学系研究科）、樹木生理学（森林総研）、木材組織学（九州大学農学研究院）、森林生態学・樹病学（農学生命科学研究科）の研究者およびベンチャー企業（MRテクノロジー社）との連携によって推進してきた。

深海底に分布する熱水鉱床やメタンハイドレートは、陸上資源に乏しい我が国にとって将来の経済発展のための切り札とも目されており、政府主導による開発に向けた基礎研究が進められている。一方で、こうした資源開発が想定される場所の近傍（熱水噴出域やメタン湧水域）には、化学合成生態系と呼ばれる他に類を見ない特異な生態系と多くの固有種が分布しており、開発と生態系保全の両立が国際的に求められている。当専攻では主に熱水鉱床を対象にして、資源開発に伴う環境影響評価の基礎となる固有種の地理分布や遺伝的多様性のデータ収集を独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構

(JOGMEC) の委託により、研究開発法人海洋研究開発機構 (JAMSTEC) と共同でおこなった。得られたデータに基づき、開発後の現状回復が見込まれる様な開発地や開発方法の選定や保護区の設定手法が立案され、民間企業が開発を行う際の環境保全のガイドライン作成に活用される事が期待される。また、海洋保護区の制定に関連する調査に情報を提供している。

#### 4. 外部資金の獲得状況の概要

上記の研究プロジェクトなどを推進するため、科学研究費補助金、政府系受託研究、JICA-JST 国際協力事業、民間からの受託研究等によって受け入れた外部資金の総額は平成 23 年度が 71,600 千円、平成 24 年度 48,900 千円、平成 25 年度が 47,500 千円、平成 26 年度が 46,900 千円、平成 27 年度が 59,800 千円であった (いずれも直接経費、十万円未満切捨)。主要な外部資金の研究課題は以下のとおりである。

- 科学研究費補助金 新学術領域研究 (研究領域提案型) 「高精度変動地形・地質調査による巨大地震断層の活動履歴の解明」(研究代表者：芦寿一郎 准教授)、平成 23～25 年度、総額 53,690 千円
- 科学研究費補助金 基盤研究 (A) 「樹木の水分生理特性と萎凋病の枯死機構の統合的理解」(研究代表者：福田健二 教授)、平成 23～26 年度、総額 50,570 千円
- 科学研究費補助金 基盤研究 (A) 「文化的価値のある伝統的木造建造物を維持するための植物性資材確保の基礎的要件の解明」(研究代表者：山本博一 教授)、平成 23～25 年度、総額 47,450 千円
- 科学研究費補助金 基盤研究 (A) 「東南アジアの持続的森林施業を実現する菌根菌の探索」(研究代表者：奈良一秀 准教授)、平成 25～27 年度、総額 43,160 千円

#### 5. 研究に関する中長期計画

これまで同様に自然環境に関する幅広いテーマについて学融合的な研究を推進していく。これまでに行ってきた主要な研究プロジェクトを継続・発展させるとともに、新たなプロジェクトの立案、実行を積極的に行う。以下に、その例として、過去のプロジェクトを発展させて研究計画が構想されているものを 2 件挙げる。

##### 【絶滅危惧生物・稀少生物の保全に関する総合的研究】

人間による生息地の破壊・改変によって、絶滅の危機に瀕している生物は陸域にも海洋にも多いが、それらを実際に保全するためには、それぞれの生物に関する様々な科学的データを集積することが不可欠である。それぞれの生物種は遺伝的多様性が維持できないと死滅してしまうリスクが高く、集団内の遺伝的多様性や集団間の遺伝的分化に関する研究を進める。また、それぞれの生物が環境に適応するために獲得した固有の生理生態機能、繁殖様式などについても研究が必要である。さらに、各生物は他の多くの生物と様々な関わりを持って生存していることから、共生生物や捕食者、餌資源なども含めた生態学的研究も推進する。対象生物種には重要水産種で絶滅危惧種に指定されてい

るニホンウナギ、開発による影響が懸念される熱水鉱床生物などの海洋動物のほか、陸域では環境アセスメントで保全対象種に指定されることが多いラン科植物、国内外の絶滅危惧樹木などを含む。

### 【都市近郊の里地里山における生物多様性保全とバイオマス利用に関する総合研究】

人口減少と超高齢化による都市縮退という問題が顕在化しつつあるなか、人間活動と自然環境との関係性の再編を目指し、従来の「開発か保護か」といった二律背反的な構図から脱却した、新たな自然環境の保全とまちづくりのあり方が求められている。本専攻では、千葉県内の都市近郊に残存する里地里山を事例に、行政や企業、市民団体との協働にもとづき、生物多様性の保全を図りつつ、同時に居住環境としての快適性や、持続的な農業生産、再生可能な資源としてのバイオマスの有効利用をも図っていく、新たな自然環境の保全とまちづくりのあり方を検討する。とくにバイオマスの有効利用をめぐることは、バイオマス発電等にかかわる新技術の的確な社会への導入や、有機性廃棄物の循環利用システムの開発を、工学系の関連分野との協働により進める。また、里地里山の保全と活用を図ったまちづくりには、それを可能にする効率的な輸送システムが不可欠である。関連諸分野との協働により、自立分散型の交通システムを前提とした、新たな里地里山の保全・活用方策の検討を進める。

## 海洋技術環境学専攻

### 1. 専攻の研究目的

専攻における研究活動の目標は「海洋利用によるエネルギー・資源・環境問題の解決とそれを担う新産業の創出」である。そのために大学が貢献できる以下の項目を目的としている。

- ① 海洋の利用と保全に関わる技術や政策科学を発展させる。
- ② 国に対して政策提言を行い、わが国の海洋産業の振興を図る。
- ③ 産業界に対し社会的啓蒙活動を行い、海洋新産業を創出する。
- ④ 海洋の工学技術、環境技術研究の世界的拠点となる。

専攻には基幹講座が二つあり、海洋利用システム学講座は、将来の技術を予測してコスト・便益・人間リスク・環境リスクの定量化をもとに具体的政策への展開手法を教育研究する「海洋技術政策学」、そのような政策に立脚し新たなビジネスモデルを提言して産業化を図る「海洋産業システム学」、産業化実現のための海洋および海底の鉱物・生物・エネルギー資源の高効率開発技術を対象とする「海洋資源エネルギー工学」と「海底資源開発工学」の4分野から構成されている。もう一つの海洋環境創成学講座は、海洋の利用や環境創成の意思決定のために科学的知見を有機的に統合して高付加価値情報を作成する「海洋情報基盤学」と「海況予報診断統合システム学」、環境と調和した海洋開発のための環境現象をモデル化・統合化することで環境影響評価システムを構築する「海洋環境モデリング統合学」、沿岸域の環境再生や陸域・沿岸域・外洋域の相互影響を教育研究する「海洋環境システム学」の4分野から構成されている。なお平成27

年度から「海況予報診断統合システム学」を発展的に解消し、「応用海洋物理学」を新設して理学と工学の融合をより広く図っていくこととした。

その他に、東京大学生産技術研究所からの協力講座「海洋センシング学講座」があり、海洋に関わる情報を海表・海中・海底からセンシングする技術を開発することを目的として「海洋音響システム工学」、「海中ロボット計測学」、「海洋リモートセンシング学」、「海中プラットフォームシステム学」の教育研究を行っている。また、平成 21 年度から国立研究開発法人海洋研究開発機構との連携講座として海洋研究開発システム講座を設け、「海洋環境観測学」、「気候予測利用研究」の分野で大学単独ではその活動が限られる実海域での観測研究、大型計算機でのシミュレーション研究を通して、専攻の研究目的に寄与させている。

## 2. 主要研究プロジェクトの概要

本専攻の基幹講座の教員が推進している研究プロジェクト（平成 23～27 年度、外部資金をとまなうもの）は以下に例示するように多岐にわたる。

### ① 地球規模の環境問題と海洋

- ・北極航路支援のための海氷予測および航行支援システムの構築
- ・昭和基地周辺の海水変動特性の解析と「しらせ」水中航行性能の計測・解析
- ・シャトルシップ方式沖合 CCS の技術開発（CCS;CO<sub>2</sub> 回収貯留）
- ・CCS 実証試験のためのモニタリング手法の検討

### ② 深海底の資源・エネルギー

- ・メタンハイドレート開発坑井周辺物質流動解析法の開発

### ③ 海洋再生可能エネルギー

- ・浮体式洋上風力発電システム実証研究
- ・水中浮遊式海流発電技術研究開発
- ・機械式波力発電の実証実験
- ・波浪、潮流・海流エネルギーポテンシャル評価
- ・帆主機従ハイブリッド船「ウィンドチャレンジャー」の開発

以上のうち、過去 5 年間で特筆すべきものとしては、以下が挙げられる。

#### (1) 北極航路航行支援システム開発研究

本研究は文部科学省の GRENE 北極気候変動研究事業の一部として行われている。地球温暖化により、北極海の夏季海氷が急激に減少している。その適合策として、距離が短く少ない燃料で済む北極航路の利用拡大が注目されている。安全かつ効率的な北極航路利用のため、長期・中期・短期の氷況予測、衛星観測、船体と氷との干渉、船体着氷、運航シナリオと経済性評価、最適航路探索を組み合わせた氷海航行支援システムを開発している。成果は、寒冷域科学技術研究、極域研究の分野で最も権威のある雑誌等に掲載されている。これらの研究により、山口は（一財）WNI 気象文化創造センターより第二回気象文化大賞を授与されている。

マスコミの紹介も多く、平成 24 年 7 月 21 日、NHK 北海道のニュース番組にビデオ出演し、北極航路の研究開発状況と北極海水の中期予報研究を紹介した。その後、同年 11 月 29 日 30 日、NHK-BS1 二夜連続、「動き始めた“北極海航路”」にビデオ出演、12 月 4 日には NHK ラジオに約 1 時間にわたり電話出演した。新聞報道も多く、科学面・社会面・経済面等に、朝日新聞（平成 25 年 6 月 21 日、同 7 月 20 日、同 28 年 1 月 31 日）、読売新聞（平成 25 年 8 月 15 日）、日本経済新聞（平成 25 年 11 月 17 日、同 27 年 10 月 15 日）、毎日新聞（平成 26 年 7 月 17 日、同 27 年 2 月 19 日）、東京新聞（平成 27 年 10 月 26 日）、中日新聞（平成 27 年 11 月 5 日）ほか、多数の新聞記事となった。そのほか、APEC（アジア太平洋経済協力）主催で平成 27 年 5 月 9 日にフィリピンで行われたワークショップにて、日本政府の要請により、本研究の共同研究者 2 名が講演を行った。

## (2) 浮体式洋上風力発電システムの実証研究

わが国の洋上風力エネルギー資源は、沿岸域に限ってもわが国の電力消費量を上回る資源量があるが、多くが水深の大きな海域に賦存するため、浮体式洋上風車を用いた開発が不可欠である。特に東日本大震災以降、再生可能エネルギーへの関心が高まり、資源エネ庁「浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業」（平成 23 年度開始）では、福島復興とともに固定価格買取制度の基礎資料作成を目的とし、浮体式風車 3 基（計 14MW）及び浮体式変電所を福島沖に設置して実証研究を実施中である。

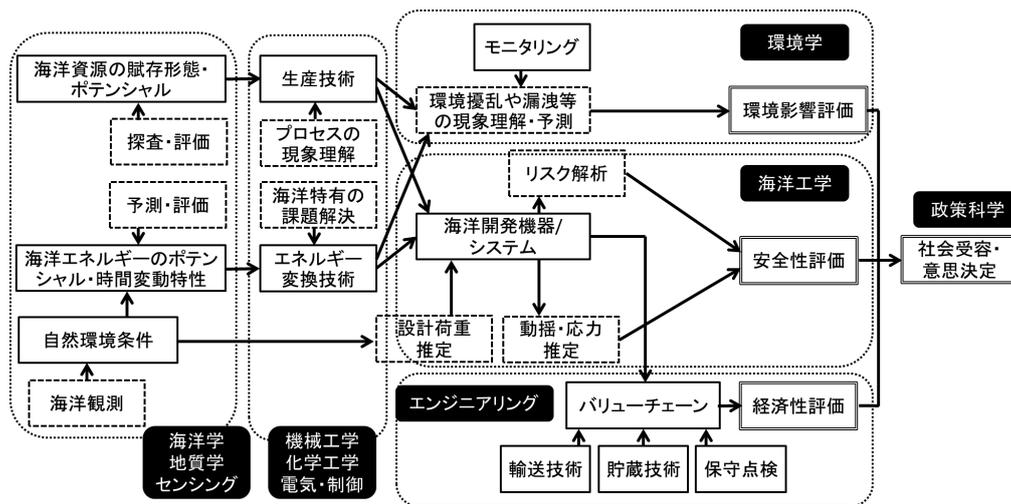
同実証研究に、大学から唯一東大が参画する中で、風車・支持浮体・係留系の連成挙動解析法を開発し、成果物の解析プログラムは認証コードとすべくさらなる改良が進められている。また企業と共同で新しい浮体形式の開発を行い実証研究でも採用された（国内外で特許出願済）。鈴木によるこれらの活動は国際的にも評価され、国際電気標準会議の浮体式洋上風車技術仕様書作成委員会の日本代表委員、米国エネルギー省の洋上風車先進技術実証プロジェクト公募申請審査会評価委員に就任している。

## 3. 学融合の推進状況

本専攻は、海洋の利用と産業創出、海洋の保全と環境創成を目標に、従来、新領域創成科学研究科環境システム学専攻で育成してきた、環境問題解決に必要な統合システムを創出する手法と、工学系研究科環境海洋工学専攻で培ってきた、海洋をフィールドとした総合工学的なアプローチ法を融合・発展させるべく、平成 20 年に設立された。今回の点検・評価の期間（平成 23～27 年度）中に、前述したような海洋に関する研究プロジェクトが新しく多数立ち上がり、より様々な分野の専門家と同じ目標達成に向けて学融合的な研究成果が出るようになってきている。

そもそも海洋を利用したり保全したりする上で、狭い分野のみの取組では実効が上がらない。下の図は、海洋開発システムを社会実装する場合を例にとり、研究分野の関連を概略で描いてみたものである。

図で左側を上流と見た場合、海洋学・地質学といった理学、センシングといった科学技術によって、海洋をよく理解しながら利用可能なポテンシャルを評価し、機械工学・化学



工学・電気工学・海洋工学・環境学といった分野の手法で技術・経済性・環境影響など多方向から成立性を評価し、あるいは必要に応じて新技術の開発を行い、下流の意思決定や社会受容につなげていく必要がある。産業がかなりしっかりとした基盤を持つ場合、各分野の専門家が縦割りで役割分担することでも上流から下流に途切れない流れができるが、新しいフィールドで新しい産業を創出するためには専門家が全体を俯瞰しインターフェースを確実に接合する必要がある。強固な接合は学融合でこそ成り立つ。一つ一つのプロジェクトが社会実装に近づくことが学融合の進捗の証になると考える。実際のところ、専攻の教員が関わる分野は縦割りの境界を越えてこの5年間で確実に広がってきている。

#### 4. 外部資金の獲得状況の概要

本専攻の多数の研究プロジェクトは外部資金獲得によって取り組まれている。基幹講座教員が獲得した主要なものは以下のとおりである。

- (1) 文部科学省「GRENE 北極気候変動研究事業」、平成 23～27 年度獲得額 101 百万円。
- (2) 環境省「環境配慮型 CCS 導入検討事業」、平成 26、27 年度獲得額 30 百万円。
- (3) 経済産業省「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」、平成 22～27 年度獲得額 109 百万円。
- (4) 資源エネルギー庁「浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業」、平成 23～27 年度獲得額 97 百万円。
- (5) NEDO「次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究」平成 26、27 年度獲得額 81 百万円。
- (6) NEDO「海洋エネルギー技術研究開発 / 次世代海洋エネルギー発電技術研究開発（水中浮遊式海流発電）」、平成 23～26 年度獲得額 116 百万円。
- (7) NEDO「海洋エネルギー技術研究開発 / 海洋エネルギー発電システム実証研究 / 水中浮遊式海流発電 / 実海域実証実験海域選定のための海域調査および海洋環境条件計測法の検討」、平成 26、27 年度獲得額 36 百万円。
- (8) NEDO「海洋エネルギー技術研究開発 / 次世代海洋エネルギー発電技術研究開発（機械式波力発電）」、平成 23～27 年度獲得額 58 百万円。

(9) NEDO「海洋エネルギー発電技術共通基盤研究（ポテンシャル推定）」、平成 26、27 年度獲得額 43 百万円。

(10) 国土交通省「帆主機従ハイブリッド船「ウィンドチャレンジャー」、平成 25～28 年度獲得額 56 百万円。

また、平成 25 年 7 月から 5 年間の予定で新領域創成科学研究科に設置され本専攻の教員 4 名が兼務担当している「海洋開発利用システム実現学」寄付講座は、日本の造船・重工メーカー、エンジニアリング会社、海運会社、石油開発会社および船級協会の合計 9 社 1 機関の支援によるもので、平成 27 年度末時点で確定している寄付金総額は 174 百万円である。さらに、日本海事協会からの「次世代風力発電システムの創成」寄付講座が工学系総合研究機構に設けられたが、本専攻の教員が兼担し、平成 26、27 年度で分担金 75 百万円を獲得している。

## 5. 研究に関する中長期計画

今回の点検・評価の期間（平成 23～27 年度）中に立ち上がったプロジェクトは、洋上風力発電のように実規模の実証段階に入ったものを先頭に、今後次々と実証実験段階に入ってくる可能性のあるものが多い。まず確実に実証実験を完遂させることが重要である。そしてこれらが商業化されるまで大学の立場からできることをやっていく必要がある。3. で示した図に照らすと、環境学や政策科学の重要性が増すと考えられる。これまではプロジェクトの立ち上げに向けて担当教員が個々に尽力してきた面が強いが、他の専攻教員（含む協力講座・連携講座）あるいは研究科・系の専門家にも協力いただいて得意分野を持ち寄ってプロジェクトの推進を図っていく。その際、同時並行的なプロジェクト進行を通じた経験の共有等も我々の武器にできると考えられる。

専攻の運営上の課題として、専攻設立以来のスペース不足およびスペース分散問題がある。たとえば、環境棟 4 階に 2 研究室、7 階に 2 研究室、2 階に助教室、基盤棟 6 階に 3 研究室が設けられており、教員のみならず専攻内学生間の日常的な交流が阻害されがちである。あるいは、実験室用の専用スペースを持たない基盤棟の研究室が環境棟のプロジェクト室（2 室分）をこの数年間ほぼ恒常的に有料で借用している。未だ解決の見込みがたっていないものの、中長期的には専攻の空間テリトリーを確立してより多くの成果をあげていく基盤としたい。

## 環境システム学専攻

### 1. 専攻の研究目的

環境システム学専攻では、21 世紀のあるべき環境を大気・水・地殻・地球の視点および物質・エネルギー・プロセス・環境リスクの視点からシステムとして捉え、必要な統合化技術および要素技術を確立するための研究を目指す。具体的な分野としては、基幹講座によるエネルギー環境学、地圏環境システム学、地球環境工学、海洋環境工学、大気環境システム学、環境化学エネルギー工学、環境リスク評価学、環境健康システム学、環境システム情報学、環境社会システム学、環境安全システム学、環境安全マネジ

メント学の十二の分野に、連携講座としての「循環型社会創成学」分野を加え、基幹講座全体を「地球環境システム学大講座」と「地域環境システム学大講座」の二つに再編成し環境システム学専攻としての研究を推進する。

## 2. 主要研究プロジェクトの概要

上記1で述べた各研究分野において、環境問題に関する多様な研究プロジェクトを推進している。具体的なプロジェクトを以下に列挙する。

- 大気化学中間体の検出による大気酸化反応過程の解明に関する研究
- 安定同位体計測による温室効果気体の環境動態解析に関する研究
- 自動車排出ガスにおける大気環境リスク評価に関する研究
- 持続可能な地圏開発に向けた環境問題対応技術の高度化とマネジメント手法の開発・適用
- 超高精度・多点型光ファイバ歪センサの実用化と岩盤・地下水連成挙動のモニタリング
- 超高精度光ファイバ歪センサによる多相流体存在下の岩盤挙動評価の新展開
- 分析化学と健康科学の融合による化学物質の曝露アセスメントに関する研究
- 疫学的・健康科学的アプローチによる化学物質のヒト健康影響に関する研究
- 超臨界水を利用した環境負荷低減技術の開発
- 実験研究現場の環境安全に関する科学的解析とモデル化
- 電気化学の工学的応用による新型燃料電池とエネルギー貯蔵に関する研究
- 低炭素技術の技術革新、経済性、環境影響の評価と社会導入に関する研究
- エネルギーシステムのモデル化と要素技術の統合化に関する研究
- 難処理有害廃棄物の安全化処理手法に関する研究
- バイオマス系廃棄物の資源・エネルギー化手法に関する研究
- 生態系や物質循環の視点に基づく環境システムの分析・評価に関する研究
- 海洋や沿岸域、流域圏などを対象とした物質循環の評価に関する研究
- 大気中のエアロゾルの計測に関する研究
- 廃プラスチックの機械的処理過程において発生する化学物質に関する研究
- エネルギー消費ビッグデータによるデマンドサイドの省エネルギーに関する研究
- マーケティング手法による環境価値・環境政策の評価に関する研究
- 都市気候のエネルギー需要・人間健康への影響評価と対策設計に関する研究
- 消費者の日常生活に伴う環境負荷の把握と代替行動の設計に関する研究
- 物質フロー分析、ライフサイクル分析、産業連関分析とその統合に関する研究
- 環境政策の国際協調に向けた国際交渉プロセスの分析
- 資源循環・廃棄物管理のシステムや関連政策の評価・設計に関する研究
- 地熱・地中熱の活用・普及に関する研究
- 二酸化炭素地中貯留の監視技術と社会実装に関する研究
- 地下水資源の保全・活用に関する研究
- さまざまな環境における放射線防護に関する研究
- 放射線安全に関する規制科学研究

### 3. 学融合の推進状況

環境システム学専攻では、「多様な環境問題の解決」という目的志向で研究を推進しており、2に記した多くの研究プロジェクトも、その手法は学融合的である。これは、単一の研究分野の手法だけでは、複雑化した環境問題の真の解決を図れないからである。ここでは、特に外部から一定の研究資金を得て推進されている学融合研究の一部の例を示す。例えば、大島らは、「自律型研究人材育成を目指した安全教育・管理システムの提案」の中で、現場の安全管理に携わる実務経験を有する複数の研究者が、異なるバックグラウンド（工学・理学・医学）から安全という共通の課題について検討を行う体制を取ることから、実効性の高い学融合の研究成果が期待されている。一方、徳永らは「持続可能な地圏開発に向けた環境問題対応技術の高度化とマネジメント手法の開発・適用」において、資源開発や廃棄物処分などによって発生する地盤変動を高精度に観測・モデル化するための技術開発、長期にわたる開発に伴う地表環境変化の実態把握と将来予測、開発に伴う地域の脆弱性評価について科学・技術の観点から研究を進めるとともに、地圏利用・保全を進めるにあたり極めて重要な課題である地域との合意形成に向けて、社会への情報発信の方法、行政・地域・業界・大学との連携の在り方についても検討を行っている。また徳永らは、「超高精度・多点型光ファイバ歪センサの実用化と岩盤・地下水連成挙動のモニタリング」、「超高精度光ファイバ歪センサによる多相流体存在下の岩盤挙動評価の新展開」において、光ファイバセンシング技術、地震学、地殻力学、地下水学、地質学の融合を通し、今までにない超高精度でのセンサ開発とその実装、計測データの評価を目指した研究を行っている。この研究は、日本と中国との国際共同研究として進めているものでもある。

### 4. 外部資金の獲得状況の概要

3に記した学融合研究の外部資金を中心に以下に記す。

- (1) 「自律型研究人材育成を目指した安全教育・管理システムの提案」平成25～27年度で実施中；平成25～27年度の研究費総額は3,939万円（間接経費込み）
- (2) 「持続可能な地圏開発に向けた環境問題対応技術の高度化とマネジメント手法の開発・適用」平成23年度から27年度で総額1億3,600万円の予算で実施
- (3) 「超高精度・多点型光ファイバ歪センサの実用化と岩盤・地下水連成挙動のモニタリング」平成21年度から23年度で総額4,485万円の予算で実施
- (4) 「超高精度光ファイバ歪センサによる多相流体存在下の岩盤挙動評価の新展開」平成26年度から28年度で総額3,549万円の予算で実施中
- (5) 「近赤外レーザーを応用した安定同位体計測法の開発」平成23年度から24年度で総額4,303万円（間接経費込）の予算で実施
- (6) 「超高感度分光法によるニトロ化合物リアルタイム検出器の開発」平成24年度に総額1,173万円（間接経費込）の予算で実施

## 5. 教育に関する中長期計画

### 5.1 中期計画

#### 1) 大講座構成研究室全体にまたがる共同研究プロジェクトの実施

前述したように、環境システム学専攻においては、人類の活動に伴う環境排出やエネルギー消費が、大気、水、土壌、人体及び地球全体の環境に及ぼす諸問題をトータルシステムとして把握し、これらの解決に必要な対応策を見出す。そのために、工学／健康科学／経済学などの手法を適宜融合して環境システムの分析および総合化の体系を創成し、環境問題の解決に資する研究・教育を行っている。これら他分野を総合する研究プロジェクトを実行する。

#### 2) 海外の大学との研究交流

海外の大学の教員との交流を通じて、環境システム学専攻に関連した学問分野において研究面での交流を推進する。このために東京大学外国人客員研究員制度を積極的に利用する。ロンドンのインペリアル・カレッジとは地球環境問題の分野、カナダのコンコルディア大学とは都市気候の分野、米国のウィスコンシン大学とは地圏環境評価の分野で研究交流を進めている。

#### 3) 国立環境研究所との連携

平成 18 年度から設置している連携講座「循環型社会創成学分野」は、「持続可能性の科学技術」の概念を適用し環境問題の解決策を求める。具体的には、温暖化、廃棄物問題、交通環境問題などに対応し、都市、農村、生態系における地球・地域規模での物質循環、エネルギー循環のシステムの把握を行い、問題解決策を提示する。また、大学院連携の逆バージョン（国環研側からの要請に基づく連携研究）として、平成 26～27 年度に、同研究所環境計測研究センターとの連携研究を行っており、吉永が「連携研究グループ」のグループ長をつとめている。

#### 4) 他の国立研究所との研究協力

他の国立研究所との研究協力を推進する。産業技術総合研究所（産総研）とは、将来の研究協力を見据えて、いくつかの初期的な協力関係を持っている。例えば産総研福島再生可能エネルギー研究所とは、再生可能エネルギーの利用について、本専攻の研究理念と親和性が高く、平成 26 年 12 月に専攻の教職員・学生で研究所の視察を行っている。産総研安全科学研究部門とは、講義の非常勤講師として専攻の教育への協力があり、また専攻教員が客員研究員を兼務するといった研究面での交流がある。これらの研究機関との協力を深化させることが中期的な課題といえる。

### 5.2 長期計画

長期計画として、国立環境研究所との連携強化、他の国立研究所との連携の推進が重要であることは論を待たない。課題としては、専攻全体にまたがるプロジェクトを実行するための研究資金確保が挙げられる。また、専攻での研究を遂行するための実験機器の保全、フィールドワークなどの研究業務に、博士後期課程学生が RA として期待されており、RA 採用を増強できる予算補助が望まれる。

## 人間環境学専攻

### 1. 専攻の研究目的

本専攻の研究が目指す大きな目標は、超高齢社会への対応と低炭素社会の実現である。高齢社会への対応における課題は、日常的な健康管理と健康増進、医療・介護システムの充実、住環境の整備、社会参加の促進、モビリティの確保、生活物資の購入支援などであるが、既存の技術とシステムをそのまま拡張して適用すれば社会的コストとエネルギー消費は増大し実現性は乏しい。解決策の研究開発においては、個々の課題に対する研究成果の効果とその影響を、高齢者の健康と生活の向上という第一義的な目標以外に、エネルギー、情報、物流、経済、など社会全体に関わる多面的な評価軸で総合的に評価しなければならない。

一方、低炭素社会の実現のためには既存の設備や機器の効率向上によるエネルギー消費の低減を目指すだけでなく、将来のエネルギー供給・消費システム、すなわち、風力発電、太陽光発電、スマートグリッド、コージェネレーション、ヒートポンプ、電気自動車や家庭用燃料電池の普及等を見据えた上で、新たな要素技術とシステム技術の研究開発が必要となる。また情報システムや物流においても直接エネルギーを消費する要素の評価に加え、時間的な波及効果を含めたシステムとしてトータルなエネルギー消費を考える視点を常にもつことが肝要である。

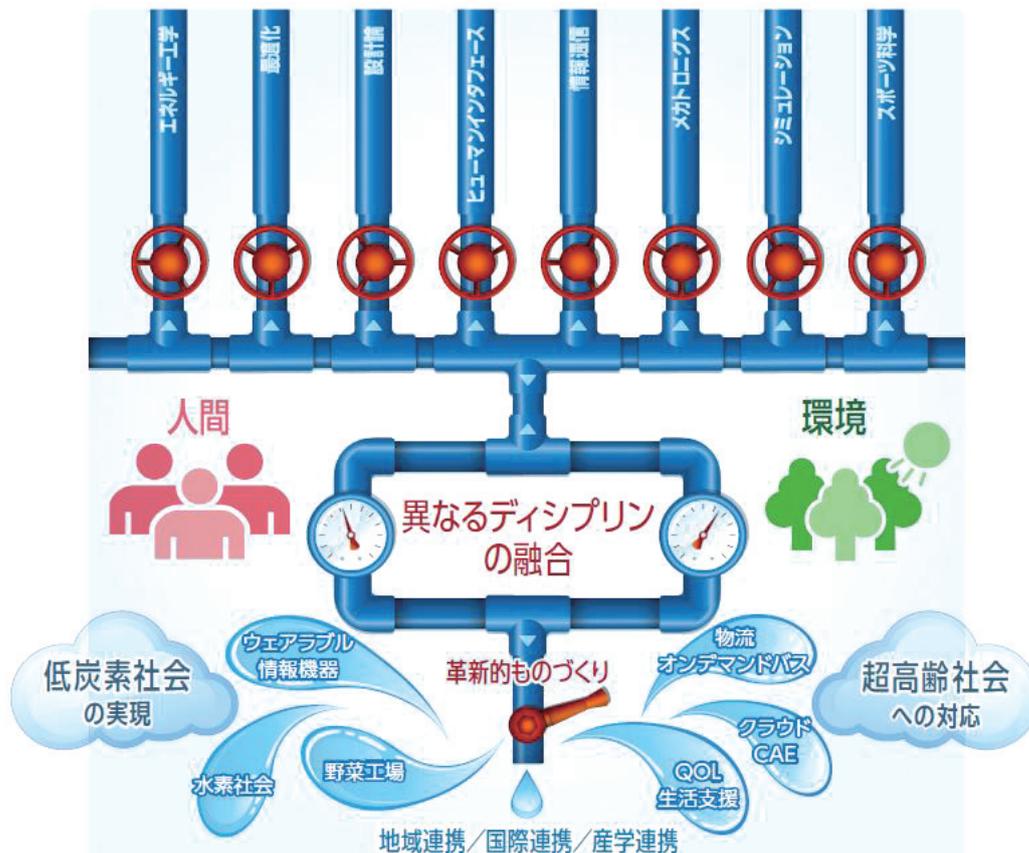


図1 超高齢社会への対応と低炭素社会の実現へ向けた研究相関図

本専攻の研究目的は、エネルギー工学、システム工学、スポーツ科学、メカトロニクス、センシング、情報通信、計算工学などのオーセンティックな要素技術、基盤学理に立脚し、超高齢社会への対応と低炭素社会の実現に向けた様々な要素技術の研究開発とシステム設計を進め、それらの成果を社会実証実験により評価し、課題の解決策を社会に示していくことである。図1に超高齢社会への対応と低炭素社会の実現へ向けた本専攻の研究の相関図を示す。

## 2. 主要研究プロジェクトの概要

### 2.1 オンデマンドバス

産業環境学分野では平成17年から地域社会における新しいモビリティを供給するオンデマンドバスに関する研究を進めてきた。オンデマンドバスとは、乗客の予約に応じて効率的に移動するバスシステムであり、Webからの予約を通じて自動的に運行スケジュールが作成される。オンデマンドバスシステムがクラウドコンピューティング技術によって構築されているなどの特徴があり、全国で約50自治体での運行実績を持つ。戦略的創造研究推進事業（科学技術振興機構）「安心・安全のための移動体センシング技術（平成17～21年度）」プロジェクトの成果を、研究成果最適展開プログラムA-STEP（科学技術振興機構）「オンデマンド交通サービス支援システム（平成21～26年度）」による社会実装を推進してきた。開発したシステムは、展開地域の自治体、東京大学、関連企業が連携して開発した研究成果が、現在は社会に広く利用される段階になりつつある。詳細は「社会連携」の章にも記載されている。

### 2.2 心臓シミュレータ UT-Heart

本研究は計算科学と医学の学融合により、バイオメカニクス分野（平成13年当時）において開始されたもので、心筋細胞内のタンパク分子の運動から心臓の拍動・血液の拍出に至る多階層の生命現象をありのままに再現するマルチスケール・マルチフィジックス心臓シミュレータの研究開発を行ったものである。現在では欧米の競合研究に大きく水を空け、学術的貢献だけでなくテーラーメイド医療のための臨床研究、創薬応用研究、医療機器開発への応用研究が実用レベルに達し、薬事承認を目指している。

UT-Heartを創薬スクリーニングへ応用した論文では、細胞パッチクランプ実験と組み合わせたハイブリッドシステムにより従来どの方法よりも優れた心毒性リスク予測が出来ることを11の薬剤を用いて実証し国際的な反響を呼んだ。生体シミュレーションの創薬分野における新たな役割を示した世界初の論文であり、平成27年にScienceの姉妹誌Science Advancesに掲載された。また、UT-Heartは我が国を代表するソフトウェアとして文部科学省HPCI戦略プログラムにおいて全科学技術分野から選ばれた7優先課題の一つとなり京コンピュータを集中的に使用し、学術的成果を挙げることで大規模スパコンの存在意義を実証してきた。報道は多数に及ぶ。さらに、臨床医学的には小児先天性心疾患の外科手術や心臓再同期療法における術後予測の研究が内閣府最先端研究開発支援プログラム等の下で進展し、薬事承認を目指してPMDA（医薬品医療機器総

合機構)との相談を開始している。承認されれば世界初のコンピュータによるテーラーメイド医療が可能となり、難病の治療成績向上が期待できるだけでなく、我が国の医療費削減と医療産業振興に貢献できる。創薬スクリーニングや医療機器開発でも成果を挙げており、企業との共同研究に関わる特許出願は国内 31 件、国際 59 件を超える(登録はそれぞれ 8 件および 7 件)。

## 2.3 明るい低炭素社会の実現に向けた都市変革プログラム(平成 22～26 年度)

本研究プロジェクトは、平成 22 年度科学技術振興調整費「気候変動に対応した新たな社会の創出に向けた社会システム改革プログラム」の一環として開始された。実施体制は、東京大学を中核機関とし、千葉県、柏市、三菱総合研究所が参加して技術開発、社会改革推進チームを編成した。研究開発は、①エネルギー、②モビリティ、③植物医科学、④都市計画、⑤農業・緑地計画、⑥情報システム、の 6 グループで実施した。

低炭素化の技術導入は従前よりも増して加速する必要がある一方、日本の超高齢社会化が経済や社会を停滞・縮小させる方向に働けば低炭素社会実現のブレーキとなる。拡大する高齢者層が積極的に社会に参画・貢献し、さらには低炭素化の担い手として重要な役割を果たすようになれば、持続的成長の可能性を持った「明るい」低炭素社会実現の途が拓けてくる、という背景のもと、本プロジェクトでは、次の 3 点をミッションとした。

- 太陽エネルギーを利用した超省エネヒートポンプ、超小型電気自動車、シニア植物医師訓練プログラムについて社会実装できるレベルに技術開発を行う。また、これらの社会実装に際する社会システムの課題を明らかにし、改革を提言する。
- 高齢者居住充実のための計画、および高齢者による農地利用、緑地管理活動の計画の実証実験を通して、高齢社会の克服と低炭素社会の実現を両立させる都市計画、農業・緑地計画を策定・提言する。
- 都市と自然が近接する柏市での統合的な実証実験を通じた技術開発と社会システム改革の具体化を図る。さらに、高齢者が自律協調する低炭素都市モデルを構築し全国への普及・展開を推進する。

## 2.4 高齢社会を豊かにするシステム創成

生活支援工学分野において、戦略的イノベーション創出推進プログラム(S-イノベ、科学技術振興機構)の 2 課題に参画し、生活支援ロボットおよび自動運転システムに関する研究を推進している。

2.4.1 「高齢者の記憶と認知機能低下に対する生活支援ロボットシステムの開発(国立リハセンタ、NEC、生活科学運営、フランスベッド、産総研との共同プロジェクト)(平成 22 年度～)」 認知症高齢者は、記憶がなくなることにより、周辺症状による問題行動等を引き起こしているが、記憶の支援をロボットが行えれば、問題行動が回避できるのではないかという方針のもとに、主として情報を支援する生活支援ロボットの開発を行っている。NEC のパペロを用いて、福祉施設の現場においてフィールドベースの研究開発を実施しており、東大は主としてロボットの発話のプロトコルなど、

ヒューマンマシンインタフェースの部分を分担している。これまでに、90代後半の認知症者に、デイサービスへ出かける前にトイレに行くことを促すことなど、ロボットと人との会話ができている。

2.4.2 「高齢者の自立を支援し安全安心社会を実現する自律運転知能システム（トヨタ、豊田中研、東京農工大との共同プロジェクト）（平成22年度～）」 自動運転に向けての取り組みが多い中、ハードルの高い完全自動ではなく、高度運転支援により高齢者の自立や社会参加を促進することを目指し、人と車の協調による運転（シェアードドライブ）の研究開発を行っている。東大は、主として、リッチな地図情報に頼らずリーナな情報・センサ構成で環境認識・自己位置推定などを行うシステム開発、協調運転におけるヒューマンマシンインタフェースの基盤的な技術についての研究を分担している。これまでに、リーナなシステム構成での自動運転の実現、運転者の受容性についての基盤的要素の構築ができている。

## 2.5 産学連携 CAE を高度化するオープンソース並列アプリケーション

複雑環境システムシミュレーション分野において、戦略的創造研究推進事業 CREST（科学技術振興機構）「自動チューニング機構を有するアプリケーション開発・実行環境（平成23～27年度）」に参画し、メニコアクラスタによるポストペタスケールシステム上での科学技術アプリケーションの効率的開発、安定な実行に資する ppOpen-HPC の研究開発を、計算科学、計算機科学、数理科学各分野の緊密な協力のもとに実施した。とくに、並列有限要素法アプリケーションの開発支援ライブラリ ppOpen-APPL/FEM の開発、整備を担当した。

オープンソース化された並列構造解析プログラム FrontISTR は、文部科学省 HPCI 戦略プログラム「分野4次世代ものづくり」の体制構築プラットフォームに採択されているほか、広範な分野の企業、ソフトウェアベンダー、研究・教育機関で利用されている。また、平成26年度より開始されたポスト「京」重点課題「近未来型ものづくりを先導する革新的設計・製造プロセスの開発」に参画し、サブ課題 E「新材料に対応した高度成形・溶接シミュレータの研究開発」を推進している。

## 3. 学融合の推進状況

代表的プロジェクトを始めとして本専攻における研究の多くは工学、情報学、環境学、医学に関連しており、既存のディシプリンにとらわれない研究を推進している。教育においても学生の研究論文の指導、特に博士論文の審査に参加する教員の専門分野の幅を広げ、研究の方向性に関する議論や結果の評価において学融合を進めつつある。

## 4. 外部資金の獲得状況の概要

平成23年度から27年度までの外部資金（受託研究／共同研究費、文部科学省科学研究費補助金および厚生労働省研究費補助金、その他の競争的資金、寄附金の合計）の推移を表1に示す。

表1 外部資金の獲得状況（人間環境学専攻）

	外部資金総額（百万円）
平成 23 年度	874
平成 24 年度	999
平成 25 年度	710
平成 26 年度	549
平成 27 年度	417

## 5. 研究に関する中長期計画

### 【中期計画】

超高齢社会への対応と低炭素社会の2つの大きな目標に向けて研究を進め、総合工学としての人間環境学を具現化する。

- (1) 超高齢社会への対応において、健康スポーツ、医用工学、パーソナル情報センシング、センシングデバイス技術、社会コミュニティ形成、コミュニケーション支援、福祉工学といった生活の質の向上に寄与するエンジニアリング的なアプローチを中心とし、社会工学的要素を取り入れたプロジェクトを構成する。社会実証実験の評価は、エネルギー消費量や関連設備・機器のライフサイクルアセスメント、さらには向上したモビリティがもたらす地域の活性化や経済効果まで考慮した総合評価が必要であり、関連する様々な学問分野の融合が評価の手段として必要となってくる。
- (2) 高齢者が日常的に継続的に運動するためには施設の整備とともに適切なトレーニングプログラムの開発、指導体制の確立、交通手段の確保、連絡網の整備、充実した広報など、地域のインフラや情報システムの開発を含めた課題解決に向けて、本専攻と関係の深い生涯健康スポーツ研究センターと共に取り組む。
- (3) 基盤研究としてのマルチスケールフィジックスのシミュレーション技術、および、そのオープンソース化と産官学からなるCAE共同体の活性化を通じた社会実装を推進するとともに、低炭素技術の高度化へ資する基盤ツールを充実化させる。
- (4) 低炭素社会の実現に関しては、エネルギー消費に直接関わるヒートポンプの高効率化や燃料電池用セパレータの材料開発、二酸化炭素の地中・海中隔離に伴うCO<sub>2</sub>の流れに関する研究を進めるとともに、情報システムや物流システムの研究においてもトータルなエネルギー消費や二酸化炭素排出量という評価軸を常に導入することにより、低炭素負荷の技術の確立を目指す。

### 【長期計画】

超高齢社会への対応と低炭素社会の実現を目指した専攻内各分野における研究を集約し、分野間の協力関係をより一層強めるとともに、地域社会や産業界との連携を進め、研究成果を社会の中で具現化していく。それらプラクティスを普遍化することにより、学融合の方法論として、新たな課題探索の体系化を目指す。

## 社会文化環境学専攻

### 1. 専攻の研究目的

我々が居住する都市という環境は、人の集まりであると同時に、建築や社会基盤施設などのハードウェアによって形成されている。また、都市も自然環境に依存せずには存続できず、環境保全と環境形成はこのようなささまざまな事象の相互作用の中で捉える必要がある。

社会文化環境学専攻は、人文環境学、空間環境学、循環環境学の3つの基幹大講座に空間情報学協力講座が加わった4つのグループから構成され、建築・都市・地域・地球という各種スケールの物理的環境及び人文社会的環境を対象とした、分析・評価・予測・形成・管理に関する研究を展開し、学融合の理念に基づく自然科学及び人文科学の多面的なアプローチを用い、様々なスケールや位相、時間軸上の環境学に関わる課題を総合的に把握し、統合的な課題解決に結びつけることを目的としている。

人文環境学講座では、環境倫理、環境社会学、地域社会学、都市社会学の立場から、人々の生活を中心とした環境に関する具体的な問題を取り上げ、人と人、人と自然、人と人工物といった関係について、社会規範や法の形成と併せて考察を行おうとしている。また、環境認知論・環境行動論と先史および民族考古学を取り扱い、環境情報とその環境下での人間行動のモデル化、調査に基づく環境生態と人の文化的・社会的かかわりの探求を行うことを目的としている。

空間環境学講座では、建築学、都市計画学における空間計画やアーバンデザイン、建築環境・構造・構法計画を中心に展開し、建築・地域・都市空間として安全かつ快適で持続可能な環境構築の計画手法と技術を探求することを狙っている。また、建築物や社会基盤施設の環境負荷低減とともに生活の質の向上を目指し、地域に根ざしたまちづくりの協働実践、環境配慮型建築の設計手法、環境性能・構造性能の予測・評価手法の開発を行っている。

循環環境学講座では、環境制御技術の最適化問題や沿岸域管理に関わる工学的課題を扱っている。具体的には下水管内で下水の水質浄化を行うことで処理場への負担を軽減することで処理場の分散配置を実現し、都市や住空間における水循環を改善するための検討を行っている。また、沿岸域における環境や防災を対象とし、東日本大震災による放射能汚染過程の解明や津波・高潮減災、内湾環境の予測・評価に基づく環境再生、気候変動影響下にあるアジアの途上国沿岸域の持続可能な利用に向けた調査研究を展開している。

空間情報学講座では、空間情報科学研究センターとの連携に立ち、研究・教育の展開を行っている。都市問題や地域経済問題は、関連諸情報として体系化されることにより、環境評価、環境設計、都市・地域政策などにおける意思決定に大きな役割を果たすようになってきている。空間情報科学としての多くの成果は社会文化環境学にとっての学術展開の基盤となるもので、その連携が環境学創成への貢献として期待されている。

以上のように、それぞれの分野においては、環境学における最先端を目指している一方で、これらの融合による新たな研究分野を創出することにも重点を置いている。その



## 総合研究

各分野の先端的な研究については、多岐にわたりかつ統合的な研究を進めている。その主要なものを列記する。

### a. 内湾における環境再生や沿岸域における津波・高潮減災に関する研究

東京湾を対象とした流動・波浪・水質・底質動態モデルを開発し、内湾環境の再生施策に関する検討や、開発途上国を含む気候変動影響下にある沿岸域の津波・高潮減災や海岸保全に関する研究に取り組んでいる。

### b. 都市から沿岸域にいたる放射性物質をトレーサーとした物質循環の解明

放射性物質は自らエネルギーを発する性質から極めて微量でも安定して測定でき、また特定物質に選択的に結合する。そのような性質を利用することで、都市から沿岸域に至る、生物影響も含めた物質循環の定量的な解明に向け、気象学、陸水学、生態学、森林学、海洋学の研究者らと共同研究に取り組んでいる。

### c. 微生物の貪食作用を活用した省エネルギー型水処理技術の開発

環境中の微生物は有機基質と接触するとまずは速やかに非酸化的に摂取し細胞内に蓄積し、酸素などの酸化剤が追って供給されると蓄積した有機物を徐々に利用するものが多く存在する。例えば下水管壁に付着した微生物が下水と酸素を含む空気に交互にさらされれば、有機汚濁物質を分解除去することが可能である。下水処理場におけるエネルギー効率の改善のため、また、水質浄化機能を有する新たな下水道管渠を開発するために、研究開発を行っている。

### d. 数値解析技術を援用した音環境予測・評価・設計に関する研究

音響・振動の数値解析技術に基づき、室内音響、騒音、振動、建築部材の音響性能の予測・評価ツールの開発を進め、室内空間の設計、建築部材の開発、屋外騒音の対策などへの応用を図る。

### e. 建築生産に関わる環境負荷評価に関する研究

建築物を生産する際に発生する材料製造、輸送、建設にかかる環境負荷を、実態調査に基づき調査し、計算している。特に木材については国産材、輸入材をライフサイクルアセスメント的な手法を用いて比較し、さらに簡易な計算システムも提案している。

### f. 在来知ネットワークと記憶の回廊を生かした環境ガバナンスに関する研究

環境ガバナンスにおける問題点を事例研究から明らかにしながら、①人と環境の関わりを体現する同時代的な在来知のネットワーク、②異なる世代の間をつなぐ記憶と場所の痕跡と履歴のネットワーク（記憶の回廊）を用いた環境ガバナンスの仕組みについて、具体的な地域での実践方法と共に研究している。

## 3. 学融合の推進状況

『縮小のデザイン学～縮小時代の環境デザインを描く～』について横断的な議論を進めている。21世紀に入り、人口減少と財政規模の縮小が進行しつつあるなか、日本の社会をいかに再構成するかを考える時代にきている。人口はこれから40年余りで3,000

万～4,000万人減ると推計されている。空き家の増加や公共交通の採算割れなど、大きな変化が予測されるなかで、土地利用の再構成や公共施設の再配置など、都市構造あるいは社会構造の再編は必至である。本専攻ではこうした社会状況を縮小というキーワードでとらえ、「縮小社会」の問題やそれへの対応をテーマに専攻内で融合型研究を企画し、「縮小のデザイン学のためのフィールド・ワークショップ」を開催している。以上に加えて、専攻以外の研究者との連携を推進するため、GCOEや産学連携研究に積極的に関わっている。

#### 4. 外部資金の獲得状況の概要

本専攻の研究には大まかに言えば、「①学融合に資するテーマ」、各自がこれまでの分野だけでなく広く他分野との協力・学融合をすすめるために、「②他の分野との融合的な研究に参加しているテーマ」、環境学としての研究を切り開く「③各分野における先端的なテーマ」がある。これらに加えて各分野のこれまでの研究を深めるというテーマがあるが、本専攻として①から③のそれぞれ外部資金獲得状況を中心的なテーマをあげて概要を示す。

研究費の総額から見るとまだ各専門分野に依拠するものが多いが、環境関連の総合的な研究も徐々に増えており積極的に応募し融合型研究として採用されている。

##### 学融合に資するテーマ

学融合に資するテーマの学部資金は専攻レベルでは獲得できていないが、日本建築学会での融合的な研究として、学融合のテーマである研究科予算で進めている「縮小のデザイン学のためのフィールド・ワークショップ」などに関連して、「縮小のデザイン学」のフィールド研究として千葉県柏市や福島県田村市などと、「地域連携研究費」を獲得して、融合的な研究としている。千葉県柏市柏の葉キャンパス駅前に設置されたアーバンデザインセンター柏（UDCK）をコアとして、まちづくりを通じた融合的な研究も行っており外部資金も獲得している。柏市では、30年前に開発された1,600戸の戸建住宅団地において、高齢化が進む中でまちのコミュニティとサービスの維持を目的とした小さな拠点整備の可能性などの実践的な研究を行っている。人口が減少する福島県田村市においても、田村地域デザインセンター（UDCT）を中心とするまちづくりに関わってきたが、東日本大震災による原発事故に伴う避難及び避難解除という難しい条件のもとで、将来のあり方について実践的な研究を行っている。

##### 他の分野との融合的な研究に参加しているテーマ

他の分野との融合的な研究に参加して、環境学としての最先端分野の中で協力体制にある外部資金の主要なものを示す。

グローバル COE「ゲノム情報ビッグバンから読み解く生命圏」（研究代表者：東京大学教授森下真一）、JST 社会技術研究開発センター 研究領域「地域に根ざした脱温暖化・環境共生社会」の研究開発プロジェクト「東北の風土に根ざした地域分散型エネルギー

社会の実現」(研究代表者 東北大学農学研究科教授 両角和夫)、文部科学省先導的科学技术開発費補助金「気候変動に対応した新たな社会の創出に向けた社会システムの改革～明るい低炭素社会の実現に向けた都市変革プログラム」(研究代表者 東京大学教授 飛原英治)、企業との共同研究「下水管渠の水質改善能力の評価と向上に関する研究」、「キンラン・ギンランの移植技術の研究」、JST-RISTEX「持続可能な多世代共創社会のデザイン」研究開発領域研究開発プロジェクト「分散型水管理を通じた風かおり緑かがやくあまみず社会構築」(研究代表者：九州大学教授島谷幸宏)などである。

### 各分野における先端的なテーマ

環境学としての研究を切り開く各分野における先端的なテーマについては、順調に外部資金を獲得している。ここでは将来他分野との融合へと発展する可能性の高い主要なものについて列挙する。

「沿岸域における底泥の輸送と物質変換機能の解析のための複合微生物群集解析手法の応用」、「沿岸域における細粒懸濁物の動態解明に基づく物質循環像の解明」、「下廃水処理プロセス中バクテリオファージの水処理性能との関連の解明と応用」、「微生物群集解析に基づく生物学的排水処理プロセスのモデル化」、「固有なく生を支える市民活動と地域形成に関する実証的研究」、「「ストリート」の管理と利活用を通じた公共空間の公共性と地域ガバナンスの段階的発展」、「拡散性制御に基づく先進的空間音響設計スキームの構築」、「数値音響試験室における建築部材の音響性能予測法の確立」、「持続可能性を築く「市民・研究者協働による生物多様性モニタリング」の研究」、「健全な湖沼生態系再生のための新しい湖沼管理評価軸の開発」、「生物多様性保全と自然再生の理念に関する環境倫理学的研究」、「東日本大震災におけるボランティアの実践知と後方支援の論理」、「非構造部材・設備等取り付け部の耐震安全限界の解明と補強法の開発」、「住宅分野の省エネ改修に関する実態分析」、「モバイル空間統計のまちづくり分野への活用に関する研究」、「田村市まちづくり実践検討業務」、「東南アジア・マングローブ域の環境劣化機構と持続可能な利用条件に関する調査」。

## 5. 研究に関する中長期計画

### 縮小社会に対応する『環境デザイン学』の創出

現在社会文化環境学専攻では学融合的アプローチで取り組んでいる「縮小のデザイン学」については、ここ数十年で確実に起きる社会の変化であり、これに対して早急にビジョンを示さなければならない。そのための考え方、評価方法、実行手法に関する研究成果は、ここ数年のうちにまとめるべきものであり、中期的な研究計画としては当面これを継続していく。一方「縮小」について検討していく中で、都市や社会を対象とする場合に、それぞれ異なる時間軸をもっているにもかかわらず、これらが一体となって検討されていないことも明らかになってきている。

## 時間と空間を軸線とした『社会文化環境学』の構築

住宅や都市は数十年から 100 年程度の想定で計画が進むが、環境や社会はもっと短い期間でめまぐるしく変化し、一方で土木構造物、あるいは自然そのものは数百年から数万年の時間で変化していく。これらをそれぞれの分野のある一定の期間で考えるのではなく、異なる時間軸を融合的に捉えることが学問として必要であり、これらを長期的な研究計画として検討していく。また、「縮小」あるいは「異なる時間軸の融合」といったテーマはともに専攻内の研究にとどまるものではなく、横断的かつ学融合を目指した研究として広げていくことを計画している。具体的なフィールドとしては東京湾を含む東京圏を対象として展開していくことを検討している。

### その他：専攻参考資料

#### (1) TA 採用実績

##### ①修士課程

23 年度	2 名	総額 110,880 円
24 年度	1 名	39,600 円
25 年度	0 名	0 円
26 年度	0 名	0 円
27 年度	0 名	0 円

##### ②博士課程

23 年度	6 名	402,220 円
24 年度	4 名	247,520 円
25 年度	3 名	238,000 円
26 年度	2 名	199,920 円
27 年度	2 名	199,920 円

#### (2) RA 採用実績

23 年度	14 名	3,030,000 円
24 年度	7 名	2,660,000 円
25 年度	10 名	3,360,000 円
26 年度	11 名	5,800,000 円
27 年度	2 名	800,000 円

#### (3) 主要な外部資金研究と概要

学融合に資するテーマ

- 1) 平成 23～27 年度：「田村市まちづくり実践検討業務」（研究代表：清家剛（平成 23～25 年度、出口敦（平成 26～27 年度））

資金：福島県田村市からの受託研究

獲得金額：平成 23 年度：826 万円、平成 24 年度：700 万円、平成 25 年度：530 万円、平成 26 年度：1,200 万円、平成 27 年度：900 万円

概略：福島県田村市のまちづくりの実践の中で、平成 23 年に発生した原発事故に

よる避難地域を含む田村において、まちづくりの実践、避難者の仮設住宅における生活実態調査、避難解除後のまちづくりの基本計画に取り組んだ。

他の分野との融合的な研究に参加しているテーマ

他の分野との融合的な研究に参加して、環境学としての最先端分野の中で協力体制にある外部資金の主要な概要を示す。

- 1) 「ゲノム情報ビッグバンから読み解く生命圏」(研究代表者：森下真一、研究分担者の一人として佐藤弘泰が参加)

資金：平成 21 ～ 25 年度、グローバル COE プログラム

獲得金額：約 1,000 万円

概略：高速シーケンシング技術とバイオインフォマティクス技術を用いてさまざまな生命系のゲノム情報を解き明かそうというものである。佐藤は、特に生命システムのうちでも環境浄化に関わる微生物群に関して検討する役割を担った。

- 2) 「東北の風土に根ざした地域分散型エネルギー社会の実現」(研究代表者：両角和夫(東北大学農学研究科教授))

資金：平成 20 年 10 月～平成 25 年 9 月 JST 社会技術研究開発センター 研究領域「地域に根ざした脱温暖化・環境共生社会」

獲得金額：総額 100,991 千円のうち分担金 3,000 千円

- 3) 平成 23 ～ 25 年度：「気候変動に対応した新たな社会の創出に向けた社会システムの改革～明るい低炭素社会の実現に向けた都市変革プログラム」(研究代表者：飛原英治)

資金：平成 23 ～ 25 年度 先導的科学研究開発費補助金(文部科学省)

獲得金額：平成 23 年度：総額 17,784 万円、分担額 883 万円、平成 24 年度：総額 17,999 万円、分担額 1,069 万円、平成 25 年度：総額 18,481 万円、分担額 820 万円

概略：高齢化社会における快適な低炭素社会を実現するための研究で、そのうち都市グループのもと、柏市の成熟した住宅団地における住民のつながりやサービスの維持を小さな拠点整備によって社会実験として研究した。

- 4) 平成 25 ～ 27 年度「キンラン・ギンランの移植技術の研究」(研究代表者：清家剛)

資金：清水建設との共同研究

獲得金額：平成 25 年度 50 万円、平成 26 年度 50 万円、平成 27 年度 50 万円

概略：柏キャンパス北側用地開発に伴い、敷地に存在した希少種の保全を検討する中で、キンラン・ギンランの移植を実施してその活着状況を分析することで、今後の開発と保全の両立に関する研究を行った。

- 5) 平成 27 ～ 30 年度「分散型水管理を通じた 風かおり緑かがやく あまみず社会構築」(研究代表者：九州大学教授島谷幸宏)

資金：平成 27 ～ 30 年度 JST-RISTEX 「持続可能な多世代共創社会のデザイン」

研究開発領域獲得金額：プロジェクト全体3年間総額 230,000 千円（予定）  
／配分金3年間総額 8,600 千円（予定）

概略：総合的な水管理の社会システムを、市民によるアダプティブマネジメントを柱とした新しい社会開発システムとして構築するために、要素技術開発と市民主体の社会的合意形成の仕組みの実践的研究を行う。

#### 各分野における先端的なテーマ

- 1) 「非構造格子系海洋流動モデル FVCOM による高潮氾濫解析」（研究代表者：佐々木淳）  
資金：平成 27～28 年度 ハイドロソフト（株）共同研究費  
獲得金額：総額 594 千円（平成 27～28 年度）  
概要：閉鎖性海域の一つである東京湾を対象に、非構造格子海洋流動モデル FVCOM による高潮氾濫解析を行い、モデルの再現性・有効性を検証する。
- 2) 「人工構造物に囲まれた内湾の干潟・藻場生態系に対する貧酸素・青潮影響の軽減策の提案」（研究代表者：横浜国立大学中村由行教授）、サブテーマ：東京湾の貧酸素・硫化物分布に関する実態調査（サブテーマ代表者：佐々木淳）  
資金：平成 26～28 年度 環境省環境研究総合推進費  
獲得金額：総額約 150,000 千円、分担金総額約 12,000 千円（平成 26～28 年度予定）  
概略：東京湾奥部の平場と浚渫窪地における下層水中の溶存酸素濃度、硫化物濃度、および底質中の硫化物含有量について初夏から秋にかけての実態調査を行い、貧酸素水塊、無酸素水塊、および硫化物の時空間変動を把握する。これにより、平場および浚渫窪地それぞれの青潮発生源としての寄与率を推定し、発生源対策群の有効な選択法をとりまとめる。
- 3) 「東京湾奥部における無酸素水塊の空間分布と底質性状の長期的傾向に関する調査」（研究代表：佐々木淳）  
資金：平成 26～27 年度 国土交通省関東地方整備局受託研究費  
獲得金額：総額約 6,500 千円（平成 26 年度、27 年度）  
概略：夏季の東京湾奥部において発生する硫化物を含む無酸素水塊の現況を把握するため、多項目水質計による水質測定、採水および底質採取に基づく硫化物濃度の把握と、無酸素水塊の形成に影響を与える底質の数十年スケールの傾向を把握するため、柱状採泥に基づく有機物を含む底質性状の把握解析を行う。
- 4) 「内湾における無酸素水塊規模の将来動向予測と縮小へのシナリオ分析」（研究代表：佐々木淳）  
資金：平成 25～28 年度 科研費基盤研究（B）  
獲得金額：総額 13,700 千円（平成 25～28 年度直接経費予定）  
概略：内湾における無酸素水塊規模の縮小過程に着目し、主要な支配因子である底質の形成過程に関する長期予測技術の高度化に取り組み、環境再生施策の効果の発現機構や発現に要する時空間スケールを検討する。

- 5) 「東南アジア・マングローブ域の環境劣化機構と持続可能な利用条件に関する調査」  
(研究代表：佐々木淳)  
資金：平成 25 ～ 29 年度 科研費基盤研究 (B) 海外学術調査  
獲得金額：総額 12,800 千円 (平成 25 ～ 29 年度直接経費予定)  
概略：マングローブ沼地における環境・防災機能の劣化過程を現地調査や空中写真等により把握し、環境修復に関する様々な取り組みや評価を通して、環境・防災機能と調和した、マングローブ沼地の持続可能な利用に資する管理手法について提案する。
- 6) 「内湾域水底質の放射能汚染によるエンドポイントの同定と相対リスク評価手法の検討」(研究代表：佐々木淳)  
資金：平成 25 ～ 27 年度 科研費挑戦的萌芽研究  
獲得金額：総額 3,100 千円 (平成 25 ～ 27 年度直接経費)  
概略：内湾沿岸域の底質放射能汚染の現状を把握し、既往の学術的知見とアンケート等から市民感覚で想起されるエンドポイントを整理し、そのリスクの程度と他のリスクとの比較を通じた評価を行う。
- 7) 「タイ国沿岸マングローブ域の沿岸環境劣化過程の定量化と持続可能な利用方策の提案」(研究代表：佐々木淳)  
資金：平成 25 年度 平和中島財団国際学術研究助成  
獲得金額：1,500 千円 (平成 25 年度)  
概略：タイ湾中部沿岸域における、エビ養殖池の開発等によるマングローブ林の破壊や海岸侵食過程を明らかにし、防災・環境と調和した持続可能な利用のあり方を提案する。
- 8) 「東北地方太平洋沖地震津波による津波災害と福島第一原子力発電所からの放射能汚染水の沿岸影響に関する非構造格子海洋流動モデルを用いたアセスメント」(研究代表：佐々木淳)  
資金：平成 23 ～ 24 年度 JST 国際緊急共同研究・調査支援プログラム (J-RAPID)  
獲得金額：総額 4,280 千円 (平成 23 ～ 24 年度直接経費)  
概略：非構造格子海洋流動モデル FVCOM ベースの予測システムを構築し、東北地方太平洋沖地震津波と福島第一原子力発電所の放射能汚染水による沿岸影響を緊急に評価し、再度の災害に備えたシステムの実用化について、日米の合同チームにより行う。
- 9) 「数値音響試験室における建築部材の音響性能予測法の確立」(研究代表者：佐久間哲哉)  
資金：平成 25 ～ 27 年度科学研究費補助金, 基盤研究 (B)  
獲得金額：12,220 千円  
概要：音響数値解析技術を活用し、現実の測定環境を計算機上で模擬した「数値音響試験室」において、建築部材の遮音・吸音・拡散性能の予測法を体系的に構築する。

- 10) 「拡散性制御に基づく先進的空間音響設計スキームの構築」(研究代表者：佐久間哲哉)  
資金：平成 21 ～ 23 年度科学研究費補助金, 基盤研究 (B)  
獲得金額：18,850 千円  
概要：壁面の部位音響性能として従来の残響設計で用いられる吸音率に加えて、新たに音響反射の拡散性指標を導入し、部位レベルの拡散性を制御する方法論とさらにはそれに基づく空間全体の音響設計スキームを構築する。
- 11) 平成 27 ～ 29 年度「非構造部材・設備等取り付け部の耐震安全限界の解明と補強方法の開発」(研究代表者：清家剛)  
資金：平成 27 ～ 29 年度、文部科学省科学研究補助金 基盤 (B) (一般)  
獲得資金：平成 27 年度：総額 340 万円 (分担金 120 万円)  
概略：東日本大震災で被害が多数発生した天井等の非構造部材について、躯体との取り付け部分の耐震性について詳細に分析し、補強方法を提案する。
- 12) 平成 27 年度「住宅分野の省エネ改修に関する実態分析」  
資金：一般社団法人日本サステナブル建築協会および一般財団法人建築環境・省エネルギー機構からの受託研究  
獲得資金：平成 27 年度 150 万円  
概略：国土交通省の助成による省エネルギー改修の事例に対して、アンケート調査により改修の実態や課題について分析する。
- 13) 平成 23 ～ 25 年度「モバイル空間統計のまちづくり分野への活用に関する研究」、  
資金：NTT ドコモからの受託研究  
獲得資金：平成 23 年度：272 万円、平成 24 年度：272 万円、平成 25 年度 272 万円  
概略：携帯電話から取得できる人の情報であるモバイル空間統計を活用して、柏市をフィールドとして人口推移などを分析し、まちづくりへの活用可能性について検討した。
- 14) 「安全で持続可能な水利用のための放射性物質移流拡散シミュレータの開発」(研究代表者：沖大幹)、分担テーマ「都市沿岸域における放射性物質の動態解明とモデル化」(分担者：鯉淵幸生)  
資金：平成 23 ～平成 28 年度、JST CREST  
獲得金額：5 年間で約 2,500 万円  
概略：放射性物質の拡散を精度よくシミュレートし、水道水のリスクを正確に評価・予測するためのシステムの実用化にむけて、現地観測およびシミュレーションモデルの検討を行う。
- 15) 「福島原発事故により放出された放射性核種の環境動態に関する学際的研究」(領域代表者：恩田 裕一)、分担テーマ「都市域および都市沿岸域における放射性物質の動態解明」(分担者：鯉淵幸生)  
資金：平成 25 ～平成 26 年度、科研費 新学術領域研究 (研究領域提案型)  
獲得金額：約 900 万円

- 概略：福島原発事故により放出された放射性核種が、都市域および都市沿岸域においてどのように拡散し、生態系にどのような影響を与えるか定量的に評価すると同時に、都市沿岸域における物質循環の解明を行う。
- 16) 「福島原発事故により放出された放射性核種の環境動態に関する学際的研究」(領域代表者：恩田 裕一)、分担テーマ「放射性物質の都市河川および都市沿岸域における挙動把握」(分担者：鯉渕幸生)  
資金：平成 27～平成 28 年度、科研費 新学術領域研究 (研究領域提案型)  
獲得金額：約 700 万円  
概略：福島原発事故により放出された放射性核種が、都市域および都市沿岸域においてどのように拡散し、生態系にどのような影響を与えるか定量的に評価する。
- 17) 「沿岸域における細粒懸濁物の動態解明に基づく物質循環像の新展開」(研究代表者：鯉渕幸生)  
資金：平成 27～29 年度、科研費 基盤 C  
獲得金額：約 700 万円  
概略：細粒土砂の沿岸域における動態を分析し、生態系への影響を定量的に評価することで、沿岸域の物質循環を解明する。
- 18) 「水中設置型栄養塩モニタリングシステムによる内湾物質循環の解明」(研究代表者：鯉渕幸生)  
資金：平成 23～25 年度、科研費 若手研究 A  
獲得金額：約 2,700 万円  
概略：従来実験室で分析してきた栄養塩の分析を自動化した、新たな水中設置型のモニタリングシステムを開発することで、沿岸域の栄養塩循環を解明する。
- 19) 「微生物の生態を利用した持続可能な下水処理技術の開発と統合的モデル化」(研究代表者：味埜俊)  
資金：平成 22～25 年度 科研費 (基盤研究 A)  
獲得金額：36,800,000 円 (直接経費)  
概略：活性汚泥微生物の持つ有機物一時貯蔵能力に着目し、下水処理の省エネルギーのために活用する。
- 20) 「下水管渠の水質改善能力の評価と向上に関する研究」(研究代表者：佐藤弘泰)  
資金：平成 25 年 6 月～平成 28 年 3 月、積水化学工業株式会社  
獲得金額：4,400,000 円  
概略：水質浄化機能を持つ下水管を開発するとともに、その性能を評価する。
- 21) 「活性汚泥の有機物初期吸着に関する基礎研究」(研究代表者：佐藤弘泰)  
資金：平成 26 年 7 月～平成 28 年 3 月、水 ing 株式会社  
獲得金額：7,495,000 円  
概略：微生物の持つ有機物一時貯蔵能力を活用し、下水処理のエネルギー効率を改善する。
- 22) 「地形の起伏を活用した下水処理の可能性評価」(研究代表者：佐藤弘泰)

- 資金：平成 26 年 8 月～平成 27 年 8 月、下水道振興基金「東日本大震災」復興助成金獲得金額：800,000 円  
概略：東日本大震災の被災地の下水道の復興状況を調査するとともに、高台移転と関連し、地形を利用した下水処理の可能性について検討した。
- 23) 「下水管内へのスポンジ装着による水質浄化についての検討」（研究代表者：佐藤弘泰）  
資金：平成 27 年 8 月～平成 28 年 8 月、下水道振興基金「東日本大震災」復興助成金獲得金額：1,000,000 円  
概略：下水管内で下水流下中に下水の水質を改善するため、管内に微生物担体としてスポンジを装着する効果について検討する。
- 24) 「「ストリート」の管理と利活用を通じた公共空間の公共性と地域ガバナンスの段階的発展」（研究代表者：出口敦）  
資金：平成 26～平成 28 年度、科研費基盤研究（A）  
獲得金額：総額 26,650 千円  
概略：公共空間の「公共性」の概念や地域ガバナンスと照らし合わせた上で、都市計画学、土木計画学、建築学の各分野の研究者、実務者が集い、ストリート空間のデザイン及びマネジメントに関する研究を行う。
- 25) 「内湾流域物質循環の 3 次元リアルタイムモニタリング網の構築と運用」（研究代表者：磯部雅彦）  
資金：平成 22～平成 25 年度、科研費基盤研究（A）  
獲得金額：総額 37,700 千円  
概略：新たな鉛直モニタリングシステムを開発し、それを用いて、微細粒径土砂成分等の陸域からの輸送を定量評価することで、沿岸域における水質モニタリングを高精度化すると同時に、セシウムをトレーサーとして利用して沿岸域における物質循環を、微細粒径土砂成分も含んで明らかにする。
- 26) 「東日本大震災におけるボランティアの実践知と後方支援の論理」（研究代表：清水亮）  
資金：平成 24～28 年度 科研費基盤研究（C）  
獲得金額：総額 3,600 千円（平成 24～28 年度直接経費予定）  
概略：東日本大震災におけるボランティア活動の実践についての記録を行うとともに、これを阪神淡路大震災時のボランティア活動と対比しながら、何が継承され、何が継承されなかったかを検証する。その上で、ボランティア活動を後方で支える活動（後方支援）に注目して、災害時のボランティアのあり方について検討する。
- 27) 「防音材料の音響性能予測技術の確立」（研究代表者：佐久間哲哉）  
資金：平成 23～28 年度 豊和繊維工業（株）共同研究費  
獲得金額：総額 4,000 千円  
概要：建築音響・騒音振動分野の防音対策に使用される音響材料に関して、特に非

通気材料と多孔質材料およびこれら積層防音材料（厚み不均一）の吸音・遮音性能の予測シミュレーション技術を構築するとともに、吸音と遮音メカニズムを解明する。

## 国際協力学専攻

### 1. 専攻の研究目的

国際協力における主要課題、すなわち、貧困削減、開発協力、環境管理、資源管理、制度設計、政策協調等について、学融合的アプローチによって、問題の発見・構造化・分析と問題の予防・解決の具体的方策の提案についての、世界レベルの研究活動および研究成果を目指す。

### 2. 主要研究プロジェクトの概要

専攻として実施している大きいプロジェクトはなく、個別の教員（教員グループ）が科学研究費や外部資金等を獲得して多様なテーマに取り組んできた。以下では、主な研究プロジェクトを、(1)海外の大学や研究機関等との連携による事業、(2)国際協力機関や海外の行政府との共同研究、(3)国際協力学の基盤研究としての事業、という3つに分類して挙げる。

この5年間には、(1)に挙げられる国際的な共同研究が増え、国際協力における実際的な課題にとりくむという方針が実践されていることが分かる。(3)に挙げられる研究事業は、国際共同研究プロジェクトとしての体制はとらないが、より基礎的な課題に基づくものであり、学術的には不可欠なものである。

また、平成23年の東日本大震災の被災地を対象とした研究の必要性は高く、対象は国内であるが、当専攻でも幾つかの研究が実施されている。

#### (1) 海外の大学や研究機関等との連携による事業

- ・ハノイ市農村部における環境保全米の生産・管理能力強化事業：ベトナム国立農業大学との国際共同研究
- ・災害対応サプライバリューチェーン研究（日本の農産物を分担）：ERIA（Economic Research Institute for ASEAN and East Asia）における国際共同研究
- ・紛争後社会における資源と環境管理：国際連合環境計画・紛争後ユニット（在ジュネーブ）、マギル大学（カナダ）、コロンビア大学（米国）、環境法研究所（米国）等との国際共同研究
- ・国際比較による「帰還を望まない避難者」が大災害に起因して生じる原因究明と解決策提言：環境法研究所（米国）、ジョージワシントン大学（米国）、アンダラス大学（インドネシア）、シラクレア大学（インドネシア）、モラツワ大学（スリランカ）等との国際共同研究
- ・電力の国際的貿易が国内と地域の安全保障に与える影響：マスダール科学技術大学（アラブ首長国連邦）、アイスランド大学（アイスランド）、アイスランド国立電力

会社（アイスランド）等との国際共同研究

- ・水資源・エネルギー・食料の統合的管理：マスダール科学技術大学（アラブ首長国連邦）、国際応用システム解析研究所（オーストリア）等との国際共同研究
- ・帰還を忌避する難民：国際社会による対応：カリファ大学（アラブ首長国連邦）、ダナン大学（ベトナム）等との国際共同研究
- ・環境に関する情報と政策的課題の対称性を担保する仕組みとしての意思決定支援システム：キングスカレッジ（英国）、ダナン大学（ベトナム）、ラオス国立大学（ラオス）等との国際共同研究
- ・ダム建設による住民移転計画の長期的事後評価：アンダラス大学（インドネシア）、パジャジャラン大学（インドネシア）、モラツワ大学（スリランカ）、ダナン大学（ベトナム）等との国際共同研究
- ・経済発展に資する社会ネットワークの多様性を阻む要因に関する政治経済分析：セントラル・フィリピン大学、貿易大学（ベトナム）、カントー大学（ベトナム）等との国際共同研究
- ・アジアにおける公共調達標準契約モデルの開発：ベトナム国・交通通信大学との国際共同研究
- ・廃棄物適正管理とウェイストピッカーの共存へ：セントラル・フィリピン大学との国際共同研究
- ・越境インフラの社会的影響に関する研究：キングモンクット工科大学（タイ）との国際共同研究
- ・放牧型畜産環境事業の途上国への技術移転：キングモンクット工科大学（タイ）および民間との国際共同研究
- ・バングラデシュ・高潮および洪水被害の防止軽減のための研究開発：バングラデシュ工科大学等との国際共同研究（SATREPS）
- ・バングラデシュ・地域生態系の枠組みにおける森林消失と貧困の関係の研究：バングラデシュ農業大学等との国際共同研究
- ・ガーナのパイナップル産業の発展：ガーナ大学との共同研究
- ・切り花産業のミクロ開発経済分析：ケニアとエチオピアの事例：エチオピア開発研究所との国際共同研究
- ・食品安全規制と途上国の生産者～エビ養殖産業の事例：ベトナムの貿易大学、カントー大学（ベトナム）との国際共同研究
- ・生物多様性の消失による生態系機能の減少の仕組み－種の機能形質に基づく包括的理解－：中国科学院との国際共同研究
- ・途上国における環境財の自発的供給－家計調査による分析－：貿易大学（ベトナム）と国立環境研究所（日本）との国際共同研究

## (2) 国際協力機関や海外の行政府との共同研究

- ・ミャンマーにおけるインフラ調達手法および制度設計：ミャンマー建設省との国際

## 共同研究

- ・ バングラデシュ・高潮および洪水被害の防止軽減のための研究開発：SATREPS による国際共同研究
- ・ ネパール地震後の都市部および農村部における住宅再建プロセスに関する研究：JICA 及び現地 NGO との国際共同研究（J-RAPID）
- ・ 貧困家庭への栄養に関する知識の伝達が食事改善にもたらす効果分析－フィリピン共和国における条件付き現金給付プログラムをケースとして：社会福祉開発省（フィリピン）との共同研究

### (3) 国際協力学の基盤研究としての研究事業

国際協力学専攻における基礎的な研究は外部資金等も活用して実施されてきている。そのテーマは多岐にわたる。以下では、科学研究費を中心とした主な研究を挙げる。なお、一部の研究は、(1)、(2) で述べた研究と重複している。

- ・ 戦略的政府開発援助（ODA）の調達制度のデザイン：科研費・基盤研究（A）
- ・ 大区画水田造成の事例分析を通じた水田再整備の基準化に関する研究：科研費・基盤（C）・代表
- ・ モンスーンアジア農村地域の持続的発展と比較農村計画学の確立：科研費・基盤(B)・代表
- ・ 連携と持続に着目した東日本大震災の農村復興に関する総合的農村計画研究：科研費・基盤（A）・分担
- ・ 東南アジアにおける農業土木学的視点からの SRI 栽培技術の比較と標準化手法の開発：科研費・基盤（A）・分担
- ・ 東アジア諸国における農村アメニティ論の比較研究：科研費・挑戦的萌芽研究
- ・ 大規模灌漑事業の持続性および農村地域社会の開発効果に関する実証的研究：科研費・基盤研究（B）
- ・ 農業再建のための制度改革の地域計画論的総合研究：科研費・基盤研究（A）・分担
- ・ 環境に関する情報と政策的課題の対称性を担保する仕組みとしての意思決定支援システム：科研費・基盤研究（B）・代表
- ・ 電力の国際的貿易が地域と国内の安全保障に与える影響の特定と緩和策の提案：科研費・挑戦的萌芽研究・代表
- ・ ダム建設による住民移転計画の長期的事後評価：科研費・基盤研究（B）・分担
- ・ 情報の透明性向上により国際河川での係争を回避する制度枠組と意思決定支援システム：科研費・基盤研究（B）・代表
- ・ 世界銀行の援助による日本の農村開発計画の長期的評価とオーラルヒストリー化：科研費・挑戦的萌芽研究・分担
- ・ 地球温暖化対策に関する正確な情報を意思決定者に伝達するメカニズムの研究：科研費・挑戦的萌芽研究・分担
- ・ 国連の平和活動とビジネス：紛争、人の移動とガバナンスを軸として：科研費・新

学術領域研究（研究課題提案型）・分担

- ・日本の被援助・開発経験の相互作用的研究：1950年代を中心に：科研費・新学術領域研究（研究課題提案型）・分担
- ・国際河川に於ける流域国の係争を回避する手段としての「越境環境影響評価」：科研費・基盤研究（C）・代表
- ・新興国の政治と経済発展の相互パターンの解明：科研費・新学術領域研究（研究領域提案型）・分担
- ・経済発展に資する社会ネットワークの多様性を阻む要因に関する政治経済分析：科研費・新学術領域研究（研究領域提案型）・代表
- ・途上国の経済発展における社会ネットワークの役割－社会実験とマイクロデータによる分析：科研費・基盤研究（B）・代表
- ・グローバル化と知の時代における空間経済学の新展開：科研費・基盤研究（A）・分担
- ・途上国における省エネ技術の普及 - 企業レベルデータによる定量的分析 -：科研費・基盤研究（B）・代表
- ・「グローバル・アウトソーシング」と経済システムのダイナミクス：科研費・基盤研究（B）・分担
- ・アジアにおける公共調達標準契約モデルの開発：科研費・基盤研究（A）・分担
- ・社会基盤マネジメントの臨床的技術戦略論：地域ニーズと技術シーズの乖離と克服：科研費・基盤研究（B）・代表
- ・道路インフラマネジメントサイクルの課題と国内外への実装を目指した統括的研究：実働するアセットマネジメントシステムのモデルの開発と社会実装：SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）
- ・非線形系の応答の時間周波数特性と不確定性を考慮した設計地震動の合成及び評価手法：科研費・基盤研究（C）・代表
- ・情報理論により確率特性の不確実性を考慮したインフラ維持管理計画のためのリスク評価：科研費・挑戦的萌芽・代表
- ・地震動集合の有する情報量を用いて不確実な状況での信頼性を考慮した設計入力波合成法：科研費・基盤研究（B）・代表
- ・高精度地盤構造推定のための微動・重力・磁気の統合観測システムと同時逆解析法の開発：科研費・若手研究（S）・分担
- ・高密度モニタリングによる社会基盤施設の極限性能評価法：科研費・基盤研究（S）・分担
- ・ジェンダーと社会ネットワークが開発援助事業に及ぼす影響の異文化間比較分析：科研費・若手研究（A）・代表
- ・ラオス・ナムトゥン2ダム建設の生活再建事業における貧困が生まれる要因の分析：科研費・挑戦的萌芽研究・代表
- ・貧困と森林消失のポリティカル・エコロジーに関する研究：科研費・基盤研究（B）・

分担

- ・ 水利施設の導入におけるジェンダー障壁の定量評価と計画方法論：科研費・若手研究 (B)・代表
- ・ 都市・地域の持続・生存可能性のための水辺環境マネジメントに関する研究：科研費・基盤研究 (C)・分担
- ・ ガーナのパイナップル産業の発展：科研費・基盤研究 (B)・代表
- ・ 切り花産業のミクロ開発経済分析：ケニアとエチオピアの事例：科研費・若手研究 (B)・代表
- ・ 食品安全規制と途上国の生産者～エビ養殖産業の事例：科研費・基盤研究 (B)・分担
- ・ 途上国における環境財の自発的供給 - 家計調査による分析 -：科研費若手研究 (B)・代表
- ・ 廃棄物政策のインセンティブ設計：科研費・基盤研究 (B)・分担
- ・ 生物多様性の消失による生態系機能の減少の仕組み：種の機能形質に基づく包括的理解：科研費・若手研究 (A)・代表
- ・ 地球環境変化に対する湿原植物群集の脆弱性評価に関する研究：科研費・若手研究 (B)・代表
- ・ 大規模自然災害による社会・経済的ネットワークの変容と持続的な地域農業資源管理：科研費・研究活動スタート支援・代表

### 3. 学融合の推進状況

国際協力学専攻教員の専門分野、および学生の学部における専門分野は、理系と文系の両方に多種多様に構成されている。また、複数の異分野の教員による研究指導、国際協力セミナーの定期的開催等、研究体制としての学融合の状況は十分に達成されている。

2. に挙げられている共同研究のカウンターパートも、広い範囲の分野にわたる構成となっており、実践的な課題に取り組むことで、専門領域間の垣根を越えた体制が組み立てられており、研究における学融合が推進されていることが分かる。今後、学融合の特質を活かした成果に結実することが期待される。

なお、外国人研究員の招聘は、平成 23 年に Chang Yu-Chuan 特任准教授（醒吾科技大学、台湾）、平成 24 年には Santi Charoenpornpattana 特任助教（キングモンクット工科大学、タイ）、平成 26 年には、Kong Jang CHO 助教（韓国環境政策評価研究院、韓国）となっている。コンスタントに招聘しているが、今後、頻度を高める必要性もあると考える。

### 4. 外部資金の獲得状況の概要

個別の教員（教員グループ）が科学研究費や外部資金等を獲得して重点的に取り組んでいる。主要研究プロジェクトの概要は、2. に示すとおりである。

科学研究費については、平成 23～27 年度に当専攻で実施された科研費は、当専攻の基幹教員が代表となっているものが 24 件あり、当専攻の基幹教員が分担研究者として

参加しているものは25件（いずれも延べ数。1件に2人が参加している場合2件と数えている。）となっている。

その他、各取材団や、外国政府機関、国際協力機関等の資金による国際共同研究・事業を活発に実施し、SATREPSやJ-RAPIDのような実践型の研究資金にも参加、貢献している。

## 5. 研究に関する中長期計画

平成11年4月に、新領域創成科学研究科が創設した折の本専攻は、環境学専攻国際環境基盤学大講座・国際環境協力コースとして発足した。平成18年4月に改組・専攻化して、環境学研究系国際協力学専攻とした折に、国際協力学の主要課題である「開発協力」、「資源と環境の管理（ガバナンス）」、および「政策協調と制度設計」の3クラスターを重点的研究（教育）対象とした。この構成は現在も維持されている。

体制としての学融合は進められてきており、研究成果も出ている。今後も、当専攻の特質をよりいっそう活かし、特徴ある学融合ならではの研究成果を出していけるよう、現在の基本方針を維持していく方針である。ただし、個別の重点研究対象は、国内外の社会経済状況の変化を見据えて、概ね5年間毎に見直すこととしている。今後、平成29年度頃を目処に、教員人事方針、学内共同研究プログラムの立ち上げ、国内外の大学研究機関との共同研究プログラム等について検討する予定である。

## 研究科附属施設

### 生涯スポーツ健康科学研究センター

#### 1. 研究目的

超高齢・人口減少社会が急速に進行しているが、高齢期においても適切な身体活動を定期的に継続実施することが望ましいとされている。また、長寿化がすすめば進むほど医療費が多額にかかり、財政面からみると、医療費削減や介護保険の抑制を図ることができる具体的な方策の実現が希望される。これまで、わが国の各自治体では、高齢者の健康づくりに関して様々な取り組みを行ってきた。

しかし、「運動実施に参加するメンバーが固定化している」、「本当に運動が必要な人が参加してくれない」、「運動が継続されない」など、様々な問題点に直面している。また、運動実施を含む健康教室では、危険予防を優先する考え方から、医学的検査で問題がない比較的元気な高齢者を対象にした健康づくり教室が展開されることが通常である。

寝たきり予防や要介護予防、要介護度の進行を予防する観点から考えれば、低体力状態にある高齢者や健康度に問題をもつ高齢者を対象に、健康や体力状態を改善させることや、体力・健康度の低下を遅延させることが最も必要なことである。ところが、こうした視点に立った取り組みは、わが国では、組織的に行われることはなく、最も必要度の高い健康づくりのテーマに対して、手つかずの状態であり、取り組みが難しい内容として敬遠される傾向が続いている。

また一方で、超高齢・人口減少社会を支える若者世代の体力低下も問題となっている。

昭和 60 年頃より子どもの体力・運動能力は低下し続け、近年はやや回復しつつも、未だ深刻な状況である。その要因である運動や遊び時間の減少は、肥満の子どもの増加させ、生活習慣病の危険性をも高めている。中高年の運動習慣は、子ども期や青年期の運動習慣に依存するという報告もあり、大学生および大学院生を対象に、運動習慣の獲得を目指したハードとソフトの提供が必要である。

東京大学大学院新領域創成科学研究科では、平成 17 年 4 月に健康スポーツ科学寄附講座を財政的基盤として、「生涯スポーツ健康科学研究センター」を設立した。低体力高齢者、障害者を主たる研究対象として、トレーニングに関する基礎的および応用的研究を展開するとともに、柏市との連携のもとに、高齢者の健康づくりを推進する様々な研究事業および市民サービス事業を実施してきた。また、学内の教職員、学生を対象に運動の機会を提供し、トレーニング方法についての授業を開講してきた。平成 26 年 9 月で満 10 年間の寄附講座が終了し、平成 27 年度からは、承継ポストを得て活動を継続している。

## 2. 主要研究プロジェクトの概要

### (1) 歩行障害者に対するノルディックウォーキングの効果

歩行が困難である人は運動実践自体が難しいという問題点がある。プールでのアクアエクササイズはそのような人でも実践可能な運動様式であるが、プール施設が自宅から遠いケースや、そこまでのアクセスが難しいケースがある。そこで、歩行を補助する道具として 2 本のポールをもって歩くノルディックウォーキングに着目し、下肢関節疾患や腰部疾患があり歩行が困難な人を対象に運動実践の効果を検証している。

ポールを持って歩く場合は、ポールのない通常歩行に比べ、歩幅が広がること、左右脚の歩行リズムの差が減少することなどが確認された。また、週 1 日、1 日 1 時間、10 週間の定期的な教室実践によって、最大歩行速度が上昇すること、普通速度での歩幅が増大すること、移動動作の改善、バランス能力の改善などが確認された。

このように、本プロジェクトによって、歩行障害者でも身近に効果的な運動を実践する可能性が示されたといえる。将来的には、日常生活での歩行の補助道具として 2 本のポールが広く利用され、家に閉じこもりがちな歩行困難者が外出する機会が得られるようになることを目指している。

### (2) 酸素濃度の異なる環境を用いた運動処方作成

一般に、健康・体力の維持増進のためには「有酸素性のトレーニング、筋力トレーニング、ストレッチング」を実施するよう運動指針が提示されている。加齢にともない体力が低下し、疾患を抱えるようになると、安全でかつ効果的なトレーニング方法が必要となる。そこで、運動を実施する環境の酸素濃度を変えて、呼吸循環機能や筋肉に対し、より安全で効率的に負荷をかける方法について研究を進めている。

これまで、高酸素環境によってより負荷の重い有酸素運動が可能となることや、最大換気量が小さい人ほどその効果が高いこと、高酸素環境下では低負荷での繰り返し筋運

動をより高回数行えることなどを明らかにした。また、運動中のエネルギー源として糖質よりも脂質を多く利用することをこれまで確認してきた。低酸素環境は、高所トレーニングに代表されるようにこれまで多くの研究がなされてきたが、将来、低酸素室等を利用して身近にトレーニングが行われるようになることを想定し、ほとんど研究がなされてこなかった短時間での低酸素利用による身体応答の変化について現在研究を進めている。

### (3) 慣性センサを用いた歩行・走行動作の解析

歩き方、走り方といった動作については、高価で大掛かりな装置を用いて解析が行われることが多い。しかしながら、ウォーキングやランニングは一般的な運動実践方法の一つとなっていること、また特に歩行は日常生活での移動能力に直結した動作であることを考えると、できるだけ安価で簡易に評価が可能であることが望まれる。そこで、ウェアラブルな慣性センサを用いて、歩行動作の評価、走行動作の評価に取り組んでいる。歩行では、加齢にともなう変化、運動器障害発症にともなう変化の抽出に特に着目し、また走行では、熟練度の違い、疲労による影響の抽出に着目して研究を進めている。将来、現在普及している歩数計のように、身に付けて歩行や走行を実施すれば動作の評価が行われたり、自分自身では気づかない動作の変化を抽出してフィードバックするシステムが作られることを目指している。

### (4) 十坪ジムプロジェクト

柏市との連携事業として注目され、その成果が多くの人に受け入れられているものが「十坪ジム」である。「自宅から近い距離にある小規模トレーニング施設」をコンセプトに、寄付講座終了時（平成26年度）には柏市内に9ヵ所が設置され、約1,600名の市民が会員として、週1日あるいは2日、1日1時間の運動実践に参加した。各ジムには、動作の質を向上させ、かつ体幹深部筋を強化することを目的につくられた「認知動作型トレーニングマシン」が設置されていることや、医師に運動禁忌とされている場合を除き、要支援、要介護認定を受けている人でも会員として受け入れることを特徴としている。

会員に対するアンケート調査の結果では、半数以上が、「十坪ジム」に通うようになって「足腰がつよくなった」、「歩くのが速くなった」など、体の良好な変化を感じていた。また4割以上が、体調の改善や、「気分が明るくなった」、「新しい友人ができた」という精神面、社会性に良好な変化が生じたことを回答していた。

地域に根ざした十坪ジムプロジェクトは、低体力であったり、健康度の低い高齢者をも受け入れ、継続的に運動を実践する場を提供すること、それによって健康長寿社会の実現を可能とする道筋を示したといえる。

## 3. 学融合の推進状況

平成22年度と23年度において、新領域創成科学研究科内の学融合研究推進調査費を

獲得し、「高齢者の健康増進のための運動計測に基づくコンサルテーションシステムに関する調査研究」を実施した。調査費獲得以降も継続して、一部テーマにおいて多分野の教員と連携して研究を進めている。

#### 4. 外部資金の獲得状況の概要

平成 16 年 10 月のセンター開設準備期より、味の素株式会社の寄付講座が設置された。平成 21 年 10 月からの第 2 期を経て、平成 26 年 9 月に 10 年間の寄付講座が終了となった。平成 18 年度から平成 22 年度の 5 年間には、株式会社サトウスポーツプラザの寄附講座が設置された。

平成 23 年度	味の素株式会社	3,000 万円
平成 24 年度	味の素株式会社	3,000 万円
平成 25 年度	味の素株式会社	3,000 万円
平成 26 年度	味の素株式会社	1,500 万円

#### 5. 教育に関する中長期計画

生涯スポーツ健康科学研究センターでは、主として、新領域創成科学研究科人間環境学専攻健康スポーツ科学分野の学生に対する研究指導と、研究科および柏キャンパス内研究所所属学生に対し、健康スポーツ科学 I、II という授業を実施している。

研究指導については、先述したセンターの主要研究プロジェクト (1) から (3) を中心テーマとして進めている。今後 3 年間でその内容のさらなる充実を図り、平成 31 年度には、「超高齢社会・人口減少社会における運動参加・継続システムの構築」を目指す。

健康スポーツ科学 I、II 授業は、大学院としてはめずらしい、運動実践をともなう授業である。トレーニング実践のための基礎的知識を講義し、その知識と体力測定の結果に基づき個々人のトレーニング負荷値を自分で設定し、それにしたがってトレーニングを実施する。学生の体力測定値の変化をみると、週 1 日程度の授業内での運動実践によっても、体力が改善される学生が多い。初期値が低いことがその背後にあるにせよ、これまでは、週 1 日程度の運動実践では足りないというのが定説であったため、それを覆す効果を発揮しているといえる。今後は、この効果も広く公表し、より多くの学生が運動を実践するよう指導してゆく。

#### オーミクス情報センター

オーミクス (Omics) とは、ゲノムやたんぱく質などの生物データの「すべて」を集約し、生命現象を俯瞰的に理解する研究領域を言う。昨今における、高速解読能を有する新型 DNA シークエンサーの実用化により、これまでとは桁違いの量の生物情報を生み出すことが可能になり、それに基づいた新世代のオーミクス研究が始まろうとしている。そして、この新世代のオーミクス研究においては、これまでのような個人やひとつの研究室単位で生物情報を出したり解析したりする研究スタイルを維持することがきわめて困難になるだけでなく、より専門性の高いコンピュータ科学の技術と知識が要求される

と予想されている。そこで、国内有数の高データ生産能力と高インフォマティクス解析能力を融合した「オーミクス情報センター」を平成 20 年度に設立した。本センターの設立の背景には、ゲノム、トランスクリプトーム、プロテオーム及びバイオインフォマティクスなどの大量解析技術とオーミクスの中心要素領域に実績をもち、これらの分野をリードしてきた多くの研究者が既に柏キャンパスに集結していることがある。これらの研究者が本センターに集結することによって、来るべき大容量生物情報時代に適応した先端オーミクス解析システムの構築が可能となりうる。新世代型シーケンサーと高性能コンピュータ解析システムを組み合わせた先端オーミクス解析システムの構築は、これまでよりも数桁高速のゲノムシーケンズ解析や従来の 100 倍以上の検出感度を有した遺伝子発現の解析、エピゲノム情報等の発現制御機構解析などの実現化を目的としている。また、その過程で様々な新しい計測・情報融合技術（オーミクス技術）を開発し、これまで解析が困難であったヒト常在菌叢などの膨大な未知な環境微生物叢やゲノムワイドな DNA 修飾を対象としたメタゲノミクスやエピゲノミクスなどの新しいオーミクス研究を先導していくことを目指している。同時に、本センターが将来創出する高度なオーミクス技術と研究活動は、学内外の様々な研究プロジェクトを支援するエンジンの役割も担い、生命科学のみならず環境科学などの諸分野との学術統合化を促進する。実際に、オーミクスセンターでは最新型イルミナシーケンサー 4 台が稼働し、年間 50 件を超える国内全域あるいは国際的な共同研究に提供している。USB 型使い捨てシーケンサーについてもいち早く導入し、がんゲノム解析、メタゲノム解析さらには東南アジア諸国と連携して熱帯病病原体のゲノム解析への応用途を開いた。今年度に入り導入したシングルセル解析プラットフォームはアジア地域で初のものであり、我が国の同分野の研究構想に抜本的な変革をもたらしている。学内では、柏・本郷・駒場・白金台の各キャンパスとの全学的な連携、さらには学外諸研究機関、民間企業との共同研究を通じ、日本の科学技術の発展に貢献できる、研究開発と研究支援を同時に担う新世代型の生命科学研究拠点の構築をめざしている。

## 附属バイオイメーシングセンター

### 1. 研究目的

見えないものを可視化することはさまざまな研究分野において重要なテーマであり、科学の領域でしばしば大きなブレイクスルーとなってきた。とりわけ生命科学の分野においては、分子・原子のナノレベルで起こる反応を一つの切り口として、ミクロな細胞の動き、そしてマクロな組織・個体の統合的なシステムを理解することが求められている。「バイオイメーシング」とは、これら膨大な分子等の動きを可視化によって捉え、延いては生命システムを理解しようという試みである。複雑な生命現象を理解するためには、極めて複雑な事象が絡みあった膨大な情報の中から、本質となる情報を抽出することが必要である。本研究科には、分子、細胞、組織・個体といった多様な研究対象を扱うバイオの研究者に加え、数理的手法を用いて膨大な情報を処理する専門家、さらには生命現象を捉えるための最先端デバイスを開発する教員を数多く揃えていることか

ら、これらパイオニアの総力を結集させ、バイオイメージングセンターを立ち上げた。本センターの目的は、革新的バイオイメージング機器および解析手法の研究開発、バイオイメージング設備の利用促進を図るとともに、全学的な連携や学外諸研究機関との共同研究の支援、分野横断的な研究や萌芽的研究の推進、そして、これらで得られた成果を広く世界に発信してゆくことである。また、イメージング技術は、今後、研究者に欠かすこのできない必須アイテムになってゆくと考えられるので、イメージング技術の根ざす原理や解決すべき問題点の理解など、教育面にも積極的に取り組み、広い視野をもつ人材の育成にも積極的に取り組んで行く。これら、研究および教育の両面からの活動を通して、研究科、さらには全学、そして学外の研究者に自由に利用していただき、新たな研究を支援することが本センターの最終的な目標である。

## 2. 主要研究プロジェクトの概要

本センターは、ナノレベルを対象とした「分子イメージング分野」、ミクロの世界を扱う「細胞イメージング分野」、よりマクロな組織や個体を対象とする「個体・組織イメージング分野」、そしてこれらの解析で得られたデータに基づく多次元画像処理、データマイニング、確率情報処理などのプラットフォームを担う「数理イメージング分野」の4つで構成されている。現在、本研究科の5つの専攻から、計13名の教員がセンターに所属し、新たな分野横断的な研究を推進している。また、平成23年には新たな専任教員1名を採用することで本センターの機能を十分に発揮できる体制が整った。これら4つの部門が緊密に相互の連携を図るとともに、全学的な連携や学外諸研究機関との共同研究等において、本センターが新たな牽引力となることを目標としている。分子イメージング分野では、1分子の分子間相互作用の可視化、高精度の1分子計測、1分子蛍光イメージングなどを推進している。また、細胞イメージング分野では、酵母、植物細胞、受精卵、神経細胞、神経回路網などを対象として、網羅的な細胞イメージング、分裂・分化に伴う時空間的なイメージング、受精に伴う遺伝子発現のリプログラミングのイメージングを行っている。個体・組織イメージング分野では、脳を対象としたシナプス形成や神経再生、メダカを用いたストレス応答などのさまざまな生理現象のリアルタイム全身イメージング、血管内の血流挙動イメージングなどを、顕微鏡はもとより、MRIやハイスピードカメラなどで捉える研究も行っている。また、数理イメージング部門では、これらで得られた高次元データ処理と、画像からの量的形質の抽出など、客観的なイメージングの評価系の確立等に取り組んでいる。

## 3. 学融合の推進状況

本センター設立以来、1) 国際シンポジウム2回・勉強会・関連する講義を4回開催、2) 他学部を含むイメージング機器共同利用の支援、3) 共同利用を推進するためのWebからの予約システムの構築、4) 一部の研究成果を新聞やホームページを通して発信すること、を行ってきた。

#### 4. 外部資金の獲得状況の概要

バイオイメージングセンターの機器を使用することを前提とした研究プロジェクトによる外部資金の獲得状況は下記の通りである。

- ・「生物画像のオーダーメイド分類ソフトウェアの開発」産学イノベーション加速事業：先端計測分析技術・機器開発（科学技術振興機構）、3,1750 千円（平成 22～25 年度）（研究代表者：馳澤盛一郎教授）
- ・「細胞骨格の制御を介した細胞外情報処理機構の解明」科研費・新学術領域研究、46,800 千円（平成 24～28 年度）（研究代表者：馳澤盛一郎教授）
- ・「イメージング画像定量解析とシミュレーションによる植物細胞の分化形態形成機構の解明」科研費・基盤研究（B）、13,600 千円（平成 25～27 年度）（研究代表者：馳澤盛一郎教授）
- ・「微細藻類の倍数化と重イオンビーム照射によるバイオ燃料増産株作出に関する新技術開発」科学技術振興機構（JST）CREST、152,562 千円（平成 23 年度～27 年度）（研究代表者：河野教授）
- ・「クロレラ類による長鎖脂肪酸合成とカロテノイド蓄積のバリエーション創出と高度利用」戦略的イノベーション創造プログラム（次世代農林水産業創造技術）平成 26～27 年度、21,283 千円（平成 26～27 年度）（研究代表者：河野教授）
- ・「高次元表現型解析を駆使した遺伝情報による細胞の動作原理の解明」科研費・基盤研究（B）、平成 27～29 年度、6,760 千円（平成 27 年度）（研究代表者：大矢教授）
- ・「Linking novel bioactive compounds to their targets and pathways using chemical genomics and morphological profiling」科研費・基盤研究（B）、1,000 千円（平成 27 年度）（研究代表者：大矢教授）
- ・「超多次元拡張パラメータによる出芽酵母の表現型クラスターの解析」科研費・基盤研究（B）、平成 24～26 年度、18,070 千円（研究代表者：大矢教授）
- ・「出芽酵母の表現型プロファイリングに関する基盤研究」科研費・基盤研究（B）、平成 21～24 年度、17,290 千円（研究代表者：大矢教授）
- ・「細胞の形態とサイズの細胞周期制御の分子機構」科研費・特定領域研究、平成 19～24 年度、79,000 千円（研究代表者：大矢教授）
- ・「汎用 CalMorph の開発とダイナミック・スクリーニング」科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業、平成 23 年度、9,750 千円（研究代表者：大矢教授）
- ・「微細藻類の倍数化と重イオンビーム照射によるバイオ燃料増産株作出に関する新技術開発」科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業、平成 24～27 年度、49,722 千円（研究代表者：大矢教授）
- ・「生きてる酵母に関する研究」産学連携共同研究・株式会社日健協サービス、平成 25～27 年度、3,635 千円（研究代表者：大矢教授）
- ・「哺乳類の脳機能老化メカニズムの解明を通じた記憶ダイナミズムの理解」科研費・新学術領域研究、平成 25～29 年度、107,000 千円（研究代表者：久恒准教授）
- ・「鶏肉に含まれる高機能ジペプチドを用いた中高年齢者の心身健康維持に関する研究」

- 農林水産省・農食研究推進事業、平成 25～27 年度、54,260 千円（研究代表者：久恒准教授）
- ・「歯状回ニューロン新生を組み込んだ機械学習回路モデルの構築」JST・CREST、平成 25～27 年度、26,340 千円（研究代表者：久恒准教授）
  - ・「超高磁場 NMR を活かすマウス用 MRI ユニットの開発」JST・先端計測、平成 24-26 年度、16,000 千円（研究代表者：久恒准教授）
  - ・「オートファゴソーム膜コンポーネントの網羅的同定」科研費・新学術領域研究（公募研究）、平成 26～27 年度、10,140 千円（研究代表者：鈴木邦律准教授）
  - ・「オートファゴソームをモデルとした真核細胞のオルガネラ形態形成機構の解明」科研費・基盤研究（B）、平成 25～27 年度、17,940 千円（研究代表者：鈴木邦律准教授）
  - ・「オートファゴソーム形成におけるタンパク質キナーゼの役割」山田科学振興財団研究援助、平成 25～27 年度、3,000 千円（研究代表者：鈴木邦律准教授）
  - ・「ケミカルバイオロジーによるタンパク質キナーゼ新規基質同定法の開発」武田科学振興財団・ライフサイエンス研究奨励、平成 25～27 年度、2,000 千円（研究代表者：鈴木邦律准教授）
  - ・「選択的オートファジーの積荷を予測するアルゴリズムの作製とスクリーニングへの応用」科研費・挑戦的萌芽研究、平成 24～25 年度、3,100 千円（研究代表者：鈴木邦律准教授）
  - ・「構造情報を基盤としたオートファジーの膜動態に関わる過渡的複合体のダイナミズム」科研費・新学術領域研究（公募研究）、平成 24～25 年度、8,600 千円（研究代表者：鈴木邦律准教授）
  - ・「栄養飢餓時の脂肪滴ダイナミクス」三島海雲記念財団研究奨励金、平成 25 年度、1,000 千円（研究代表者：鈴木邦律准教授）
  - ・「出芽酵母のオートファジーにおける脂肪滴の役割」ノバルティス研究奨励金、平成 24 年度、1,000 千円（総額）（研究代表者：鈴木邦律准教授）
  - ・「細胞内小器官の分解に関わるリパーゼ様酵素 Atg15 の解析」濱口生化学振興財団助成金、平成 24 年度、1,000 千円（研究代表者：鈴木邦律准教授）

## 5. 研究に関する中長期計画

本センターは、さまざまな共同研究や連携研究を一つでも多く推進することで上記の目的を達成する。研究科、全学、学外からの利用実績を積み上げることにより、これらの共同研究等が促進されるので、個別の共同研究を地道に積み上げてゆくことで最終的には大きな成果が得られるだろう。そのための継続的なインフラ整備を着実にを行い、センターの存在を広く周知すると共に、さらには勉強会等でより多くの参加を呼びかけることが肝要であると考えます。また、さまざまな研究者が集うスペースの確保は重要な要素であるため、利便性の高い場所にいくつかの機器を並べてニーズに対応できるような要望を提案する。現在、センターは研究科附属の施設という位置づけにあるが、中長期的には、全学的な経済的・人的支援なども積極的に獲得することを試み、独立した運営が

できるような組織になることを目指し、一つでも多くのインパクトのある実績を積み重ねて、より多くの支援が得られるような組織になるように努力していく。

### ファンクショナルプロテオミックスセンター

本センターでは、ターゲット同定、タンパク質生産、相互作用解析、低分子スクリーニング、さらには情報学的相互作用予測などを統合して研究するとともに、解析スループットを上げ、コストを下げるための機器や情報学的方法論を研究開発している。タンパク質の機能は他の分子との相互作用の中から生み出される。機能を相互作用から理解しようとする、物理化学的な様々なパラメータを測定することにより、相互作用の性質を見極める必要がある。このような見極めを加味した、柔軟なシステムを構築し、タンパク質の機能を制御できる低分子化合物を効率よく見出すシステムを開発することは重要な課題である。本センターでの研究は基礎研究ばかりでなく、創薬プロセスに直接関係するため、機器メーカーあるいは、創薬企業、バイオ関連企業と連携した、研究開発の推進を目指している。本センターはメディカル情報生命専攻の教員を中心として、環境系、医科学研究所、高エネルギー加速器研究機構構造生物学研究センターの教員が参画しており、8部門が下記のような成果を出している。本センターは設置されて5年が経過しているが、今までの個々の部門の成果に基づいて、今後さらに連携を加速し、また今までは十分とは言えない社会連携を積極的に進めることで、今後アカデミア創薬の発信が可能になるものと期待される。

### 先端ゲノミクス研究部門

本研究部門では、完全長 cDNA ライブラリーの構築法を開発し、完全長 cDNA の形でのヒト遺伝子の網羅的収集を行ってきた。さらに、これらの cDNA を基盤として、質量分析機を用いたタンパク質レベルでの遺伝子発現の検証を行うと同時に、計算機を用いたタンパク質モチーフや機能ドメインの推定を行い、細胞内局在を検証すべく、GFP・YFP 融合タンパクを用いたハイスループットな細胞内局在の実験的同定を行ってきた。さらに、多数の遺伝子群がいつどのような制御を受けて発現されているかのメカニズムを解明するために、遺伝子のプロモーター部位を、いち早く次世代シーケンサーを導入し、我々の開発したオリゴキャップ法と組み合わせることで、転写開始点の網羅的決定を行い、そのデータベース化を進め、同定されたプロモーターのどの領域にどのような転写活性化能が含まれるかの実験的検証を、約 500 の遺伝子について進めてきた。現在、オーミクス情報センター、および、次世代医薬分子解析学寄付講座と緊密な共同研究を行い、がん、特に、多数の肺腺癌細胞株につき、次世代シーケンサーを駆使した、ゲノム解析、exome 変異解析、遺伝子発現解析 (RNA-seq)、転写開始点解析 (TSS-seq)、エピゲノム解析 (ChIP-seq、ATAC-seq)、miRNA 解析 (miRNA-seq) を行い、多層的なオミクスデータを得ると同時に、各種制癌剤に対する反応を測定し、制癌剤に対する感受性と各オミクスデータの間関係を明らかにしようとしている。さらに、1細胞トランスクリプトーム解析の技術を導入開発し、制癌剤存在下での、感受性細胞株と非感受性細胞株

胞株の遺伝子発現の変化パターンを1細胞のレベルで解析を進めている。今後は、このような多層オミクスデータや1細胞トランスクリプトームデータを活用して、薬剤に対する細胞の応答分子プロファイリングをするとともに、それらのデータを応用して、創薬ターゲットの探査や評価を行っていく予定である。

### 蛋白質生産研究部門

多くの医薬品のターゲットは細胞表面の蛋白質であり、医薬品の主要なターゲットは膜蛋白質となる。再構築型蛋白質合成系である PURE system に膜へのターゲットイングに参与する因子群また、脂質二重膜を添加し、膜蛋白質の無細胞合成システムを開発している。試験管内で抗体を迅速かつハイスループットで選抜・作製が可能なりボソームディスプレイ法をコア技術として疾患に対する抗体創出を行っている。

ヒトの多数の疾患関連膜タンパク質の PURE system による脂質膜上に合成することに成功している。また合成手法を論文として発信しており (Kuruma, Y. and Ueda, T., Nature Procoal. 2015)、創薬の基盤技術となるものと考えている。

### 次世代創薬開発研究部門

アカデミア内の疾患原因や病態メカニズムに関する知識を創薬に効率よく繋げていくためには、ターゲットの機能を制御する化合物を得る創薬プラットフォーム機能が必要である。本研究部門では、次世代の創薬開発研究をめざし、本研究科内の次世代医薬分子解析学講座と連携しつつ、大学内に存在する創薬ターゲットの評価、化合物スクリーニングとそのための技術開発を通してアカデミア創薬を推し進めることを目的とする。

新規遺伝子組換えウイルスを用いたスクリーニングにより、新たな機序を有する抗インフルエンザ化合物を取得することに成功した (論文投稿中)。現在、学内5研究グループと共同研究を実施中である。

### 相互作用解析研究部門

本研究部門では、細胞内タンパク質の全体像 (プロテオーム) やそれらの翻訳後修飾の全体像 (モディフィコーム) に関する網羅的計測を通して、翻訳制御やシグナル伝達をはじめとする生命システムの構築・制御理論の解明を目指している。現在は、特に細胞内情報伝達系の動的な制御機構に焦点を当て、疾患ごとのタンパク質相互作用ネットワークの特性をシステムレベルで記述し、創薬ターゲットの探索を理論的に行う情報解析基盤の構築を推進しており、リン酸化シグナル制御に関する大規模ネットワーク解析 (Kozuka-Hata et al, PLoS One, 2012; Narushima et al, Mol Cell Proteomics, 2016; Narushima et al, Bioinformatics, in press) や機能性微量因子に関する高精度同定 (Shibata et al, Nat Commun, 2012; Hirano et al, Cell, 2013; Ohta et al, Nat Commun, 2014; Watanabe et al, Cell Host Microbe, 2014) を通して新規知見の導出に幅広く貢献している。

## HTS 開発研究部門

HTS として微小流体工学を応用した PCR デバイスや液滴搬送技術を利用したタンパク質結晶化用デバイスに関する研究を行っている。また、装置の操作性の向上を目指したヒューマンインタフェースに関する研究として、機械振動を利用したタッチパネルの触感の制御やパネルに触れる指先を通じた情報通信に関する研究を行っている。PCR デバイスでは当研究室で開発したハイドロゲル鋳型手法によるデバイスを用いて高速増幅が確認された。また、液滴搬送時における静電場の効果により大きな結晶が得られることが確認された。

## 立体構造解析研究部門

本研究部門では、放射光 X 線結晶構造解析によりタンパク質やその複合体の立体構造を原子レベルで決定することで生命現象の分子レベルでの作用機序の解明を進め、さらに創薬へとつながる一連の研究を進めることを目指す。エピジェネティクスや転写因子などの遺伝子発現制御、ユビキチンや糖鎖などの翻訳後修飾、病原細菌やウイルスなど疾病に直接関連のあるもの、などを研究対象とすると共に、放射光 X 線結晶構造解析の基盤技術の高度化も進める。

文部科学省の国家プロジェクト「創薬等支援技術基盤プラットフォーム」の中核機関として研究費を獲得し、放射光 X 線結晶構造解析の基盤技術の高度化および外部研究者の研究支援を幅広く行った。

## 創薬デザイン研究部門

植物マメ科レクチンは植物の抗体とも言うべき生体防御分子であり、抗体と類似の variable binding loop を持っている。このループの部分をランダムなアミノ酸で置換したレクチンライブラリーから、特定の糖鎖と結合するクローンを単離する cell surface display/reporter assay 法を開発し、迅速かつ効率的な手法を確立した (Soga, K., et al. *Biomolecules*, 2015)。また、グリコサミノグリカン鎖を特異的に認識する新規改変レクチンを創出した (Abo, H. et al. *PLoS One*, 2015) これら新規改変レクチンを用いたレクチンチップを作製し、がんや変性疾患への新たな診断のアプローチが可能になるものと、期待される。

## 知財戦略研究部門

アカデミアが創薬機能 (Drug Discovery Functions in Academia : DDFA) を保有する際に、従来の大学の知的財産権管理の枠組みを超えた知的財産権戦略、継続的な創薬資源整備が求められる。この課題に対して、1) 大学が保有する創薬機能に関わる知的財産権の研究、2) DDFA におけるビジネススキームの研究、3) DDFA に関する国際比較を実施することを目的とする。

発明人が東大教員である平成 4 年～ 24 年の 20 年間の東大出願特許データベースを構築し、出願動向、ライセンス状況の分析結果を 2011 研究技術計画学会、2014 日本

MOT 学会にて報告している。

## 革新複合材学術研究センター (TJCC)

日本は現在、炭素繊維の世界生産の約7割を占めており、炭素繊維強化プラスチック複合材 (CFRP) の航空宇宙分野への適用を目指した、設計・成形・製造研究開発の技術力という視点からは、日本が国際的にも一歩リードしている。たとえば、約40年ぶりの国産民間旅客機 (MRJ) への CFRP 構造の適用、Boeing 787 用 CFRP 部材の開発・製造の主要な部分の担当等が良い例である。しかし、その重要性から、欧米では近年、先進複合材料分野の産官学の研究・開発に積極的に投資し始めており、また中国等のアジア諸国も取り組み始めており、日本の優位性にも影が差し始めている。

これまでの日本の優位性は、優れた基礎技術を有する産業界が、大学・研究機関 (JAXA 等) との研究協力も行いつつ構築してきたものであるが、更なる日本の CFRP 生産技術の差別化・高付加価値化、製造性向上が重要であることは、産官学で共通に認識されている。

そこで、航空宇宙用複合材料研究で世界トップレベルに位置する、東京大学大学院新領域創成科学研究科先端エネルギー工学専攻と JAXA 航空技術部門構造・複合材技術研究ユニット (本研究科 JAXA 連携講座客員教授を含む) の人的資源、設備資源をフルに活用した、革新複合材学術研究センター (東大-JAXA 連携) (通称 TJCC) を発足させることとした。産学官協働によるネットワーク・リソースの相互活用による研究開発体制の効率化・高度化、シーズとニーズを踏まえた研究テーマの選定等により先進繊維強化複合材料・構造技術の革新的展開を目指している。また、他大学教員・産業界研究員の参加も可能とし、オールジャパン体制を構築し、国内外への情報発信の拠点としての役割を担う。具体的には、次の3つの学術研究・開発を行っている。

1. 世界トップの次世代複合材料の創出
2. 知能化・低コスト製造技術の研究
3. 適用先拡大による軽量長寿命化・低炭素化技術

とくに、学術的な優位性を持つ、先進可視化技術と計算科学を駆使して、複合材構造のものづくり技術を発展させ、強固な学術基盤に裏打ちされた、試行錯誤に依存しない日本独自の研究開発の『知的ものづくり科学』の構築を実行していく。これにより、航空宇宙産業の産業力強化 (CFRP の航空宇宙機の機体、エンジンへの適用拡大)、低炭素化社会への実現 (航空宇宙機、自動車、船舶、風車等の軽量化)、安全・安心社会の実現の達成を目指す。

現在、本センターは、下記の二つの日本の産官学大型プロジェクトの中心的役割を果たし、牽引している。

- (1) 内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 「革新的構造材料」航空用樹脂・FRP ユニット (平成 26 ~ 30 年度)

次世代航空機機体・エンジン適用を目指した、高効率オートクレーブ強靱 CFRP、熱可塑性樹脂複合材、脱オートクレーブ CFRP、耐熱 CFRP の開発を支援すべく、その最

適成形プロセスの確立に向けて、基盤学術研究としての、内部ひずみの計測および高精度成形モデリング技術基盤を確立する。また、分子シミュレーションや樹脂流動シミュレーションなどを駆使したマルチスケール成形シミュレーションコードを作成し、品質予測手法を構築する。

(2) NEDO 次世代構造部材創製・加工技術開発（次世代複合材及び軽金属構造部材創製・加工技術開発）プロジェクト（平成 26～27 年度、28 年度より 5 年間の新プロジェクト発足）

複合材製航空機の運航に伴う点検整備作業を効率化して、整備コストを大幅に低減すること、並びに高品質を確保しながら高効率かつ低コストで複合材を生産することが必要である。なかでも、日本が誇る光ファイバセンサ技術を駆使した、構造健全性診断技術（広域分布ひずみ、衝撃応答ひずみなどを測定し、構造健全性を評価）、成形プロセスモニタリング技術を実用レベルにまで高める基盤研究を行っている。

## 4. 連携活動

### 4.1 学内外連携

#### (1) 概要

本研究科では、本研究科の特徴である学融合を反映し、協力講座・連携講座の設置を含め、学内外の研究機関との教育・研究の両面での連携に積極的に取り組んでいる。現時点で、協力講座を設置して教育研究の協力を受けている学内の他部局は、人文社会系研究科、総合文化研究科、理学系研究科、工学系研究科、農学生命科学研究科、薬学系研究科、医科学研究所、東洋文化研究所、社会科学研究所、分子細胞生物学的研究所、物性研究所、海洋研究所、空間情報科学研究センター、高温プラズマ研究センター、情報基盤センターなどの 16 部局に及んでいる。また、本研究科の教員の多くが、理学部、工学部、農学部などの学部を兼任しており、他部局教員と一緒に学部生に対する教育を行っている。

一方、連携講座を設置している学外機関も、国立研究開発法人国立がん研究センター、株式会社国際協力銀行、公益財団法人東京都医学総合研究所、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、一般財団法人電力中央研究所、国立研究開発法人国立環境研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立研究開発法人理化学研究所、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所、独立行政法人国際協力機構、国立研究開発法人海洋研究開発機構、公益財団法人がん研究会がん化学療法センターと多岐にわたっている。その他、連携講座を設置せずに行っている共同研究、特に海外の研究機関との共同研究も数多く実施している。

以上の結果、他分野の研究グループとの研究成果が顕著に多いことも本研究科の特徴である。たとえば、研究科内の他分野の研究グループとの共著数は毎年 70 以上、学外のグループとの共著数は、国内で 400 以上、海外で 100 余りに達している。

## (2) 研究科内連携

本研究科は、学融合を特徴の1つとしていることから分かるように、教育面では専攻横断型の教育プログラム、研究面では専攻横断型の研究科内センターなどが中心となって、研究科内の他分野の連携を常に積極的に推進している。

教育プログラムとしては、サステナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラム、核融合研究教育プログラム、基盤科学領域創成研究教育プログラム、バイオ知財コース、バイオメディカルサイエンスプログラム、ヘルスサイエンス教育研究プログラム、環境マネジメントコース、環境デザイン統合教育プログラム、環境技術者養成プログラム、環境管理者養成プログラムなど様々なプログラムが研究科内教員の協力・連携によって設置されており、プログラムの修了者には学位や修了証などを与えている。一例として、サステナビリティ学教育プログラムを具体的に紹介する。

新領域創成科学研究科では、平成19年に専攻横断型のサステナビリティ学教育プログラムを設置し、講義をすべて英語で行うなど外国人留学生や研究員を積極的に受け入れる環境を形成することにより、サステナビリティ学に関する国際的な教育研究拠点の形成を強力に推進している。環境学専攻（平成18年4月以降環境学研究系）は学融合を理念として、環境に関わる様々な分野を統合して環境問題に多面的に取り組んできた。その中で21世紀が直面する多様な問題のうち環境に関わる諸問題を事例として、学融合的なアプローチの経験を蓄積できたと考えている。たとえば、過疎地域の交通問題・高齢化問題の技術的対策としてのオンデマンドバスを技術的・社会的に扱った研究、縮小社会の都市デザインとしてのファイバシティ構想、インドネシアを対象とした途上国の開発と環境のケーススタディなどがある。一方、これらの経験の構造化、すなわち、社会をよりサステイナブルなものに変えていくための知識の整理やそれをひろく社会に定着させるための教育体系・教育手法の確立が課題であった。

そこで、「サステナビリティ学」の創生を目標に日本全国の主要大学により構成された「サステナビリティ学連携研究機構（IR3S）」との密接な協力の下に、新領域創成科学研究科環境学研究系5専攻を横型に繋いで教育をおこなう「サステナビリティ学教育プログラム（修士課程）」を平成19年に立ち上げた。サステイナブルな社会の構築をめざして国際的に活躍できる各分野のリーダーを育成することを目的として英語による教育をおこなうものである。また、修士論文指導や演習における課題を通じて、アジアの環境問題やサステナビリティに関わる問題の現場に密着した研究を実施し、これらのサステナビリティ学にかかわる具体的研究を通じてその教育体系・教育手法を確立することを目指した。

その結果、サステナビリティ学教育プログラムの修士学生の教育（修論指導を含む）を通じて、環境学研究系内の学融合（多様な分野の教員の協働）が飛躍的に進みつつあり、また、カリキュラムの構築を通じた多様な教員によるサステナビリティ学の構造化の下地ができたと言える。また、アジアを中心に世界各国の学生を教育するしくみを整理してゆく過程で、研究科の教育・研究の国際化が著しく進展し、英語による教育機会の拡大、海外との研究協力の充実などに寄与している。具体的には、下記の国際的共

同研究について大きな貢献を果たした。

- Alliance for Global Sustainability (MIT, ETH, Chalmers と東大の4大学によるサステナビリティに関する国際研究協力) における Energy Initiative への貢献 (エネルギー利用実態の国際比較)
- Integrated Research System for Sustainability Science (サステナビリティ学連携研究機構) におけるサステナビリティ学の理念に関する研究への貢献

一方、研究面の連携を推進する学内センターとしては、生涯スポーツ健康科学研究センター、オーミクス情報センター、バイオイメージングセンターなどを設置している。

今後の課題としては、系内の学融合については事例が相当増えてきているが、系をまたいだ共同研究の数がまだそれほど多くない点が挙げられる。系をまたいだ連携を進めるための仕組みとして、学融合セミナーを月に1回実施している。基盤科学研究系、生命系、環境系から教員が1名ずつ、教員や学生を対象として講義する機会を設けることで、他系の研究内容についての知見を常に深めている。また本講義は、白金キャンパスにも配信しており、医科学研究所の学生も聴講できるようになっている。さらに、講義の様子はビデオに撮影され、アーカイブとして研究科内の教員・学生がいつでも視聴できる。一方、研究科内の連携をさらに積極的に推進するため、学融合研究推進調査費を研究科から支出し、学融合を目指したセミナーや研究会の支援も平成21年度から積極的に行っている。すでに数多くの研究会が開催され、他分野間の活発な討論が行われている。以上のような取り組みの中から、系をまたいだ共同研究が生まれた例も少なくない。

### (3) 学内連携

本研究科は、協力講座や学部兼担などを中心として、教育と研究の両面で密接に学内連携を行っている。本研究科の課題の1つが、学生の中の東大卒業生の占める比率が年々漸減傾向にあるという点である。学部兼担は、講義や卒業論文の指導を通じて学部学生に教員の姿を見せる絶好の機会であり、本研究科への進学を促す上で大きな効果があると認識しているが、逆に、本郷や駒場へ講義や会議に頻繁に出かけることが大きな負担になっている場合もある。効果と負担のバランスを常に検証することも重要な課題の1つとなっている。

このような仕組みとは別に、特に最近では、総長室総括委員会の下に部局横断型の研究教育組織が次々と設けられており、そのいくつかは本研究科は積極的に関わっている。東京大学では平成19年7月3日、東京大学の機構の1つとして「海洋アライアンス」の設立を決定し、6つの研究科、3つの研究所、2つの研究センターなどを中心として、全学にわたる部局横断的な海洋教育研究の核が形成された。海洋アライアンスは、海洋に関連する理学・工学・農学生命科学・新領域創成科学・公共政策大学院の各研究科、

海洋研（事務局）・生産技研・地震研の各研究所、および総合海洋基盤（日本財団）プログラムから選出された推進委員によって運営されている分野横断的かつ総合的な海洋教育・研究のネットワーク組織となっている。新領域創成科学研究科では、自然環境学専攻、社会文化環境学専攻、人間環境学専攻、環境システム学専攻、海洋技術環境学専攻から参画している。海洋アライアンスでは、社会から要請される海洋関連課題の解決に向けて、グローバルな観点から国と社会の未来を考え、海への知識と理解を深め、新しい概念・技術・産業を創出し、関係する学問分野を統合して新たな学問領域を拓いていくとともに、シンクタンクとして我が国の海への取り組みにおおいに貢献していくことを目指している。

柏キャンパスサイエンスキャンプは、全学体験ゼミナールとして教養前期課程理系1・2年生に対して、本研究科と宇宙線研究所、物性研究所、大気海洋研究所が連携して「知の冒険の現場」を体験させ、専門課程に進むために必要な知識や知的技能を身につけさせることを目的としている。本学の前期課程における教育の柱の1つである専門的なものの見方や考え方の基本を学び取らせる「Early Exposure」の一環として、Wタームの主題科目として実施した。本ゼミナールは、3泊4日（隣接する千葉県県民プラザ）の体験学習として、本学柏キャンパス内の研究所と本研究科内の見学に加えて、4名程度の小グループで研究室プログラムを大学院生や若手研究員、海外研究者を交えて実施する。将来の研究者としての基礎トレーニングを積み、「研究者という人生」を考える機会を提供する。平成27年度受講希望者数は第1および第2希望併せて238名のうち100名が受講した。平成28年度は期間を延長して、文系生の受け入れも含めて約120名の受け入れ予定である。

#### (4) 学外連携

本研究科は、連携講座などを通じて、学外との教育・研究の両面における連携も積極的に進めている。その成果は、学外との共同研究による論文の数が年間400以上と積み重ねて多いことから伺える。連携講座は、採用可能数が削減される中で研究科のアクティビティを維持するために有効な仕組みではあるが、逆に多くなりすぎると、研究科の主体性という点で弊害も予想される。連携講座については、10年の時限を付けて評価を行い、見直すことにしている。

学外の中でも、海外との連携プロジェクトについては、特に多国間の例だけでも下記のようにきわめて数が多く、しかも本研究科の特徴を反映して多種多様である。このような海外との連携では、外国人特任教員の積極的な活用が大きな効果を挙げている。本研究科では、外国人の特任教員を年間延べ120ヶ月人程度受け入れ、教育・研究を担当してもらっている。その中には、下記の国際共同研究の担当者も含まれている。

造船教育用CADシステムの開発研究（英、米）、N Global Alliance for ICT and Development（UN GAID）（国連）、Comparative Study of the Japanese and German Innovation

Systems on Solar Cells (独、スウェーデン)、層状ルテニウム酸化物の角度分解光電子分光(米、加)、統合国際深海掘削計画(21カ国)、ツェツェバエゲノム解析(米、南ア、英、仏)、ヒト常在菌メタゲノム(米、仏、中、シンガポール、豪、加)、Discovery and validation of functional human RNAs with comparative genome-wide structural alignments(仏、豪、米)、Global Yeast Systems Biology Network(EU、米、加)、野生新世界ザルをモデルとした霊長類色覚進化の適応的意義の検証(加、英、ニュージーランド、米)、アンデス文明における生業の変遷(米、ペルー)、シリア共和国デレリエ洞窟における旧石器文化層の発掘調査(シリア、仏、英)、ベトナム新石器時代の生業復元(ベトナム、豪)、角度分解光電子分光による熱電酸化物のバンド構造の研究(仏、米)、VAMAS(ベルサイユサミット提案の多国間共同プロジェクト)(米、英、仏、独、伊、中、韓、その他)

## 4.2 国際連携の現状と課題

発足当時より、新領域創成科学研究科は各々の研究教育分野におけるグローバルな学問的ネットワークを張り巡らし、情報の交換や研究者の交流に努めるとともに、外国人留学生の受け入れについても精力的に取り組んできた。新領域創成科学研究科は学融合により新たな学問領域の創成を目指しており、こうした先端的な教育研究を行う上で、柏キャンパスの国際化の推進は必然的に内包された課題であるはずである。実際に平成17年の「東京大学アクション・プラン2005-2008時代の先頭に立つ大学」では、世界の学術において名誉ある地位を獲得するために必要な本学の国際的活動のひとつとして、柏国際キャンパスの構築に向けた取り組みが掲げられた。こうした背景から、柏キャンパスの国際化は本研究科の将来計画において重要な意味を持つことは論を待たない。新領域創成科学研究科の国際化には、1) 国際研究拠点の形成、2) 国際的に通用する人材育成も含めた教育の国際化、3) 国際連携、の3点を同時に推進することが肝要と言える。地域環境整備に関する課題であった柏キャンパスにおける外国人研究者・留学生のための宿舎などの施設面も遅ればせながら着手されつつある。まちづくりの進捗や社会情勢の変化を踏まえながら、キャンパス周辺の国際化が進展しつつある。

### (1) 国際研究拠点の形成

国際研究拠点を形成するためには、その中核となる魅力ある研究施設や研究交流施設を整備し、それを中軸として研究者の交流を通じた研究の飛躍的發展をはかる必要がある。現在物性研究所、宇宙線研究所、3研究センターそして数物連携宇宙研究機構という極めて国際性の高い研究グループが柏キャンパスで研究拠点形成を進め、さらに平成22年4月には、中野キャンパスにあった海洋研究所と気候システム研究センターが統合し、柏キャンパスに大気海洋研究所が発足した。大気海洋研究所はフィールド研究を一つの重要な柱にしており、本研究科とは研究教育で連携が強化され、柏キャンパスの学問分野のさらなる多様性が生み出された。

一方、新領域創成科学研究科と医学系研究科からは「国家基幹技術としての強磁場MRI」に関する提案が総長室に提案されている。強磁場MRIは、東京大学の広範な学

術分野における世界的な研究ポテンシャルを基盤として、21世紀のわが国が直面している少子高齢化等の状況に対応するバイオ・メディカル分野の超精密研究・医療診断ツールの研究開発として提案され柏キャンパスの国際化に大きく寄与するものと期待される。

4.1の「学外連携」において記述したように、多数の国際共同研究が進められているが、国際研究拠点として特筆すべきなのは、オーミクス情報センターである。本センターでは、次世代シーケンサーを中心とした国内有数の高データ生産能力と高インフォマティクス解析能力の融合によるゲノム科学の先端研究を展開している。このセンターでは、ゲノミクス、トランスクリプトミクス、メタゲノミクス、エピゲノミクスなどのオーミクス研究を先導することで、新たな国際研究拠点としての地位を確立しつつある。また、グローバルCOEプログラムとして採択された「ゲノム情報ビッグバンから読み解く生命圏」を契機に今後の国際化が加速された。

## (2) 国際的に通用する人材育成も含めた教育の国際化

柏キャンパスでの教育の国際化の主要なプログラムとして、「サステナビリティ学教育プログラム」がある。このプログラムでは、社会的・文化的、さらには経済的にも多様な国際社会において、サステナブルな社会の構築を担う能力を有する専門家の育成を目標としている。特に、アジアにおける問題の現場で教育を行い、地域での問題解決を通じて地球全体のサステナビリティに貢献できる能力をもつ次世代の育成に努めている。新領域創成科学研究科環境学研究系の5専攻を横断するプログラムとして、平成19年10月に修士課程を、そして平成21年10月に博士課程を設置し、学生の受入を行っている。東京大学地球持続戦略研究イニシアチブ(TIGS)、サステナビリティ学連携研究機構(IR3S)そして北海道大学、茨城大学、京都大学、大阪大学とも協力し教育活動を展開している。さらに世界の環境問題のグローバルな側面を理解しつつ、アジアにおける環境問題の解決能力を持つリーダーの育成をより加速するために、平成20年7月から工学系研究科都市工学専攻と共同で「アジア環境リーダー育成プログラム(APIEL)」を開始した。平成24年、「サステナビリティ学教育プログラム」は幅広い知識、高度な専門性、高い倫理観を併せ持った人材、すなわち、次世代の「グローバルリーダー」を育成することを目的に「サステナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラム」(GPSS-GLI)を新たに開設した。本プログラムの領域横断的なつながりを活用して、世界の持続可能性に貢献し、グローバル・リーダーシップを発揮するために必要な幅広い見識と経験を兼ね備えた人材を育成すべく努力している。

また平成25年から、海外の大学の学部生に新領域創成科学研究科が提供する自然科学および人文社会学系の最先端の研究に触れる機会を提供し、新領域創成科学研究科をはじめ東京大学への入学のインセンティブを高める事を目的とした、夏季国際短期プログラム、The University of Tokyo Summer Internship Program in Kashiwa (UTSIP Kashiwa)を実施している。国際的な学生の流動性が高まり優秀な学生に対する国際的な獲得競争が激化している中、地域問わず世界中から優秀な人材を呼び込み、新領域創成科学研究

科が実施している世界レベルの研究を体験してもらう。また日本の生活や日本文化に触れる体験等も通して、新領域創成科学研究科および東京大学の存在をより強く認識させ、その国際的なプレゼンスを高める。開始から平成 28 年度までの申請状況は以下の通りである。

第 1 回 UTSIP Kashiwa (平成 25 年)

申請者数：18 カ国 53 名、合格者 15 名 (受け入れ研究室数 13)

第 2 回 UTSIP Kashiwa (平成 26 年)

申請者数：33 カ国 237 名、合格者 29 名 (受け入れ研究室数 22)

第 3 回 UTSIP Kashiwa (平成 27 年)

申請者数：55 カ国 676 名、合格者 29 名 (受け入れ研究室数 28)

第 4 回 UTSIP Kashiwa (平成 28 年)

申請者数：62 カ国 1,165 名、合格者 30 名 (受け入れ研究室数 26)

参加者 (合格者) は受入研究室数によって決まるので大きな差はないが、申請数は確実に伸びてきており、特に優秀で非常にモチベーションの高い学生からの申請が増えてきている。また、UTSIP Kashiwa への参加を支援するために派遣側の大学で予算を付ける他、外部の奨学金給付団体 (東大友の会 -FUTI) も UTSIP Kashiwa を奨学金支給対象プログラムとして指定するなど、そのプレゼンスは確実に上がってきている。また、UTSIP Kashiwa の参加者の中から毎年、修士課程への申請者が出てきている。

UTSIP Kashiwa に加えて平成 28 年度は浙江大学や天津大学などと新領域創成科学研究科と共同で学部生の教育プログラムを開発予定である。浙江大学とのインターンシッププログラムは平成 28 年度に先端生命科学専攻で 4 人、7 月初旬から 8 月初旬にかけて受入予定である。天津大学とのプログラムでは秋から冬にかけて 3 か月ほどメディカル情報生命専攻で学部生を数名受入予定である。

### (3) 国際連携の推進

新領域創成科学研究科では、学生や研究者の交流、共同研究などを促進するため、平成 28 年 3 月現在、30 の大学との間に国際学術交流協定や授業料等相互不徴収の覚書を締結し、4 つの交換留学生プログラム (建築・都市計画分野で 3 つ、バイオの分野で 1 つ) が実施されている。これらの制度により正規課程の学生は単に留学が可能のみならず、基準年限で修了することができる。留学先での授業料は免除され、また指導教員の了解のもとで、単位互換も可能である。

また、定期的に国際シンポジウムや国際ワークショップを開催し、国際的な交流を深めている。これまでも柏キャンパスの各部局では頻繁に外国人客員研究員の招聘、研究や技術情報の交換等により、研究レベルにおいては、すでに十分に国際化していると言える。

スーパーグローバル大学創成支援事業や世界展開力 (ブラジル) 事業などの中で、ア

アメリカのマサチューセッツ工科大学やカンピナス大学などブラジルの大学との交流が活発になっている。

#### (4) 外国人研究者・留学者のためのインフラ整備

外国人研究者や留學生が来日後なるべくスムーズに日本での生活を始められるよう支援するために東京大学全体で宿舍の整備が進んでいる。平成22年4月より、柏キャンパスIIにインターナショナルロッジ(143戸)の運用を開始した。開始から数年は年度途中で空き室の補充のため短期入居も認めていたが、一昨年(平成26年)ごろからは空き室もなくほぼ満室の状態が続いている。一方で夏季短期プログラム参加者や、協定による交換留學生数、外国人研究者など短期の滞在者も年々増加しているため、平成27年度には大学が借り上げた民間宿舍を特に短期滞在者用に提供している。この借り上げ宿舍は、国際センター柏オフィスと新領域創成科学研究科国際交流室が分担して管理・運営を行っている。

平成22年4月から稼働している国際本部国際センター柏オフィスでは、引き続き地域に協力を仰ぎながら外国人研究者・留學生の生活支援体制を整備している。三井ボランティアネットワークなどのボランティアの方との言語・文化交換プログラムの実施、日英の2言語での情報提供、ベジタリアンやハラール食事を対応可能な業者との業務提携、日本文化を紹介する様々なイベントの企画実施を行っている。また、柏キャンパスにおける内なる国際化のため英語講座を各種提供している。

#### (5) 柏キャンパス周辺地域の国際化

平成27年度から始まった「地域国際化部会検討会議」では、柏の葉キャンパス駅周辺の国際化に向けた環境整備の進め方を、柏市、UDCK、三井不動産、TXアントレプレナーパートナーズ(TEP)、東京大学で検討を行っている。駅周辺の外国語標記のサインの設置、外国人に役立つ情報の整理・統合、また地域住民をボランティアとして国際化に関わっていただくための体制づくりなどから始めている。平成28年度には、麗澤大学オープンカレッジが提供するプログラムの一環として、「ボランティア講座」を夏に開催予定であり、まずは柏の葉キャンパス近隣に住む方たちに対し、特に外国人研究者・留學生およびその家族に対する生活支援ボランティア活動を始める際の知識や技術習得について紹介する。引き続き秋学期入学者を含んだ外国人研究者・留學生と同講座受講者との交流会なども企画する。

国際的な都市の形成のために都市インフラの国際化に向けた整備は必須であり、情報提供の国際化もその重要な一要素である。既につくばエクスプレス駅構内では英語に加えて中国語と韓国語表示のサインが設置されて、駅周辺についても「柏の葉キャンパス駅周辺のまちづくり連絡会議」の了承のもとに、各種外国語標記のサインへと移行を進めている。こうした情報提供・利用の国際化の方策として、柏の葉地区ではITを駆使したインフラ整備のための実証実験が行われている。この事業の主体は特定非営利活動法人柏の葉キャンパスシティITコンソーシアム(略称KACITEC)であり、平成17年

度には都市再生モデル調査事業「ITの活用によるユニバーサルデザインのまちづくりに関する実証実験」としても取り上げられた実績を持つ。この実証実験の目的は、つくばエクスプレス沿線の柏・流山地域を実証実験の場として活用し、産学官の有機的な連携のもとで、ITの利活用による次世代の国際性豊かな生活と産業の支援システムを実証的に研究開発することである。具体的には、実証実験の共通基盤として屋外無線LANネットワークを整備し、地域の知識が乏しい外来者でも携帯端末等を使って母国語音声で情報が取り出せるシステム、外国人も含めた安全・安心のまちづくりに寄与するセキュリティシステム、訪問者のスムーズな地域内移動を支援する自動音声認識技術に基づくオンデマンドバスシステムを柏の葉地区に導入することなどが含まれている。地域情報の提供に関する国際化を進めることにより、国際的都市形成に必要とされるインフラ整備が確実に進みつつある。

### 4.3 社会連携の現状と課題

#### 1. 概要

本研究科では、企業との共同研究などに代表される産学連携や政策的課題についての提言などに代表される官学連携などの通常の社会連携の他に、本研究科の特徴として地域連携を盛んに行っており、本研究科で生まれた学融合の成果を社会に速やかに還元するために、柏の葉キャンパス駅前を中心として地域と協力しながら様々な実証実験を展開している。

柏キャンパスが位置する柏の葉地区は平成17年8月に開業したつくばエクスプレス沿線のなかでもとりわけ国際学術研究都市として注目されてきており、国や県が進める様々な地域再生事業の対象地域となっている。内閣府都市再生本部は平成17年12月第十次都市再生プロジェクトとして「大学と地域の連携協働による都市再生の推進」を推進することを決定した。この都市再生事業は大学が持つ各種ポテンシャルを重視して、①大学と地域との連携の強化によるまちづくりの取組の推進、②実践的な社会人教育の推進や社会活動への参加促進、③留学生・外国人研究者等のための環境整備や市民とのふれあい・交流促進、市民に開かれた大学、④連続した緑地の確保などまちづくりと調和した大学キャンパスの形成等を推進するというものである。柏の葉地区がある柏・流山地域はこの都市再生事業のモデル地域として選ばれ、ワークショップが開催されるとともに、平成17年度の3件の都市再生モデル事業の成果などを基礎にして、一層の都市再生が進むことが期待されている。

一方、内閣府のもうひとつ別の組織である地域再生本部は、平成18年2月に「地域の知の拠点再生プロジェクト」を推進することを決定した。このプロジェクトは、前述の都市再生プロジェクトとは異なり、各省庁が連携して支援することにより、具体的な予算上の支援措置や環境整備がとられることになっている。とりわけ大学は、地域に開かれた存在として地域全体の発展に一層寄与すべきであるとの考えのもとで、地域と連携した自主的な取組が期待されており、地域に力強い人材を定着させ、持続可能な地域再生を推進することが要望されている。平成20年3月には千葉県、柏市、東大、千葉

大が共同で、「柏の葉国際キャンパスタウン構想」を策定し、国際的な学術研究都市の実現に向けた社会連携の試みを一層強力に推進しようとしている。このような取り組みによって得られた成果は、日本全国に波及しつつあり、大学の社会連携のモデルの1つとして大きな注目を集めている。

東京大学フューチャーセンター推進機構は、単一の領域科学では解決のできない社会問題に対して、全学が協力して取り組むことを目的に、平成21年度に設置された。平成25年度には、TX 柏の葉駅キャンパス駅前に「東京大学柏の葉キャンパス駅前サテライト」を建設し、本郷・駒場・柏の3キャンパスの東大部局、および、つくばや都心の産官研究機関を結集して、本格的な教育研究を展開している。社会連携の拠点を設けることで、様々な実証実験を組み合わせて実施することが容易になるため、より一層の効果が期待できるとともに、実証実験を多角的な観点から評価できると期待される。

以下に、本研究科が行っている実証実験の具体的な取り組みをいくつか紹介する。

## 2. UDCK 柏の葉アーバンデザインセンター

UDCK は、東京大学が提案し自ら取組む公・民・学協働のまちづくり組織である。平成18年11月の設立以来、柏キャンパスのある千葉県柏市北部「柏の葉地域」をフィールドに自治体や市民、企業と連携、街と大学が融合する先端的な地域づくりに向けて研究、計画、実践を進めている。平成20年5月には「柏の葉国際キャンパスタウン構想」を発表した。環境共生型のまちづくり、創造的な産業や文化の醸成、高質な空間デザインなど新しい時代の都市像を目標に掲げ、公・民・学で役割を分担し連携しながら多様なプロジェクトが実行に移されてきた。平成26年4月からは、東京大学柏の葉キャンパス駅前サテライトの1階に拠点を移し、東京大学の研究教育との連動を一層強めている。

柏の葉地域の空間計画をテーマに開講している新領域創成科学研究科の環境デザイン統合教育プログラムは、平成27年度で10回を数えているが、UDCKの施設や人的ネットワークを活用し、地域の多様な主体と密接に連携した調査・提案・議論の場を設けることで、極めて実践的な教育プログラムとなっている。アーバンデザイン、交通、環境等にかかわる構想計画や研究成果は、シンポジウム、展示、印刷物を通して広く公開している。また、市民向け講座「まちづくりスクール」、児童向けの「未来こどもがっこう」など、大学の知を地域に展開する一般向け教育プログラムも実施している。平成26年には柏の葉キャンパス駅前の複合機能街区が開設され、街区を超えた電力融通などの「スマートシティ」の中核機能が稼働を始めている。UDCKでは大学の教員・学生を対象としたツアーの開催などを通じて、これらの最先端の地域づくりと大学の研究教育との一層の連携を図っている。

大学が研究教育と連動させて主体的に地域づくりに関与する例は、国の後押しもあり近年各地で進みつつあるが、UDCKはその先駆的なものとして大きな注目を集めており、柏の葉地域への視察件数は年間600件を超える（平成27年度実績）。公・民・学の連携による新たなまちづくりスキームの確立を目指すUDCのネットワークは、全国10以

上の都市・地区に拡がっている。それぞれの経験を共有しながら、汎用性のある知見への発展を目指している。

### 3. オンデマンドバス

新領域創成科学研究科人間環境学専攻産業環境学分野では、戦略的創造研究推進事業（科学技術振興機構）「安心・安全のための移動体センシング技術（平成 17-21 年度）」プロジェクトの成果を、研究成果最適展開プログラム A-STEP（科学技術振興機構）「オンデマンド交通サービス支援システム（平成 21-26 年度）」による社会実装を推進してきた。より具体的には、オンデマンド交通を前提とした新しい交通体系のコンセプトの立案と、そのコンセプトの実現から社会実装のフェーズに取り組んだ。

開発したシステムの社会のニーズはとて大きく、平成 23 年度以降において 20 を超える自治体や民間企業との共同研究を行い、展開地域は埼玉県内の 9 地域、千葉県内の 5 地域、岐阜県内の 4 地域、奈良県内の 4 地域など全国で 38 か所となった。多くの地域との協業の中で、オンデマンド交通導入初期に地域の移動特性を把握し、そのデータに基づいて精緻な需要推計と運行に必要な車両数の算出を行うなど導入手法の洗練が進んでいる。また、さまざまな地域特性に対応するために当初のフルデマンドサービスから発着時刻や運行地点の順序などを設定できるセミデマンドサービスへの対応等も行ってきた。これらの技術的な開発に加えて、当初構想していた医療や店舗等のサービスとの連携の影響も実現しつつある。例えば、継続して共同研究を行っている三重県玉城町では、オンデマンド交通と高齢者福祉との連携によりオンデマンド交通利用者の増加に伴い高齢者コミュニティの活性化や医療費の減少が見られる。これらの貢献から、平成 22,24,26 年度の各年度に共同研究担当者が玉城町から感謝状を受領した。また、開発したシステムの先進性から平成 23 年には IBM Faculty Award を受賞した。平成 27 年度には、導入自治体の運用データを集約し、その分析、活用について研究をすすめるためオンデマンド交通協議会を立ち上げて、オンデマンド交通カンファレンスを実施した。

以上のように、自治体、東京大学、関連企業が連携して開発した研究成果が、現在は社会に広く利用される段階になりつつある。

### 4. フューチャーセンター推進機構

本機構は、平成 21 年 4 月 1 日に総長室総括委員会に設置された全学組織である。本研究科が運営の責任部局となっている。機構の使命は、TX 柏の葉キャンパス駅前を基点として、産公民学の連携により、大学の教育研究成果を社会に還元する新しい社会モデルを創成することにある。具体的には、① 21 世紀の社会モデル創成に関する教育・研究。② 柏の葉キャンパス駅周辺地域との連携。③ サテライトの創出と運営である。構成部局は、本研究科を中心に、工学系研究科、生産技術研究所、宇宙線研究所、物性研究所、大気海洋研究所、人工物工学研究センター、空間情報科学研究センター、情報基盤センター、国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構である。

平成 25 年度までは、③のサテライト創出を主たる活動とした。①の社会モデルと②

の地域連携を主題とするシンポジウムを開催してサテライトの必要性を広報し、また学内外組織への入居勧誘、利用規則の制定などを行い、建物運営の基礎を作った。平成25年12月25日にサテライトが竣工した。什器等を設置し、通信、防犯、清掃、修繕等の体制を整備した。また、学生控室、FCプロジェクト室、地域連携のためのUDCK事務室等を設置した。本機構は財源が賃料等の外部資金のみのため、安定した入居者獲得が最大の課題であった。そこで竣工後3週間目に国際会議（サステナビリティ学連携研究機構主催）を開催し、総長等幹部の訪問を受け、知名度を高めた。また、海外の大学、商工会議所、民間企業、学内研究室を誘致した。

平成26年度には、3研究室、3公共団体、2民間企業、1外国大学が入居し、稼働率（貸出床面積ベース）を70%超とした。また①の社会モデル創成について、RTコンソーシアムを結成し、機構が主体となる社会実験を開始した。全国屈指の防災組織を有する柏市西山町のノウハウを電子化し、その知見をもとに福島県南相馬市に避難ロボットシステムを導入した。「災害対応避難者アシストロボットの技術開発」で補助金を得て、成果を記者発表した。②の地域連携については、柏の葉ゲートスクエアが完成し、柏の葉地域の整備が整った。これを機に記者内覧会、学内シンポジウムでの活動報告を行った。平成27年度には、①の教育について、人文社会学系研究科の協力のもとに、研究科共通の後期教養教育を実施した。S1「美術の見方、考え方」、S2「東アジア海域の文化交流」、A1「観光と建築の文化史」、A2「逃避行動：目は脳に何を伝えるのか？」の4タームの講義を行った。うち2回は、②の社会連携を目的に、柏商工会議所の支援を得て、地域企業の経営者に公開した。またA2タームに、MIT連携演習型講座「社会・企業の課題解決を目指すプロジェクト演習」を実施した。その他50を超えるシンポジウム・研究会・講義が開催された。千葉県庁、ドバイ・アラブ首長国、ドイツなどから、産学連携を目的とする視察団を受け入れた。③については、大学のロゴを設置し、サテライトを地域住民や近隣訪問者の著名な写真スポットとした。また、市や企業と共同し、柏の葉地域全体で、梶田教授ノーベル賞記念式典、横断幕設置等を行った。また、「緑の都市賞」国土交通大臣賞を受賞した。

平成28年3月の構成員は、評議員13人、運営委員11人（評議員との重複を含む）、および、実務を行う特任研究員3人、特任専門員1人、事務補佐員1人である。サテライトは恒久施設であるが、それを運用する機構は3年の時限組織である。また、実務者はすべて非常勤であり財源は賃料である。サテライト事業の安定運用のため、組織の恒久化と常勤職員の配置が課題となっている。

#### 4.4 広報活動

新領域創成科学研究科は、年々拡充・再編される研究科組織と独自の運営の取り組み、多岐にわたる研究・教育活動を学内外に広く発信するために広報委員会を設置し、研究科の認知度を高めるための広報活動を展開している。具体的には、研究科の組織と運営、研究・教育活動を紹介する研究科パンフレットや広報誌「創成」などの各種出版物の作成と配布、プレスリリースによる研究成果や教育活動などの報道機関への周知、研究科

HP による最新の研究科情報の紹介、などの活動である。また、広報活動の充実と情報への迅速な対応を図るために、広報室を設け、専任のスタッフ 1 名が常時 HP の更新やポスター作成などに携わっている。

## 具体的な活動内容

### 1) 研究科パンフレットの編集・刊行・更新

研究科の沿革や研究科と各専攻の概要をまとめた、日本語版と英語版の研究科パンフレットを編集・刊行している。具体的には、各専攻、研究科附属施設の研究・教育活動、各教育プログラムの概要などを紹介している。2年に一度、組織の再編や新たな教育プログラムの設置などに対応して、最新の情報を盛り込んだ改訂版を作成し、学内外に広く配布している。

### 2) 広報誌「創成」の編集・刊行

平成 15 年に創刊された「創成」は新領域創成科学研究科の広報誌で、3月と9月の年に2号を刊行している。平成 27 年度までに 27 号が刊行されている。刊行の目的は、研究科の研究・教育の理念、各研究系・専攻や各プロジェクトなどの将来構想や運営・活動の内容、各教員の研究活動の最新情報、大学院生や卒業生の活躍を内外に広く紹介することである。年を経るごとにコラムの新企画や充実が図られ、柏キャンパス内外の情報や留学生による各国文化の紹介など、一般の人にも馴染める内容になっている。約 4000 部は各研究室や学内他部局へ配布される以外に、入学・修了式、入試説明会、柏キャンパス一般公開など主要な研究科の行事の折に配られている。研究科 HP から「創成」の全バックナンバーが見られるようになっており、学内外で広く読んでもらえるよう工夫を重ねている。

### 3) 新領域ガイドの編集・刊行・更新

平成 24 年度に気軽に学生に手に取ってもらえるよう内容を集約した受験生向け案内を発行した。平成 27 年度には受験生に限らず広く配布できるよう「新領域ガイド」として部分改定して刊行した。

### 4) 広報出版物の公開

研究科パンフレット、広報誌「創成」、新領域ガイド、市民講座冊子などの広報出版物は、研究科 HP に PDF を掲載するとともに、遠隔の人にも冊子を手に取ってもらえるようテレメール（送料は研究科負担）に登録している。

### 5) プロスペクタスの編集・更新

研究科の概要や各研究系がめざすもの、全教員のプロフィールと全専攻・附属施設の研究・教育活動などを、広く内外に紹介する目的で編集を行っている。平成 19 年度より英文化され、教員プロフィールも基幹教員のほぼ全員が英文化されている。大学院入学を希望する留学生への情報源としても活用されている。新任（退任）教員についての情報を随時収集して最新のものに更新するとともに、組織などの情報も必要に応じて随時改定している。また、費用対効果や情報更新の速さの観点から、冊子体および CD-ROM 版のプロスペクタスを廃止し、平成 21 年度からは HP での編集と更

新のみとなっている。

#### 6) 研究科ホームページ (HP) の整備

インターネットは現時点で最も効果的な広報媒体であることから、研究科 HP は重点的に整備が進められてきた。広報室を中心に必要な情報はほぼ毎日更新されている。組織の概要や教員情報に加え、入試情報、職員公募情報、履修情報や時間割などの教育関連情報などを随時更新している。また、内部連絡網としてフロンティアネットを設け、掲示板や研究科諸規則などが常時閲覧できる状況にある。

平成 25 年度には研究科 HP トップページ、入試情報を中心にスマートフォン等でも見やすい表示に改修を行った。

#### 7) 研究科ニュースの投稿と HP 掲載

平成 20 年度より研究科 HP トップページでは、研究科の最新の活動と情報を日々発信している。プレスリリースやセミナーなどの情報、運動会や学内コンサートなどのイベント情報、受賞 / 表彰、人事公募情報等を掲載している。

平成 23 年度にニュース投稿システムの改修を行い、ニュース発信が迅速かつ正確に行われるよう、教職員が直接投稿を行い、広報委員の承認を経て公開するシステムとした。また、承認待ちの記事についてはリマインドメールが自動的に発信され、投稿承認の流れが停滞しないよう工夫されている。

合わせて、プレスリリース等、重要な学術的発見や活動の最新情報は東京大学 UtokyoResearch (和英) へも投稿を行っている。

また、研究科ニュースの情報は別途、柏キャンパス全体の HP「東京大学柏キャンパス」にも掲載されている。

#### 8) 柏キャンパスライフ HP

柏に馴染みのない入学希望者などのために、学生の目線から柏キャンパスの生活を紹介してもらう HP のサイト「柏キャンパスライフ」を設けている。柏キャンパス内の食事情やスポーツ環境、柏キャンパス近隣の住環境が紹介されている。

#### 9) プレスリリース (記者発表) による広報活動

研究科の最新の研究活動・成果を社会に広めるため、記者会見や記事掲載依頼 (合わせて年 15 件程度:5 年前と比較して 1.5 倍) を随時行い、報道機関へ発表している。その結果、新聞やインターネット等の広報媒体で広く紹介されている。

#### 10) 市民講座の開催と冊子発行

平成 23 年 3 月に発生した「東日本大震災」を受け、研究科の貢献の 1 つの形として、専門的な知識を活かし、今回の震災に絡んだ「サイエンス」を伝えることを目的に、平成 23 年度に市民講座 (全 10 回) を開催した。一般市民 800 名を超える参加を集め、講演内容は冊子として発行し、研究科 HP に PDF を掲載している。

#### 11) YouTube の活用

研究科紹介ビデオを YouTube に掲載した。研究科紹介動画 (ロングバージョン、ショートバージョン)、柏キャンパス紹介動画、UTSIP (夏季プログラム) の動画視聴回数は合計 1800 回を超えている (2016 年 3 月末公開、2016 年 7 月時点)

## 12) 研究科内広報情報の周知・データの整備

研究科教職員が広報活動に必要な情報は学内向け WIKI にまとめ周知している。また、平成 23 年 3 月に公募し、商標登録したロゴマークや、広報出版物作成の際に撮影した写真データは、学内サイボウズに保管し、いつでも閲覧、活用出来るよう整備している。

### 今後の課題

広報活動として、研究科 HP の充実、プロスペクタスの更新、広報誌「創成」の刊行、プレスリリースなど広報活動は定常化してきたが、情報の英文化、「創成」の配布方法、プレスリリースの活用については十分とは言えない。今後は、以下に挙げる効果的な方法を検討し、広報活動を推進すべきである。

- 1) 受験生・留学生・学内他部局学生へのアピール:研究科 HP の英語化を一層推し進める。さらに、駒場などの学生への新領域の認知度をあげる工夫を考える。学生が主体的に運用できるサイトを充実させる。
- 2) 創成の配布先などの検討:学内他部局において読者層を拡大するための効果的な配布の仕方を検討するとともに、学外の読者層の拡大をも図っていく。
- 3) プレスリリースの利用拡大:各研究系・専攻、および各教員がプレスリリース(記者会見と記事掲載依頼)の利用の重要性と効果を認識し、積極的に利用するよう周知する。

## 5. 管理運営の課題と中長期計画

### 5.1 組織

平成 28 年度現在、研究科の基幹講座教員の総数は 181 名であり、内訳は教授 82 名、准教授 58 名、講師 7 名、助教 34 名である。毎年 1% の削減による影響で、きわめて余裕のない状況である。今後、さらに定員の圧縮の可能性もあり、専攻などを横断した人事、専攻の再編などを行うことでポストの再配分制度などを活用して対応する必要があるのかもしれない。また、教育体制の維持のために、特任教員についての研究科としての制度設計を行い、不足した教員を補填することも検討する必要もあろう。

本研究科の教員構成の特徴としては、助教の人員数が少ないことがある。専攻によっては、偏りがあるものの、他部局と比較して、若手教員の層が薄く、研究科の活発な活動や、将来の発展の上での大きな問題点であると言える。特任教員が 35 名任用されているものの、まだ不十分な状況であり、ピラミッド型の年齢構成を構築するための、テニアトラックなどの制度の検討が必要かもしれない。現在助教については、全員 5 年の任期制度(再任は一回のみ可)が導入されているが、現在教授および准教授についての 60 才での定年、再任の制度が実施されている。

人事の審査プロセスは、以下のとおりである。当該専攻の発議に基づいて学術経営委員会で選考委員会を設置する。選考委員会はまず分野選定を行い、学術経営委員会での承認後、候補者の選考を行う。選考委員会の構成は、当該専攻の教員 3 名、他分野から

2名、学術経営委員会から2名の、合計7名である。選考委員会から提案された候補者は、研究系会議においてその選考結果の可否を投票によって決定し、承認された場合は学術経営委員会に選考報告を諮る。

人事における本研究科の固有のプロセスとして、関連部局からの意見の反映をさせる必要があることである。これは、研究科設立時に、独立大学院ではあるものの学部兼担の責務を担うことを求められたことに起因する。つまり、ポストの出資元の学科の教育義務を継続するために、学部の教育能力を有する教員を選考する必要がある。この学部兼担は、質の高い入学生を確保するために有利と思われる反面、専攻の教育目的を設計する上での制約でもある。新たな学問領域の創成という使命と、伝統的な学部教育の両輪を円滑に進行させることは、必ずしも容易ではない。さらに教員の定員の減少により、学部兼担を果たせる十分な人員の確保も困難になりつつある。設立15年をすでに過ぎており、この固有の問題点については、関連の部局や学科と再検討をする段階に来ている。

## 5.2 予算

### (1) 収入

平成27年度の収入は総額約51億円である。内訳としては、運営費交付金6億円（人件費を除く）、特定事業費0.5億円、科学研究費補助金等17億円、補助金3億円、受託研究費、共同研究などの産学連携等の研究費として20億円、奨学寄付金4億円、間接経費（博士課程研究遂行協力制度）0.4億円である。法人化以降は収入の総額は、50億円台で推移している。外部資金の獲得は教員当たり2,100万円強であり、研究費獲得の点においても教員の先端的な研究は評価されていると言える。反面こうした研究費の獲得にともなう経理において、研究交流係、予算・決算係などの担当課の負担が大きく、事務組織の常勤職員を中心とする充実が今後課題である。

平成28年度より大学運営交付金の部局配分が恒常的措置である1次配分、部局独自の戦略事業経費としての2次配分、新規戦略事業経費としての3次配分予算に区分されることとなった。

### (2) 支出

平成27年度の事務経費等の一般管理費は約8,000万円、企画室、改善室、アメニティ室の三室の経費は約7,000万円である。これらの支出については、定常的な支出は主に運営費交付金から、臨時的な経費については主に間接経費、研究支援経費から支出している。事務経費の内、8,000万円が有期雇用職員の給与であり、常勤職員数の確保が必要である。こうした研究科の経費と大型備品の維持費を差し引いた運営費交付金は、教員数と学生数に従って研究系に配分されている。この配分額については、研究科執行部と系長から構成される拡大予算委員会で審議し、学術経営委員会で決定される。予算決定については、透明性が極めて高い点は、本研究科の特徴であると言える。研究科のセンターについては、運営費交付金の配分は行っていないが、関連する系内で処置されている場合が多い。また、RA、TA経費、非常勤講師の謝金については、各研究系に配分された予算から支出されている。研究科の特徴ある研究教育の支援制度としては以下の

ようなものがある。

#### ①研究科で進めるべき教育研究事業

間接経費及び研究支援経費の研究科の留保分を担保として、各研究系（情報生命科学専攻を含む）からの事業提案に対して、拡大予算委員会で審査後、優先度の高いものに対して支援を行っている。平成27年度は、20,243千円（研究科負担、16,420千円、自己負担分3,823千円）の事業を行った。

#### ②学融合研究推進調査費

本研究科の設置目的である学融合を推進することを目的として、プロジェクトの調査や会議・シンポジウムの経費の支援を、平成20年度より開始した。原資は、研究科の奨学寄付金である。平成27年度は8件の事業について、5,632千円を行った。その成果として、分野横断的なシンポジウムを研究科主催で開催することができた。また、この成果を元に新たな研究分野の創成を目指している。

#### ③学術研究奨励金

学生（修士・博士後期課程）、助教及び35歳以下の講師・助教授を対象として、国外における学会報告及び各種研究上の調査に対し旅費の支援を行っている。1年間で総額1,850千円であり、原資は研究科の奨学寄付金の研究支援経費である。

#### ④修繕準備金

本学で行われていた施設修繕準備金制度を部局として継続し、施設の更新、安全確保に支障がないようにしている。

## 5.3 安全管理

### 環境安全管理室

#### (1) 安全管理体制

新領域創成科学研究科の安全管理は、研究科長の責任のもと、環境安全委員会と環境安全管理室が一体となって積極的に取り組まれている。環境安全委員会は、新領域アミーニティー室の下に位置し、研究科の環境安全に関わる諸事項について検討する委員会であり、研究科の各専攻から1名ずつ選出された教員によって構成されている。環境安全管理室は、東京大学環境安全本部および柏地区安全衛生管理室と連携を取りながら、主に労働安全衛生の観点に基づく各種届出等の法的対応や点検・調査等の実施といった実務を行う室であり、室長1名と各研究系から選出された計3名の室員（教員）、特任専門員2名によって構成されている。この他、研究科における放射線の管理を担当する放射線管理室（室長1名、助教（専属）1名、事務補佐員2名）が設置されている。環境安全委員会と環境安全管理室、放射線管理室では、毎月1回の合同会議を開催し、研究科の環境安全や労働安全衛生に関わる諸問題について、情報および意見の交換を行っている。

新領域創成科学研究科が所属する柏キャンパスでは、柏事業場としてのキャンパス全体の安全衛生管理を柏地区安全衛生管理室が担当している。従って、本学環境安全本部からの調査依頼や情報伝達等は、柏地区安全衛生管理室を通じて研究科に通知され、調

査結果等は柏地区安全衛生管理室を通じて環境安全本部に報告される。また、労働安全衛生法に規定されている事業場の衛生委員会である柏地区衛生委員会には、新領域環境安全管理室長の他、事業所の長（柏キャンパス共同学術経営委員会委員長）が指名する数名の研究科教員が委員として出席している。

## (2) 研究科の安全防災対策

研究科としての安全防災管理体制は、環境安全管理室の主導のもと、以下のように整備が進められている。

まず、防火体制については、研究科の防火規定に基づき、建物内の各部屋に定められた火元責任者がそれぞれの部屋の防火管理に努めている。実験室については、火災時の消防隊への情報提供を目的として、部屋の簡単なレイアウトや危険物の有無、緊急連絡先、薬品類や高圧ガスの保管状況を記載した室内配置図を入口扉外に掲示することを義務づけている。研究科には実験研究で用いられる様々な化学物質が保有されているが、非常事態が発生した場合に消防関係者などに迅速に情報伝達できるよう、研究科で所有する化学物質の量と保有場所の一覧がまとめられたリスト（年に2回更新）を作成し、すぐに閲覧できる体制をとっている。また、火災発生時の通報や避難指示の手順、安否確認の方法などを記載した避難マニュアルを建物ごと（基盤棟・実験棟・生命棟・環境棟）に整備するとともに、緊急時の安否確認のために活用する全在籍者名簿を建物ごとに作成し、定期的に更新している。さらに、緊急連絡先等が記載されている安全カードを研究科の全構成員に配付し、常に携行させるとともに、緊急時にはこのカードの提出によって安否確認をスムーズに行えるシステムが整備されている。

地震対策については、震度5弱以上の地震が発生した場合に備え、キャンパス周辺に居住する教職員の中から一次参集要員を定め、災害発生直後の初動体制を確保している。一次参集要員による初動マニュアルも、現場で使いやすい形で整備されている。さらに、平成27年度には、学生・教職員を含めた研究科全構成員の安否確認のために、webを用いた安否確認システムが導入された。

防災訓練については、毎年11月に行われるキャンパス全体での地震訓練に加え、毎年6月頃に研究科独自の火災訓練が実施されている。この火災訓練では、本訓練に先駆けて、まず専攻や建物ごとに予備訓練を実施し、避難経路や防災設備について確認を行うとともに、水消火器を用いた消火器訓練を行っている。本訓練では、消防署の協力の下、初期消火訓練と全館避難訓練を行っている。各訓練の結果は、避難マニュアルを含む防災対策の実効性の確認と問題点の抽出に役立てられている。また、これらの訓練とは別に、防災に関する意識向上を目指した啓蒙活動として、AED講習や煙ハウス体験、起震車体験、消火器訓練などが体験できる防災イベントを年1回開催している。

## (3) EHS オフィス活動

新領域環境安全管理室では、研究科主体の新しい安全衛生管理手法として、「EHS（Environment, Health and Safety）オフィス活動」を展開している。この活動は、「安全で

自由な大学の研究活動を支援するとともに、環境安全配慮を身につけた人材の育成と社会輩出を目指した、「新しい環境安全衛生基盤の構築」を目的に、本部局における研究教育分野の独自性や特徴、さらには教育機関としての責務を加味し、「自主的リスク管理の尊重+第三者によるチェック」を基本とした当研究科主体の新しい環境安全管理の提案と実践を目指している。具体的な活動内容は、以下の通りである。

#### ① 法的要求業務の効率的計画の策定と確実な実施

- ・ 局所排気装置やオートクレーブ、ガスモニターなど法律で定期点検が義務づけられている機器類について、個々の実験室での自主的対応に関する技術的アドバイスを行う一方、任意参加の形式で一斉点検を計画・実施することにより、確実な法律対応と点検コストの大幅な削減に成功している。
- ・ 全学ルールとして部局毎の確実な排出管理が求められている廃棄試薬について、排出を希望する研究室の担当者立ち会いの下、環境安全管理室員が試薬を1本ずつリストとの照合を行い、排出に関する必要要件を満たしているかを確認した上で、外部業者へ排出する体制を整えている。
- ・ 建物の各部屋に設置されている流し台が、実験系排水系統もしくは生活系排水系統のいずれに接続されているのかを徹底調査した上で、実験室として使用される部屋の流しには「実験系流し」の札を取り付けて注意喚起を促すなど、排水基準遵守のための対策を施している。
- ・ 野外活動における学生の自家用車使用について、教育研究上の必要性をできるだけ認めつつ、責任体制を明確にし、活動を安全に実施するための規定やガイドラインを整備している。

#### ② 環境安全に関わる諸問題解決の機動化

本部組織のある本郷キャンパスから物理的に離れていることもあり、事故や災害発生時に備え、柏キャンパス内あるいは研究科として適切な初動体制を整備することが重要であると考えている。環境安全管理室では、研究科内にとどまらず、本学や国内の大学で発生した事故の報告例を収集・解析することにより、特に初動体制のあり方と再発防止策について検討を進める一方、柏キャンパス内にある研究科外の関連部署（柏地区安全衛生管理室、低温液化室、環境安全研究センターなど）とも連携を取りながら、初動体制の整備に努めている。前述の避難マニュアルは、このような背景を踏まえた具体的な対応指針として示された検討成果の一つである。

研究科独自の特徴的な取り組みとして、環境安全管理室のwebサイトが挙げられる。このサイトには、研究科の環境安全管理について必要な情報が、項目ごとに整理されて掲載されているほか、各種講習会資料や届出フォームなどの文書ファイルが随時アクセス可能な状態で整備されている。研究科が進める国際化への対応として、webサイトには日本語・英語が併記されているほか、英語での相談が可能な体制を整えている。

また、平成26年度から試行的に導入を開始したEHSリーダー制度も、新領域の特徴

的な取り組みと言える。この制度は、各研究室の中で環境安全管理を担当する学生や教職員を EHS リーダーとして研究室から選出してもらい、管理室と各 EHS リーダーとのやりとりを通じ、管理室からの重要伝達事項の周知徹底や研究室からの状況報告などを双方向的に促す仕組みである。これによって、管理室と各研究室との連絡体制の強化や、より確実な情報伝達といった実効性に加え、研究室単位での自発的リスク管理の実践や、環境安全配慮意識の高い人材育成といった教育的効果も期待できる。

### ③ 実験室の立上げや移設、維持運営等に関する技術的相談窓口

環境安全管理室では、化学物質管理や廃棄物管理、実験室計画など、特に実験系研究に携わる研究室の安全管理に関する具体的な技術的相談業務を行っている。新しく研究科に着任した教員に対しては、管理室員が個別に面談を行い、本学や研究科の環境安全にかかわる仕組みや体制の説明や、必要資格の取得方法や持ち込む物品のルールについてなどの相談に応じている。一方、退職・転出する教員に対しては、廃棄物の処理や退去にかかわる注意事項などをお知らせする他、実験室・居室へ赴き現場確認・引き継ぎ確認を実施している。今後も実験室安全における駆け込み寺的な存在として機能させていくことを目指している。また、各研究室から提出される安全衛生自主点検表の内容や、産業医や衛生管理者による巡視、自主的安全パトロールなどの結果をもとに、教職員や学生と協力しながら、日常的な研究活動における問題点の指摘や疑問点の解決を図っている。

### ④ 新しい環境安全教育プログラムの開発および提案

研究科内で行われている研究の分野の多様性や先端性に対応した、新しい安全講習体制や教育カリキュラムの整備を目指している。具体的な取り組みの一つとして、WEB ラーニングシステムを活用したオンデマンド型の教育手法について検討を開始している。この WEB ラーニングシステムでは、コンテンツがすべて、研究科の事情に詳しい研究科内の教職員によって自前で作成されている点に加え、国際キャンパスを謳う柏キャンパスにおいて外国人研究者が日本人と同程度の安全教育レベルに達するようになるべく内容を精査し、外国人に特化したコンテンツが用意される点が特徴的である。現在、平成 28 年度からの本格運用を目指して準備が進められている。

また、研究科内の一部の専攻では、修士課程の学生が専攻内の他の研究室を見て回る環境安全ツアーが実施されている。このツアーでは、自分の研究室以外の実験研究環境を相互に見学し合うことで、他の研究室での有意義な取り組みや工夫について学び、自らの研究環境の向上と環境安全配慮姿勢を醸成する機会として機能している。

このほか、UTSIP の留学生や柏キャンパスサイエンスキャンプの学部生のように、インターンシッププログラム等で研究科に短期間受入れる学生の安全教育として、それぞれのレベルやインターンシップ期間中の活動内容に合わせた内容の安全講習を用意し、インターンシッププログラムの一環として受講させる仕組みを取っている。

#### (4) 今後の安全管理活動について

研究科としての安全管理については、全学環境安全本部及び柏地区安全衛生管理室、その他関係部署と強い連携を保ちながら、引き続き環境安全委員会と安全衛生委員会を両輪とする体制、研究科独自の EHS オフィス活動の充実を図ることにより、合理的かつ確実な環境安全衛生基盤の構築を目指す。実験系研究室の安全管理については、多様化する研究分野の中で法的要求事項を満足させつつ新規な発見や研究成果が求められ、しかもその過程を通じて安全配慮姿勢を身につけた学生を育成するといった、複雑な命題を負っている。その意味で、既存の安全管理手法や教育手法だけで解決を図ることが極めて困難な課題であり、分野を超えた連携と学融合が必要不可欠である新しい研究領域対象と位置づけることができる。

新領域創成科学研究科では、法律遵守にとどまらない先駆的な安全管理面での取り組み、安全配慮意識と知識を持った人材を社会に輩出することを目的とした安全教育体系の構築、合理的な安全管理や安全教育を支える研究の推進を通じて、部局としての安全管理に関する規範となるとともに、国際キャンパスを謳う柏キャンパスから先端的取り組みや研究の成果を積極的に情報発信することにより、国内外にわたり当該分野のリーダー的役割を担うことを目指している。

#### 放射線管理室

放射線の管理を担当する放射線管理室（室長 1 名、助教（専属）1 名、事務補佐員 2 名）が設置され、3 名の放射線取扱主任者が選任されている。放射線管理室では、本学環境安全本部と連携して放射線取扱従事者の部局教育、放射性同位元素の使用、保管、廃棄の管理を行っている。研究科内の放射線取扱施設（管理区域）には生命棟地下 1 階の非密封 RI 使用室と 1 階の密封線源を用いた放射線照射室があり、放射線管理室でこれら施設の定期検査を行い、特定許可使用者として定期確認を受けている。RI を使用する研究室からは放射線管理責任者と担当者が 1 名ずつ選任され、研究室内の放射線取扱者の指導を行っている。また、放射線施設の管理や障害防止計画等に関する重要事項を審議するために、放射線管理委員会（放射線管理室長と各系から 1 名ずつの計 4 名）を設けている。平成 28 年度 6 月現在、従事者数は 320 名、外部機関での従事者数は延べ 115 名である。

#### ネットワーク管理室

##### (1) ネットワーク管理室の業務と IT 環境

ネットワーク管理室では、教育・研究支援のため様々な IT システムの企画・運営・管理と、利用者である教職員と学生へのサポート・教育を行っている。ネットワーク管理室の構成員は助教 1 名、短時間職員 1 名、業務委託による常駐の技術者 1 名である。研究科の IT システムの運営方針は、アメニティ室下に設置されたネットワーク委員会が検討している。

本研究科は端末室を設置しておらず、計算機環境は専攻・研究室・または個人が所有

している。ソフトウェアライセンスは Microsoft 社製品を部局契約しており、それ以外は研究室ごとに手配している。ネットワークは各居室に有線・無線で提供されており、研究室単位で固有の LAN が利用できる。研究室 LAN に必要な機能（ルータ・ファイヤウォール機能等）はネットワーク管理室が一元的に提供しており、研究室の運用負担を軽減している。無線 LAN は、従来、講義室や会議室を中心に敷設していたが、平成 27 年度の全学的な無線 LAN 整備の機会に範囲拡大を行い、実験施設を除く大半の居室で利用可能になった。また、ユーザは自宅など学外から部局 VPN で大学に接続し、学内者専用サイトにアクセスすることも可能である。

ネットワーク管理室では、以前は教員にのみメールアドレス (@k.u-tokyo.ac.jp) を配布し、それ以外の教職員と学生は本学の情報基盤センターが提供する ECCS やメールホスティングなどを利用して個別にメール環境を導入していた。しかし、平成 27 年度より Google Apps for Education を導入し、全教職員・学生を対象に、電子メール (@edu.k.u-tokyo.ac.jp) を含むコミュニケーションツールセットとして Google アカウントの利用を開始した。これにより、機能強化されたメール環境、容量無制限のデータストレージ、個人認証に基づく安全な情報共有、WEB サイト、チャットやビデオ会議など、多くの機能が共通で利用可能になった。Google アカウントは、学外からの進学者や外国人の多くも操作に慣れており、多言語で利用できる点も国際的な柏キャンパスにはメリットが大きい。ネットワーク管理室は従来システムから Google Apps への移行・活用を推進しており、利用説明会を春・秋・そのほか不定期に開催している。

情報セキュリティ対策は、情報やデータを適切に分類・管理する組織的な運用と、IT 環境を攻撃やウイルス感染などから保護するシステム対策がある。情報セキュリティは部局 CISO が統括しており、前者のセキュリティポリシーや実施手順を整備している。本研究科では機密情報を含むことが多い会議資料をファイルサーバで共有・管理しており、同時に会議のペーパーレス化を実践している。ネットワーク管理室は、こうしたデータ保管庫のアカウントやアクセス権を設定管理している。情報セキュリティのシステム対策については、資格のある者がそれぞれ適切なネットワークに接続するよう安全なネットワーク管理を行っている。また、ネットワーク上流に設置したファイヤウォールによって通信のフィルタリングと記録・監視を行っている。研究室等が外部に公開するサーバや、WEB での個人情報収集については、利用申請時に運用基準を審査している。セキュリティインシデント発生時には、部局 CERT として当該機器の管理者と共に通信遮断など緊急対策を行い、場合により通信記録等から原因や影響を調査し、関連組織へ報告と情報共有を行っている。海賊版ソフトウェア利用など情報倫理違反への取り締まりも必要であり、情報倫理教育と啓蒙活動を行っている。

## (2) 本研究科の IT インフラの課題

東京大学は IT インフラを部局毎に運用してきた経緯があり、全学的なインフラ統合を進めている最中であるが、各部局の情報利用にはまだ多くの個別運用が必要である。その背景には、大学組織の歴史的な多様性のほか、全学組織が幅広いため実際に利用環

境・条件が異なるという現実的な理由も存在し、インフラ統合と分散の再整理が慎重に進められている。研究・教育における IT 利用の多くも主体的な判断に任されており、利用者自身が学内外のサービスを取捨選択している。そして、柏キャンパスの特殊性である、1) 本郷・駒場と実際的な距離がある点、2) 国際的で幅広い分野から構成されている点、3) 事務組織が小規模である点が、本研究科の IT インフラの課題に繋がっている。

1) により、他キャンパスとの TV 会議や遠隔授業が多く、部局内に多数の遠隔会議システムが導入されている。しかし、それらの多くが個別導入され居室毎に異なる映像音響と接続するため、その管理と整備維持が課題になっている。一方で PC やスマートデバイスによる WEB 会議や、講義をビデオ収録するなど、ビデオコミュニケーションの要求や選択肢は多様化しており、共通化を行い合理的な整備と活用を検討すべきである。

2) は構成員の IT リテラシーや認識の違いになっている。本研究科は自律的に適切なサービスレベルとセキュリティレベルを設定し、構成員に理解を促し、全学的な IT 整備と歩調を合わせて効果的に投資していく必要がある。IT インフラのスケールメリットを活かし、全学や部局のスケールで安全で効率的な共通コミュニケーション手段を構築していくことが、組織全体の活発なアクティビティにつながると考えられる。部局の IT 運営はこの点で先導的な役割を果たす必要がある。

3) については、本研究科の事務業務は研究科事務部、柏地区共通事務センター、専攻事務、研究室事務など様々な小規模組織が連携して作業を進めている。そのため組織間で多くの情報共有が必要であるが、具体的なツールをはじめ、情報の体系化と整理、効果的なアナウンスなど情報のマネジメントに関する課題が多く残っている。個別に口頭で伝達されている業務上のナレッジも少なくない。ネットワーク管理室は、事務的な情報共有のために、サイボウズ（学生掲示板、設備予約、事務ファイル共有）や Wiki システム（各部門の広報）を提供しているが、既存システムと業務はやや古い方法で硬直化しており、更なる利便性強化が困難である。事務業務とそれを支える情報共有の効率化には、システムと一連の業務体系を連動して刷新する必要がある。情報マネジメントについては、広く部局内の協力を求めたい。

## 5.4 事務組織

### 1. 経緯・現状

(平成 10 年度)

新領域創成科学研究科の事務組織は、研究科が設置された平成 10 年度には、専攻の設置審査や翌年度からの教員及び学生受け入れ等の本格稼働に向けての準備段階として、10 名の事務職員の配置があった。

(平成 11～12 年度)

平成 11～12 年度は、事務長制が敷かれ 23 名の常勤の事務職員が配置された。各専攻事務の事務職員は配置されず、一元的管理がなされることとなった。

教員の大半は、専攻事務が配置されている部局（理、工、農等）から異動されてきた

ことから、一時的には事務サービスが極端に落ちたとして混乱が生じたが、事務組織と各研究室との事務的分担の明確化を話し合いにより行ったことや、各専攻・研究室等で事務補佐員をそれぞれ雇用するなどして対応することで、混乱は収束した。

(平成 13～17 年度)

平成 13 年度には、事務組織の合理化を図るため、物性研究所、宇宙線研究所等の事務と合同して、柏地区事務部が設置され、新領域の事務は、柏地区事務部学務課に改組された。しかしながら、新領域は柏への移転途中であり、柏地区事務部学務課は、平成 15 年 9 月まで本郷キャンパスに拠点を置いていたので、実質的には既存の事務長制を維持することとなった。

(平成 18～21 年度)

現状の事務組織の形態が形成されたのは、平成 18 年度からといえる。

平成 18 年度には、新領域創成科学研究科の環境系の移転が行われ全ての移転が完了した。

また、同年度には、柏地区事務部を、それぞれの部局を担当する事務組織（担当課制）と柏地区全体の共通事務を担当する事務組織（グループ制）に改組して現在に至っている。グループ制は、渉外・広報 G、人事・労務 G、給与・施設 G の 3 つのグループと経理担当課から構成されている。

グループ制の導入により、各部局が個別に対応していた事務が一元化され合理化が図られた。

新領域創成科学研究科の事務は、柏地区事務部の中では、新領域担当課と上記 3 グループが担当した。

(平成 22～27 年度)

平成 22 年度には、各部局の支援体制を強化し、責任体制の明確化と共通事務の集中化を目的とし、事務組織の改組が行われた。柏地区事務部長体制を改め、各部局に対応する事務部及び共通事務センターとこれらの事務組織の連携及び調整を図るための柏地区事務機構長を置き、それぞれの部局等が事務長体制となった。また、新領域創成科学研究科には、総務係及び教務係を所掌する副事務長と予算・決算係、研究交流係及び契約係を所掌する副事務長を配置した。柏地区全体の共通事務を担当する事務組織（グループ制）は、柏地区共通事務センターに改組し、事務長の下に総務・広報係、人事係、安全衛生係、給与係、経理係、契約係及び施設係が担当することとなった。

## 2. 課題

### (1) 共通事務センターと担当事務の関係

共通事務センターの導入により、渉外・広報、人事・労務、給与・施設の関係は合理化が図られたが、これらの関係業務の全てを共通事務センターが担当するまでの人員の

確保は難しく、一部の業務のみ共通事務センターに移行している状態が続いており、担当事務との連携が必要となっており、今後整理及び改善が必要と考えられる。

## (2) 増加する事務量

法人化以降、本部・部局において様々な業務改善が行われており、不要な事務作業の削減と効率的な事務作業を目指して、努力を重ねている。

しかしながら一方では、事務職員の定員削減と次のような点における事務量の増加の観点から、事務組織の在り方を検討する必要がある。

### ○多様な事務サービスのニーズ

コンプライアンスの遵守や学生支援などの観点から、多様な事務サービスのニーズの高まり、個々の案件に対してきめ細かいサービスを行うことが要求されることが年々増加している。

### ○外部資金の増加

研究科の支出予算のうち、産学連携等（共同研究・受託研究等）経費の割合が、年々増加している。平成 16 年度（18%）から 20 年度（31%）にかけて、支出予算の割合で 13%（5 億円）ほど増加し、全体の約 3 割を占めるようになった。これらの経費は、個々の契約相手との契約により執行方法や検査・完了報告等の方法が異なる場合が多く、その事務処理にかかる事務量が大幅に増加している。このことについては、主要国立大学の工学系部局事務部の共通的な課題となっている。

### ○学生（外国人留学生）の増加・国際化対応

平成 15 年度以降、4 つの新専攻等が設置され、専攻増・学生数増に伴い事務量が増加している。学生数は平成 15 年度と比較すると、約 1.4 倍になっている。特に外国人留学生は、2.3 倍となっている。外国人留学生関連する事務手続きは、通常でも日本人学生と比べると生活支援（奨学金・宿舍等）の面で倍以上の労力を要しており、事務量の増加が著しい。

### ○教育プログラムの増

学位取得が可能な正規課程では、平成 19 年度からサステナビリティ教育プログラム修士課程が設置され、平成 21 年度には博士課程が設置された。また、一定のプログラム単位を修得した場合に、修了証書を授与するプログラムやコースが設置され、平成 21 年度現在で、研究科全体で 9 つのプログラム・コースが運営されている。

### ○総長室総括委員会の下に置かれる機構等の事務への対応

平成 17 年度から、総括プロジェクト機構の領域創成・学術総合化プロジェクトの教員に関わる総務・経理関係事務の担当となったことを皮切りに、平成 20 年度からは、海洋アライアンスのうち海洋学際教育プログラムの事務担当、平成 21 年度には FC 推進機構が設置され、同機構の事務担当も行っている。

## (3) 事務補佐員の増加と雇い止め

平成 28 年 1 月 1 日現在、新領域事務担当は、常勤職員 23 名、事務補佐員 23 名、特

任専門職員7名の構成となっている。

大学全体の方針として、常勤職員の定員の増加は抑制されている。そのため特定短時間職員（事務補佐員）の増加により、増え続ける業務に対応しているのが現状である。

また、大学の法人化以降（平成16年度）に採用された事務補佐員には、5年間の任期が付されており、5年間勤めたベテランが雇い止めとなるケースが、新領域事務担当においても平成22年度から増加しており、継続的な業務の支障となっている。

### 3. 改善計画

#### (1) 共通事務センターの強化

柏地区共通事務センターの強化を図ることにより、各部局の共通業務の一元化を更に促進する必要がある。特に新領域担当事務としては、経理における契約業務（契約係）は、新領域として独立して業務を行っているが、他部局はすでに一元化されていることから、他部局と同様にすることにより合理化が図られると考えられる。ただし、効率的な実施を行うに当たっては、契約事務組織を一つにまとめるスペースが必要であり、他のグループを加えた新たな事務組織を収納する事務棟の建設が望まれる。なお、平成22年度から、大気海洋研究所が柏地区に移転したが、柏地区事務部には所属しておらず、移転前の組織が継続されている。

#### (2) 機動的な組織づくり

- 常勤職員については、通常3年～5年において行われる人事異動、事務補佐員については、最長5年の任期切れにより発生する新規雇用に関連し、円滑な業務の引き継ぎが重要な課題となる。これらを見込んだ人事計画を立てることは無論だが、各係において、新規異動者や採用者に対するマニュアル作成を行うなどして、教育システムを確立する必要がある。
- 業務改善実施や業務分担の見直しにより、更なる無駄の排除を行い新規業務に取り組めるようにする必要がある。これら改善については、日々実施しているところであるが、日常業務に追われなかなか本格的な改善に着手できていないのが、現状である。会議資料のペーパーレス化など本研究科のみでできるものはもとより、本部組織や関連の外部組織に対しても改善の要望がある場合は、積極的に行うよう努力しなければならない。
- 新領域創成科学研究科は11専攻からなるが、新領域事務担当は、専攻事務を持たない一元化された事務組織となっている。そのため、各種連絡事項の周知徹底、調査等の集計、個別相談事項への対応などにおいて、きめ細かなサービス提供が難しい状況にある。これらを改善するためには、各系、専攻、研究室単位で雇用されている事務補佐員（平成28年1月1日現在104名）と新領域担当事務との組織的連携を緩やかに図ることが重要であると考えられる。具体的には、系、専攻単位で連絡・調査事項の取りまとめを担当している事務補佐員のリストアップや連絡網の整備を行うことや事務補佐員全体に対する研修・説明会の開催を行うことが考えられる。



## 第二部 外部評価報告

### 専門評価委員会



基盤科学研究系専門評価委員会  
報 告 書

平成 28 年 8 月

# はじめに

平成 28 年 8 月  
基盤科学研究系長 大崎博之

東京大学大学院新領域創成科学研究科は、「学融合」という概念で新しい学問領域を創出することを目指して平成 10 年に設置され、柏キャンパスに様々な分野をリードする意欲的な教員が集結して、教育研究を行ってきましたが、研究科では、教育および研究の現状を分析し、今後の教育研究および研究科運営の改善に資する方向性を見出すために、自己点検・外部評価を定期的実施しています。

前回、平成 22 年 11 月に開催した外部評価委員会から 6 年近くが経過し、この間の研究科の研究教育を点検評価するために、本年 12 月 14 日に、研究科としての外部評価委員会を行う予定にしております。外部評価委員会に先立ち、研究科を構成する三つの研究系（基盤科学研究系、生命科学研究系、環境学研究系）ごとに、専門的な評価を前もって行っていただくことといたしました。基盤科学研究系は、現在、物質系専攻、先端エネルギー工学専攻、複雑理工学専攻の三つの専攻からなりますが、各専攻に専門的、かつ基盤科学系全体の評価も行っていただける 2 名の先生を推薦いただき、合計 6 名の先生に専門評価委員をお願いいたしました。専門評価委員会は、平成 28 年 6 月 24 日(金)と 7 月 1 日(金)の午後 1 時～6 時にわたり、柏キャンパス新領域基盤棟 1 階多目的室にて開催されました。当日の配布資料は以下の通りです。

- 1) 新領域創成科学研究科自己点検報告書暫定版抜粋
- 2) 新領域創成科学研究科パンフレット
- 3) 広報誌「創成」27 号
- 4) 基盤科学研究系、各専攻、各教育プログラムの説明用スライド資料（主たる説明資料）
- 5) 各教員の研究室 1 枚紹介スライド資料

まず、系長から、基盤科学研究系のこれまでの経緯、目的と目標についてご報告し、続いて各専攻長から、目的と目標、教育活動、研究活動、将来への取り組みについてご報告しました。また、系として取り組んでいる二つの教育プログラムについてもご報告いたしました。そして系長から、基盤科学研究系の将来への取り組みについてご説明しました。その後、基盤棟および基盤実験棟の実験室にて研究活動の一端をご覧いただきました。各専門評価委員からは活発かつ的確なご質問、ご意見をいただき、回答者も真剣にお答えする努力をいたしました。

本報告は、各専門評価委員からいただいたご意見を総括するとともに、今後の考え方・方針をまとめたものです。現在も、いただいた専門評価による貴重なご指摘をどのように今後にかかしていくかを継続的に検討し、適宜実行しつつあります。

以上

**東京大学大学院新領域創成科学研究科  
基盤科学研究系 専門評価委員会**

日 時： 平成 28 年 6 月 24 日（金） 13 時～ 18 時  
平成 28 年 7 月 1 日（金） 13 時～ 18 時  
場 所： 新領域基盤棟 1 階 多目的室

**専門評価委員会委員**

6 月 24 日 出席

大和田野芳郎氏（国立研究開発法人産業技術総合研究所  
福島再生可能エネルギー研究所 所長）

金子 修氏（大学共同利用機関法人自然科学研究機構 理事）

田中 幸二氏（株式会社日立製作所 代表執行役 執行役副社長）

早下 隆士氏（上智大学 学長）

7 月 1 日 出席

岡本 仁氏（国立研究開発法人理化学研究所  
脳科学総合研究センター 副センター長）

平井 良典氏（旭硝子株式会社 取締役・常務執行役員・技術本部長）

**委員会次第**

（12：00 集合、12：00 - 13：00 昼食）

13：00 挨拶・委員のご紹介

13：15 基盤科学研究系の概要（大崎博之 基盤科学研究系長）

13：20 物質系専攻（芝内孝禎 物質系専攻長） 説明 15 分、質疑応答 5 分

13：40 先端エネルギー工学専攻（堀洋一 先端エネルギー工学専攻長） 同上

14：00 複雑理工学専攻（篠田裕之 複雑理工学専攻長） 同上

14：20 核融合研究教育プログラム（小川雄一教授） 説明 10 分、質疑応答 5 分

14：35 基盤科学領域創成研究教育プログラム

（6/24 佐々木裕次 教授、7/1 鈴木宏二郎 教授） 同上

14：50 基盤科学研究系の将来への取り組み（大崎博之 基盤科学研究系長）  
説明 5 分、質疑応答 5 分

15：00 （休 憩）

15：20 新領域基盤棟・基盤科学実験棟見学

16：40 総合質疑応答

17：00 （休 憩）

17：20 総合コメント（各委員から）

18：30～20：30 懇談会（オークビレッジ柏の葉、柏の葉キャンパス駅前）

## 基盤科学研究系（全体）

### （1）目的と目標

#### 1) 評価された点

現代の確立された科学・技術の分野を超えて新しい領域を創成する「学融合」を実現させる基盤として、物質・エネルギー・複雑性の3つを柱として立てていることは適切であり評価できる。学問フロンティアの創生と発展を目指す柏キャンパスの中で、未開拓の領域を対象とし、人類が解決を迫られている課題に取り組むという基本姿勢は良く理解できる。

#### 2) 今後の課題として指摘された点

基盤科学研究系の目標に向け、ビジョンと具体的な計画をもっと明確に示すとよい。例えば、どのような人材を育成するのか、社会に対してどのような価値を提供するのか、等。新たな学術領域を担う人材の教育は容易ではないが、学生の反応や希望なども確かめながら、連携講座なども活用し、なるべく多くの選択肢を学生に提供できるよう引き続き努力して欲しい。また、成果が社会実装につながるように、ニーズを踏まえた研究、産業界との連携強化などを今後も考えること。などの課題をご指摘いただいた。

#### 3) 今後の対応

基盤科学研究系の三専攻および二つの教育プログラムは、各々がビジョンをもって、特徴あるカリキュラムに基づいて人材育成に取り組んでいて、基盤系全体としては、学際的分野で発揮しうる創造力をもつ人材、次世代の国際的イノベーション人材、産業界で活躍できる幅の広さをもつ人材などを育てるために、多くの選択肢を用意してきた。今後はこれらに加えて卓越大学院教育とも協同して、教育と研究をいっそう強化していきたいと考えている。また、産業界と強く連携した研究活動を今後さらに強化するために、大学の様々な枠組みを利用して、それに研究科内あるいは研究科が直接関わる組織を活用していきたい。

### （2）将来への取り組み

#### 1) 評価された点

融合的研究を生み出すために、教育と研究のレベルでの様々な努力が行われている。学問分野の広がり、融合の方向性は社会に求められるものであり、引き続き進めて欲しい。多様なキャリアパスに入っていた卒業生等のネットワーク等も活用して、さらに幅の広い研究と教育を展開することも考えられるであろう。また、最新のコンピューター科学と分析化学技術を応用した取り組みも強化するとより望ましいのではないだろうか。「社会実装へ向けた活動」は社会の要請に応えるものであり、基盤科学研究系はそのポテンシャルを十分に持つと判断でき、また期待できる。国際的に卓越した研究拠点の拡充・創設に向けて、マテリアルイノベーション研究センターが設置されており、分野横断型や専門プログラムの充実により、研究科の卓越大学院へ向けた今後の更なる発展を期待したい。

#### 2) 今後の課題として指摘された点

「産業界との連携や社会実装」も重要であるが、研究系本来の目的である「学融合による未開拓領域の研究」をしっかりと進めること。学融合を進める中で、従来の個別の研究分野ではなし得なかったものがブレークスルーできたとか、拡張を図ってこういう成果が生まれ

たという説明をより明確にしてほしい。海外の最先端研究との比較は、研究成果の価値や要改善点の明確化にもつながり、今後の方向性への指針を示してくれることにもなる。研究資金等の獲得と企業との連携強化がまだ弱いと思われるので、積極的なスキーム提案等、企業側が参加しやすい仕組みの提案をして欲しい。などの課題をご指摘いただいた。

### 3) 今後の対応

学融合の推進と産業界との連携、社会実装について、研究面では、例えば「つくば-柏-本郷イノベーションコリドー」の中で基盤科学研究系が今後も重要な役割を担っていくように努力し、マテリアルイノベーション研究センターを始めとする連携研究機構の研究活動を積極的に進めて、国際的にもトップレベルの成果を目指す。また教育面では、既存の大学院のカリキュラムをいっそう充実させるとともに、検討中の卓越大学院の中に新たな試みなども含めて様々な形でプログラムを実装し、発展させていきたい。これらの中に、産業界との連携を強化できる仕組みを組み込み、成果として現れるようにしていきたい。

## (3) その他

### 1) 評価された点

学融合を理念として、異分野の研究者を一カ所に集めたことは、ある程度成功している。研究レベルは非常に高く、今後も特に学融合型の新しい領域創成を期待したい。また、カリキュラムにはいろいろな選択肢が提供されている。

### 2) 今後の課題として指摘された点

学融合の進展のスピードはゆっくりしているように思われ、今後さらに研究者同士の接点を増やす努力が必要ではないか。また、研究科創設の理念を考えれば、3研究系間での連携があっただけのべきと思われるが、それがあまり見えない。大学がグローバル化して行く中で、日本人学生だけでなく、海外留学生も十分に人材育成できる英語カリキュラムの充実、および先端分野での女性研究者の裾野を広げるためにも、女性教員の一定割合での確保に関する取り組みについて、研究系全体での検討が望まれる。卓越大学院には、多様性の受容、リベラルアーツ（文理協創による創造）、新しいグローバル社会におけるリーダーシップ、学問とビジネスにおける倫理感、などを期待したい。などの課題をご指摘いただいた。

### 3) 今後の対応

学融合をいっそう進めるために、系の専攻間はもちろん、他研究系との連携を強化し、その中で基盤科学研究系の役割を高めていきたい。基盤科学研究系では、これまで国際化や女性教員の採用を着実に進めてきたと認識しているが、今後もそれを継続する。検討中の卓越大学院の内容については、いただいたコメントについてもよく考えていきたい。

## 物質系専攻

### (1) 目的と目標

#### 1) 評価された点

- ・未開拓な自由度を開拓して、新しい現象の探索、新しい概念の構築を行い、さらに、これらの応用分野を開発することを目標としている物質系専攻として、物性・光科学講座、

新物質・界面科学講座、マテリアル・機能設計学講座、多次元計測科学講座に加え、物質科学連携講座（理化学研究所）と物質科学協力講座（物性研究所）を配置している。新原理のソフトマテリアルや新しいフォトンクス材料など、先導的な研究が進められていることは高く評価できる。

- ・本専攻の教官陣に加えて、物性研究所、理化学研究所との連携によって、世界でも有数の物質科学の研究専攻となっている。
- ・物性物理・化学・材料科学の融合から新しい分野を創成し、それを担う人材を育成しようという目的は理解でき、推奨すべきものである。
- ・大きな研究課題としてナノスケール現象の観測と制御、極限・非平衡状態の解析・応用を取り上げている点も妥当である。
- ・上記の目標を実現する上で、学外の大型施設との連携による研究・教育拠点の形成を図る戦略も必要かつ適切である。
- ・異なる基礎分野の人材と専門性を融合し新しい現象の探索、新しい概念の構築、そしてその応用分野の探索を行うという基本理念は、社会的要請にも合致しており、高い期待感を持つ。
- ・研究対象領域そのものを創生していく姿勢は、課題設定能力が高く、かつ特定の範囲に縛られない柔軟性を持った人材育成に有効であると思われる。

## 2) 今後の課題として指摘された点

- ・SPring-8 との連携が行われているが、J-PARC との連携は行われているのかどうか？

## 3) 今後の対応

物質系専攻では、物質科学のフロンティアにおける先導的研究の実践と総合的・系統的な幅広い物性教育を通じて、高度な専門知識を基盤に分野横断的な視点と創造性溢れる問題解決能力を有し、次世代の社会と科学を牽引する人材を育成することを目的に、物性研究所、理化学研究所、大型放射光施設（SPring-8）等との連携をとり、世界最強の物質科学の研究拠点の形成を目指している。この目的と目標に関しては、おおむね高い評価を得られたと考えており、これらを達成するための努力を今後も続けていきたい。

ご指摘のあった J-PARC 等の他の研究拠点との連携についても、当専攻に所属する教員が個々の研究を推し進める中で、必要に応じて密接な連携をとっており、特に中性子散乱実験のテーマを含む研究を行っている複数の研究室が J-PARC の施設の積極的な活用を行っている。今後もこれらの外部施設との連携を深めながら、物質の未開拓な自由度を開拓して、新奇な現象の探索、新しい物質観の構築を行い、さらに、それらの応用展開を目指し研究を推進したい。

## (2) 教育活動

### 1) 評価された点

- ・入学試験は、一時期、出願者数の減少が見られたが、積極的な学生募集活動により、現在は一定数の入学者を確保できている。また英語、専門科目、口述試験を課した入試の他、外国人等特別選考、社会人特別選抜入試も行われている。教育カリキュラムでは、国際

社会に通用する人材を育成するために、外国人教員による英語講義のほか、修士論文の中間発表に、英語を課している点は評価できる。

- ・学融合を目指した基礎学力への対応のために、系統的に物質系概論 I ~ VI の講義が準備されている。「MERIT」リーディング大学院プログラムにおいて、他専攻に比べ物質系専攻のコース生が多いことも評価できる。その結果、大学院生の学会等での受賞件数も良好と言える。
- ・学生たちは、固体物性から、ソフトマターに至るまで、多様な対象を研究に触れることができる。このような環境を積極的に生かして、広い視野と深い専門性を同時に持つ学生の育成が望まれる。実際に、このような理念のもとで、様々な教育活動を展開されていることが、高く評価できる。
- ・学内外との連携による多彩な講師陣の下、先端的・国際的な環境での教育が配慮されており、国際会議への派遣等学生への支援も充実している。また、教育や成績評価においてプレゼンやディスカッションを重視している点も評価できる。
- ・修士課程中間報告の英語発表義務づけなどグローバルな人材育成（研究者になるとは限らない）に配慮が見られる。
- ・輪講の成績評価に際して、発表の実績に加え同僚の発表に対する評価レポート提出義務を負わせているところはユニークであり、効果的と思われる。

## 2) 今後の課題として指摘された点

- ・既存の学問分野を横断する教育を行う上では、境界領域をどう取り組むかなどカリキュラムの編成は悩ましい。FD も含め専攻として常に見直しをかけ進めていただきたい。
- ・学生は全国から集まっているが、経済的な支援についてはさらに充実させることが望ましく思われる。
- ・多様な出身（大学、専門）の人の融合は目的と目標の実現に必要な要素であり、その取り組みは大学や国を超えて広げて行ってほしい。一方で、それらの学生に対し、どのような刺激を提供するかについてはより幅の広い視点を導入するとより効果的ではないか、と感ずる。国際的視点による人材交流（流動性）と進出、企業における先端研究との連携（物質系においては特に応用視点から基礎に戻る考え方も重要）、企業からの積極的な資金の導入、リベラルアーツ教育、などはより積極的視点で取り入れることも必要ではないだろうか。
- ・海外からの学生の受け入れのための、英語カリキュラムの充実を期待したい。

## 3) 今後の対応

当専攻での教育活動において特徴的な取り組みである、修士論文の中間発表を英語で行っていることや、「MERIT」リーディング大学院プログラムによるサポートプログラムに参加していることなどについて一定の評価をいただけたと考えている。

今後も定期的に、学融合教育の基盤としてのカリキュラムの充実化を図るべく、工夫をしたい。特に、貴重なご意見としていただいたリベラルアーツなどを含むより幅の広い視点を導入するという点にも配慮して教育改革を進めたい。

また、経済的支援については、新しい研究奨励金サポートプログラムの導入を視野に入れ

つつ、可能な範囲で充実を図っていききたい。これに関連して、平成 28 年度に試験的に実施した「卓越大学院トライアル」による海外研修支援プログラムの成功をもとに、海外派遣についても経済的支援の充実を進める。

国際化に重要な英語カリキュラムについては、一部の基礎的科目については、英語による板書や、同内容の講義を隔年で英語にて行うなどの取り組みを始めているが、このような取り組みをさらに充実させ、国際化の更なる推進を目指したい。

### (3) 研究活動

#### 1) 評価された点

- ・研究活動においては、物質系専攻の発表論文数が、過去 5 年間で 504 件、被引用件数も 4752 件の実績があり、また論文も Nature や Science、Nature Physics などでの発表が含まれており、高い研究水準を維持できている。これは教員・研究員の受賞歴（平成 27 年度は 8 件）からも伺い知れる。
- ・基幹講座の外部資金獲得実績も十分であり、過去 5 年間の年平均獲得実績が科研費のみでも約 2 億円であることは高く評価できる。また予算規模 40 億円の内閣府 ImPACT プロジェクトに採択されていることは、本専攻の特筆すべき成果と言える。
- ・複数の教員が、基盤研究(S)や CREST/JST を獲得したり、新学術領域での代表を務めたりしており、日本において、この研究分野でリーダーシップを発揮していることが明らかである。
- ・専攻の各講座における研究活動は基礎から応用まで活発で優れた研究成果を上げており、外部資金の獲得も順調である。新しい現象から応用へという専攻の目的に合致した研究成果が上げられている。
- ・物質系は、「しなやかなタフポリマー」など新たな発想や融合的な研究で開拓できる余地が大きいと感じた。日本の産業の強みは、高機能材料に代表される材料関係を基礎研究から積み重ねてやっている点も大きいので、その強みをさらに強化できる取り組みは非常に期待する。
- ・現在行われている活動については異なる専門領域の融合、多様な視点の導入が図られているものと思われる。専攻外や外部機関をも巻き込んだ活動も目指しており、より先進的な活動につながっていくものと期待する。

#### 2) 今後の課題として指摘された点

- ・「学融合」を具現化するアプローチはよく見えない。個々の研究の発展として学外との連携・拠点形成が進められているように見受けられる。専攻としての方向性はどこで議論され決定されるのか、流動性の高い人事（特に教授）はその方向を向いた戦略的なものなのか、研究系も含め、ガバナンス体制に見える化する必要があると思われる。
- ・企業との連携：特に物質系においては企業研究（表に出ていない部分が多くあるが）とそこにある応用視点から新しい研究対象が生まれるケースがあり、企業との連携を強めることでそれらを導入することが可能となる側面がある。
- ・社会的要請からの課題設定：社会の要請は 20 世紀から大きく変化しておりその観点で

の対象の再設定は有効かもしれない。その場合には、社会科学的、人文科学的視点も重要となってきており、研究活動と教育の中で考えてみるのも良いのではないだろうか。

### 3) 今後の対応

高い評価をいただいた研究水準、研究分野におけるリーダーシップを今後も維持できるように、研究活動をさらに推進していく。

研究の更なる発展を目指し、卓越研究員制度、学外の研究機関とのクロスアポイント、若手教員の支援制度などの新たに設計された制度を積極的に活用するなど、戦略的な人事を専攻内で検討し、推進する。

ご指摘のあった企業との連携については、物質系専攻の研究活動は基礎的なものから、応用に直結するものまで幅が広いが、特に応用を見据えた研究については、既にベンチャー企業の設立や複数の企業が参加する ImPACT プログラムの推進、さらに企業との共同研究などの取り組みを行っている。今後はマテリアルイノベーション研究センターの取り組みとして、企業を含めた外部研究機関との連携をさらに加速させることを考えている。

また、物質系専攻の大きな目的でもあるが、既存のテーマや対象物質にこだわらず、新しい現象の探求、新分野あるいは新研究領域の創成を目指して、ご指摘いただいた社会的要請の変化を敏感に感じながら、常に新しいことに挑戦する態度で研究に臨むよう努力したい。

## (4) 将来への取り組み

### 1) 評価された点

- ・ 東京大学連携研究機構で設置されるマテリアルイノベーション研究センターでの取り組みによる、卓越した物質科学基礎研究、および ImPACT で代表される産業化研究の展開を期待したい。
- ・ 世界最強、最大の物質科学の研究拠点を目指すとあるが、これは現状から見て、十分実現可能な目標と言える。実現に向けて邁進されると同時に、柏キャンパスの学際的環境を活かした、世界でも独自の研究分野の開拓も望まれる。
- ・ 将来計画としてマテリアルイノベーション研究センターなど産学官民連携に向けた拠点形成に重点が置かれており、今後の発展が期待できる。

### 2) 今後の課題として指摘された点

- ・ 専攻の中で新しい学融合の成果を出し続ける体制をどのように維持していくのかについても中長期的な検討が必要と思われる。また、この体制の中で学生教育をどのように進めるかについても検討する必要がある。
- ・ 国際的視点：国際化について海外への派遣とともに、海外人材の確保は重要かつ急がれる項目と思われる。産学連携とともに進めていただくとより望ましいのではないかと思う。

### 3) 今後の対応

今後も、当専攻の分野融合的な特徴を生かした、研究・教育活動を展開し、目標実現に向け邁進していきたい。新しい取り組みとして、東京大学の本郷キャンパスとつくば研究地区の中間に位置する柏キャンパスの環境を生かした、つくば・柏・本郷イノベーションコリドー

構想における、物質科学分野での中心的な役割を担うべく、マテリアルイノベーションの共同拠点形成に本専攻の多くの教員が参画している。この点は、産学官民連携に対する大きな期待を受けており、期待を裏切らないように綿密な計画を練り、東京大学連携機構で設置されるマテリアルイノベーション研究センター、および産総研・東京大学の連携による先端オペランド計測技術オープンイノベーションラボラトリーの設立により、具体的な成果へつながるように努力する所存である。

このような産学官民連携の取り組みとともに、研究の更なるレベルアップおよび発信力の強化をはかり、海外の学生から見て物質系専攻に来て研究をすることがステータスであると思われるような拠点へと成長させることにより、国際化を進めたいと考えている。

## (5) その他

### 1) 評価された点

- ・ 基幹講座における承継教員人事の高い流動性は、評価できる。

### 2) 今後の課題として指摘された点

- ・ 先端分野での女性研究者の裾野を広げるためにも、女性教員の一定割合での確保も重要となるだろう。

### 3) 今後の対応

ご評価いただいた人事の流動性については、特に助教などの若い研究者に対しては高いレベルを維持していきたい。また、ご指摘を受けた女性研究者の裾野を広げるための対策として、女性教員の確保が重要であることは常に意識しながら、既に専攻内に所属している女性教員の意見を取り入れながら、教員が働きやすい環境・雰囲気の構築を推し進めつつ、世界的視野に立った積極的な人事を進めていきたい。

## 先端エネルギー工学専攻

### (1) 目的と目標

#### 1) 評価された点

- ・ 航空、宇宙、核融合、電気システム、という最も先端的課題に挑戦する専攻であり、「エネルギー」をキーワードとして先端理工学研究を進める意図は明確で理解しやすい。専攻として、エネルギーを発生・制御するプラズマ・核融合、エネルギーの利用・制御を考える先端電気エネルギー、エネルギー変換・利用の場である宇宙探査の3つを掲げ、エネルギー変換システム講座、融合デザイン講座、核融合エネルギー講座、プラズマ理工学講座、システム電磁エネルギー講座、および連携講座として、宇宙エネルギーシステム講座(JAXA)、深宇宙探査学講座第二(JAXA)、先端電気エネルギーシステム講座(電中研)、寄付講座として先進ヒューマンモビリティ安全設計学講座を配置している。
- ・ エネルギーは人類にとって普遍的なテーマであるが時代による変化も大きく、常に先進的なアプローチが要請される分野である。そのような背景において将来のエネルギー工学に発展する新たな挑戦課題を掲げており、その姿勢に共感する。また多方面の先端科学技術を融合することが必要で必然である分野でもありその取り組み方は評価できる。

さらに、未来を指向する最先端テクノロジー開発の場での教育はモチベーションを維持しやすく実学として社会に貢献しうるものである。

## 2) 今後の課題として指摘された点

- ・エネルギー問題は常に社会的要請との関係で議論されるものであり、社会的要請に応えるという視点をより取り入れた方が、外部からの理解も深まるのではないか。

## 3) 今後の対応

当専攻はエネルギーという名前を直接冠した世界的にも数少ない専攻として、独自の目的と目標に自覚と誇りをもって取り組みたい。

当専攻は極めて広い学術領域をカバーしており、現代のエネルギー関連工学の粋を超え、未来のエネルギー工学に発展することが期待される先端的な研究を行っている。具体的には、超高温状態（プラズマ）や高エンタルピー状態（高速高温流体）など、物質の極限状態におけるエネルギーの発生、変換、制御、あるいは材料開発、また超電導による高磁場応用などに関する基礎研究である。たとえば、核融合エネルギーは、その総合的な研究課題である。

さらに、数年前から、電力エネルギーシステムや電気自動車などのアクティビティが加わっている。これらを基盤とした学融合を進め、エネルギーの発生から輸送、利用に至る地球規模の視野をもつ研究、教育に心がけたい。これらにより、エネルギー経済、交通システムなどの社会的に関心の高い分野を取り込み、かつオピニオンリーダを育てることに注力している。これにより「社会的要請に応える」というご指摘の項目に対応できると考えている。

## (2) 教育活動

### 1) 評価された点

- ・「エネルギー」は理工学を中心となる概念の一つであることから、学生もそれなりのイメージを持って入学してくると思われる。先端科学を実践する中で、基礎となる「エネルギー」がどのような形で生成され、変換され、利用されるのかを系統的に学ぶことは未来社会を考える上で教育的であり意義もある。
- ・JAXA など学外機関との連携を図ることで、より先端的・国際的な環境でカリキュラムが提供されている。本専攻は比較的大型の設備を有していることから、最先端はもとより実験基礎技術を習得する貴重な機会を提供している。
- ・電力設備や機械工作物など、いわゆるローテクと呼ばれる技術は実験装置に欠かせない基礎技術にもかかわらず、学部レベルでそれを学ぶ場がなくなっている。ハイテクはローテクの基盤上にあることを認識した教育が今後必要であると思われるが、カリキュラムも「実践知」「ものづくり」を重視した科目構成になっている。
- ・入学試験には小論文を課しており、総合的な能力を評価できるよう工夫がなされている。カリキュラムにおいては、例えば「深宇宙探査学入門」など、大学院講義に新領域、理学系、工学系、JAXA の教員が共同で行うことで分野横断型となっている。講義体系も、専門と分野横断型（核融合、深宇宙探査、基礎共通科学）がバランス良く配置されている点が評価できる。
- ・平成 25 ～ 27 年の大学院生の学会等における受賞者も、28 名に達しており良く教育さ

れていると言える。

- ・さまざまな科学・工学の融合と大規模実験施設の活用などは、分野を特定せず視点を広げ、また長期的視点で未来を見据える人材の育成には有効であると感じる。また幅の広い出身分野の学生を受け入れており、その人材の多様性も目的に合致する。
- ・普通の大学の研究室では持てない超大型の実験設備があることで、研究・教育の両面で大きな成果が得られると思う。これらの超大型設備も活用した核融合研究教育プログラムも素晴らしい内容で充実している。

## 2) 今後の課題として指摘された点

- ・社会的要請とその変化への対応:エネルギーは時代によって社会的要請が変化しており、その基礎となる社会科学的教育や倫理教育も取り入れられていることと思うが、対外的に適切な対話のできる状況を作ることは今後ますます重要となるだろう。
- ・航空、宇宙、核融合、電気システム、という工学においても、最も先端的課題に挑戦する専攻だと言える。学生には、卒業生から、野心的プロジェクトを実現するような人材がでるような心持ちの共有がされるような教育がされることを願っている。
- ・エネルギーは、情報・信号系と違って、電気を中心とする分野だけでなく、機械や情報との融合もマストであるので、今後の展開の検討候補である。

## 3) 今後の対応

学融合の具体化に歩調を合わせ、講義や演習の組み立てをさらに進化させ体系化していく所存である。「核融合研究教育プログラム」でのプラズマ実験装置 RT-1 や UTST、および極超音速高エンタルピー風洞などの特色ある大規模な実験施設を教育に活用できることが特長であり、国際的な共同研究プロジェクトの推進や他専攻等との連携を積極的に行い、国際的・学際的な視野を持てるような教育を継続して行きたい。

入試については、広い分野から優秀な人材を得ることと、専門性にも優れた人材を得ることはどちらも重要であり、現在の入試方法はいろいろ苦勞して考えだしたものであるから、当面続けたいと思っている。基礎科目（数学、物理）は出題の内容を公開しており、事前に課題を与えて提出させる小論文試験、さらに時間をかけた丁寧な面接によって、両者を満たす人材を確保するべく努力している。「学融合」を意識した講義、演習、輪講などを推進し、院生が自ら「学融合」を意識するような雰囲気維持に努める。JAXA や電力中央研究所との連携はより推進していきたいし、対外的な対話のできる状況を作ることにも努力していきたい。

教育の中長期ビジョンとして、(1) 基礎教科の充実と国際化、(2) 横断型教育プログラムによる実践的専門教育（核融合研究教育プログラム、基盤科学領域創成研究教育プログラム、深宇宙探査学）、(3) 大規模研究設備を用いた高度専門教育（プラズマ物理・核融合、極超音速高エンタルピー風洞、電気自動車（走行中ワイヤレス給電））をかかげており、これらを常に視野に入れていく所存である。これらは、すでに、情報・信号系に閉じた領域をはみ出しており、機械、航空などモノのある分野をカバーしていると考えられる。

教育の国際化についても、積極的な留学生受け入れ（そのためのロジなどの整備）、英語による講義、遠隔講義、国際会議への出席支援など、いろいろな方策があり、すでに有効

に機能しているものもあるので、基本的にさらに推進したい。

### (3) 研究活動

#### 1) 評価された点

- ・複数の教員が、基盤研究(S)や CREST/JST を獲得したり、新学術領域での代表を務めたりしており、日本における研究分野で、リーダーシップを発揮していることは明らかである。
- ・各講座が専門性の高い研究を行っており、研究活動は活発である。また、それぞれが未来のエネルギー工学を指向している。外部資金獲得による目的がはっきりとしたプロジェクトも走っており、成果を期待されていることから研究の展開が加速される一方、先端化している。
- ・主要研究テーマは、1) 新エネルギーの創出、2) エネルギーインフラ・ネットワーク、3) 先端的エネルギー利用・制御、および4) エネルギー変換の極限環境利用である。「学融合」の視点で、プラズマと極超音速空気力学を用いるプラズマ着火での飛行体制御や、球状トカマクを使った核融合プラズマ研究、先進核融合とプラズマ物理研究のための RT-1 プロジェクトなどの先進的な研究が進められている。世界初のワイヤレスで電力伝送する「ワイアレスインホイールモータ」搭載車の走行に成功していることも評価できる。外部資金の獲得状況においても、JST 戦略的イノベーション創出推進プログラムのほか、科学研究費では基盤研究(S)や基盤研究(A)が数多く採択されている。
- ・人の多様性に加えて研究対象も多様性を持っており基礎学問を複合的に扱い、先端的な研究につなげているものと思われる。他の専攻や、他機関との連携も優れた活動につながっているものと感ずる。また理工学一体での利点を活かした研究対象の継続的な深堀がなされているものと思われ、良いアプローチであろう。
- ・核融合に関して多くの教員が研究に取り組んでいるのは驚き。現状では、核融合の実現は長いものさしで考えねばならないが、核融合を学んで企業にはいった人財は多方面で活躍され、リーダーシップを発揮している。また、関連技術として、がんの粒子線（陽子線&炭素線）治療などに応用され高度なアプリケーションの土台になっている。

#### 2) 今後の課題として指摘された点

- ・専攻を構成する3つの研究対象は専門性が明確であるだけに、互いに関わり合っていない印象があり、互いの接点を探って「学融合」を目指すという視野が見いだしにくく、それぞれが先端化されるとますます接点が小さくなりかねない。それでもいくつかの研究活動が進んでいるのでこれらの発展を期待する。
- ・資金面では公的機関からのものが主体のようであるが、産学連携にも取り組まれておりその拡大は望ましい方向だろう。企業の先端研究との融合も応用しての導入だけでなく基礎的部分の発展にもつながるものと考えられるので今後も積極的に進めてほしい。実施内容間のシナジーについては気になったが、あまり気にしなくても良いのかもしれない。自由な視点で研究対象に取り組まれる姿勢が望ましい。
- ・高温超電導などの取り組みだけでなく、超電導を製品に適用する場合にはクエンチにど

う対処するかが大きな課題。理論は比較的単純であるが、その原因となる熱エネルギーを発生する要因には、作用力、樹脂、固定する構造など複雑な要因が絡むので、応用を考えると複合的・融合的な取り組みが必要。遅れクエンチなど、未解明な部分も多い。

### 3) 今後の対応

研究についてはたいへんよい評価をいただいているので、基本的には現状の方針に従ってたゆまぬ努力を続けて行きたい。

主要研究テーマとして、(A)～(D)の柱のもとに、

- (A) 新エネルギーの創出 ((1) 磁気リコネクション実験装置および核融合、実験室天文学、(2) 磁気圏型プラズマ実験装置、(3) 核融合炉設計)
- (B) エネルギーインフラ・ネットワーク ((4) エネルギーネットワーク技術、(5) 先進ヒューマンモビリティ安全設計学)
- (C) 先端的エネルギー利用・制御 ((6) 超電導応用機器・システム、(7) 電気自動車と電気飛行機、(8) ワイヤレス電力伝送システム、(9) プラズマ技術の医療応用)
- (D) エネルギー変換の極限環境利用 ((10) 革新複合材料学術研究、(11) 革新的大気圏突入飛行技術、(12) ジェットの空力音響技術、(13) 革新宇宙推進システム)

を掲げており、ご指摘のように、先鋭化に伴う分野間のシナジーについても常に意識してゆきたいと考えている。

研究の中長期計画の一例として、(A)～(D)の柱のもとで、(A) 核融合プラズマの研究、(B) 次世代エネルギーシステムの研究 (C) 電気自動車のエネルギーマネジメントと制御、(D) 深宇宙探査学の研究、をあげており、とくに力を入れて行きたいと考えている。

さらに長期的には、「エネルギー変換、電磁エネルギーシステム、プラズマ理工学」のより密接な学融合を進めながら、新しい研究プロジェクトを企画・実行し、特に、最先端の研究課題に挑戦できる独自性の高い研究施設を整備・更新しつつ、研究の発展を図ってゆきたい。

また、核融合の実現を視野に入れ直球勝負で取り組む姿勢は崩しておらず、周辺領域への波及効果もご指摘のとおりである。また、超電導に関しては、製品に適用する場合に必要な、複合的・融合的な取り組みも視野に入れた研究を継続したいと考えている。

## (4) 将来への取り組み

### 1) 評価された点

- ・本専攻から、米国で新しい電気自動車とロケットのシステムを同時に作ろうとしている Elon Musk のような人材が生まれることを願っている。

### 2) 今後の課題として指摘された点

- ・本専攻は比較的大型の施設を用いた研究が主であることから、その維持や改良に必要な予算の確保が重要であり、そのための努力が必要。大型施設を使った研究は「プロジェクト的」となり、人事が膠着しがちである。他機関との共同研究の積極的な取り組みな

どにより、キャリアパスの開拓に努力する必要がある。TJCC など産学連携の計画が進んでいるが、この中での教育をどのように進めるかについても検討が必要である。

- ・地球環境問題にも貢献できる新しいエネルギー源としての、核融合技術の実現を期待したい。
- ・長期的視点が必要な分野でもあり、かつ外部機関との連携が重要であり、基盤技術を確実に進展させる取り組みに期待する。その中でも、具体的な成果が見えるようにすることは難しいかもしれないが必要な項目と考えられるので、対外的な表現にも上手に取り組んでほしい。

### 3) 今後の対応

RT-1 や UTST、極超音速高エンタルピー風洞、電気自動車走行実験路などの教育・研究への有効活用はそのまま維持し、これらの施設運転経費の安定的・継続的確保にも努力する。また、長期計画に従った、具体的方策や推進体制についても、議論を重ね具体的に実施していく所存である。

核融合技術の実現にも真剣に取り組むたい。

また、中に閉じない研究教育の仕組みとして、学融合を謳っているが、「学融合」の視点で特徴的な研究活動として、(I) 多様性の起源と維持のメカニズム、(II) 核融合と宇宙・天体物理の融合研究、(III) 極超音速高エンタルピー風洞を用いた融合研究、(IV) エネルギー・環境分野の技術融合、(V) 先端エネルギー工学の医療応用、(VI) 電気飛行機、(VII) 理工連携深宇宙探査学などをあげることができ、これらをより推進することで、上記のご指摘に応えることができるものと考えている。

## (5) その他

### 1) 評価された点

- ・大型施設を用いた研究現場では施設をシステムとして学ぶ機会としても絶好である。先に述べたローテクを学ぶことも含め、社会人学生の学びの場としても有用ではないか。

### 2) 今後の課題として指摘された点

- ・海外からの学生の受け入れのための英語カリキュラムの充実を期待したい。また、准教授以上の女性教員の割合が低く、先端分野での女性研究者の裾野を広げるためにも、女性教員の一定割合での確保も重要となるだろう。

### 3) 今後の対応

当専攻は、柏市という社会実験を行いやすい場所にあり、さらに市のさまざまな構想とも合致し、好意的な協力を得られることが多い。このような立地条件を有効に活かし、他所ではできない独自の取り組みを推進したいと考えている。新領域創成科学研究科が柏という新しいキャンパスに根を張り、「融合の柏」という新しい理念のもとで将来とも発展を続けて行くために、「伝統の本郷」「研究の駒場」とは異なる運営体制をとることは、きわめて重要である。

英語カリキュラムの充実や女性教員の増加は、重要な課題であることはよく認識している。高い意識をもって取り組んで行きたい。

## 複雑理工学専攻

### (1) 目的と目標

#### 1) 評価された点

- ・幅広い学術分野や幅広い時空間を横断する普遍的な概念としての「複雑性」は新領域創成のプラットフォームとして格好の研究対象であり、本専攻は最も研究科・研究系「らしさ」が現れているものと思われる。基盤となる「複雑系プラットフォーム」を中心に3つの具体的な「研究モジュール」を置いて研究を進める体制は妥当である。
- ・実世界での複雑系を包括的に理解し応用するという基本姿勢に共感する。今後の自然界の理解と産業貢献において果たすべき役割は大きいものと思われ、新しい体系の構築を進めてほしい。設定している3つのモジュールも興味深いものであり、それらの進展とともに、それに基づく複雑系プラットフォームの構築に期待する。この分野では、最先端の分析化学とコンピューター科学（AIを含めて）の活用場としても期待が高く、産業界への応用、もしくは産業界との協働が待たれるものである。
- ・様々な自然現象は、階層性を持った構造から生まれている。このような場合、上の階層で起こる現象は、下の階層だけで起こる現象の総和でなく、複数の要素の非線形的相互作用によって、創発的に全く新しいものとなることが多い。本専攻は、このような階層性や並列性を持った構造に起因する様々な自然現象を複雑系と定義し、そこに共通して存在する基盤的理論や、複雑系の現象を解析する数学的手段を構築する。さらに、現実の複雑系として、脳、惑星、極限物質を対象として、実験と理論とを融合させた研究を展開させる。
- ・本専攻では、脳・バイオ、アストロバイオロジー、極限物質3つのモジュールを中心に、ナノから宇宙にわたるマルチスケール複雑系の学融合を推進し、新しい複雑系科学・技術の創成を目指し、これらの分野に共通する数理・情報・機械学習などの理論と技術に基づく研究を推進するために、複雑系プラットフォーム（符号化・暗号・機械学習）、脳・バイオモジュール、アストロバイオロジーモジュールの基幹講座、および連携講座（理化学研究所、JAXA）を配置している。

#### 2) 今後の課題として指摘された点

- ・モジュールとしてどのような研究課題を持ってくるのが適切かは議論があると思われるが、本専攻では全体を通して複雑データの処理・認知に主眼が置かれているようである。ただし、モジュール名からそれを直接的には読み取りにくい。

#### 3) 今後の対応

本専攻の理念については概ね好意的な評価をいただいております、新領域全体の理念でもある学融合を文字通りに体现する専攻として、今後もアクティビティを維持していきたい。

専攻名やモジュール名からはその理念や具体的な活動が想像しにくいという指摘があるため、それらの名称の検討も含め、専攻の理念を分かりやすく伝える努力を継続する。

## (2) 教育活動

### 1) 評価された点

- ・本専攻の理念を理解し、多様な自然現象に応用する人材を育成するためには、複雑系を理解するための非線形システム論の理解と計測情報処理理論の理解が欠かせない。本専攻では、そのために、コアプログラムとして、これらを習得するためのコースが用意されていることは高く評価できる。また、実験概論によって、学生が自分の所属する研究室のテーマとは異なる分野の実験的研究に触れることができる機会を作っていることも評価できる。
- ・「複雑性」は空間的・時間的にあらゆる現象で顔を出すので、どのような視点で教育を行うか、苦勞されると想像するが、本専攻は計測、データ処理、シミュレーションを基礎として身につけさせようとしている。輪講でのプレゼンテーションを重視し、自分のものだけでなく他の発表へのコメントも成績評価の対象としているところはユニークである。
- ・カリキュラムでは、研究分野横断型の複雑理工学輪講 I、II（必修）や、多分野に共通する基礎技法を学ぶコアプログラム、研究現場横断型の複雑理工学実験概論のほか、2専攻横断型の核融合プログラム、基礎系横断型の基礎科学領域創成プログラムがバランス良く組み込まれている点が評価できる。分野横断型の複合知を有する柔軟で視野の広い人材の育成を期待したい。
- ・理学と工学を融合し新たな体系を構築するという理念の実現に向けて、専門性と視点において幅の広い人材の育成を目指している点は評価できる。今後のアカデミア、産業界において求められる人材はまさに複雑系を理解する人材であろう。また、理論的なアプローチと実験的検証を取り入れている方法は卒業人材がどのような分野にいても役に立つであろうと思われ、幅広い視点と理論と実践を兼ね備えた人材育成を一層進めてほしい。

### 2) 今後の課題として指摘された点

- ・本専攻は3つのモジュールから構成され、そのうち2つは「バイオ」を掲げているが、バイオ関係の講義はほとんど無いし専門とする教員も少ない。このことは理数系を中心とする入試問題にも現れており、奇異な感じがする。脳・バイオやアストロバイオに興味を持つ化学系・生命系の学生に対する入試のハードルはきわめて高いと思われる。これに関連して誤解の生じやすい専攻名は避けた方が良いのではないか。
- ・他分野融合型であるが、選択科目に化学や生物が含まれていない。（しかしながら入試に化学科目が廃止されて、志願者は増加したようである。）
- ・平成25年度から平成27年度にかけて、博士後期課程への進学者が減少している点が懸念される。
- ・基盤として数理工学などが中心となっていると思われるが、異分野をつなげるにも役立つと考えられるので多応用への連携を図ってほしい。

### 3) 今後の対応

高く評価されている点、すなわちコアプログラム、実験概論、複雑理工学輪講、専攻横断

型教育プログラムなど、分野横断を実践する人材を育成するための特色ある教育プログラムは今後も継続する。

本専攻のモジュール名では「バイオ」が強調されているものの、大学院試験の選択科目に生物、あるいは化学が含まれていないことが指摘されている。本専攻では、数学と物理を共通言語として学融合を実践することを基本方針としており、化学および地学についてはこのような観点から入試科目より除外したが、内容の一部を物理へ融合、共通問題の設定などにより必ずしも受験生の不利になっていないと考えている。しかし入試の実施方法は、継続的に点検して改善していくべきものであり、今回のご指摘を契機としてさらに議論をしていく。

### (3) 研究活動

#### 1) 評価された点

- ・本専攻は3つのモジュールと1つのプラットフォームという形で構成されている。個々の研究アクティビティは高いが、それぞれの専門性はかなり異なっており、複雑性プラットフォームも含めて他機関との連携で研究を深化させている。学融合については各モジュールがプラットフォームとの連携で行っているようであり、複数のプログラムが走っている。
- ・本専攻では、複数の教授が新学術領域の代表を務め、それぞれ、日本における新しい研究領域の創設に大きく貢献している。また、科学研究費基盤(S)を獲得していることも、研究水準の高さを物語っている。
- ・理化学研究所 AI センターの所長も本専攻所属であり、日本全体における AI 研究推進のリーダーとして、今後の活躍が期待されている。本専攻では、脳科学と AI の研究者が同居しており、理化学研究所の脳科学とも連携している。さらに、今後理研 AI センターとの連携も強化されることが期待される。このような専攻内外の連携をうまく活用することによって、本専攻は、全く新しい視点を持った脳科学の研究メッカになる可能性がある。
- ・複数のトカマク装置を有して、核融合実現に向けた様々な基礎実験を系統的に行えるのは、全国でも当専攻のみであり、今後の核融合実現に向けた人材の育成基地としても重要な役割を果たしている。
- ・顕著な研究成果として、1) スパースモデリングと高次元データ駆動科学、2) 空中触覚提示技術の研究、3) 土星衛星エンセラダス地下海での海底熱水活動の発見、および4) はやぶさ2搭載可視分光カメラの開発などがあり、発表論文も Nature や Nature Communication、Nature Geoscience などレベルが高く、評価できる。また外部資金の獲得状況においても、2つの新学術領域研究や基盤研究(S)に採択されている点は、高く評価できる。多分野、異分野の教員の共同研究も進んでおり、研究活動においても多くの受賞実績がある。
- ・3つのモジュール並びにプラットフォームともユニークなアプローチと認められるが、切り口が、学問分野ではなく研究対象となっている点が興味深い。また、そのような場の提供により教育と研究実践を同時に達成しているものと思われ、今後の進展に期待す

る。

#### 2) 今後の課題として指摘された点

- ・モジュール間の連携による学融合は専門性の隔たりが大きいせいかあまり見られない。今後の課題であるが、各モジュールそのものが学融合的要素を多く含んでいるので無理をする必要は無いかと思われる。

#### 3) 今後の対応

研究については高い評価をいただいております、今後も現在のアクティビティを維持できるよう努力したい。AIPセンターとの連携は今始まったところであり、今後具体的な成果に結びつけられるよう、専攻として努力する。データ解析や人工知能以外の分野についても、常に新しい連携を模索する努力を継続していく。

### (4) 将来への取り組み

#### 1) 評価された点

- ・理研や JAXA など外部研究機関との連携を強めて、大規模な融合的研究において、中心的役割を果たすことが期待される。
- ・文部科学省 AIP プロジェクト研究開発拠点「革新知能統合研究センター」との連携や、国際卓越拠点形成プロジェクトへの参画など、今後の同専攻の進展に期待したい。
- ・最新の分析科学と、AI 等のコンピューター科学を今後も進められる計画と思われる。その中で、科学的アプローチの先進化と、幅広い知識と関心を持ち自律的に活動できる人材の育成に期待する。

#### 2) 今後の課題として指摘された点

- ・核融合、脳、アストロバイオの分野はいずれも、全日本的に精力的な研究が進められている。従ってその中で本専攻がプレゼンスを高めるためにはどうすべきか戦略的な検討が必要である。研究課題の選択と国外を含めた積極的な共同研究の展開・枠組み作りが鍵になるかと思われる。

#### 3) 今後の対応

本専攻の将来の取り組みに対する高い期待に応えられるよう、研究・教育を着実に進めていきたい。複雑理工の実質的なアクティビティは決して低くはないが、専攻としてのプレゼンスを高めるための戦略が必要であることはご指摘いただいた通りであると考えている。これまで実績をあげてきた専攻の仕組みをベースとしつつ、共同研究がさらに活発化する枠組みを工夫していく。

### (5) その他

#### 1) 評価された点

- ・杉山教授は、自らの研究に加えて、理化学研究所 AI センターの所長に就任し、日本全体における AI 研究推進のリーダーとして、今後の活躍が期待されている。本専攻では、脳科学と AI の研究者が同居しており、理化学研究所の脳科学とも連携している。さらに、今後理研 AI センターとの連携も強化されることが期待される。このような専攻内外の

連携をうまく活用することによって、本専攻は、全く新しい視点を持った脳科学の研究メッカになる可能性がある。

- ・本専攻は、複雑系の理解を基盤として、融合的研究を展開していこうという理念を持っている。したがって、上記の脳科学と AI や、プラズマと惑星物理のように、本専攻が中心となって、全国規模で融合的研究を展開する起爆剤と成り得る。今後、このような野心的プロジェクトが、次々と生まれてくることを期待している。

## 2) 今後の課題として指摘された点

- ・海外からの学生の受け入れのための英語カリキュラムの充実を期待したい。また、准教授以上の女性教員の割合が低く、先端分野での女性研究者の裾野を広げるためにも、女性教員の一定割合での確保も重要となるだろう。

## 3) 今後の対応

さらに学融合を活発に推進していくことが本専攻への期待であると理解している。柏キャンパスには、組織の壁を作ることなく、自由な発想でチャレンジすることを奨励する雰囲気がある。本専攻の今後の組織運営においても自由な活動を許容する柔軟さを維持していくことが肝要であると考えられる。

留学生のための英語カリキュラムの充実や女性教員の増加の必要性についてはすでに認識し、議論も行っている。今後も継続的に取り組むべき課題である。

## 基盤科学領域創成研究教育プログラム

### 1) 評価された点

- ・よく計画されており、短期集中講義の解説によって、短期間で異なる分野への入門編を学ぶことができる。
- ・学際的研究に必須となる広い視野を学生に持たせることができる。
- ・全学に開かれた短期集中型の教育プログラムは、学生にとって負担が軽く、意欲のある学生には効果的な方法である。
- ・高度なシミュレーション、分析化学とコンピューター科学の融合による新しい研究開発の手法、複雑な事象や多変数の関係を理解し考えるような教育は今後もますます重要となる。
- ・講義内容を見直しながら、学生にとって魅力的な話題を提供し続けてほしい。
- ・産業界ではこの教育プログラムで扱われている複雑な事象や多変数の関係を理解し考える能力を有する人材を求めており、育成した人材の産業界への輩出を進めてほしい。

### 2) 今後の課題として指摘された点

- ・シミュレーションと計測はセットであり、いずれの進歩も非常に重要であることを教育に反映させる。
- ・学融合ビジュアライゼーションシンポジウムについては、外部研究機関との連携によって、新しい視点からの教育的シンポジウムが企画されており、学生の教育に資する。例えば、現在進行中の研究を発表し、他分野からも含めてコメントをもらうことは、学生

にとり刺激になる。その効果を高めるため、指導教員によるフォローアップの仕組みが必要である。

- ・研究科長より修了証書の授与があり、学生のモチベーションアップに繋がることが期待されるが、実際、学生にとってどの程度の意義づけになっているのか、学生自身の意見を聞いてみるべきである。

### 3) 今後の対応

短期集中講義における科目間の横のつながりの重要性について、これまでは、修了証授与という間接的な形でしか学生に示されていなかった。今後は、各科目で扱われている内容同士の横のつながりを示すマップ等を教育プログラムホームページなどで学生に提示し、履修の際に分野融合をより意識するよう誘導していきたい。

学融合ビジュアライゼーションシンポジウムは、研究交流を主眼とし、教育カラーは薄かったので、より教育上の効果が出るように改善していく。例えば、科目化し、研究発表を行った学生に単位を与えるなど、発表を学ぶ場としての位置付けを学生に明確化していく。

本プログラム設立時は、修了証に各科目の受講を促す効果を期待していた。しかし、実際は、個別の科目の内容が持つ価値自体が学生に受け入れられ、多くの学生が履修している。実際、修了証を目的とした履修の仕方をしている学生はほとんどいないのが現状である。今後は、学生への調査を行い、その結果を踏まえつつ、修了証の位置付けを見直していく。例えば、修了証を学融合ビジュアライゼーションシンポジウムで研究発表をするための要件とするなど、修了証を受けることで、本人が自分の実力アップを実感できるようなしくみを導入していきたい。

## 核融合研究教育プログラム

### 1) 評価された点

- ・比較的規模の大きなプラズマ・核融合研究装置を複数台持つ大学は他になく、優れた研究・教育の場を提供し、今後の核融合実現に向けた人材の育成基地としても重要な役割を果たしている。核融合研究教育の授業科目のほか、海外武者修行実習などの国際リーダーとして活躍できるグローバル人材育成にも取り組んでいる点が評価できる。
- ・核融合を学んで企業に入った人材は、多方面で活躍しリーダーシップを発揮しており、電気機器等の最先端技術分野への人材供給にこれまで大きな貢献をしてきた。さらに関連技術は、がんを手術せずにピンポイントで治療できる粒子線治療システムなどに応用されて高度なアプリケーションの土台になっている。
- ・幅広い基礎技術の知識・素養と社会的要請・動向を踏まえ、実体験に基づく大型プロジェクトの運営スキル（プロジェクトマネジメント）を身につけることができる人材の育成は、本対象分野だけではなく広く社会、産業界に求められるものであり、崇高な目的に向けての取り組みは高く評価できる。

### 2) 今後の課題として指摘された点

- ・巨大な電気システムによるプラズマ制御と最先端技術を活用するプラズマ計測を駆使する核融合研究の特徴を活かす実践型の教育と、海外の大学や ITER との連携を深めるこ

とによってグローバルな環境で活躍できる人材の育成教育は、将来この分野で活躍する若手研究者の育成に必要かつ効果的であると思われ、今後も推進していただきたい。

- ・ 学術面では、異種分野の融合がまさに鍵となるものにとらえられ、狭い専門性にとらわれず、かつ長期的将来を見据えた人材の育成を期待している。
- ・ 産業界において今後も核融合分野に十分な人材を確保できるよう、また企業での最先端技術分野をけん引する人材の継続的な輩出に向けた教育にも思慮して頂きたい。

### 3) 今後の対応

本教育プログラムは、広範な基礎学術の統合的な学融合教育により、幅広い素養と見識を身につけた人材育成を図る学融合教育カリキュラムと、先端的な実験装置による高度な専門教育により大型プロジェクトの全体を俯瞰できる人材を育成するための実践的研究教育カリキュラムが根幹となっており、今後もこの両輪を基軸とすると共に、海外の大学や ITER との連携強化を図りグローバルな人材育成に向けより一層の充実を図ってゆく。本教育プログラムの特長の一つである核融合実践演習では、企業の技術者を講師に迎えているが、このような活動をさらに充実させ、企業に就職後も最先端技術をけん引できる人材の育成を強化してゆく。学術面では、核融合分野に閉じるのではなく、異種分野との連携・融合をさらに一層推進し、核融合の学理追究と学術基盤の強化を図ってゆく。

# 生命科学系専門評価委員会 報告書

平成 28 年 10 月

# はじめに

平成 28 年 10 月  
生命科学研究系長 菅野純夫

東京大学大学院新領域創成科学研究科では、定期的に外部評価を行い、外部有識者による教育および研究の評価を得、今後の教育研究および研究科運営の改善に資する方向性を見出ことを行っています。

前回、平成 22 年 11 月に実施した外部評価委員会から 6 年がすぎ、本年 12 月 14 日には、再び外部評価委員会を行う予定にしております。この外部評価委員会に先立ち、研究科を構成する三つの研究系（基盤科学研究系、生命科学研究系、環境学研究系）ごとに、より系の専門に即した外部の委員により構成された専門評価委員会を設置し、各系の教育・研究の現状の分析を行っていただくことといたしました。生命科学研究系は、現在、先端生命科学専攻、メディカル情報生命専攻の 2 つの専攻からなりますが、研究科の理念である「学融合」を反映し、理学、医学、薬学、農学、工学、情報科学と、比較的幅の広い分野の研究者が集い、教育・研究を展開しております。そこで、これらの専門に通暁しかつ教育研究組織の運営にもご経験のある 6 名の先生に専門評価委員をお願いいたしました。

専門評価委員会は、平成 28 年 7 月 12 日（火）の午後 2 時～5 時にわたり、柏キャンパス新領域生命棟 地階会議室にて開催されました。当日の配布資料は以下の通りです。

- 1) 新領域創成科学研究科自己点検報告書暫定版抜粋（別冊として、各種数値資料）
- 2) 各専攻、各センターの説明用スライド資料（各研究室の研究内容スライドを含む）

まず、系長から、生命科学研究系のこれまでの経緯、目的と目標についてご報告し、続いて各専攻長から、専攻の目的と目標、教育活動、研究活動、将来への取り組みについてご報告しました。また、系と深く関係しているバイオイメーシングセンター、オーミクス情報センター、ファンクショナルプロテオミクスセンターの 3 つのセンターについてもご報告いたしました。最後に系長から、基盤科学研究系の将来への取り組みについてご説明しました。その後、希望の方に創薬スクリーニングを実施している寄付講座・ゲノム解析を大規模に行っているオーミクス情報センターの見学を行い、研究活動の一端をご覧いただきました。各専門評価委員からは極めて活発なご質問、ご意見をいただき、大いに議論が盛り上がりました。専門的であるものの複眼的な分析をいただいたと考えております。

本報告書は、各専門評価委員からいただいたご意見を総括するとともに、今後の考え方・方針をまとめたものです。現在も、いただいた貴重なご意見ご指摘をどのように今後に生かしていくかを継続的に検討しております。

以上

### 専門評価委員会委員名

阿部 訓也（理化学研究所バイオリソースセンター・副センター長）

江角 浩安（東京理科大学生命医科学研究所・所長）

小笠原直毅（奈良先端科学技術大学院大学・学長）

清木 元治（金沢大学医薬保健研究域医学系・招聘特任教授）

西澤 直子（石川県立大学生物資源工学研究所・特任教授）

松田 秀雄（大阪大学大学院情報科学研究科・教授）

\*なお、松田委員は所用により委員会当日欠席であったため、各資料をお送りし、書面による評価をお願いした。

### 生命科学研究系自己点検専門委員会

日 時：平成 28 年 7 月 12 日（火）14:00-17:00

場 所：新領域生命棟会議室

出席者

専門委員：阿部 訓也、江角 浩安、小笠原 直毅、清木 元治、西澤 直子

副研究科長：三谷 啓志、生命系系長：菅野 純夫、先端生命科学専攻専攻長：青木 不学、メディカル情報生命専攻専攻長、森下 真一

### 議事次第

1. 生命科学研究系の現状と将来構想について（プレゼン）
2. 質疑応答、意見交換
3. 見学：寄付講座、オーミクス情報センター（希望者のみ）

以上

## 1. 生命系全体

### (1) 目的と目標

#### 1) 評価された点

- 他大学等の生命科学系の研究科や専攻と比べて、医学・生物学に加えて、情報科学についても教育・研究体制が充実しているのが特色である。生命科学はパーソナルゲノムやバイオイメージングの進展に伴い、かつてないほど急激なデータ量の増大に直面しており、このようなビッグデータを取り扱うための体制をいち早く整備されているのは大変重要である。
- 生命科学系には、2つの異なる特徴を持つ専攻があり、柏キャンパス自体が掲げる「学融合」というモットーを体現する学系であると感じた。日本でも稀な情報科学、特に生命科学に重点を置いた情報科学の教育・研究を展開するメディカル情報生命専攻、多様な生命現象を対象としながらも、ゲノム科学から見た普遍性も追究し、生命の総合的な理解を深める先端生命科学専攻を核として、3つのセンターを配置するとともに、学内外の様々な研究機関と連携する体制は大変ユニークで効率的と思われる。この学系を表す多くのキーワードが挙げられているが、やはり情報科学と融合した新しい生命科学の創成とそのための人材育成という目標、目的が最も重要であろう。所謂 bioinformatics という言葉は、欧米では、数十年前から使われ、そのための人材育成も行われており、現代の生命科学はそれ無しでは成立しないが、我が国では生命科学・情報科学双方に精通した人材の育成は、はなはだ心もとない状況である。したがって、この生命科学系全体に期待するところ大である。
- 「情報科学と融合した新しい医科学・生物学の創成を先導し、その応用への橋渡しを担う人材を養成する」という目的・目標は、現在の科学技術、特にバイオサイエンスの変革の中心的課題に対応するものであり、先端的である。
- 東京大学の3キャンパス構造の中の柏キャンパスの特徴を生かした学融合を生命科学分野で達成しようとしているところは意欲的である。
- 「情報科学と融合した新しい医科学・生物学の創成を先導し、その応用への橋渡しを担う人材を養成する」という目的は素晴らしい。平成27年、情報生命科学専攻とメディカルゲノム専攻の合併を達成したことは、高く評価出来る。新しい医科学・生物学の発展を目指す上で「情報科学」の包括は必須の流れであり、当面の難しさはあっても将来的には狙いどおり合併が多いに力を発揮すると思われる。

#### 2) 課題とされた点

- 学融合、知の冒険を基本コンセプトにする新領域創成科学研究科の中での生命系の目的と目標が、先端生命科学専攻ではやや漠然とした3つの教育目標であるが、メディカル情報生命専攻では、かなり具体的人物像を想起させる目標となっている。専攻が異なるのでそれはそれで良いとしても、生命系でも共通する目的・目標があった方がより良いのでは無いか？ また其れが研究科全体の目標とどの様に整合性があるのか、他のキャンパスと比較し学生を引きつけるような特徴となることが望ましい。
- メディカル情報生命ではその意味では説明しやすい特徴を打ち出しているが、先端生命

では工夫の余地があるのでは無いか。ただ、あまりにわかりやすさを追い求めるあまり、大学としての当然持つべき知の集積、学への畏れが失われないようにすることは言うまでも無い。

- 一方、情報科学とその医学への応用を強調しすぎると、基礎を重視する先端生命科学専攻との関係が難しくなる危惧があり、二つの専攻が有機的に融合・連携し、目標・目的の達成に向けて邁進していることが示されれば良いと思われる。
- 新しい学問領域におけるフロンティア分野の創成により、社会の課題解決の要請に応えようとしている。フロンティア分野の創成が、学術的な側面を中心に考えるのか、社会の課題解決のためを中心に考えるのかあまり明確なイメージが伝わらない。どちらを中心に考えるかで目標達成の戦略も異なるのではないか？

### 3) 今後の対応方針

メディカル情報生命専攻は、比較的明瞭な方向性を持って情報生命科学専攻とメディカルゲノム専攻が融合して発足したばかりであり、研究科発足当時の事情を引きずっている先端生命科学専攻に比べると、その基本コンセプトがわかりやすいことは否めない。現在、先端生命科学専攻の進むべき方向を若手基幹教員が中心になって考えている最中である。

この際の一つの大きな柱は生命科学の情報科学化であり、これは、そもそもメディカル情報生命専攻を作るにあたって原動力となった方向性でもある。現代の生命科学は急速に情報科学と融合しつつあり、まず最初に、医学・薬学・工学系の分野で融合が起こっているととしても、早晚、それ以外の広い範囲の生命科学の分野にそれが波及すると考えている。

ただ、具体的にその青写真を描き、その動きを先取りしようとする、課題としてご指摘いただいた点を含め、種々の問題があり容易ではない。今後も「学融合」の伝統に乗っ取り、生命系のさらなる再編も視野に入れつつ、検討を進めていきたい。

## (2) 将来への取り組み

### 1) 評価された点

- 生命科学・医科学と情報科学・数理科学の融合した領域の人材育成は、医療関係の機関を始めとする多数の組織で必要とされており、喫緊の課題となっている。このような人材育成は、各分野の研究科・専攻の連携では不十分で融合領域での統合した教育が必要という視点は非常に重要と考える。このような視点から計画された次世代型ビッグデータバイオロジー研究教育基本構想には大変期待している。
- 先端生命科学専攻とメディカル情報生命専攻の2専攻に加えて、バイオイメーキングセンター、オーミクス情報センター、ファンクショナルプロテオミクスセンターの3つのセンターを設置しているのは、非常に充実した研究体制と考える。この充実した体制を活かして、国際的にさらなる競争力を持つ研究組織に発展していくことを願う。
- これまでのメディカル情報専攻で培った情報—生命の学融合を拡げる形での多次元ビッグデータ統合研究構想、次世代ビッグデータバイオロジー教育プログラム、そのための

2専攻の再編成という取り組みは評価できる。先に書いたように、2専攻の連携を強化する必要はあり、そのためにこの再編成は有効と考えられる。

- また、生命科学からのイノベーションを考える上で、知財に関する教育・研究は今後非常に重要であるが、この点ですでにバイオ知財コースが開講され、ユニークな成果をあげている点は高く評価できる。
- 数理・情報科学と生命科学の融合と人材育成に期待する。

## 2) 課題とされた点

- メディカル情報生命はさしあたりかなり異質な二つの専攻が合体した直後であり、その成果を云々する時期ではないが、この融合はゲノム解析方法の進歩により言ってみれば必然的に起こったものでもありある程度の成果は必ず期待出来ると考えられる。しかし、ゲノム科学と情報科学の融合は世界中で起こっていることであり、新領域創成科学がどの様に世界をリードできるかはよほどの努力と幸運が無い限り安心できるものでは無いだろう。独創的な研究を育てるよほどの努力をのぞむ。
- 先端生命科学専攻ではその意味であまり分かり易い専攻全体の取り組みは見えにくい。個々の研究者レベルの取り組みはおおいに成果を上げているとしても専攻としても取り組みが見えると更に良い。おそらく学生を集めるという点でもそのような取り組みがあると効果が出やすいのでは無いだろうか。
- 今後、生命科学全体にビッグデータを用いる流れができることを想定しての再編と考えられるが、恐らく対象が拡大すると（これまではゲノム情報が中心であったが）扱うデータ自体の性質（例えば画像データ）や解析手法も異なってくると思われ、そのための研究・教育体制（特に情報科学の面で）の強化が必要であろう。実現は困難な点も多いかと思うが、我が国の生命科学発展のためにぜひ実現させて欲しい。
- 「生命科学卓越大学院」構想は、文部科学省で構想されている卓越大学院プログラムに向けた構想としては、生命科学系の目的・目標を踏まえた、必然的なものであり、産業界との連携の具体化が望まれる。また、教育研究のグローバル化という課題も、より突っ込んだ検討が必要に思う。しかしながら、卓越大学院プログラムは5年一貫の博士人材養成のためのプログラムであり、修士人材の養成も含めた生命科学系の教育の将来像については、別途、検討する必要があると思う。
- 生命科学研究系は先端生命科学専攻とメディカル情報生命専攻で構成されるが、先端生命科学専攻の構成にもメディカル的な側面が入っており、両者の違いおよび2専攻であるべき必然性が必ずしも明瞭でない。もう少し整理が必要ではないか。
- ビッグデータバイオロジーという言葉は、目標を表す言葉としては違和感を覚える。もう少し良い言葉はないか？統合医科学？システム医科学？大学院の中で取得する科目としてビッグデータバイオロジーがあるのであれば理解はできる。
- 人工知能が得意とする領域になってくるので、もっと積極的な導入を考えられないか？次世代マスターサイエンティストとは具体的にどのようなことができる個人なのか？大型研究プロジェクトのコーディネーター養成のようにも見える。
- 情報生命科学専攻とメディカルゲノム専攻の合併だけに留まらず、先端生命科学専攻も

「情報科学」を共通基盤にしたかたちで多様な研究分野を統合する方向に向かうことを期待する。その意味で「多次元ビッグデータ統合研究」構想は、「卓越大学院」体制へ向けての取り組みに限定せず、今後が多いに期待できる構想と考えられる。また5年目を迎えた「寄付講座」の継続も期待する。

### 3) 今後の対応方針

生命科学の情報科学との融合は、ゲノム解析をテコに医学分野で先導的に進んでいる。生命科学研究系では、メディカル情報生命専攻を昨年発足させ、この融合を先導する研究体制を作るとともに、それを支え発展させることに資する人材の養成に、いち早く着手した。このような先例は諸外国を見てもまれであり、具体的にどのように教育課程を整備し、実効性のある人材養成プログラムを作り上げるには、少なくとも数年の試行錯誤期間が必要と考えている。今後とも、様々なご指摘・ご助言を賜りたい所以である。

このような生命科学の情報科学との融合は、ゲノム解析と医学分野に止まるものではなく、プロテオームをはじめとする様々なオーミクス解析やイメージングなどの情報科学的解析の発展を通じて、広い範囲の生命科学の分野で進むものと考えている。情報科学から考えても、知識発見やモデル構築に、AIなど、これまでの生命科学ではあまり一般的とは言えなかった手法が適用されるようになり、生命科学の飛躍的な進歩をもたらすと予想されている。

現在、先端生命科学専攻を中心に検討されている多次元ビッグデータ統合研究構想は、このような広い範囲での「学融合」を実現しようとするものであり、今回は卓越大学院構想と関連付けて説明したため、やや誤解を与えた部分もあるが、卓越大学院に止まらない教育・研究組織全体の問題と考え検討を行っている。

なお、将来はスモールサイエンスでもビッグデータに支えられ、それを利用して飛躍的に研究の効率を上げる時代が来ると考えられる。その時代のカギとなるのが情報科学を使いこなすことにある。生命科学を理解し情報科学を使いこなすことの出来る研究者を、次世代マスターサイエンティストと考えている。

## (3) その他

### 1) 評価された点

- 特に先端生命において国際化への取り組みが積極的に行われていることは一部の成果にも繋がっており大いに評価できる。更に教員の国際化、外国人教員の採用、外国人ポスドクの増員などをされると更に良いのでは無いただろうか？
- 我が国では、現在、大学院、特に博士課程への日本人の進学者が減少しており、今後は、外国人留学生の受け入れもさらに増加する傾向にあると思われる。そのため、留学生の選考方法、教育・研究の指導法に関して戦略・対策を立てておく必要がある。すでに浙江大学やリヨン大学という特定の大学との連携やインターンシップへの支援が行われているのは評価できる。さらに、他大学との連携を図るとともに、インターンシップ制度を有効に活かす方策も考えていただきたい。

## 2) 課題とされた点

- ・現在の制度上では、大学院組織の基本は研究科・専攻であり、新領域研究科における系は、どのように位置付けられるか説明が必要である。
- ・目標には、期間設定、実行プラン、達成度の評価基準などの明確化が必要になってくる。この点で今回提示された評価資料は、単純な資料集といった感じであり、客観的に評価するための基準をどこに置いて判断するのか困難さを感じる。達成度を客観的に評価することが可能な形に資料の整理をすることが必要に思われる。
- ・法人の中期目標との関係が記載されている方が理解しやすい。
- ・教員構成をみると助教の数が少ない。大学院教育と若手人材育成は連続しており、後継者育成の観点から懸念が感じられる。
- ・新領域研究科以外の研究機関との協力体制の今後の方向はどのように考えているかについてみえにくかった。国際的な展開を見据え、留学生の増加を図るために、留学生用宿舎の充実を進めている点は今後が期待できる。

## 3) 今後の対応方針

昨年度の新専攻発足、卓越大学院と関連した多次元ビッグデータ統合研究構想等の説明に力点を置きすぎ、大学・研究科における研究系位置づけ、中期目標や達成度の評価基準などの説明が、資料の中に埋もれ不十分であったことは反省したい。

助教の問題は現在の日本の大学に共通した問題であり、文科省も卓越研究員構想など対策を取り始めたところである。しかしながら、大学・研究科でも有効な解決策はなく、系としても対応を苦慮している。現在は、外部資金の導入を計り特任助教のポストを増やすなどが精一杯のところである。

国際化については、留学生の数もさることながら、その質の担保とその後のキャリアパスをどうするかなど、難しい問題も多いが、一步一步を積み重ねて、地道に対応していきたい。

## 2. 先端生命科学専攻

### (1) 目的と目標

#### 1) 評価された点

- ・理学、農学、薬学、医学にまたがる幅広い分野の教育研究を実施しているという点で大変特色のある専攻と考えられる。
- ・この専攻は、その名の通り、先端的かつ独創的な研究分野の創成を目指す。学生の多くは、異なるバックグラウンドを持って入学してくるが、これはむしろ分野横断的な新領域の創成にはポジティブに働いているようである。多数の基幹講座と学内外の連携、兼担講座によって構成されており、その研究対象とする生命現象は、実に幅広く多様である。普通は、これほど多様な研究室が存在する場合、全体としてはまとまりを欠くものだが、専攻内の共著論文も多いと聞いており、多様性の中にも統合的な取り組みが成されているようで、専攻の目的・目標に沿った活動が行われているようである。
- ・専攻が掲げる領域は時代の要請に沿ったものであり、人材養成と学融合的研究成果に大

いに期待をする。

- ・「DNA という共通言語」を用いて、異分野の研究者との対話の場を共有しようとする「生命現象の統合的理解」という高い志は良く理解できるが、11の基幹講座だけでも、対象、手法が多岐にわたり、まとまるのが難しそうに思える。しかし、それでも専攻内の研究室同士での共同研究が多く実施されていることは、今後に期待がもてる。

## 2) 課題とされた点

- ・先端生命科学専攻の目標が1、論理的に考える力、2、コミュニケーション能力、3、チャレンジする意欲であるとするれば、他の専攻、他の研究科、他の大学と差別化するという意味ではあまりにも漠然としていないだろうか？学融合、知の冒険を掲げ新しい学問を作り上げこれを担う新しい人材を育てると言うことがより具体的に目標として示されることが望ましい。ひいてはこの様な差別化が学生を引き寄せる、ポスドクを引き寄せる力になるのでは無いだろうか？
- ・「これまで多くの専門分野に分かれ、相互交流も少ないままに、それぞれ独自の研究領域を開拓してきた生命科学の研究者が、「DNA という共通言語」を用いて、異分野の研究者との対話の場を共有しようとする時代となった。さらに基礎研究分野での新しい発見が、人類の福祉と生命共存系の繁栄に貢献する応用研究の発展や技術開発に直結することも明らかになってきた」という基本認識は重要である。この認識を踏まえて、どのような研究目標・人材養成目標が掲げられているか、必ずしも明確な説明がなかったように思う。
- ・本専攻においてもメディカルの領域を持っており、メディカル情報生命専攻との間の重なるの必要性、必然性が明確ではない。

## 3) 今後の対応方針

本専攻の目標である、「様々なバックグラウンドを持つ研究者が1つの専攻内で教育研究を行うことにより学融合を醸成し新しい研究分野の創出に繋げる」、という点をほぼすべての委員に高く評価して頂くことができた。また、その実践も研究面では順調に進行しているとの評価を頂いたことで、現在の目標を継続し、さらなる努力を行っていくことにしたい。

一方で、教育の面においても、この「新しい研究分野の創出」を担う人材を育てるということを具体的に目標として示すことが重要であり、現在掲げている3つの目標は漠然としすぎているというご意見を頂いた。この点については、専攻の修了生が必ずしも研究者となるわけではなく、銀行や商社などの事務系の仕事を含む多様な業種に就くことを考慮すると、教育目標を明確なものに限定することが困難となる。しかし、今後は、研究者を目指す学生およびそれ以外の学生のそれぞれに対する内容を考えるなどして、より明確な目標設定を行うようにしたい。

尚、本専攻はメディカルの領域を持っており、メディカル情報生命との重複の必要性、必然性が明確ではない、とのご意見を頂いたが、本専攻の中で十分な多様性を確保するためにはメディカル領域の分野を外すべきではなく、今後その多様性を確保するための必要性について十分な説明を行っていききたい。

## (2) 教育活動

### 1) 評価された点

- ・幅広い研究分野をカバーしているため、学生が入学後に研究分野を決められる制度があるのは、教育面で有用であると思われる。
- ・諸般の事情による受験生の減少に対して、国際化を軸に努力され一定の成果が出ているのは評価できる。国際化を軸に単に学生の確保を越えた特徴ある専攻に作り上げられることをのぞむ。また、上にも述べたが自らを自ずから特徴付けるような訴えやすい、あるいは見えやすい目標があると更に良い。
- ・この専攻では、受験時にすでに志望分野を決めている場合と、修士課程に入学後、一定の期間（講義や研究室訪問）を経た後に、研究分野を決定することも可能である。これは、自分の興味とよりよく合致する研究分野を選択すると言う意味で、配属後の研究生生活には非常に重要で、実際に入学後配属の学生には優秀な人が多いという事実からも裏付けられている。加えて、修士教育のカリキュラムも、論理、コミュニケーション、意欲という3つの能力育成の取り組みや、英語の講義のみで修士号を取ることが可能な体制や海外大学との連携実績等、教育面での様々な工夫が見てとれる。今後はさらに外国人留学生への対応（コミュニケーション、研究指導）や、分野横断的な思考法の育成などに関しても取り組んでいただきたい。
- ・「論理的に考える力」「コミュニケーション能力」「チャレンジする意欲」の習得を実現するため、特色ある講義・演習を実施しているという点は評価できる。
- ・修士課程においては、教育の力点を置くところを明確にし、講義と演習のバランスをとりながら人材育成をしている。また、卒業生の就職状況から見て、人材育成の成果を収めていると言える。
- ・修士入学の際に、入学後配属を含めた2つの研究分野の決め方を採用していることは、多様な学生を受け入れるためには良い制度だと思う。現代のように情報が氾濫しているような時代でも、学生が描くイメージと現実の研究分野との乖離は大きいので、入学後に改めて配属を決めるやり方は学生にとって親切的な制度だと思う。浙江大学やリヨン大学との連携は有望な取り組みと考えられる。

### 2) 課題とされた点

- ・学生数、特に博士課程の学生数が少ないのが気がりである。
- ・上記の専攻の理念に基づいて、先端生命科学専攻ならではの共通知識・能力をどのように教育しているのかという点の説明がなかったように思う。なお、「入試後配属」の意義が強調されていたが、大学院教育の実質化という流れの中では、それが当然であり、違和感を感じた。また、修了者の進路状況についての説明がなかったのも残念である。
- ・教育の成果目標をもう少し明確にする必要がある。卒業生は他の大学院修了者と比べて何ができるのか特徴づけ、その基準の評価方法を明示してほしい。
- ・博士課程への進学率の低さには努力すべき点が残る。専攻内で博士課程に進学することで得られるメリットが明確ではないのであろう。また、博士課程修了者の需要をアカデミアや社会でどのように創成するのも課題になるだろう。

- ・国際化にも積極的に取り組んでいる。しかし、留学生のリクルートにはもう一工夫が必要そうだ。
- ・入学者数が少ないのは現在の大学全般の趨勢ではあるが、さらなる原因の究明と対策が求められる。外国人留学生として国費留学生の受け入れはどの程度あるのか。

### 3) 今後の対応方針

入学後配属制度、および英語教育の充実と海外の大学との連携による国際化への取り組みを高く評価して頂いた。今後も現在の入学制度を維持し、また国際化への努力を続けていきたい。

一方で、博士課程への進学者数が少ないことへの懸念があった。その原因として、博士課程に進学することで得られるメリットが明確ではないとのご指摘を頂いた。また、原因については更なる究明が必要とのご意見もあった。ご指摘頂いたように、今後は修士課程修了後、博士課程に進学しない学生にアンケートを取るなどして原因究明に努めその対策を考えて行きたい。ただし、これまでも博士課程進学率あるいは外部からの博士課程入学者を増やすために奨学金を用意するなどのインセンティブについて検討してきているが、財政上の問題からそれは難しいとの結論が出ている。したがって、今後制度化が予想される卓越大学院などへの応募を通して財源の確保に努める予定である。

また、教育の成果目標が明確でないとのご指摘を頂いた。この点に関しては、今後大学評価に用いられる KPI とも関連して、明確な目標を定めていく予定である。

## (3) 研究活動

### 1) 評価された点

- ・理学、農学、薬学、医学にまたがる広範囲の研究分野で非常にアクティブに研究を展開されていると思う。また、バイオイメージングセンターを設置し、研究基盤を共有化しているのは先端的なイメージング装置のノウハウを共有する上で重要と思う。
- ・非常に多様な、かつ独創性の高い研究が行われている。論文発表に関しても、高いレベルでの発表実績がある。研究対象も分子、細胞、個体から生態系、また工学や生物進化など、まことに多岐に渡っている。しかし、専攻内の共著論文も多く、専攻内の連携が奏功しているようである。その秘訣は、との質問には、学生は入学時より他研究室との交流が盛んで、教員はすべての学生のことをよく認識しているため、垣根を越えた共同研究が実施しやすい下地があるとのことであった。ぜひ、このやり方は維持して欲しい。その中から、大矢教授のお仕事のように、ゲノムを基礎として、実験科学と情報科学を見事に融合させた研究をさらに生み出して欲しい。
- ・それぞれのグループは高い研究成果を上げており、社会的な評価も高いことが報道での取り上げや招待講演などの多さに現れている。
- ・基幹講座それぞれがレベルの高い研究を進めており、成果も優れている。前述のように専攻内の研究室同士で 12 報の共同研究が行われたことも専攻の目的と良く合致している。

## 2) 課題とされた点

- ・オーミクス情報センターやファンクショナルプロテオミクスセンター等を通じて、専攻内の研究の連携をより一層充実できるとさらに良いと思われる。
- ・個々の研究者は各独創的研究で成果を上げている。研究科全体としての学融合・知の冒険を目標にした取り組みが見える形になるともっと良い。情報系との早期からの共同研究、融合研究などは評価できるが、先端生命では他にないこれこれがある、何々をやるなら先端生命に行くという特徴がでるともっと良い。
- ・全ての教員が活発な研究活動を行っているとは評価できる。その研究レベルが国際的にどのような位置にあるのか、論文掲載誌のIF、論文の引用度指数等の客観的な指標に基づく評価が欲しかった。
- ・どの分野でも先端的研究では異分野との共同研究をすることに積極的であるので、本専攻の特色を出すというのは困難なのかもしれない。発表論文における共同研究の割合などを数値化できると、本専攻の研究者の学融合に対する意識の高さを表せるのかもしれない。

## 3) 今後の対応方針

各教員がすぐれた研究成果を出しており、さらに専攻内で順調に共同研究が行われている点などを高く評価して頂けた。今後は、これらの高く評価して頂いた研究成果について、論文の引用度数などを用いてより明確に表現すること、そして研究科全体としての学融合・知の冒険を目標にした取り組みとの関連が見える形にするように努力したい。

## (4) 将来への取り組み

### 1) 評価された点

- ・将来への取り組みで掲げられている教育の博士課程学生の増加は、奨学金の充実などは重要としても、博士課程に行く学生を入学させることは別の努力として必要では無いだろうか。その一環として外国人の増加は、一般にアジアから来る大学院生は多く博士課程に進学するため研究力を上げ、博士課程に行くのが普通であると言う専攻の特徴を作る上でも有効かも知れない。ただ学生の指導には相当の努力が必要とされるかも知れない。研究の取り組みで掲げられている新領域の創出は、あまりにも漠然としている。より具体化するような工夫が必要と思われる。
- ・教育面では、論理、コミュニケーション能力、意欲の育成という現在の方針をさらに継続、充実するべきで、この方向性は正しい。これに英語による発表や討論に関する能力育成を加えていく必要がある。サイエンスはボーダーレスの世界であり、他のアジア諸国の学生も苦もなく英語を操る場合が多く、日本人学生がその資質、能力を最大限発揮するためにも、英語能力を高める必要がある。大学院以前にも当然そのような訓練は成されるべきであるが、研究の現場である大学院でもやはりその場所に則した訓練が必要となるだろう。また、専攻の将来として、ビッグデータを活用した新しい生命科学の創成という計画があるが、これについても、数値データの取り扱いの基礎について、入学当初より教育・指導を行うことが求められるべきであろう。

## 2) 課題とされた点

- ・専攻の学生数、特に博士課程の学生数が少ないのが気がかりである。英語での教育カリキュラムの設定や経済的支援の充実などの施策は既にされており、また、他大学・他専攻でも共通する課題ではあるが、この専攻独自の特色のある教育と研究を発展することで学生数の増加につなげて頂ければと思う。
- ・博士後期課程学生の確保に加えて、前期課程学生の確保も重要な課題であろう。そのためには、専攻として、学生にどのような教育を行い、どこに送り出すか、他大学・他専攻とは異なる独自性のある戦略を打ち出し、受験生・受け入れ先にアピールしていくことが必要ではないか。関連して、国際化も重要な課題である。率直に言って、留学生が少ないことに驚いた。やはり、東南アジア等との連携を長期的に考えていく必要があると思う。
- ・卓越大学院構想、国際化、博士課程のカリキュラム見直しなど意欲的であることは評価できる。一方で、目標設定との関係でもう少し明快さがほしい。
- ・学生数を増やすための努力は引き続き重要であり、そのためにも卒業した学生の進路についての追跡調査と、それに基づいた将来展望への情報提供は進学しようとする学生にとって有用であり、希望者の増加に寄与すると思われる。研究活動においても「情報科学」を共通基盤にしたかたちで多様な研究分野を統合する方向へ発展は必須と考えられる。

## 3) 今後の対応方針

専攻の将来として、ビッグデータを活用した新しい生命科学の創成という計画を説明したが、これについては今後、情報科学を共通基盤として多様な研究分野を統合する方向へ発展することが必須とのご意見を頂いた。そこで、今後は分野の再編成なども見据えた研究体制の見直しを行っていきたいと考えている。

教育面に関しては、現在の方針を継続するのは、良い方向性であるとのことをご意見を頂いた。ただし、未だアジアからの留学生が多いとはいえ、また、英語教育もさらなる強化の余地があるとのことご意見もあった。これらの点に関しては、今後、中国だけでなく、インド、ベトナム、タイなど様々なアジアの大学との連携を深めていく努力を行いたい。また、現在は選択必修となっている英語力強化のカリキュラムを必修化するなども含めて今後の検討を行っていきたい。

また、専攻としてビッグデータを活用した研究を進める方針であるならば、学生に対しても数値データの取り扱いの基礎についての教育を入学当初から行う必要があるのではないかとのご助言を頂いた。この点については、卓越大学院への申請の際に行う教育システム構築の際に、最重要課題の1つとして取り入れるべきことであると考えられる。

博士課程の学生を増やすことについての取り組みが十分でないとのことをご意見を頂いた。この点は、教育の項でもご指摘を受けたが、博士課程への進学者数が少ないことの原因究明、そして博士課程進学へのインセンティブの創出などにより解決策を模索したい。

## (5) その他

### 1) 課題とされた点

- ・ 柏キャンパス全体のキーワードとして、学融合があるが、この専攻と同キャンパスの他専攻、あるいは他キャンパスとの連携や共同研究に関しては、具体的にはどのようなものがあるのか、についての説明も聞いてみたい。
- ・ 全体として、研究室での教育を中心とする、ある意味では古い体制ではないのかという印象を受けた。
- ・ 目標に対する達成の評価基準を明確にしてほしい。自己評価資料に評価の観点や基準が明示してないので、わかりにくい資料となっている。

### 2) 今後の対応方針

学融合について、他専攻、他キャンパスとの連携について今後具体的に示せるよう準備を行いたい。また、KPIを用いての明確な目標到達指標の作成を行う予定である。

## 3. メディカル情報生命専攻

### (1) 目的と目標

#### 1) 評価された点

- ・ パーソナルゲノム解析の進展で、医科学分野でのデータ量が爆発的に増大している状況で、情報生命科学専攻とメディカルゲノム専攻が融合して新しい専攻が発足したのは大変意義がある。
- ・ メディカル情報生命専攻では、かなり具体的人物像を想起させる目標となっている。あるいは其れが学生を引きつけるような特徴となっている可能性もある。メディカル情報生命は説明しやすい特徴を打ち出しているが、あまりにわかりやすさを追い求めるあまり、大学としての当然持つべき知の集積、学への畏れが失われないようにすることは言うまでも無い。
- ・ 本専攻は、医科学の世界的動向と我が国の状況を鑑み、医科学と情報科学を融合させ、ビッグデータ解析の医科学への応用、トランスレーション研究を担う人材育成のために、従来の情報生命科学専攻とメディカルゲノム専攻の2つを統合させ、平成27年に発足した。これは、まさに科学コミュニティ、日本社会が必要とする人材育成の方向性にマッチしたものであり、また日本初の試みとして高く評価できるものである。まだスタートしたばかりでその効果を計るには時期尚早であるが、実際に入学者全員が臨床実習とプログラミング実習を行うなど、意欲的な教育が実施されており、今後が期待される。また、ライフイノベーションにつなげるトランスレーション研究・活動には、知財面の知識が必要であり、そのためのバイオイノベーション関連の講座が設置されているのも特筆に値する。
- ・ 医科学と情報科学の両方の知識を有する人材育成を目指した、情報生命科学専攻とメディカルゲノム専攻の統合は、現在、社会的に要請されている課題であり、意欲的である。
- ・ 新専攻で、これまでのメディカルゲノム専攻と情報生命専攻を統合し、ダブルメジャー教育を掲げたのは評価できる。

- ・情報生命科学専攻とメディカルゲノム専攻の学融合によって、医科学と情報科学の両方の教育を目指す我が国初の専攻の発足は、世界的な潮流を見据えた必然の動きであり、この専攻の画期的な成功を期待する。

## 2) 課題とされた点

- ・ダブルメジャーの目標達成度をどう評価するかは、もう少し具体的に明示してほしい。先端生命科学専攻のメディカル教育部分と重なりがあるが、受験生や外部に対して十分わかるような整理と発信が必要であろう。

## 3) 今後の対応方針

ダブルメジャーの目標達成度をどう評価するかは、最終的にはダブルメジャーを選択修了した学生数やその進路などで行われるものと考え。ただその当面の目標については、ダブルメジャーの運営とも密接に関係し、現在、専攻内で議論されているところであり、明示することが出来なかった。例えば、修士課程と博士課程におけるダブルメジャーの割合といったことについても議論が収斂していない。今後数年の経験を踏まえて議論を収斂させ、より詳しい明確な目標とその達成度評価の基準を示していきたい。

## (2) 教育活動

### 1) 評価された点

- ・医科学と情報科学の両研究分野を融合した専攻ということを活かして、一方の分野に偏らないダブルメジャー教育を実現しているということは、今後のこの分野の発展を図る上で非常に意義がある。融合領域の人材養成では、今までにない新たな人材を育成していくということから、キャリアパスがどうなるのかがしばしば問われるが、専攻としてキャリアパスを見据えた学生サポートと、Carrier Design Workshop の開催などに取り組んでいることは特筆すべきことである。
- ・WET と DRY を融合したかのような教育の試みは大いに期待出来る。しかし、一方で中途半端になる可能性もあり今後の進展を見守りたい。あるいは期待以上の面白い結果が出るのでは無いかという期待は大いに持っている。優れた素材を入学させ大いに挑戦されることを期待する。
- ・本専攻では、医科学と情報科学の融合を目指し、そのためのダブルメジャー教育体制（正副指導教員制）を作り、ノンメディカル、あるいは情報系のトレーニングを受けていない学生に対して、そのレベルに合わせ、きめ細かい教育を実施する。これには、実際は非常に難しい点が多々あると予想されるが、どのような戦略、体制で臨むのか、どのような人材が育成されるのか、今後の成果を注視していきたい。大変意欲的かつ重要な試みであり、その成功を願ってやまない。
- ・非情報系学生を対象にしたプログラミング演習、ノンメディカルな学生を対象にした医療体験カリキュラムは、意欲的な教育プログラムとして高く評価できる。
- ・修士課程も博士課程も多くの学生を教育し、送り出せている。卒業生は希望の進路に進めているので大きな教育の成果を上げていると言える。バイオ知財コース、病院実習は特色のあるプログラムであり、学生の評価も高い。

- ・当面はダブルメジャーの教育体制の困難さが際だつと思うが、生物学や医学に興味を持って進学した学生が、必ずしも数理科学に興味がないわけではないと思うので、若い柔軟な頭脳に望みを託して、困難な作業が成功し、有為な人材が輩出されることを確信する。

## 2) 課題とされた点

- ・入試に関しても、グローバル化促進のため外国人向け入試を実施する、とあるが、どのような内容の入試なのかについて、さらに知りたいと感じた。通常は、外国人向けの入試は、それぞれの国での成績とインタビューによるが、それ以上の工夫があるのだろうか（通常の試験では、なかなか学生の実力を測るのが難しいと感じている）。
- ・教育科目群の内、何が必須であり、専攻としてどのような知識・能力を育成しようとしているか、必ずしも明確に伝わってこなかった。何れにしても、ダブルメジャー教育の実現は幾つかの大学で試行錯誤が行なわれている課題であり、人材育成結果の自己評価が重要になるであろう。
- ・ダブルメジャーによって、例えば修士課程修了時にどのような能力の取得を目指すのか項目および評価方法を明示できるとわかりやすい。博士課程教育では、メディカルと情報生命を融合した特色がどのように生かされるのかわかりにくい。

## 3) 今後の対応方針

入試については、国内の学生と同じ水準の学生を海外から集めることに腐心しており、そのため専門科目については英文化した問題を出題し、同時に面接により実力を評価している。海外からの受験者については、米国で実施されているように GRE スコアを使うべきかどうか、今後慎重に議論したい。一方、語学については TOEFL, TOEIC スコアを使った受験を既に実施している。

### (3) 研究活動

#### 1) 評価された点

- ・専攻が強みとする情報科学と医科学の基盤的な技術（例えば、ビッグデータ解析、機械学習、シーケンシングおよびそのデータ解析、遺伝学・分子生物学的解析など）を融合・発展させて、ゲノム解析やオミックス解析で大きな研究成果をあげている点は高く評価できます。コアファシリティとして、バイオイメージングセンター、ファンクショナルプロテオミクスセンター、オーミックス情報センターの3センターを設置しているのは、研究基盤の充実と研究ノウハウの共有化に大きく貢献していると思います。
- ・これまでの研究活動でメディカルゲノム、情報科学ともそれなりの成果を上げている。特にいち早く次世代シーケンサーを取り入れた試みは成果を上げているが、この単純な延長上に将来があるとは思えない。情報科学とどの様な Synergy を見せるか大いに期待している。
- ・研究活動に関しては、主に先端的なゲノム科学を推進するメディカルサイエンス群と情報学的データ解析に重きを置く情報生命科学群（必ずしも、2つは明確に区別されるものではないが）によって、医科学を中心としたゲノム生物学が強力に推進されている。

実際、この分野の研究者が、これほどの密度で結集している研究機関は国内には存在せず、今後もこの分野の我が国の中心として、教育と研究のバランスをとりながら、さらに発展していくことを強く望んでいる。

- ・研究グループはそれぞれの分野で高いレベルの研究活動ができており、外部資金の獲得も良い。
- ・詳細については理解ができていないが、レベルの高い研究が進められていると思われる。見学させてもらった「Development and Applications of Genome Technology」の研究室は素晴らしく、鈴木先生の熱意にも感銘を受け、今後の展開を心強く感じた。

## 2) 課題とされた点

- ・全ての教員が活発な研究活動を行っているとは評価できる。その研究レベルが国際的にどのような位置にあるのか、論文掲載誌のIF、論文の引用度指数等の客観的な指標に基づく評価が欲しかった。
- ・評価期間内にあったブレイクスルーなどがピックアップされていると活動レベルの高さがわかりやすい。

## 3) 今後の対応方針

各教員がどのような雑誌に掲載しているかについてはリスト化した。論文掲載誌のインパクトファクターは経時的に変化するため不安定であるため、今回はリスト化しなかった。ただしNature, Science, Cell等については各教員の資料に盛り込んでおり、研究レベルの高さは理解していただけなのではないかと考えている。また、論文の価値を客観的に評価する指標の1つとして、論文発表後5～10年程度経過した時点での引用回数は有用と考え、次回以降の自己評価の中で盛り込みたい。ブレイクスルーについては、5年程度経過して評価が定まった時点での研究成果を、今回の資料の中では強調しており、次回以降も継続したい。

## (4) 将来への取り組み

### 1) 評価された点

- ・メディカル情報生命はさしあたりかなり異質な二つの専攻が合体した直後であり、その成果を云々する時期ではないが、この融合はゲノム解析方法の進歩により言ってみれば必然的に起こったものでもありある程度の成果は必ず期待出来る。しかし、ゲノム科学と情報科学の融合は世界中で起こっていることであり、新領域創成科学がどの様に世界をリードできるかはよほどの努力と幸運が無い限り安心できるものでは無いだろう。どの様に独創的な学を育てていくのか、その結果どれだけの人材を輩出するのは5年10年単位で評価されるべきものであろう。大いに楽しみでもある。
- ・新専攻への改組そのものが、将来への取り組みと言える。今後、教育成果を検証しつつ、人材育成目標の実現に向けて、持続的な改善を期待したい。
- ・2専攻の合併から、より融合された領域での卓越大学院構想は積極的で評価できる。

### 2) 課題とされた点

- ・現在の生命科学系にある2つの専攻は、将来、医科学のみではなく、生命科学全般にお

いて、ビッグデータの取得、そこからのデータマイニングを行う研究・教育を中心とした新しい専攻に統合・再編される可能性があるというが、その場合、本専攻の役割はさらに重大なものとなると予想される。そのための教育・研究体制の拡充が強く望まれる。さらに負担を増すように恐縮だが、バイオインフォマティクス技術を習得したい研究者・学生は多いのに対し、それを教える技量を持つ教育者・研究者は少ない。学外の人間にも開かれた研修やトレーニングコースなどを開催することはできないだろうか。その際は、学生に教えるというよりは、ある程度のレベルの研究者を集めて訓練し、その人たちにそれぞれの機関で「宣教」してもらえればより効率的ではないか。

### 3) 今後の対応方針

予算的な問題から、本専攻独自の形での「宣教」は中々難しい状況にある。しかしながら、本専攻の教員の多くは、日本を代表するバイオインフォマティクス研究者でもあり、多数の文科省の研究プログラムに参加している。現在、文科省の方針で次世代の生物も情報もわかる研究者の育成が謳われており、それらのプログラムでは講習会等通じたポストレベルの研究者の訓練を行っている。当面は、そのようなプログラムの講習会において、本専攻での経験をもとにした教育プログラムを実施できればと考えている。

## (5) その他

### 2) 課題とされた点

- ・本専攻には13の基幹講座と28の協力講座、7つの連携講座が存在する。これだけ多くの協力講座、連携講座を持つことの意義、メリット、デメリット等についても、自己点検をしてみる必要があるのではないか。
- ・前期、後期課程とも、定員に対して現員が過剰になっているようであるが、大学院生の確保という点では好ましいとは言え、教育課程としては問題になる可能性があり、何らかの対処が必要ではないか。また、教育・研究のグローバル化という点について、積極的な戦略を持つことが必要に思う。
- ・研究者養成を目標の一つにしているはずであるが、研究組織に若手研究者育成プランがないという点は連続性の観点から気になる。また、助教クラスのポスト獲得も重要である。恐らくは卓越大学院構想の中に組み込まれるのだと期待する。
- ・目標に対する達成の評価基準を明確にしてほしい。自己評価資料に評価の観点が明示してないので、わかりにくい資料となっている。

### 3) 今後の対応方針

達成度の評価については数量化していなかったため、理解しづらい面もあったことは否めない。特に今回の自己点検では、メディカルゲノムと情報生命科学の2つの専攻を融合して、そのシナジーにより新しい研究教育体制をつくったことの重要性を中心に説明したことが、定量化に馴染まなかったと考えられる。専攻合併を達成した今後は、論文数、論文のインパクト、教育プログラム履修者の増加、卒業生の社会での活躍等を適切に数量化して、自己点検の評価指標を明確にしたい。

#### 4. バイオイメージングセンター

##### 1) 評価された点

- ・生体を観察するための顕微鏡技術とそこから得られるデータの解析技術は、現在大変な勢いで発展しており、これらの技術の教育や利用促進が行えるセンターの存在は今後ますます重要になってくると考える。
- ・本センターでは、生命科学と情報科学の先駆的融合が計られ大きな成果を上げてきている。更に基盤系の研究者や材料工学の研究者を巻き込み全く新しい技術、可視化の方法が出てくると更に良い。
- ・3つのセンターについては、詳しい説明はなかったが、資料によると、本バイオイメージングセンターは、分子イメージング、細胞イメージング、個体・組織イメージング、数理イメージングの4分野によって構成されるという意欲的かつ網羅的なものと思われる。実質的な体制は、専任教員1名と5つの専攻より13名の教員がセンターに所属している形となっている。学内外との連携研究による成果論文も多く、先端的な成果が発表されている。バイオイメージングは進展も速く、また画像解析、画像からのデータマイニングなど技術的に克服すべき問題も多い。今後ますます生命科学分野において重要となってくる分野であり、共同利用施設の枠を越えて、さらに先端的な研究・教育を目指すのか、今後の方向を見守りたい。
- ・イメージングは生命科学の推進には必須技術ではあるが、高額の最先端機器群を必要とする分野であり、集中的な資金投入と専門家を必要とするために、センター化して運営することは合理的である。

##### 2) 課題とされた点

- ・活動、成果の外部への発信を強化し、アピールしていくことが重要では。
- ・全体的には利用面での成果が強調されているが、異分野融合拠点としてはその特徴を生かした開発の成果にも期待する。開発分野での成功はセンター機能を維持し、有用な人材を育成する観点でも重要である。

##### 3) 今後の対応方針

イメージングは今後も生命科学分野で重要となってくる技術分野であり、そのためのセンターを設立し、その運営に注力している点を評価して頂いた。

今後はご指摘頂いた点である、機器あるいは技術の開発をメーカーとの共同研究などを通して推し進めたい。また、外部への発信についてはホームページのさらなる充実、およびセミナーやシンポジウムの開催を増やすことなどを行いたい。

#### 5. ファンクショナルプロテオミクスセンター

##### 1) 評価された点

- ・プロテオミクスの研究は創薬等で重要な研究分野であり、このための基盤的な研究センターは教育研究への支援だけでなく、機器メーカー、製薬企業などと連携を図る上でも重要である。
- ・このセンターは、アカデミア創薬の基盤を形成する目的で創設され、富士フイルムから

の寄付講座として、5年間の支援を受け稼働している。実際にラボを見学させていただいたが、高価な機器が多数導入され、それらが有効に活用されていることを確認させていただいた。富士フィルムからの支援は、今年度で終了とのことだが、共同研究での成果もあがりつつある、とのことなので、この施設の運営が継続されることを期待したい。

- ・生命科学にとっては必要とされるプロテオミクス機能を集約したセンターとして重要である。共同研究の推進、教育に寄与している点も評価できる。

## 2) 課題とされた点

- ・活動、成果の外部への発信を強化し、アピールしていくことが重要では。
- ・学内外の異分野融合を推進する拠点としてアカデミアおよび企業からの支持を得て発展するためには、センターとして外部に共同研究あるいは受託で提供できる技術をメニュー化して提供してほしい。

## 3) 今後の対応方針

各センター共通の問題であるが、外部に対する発信が不十分であることは否定できない。特にHPの充実が喫緊の課題であるが、センター独自の予算、センター独自のスタッフの充実が計れていないことも、この課題の背景にある。本センターに関しては、寄付講座終了後の運営資金の調達を通じて本課題に対応していきたい。

# 6. オーミクス情報センター

## 1) 評価された点

- ・ゲノム解析を始めとして、トランスクリプトーム解析、エピゲノム解析およびそのためのデータ解析などを専門に行う基盤的なセンターの活動は、生命科学系の教育研究の発展に大きく貢献していると考えられる。生命科学研究系の2専攻のみならず、日本のゲノム解析の支援にも大変貢献している。
- ・この施設についても、見学時、丁寧な説明をしていただいた。このセンターは先端的ゲノム解析技術の確立と普及、学内外からの依頼に応えるゲノム解析支援等を行う施設と思われるが、ゲノム解析技術は日進月歩であり、それらをいち早く取り入れ、実用化している力量には感銘を受けた。特に、長鎖DNAの解析や1細胞レベルの解析を可能とする新技術についても、国内ではおそらく最先端レベルにある。単なる共同利用施設ではなく、ゲノム解析を元とした教育、研究、イノベーションの核となるセンターであり、今後の益々の発展を期待したい。
- ・当該センターもオミクス情報の取得と解析の機能を集約化したセンターとして期待できる。

## 2) 課題とされた点

- ・解析支援については、学外からの依頼も受け付けているが、ホームページには旧来の機器の紹介や経費の情報しか見当たらなかったため、現有設備に則した形に更新していただくと大変有り難い。
- ・活動、成果の外部への発信を強化し、アピールしていくことが重要では。
- ・異分野融合を進めるための当該センターの機能をメニュー化して発信する積極性がほしい。

い。

### 3) 今後の対応方針

ホームページからの情報発信は不十分な面があることは否めない。現実には文部科学省のゲノム支援活動等から多数の支援依頼があり、センターの活動は活発である。そのためホームページからの支援依頼に頼っていないことが原因である。今後、ホームページからの支援受付をするかどうか検討したい。



# 環境学研究系専門評価委員会 報告書

平成 28 年 10 月 31 日

## 専門評価の実施にあたって

大学院新領域創成科学研究科では、教育および研究の現状を自己点検評価し、運営を含めたその改善と新たな方向性を検討するために自己点検・外部評価を定期的に行っています。平成22年11月開催の前の外部評価委員会から約6年が経過しましたが、その後の研究科の研究教育活動の点検評価のために、本年12月14日に同研究科外部評価委員会を行う予定であります。研究科を構成する3つの研究系（基盤科学研究系、生命科学研究系、環境学研究系）では、外部評価委員会に先立ち、それぞれの研究系において、専門的な見地からの評価を行うための専門評価委員会を組織し、教育研究活動等に対する評価を実施することとしております。環境学研究系は、6専攻と1プログラムから構成されますが、各専攻よりご推薦頂いた方々を含む8名の方々に専門委員にご就任頂き、専門評価委員会を組織し、平成28年7月14日（木）に柏キャンパス環境棟において同委員会を開催いたしました。

同委員会では、まず系長から、環境学研究系の経緯、目的と目標について説明させて頂いた後に、各専攻長、プログラム長より、それぞれの目的と目標、特徴的な教育および研究活動について説明頂き、最後に系長より将来に向けた取り組み等について説明をさせて頂きました。配布資料を使用した説明に対して、各専門評価委員の方々から活発かつ的確なご質問、ご意見を頂きました。限られた時間ではありましたが、当研究系の課題のご指摘や今後の方向性のご示唆を含む質疑応答の時間を取り、評価意見を後日に送付頂くこととして、閉会いたしました。各専門評価委員から頂いたご意見は、下記の構成により本報告書にて取りまとめ、研究系内の教員間で共有するとともに、各節の末尾にご意見に基づく今後の対応や考え方を整理しております。

### I. 環境学研究系（全体）

1. 研究科・研究系の目的と目標
2. 教育活動
3. 研究・社会連携活動

### II. 専攻ごとの活動（各専攻・プログラムに対するご意見）

1. 自然環境学専攻
2. 海洋技術環境学専攻
3. 環境システム学専攻
4. 人間環境学専攻
5. 社会文化環境学専攻
6. 国際協力学専攻
7. サステナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラム  
(GPSS-GLI)
8. 全専攻を通じて

### III. 将来への取り組み

専門評価委員の方々より頂いた貴重なご意見やご指摘を踏まえ、改善や新たな取り組みに活かしていくために、継続的な検討と実践を進めていく所存であります。

末筆ながら、ご多忙の中、専門評価委員をお引き受け頂き、貴重なご意見を頂いた委員の方々に心より厚く御礼申し上げます。

平成 28 年 10 月  
環境学研究系長 出口 敦

東京大学大学院新領域創成科学研究科・外部評価  
環境学研究系 専門評価委員会

日 時： 平成 28 年 7 月 14 日（木）12:30 ～ 17:00（見学・昼食を含む）

会 場： 東京大学柏キャンパス環境棟 6 階会議室（629 号室）

専門評価委員会委員

（敬称略）

- 西田 睦（琉球大学 副学長）  
茂里 一紘（元・海上技術安全研究所 理事長）  
岡田 光正（放送大学 教授・教育支援センター長）  
板生 清（特定非営利活動法人 ウェアラブル環境情報ネット推進機構 理事長）  
久留島 浩（国立歴史民俗博物館 館長）  
大沢 真理（東京大学社会科学研究所 所長）  
磯部 雅彦（高知工科大学 学長）  
大和 裕幸（海上・港湾・航空技術研究所 理事長）

新領域創成科学研究科・環境学研究系出席者

環境学研究系

- 出口 敦（環境学研究系系長）  
小島 茂明（自然環境学専攻長）  
早稲田卓爾（海洋技術環境学専攻長）  
吉田 好邦（環境システム学専攻長）  
奥田 洋司（人間環境学専攻長）  
岡部 明子（社会文化環境学専攻長）  
堀田 昌英（国際協力学専攻長）  
奥田 洋司（人間環境学専攻長）  
岡部 明子（社会文化環境学専攻長）  
佐藤 徹（前・環境学研究系長・進行担当）

オブザーバー

- 味埜 俊（新領域創成科学研究科長）  
三谷 啓志（新領域創成科学研究科 副研究科長）

記 録

- 大島 耕平（環境学研究系助教）

## 専門評価委員会次第

平成 28 年 7 月 14 日 (木)

12:30 集合 (環境棟 6 階会議室 (629 号室))

12:30 見学 (見学対象施設を 7 階～地下に順次移動しながら見学)

- |               |                           |           |
|---------------|---------------------------|-----------|
| (1) 国際協力環境学専攻 | : 活動パネル展示                 | 7 階ラウンジ   |
| (2) 自然環境学専攻   | : 音響スタジオ (齊藤研)            | 567 号室    |
| (3) 環境システム学専攻 | : 化学工学実験室 (大友研)           | 419 号室    |
| (4) 海洋技術環境学専攻 | : 実験水槽                    | 172 実験室   |
| (5) 人間環境学専攻   | : 健康スポーツ科学研究室             | 地下 024 室  |
| (6) 人間環境学専攻   | : Driving Simulator (鎌田研) | 地下 020 室  |
| (7) 社会文化環境学専攻 | : 無響室 (佐久間研)              | 地下 003 号室 |

13:15 昼食 (環境棟 6 階会議室 (629 号室))

14:00 専門評価委員会開会 (環境棟 6 階会議室 (629 号室))

14:00 挨拶  
出口敦 環境学研究系系長  
味埜俊 研究科長  
専門評価委員の紹介  
系長

出席者の紹介

主旨説明

14:10 説明および質疑  
進行: 佐藤徹 教授

(1) 研究科・研究系の目的と目標  
系長

(2) 教育活動

(3) 研究・社会連携活動

14:30 (4) 専攻ごとの活動・特徴  
各専攻長・プログラム長

・自然環境学専攻

・海洋技術環境学専攻

・環境システム学専攻

・人間環境学専攻

・社会文化環境学専攻

・国際協力学専攻

・サステイナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラム (GPSS-GLI)

15:30 (5) 将来への取り組み  
系長

15:40 休憩

16:00 総合討論・質疑  
応答: 系長・各専攻長

16:50 評価記入、諸手続

17:00 閉会

## 配布資料リスト

1. 「環境学研究系専門評価委員会」実施要領
2. 「環境学研究系の活動」説明用パワーポイント配布用
3. 環境学研究系の専攻・プログラム・講座・分野構成と教員配置
4. 評価記入用紙
5. 環境学研究系 自己点検報告書（平成 28 年 3 月）
6. 環境学研究系 入試案内 2017
7. 新領域創成科学研究科（新領域ガイド、パンフレット）
8. 新領域創成科学研究科（冊子体）
9. 東京大学柏キャンパスへようこそ
10. 東京大学の概要
11. 柏の葉アーバンデザインセンター（UDCK）の概要と活動
12. 柏の葉国際キャンパスタウン構想 2014 充実化版
13. 各専攻の概要案内

## 評価意見と対応

### I. 環境学研究系（全体）

#### 1. 研究科・研究系の目的と目標

##### 1) 評価できる点

- ・既存の学問分野は、既存のパラダイムで解明が見込める問題を設定し、その解明を目指していると言える。しかし、人類がいま直面している多くの課題は、既存の個々の学問分野では容易に解けない問題を提起しており、学問はこの状況に真剣に向き合う必要がある。とくに環境に関する課題はその代表と言えよう。そこに学融合的に挑戦しようとする新領域創成科学研究科環境学研究系の目的と目標は的確かつ重要なものであり、この点は高く評価できる。
- ・サステイナブル学に関する学術誌を刊行し、学界をリードしていることは高く評価できる。
- ・学融合を目指している点は、環境学研究系として高く評価できる。また、その認識のもと、様々な教育・研究活動を行ってきた実績も高く評価できる。
- ・今世紀を「環境の世紀」と認識し、分野融合型環境学の研究と、人材の育成に目標設定していることは高く評価できる。
- ・世界は地球温暖化に対処すべく、京都議定書から COP21 パリ協定の合意へと進んでいる。2℃ターゲットの実現に向けた研究と、人材育成が求められる。
- ・自らの研究基盤である国立大学をめぐる状況が厳しい中、地球レベルで複合的に生成し、容易に解決できそうもない環境問題を、「学融合」と「知の冒険」によって新領域としての「環境学」を形成し、実践的かつ領域横断的、多面的に研究・教育しようという試みと意気込みは高く評価できる。特に修士の教育については、「環境」と深く関わりながら「開発」を進めるという厳しい分野・職場で、即戦力となりうる人材を、たとえば「分野横断的な演習」（自然環境学専攻）で育成していることに、これまでのところでは成功していると考えられる。この点では「教育・研究の目的」は達成できていると評価できる。「学融合」に基づいた「新領域創生」は、第3期中期計画期間に国立大学・大学共同利用機関に対して、その「見える形での成果」が強く求められているなかで、それぞれ「先進」的モデルとしての成果をあげている。多様な専門分野の研究者による「学融合」を、まず「専攻」単位で、そしてそれを横断的につなぐような教育プログラムや「生活スポーツ健康科学研究センター」を設けていること、いくつかの実践的な社会連携の場を設定して、地域社会との連携を院生の実践的教育の場として活用していることで、実現していることは評価できる。
- ・正面から学融合を掲げ、取り組んでいる点。言うは易く行い難いことと思われるが、融合の3つのレベルを識別し、到達方向を明示することで、系長や専攻長留まりでなく、個々のスタッフの努力が促される仕組みとなっている。

- ・環境問題を中心軸に据えて取り組み、持続可能な社会の構築を実現することは、人類の最重要かつ、総合的・究極的目標であり、これを正面に据えて教育、研究、社会貢献に取り組む環境学研究系の目的、目標は世界の未来を切り開くことにつながるものであり、高く評価できる。
- ・5カ年の評価と言うことであればKPIのような数値的な指標を、あるいは「環境教育コースを様々な教員参加でいくつできて、既存研究科にはない人物が作れた」などの定性的な表現でもよろしいと思います。これらを、目的と目標にきちんと記述させると、高い評価になると思います。そういう場合でももっとも重要なのは教員人事、優秀な教員を確保できているか、だと考えます。教員の学術的社会的パフォーマンスが最も重要です。論文数や社会啓蒙の様子などは必ず必要です。

## 2) 問題点・改善すべき点

- ・上記のような問題意識（A. 評価できる点に記載）は、諸大学・研究機関で広く持たれるようになっており、類似の取り組みも開始され始めていると見られるが、取り組み開始の時期の早さ、取り組みの規模等から見て、また日本のリーディング大学である東京大学での取り組みであるという点からも、新領域創成科学研究科や環境学研究系の活動は先導的な、他のモデルになるべきものであるという使命があると思われる。こういう視点から、期待を込めた目で見た場合、現在の環境学研究系の活動にやや物足りなさを感じることを禁じ得ない。折々に、研究系のビジョンとミッションの再確認を行い、その結果を（これまでの成果とともに）系の教員・学生、そして学内外に広くアピールしていくような活動の強化が求められよう。
- ・環境学専攻の成果をもとに環境学研究系へと組織拡大を図りながら、環境学に関する新領域の創成を展開している。以下の点での一層の努力を期待する。
- ・対象とする領域は限りなく複雑でかつ広い。目指す分野（課題）を時間軸で明確に設定しながら、新領域創成のための組織改編のみならず教育研究内容も含んだ中長期計画を明示的かつ具体的に提示し、構成員で共有することが重要。それがあいまいだと評価作業も難しい。
- ・新領域創成としては、“学融合”が基本となるであろうが、非伝統的な教育研究手法による高度な教育研究の展開が“創成”となる分野（課題）もある（“知の冒険”はこれを意味するか）。ライブモニタリングシステムは新領域の創成を感じさせた。すでに行われていることであるが、フィールドワークや社会実験などの教育研究手法の本格的実施は新領域の創成となりうる。
- ・既存の研究科で十分対応できる（むしろその方が成果も上がる）研究課題も行われているように思えた。現在進めている教育研究がどのような点で新領域創成の教育研究であるのかを自己点検することが必要。“環境”は既存研究科でも重要な課題の一つとして専門的な立場から取り組んでいる。新領域創成を目指す環境学研究系の“環境”は、研究対応のみならずそのレベルや手法において異なるものであらねばならない。そのためにも上記中長期計画の明示が必須。
- ・研究系創設以来、既に20年になろうとしている。この間努力してきた学融合の具体的

- な成果、とくにこれまでの学部にはない、学融合でなければできなかったような新たな成果をまとめ、公表することによって研究系の試みの価値、存在意義を示してほしい。
- ・研究系の目的に「政策立案」がうたわれているものの、報告書からは具体的な政策立案の成果、例えば環境省などに対する貢献が見えないのが残念である。
  - ・環境学研究系が、人類の悲願である地球温暖化阻止という大目標に向けて、有機的に研究と人材を社会に提供するという点において、まだ、力強さを感じられない。環境モニタリング技術や、シミュレーションによる予測合意形成のための社会問題の研究などで、日本や世界のリーダーシップをとる戦略を作成すべきである。サステナビリティ学に期待する。
  - ・「地球全体が人工物化」する中だからこそ、単に自然物のなかの「ヒト」に解消できない人間の問題を重視するという視点、例えば、人間環境学専攻で「先進国が直面する課題」を「高齢社会への対応と低炭素化」として把握し、その解決には「周囲との相互作用により内部状態が変化する情動駆動のシステムとして理解する」ことが必要だとしていることは重要だと考える。評価者は、東京大学の現状を理解していないので、あるいは的外れな意見かもしれないが、それならば、駒場・本郷キャンパスの人文系との間での組織的な、「見える形」での連携がもう少し目的意識的に追究されるべきではないかと考える。地理的な条件もあるうえ、相手方の問題もあるから、ないものねだりかもしれないが、資料からは、こうした学内の横断的な連携については十分だったようには読み取れなかった。また、系内の教員の専門が理解できなかったためだと思うが、系内での専攻横断的な連携の実態がよくわからなかった。また、「学融合」については、専攻間での温度差を感じた。「自己点検報告書」のなかで、たとえば、「各専攻」の作成した研究活動・教育活動で、「学融合」という単語を数多く使っているところと、この単語がまったく使われていない専攻とに分解しているような印象を受けた。
  - ・「知の冒険」の位置づけが必ずしも明確でない。大胆かつ真摯な「学融合」の努力そのものが「知の冒険」であるということだとすれば、『学融合』と『知の冒険』というように2つを平坦に「と」で結んだ研究科の理念の表現は、再考が必要かもしれない。
  - ・教員人事のやり方や、その結果きちんとした人がとれていることの記載がないと思います。「目標」の記述が不明確だと思います。全体として、中期計画中期目標に記述したことがどこまで達成できたかという記述が薄い。評価がしにくい印象。専攻の教育目的とやっていることが書かれているが、それが目標に対してどの程度達成されたかの記述がない。教員の研究能力の見せ方、論文や研究資金獲得など全体的、統一的な、あるいは専攻ごとの評価ができるようなデータが必要です。やがて行われるであろう専攻の改廃、再構成などにはこのようなデータが必要だと思います。よい先生が集まり、そこにより学生があつまり、これまでになかった研究で博士を生産し、環境学の新しい学術体系が世界に展開していることが理想でこれを示せばよいのですが。

### 3) その他のご意見

- ・「自己点検書」は、現在取り組んでいることを簡潔に紹介したものとなっている。しかしながら「過去5年間の評価を行う」という趣旨から見ると、5年間の計画・目標と比

較して、達成できたのかあるいは課題が残ったのかをはっきりさせるように編集すべきである。それを抜きにした「今後の展望・方向性・戦略」は、ともすれば「戦略」を欠いた抽象的な「展望」の記述になる。

- ・研究系の特色であるフィールドワークの教育研究を展開するための施設管理が重要。維持・継続的活用には予算・人員の優先的配分等の工夫が重要であるが、どのように行っていく計画か。
- ・外部評価における基準が不明であった。例えば、中期計画における目標とそれに対する達成度などを具体的に示していただけると評価しやすいし、評価委員の主観に依存しにくい公正な評価になると思われる。
- ・環境学の体系化を目指して、“環境学会”を東大の総意で創り、活動を見える化すべきである。
- ・修士課程修了の学生たちの就職先の記載が区々であり、総合的に判断できなかったため、十分な評価ができないが、「多様な就職先」になっていることが、研究科や研究系の教育目的どおりなのかどうか。就職した学生は自らが受けた教育をその後どのように考えているのかについてのアンケートなども必要で、こうした点を総合的に分析する必要がある。
- ・学融合の3段階に見られるように、到達「方向」は示されているが、工程表のようなものがなく、到達「度合い」を判断できない。
- ・環境学の目標・目的に近づくための具体的な手法が教育、研究の面で開拓されつつある。今後、単なる論文発表とは異なる、従来の学術分野とは異なる研究成果の評価手法を開発することは、研究系の教員のインセンティブを高め、成果をより高いものにすることに結びつくものと思われる。
- ・研究系、研究科での学融合の成果を記述するべきだと思います。専攻内の分野の構成や教員の数などの客観的データがなくて分かり難いと思います。パンフなどで補っていますが、自己点検報告書だけではわかりません。パンフレットを附属書にするなど必要だと思います。実験施設など本郷の伝統的学部にかなわないと思います。国立研究開発法人などとの連携で補うなどが必要だと思います。一般に研究所や外国大学との連携が何のためにしているのか、不明瞭な感じで、その成果、具体的な学生・教員派遣数、効果も明確ではありません。

#### 4) 対応

- ・評価意見では、学融合組織としての目標の設定、共有、評価軸の設定などについて貴重なご意見を頂きました。頂いた評価意見を踏まえ、学融合組織としての意識を高め、下記の対応を含めた取り組みに努めます。
- ・フィールドワークや社会実験などの教育研究手法の本格的実施は新領域の創成となり得るとのご意見を頂きましたが、フィールドワーク等による新しい教育研究手法として実施している各専攻での授業スタイル（例：環境システム学専攻「環境システム学プロジェクト」）を今後一層充実させることとします。

政策立案への関与や貢献が見えないとのご指摘を頂きましたが、各教員や研究者は国や

自治体の審議会等で政策立案に資する活動を行っており、同時にそのような活動が教育・研究にも役立っていると考えております。その活動実態や成果が目に見える形で提示できるよう努めます。また、成果のアピール、適切な評価を受けるためにも、大学執行部、関連省庁への情報発信やロビーイングを進めていきます。

- ・環境モニタリング技術や、シミュレーションによる予測合意形成のための社会問題の研究などで、日本や世界のリーダーシップをとる戦略を作成すべきであるといったご指摘を頂きましたが、環境モニタリング技術やシミュレーションによる予測合意形成のための研究は、例えば、環境システム学専攻において、複数の教員による、環境モニタリング技術の民間との共同研究が2期10年間行われ、さらに3期目の5年間の研究を本年度から開始しております。また、発展途上国での環境モニタリングを通じた研究技術協力も行っております。今後、このような活動をどのように社会に見せるかについて今後改善に努めます。
- ・教育の成果の一つとしての就職先等の情報の提供や動向の把握については、各専攻でも鋭意進めているところではありますが（例：自然環境学専攻ではホームページで公開）、今後も学生の就職情報を教務科から提供して頂き、記録・分析などに努めます。
- ・これまでは、意識的に本郷と比較した柏の特徴を出すことに注力してきましたが、柏キャンパス内のお互いの専攻の活動を認識し合うことで、柏としての一体感、ひいては特徴づけにつながると考えます。今後は、評価意見を踏まえ、例えば、系内での研究・教育コラボの推進、その成果発表とアウトリーチ活動の一環としての共同シンポの実施、シリーズ化を行うなどの取り組みの検討を進め、例えば、将来構想を語れる若手教員を中心とした企画・実施の組織化など、系内での情報共有の促進に努めることとします。また、そのインセンティブとして、外部資金や学内資金獲得に向けての共同提案、後者は学生増につなげることも重要と考えます。
- ・工学と人文科学的な分野での、慣習とも呼べる研究方法論、評価軸の差を、学融合の名のもとにどう受け入れるかに、現状としては常に戸惑っている点多々あります。しかしながら、学融合に対する評価に応じてゆくには、前述の系内コラボや、ときにはそこに異なるディシプリンの研究分野を招くなどして、見える化を進めていくことに努めていきたいと思えます。また、学融合の具体的なグッドプラクティスの提示や論文数に代わる評価指標の導入などが必要と考えており、検討を進めて参ります。
- ・環境学研究系の特色として、サステナビリティ学に着目して頂きましたが、GPSS-GLIでは、培ってきたサステナビリティ学に関する教育研究の方法論等を体系化して世界に発信することを目的とし、国際シンポジウムの定期的な開催や書籍の刊行などを行ってきております。今後もサステナビリティ学分野で先進的な取り組みをしている海外大学等との連携を強化し、先導的な役割を果たしていく所存です。

## 2. 教育活動

### 1) 評価できる点

- ・GPSS-GLI や先端環境学創造教育コモンズなど、研究系の趣旨に合った教育が展開され

ていることは高く評価できる。

- ・学融合を理念とした環境学全体の系共通科目の設置、現場体験を重視したインターンシップ、フィールドワーク、さらには学融合教育プログラムなどの試みは、既に取得している「博士課程リーディングプログラム」を先取りした試みとして高く評価できる。
- ・学融合教育プログラムとして、(1) 環境マネジメントプログラムを、当初から継続して100人以上の履修者を出している。(2) 企業連携によるMIT連携プロジェクトを興し、国際プロジェクトを産学一体となって推進し、学生の国際化を推進している。
- ・各専攻・プログラムごとに独自性をもたせた内容であると同時に、環境マネジメントプログラム(MOT)「環境デザイン統合教育プログラム」(IEDP)など、「学融合」にふさわしい領域横断的な教育が行われていることは高く評価できる。「日伯海洋開発教育プログラム」など国際化を強く意識した教育の機会も設定されており、全体として国際化に対応できるような教育が行われている。現場体験を重視した教育が各専攻で充実している点も評価でき、とくに修士課程では、MOTやIEDPのほか、「環境技術者養成プログラム」「環境権利者養成プログラム」などで、きわめて実践的な知識や技術を修得することができるようになってきていることに研究系の強みがあると思われるし、この点は幅広い知識と技術とを修得する機会を得た院生の就職率の高さとその就職先の多様性に反映されている。この修士課程を経て、博士課程に進学した学生にとっても、新しい「環境学」の、しかも、新しいタイプの研究者に育つ可能性があるものと思われる。
- ・理念を具体化するように系共通の科目が設定され、専攻内でも分野横断的科目が設置されている点。現場体験を重視している点。
- ・環境学を、自然環境のみに限定せず、社会文化環境、人工環境にまで広げた、人間を取り巻く総体としての環境を対象として、幅広い知識・知見を持った人材を育成していることは高く評価される。修了後の進路先は幅広く、研究系の目的に沿って、社会で広く活躍している。
- ・GPSS-GLI、MOT、IEDP、環境技術者・環境管理者養成プログラムといった融合的プログラムが開設、実施されていて、人材育成において高い成果を挙げている。
- ・ブラジル、英国との国際教育プログラムは、国際的人材育成の重要な機能を果たしており、貴重な教育の場となっている。
- ・学融合教育、企業連携教育に展開しているのは評価できる。その成果に関する記述がほしい。前の評価では企業に卒業生の優秀度を聞いてみたりした。

## 2) 問題点・改善すべき点

- ・現場を重視した演習の実施などが考慮された柔軟なカリキュラムで教育がなされているようであり、それはよいことであると理解するが、教育面でさらなる工夫があるとよいのではないか。その一つは、意識的にコミュニケーション力、ファシリテーターとしての能力を高める授業を強化することである。多くのステークホルダーが関係する環境問題に関わる人間を育てるということを考えると、この点はきわめて重要であると考えられる。このためには、教員の教育スキルの向上も求められるが、系全体としての教育力

の向上にもぜひ取り組んでほしい。

- ・貴研究科には、新しい学問分野の研究を実施し、研究成果を上げるだけでなく、その新領域を学界での活動にまで発展させることが期待されている。それには、新しい分野での次世代研究者の育成と“派遣”は不可欠な任務である。その意味で、博士課程後期学生の充足率が低下傾向にあることは、重要な問題である。研究系あげて、定員確保のための魅力ある教育の展開と就職開拓に努めてほしい。博士課程後期の教育では、定められた期間で達成可能な目標の設定とその到達による期限内の学位授与、適切な就職のための仕掛け、奨学金が重要であることの重要性を研究系構成員で共有すべきである。
- ・学融合を理念とした環境学全体の系共通科目の設置、現場体験を重視したインターンシップ、フィールドワーク、さらには学融合教育プログラムなどの試みによって、どのような成果が得られたか、例えば学生の就職や将来などにどのように有効であったか成果を示してほしい。
- ・博士課程の定員割れは、最近著しく進行している。
- ・修士課程でも、今年は定員割れが起きているのは、地理的問題があるにせよ、改善すべき点である。
- ・国際化を指向したプログラムを強化すべきである。
- ・MOTのプログラム修了者には、「環境プランナー」資格を申請することができるが、どの程度資格を獲得し、それを職業で活かしているのか、についての説明がない。また、IEDPで修了証を得た院生が履修者に比べて少ないことの原因はどこにあるのか、またこの修了証はいかなる効力があるのか、についても説明がない。環境技術者養成プログラムは修了者がきわめて少ないようである。一方、環境管理者養成プログラムの方は、認定される講義科目を増やしたことで修了者が急増したとしているが、全体として、こうした資格を積極的に取らせることを方針にしているのか、よくわからなかった。そのうえで、どちらかという、実学的、実践的な性格を持つプログラムによって、系の目標でもある環境管理者や環境技術者養成にどの程度の効果をあげているのか、希望通りの就職をしているのか、など教育目的と実際の就職業種との間の関係について、明示しなければ、ほんとうの評価はできないように感じた。多様な就職先と全体としての就職率の高さは評価できるものの、幅広くかつ実践的な知識や技術と取得した資格をもとにしたより専門的な官公庁あるいは業種への就職率をいかに増やすのか、は課題として残されているように思われる。
- ・博士課程入学者数の減少は、他の大学でも同様の傾向にあると思われるが、深刻な問題だと思われる。本系の場合は、立地条件の問題や独立大学院であるが故の原因はないのか。新領域としての「環境学」に対する魅力が受験者に十分に伝わっているかどうか。なお、博士課程の学生数でいうと、女性と留学生の比率が修士課程に比べると高い点は、どのように自己評価しているのか。留学生の場合、地域別・国別の人数も示してほしい。十分な分析と自己評価が必要であるように思われる。
- ・修士課程では系として定員を充足している（定員オーバーから定員内に変化）ものの、専攻によって定員充足率に相当の差が見られる。どのように考えているか不明。博士課

程は定員充足率が傾向的に低下していると思われるが、原因の認識は不明。

- ・教育成果の見せ方に工夫が必要。社会が学生をどう評価しているか、など調査できないかと思います。

### 3) その他のご意見

- ・各専攻の教育研究は、それぞれの領域の特色に従って行われている。多様な研究系での一つの方法であろう。しかしながら、系長は、例えば定員確保や就職ないしは特色ある教育プログラムなど系共通・共同的な面で、各専攻のあり方についてもう少しかわりがあってもいいのではないかとの印象を受けた。
- ・環境マネジメントプログラムの記述で、訂正必要。「修了者は（財）地球環境財団が認定する・・・」は誤りで、「一般社団法人環境プランニング学会が認定する・・・」が正しい。上記財団はすでに解散している。
- ・留学生の性別も示していただきたい。口頭では博士課程の留学生の女性比率は30～45%との説明があったが。
- ・新たに開設された教育プログラムの質を向上させると同時に、継続的・安定的に教育を行えるように、外部に対して資源配分の要望を強く訴えるべきである。
- ・育成し社会に巣立った人材の活躍を支援するためにも、修了生のネットワークを構築・強化することは意味があると思われる。
- ・環境学研究系の学内外、海外との連携を活用して、英語による教育を徹底し、国際教育組織に純化することは、目的達成の可能性の一つであろう。
- ・次世代の学融合型研究者を作り出し、拡大再生産に入らないと新領域環境系がうまくいったといえない。次世代学融合研究者がどのくらいできているか言及されることが必要。

### 4) 対応

- ・出願者減少に対する対応として、各専攻、プログラムでは、ホームページのリニューアルなどの情報公開の改善を進め、就職活動や他大学の試験時期を配慮した受験日の設定を行うことで、ある程度の効果をみたと認識しています。また、一部の専攻では、留学生に対して今年度より、選択必修科目のスライドの2ヶ国語化と配布資料化を徹底し、日本語が分からない学生のストレス軽減を図っております。
- ・博士課程の学生減少対策としては、受験機会の弾力化（例えば、自然環境学専攻では今年度より博士課程の夏入試受験と秋入学を全ての受験生に開放）や、環境分野で活躍する卒業生を招き、修士課程学生に博士号取得後のキャリアパスを示す様な授業（自然環境学専攻では「自然環境最前線」を実施、海洋アライアンスによる学内講演会「国際機関へのキャリアパスとインターンシップ」も当専攻が貢献）が有効と認識しており、今後も同様の取り組みを進めていきます。筑波などの研究機関からの社会人入学者の獲得も有効と思われます。
- ・教育面での工夫として、多くのステークホルダーが関係する環境問題に関わる人間を育てるということを考えると、意識的にコミュニケーション力、ファシリテーターとして

の能力を高める授業を強化することの重要性を指摘頂きましたが、各専攻、プログラムでご指摘の点を意識した授業の取り組みを今後も強化していきます。例えば、環境システム学専攻で開講している「環境システム学輪講」では昨年度より、環境問題からあるテーマを決めた上で、その課題抽出から解決までのディスカッションをする中で、議論を主導するファシリテーター、情報収集の結果を発表するプレゼンター、発表に対して意見を述べるディベーターに役割を振り分けて、議論を活性化する仕組みを導入しており、その効果について今後検証を行う予定です。また、GPSS-GLIでは、演習科目である交渉合意形成演習などに加えて、すべての学生の参加を必須としている GPSS-GLI セミナーや博士課程の必修科目である Global Leadership Exercise 等において、コミュニケーション力やファシリテーターとしての能力を高めることを強く意識した教育を行っております。今後はこれらの取り組みで得られた成果やノウハウを系や研究科全体に還元していくことも検討します。

- ・環境技術者養成プログラムについてのご指摘を頂きましたが、平成 26 年に人間環境学専攻のカリキュラム改訂が完了し、環境技術者養成プログラムについては、修了要件の 16 単位中、専攻のコア科目で 14 単位を取得できるようにするなど、今後、修了者が増加することが期待される改善を進めました。また、環境技術者養成プログラム、環境管理者養成プログラムの位置づけがより明確になるよう、修了者と就職先との関係について、今後実態調査を行うこととしております。その結果を学生にプログラム履修を奨励するエビデンスとして活用し、修了者が増加するよい循環が生まれるようにしたいと考えております。また、環境マネジメントプログラムの記述での訂正のご指摘については、既に入試説明会や入学後のガイダンス資料では対応済みでしたが、評価委員会向け資料での更新を失念しておりました。お詫びすると共に訂正申し上げます。
- ・英語による教育強化や国際化への対応について、多様な分野で構成される当研究系の全専攻で徹底した英語化を進めることの是非は議論があると思われませんが、海外大学との連携教育プログラムや人材交流を進めることは大学院教育では効果的であり、今後も推進していきます。また、GPSS-GLI では、すべてのカリキュラムを英語化しており、留学生の比率も非常に高い状況です。他専攻の学生にとっても有意義であると考えられる講義等については、共通科目として研究科全体に提供していく予定です。
- ・次世代の学融合型研究者を育成することの重要性のご指摘や同窓生の組織化についてのご意見を頂きましたが、今後は意識的に専門性に特化した研究者や専門家だけでなく、研究者を束ねる研究者・専門家の育成に尽力し、そのための教育内容の改善を議論して、取り組んでいくこととします。また、専攻単位となりますが、修了生のフォローアップ体制、同窓会組織の強化を進めます。

### 3. 研究・社会連携活動

#### 1) 評価できる点

- ・UDCK などの活動は、他の研究科等にはあまり見られない、当研究科ならではの活動

であると思われる。研究科の特色と、柏に立地するという地の利を生かした活動であり、これを今後さらにうまく活用した展開を期待したい。

- ・ 柏キャンパスの立地を生かした地域連携（社会実装フィールド研究など）は高く評価できる。
- ・ 数多くの外部資金を獲得している点、受賞などは高く評価できる。
- ・ 新たな学問領域として、生涯スポーツ健康科学を創成し、データに基づく健康科学の発展に貢献している。
- ・ 柏キャンパスへの移転統合をきっかけとする現在の環境系の改組とその後の「海洋技術環境学専攻」の新設によって、「学融合」と「知の冒険」に基づいた環境学の内容が豊かになっていることは、各教員の研究テーマの広がりを垣間見るだけでもよくわかる。とくに、そもそも異分野の研究室を組み合わせることで各専攻を構成していることの効果は、たとえば「自然環境学専攻」で、「生物多様性」とその保全に関する研究について、プロジェクトを地元の県・市やNPO法人とともに進める一方で、遠隔地の森林のライブモニタリングなどによって、新たな分析の切り口を示そうとしているし、日本周辺海域を対象とする「複合生態系プロジェクト」を推進するほか、震災時の変動をも含めた陸と海の生態系をそれぞれ学融合的に進めている様子はわかった。「海洋技術環境学専攻」や「環境システム学専攻」では、開発と資源・環境保全に関する実学的な観点から、「人間環境学専攻」では、超高齢社会への対応と低炭素社会の実現を結びつける方向で多分野の研究者を組織している。医学との融合的研究はもとより、産業界との連携も進めていることがよくわかる。「社会文化環境学専攻」では、人文環境学・空間環境学・循環環境学と空間情報学とを「学融合」的に研究する試みを実行し、国際協力学専攻は、途上国を含めた世界レベルでの環境と開発・資源管理などの問題の解明と解決とを実現するために、国際的共同研究が前提となっており、両専攻は意識的に文理融合型の研究を進めようとしているように見える。なお、産業界との連携という点では、とくに実務的、実学的性格の強い専攻では、成果をあげていると評価できる。社会との連携では、UDCKが柏の葉国際キャンパスタウン構想の実現に向けて、大きな成果をあげていることがよくわかる。新しい学園都市のモデルとなるものと思われる。
- ・ キャンパスの立地を活かした社会実装・地域連携は、とくに興味深く、成果を期待できる。
- ・ いずれの専攻においても様々な研究プロジェクトが実施され、学術的、社会的に意義の高い成果が得られていることは高く評価される。特に、海外インターンシップ研究プロジェクト、北極航路航行支援システム開発研究、浮体式洋上風力発電システム実証研究、環境システムの諸研究、オンデマンドバス、心臓シミュレーター、低炭素都市変革プログラム、高齢社会システム創成、アーバンデザイン、沿岸域の防災・環境、微生物の活用、建築環境、環境ガバナンス、海外の大学・研究機関との諸研究プロジェクトなど、従来の学問的枠組みでは行われなかった多くの研究プロジェクトが行われている。また、社会貢献は行政や企業を始め、市民に対する直接的貢献が含まれていることも、特徴的で高く評価される。
- ・ 1. Future Center、UDCKなど施設まで展開しているのは特筆すべきこと。2. 多くの連携

プロジェクトがあることも評価できる。

## 2) 問題点・改善すべき点

- ・研究についての評価をするための基礎情報の提示が少なく、評価がしにくいという問題がある。この点に関しては、総合コメント（末尾に「全体コメント」として記載）に改めて記す。
- ・既存の研究科で実施する方が効果が上がるような研究もなされているようにも思えたが、他存研究科との連携は重要である。
- ・新領域創成研究科では新しい研究分野ないしは新しい研究手法が中心となるが、教員採用はどのような手続きで行われているか。広く、内外から求める必要があると同時に、方針が明確な場合、特定条件を優先した指名人事などアファーマティブアクションによる多様な形態があってよい。
- ・外部資金の獲得等、研究・社会連携の目標が示されていないため、客観的評価ができない。また、その内容が学融合による新たな成果であることが判断できるような成果をまとめてほしい。
- ・環境計測技術については、各種のセンサを導入し、かつ人間のもつ情報端末（スマホなど）を活用した、立体的観測システムを構築し、社会連携を強力に推進すべきである。
- ・全体として、専攻内部の学融合的研究の成果はこの10年間で見える形になってきていると思われるし、後述するように教育面での効果も明確であるように思われる。その意味では、「多様性を内包した学融合」の試みは、Multi-disciplinary を「異分野の研究室を一つの専攻に揃える」ことで実現することも、Inter-disciplinary を「教育プログラムを構成する」ことで実現することにも成功している。しかし、「お互いの専門に踏み込むことで新たな変革が起きる状態」だと位置づけた Trans-disciplinary については、「一人学融合によるアイデアを研究プロジェクトにつなげる」ことで実現したとしているが、成果としてはよくわからない。個人レベルでとどまっているのではないか。また、専攻間の研究については、教育に比べるとその成果がとくに強調されていないためか見えにくい。多様性を内包した学融合の全体として、「新領域」としての「環境学」を明示しているかどうか。多様な「小さな学」の寄せ集めになっていないか、どうかの検証は必要であろう。とくに、工学的な観点からの「人」一般ではなく、個性をもった、それゆえにひとくくりにはしにくい、地域性や歴史性が刻印された「生身」の人間を扱う学との融合が必要ではないか。人間環境学専攻では、「環境・社会の構成要素のひとつであるヒトについては、周囲との相互作用により内部状態が変化する情動駆動のシステムとして理解する必要がある」としている。人文科学に欠落しがちな視点であり、ヒトを「環境・社会の構成要素」「情動駆動のシステム」としてとらえるとどうなるのか、もう少し詳しく知りたいところであるが、逆に、今こそ人間が主体的に考え行動することが求められているのではないかと思う。この系で進めようとしている環境学とこれまでの人文系の学問とでは、「作法」が違い、口で言うほど容易ではないことは十分承知しているし、お題目化した「文理融合」からは何も生まれえないと思う。しかし、Trans-

disciplinary とはまさにその壁を越えることではないか、と思う。「環境・社会の構成要素のひとつである」人間によってしか、問題を解決できないこともたしかであり、「周囲との相互作用」というのが、人間の社会的関係をもふくむとするのならば、どのような社会関係を結べばよいのか。いまだ、大きな課題として残されていると言わざるを得ない。

- ・研究成果の公表数は、学術誌に限っているにしても、多いとはいえない。他の系、研究科・研究所が部局現況調査表（東大ポータルに掲載されている）などにどのように成果発表状況を報告しているか、参照し、改善することが望ましい。
- ・UDCK も含めて多くのプロジェクトと学術との関係が明確でないような気がします。大学でなくてもできること、あるいは大学らしい参加ではない、という感じを持たれないようにしなくてはならないと思います。私自身の反省でもありますが、企業の持ってきたプロジェクトに委員会委員的な参加でなく、教育研究に展開することができないかと思います。

### 3) その他のご意見

- ・オンデマンドバスは、JST の研究資金を獲得して進めたが、社会実装に十分とは言えない。
- ・社会との連携はうまくいっているように見えるが、実際に UDCK に参加している市民や団体の人びとの生の声が聞きたかった。アンケートなどはとっていると思われるが、その分析結果を見なかった。
- ・外部資金等の獲得状況は、件数、金額を数え上げ、経年変化を示すことが望ましい。
- ・環境学研究系の目的に近づくために、現在行われている融合的研究プロジェクトをさらに推進するとよいと思われる。特に、問題やフィールドを設定し、そこに様々な学問分野が入り込むことにより、問題解決型の研究・社会連携活動は環境学独自の世界を切り開くものである。

### 4) 対応

- ・学融合組織としての研究を強く意識し、強化することについてのご意見を頂きましたが、当研究系内でもその点が課題と認識しており、今後も専攻を横断した研究の取り組みを先導して参ります。また、教員採用時には学融合への取り組みや意識についても考慮するよう努めたいと思います。
- ・他機関、他研究科との研究上の連携については、既に JAMSTEC や JOGMEC との共同研究や委員会活動を活かした授業「海洋底環境科学」を実施するなど、社会活動と教育活動を結び付ける様、努力をしているところです。また、環境システム学専攻では工学系研究科のほか、環境安全研究センター、環境安全本部の間で教育と研究の連携を行うと共に、国立環境研究所との連携講座を継続してきました。これらの連携の実績を活かし、今後も柏キャンパスの立地条件を活かし、キャンパス内の研究所や筑波の研究機関との連携強化を進めて参ります。

## II. 専攻ごとの活動（各専攻・プログラムに対するご意見）

### 1. 自然環境学専攻

#### 1) 評価意見

- ・フィールドワーク重視の教育は評価できる。
- ・コア科目群は、設置目的に沿った形になっているか。
- ・修士、博士の入学者がともに大幅な定員割れを起こしているが、何が理由か点検し、確保に努めてほしい。
- ・自然環境学における流域圏を対象とした学融合プロジェクトは期待される。ただ、現行の人員、専門家で十分か？
- ・地球環境の危機が叫ばれているが、実態はどうかを、統計学や ICT を駆使して研究・教育することに、さらに力を入れていくべきである。
- ・自然環境学専攻では、「自然環境に関わる分野横断的な知の取得や思考の醸成」を目指して、陸域環境学と海洋環境学という大きく二つのコースに分けたうえで、専門的研究テーマの深化とを総合する自然環境学演習を実施するとともに、フィールドワークに基づく実習を重視するほか、海洋法・海洋政策インターンシップ実習も実施しており、実習的・実践的・実学的なカリキュラムの成果は、おそらく課題に直面したときに自ら解決する能力、社会における即戦力を習得するうえで大きな意味を持っているものと思われる。多岐にわたる就職先を保証するものになっている。連携・協力講座との関係も良好でとくに大気海洋研究所との連携は充実しているようである。ただし、専攻内の二つのコース間の「融合」的な教育や他専攻間との関係などについての課題は残っているようにもみえる。
- ・専門性とそれを的確に発揮できる幅広い知識、という理念は適切なものである。そのカリキュラムの構成は基礎科目と応用科目により、よく練り上げられている。
- ・環境システム:2つのプログラムにより、人材育成の具体像が明確化されている。その他、様々な人材育成の工夫がなされている。
- ・科目数が多くて教員の負担大変そうでしたがそのようなデータが出ていません。幅広い学生を大学院でとるのは研究的教育をやる時には不適切ではないでしょうか。学融合ということはこのような手法で可能でしょうか？学融合研究による自然環境学は修士では勉強中心なのでできなくて、博士でできると言うことでしょうか。理学系、農学系よりよい学生ができていくという評価でよいでしょうか。
- ・陸海協同の学融合型研究プロジェクトの立案と実行ということが提案されていた。こうしたプロジェクトが実施されると教育面でも効果が大きいと思われる。立案はどこまで進んでいるのだろうか。

#### 2) 対応

- ・授業負担に関しては、在校生から選択必修科目（コア科目）の負担が大きく、研究時間が確保しにくい等の意見もあり、4ターム制に合わせて、より短い時間で効率的に基礎

を学ばせることのできる様なカリキュラム改革を、実習科目との連携強化や研究科の共通科目（先端環境学創造教育コモンズ）への参画や利用も含めて、平成30年度実施に向けて検討していきます。

- ・学融合型研究プロジェクトについては、利根川を対象とした研究課題を科研費に応募するなどしております。海洋コース主導の臨海実習と連携した大槌町の河川、山林および復興事業を対象とした実習を企画し、その実績を基に新たな研究プロジェクトの立ち上げを計画するなど、具体的な取り組みを進めて参ります。

## 2. 海洋技術環境学専攻

### 1) 評価意見

- ・修士課程の学生は確保されているが、博士課程が大幅に定員を割っている。専攻あげて努力すべき。
- ・海洋技術環境学においては、センシング技術やモデリング技術、シミュレーション技術などについて、世界一のレベルにあるのか、アピールが足りない。
- ・海洋技術環境学専攻は、海洋の利用・産業創出と海洋の保全・環境創成という、一見矛盾するように思われる課題を技術や政策で解決することのできる人材を育成するという、きわめて実践的な教育目的をもち、技術をも含めた基礎知識を踏まえて、海洋技術開発政策・海洋産業システム・環境政策の実現という具体的な問題解決能力を獲得するという目的も明快で、従ってカリキュラムも極めて明快でシステマティックである。なお、海洋関係の官学への就職が少なめであるという自己評価もあるが、就職業種ごとの人数の内訳がわからないので、就職先が上記の教育目的にどの程度合致しているのかについては確認できない。課題として掲げているように、関連する官公庁や企業の社会人の博士教育という点を積極的に推進することも、人材育成という点から重要だと思われる。とくに、他専攻に比べると博士課程進学者が少ないように見える。
- ・海洋は根源的に国際的な分野であり、この点を踏まえた教育体制が整備されている。今後、海洋技術としてのアウトカムが着実に出るものと期待できる。
- ・各教員の論文などの成果はどのくらいあるのでしょうか。研究的パフォーマンスを明確に示すことができますか。また教員の専門分野の広さは十分で妥当でしょうか。ブラジルばかりでなく海洋技術先進国の北欧やアメリカとの連携強化が必要なのではないかと思います。海洋産業は書かれているような資質を持った学生をどのくらい必要としているのでしょうか。またDr.はどのくらい必要でしょうか。学融合や産学連携ができやすい分野と思いますが。
- ・柏、駒場、そして本郷を結ぶ遠隔講義をしているという話が出た。これがうまく機能するならば、3極のうちではやや遠方にある柏の不利な点のある程度の解消につながると思われる。3極を結ぶ遠隔講義はうまく機能しているのだろうか。

### 2) 対応

- ・博士課程進学率はやや少ない傾向にありますが、当専攻で博士号を取得した学生2名が、教員（助教）として採用されており、教育効果は低くないと考えております。今後、充

足率を高めるために、内部進学率の向上と、社会人博士数の増加のための対策を検討していきます。前者については、キャリアパスを修士学生に見せること、後者については、国や民間の研究所との連携を強化することが考えられます。

- ・平成20年に当専攻が発足し、平成22年に最初の修士が卒業しています。その後6年間の卒業生のキャリアについて、本専攻が掲げている人材育成の目標と照らし合わせて評価するための、追跡調査を行うことを検討します。
- ・当専攻の実績については、Faculty Developmentに関連し、専攻独自の調査を行っておりますので、学術論文、獲得資金、教育実績などをデータベース化し、公表できる形に整理することを検討します。
- ・ブラジル諸大学とは、協力協定のもと、遠隔講義をはじめ、教育と研究における連携を行っていますが、当専攻が中心となり多数の欧米諸国とも協力協定を結んでおります。欧米諸国との教育研究における連携を強化し、また、新たな協定を結ぶ取り組みを進めて参ります。
- ・講義については、柏と駒場での遠隔講義を主に行っており、特に大きな問題はないと考えております。本郷も含めた3極を結ぶ遠隔講義は多くはありませんが、会議は3拠点で行っており、講義も3極で行うことは問題ないと考えております。

### 3. 環境システム学専攻

#### 1) 評価意見

- ・研究奨励金制度の評価はどうか。効果があれば全専攻で実施してはどうか。
- ・環境システム学は、再生エネルギー研究にもっと力を入れるべきである。さらに、トータルシステムとしての環境を把握するためには、モニタリング技術とモデリング技術など、ICTを駆使した研究・教育が必要である。
- ・環境システム学専攻については、特に「環境技術者養成カリキュラム」と「環境管理者養成カリキュラム」とフィールドワークを重視する実技的な教育に特色がある。改革してきた基礎的な教育カリキュラムの効果が、こうした実技的教育の充実につながっていくものと期待される。連携・協力講座も充実しているように思われる。博士課程については、専攻独自に奨励金の仕組みをつくっていることが注目される。同じく実学（実技）的要素の強い海洋技術環境学専攻に比して、博士課程入学者数を維持できている理由の一つだろうか。
- ・2つのプログラムにより、人材育成の具体像が明確化されている。その他、様々な人材育成の工夫がなされている。
- ・一つの専攻で12分野が広範すぎる印象を受ける。分野が多過ぎると、隣の研究室でやっていることの理解・評価ができず、かえって融合できないのではないかという疑念が生じる。卒業生に対する評価はどうでしょうか、社会の需要に応じた十分な教育ができていますでしょうか。後継者は育っているでしょうか。

#### 2) 対応

- ・博士課程研究奨励金制度では、提出された研究計画書に基づいて審査を行っております。

す。毎年5～8名程度の応募があり、1～3名程度を採用しており、博士課程の学生への支援として一定の評価ができます。また、不採用の学生にも研究計画書へのコメントをフィードバックしており、不採用後に再度応募があった研究計画書が改善されているなどの例もあり、教育面でも一定の評価が認められます。

- ・再生可能エネルギーについては、主に化学工学やシステム工学の立場から研究・教育を行ってきましたが、昨今の社会的要請等を背景として、さらに尽力をする必要があると考えられます。ICTを活用した研究・教育について、モニタリング・モデリングの融合は、多くの教員の研究・教育の中で既に行われております。各教員がその有効性を認識した上で、適材適所で活用していきたいと考えております。
- ・本専攻は全体で12分野ありますが、1教員で1分野を担当しており、例えば教授・准教授の2分野が比較的近い分野となっている組み合わせもあるため、12分野の数ほど実際には研究内容は分散しておりません。また、複数の教員で科研費などによる共同研究を実施している事例が多数あり、このような活動を通じて「環境システム学」を共通の認識とする新しい領域を創り出しています。教育面では、研究内容を専攻全体に紹介する講演会（談話会）を定期的に行い、さらに複数の研究室で合同ゼミが開催されております。専攻内で研究室の間の垣根を低くするためのこうした取り組みは、今後もさらに強化していきます。
- ・卒業生の評価については、今後調査が必要です。大学、研究所、民間企業などに博士課程の修了者が就職しており、後継者として期待できる人材は少なくないと思われま

#### 4. 人間環境学専攻

##### 1) 評価意見

- ・人間環境学は中期計画が具体的に示されているが、他の専攻は明示されていない。環境系として統一をとるべきであろう。
- ・人間環境学は、生活支援工学や健康スポーツ科学分野で特色を出しているが、人間情報をベースにしたヒューマンインターフェイス技術を、さらに深く研究することが望まれる。また、人工物環境学としての構造物のヘルスケアなどの研究が不足している。
- ・人間環境学専攻は、超高齢社会のなかで低炭素社会を実現することを教育目的として掲げ、「先進国」が抱える重要であるが解決も容易ではない問題を、どちらかという工学的な研究によって解決しようという意図のもと、こうした技術やそのシステム化、「社会実装」に対応できるような人材を養成している。就職率も高く、心臓シミュレーターなどの研究も重要な成果をあげているようであるが、「ヘルスサイエンス教育研究プログラム」を「発展的に解消」しなければならなかった理由はなにか。「生活支援工学分野」の研究はどこへ向かおうとしているのか。評価者の知識が不足しているためか、全体として、高齢社会の抱える問題の解決と低炭素社会の実現との研究・教育上での相関関係を読み取ることができなかった。むしろ、「活力ある超高齢社会を共創するグローバルリーダー養成プログラム」へ「学融合」の重点を移した方がよいのではないかと感じた。
- ・「超高齢社会と低炭素化」というキーワードは、この専攻の趣旨から誠にふさわしい。

これに対する研究教育の成果も着実に挙がっている。また、このキーワードでの研究を通じて地域に対して大きな貢献を果たしている。

- ・教育については掲げられた目標に対して、着実な成果が出ているのか明確に示すべきだと思います。工学系とは違った人材が育っていること、産業界に対しても工学系と違った人材をアピールしていることなどを記述するべきではないでしょうか。今後、教育は具体的に何をするのでしょうか。外部資金が急激に減っているのも心配です。優秀な後継者の育成が必要ということでしょうか。
- ・特別口述（入試）を実施している旨であった。これがうまく機能しているならば、（学生の入学者数が減少する傾向がある中で）こうした入試の仕方をより広く検討してみる手はないのか。

## 2) 対応

- ・専攻内の3研究室（センシング、シミュレーション、人工知能）が学外のゼネコン企業と協力して、ヒューマンインターフェイス技術を発展応用させ、AIと計算科学を組み合わせさせたシステム、構造物の損傷評価、ヘルスケアを目指した研究プロジェクトに向けて検討を開始しました。
- ・頂いた意見を参考にさせて頂き、今後の方向性を再確認し、前記の情報発信の場で継続的に議論していきたいと考えております。ヘルスサイエンス教育研究プログラムについては、当該教育の基盤をなす分野の研究動向の変遷や、それにとまなう担当専攻教員の変化を踏まえております。
- ・外部資金については、前記に提言した情報発信を、産業界への説明の際にも勢力的に実施したいと考えております（シリーズ化されたWSの第1回を平成29年3月に実施予定で準備中）。また、評価委員会の後、カリキュラムの見直し作業を開始しましたが、コースワークの履修により学生が取得することができる工学系と異なる点、というものをこれまで以上に意識して進めます。
- ・特別口述（入試）の実施については、評価軸は異なるものの、特別口述と同様の形態で、冬入試（B日程、2月はじめに実施、4月入学。定員は若干名、前回の合格者数は4名）の制度を開始したところです。個人情報に留意しながらも入学後の追跡調査をしつつ、本制度の効果を確認しながら進めます。

## 5. 社会文化環境学専攻

### 1) 評価意見

- ・環境デザイン統合プログラムなど、専攻の特性を配慮したユニークな教育プログラムが展開されている。成果点検の継続を期待。
- ・社会文化環境学は、まさに学融合の典型的なモデルとなっていると感じる。ただ、その理念が述べられてはいるものの具体性が不明である。学融合でなければできなかったような成果を取りまとめてほしい。
- ・社会文化環境学は、学融合の典型例であり、環境デザイン統合教育はユニークである。

地球規模の主要課題である気候変動の研究教育には、一層の力を入れて取り組んでもらいたい。特に、国際協力ではアジアのハブとしての拠点形成を頑張ってもらいたい。

- ・社会文化環境学専攻は、「人文環境学」「空間環境学」「循環環境学」「空間情報学」の4つの講座にわけることで、人文社会系と建築学系と理学系の研究の分野の「学融合」を実現しようとする。社会文化環境学の概論と融合演習をうまく組み合わせて、学融合的な教育を実施しようとしており、とくに環境デザイン統合教育プログラムなどはUDCKという実践の場を得てうまく機能していると評価できる。人文社会系との学融合は、容易ではないことも伝わってくるが、少なくとも修士論文のリストを見る限り、多様ななかでも、建築や音響も含めた住環境・交通・震災など都市に係わるさまざまな問題や人類史レベル（縄文期を中心に）での生活・環境問題など、分野融合的なテーマも並んでおり、就職先も多様ななかで獲得した知識や経験を活かす職場も含まれているので、その教育効果は評価できる。しかし、博士入学者が定員を充足していないように見えるうえ、テーマからは、工学系大学院や人文系大学院の博士論文でも見られるようなものも見うけられ、「人文環境学」という新しい学融合の成果については、いまのところデザイン実践教育の面で見えるかたちになっているように思われる。
- ・社会文化環境学専攻における「学融合」の具現化の努力を多とする。
- ・環境保全と環境形成の相互作用を中心に据えた専攻の教育研究の枠組みは適切である。空間やデザインを軸として、その中に包含される学問を集め、諸学を融合しようとする試みは、学融合の有力なアプローチであると思われる。
- ・文理融合による専攻レベルの学融合、その最も困難が予想された文理の違いを克服できそうな印象、とっておられました、これもその成果を文章にして書いておくべきだと思います。教育目的の項にそのような人材を育成する、とありますがこれがどの程度できたのでしょうか。また、博士課程で融合分野をやる人が少ないとのことですが、学外や企業から学生はどのような評価をうけているのでしょうか。後継者あるいはこの分野を牽引する人はできるのでしょうか。教員の研究成果がよく見えない、とくに文理融合的な成果が見えるようにするべきと思います。
- ・専攻のレベルでも学融合の理念を具現化することに努めているという報告には好印象を持った。是非、他専攻でも、そして環境学研究系レベルでもそうした指向性をもっと明瞭にしてはどうかと思う。

## 2) 対応

- ・専攻レベルで学融合の理念を掲げて一貫して教育研究をしてきたことを基盤として、学融合の教育をさらに進める一方、今後は、文理融合でなければできなかったような研究成果を具体化していく努力を引き続き行います。
- ・当初から環境学を研究してきた世代の教員が増えてきており、今後はそうした世代が主体となった、文理融合的な成果がかたちになってくる時期である。空間デザイン実践による学融合に加えて、意欲的な学融合の博士研究を修めた者の輩出に挑んでいく考えです。

- ・学外や企業からの社会文化環境学を修めた者の評価を参照して、改めて学融合の方向性を再確認したい。文理融合の立場から、気候変動の問題について発信力を高め、アジアからの留学生が多いことを活かした人文環境学への貢献を今後も強化していきます。

## 6. 国際協力学専攻

### 1) 評価意見

- ・留学生をもう少し多く受け入れてもいいのではないか。
- ・国際協力学専攻は、地球規模のさまざまな主要課題を学融合的アプローチで分析し、その本質を理解した上で政策提言が出来る研究者・実務者を世界レベルで育成しようという点で、意欲的かつ重要な教育目的を有していることは高く評価できる。現実にもくして問題を解決するという点で、きわめて実践的・実務トレーニング的な性格が強く、連携・協力講座もこの点で有効に機能している。修士課程での受験生、しかも社会人の数も多く、就職先も国際協力の要素がある業務が増えるなど成果があがっている。しかし、その反面、博士課程入学者は大きく減少しており、新領域の学問としては、いかなる特色を示すことができるのかが問われているように思われる。
- ・英語講義を半分以上にするなど、国際化を積極的に進めている。
- ・プロジェクトなど多いが教員の研究成果や評価はどうか。論文の数などできちんと示すべき。

### 2) 対応

- ・国際協力学専攻の留学生の割合は、平成28年5月1日現在、修士課程で17/66人(25.8%)、博士課程で7/26人(26.9%)です。この割合は、留学生を主たる受入対象としているサステナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラム(修士81.3%、博士87.1%)を除けば、環境学研究系の中で相対的に高い水準と位置づけられます。当専攻では、従来より海外からの入学希望者の事情を考慮し、入試においては外国人特別選抜等を積極的に活用してきました。さらに、留学生の出身国・地域の多様化に鑑み、特定地域を対象とした各種奨学金プログラムにも参加しています(例: JICA アフリカの若者のための産業人材育成イニシアティブ)。また、入学後においても半分以上の講義を英語で行っているなど、教育体制の国際化を一貫して図っております。今後は、各地域における連携拠点の形成を通して、海外から優秀な入学希望者を募る取り組みを行っていく予定です。
- ・当専攻の特色ある博士課程教育の取り組みとして、社会人博士の積極的受入が挙げられます。理論と実践が密接に関連している国際協力学の特質により、実務経験の成果を学術体系として取りまとめる社会人博士の研究は、修士課程学生を含めた全ての学生、研究者にとって重要な役割を担っています。近年応募者は若干減少の傾向が見られますが、(独)国際協力機構等、従来の連携先を中心として社会人博士教育に希望する事項を調査分析し、入試、講義、論文指導体制等に反映していく取り組みを継続していく予定です。
- ・国際協力学専攻に所属する教員の業績としては、学術論文、著作、研究発表等通常の学

術的な成果のみならず、実際の国際協力事業への参画、支援、技術協力、政策提言等も重要な要素として位置づけられるべきと考えます。従前の業績評価が主として前者に限定されており、後者については必ずしも系統的な記録とその公開がなされてこなかった点については、専門評価委員会のご指摘の通りです。今後はより包括的な業績成果管理のあり方を定着させていきたいと考えております。

## 7. サステナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラム (GPSS-GLI)

### 1) 評価意見

- ・サステナビリティ学においては、ジャーナルの質と量をさらに高め、環境学の核を形成して頂きたい。
- ・サステナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラムは、環境学研究系の総力を挙げて「サステナビリティ学」を創設し、「地球全体での持続型社会構築」に貢献できるようなグローバルなリーダーを育成しようという意欲的で先進的なものである。本研究の各専攻自体が、もともと多様で学融合的な性格を持つが、AG・サステナビリティ学連携研究機構などの実践・蓄積を踏まえて、さらに「高度な専門性と俯瞰的な見識・倫理観」の修得を可能にしようというもので、英語で領域横断的な教育がなされており、学生の8割以上が留学生である。カリキュラムも修士・博士を一体的にするなど、工夫されているうえ、連携・協力講座も学内だけでなく、海外との連携もあり、指導もきめ細やかに行われる仕組みになっていることは評価できる。このプログラムの全学的な位置づけも高いようだし、環境学研究系による新分野創生の柱になっているようだが、中・長期課題としてあげられている課題も多く、2名の専任教員（准教授と助教）と9名の特任教員・研究員に追わされる負担も少なくないことが予想される。なお、修士終了後、実際にどのような企業に就職しているのか、が示されていないので、実際にどのようなリーダーが生まれているのか、評者には必ずしも鮮明ではない。
- ・環境学研究系の理念、目的・目標における教育の中核を担うプログラムである。教育に関するものなので、安定的に運営できる仕掛けができるように、基盤の充実を自らも、また外部の支援も得られるように努力すべきである。

### 2) 対応

- ・「Sustainability Science」等のジャーナルに継続的に論文を投稿して実績を築いていますが、より積極的に関与してこの分野をリードしていくよう努めます。
- ・修了者の進路は企業も含めて多様であるが、大学、行政、NGO/NPO等で国際的な活動に携わる者に加えて国際機関への就職者も出てきています。修了生の進路について引き続きフォローするとともに、研究教育で連携している国際機関との人材交流も進めていきます。
- ・学内他部局所属教員との連携、国連大学とのジョイントプログラム、フィールド演習等における国内外の教育研究機関との連携などの仕組みを構築し、限られた教育スタッフの条件の中で安定的に運営するための努力を行ってきましたが、本教育プログラムをよ

り充実・発展させるために学内外への働きかけも含めて今後一層努力して参ります。

- ・ Sustainable Development Goals (SDG s) が 2015 年に国連で採択され、サステイナブルな社会の構築という共通の目標を目指してあらゆるセクターが参加・連携してゆくことが求められている。特に産業界との協働、自然科学・工学と人文・社会科学との融合などが重要なポイントであり、GPSS-GLI が教育の側面からこのような動きを推進していくようさらなる努力を続けて参ります。

## 8. 全専攻を通じて

### 1) 評価意見

- ・ 修士修了者の就職・進学先などを、きちんと経年的に把握し、アピールする方がよい（専攻ごとにも、系全体としても）。
- ・ 博士課程の定員充足率（の低下）について、専攻ごとに「傾向と対策」を図るほうがいい。
- ・ 各専攻とも活発な教育研究活動を行い、案内書によってわかりやすく紹介している。その中での研究論文の紹介に、最近 5 年以内のものが載っていないのは情報が古いのではないか。
- ・ (全体として) 各専攻の教員の陣容、専門分野、研究成果などを記すべきだと思います。よい教員、よい学生によって学融合環境学へのよい教育研究成果がでていることを述べるべきだと思います。学融合の成果を社会にアピールする工夫が必要。「サステナビリティサイエンス」をそのように使うなど。本郷との競争なので、本郷にないことができることを述べる必要があります。報告書を読んでいて本郷でもできるな、と思われるとよくないので。教員の優秀さをアピールする必要があります。やはり博士をたくさんつくりたいので工夫が必要です。柏の 3 つのキャンパスの利用などで学生が心身ともに健康に勉強できる工夫なども評価すべきだと思います。駒場、本郷と異なり、社会にも開かれ、これまでにない自由闊達な大学になっていることが大事だと思います。3 キャンパス構想をきちんと実現していることを学内外にアピールすべきだと思います。学内からの進学が少なく、人気がないようにみえます。この事に関する分析と評価の記述が必要だと思います。(大学外でも話題になることが多いようです)

### 2) 対応

- ・ 頂いたご意見を踏まえ、各専攻、プログラムにおいて、教育研究の成果を外部から見えるように公開、提示していくことに努めます。専攻、プログラムにおいて、教員個人や組織が教育研究活動の成果を振り返り、今後の方向性を検討する機会を増やしていくよう努めます。
- ・ 柏キャンパスの立地の利点を活かしたキャンパス内の研究所等との連携や筑波の研究機関との連携を強化した特色ある教育研究を進めて参ります。

### III. 将来への取り組み

#### 1) 評価できる点

- ・卓越大学院を目指した、構想は高く評価できる。ただし、GPSS-GLI の成果を当初の計画（約束）どおりまとめてから進行すること、また IR3S との連携をさらに進めることが期待される。
- ・柏キャンパスの立地を活かした地域連携については、企業・自治体・住民の参加による実証実験の場として、積極的な活動をしている。
- ・国際フィールドの開拓についても、連携強化が進んできた。
- ・これまでに蓄積してきた学融合教育・研究を発展させ、学融合環境学をより明確なものにする試みとしてあげている 4 点はいずれも重要である。なかでも、実践・実験の学としての要素が強いことを踏まえ、柏キャンパスの立地を活かした地域連携がさらに深化・進化することを期待する。サステナビリティ学をさらに展開した卓越大学院構想とそれをもとにした先端環境学創造教育コモンズは構想が壮大で、門外漢の評者にはその中身が十分に咀嚼できないため、正当な評価はできないが、その実現にはそれぞれ全学的で強力な協力体制を踏まえた、さらに広く有機的な研究協力が必要だと思う。
- ・立地を生かした地域連携の展開に期待する。
- ・絶滅危惧種の保全、里地里山の保全・利用、洋上風力発電、環境システムなどを始めとする現在取り組む諸問題は、いずれも社会における喫緊の課題であるが、短期的に解決されるものではないので、その継続は妥当である。加えて、超高齢社会へのエンジニアリング的アプローチ、低炭素社会の実現に向けた技術開発、縮小社会の環境デザイン学など、今後計画されている研究課題は社会で不可欠な課題であり、是非強力に推進すべきである。
- ・「先端環境学創造教育コモンズ」のもとに、様々な教育研究活動を融合するための構想は優れたものであり、極めて高く評価できる。今後、内外からの支援・推進体制を構築すべきである。
- ・地域や企業、国研との連携は高く評価できる。地域との連携に学術的な実質を入れられるとよいと思います（オンデマンドバスや UDCK などでの反省も含めてです）。

#### 2) 問題点・改善すべき点

- ・現状の評価を明確に行って、将来の課題を構成員で共有しさらなる展開を期待します。
- ・国際化・地域連携などについて、学術論文にまとめ上げることが、十分でないような気がする。
- ・「先端環境学」を創造しようという試みや意義はなんとか理解できるが、「世界最高水準の博士学位プログラム」は、現状からは、決して容易でないと考える。柏キャンパスという立地条件を克服し、より多くの意欲の優秀な院生の確保をすることは、独立大学院という点から鑑みて、十分な教員と予算が不可欠で、それぞれ東大全体でこの問題を解決するしかないように思われる。もっとも、改めて言うまでも無く、博士課程の問題は、

本系だけで解決できるような問題でなく、国の高等教育政策全体の問題であらう。

- ・社会科学系は、実学的な側面も強く、融合する可能性を持つと思われるが、人文科学系は、「作法」の違いがあることを前提とするにしても、もう少し融合しない限り、工学系を中心とした他の自然科学系との融合に留まるのではないかと危惧する。人文系の方からも、融合の可能性を積極的に模索する必要があるが、東大のなかでモデルを構築できなければ、他ではできないと思う。超高齢社会の問題を解決することは急務だと思うが、回想法などの人文諸学の成果や博物館での実践を踏まえることも、都市でも農村でも、漁村でも、地域社会の歴史的変容について人文諸学と共同で研究する可能性はあると考える。なお、新たな国際フィールドの開拓、とくに中近東・南米・アフリカの開拓は、地球レベルでの環境問題を考える上では不可欠だが、欧米・東・東南アジア・北米の先進的な大学・研究所との競争的協力関係を発展させることも必要だと考える。
- ・博士課程の定員充足率の低下と現水準について、専攻ごとに問題意識をもたないと、卓越大学院の成功はおぼつかないのではないか。
- ・最も大切なのは、学融合による環境学の創造ですので、その検証を行ってほしいです。理念があり、そのための教育研究組織やキャンパス整備があり、教員人事と入試ポリシーがあり、それらがうまくいっている、あるいは工夫の余地がある、などが知りたいです。やはり目標の具体的な数値的なものが重要だと思います。数値でできない「学生や研究の質」のようなものはなにか別の定性的な文章でも必要と思います。

### 3) その他のご意見

- ・“将来”はどの程度の期間を想定するか、明らかにして構成員で検討すべき。
- ・サステナビリティ学における「人間・社会システムに関する科学」は極めて大切な項目である。是非、医学的知識も動員して、パイオニア研究を推進してほしい。
- ・環境学研究系の目指す学融合の分野は、外部からは容易に理解されにくいという面を有している。わが国におけるこの分野の代表として、科学研究費を始めとする外部資金の分野設定、選抜・審査、評価にかかわる面での貢献も果たし、この分野の進展に資するとよい。
- ・本研究系の学内外や海外との連携体制は非常に高い水準にあり、他の大学組織では実現困難なものである。これを活かし、さらに推進して、学融合の実を挙げることにより、我が国のみならず、世界のリーダーとなりうると思われる。
- ・やはり、修士博士一貫教育が必要に思いました。うまくいった例のない独立研究科を本当の意味での大学院大学にすることになると思います。設備の不足や、実験指導の人材確保には国立研究開発法人などを使うべきだと思います。国研の方も教育そのものにはとても手を出せませんが、施設利用くらいなら歓迎すると思います。
- ・配布のあった「評価記入用紙」には総評的コメントを記す欄がないので、それに書き込みにくい若干の全体的コメントを、ここに記す。

評価用資料について：当日評価委員会でも少し話題に出ていたが、「自己点検報告書」などの評価用資料は、評価を進める上で不十分性を感じる点があった。大学の評価にお

いては、何でも PDCA を回せばよいというものではないと思うが、やはりポイントになる事項については、5～6年に1回の外部評価の機会に、目標に向かって着実に進んでいるのかどうか、あるいは目標通り活動をできているのかどうかを、客観的証拠情報に基づいて自己評価と外部評価をするべきである。このための客観的証拠情報が（たとえば研究成果の詳細な公表状況などについて）集約されているべきであり、その情報に基づいて自己評価がなされているべきである。今回、そういう部分が弱いと感じられた。これをしっかりやっておかないと、変化が追えないため、この次の5～6年間の目標の設定や評価が難しくなるのではないだろうか。

研究活動について：上記とも関連するが、研究の具体的な成果、たとえば、研究論文の公表状況、研究成果の関連学問分野あるいは社会へのインパクトの大きさ、などについての評価は重視すべきであると考え。というのも、新領域創成科学研究科は、学部教育の労をとらなくてよい独立研究科であり、その分、研究や社会連携により大きく力が入っていてしかるべきだからである。

リソースの動向について：教育・研究・社会連携等、大学院として必要な活動をするための第1のリソースは教員である。28年7月14日現在の教員配置に関する情報は配布があり、全体像がある程度理解できたが、全体としてどういう動向にあるかが分析されているとよいと思われる。同様に、その他のリソースである、教育研究経費や外部資金導入の動向、教育研究スペースや施設設備の状況と動向も確認されているべきであろう。各専攻・プログラムの活動について：外部評価会当日の各専攻・プログラムからの活動報告は、興味深く聞くことができた。当日は時間がなくて聞くことができなかった質問やコメントのいくつかを、ご参考までに以下に記しておく。→各専攻欄に移動して記載。学融合研究の公表の場について：研究成果公表の場であるが、少し前までは、確立した学問分野のジャーナルが割拠していて、学融合研究の成果公表の場がなかなか見いだせないという問題があったかと思われる。しかし、近年では旧来の学問分野の枠を超えた分野をカバーする新しく、有力なジャーナルが次々と生まれている。とくに、電子ジャーナル化の時代になり、既存の伝統的な学問分野においてさえ、権威あるジャーナルとみなされていた伝統的ジャーナルが急速に地盤沈下し、新たに生じた電子ジャーナルがそれらに取って代わる様相も現れている。こうした動向を迅速にとらえ、当環境学研究系でなされた学融合研究の適切な成果公表の場を見出し、研究成果を大いに世に問うていただきたい。

- ・まず、十分な評価ができなかったことを心からお詫びします。その上で、東大に所属する、あるいはこれまでに本研究系の研究・教育に係わったことのある評者なら、十分な説明だったのかもしれないが、まったく係わってこなかった人文系の評者には、もうすこし詳しい説明がほしかったというのが正直な感想です。研究の場の紹介はよくわかったし、研究の一端をすることができたが、時間が足りませんでした。外部委員の評価の際には、もう少し時間を取った丁寧な説明と資料が必要だと思いました。自分自身の理解力の乏しさに起因するとは言え、もう少しまともな評価をするだけの情報がほしかったように思います。

・まず一般論から書かせて頂きます。学術の融合による環境学の構築という大テーマに対して、どのようなことを試みて、どこまでできたかを書くことが本当の評価だと思います。その評価のポイントは下記のようなと思います。

- (1) 教員がしっかりと研究業績を上げていること。一流の大学から一流の学生が集まっていること。学生の研究もしっかりしていて就職先も教育や研究にも進んでいる。(新しい教育組織が二流の教員と学生では作った意味がないと思われます。)
- (2) 教育プログラム、研究組織として新しい事を試みてうまくいっていること。国際性、産学連携などのポイントも明確であることが必要です。
- (3) 対応する学会やNPOの創設、国際雑誌の刊行、関連ベンチャー創出、国際機関への提言などによるこれまでにない社会啓蒙的活動も重要です。

このうち(2)はかなりやっている、(3)はやっていると思います。(1)を明確にすることが大事で、学内的にはここが一番の興味のあるところです。

また、このような評価は今後の研究系や専攻の在り方(改変も含めて)、人事のやり方などにも反映されるべきだと思います。

### 3) 対応

- ・本研究系の学内外や海外との連携体制は非常に高い水準にあり、他の大学組織では実現困難なものであるとの評価を頂く一方で、これを活かし、さらに推進して、学融合の実を挙げることの必要性もご指摘頂きました。今後は、既に連携講座による協力体制を築いている筑波等の研究機関や海外機関との研究教育の連携を強化、拡充し、その成果を世界に配信していくことに努めます。既に、インペリアル・カレッジ(英国)等との修士課程学生の交換留学における単位認定やUTSIPの学生の受け入れが行われているが、このような取り組みを一層推進していきます。
- ・教育研究の成果の公開、配信、活用については、教員への負担にも配慮しながら、研究科事務の協力を頂きながら、出願者、学生の就職先、基幹教員の業績等の生データを毎年記録するシステムづくりを進めます。
- ・頂いた個々の評価意見それぞれについて、対応を十分な対応を図ることができていない部分もありますが、評価意見を当研究系内で共有し、今後の教育研究活動、運営を検討する際に活用させて頂きます。



# 外部評価委員会報告書

## 目 次

1) 外部評価委員会名簿 .....	307
2) 外部評価委員会議事次第 .....	307
3) 配付資料一覧 .....	308
4) 外部評価委員評価シート .....	309

## 1) 外部評価委員会名簿

### 委員長

住 明正 国立研究開発法人国立環境研究所 理事長

### 委員

秋山 浩保	柏市	市長
石井菜穂子	地球環境ファシリティ (GEF)	統括管理責任者 (CEO)
菰田 正信	三井不動産株式会社	代表取締役社長
佐藤 英明	独立行政法人家畜改良センター	理事長
曾我 健一	カリフォルニア大学バークレー校	教授
中西 宏明	株式会社日立製作所	取締役会長兼代表執行役
濱口 道成	国立研究開発法人科学技術振興機構	理事長
向井 千秋	東京理科大学	副学長
山本 良一	国際基督教大学	客員教授

## 2) 外部評価委員会議事次第

平成 28 年 12 月 14 日 (水) 14:00 - 18:00

於 東京大学 新領域創成科学研究科 基盤棟 2 階大会議室  
司会 浅井企画室長

1. 14:00 研究科長挨拶 (味埜 俊 研究科長)
2. 研究科の理念と沿革 (味埜 俊 研究科長)
3. 14:15 管理運営状況 (三谷啓志 副研究科長)
4. 14:25 教育研究活動状況 (山本博資 副研究科長)
5. 14:35 質疑応答
6. 系の紹介
- 14:45 基盤科学研究系 (大崎博之 研究系長)
- 15:00 生命科学研究系 (菅野純夫 研究系長)
- 15:15 環境学研究系 (出口 敦 研究系長)
7. 15:30 質疑応答
- 15:45 休憩
8. 16:00 研究科の将来計画 (味埜 俊 研究科長)
9. 16:15 質疑応答
10. 16:45 評価報告書作成打ち合わせ  
(研究科出席者は別室待機)

11. 17:15 総評（評価委員よりコメント）
12. 17:55 終わりの挨拶（三谷啓志 副研究科長）
- 18:00 終了

## 個別説明会

- (1) 柏市市長 秋山 浩保 委員  
日時 平成 28 年 11 月 14 日 午前 9 時 15 分～ 10 時 15 分  
場所 東京大学柏キャンパス 基盤棟研究科長室
- (2) 株式会社日立製作所 取締役会長兼代表執行役 中西 宏明 委員  
日時 平成 28 年 11 月 18 日 午後 2 時 00 分～ 15 時 30 分  
場所 日立製作所本社内（日本生命丸の内ビル）

## 3) 配付資料一覧

1. 外部評価委員会議事次第
2. 外部評価委員会委員名簿
3. 新領域創成科学研究科名簿
4. 外部評価委員会座席表
5. 自己点検・外部評価報告書（概略版）
6. 同上別冊 資料編（添付の CD に収録）
7. プレゼンテーション資料
  - 7-1) 研究科の理念と沿革
  - 7-2) 管理運営状況
  - 7-3) 教育研究活動状況
  - 7-4) 基盤科学研究系の活動概要
  - 7-5) 生命科学研究系の活動概要
  - 7-6) 環境学研究系の活動概要
  - 7-7) 研究科の将来計画
8. 新領域創成科学研究科パンフレット
9. 環境学系自己点検報告書（平成 28 年 3 月）
10. UTSIP パンフレット
11. 東京大学柏キャンパスへようこそ
12. 東京大学柏地区キャンパスガイドマップ
13. TIA パンフレット
14. UDCK パンフレット
15. 東京大学概要 2016
16. 同上資料編

## 4) 外部評価委員評価シート

柏市市長

秋山 浩保

### 1) 研究科全体に対する評価

東京大学が「学融合」を基本理念として、新領域創生科学研究科を創設して18年になる。この間、既存の学問分野では解決できない諸問題について、領域をまたいだ視点で果敢に取り組んできた。フロントランナーとして、さまざまな分野と連携・競争していこうという、その姿勢は、外国人特任教授の増加や多国間共同研究の増加などにも表れ、180にも上る受賞数や研究資金の外部資金の獲得に繋がってきたのだと思う。何よりも評価されるべきは、情報交換や交流機会の設定など、異なる分野を積極的に繋げようとする研究科のその姿勢なのではないか。フロントランナーである者の責任と言えばそれまでだが、前のめりぎみなその姿勢を今後とも続けていただくことを期待している。

### 2) 研究科への提言

自らの分野を深く追求することで専門性はより深まり、他の分野に属する人からは理解されづらくなった。ある分野で常識とされるものが、分野が異なると常識ではなくなることは珍しくない。「学融合」を進めるには、相手の懐に飛び込んで、常に新しい知識を吸収しようというメンタリティーが重要で、それは学問的な背景だけでなく、相手の出自や育ってきた環境なども大きく関係するという意味では、国際化と通じるものがある。相手を受け入れようとする精神のあり方が包括的に物を見させ、結果的に「学融合」を進めるのではないか。

既存の枠に捉われず、柔軟性のある視点で物事をとらえることは専門性を追求した者ほど大変な作業かもしれないが、今後ともさまざまな主体と協創して、新しい化学反応を生み出してほしい。

## 地球環境ファシリティ (GEF) 統括管理責任者 (CEO)

石井 菜穂子

### 1) 研究科、運営活動に対する評価

複数分野を理解する人材の不足、研究者の不足など根本的な課題に対し、連携ではなく「統合」した教育が必要との認識をしっかりと持たれていることは、高く評価したい。諸々の制約条件のあるなかで、その解決に向けた各種の方策を試みておられることも評価したい。産業界はじめ社会の実装との協力を目指しかつ成果を挙げておられることを評価したい。

### 2) 関連分野研究から見た評価

私個人が関わっている地球環境と人間活動の関係の長期的な変化、地球規模におけるサステナビリティの分野は、まさに貴研究科が活躍すべき分野と考えるが、この分野での研究活動が少なかったことは残念。域際研究の真価が問われる分野と考えるので、今後の取組みに期待したい。

### 3) 研究科への提言

国際社会の求めている課題として、SDG への取り組み、さらには地球環境のサステナビリティがクローズアップされている。こうした地球規模の課題に対応するためには、経済社会を構成するシステムのそうご関係をどう考えるか、さらには地球制度と人間活動との関係を持続可能なものとするために、どのような制度転換が必要かを考えていく必要がある。そうした観点からは、現在研究科が進めておられる学融合を、経済・社会分野にも拡張していく必要がある。一方で、研究のありかたが、小さな学の寄せ集めになることは絶対にさける必要がある。主体としても、政府、民間企業、市民社会との連関を積極的に推進していくことが重要と考える。

さらに、研究科がこの分野で国際的な役割を果たすためには、自分の専門分野を越えた域際分野でも comfortable に活躍できる人材の育成が重要である。域際能力の求められる時代に世界を牽引するためには、まず問題解決が摸索されている各種のプロセスに参加することが重要と考えるが、そうした場に日本は呼ばれていないことが多い。そうした場で貢献できる人材を育成するには、日ごろから異分野の寄合所帯の国際会議などで腕試しを心がける必要があろう。

新領域におけるニーズは刻々として変わっていく。時代遅れにならないよう、しっかりと目を見開いて時代に対応して頂きたい。またこの学科にしかできないことをやっていただきたい。ほかの大学ができることはむしろやらないという覚悟で臨んでいただくことを期待する。

## 三井不動産株式会社 代表取締役社長

菰田 正信

### 1) 研究科、運営活動に対する評価

学融合というコンセプトのもと、的確なテーマ設定をされて、社会的にも意義のある研究がなされていると思う。

また、柏の葉という立地特性を活かし地域との協働による研究が成されていることは高く評価できる。

学の国際化のトレンドを捉え、インターナショナルロッジの構想など、外国人留学生の入学促進や、日本の学生の国際化に取り組んでいるところも大変良いと思う。

### 2) 関連分野研究から見た評価

弊社もUDCKを通し、街づくりや環境マネジメントという課題に協働させていただいているが、貴研究科の存在意義は極めて高く、公民学連携の要となっている。地域住民や学生が街づくりに関与していく場の提供とその活動をナビゲーションする仕組みは大変素晴らしく、今後の街づくりのモデルになると思われる。

### 3) 研究科への提言

日本が他の先進国に先駆けて直面している課題、例えば少子高齢化だとか環境問題を解決する研究にもっとフォーカスをしてよいのではないかと。

特に柏の葉は地域の中で実証実験できる強みがあるので、それをもう少し活かしていた

だいたらよいのではないか。

それから、産学の連携をもう少し強化できないか。ベンチャーとの協働は進んでいると伺ったが、もう少し大企業との協働があってもよいのではないか。(実際にはやられているかも知れませんが)。

教育という観点では限界もあるのかも知れませんが、実社会に即貢献できる研究あるいは、学生が社会に出た時に大学で学んだことがすぐ活かせる研究ということが、他の学部との差別化になるのではないか。

## 独立行政法人家畜改良センター 理事長

佐藤 英明

### 1) 研究科全体に対する評価

○予算・教員数不足などの困難の中、「学融合」「知の冒険」という基本理念を掲げ新領域創成に向けて努力し、充実した教育組織を作りあげた。高く評価する。悩みながら学内の支持を得て基本理念の実現に挑戦し続けることが東大全体の発展に貢献することになると思う。

○キャンパスの建築物は予想以上に充実しているが、詰め込み過ぎのようにも思える。

○大きなプロジェクトに学生を巻き込むことは意義あることであるが、その中で学生の主体性、独創性をどのように伸ばすかについて議論が必要に思う。

### 2) 関連分野研究から見た評価

○情報、生命科学の2つの領域に精通する学生の養成は、メディカルのみならず、農学や環境分野でも必要とされる。メディカル以外の分野でも取り組んでほしい。

### 3) 研究科への提言

○柏Ⅱキャンパスの構想・具体化においては、学住近接の実現を念頭におき、教員の住居についても特段の配慮が必要と思う。

○建築物の充実のみならず、緑地、空間的余裕などキャンパス全体の景観・美観も考慮して将来計画を具体化してほしい。

○タフな東大生の養成を目標にしなければならない背景を分析し、適切な教育方法を生み出してほしい。

○ガバナンスにおいてはトップダウンではなく、新領域を開拓しつつある研究者のリクルートと彼らを信頼したボトムアップの運営が必要と思う。

○学部をもたず、独立研究科として努力してほしい。その中で東大の学部からの出身者が50%を占め、東大の伝統が維持されることに期待する。

## 国立研究開発法人国立環境研究所 理事長

住 明正

### 1) 研究科、運営活動に対する評価

学融合という概念を実現するべく頑張っていると思う。当初、柏キャンパスに新しい研究科が新設されるという追い風に乗って飛躍するという目論見が外れて、学融合も意外に

難しく、既存のシステムの慣性が大きいなどの逆風にさらされ、各研究科の持ち出しになった分もあり、新しい研究科を作る上での苦労が多かったことと思われる。

3研究系は、もともとそれぞれが研究科を志向していたものであり、研究系相互の融合などは、優先度の高い課題と考えなくてもよいと思われる。まずは、それぞれの研究系で、学問的や社会的に目立つ人を採用するとともに、よい研究成果や可能性のある学生を生み出すなどの結果を実現すべきであろう。

最近では、学融合とか新領域などという言葉は、どこの大学でも掲げる言葉になっており、その言葉自体をそれほど気にすることなく、柏の地の特性を生かした教育・研究の展開が望まれる。その点で、土地があるので、この土地を生かした、企業との連携、つくばとの連携などの試みはユニークと思う。社会実装・現場科学の方向を目指し、生きた問題を生きた状況の中で解いていくことが柏の1つの魅力、セールスポイントというのはあってもいいと思う。

新領域は多様性があるのだから、それを共有しながら誰かが成功すれば良いくらいの大きな気持ちでやるのが大事である。

教育は重要で、昔の東大のエリートシステム型の教育にはもう頼れないと思う。結局、ワンパターンでは教育はできず、それぞれ学生の個性を見ながら多様なプログラムを展開していくというような仕組みが必要なのではないかという気がする。また、選ばれた学生を寄宿舎制にして、教官と寝食を共にした「全人教育」というのは、どこでも実現できない仕組みなので、実現するとおもしろいと思う。

サステナビリティに関する教育プログラムを立ち上げたことは非常にユニークであり、是非とも、継続発展をすべきであろう。そのためにも、特任ではなく正規の職員を配置すべきである。

20年も経過しているので、そろそろ、本郷からは独立して、自前のスタッフとして人事を回せるようになるとよい。

最終的に財源が重要で、その確保が大変だが、そこは頑張ってもらいたい。ただ、土地があるというのは結構重要な点でありよく認識する必要があるだろう。新しいアイデアがあっても土地がないから実現できないということはあるからである。拙速にもならず、手遅れにもならず、新しいコンセプトをつくって、柏第2キャンパスに展開するかを考えていただきたい。

## 2) 関連分野研究から見た評価

自然環境学は、理学と農学、海洋と陸域の混成部隊である。それらの統一的なビジョンや中核的な理念が何か、また何を新しさとして打ち出しているかがまだわかりにくいと思う。GISを用いた空間情報や空間デザインという方向に行く流れのほうが、他の都市デザインのグループなどとも関連がありよいように思う。柏の自然環境学の進むべき方向性について今後の人事などの際に充分議論して欲しい。

教育に関しては、専門としての discipline を身につけさせることと、統合的な見解を得させる目的との矛盾ができて居ると思う。これは、柏だけの問題ではなく、普遍的な問題でまだ「解」は得られていないと思う。その意味では、修業年限を長くするとか、社会へ

出て行ったり帰ってきたりするのが自由にできるとか、なんらかの教育制度の仕組みを変える提案が必要と思う。

### 3) 研究科への提言

「学融合」という概念に縛られず、変化する現在に対応し将来を見据えた教育・研究を考えればよいと思う。その意味では、東大生タイプに依存する従来型の研究に未練を持たず、地方大学としての腹のくくり方をして、これと思う学生を手塩にかけて育て研究を花開かせるような意気込みが大事と思う。

具体的には、産学連携の、ビッグサイエンスを切り盛りする中での、新しい企業家スタイルの学生を育てるとか、というのが一案であるし、古典的な、寺子屋スタイルの貧乏で暖かい教育機関というのも一案であろう。研究科として一つの方向と言うよりは、様々な可能性を追求する多様な研究科というのを目指すのがよいと思う。

## カリフォルニア大学バークレー校 教授

曾我 健一

### 1) 研究科、運営活動活動に対する評価

- 基盤科学研究系、生命科学研究系、環境学研究系ともに学融合が進んでおり、多くの専攻で国際的なレベルな研究成果を挙げている。
- 研究科設立時に掲げた「学融合」そして「知の冒険」のコンセプトは研究系全体に教官個人レベルまで浸透している。
- 研究科設立以来の蓄積された経験を使って、現総長が推奨されている大学全体の「学融合」のリーダーシップをとる状況にある。
- セミナー以外にも3研究系の研究者たちが交流をさらに深める活動を増やすことによって、次世代の学融合を形成できる可能性がある。特に Machine Learning やセンシングの分野はいろいろな専攻で活用できるかもしれないので、これらの分野の共有授業を増やしてもよいかと考えられます。
- サマースクールは海外からの留学生や研究生を増やすための良いプログラムであり、さらなる発展が期待できる。
- 今回は学生および若手研究者の方々とお話をする機会がありませんでした。彼らの中長期のキャリアパスを研究科全体で議論できるプログラムも「学融合」の一環であると考えられます。

### 2) 関連分野研究から見た評価

- 研究系全体の研究成果は優れたものである。
- サステナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラムは新領域研究科の試みを大学内外にアピールするユニークなものであり、研究科の国際的評価に大きく貢献していると考えられる。海外からの学生や研究者に来てもらうにはこのようなプログラムを増やしてもよいのではないのでしょうか。

### 3) 研究科への提言

- 研究科設立時に掲げた「学融合」そして「知の冒険」からさらに進んだ次なる10年のテ

マ（例えば「知の義務」など）を設定し、研究科全体に新しい目標を持たせることによって更なる活性化を図るのはいかがでしょうか。

- 設立以来のノウハウを生かして、大学全体の「学融合」活動のリーダーシップをとるロードマップを作成するのはいかがでしょうか。
- 教官個人の国際的研究成果の評価をまとめたデータをもとに、積極的に国際化のボトムアップを図るのはいかがでしょうか。個人レベルの国際化が全体の国際化につながります。
- 学生、若手研究者主体の活動を紹介していただければと思います。また、日本人学生に対して学位取得のための海外留学を促進させるようなプログラムはありますか。

## 株式会社日立製作所 取締役会長兼代表執行役

### 中西 宏明

#### 1) 研究科、運営活動に対する評価

- 柏キャンパスの新領域創成科学研究科設立の当初より、従来の学際研究の枠組みを超えた新たな学術の必要性が大きいこと、それを「学融合」という概念にまとめられてきたことが重要であると感じている。日本、ひいては世界の多くの社会課題の解決策がそうしたアプローチを必要としている。
- その同研究科の学融合という概念で、新しい学問フロンティア領域創出の活動が着実に進展していることを高く評価する。前回の外部評価以降に行われた、メディカル情報生命専攻、革新複合材学術研究センター、ファンクショナルプロテオミックスセンターの設置はその一環であると認識する。
- 教育活動では、国際社会への貢献を重点の一つにおき、サステナビリティ学グローバルリーダー養成大学院プログラムなどにより国際化教育を進めている点が評価できる。海外からの留学生も積極的に受け入れ、そのサポートも柏Ⅱキャンパスを中心に充実してきている。今後、少子化が深刻になるなか高いレベルの教育研究を維持していくためには、海外からの優秀な学生を獲得することが益々重要になると考える。
- 「つくば-柏-本郷イノベーションコリドー」構想は、産学官民の密な交流を促進し、研究成果を早期に社会実装することを実現する活動になることを期待する。
- 我田引水になるかも知れないが本年開設した「日立東大ラボ」ではそうしたアプローチでの研究課題の設定を狙っており、同研究科での大きな発展へとつながるはずと考えている。

#### 2) 関連分野研究から見た評価

- 「基盤科学」「生命科学」「環境系」の3研究系のもと、「新物質」「エネルギー」「宇宙」「脳」「資源」「国際協力」「医療」「情報」「生命・バイオ」という対象研究分野は、新しい学問フロンティアの開拓および社会課題としての重要性の観点からも適切なカバレッジであると考えている。それを企業との共同研究を通じて経済成長へと結びつける努力が必要と思う。
- 研究活動としては、論文発表数を微増させながら Nature や Science などの著名誌にも多数掲載され、また国際的な賞を含む受賞数が前回の外部評価時より2倍以上に増加して

おり、研究成果の質が高い水準にあること、および継続的な向上に努めていることが認められる。

- ・民間企業および官公庁からの受託研究・共同研究も年々増加しており、学外からの期待が増していることがうかがえるが、上記した背景から、或意味で当然の効果であると思う。但し、言わずもがなであろうが、外部資金を獲得すること自体が目的ではなく、研究成果を社会実装することが重要であることを忘れずに進めて頂きたい。

### 3) 研究科への提言

- ・アカデミア界でグローバルに卓越した業績を示し高い評価を得ることは、優秀な学生の継続的な獲得とその教育を進めるうえでも、大学院の教育研究活動のベースとして極めて重要と考える。その一方で、日本を代表するリーディング大学において新領域を開拓する使命をもつ本研究科には、日本が直面する少子・高齢化、人口減少、COP21 環境対策とエネルギー問題など、社会課題の解決に正面から取り組んで行っていただきたい。国の成長戦略である「Society5.0」の実現に向けては、科学技術のイノベーションの実行主体としての役割に加えて、行政の府省間の壁や産業界の垣根を越えた大学ならではの俯瞰的な視点で政策提言する役割も期待したい。

## 国立研究開発法人科学技術振興機構 理事長

### 濱口 道成

#### 1) 研究科全体に対する評価

国連が一昨年制定した SDGs に改めて言及するまでも無く、人類社会は急速な人口増と環境破壊・資源枯渇によって、その存続自体が問われる時代を迎えている。他方、日本は人類が未だ経験したことのないスピードと規模で少子高齢社会を迎えており、社会保障費の未曾有の膨大と労働人口の減少は、日本の社会システムを崩壊に導きかねないリスクを生み出している。更に、近年における IoT の急速な発展は、Industry4.0 に象徴されるように、第4次産業革命とも呼ばれる社会構造の変化を生み出しつつある。

その結果として、科学は中世以来の伝統とも言える人間の好奇心と未知への探求を活動原理としたものから、20世紀末にブダペスト宣言で提唱された「社会の中の科学・社会のための科学」としての役割を厳しく問われる時代を迎えており、SDG s にまとめられた地球規模の課題への実践的な対応を迫られている。

以上の時代背景の下に生まれたとも言える東京大学大学院新領域創成科学研究科は、その目的を「学術の融合を通じて新たな学問体系の創成を教育と研究を行い、(中略)、情報、生命科学、環境などの融合的な分野において問題解決能力を持った国際性豊かな人材を養成することにある」としている。その設置は、上述の時代背景の元、極めて適切かつ挑戦的なものであったと言える。しかし、確かに時代の要請に応じた構想ではあるが、設立後の運営は、まさしく海図の無い航海の如きものであり、全てが新しい設計である故の困難に満ちていたと推察する。この点で、設立以来の研究科の運営は、評価に値するものであると言える。この間の教職員諸氏の忍耐強い努力と成果を高く評価したい。

しかしながら、改めて現状を拝見し、その可能性と困難さを考える機会を得た結果、私

なりの視点から見て、いくつかの課題と思われる点に触れたい。第一は、言うまでもなく、独自の学部組織を持たない独立研究科でありながら、地理的には都心から離れた地域にあることである。これらの点は、必然的に学生の確保に多くの努力を要する環境となる。更に、分野融合型の「新領域創成科」であることは、学部と大学院の間にある種の不連続性を生み、進学希望者に強い引力を与える必要性を内在していると言える。平成27年度の入学状況を見ると、修士課程1.57倍、博士課程1.33倍と、実績を示しており、そのハンディキャップと思われる点を超えて、堅実に研究科の運営が進められていると思うが、新領域を創成する役割を担う研究科として、優秀な進学希望者を集める、更に大胆な試みを期待したい。

二点目として、融合的な分野が必要とされるようになった社会背景として「イノベーション創出」への強い期待があげられる。しかし、研究科創成がボトムアップ的に進められてきた経緯故か、研究科の構成が基礎科学をベースとするものとなっており、イノベーション創出とアントレプレナーの育成は、明確な課題とはなっていないと思われる。新領域創成が強い社会的インパクトを持ったものとするためには、以上の点で情報学や環境学等のポテンシャルの高い分野を核に、時代の要請に応えられるよう改革をお願いしたい。

三点目として、全体の構成の中で、表面的に見る限りは、倫理・法理等のELSI関連の教育や専門家の配置が弱い印象を持った。新領域を開拓するということは、必然的に新たな視点での倫理の構築を必要とすると言える。又その社会的な需要も年々高まっており、工夫をお願いしたい。

四点目として、新領域創成という志をさらなる高みに導く工夫として、またこの研究科を、東大を代表するアジアでも最も個性的な研究科とするためにも、更に徹底した国際化をお願いしたい。とりわけ、海外のトップ大学とのジョイントディグリー、ダブルディグリーの充実を期待したい。

以上を持って、私の評価とさせていただきます。研究科の更なる発展を大いに期待いたします。

## 東京理科大学 副学長

### 向井 千秋

#### 1) 研究科、運営活動活動に対する評価

これまでの活動に関しては、新しいコンセプトをもとに新領域を創生し、優秀な卒業生を輩出していると思います。

#### 2) 関連分野研究から見た評価

新領域は多角的で interdisciplinary な融合的内容となるので、個々の分野の専門性を深めるのは、学生にとって大変なことと思います。すでに修士や博士の degree を持つ人が double degree として受講すると非常にレベルの高い内容を取得できるものと思います。

#### 3) 研究科への提言

- ・社旗とのつながりをより進め、ボーダレスな新領域を常に創生しつづられるようなフレキシブルな研究科であってほしい。

- ・ 柏キャンパスを社会実装モデルの場としてもっと使うべきと思います。
- ・ 期待する姿として：  
「社会のニーズや問題を先取りし、それらを解決できる研究や教育をするとともに、未来の新領域を常に作り続けることができる独創的な考えを持つ卒業生を輩出し、柏キャンパスを社会実装モデルとして研究成果を世界に発信し続ける研究科」

## 国際基督教大学 客員教授

### 山本 良一

#### 1) 研究科、運営活動に対する評価

大変素晴らしい取り組みがなされている。

#### 2) 関連分野研究から見た評価

研究科全体として、大変素晴らしい取り組みがなされている。また、研究科の中に3つの系があって、それぞれ大変高い業績を挙げている。

#### 3) 研究科への提言

科学・技術の急速な発展により新たな倫理的問題が出現している（あるいは出現する可能性がある）。

例えば、

遺伝子診断の婚姻、就職、保険等への利用

遺伝子操作によるデザイナーベビーの試み

生殖医療（体外受精、死後生殖、着床前診断など）の拡大

遺伝子組み換え生物の安全性

延命治療の拡大

サイボーグ医療の拡大

脳に機械やコンピューターを直結する技術の拡大

ドローン（無人機）の軍事利用

ソーシャルロボットの拡大

人工知能による人間の自信の喪失や雇用の減少

ビッグデータによるプライバシーの侵害

気候変動技術による副作用

ナノテクノロジーの安全性

など。

これらの問題についても先進的な取り組みをされ、世界をリードしていただきたく存じます。

## 結語 外部評価を終えて

新領域創成科学研究科 研究科長 味埜 俊

新領域創成科学研究科が設置された平成10年から18年が経ち、当時から研究科の理念としてきた「知の冒険」と「学融合」の成果を振り返り、次の20年に何をを目指すべきかを考える機会としてこの自己点検評価・外部評価を実施しました。

今回、外部評価委員をお願いした各分野の先生方からは、「学融合」の理念のもとに取り組んできた多くの研究・教育の試みに対して高い評価をいただいた反面、いくつかの具体的なご指摘もいただきました。さらに、研究科にとって大変有益だったのは、将来に対しても多くの前向きのご示唆もいただけたことです。それらを私なりの言葉でまとめると、小さな学問の集合に陥ること無く国際社会の課題を大きく扱う研究・教育を目指せ、倫理に切り組むような研究に取り組み、地位連携・社会連携を大胆に進めよ、「学融合」という言葉にとらわれること無く様々な方向を目指すチャレンジを続けよ、ということになると思います。

さて、柏地区は、新しいものを創成し続けるためのマインドもスペースもあることから、東京大学が産学協創やイノベーションを通じての社会貢献を進めるための場所として注目されつつあります。たとえば、柏の葉キャンパス駅周辺の地域開発に深く関わってきたことに加え、筑波の研究所群と協働して産学協創を進める「筑波－柏－本郷イノベーションコリドー」構想の要の場所として新たな開発が柏IIキャンパスを中心に進んでいます。このような活動を含め、東京大学が日本と世界の将来の公共性に資する活動を進めていくプロセスに、新領域創成科学研究科がどのように関わり貢献できるかが問われていることとなります。

東京大学は、平成27年に策定した「東京大学ビジョン2020」において、多様性を活力源として卓越性を実現してゆくことを基本理念として掲げました。新領域創成科学研究科の理念である学融合はこのビジョン2020の理念をまさに先取りしたものと言えます。その成果を十分に検証し、今後活かすことは新領域創成科学研究科が全学に、また日本・世界に貢献する道でもあります。本外部評価がその一助となることを確信しております。

最後になりましたが、この評価を通じて有益なご助言をいただきました専門評価委員、外部評価委員の先生方に心より感謝申し上げますとともに、研究科の研究教育を推進・牽引して下さった教員、さらにはそれを支えて下さった職員の方々にも厚く御礼申し上げます。