



Department of Complexity Science and Engineering

東京大学大学院 新領域創成科学研究科

複雑理工学専攻

◆ Brain-Bio ◆ Astrobiology ◆ Complexity ◆ Extreme Matter



2027年度 入試案内／志望調査票

- 複雑理工学専攻 修士・博士後期課程
- 核融合研究教育プログラム 修士・博士後期課程

CONTENTS

1	複雑理工学専攻とは
2 ~ 23	研究室紹介
24	カリキュラムについて
25	入学試験案内
29	Admission Information (in English)
33	核融合研究教育プログラム案内書
38	チェックシート
41	Check Sheet (in English)

問い合わせ先

東京大学大学院新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻
青西 亨 教授 (あおにし とおる)
E-mail : contact@c.k.u-tokyo.ac.jp

または新領域創成科学研究科 教務チーム
<https://www.k.u-tokyo.ac.jp/exam/info/index.html>

複雑理工学専攻ホームページ <https://www.k.u-tokyo.ac.jp/complex/>

複雑理工学専攻とは？

複雑理工学専攻は、理学と工学を融合した今までにないアプローチによって「複雑性」を解明し、新しいパラダイムを創成できる研究者・技術者を養成するという理念の下、設立されました。実世界には複雑な非線形現象が数多く存在し、複雑な系を単純な系の線形的な重ね合わせで構成することは必ずしもできないという事実に我々は直面しています。カオスやフラクタルといった新たな非線形概念の形成を契機として、実世界には多数の非線形要素が強く相互作用する複雑系が至るところに存在しており、その理解は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ました。

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、データ駆動科学を用いて、新しい複雑系科学・技術の創成を目指しています。また、これらの分野に共通する数理・情報・データ駆動科学などの理論と技術に基づく「複雑系プラットフォーム」を構築することにより、研究と人材育成を促進し、新たな展開を図っています。

本専攻はそれぞれが1～3名の教員(教授、准教授、講師、助教)で構成されるいくつかの研究室からなっています。学生はこのうちの1つの研究室に配属されることになります。

脳・バイオモジュール

Brain-Bio

脳や感覚、生体システムの研究を理工学の両面から展開します。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・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します。脳科学と生体工学の先端分野を開拓することで、計測工学・機械学習・可視化に関する豊富なノウハウが利用可能であるという専攻の特徴を生かし、広範な脳神経科学・生体工学領域を俯瞰し、多角的な研究を遂行できる人材を育成します。

複雑系プラットフォーム

Complexity

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や、脳・生体などの複雑なシステムの理解に必要な複雑系科学研究を推進しています。特に、現象の理解のために必要なモデリング、シミュレーションや計測データから重要な特徴を抽出するための解析、得られたデータから有用な知見を発見する機械学習と推定という現代科学の柱となる手法を有機的に結合し、各モジュールと協力して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ます。また、各個別の研究分野においても、先駆的な独自技術の開発や独創的な研究成果の発信を通して、世界的に貢献することを目指しています。

アストロバイオロジーモジュール

Astrobiology

宇宙において我々地球生命は唯一の存在なのか、あるいは普遍的な存在なのかという根源的問題に答えるため、地球や惑星の大気進化や環境進化、地球環境と生命の共進化、地球や惑星の磁気圏・プラズマ圏で生じる現象などの問題に総合的に取り組んでいます。とくに、地球史を通じた生命の絶滅・進化と密接な関係にある地球環境の変動・進化、太陽系惑星の磁気圏・大気・気候・表面地形、太陽系外惑星系におけるハビタブルプラネットの条件解明などについて、惑星探査、理論計算、室内実験、データ解析の手法を組み合わせて推進しています。

極限物質モジュール

Extreme Matter

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複雑現象の解明およびその応用を目指します。極限物質モジュールは、固体の表面・界面や内部で生じる複雑現象を微視的な立場から理解することによって、新たな機能をもつ物質の開発を目指すナノサブモジュールと、球状トカマク装置を用い核融合を指向した超高温プラズマの物理研究を行うプラズマサブモジュール^(※)から構成されます。

※プラズマサブモジュールでは、先端エネルギー工学専攻と協力して「核融合研究教育プログラム」を実施し、核融合分野に特化した研究者・技術者の養成も行っています(「核融合研究教育プログラム案内書」を参照のこと)。

モデリングと理論の構築を通して
この世界を解き明かす

郡研究室

KORI Laboratory

非線形物理、複雑系、同期現象、生物リズム

郡 宏 教授(基幹)

Tel. 04-7136-3936 E-mail: kori@k.u-tokyo.ac.jp

<http://www.hk.k.u-tokyo.ac.jp>



この世界はダイナミックで複雑なもので満ち溢れています。多くの複雑な現象は、単純なユニットの集合体何らかの相互作用によって時間的・空間的に秩序化することによって起こります。それに伴って「個」には存在しない機能が創発されます。我々自身の体も様々な階層で起こる秩序化によって機能しています。体は細胞の集まりでできていますが、脳や心臓などの組織の作り出す機能や病態は、個々の細胞からは説明しようのないほど複雑なものです。

自然、生命、人工物などに現れる複雑な現象や創発を深く理解することは、この世界を読み解くための重要な一歩となるだけでなく、医療や産業への応用にも繋がります。私たちの研究室では、数理モデリングと理論構築、そし

て計算機シミュレーションを柱とした研究と、国内外の実験研究者や理論研究者との協働によって、これに取り組みます。具体的な研究対象として、体内時計などの生物リズム、歩行や遊泳などのロコモーション、流体现象、電力網、輸送網、交通流、化学反応系や生物のパターン形成、生物の発生、社会システム、神経ネットワークなどに取り組んでいます。研究のキーワードとして、非線形現象、自己組織化、同期、振動、カオス、フラクタル、ゆらぎ、複雑ネットワーク、力学系、確率過程、摂動論、縮約理論、制御、最適化などが挙げられます。

この研究室の学生には、このような国際的・学際的な研究活動を通して、数理的視点から科学や、さらには社会の諸問題に取り組

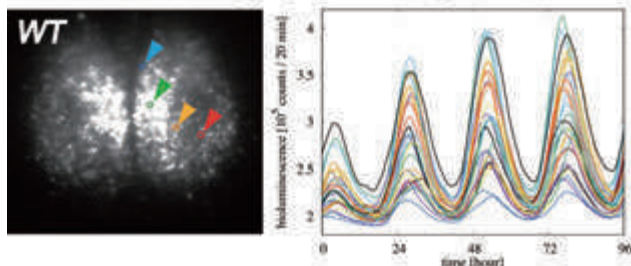
む力を養ってほしいと思っています。物理や数学が好きで探究心があれば、ここから世界に羽ばたくチャンスは十分にあります。私はできる限りのサポートをしたいと思っています。

Playing with mathematics and computers



学生の典型的な研究風景。手計算による理論構築とシミュレーションが研究の核となる。

Modeling mysterious systems



$$\frac{d\phi_i}{dt} = \omega_i + \sum_j \Gamma_{ij}(\phi_j - \phi_i) \quad \frac{dX_i}{dt} = v \frac{K^m}{K^m + Y_i^m} - rX_i$$

体内時計の遺伝子発現データと数理モデリング。哺乳類の実験研究者と協働してモデリングを行い、時差ボケのメカニズムの理解や回避方法の提案を行った [Yamaguchi et al., Science (2013); Kori et al., Sci. Rep. (2018)]

Questioning everything



$$H(\{r_{ij}\}) = E + \kappa V \quad \frac{dr_{ij}}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial r_{ij}}$$

最適ネットワークの自己組織化モデル。血管などの微小流路や電力網における効率的なネットワークを適当なコスト関数の勾配系のシミュレーションによって作成した。

データサイエンスで 複雑システムを理解する



小林研究室 KOBAYASHI Laboratory

数理モデリング、時系列、社会、脳

小林 亮太 准教授 (基幹)

Tel. 04-7136-4134 E-mail: r-koba@k.u-tokyo.ac.jp
http://www.hk.k.u-tokyo.ac.jp/



私たちの身近にあるシステム（生命・社会・経済など）は、多くの要素が相互作用する複雑システムです。本研究室では、複雑システムから得られた時系列データを分析するための技術開発や数理モデリングを通じて、複雑な生命・社会現象の理解に貢献することを目指しています。本研究室では、以下の3つのテーマを中心に研究を進めています。

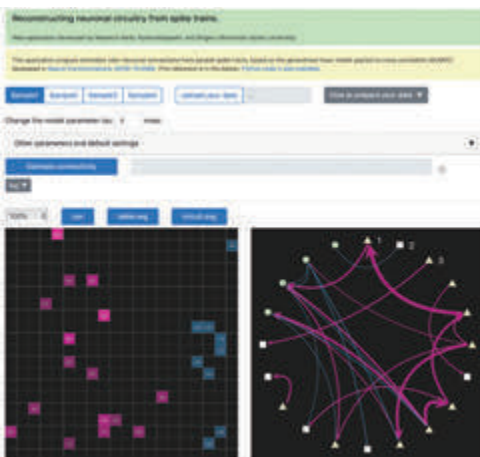
(1) イベント時系列はあるイベントが起きた時刻についてのデータで、インターネット・社会・経済・脳など、さまざまな複雑システムで現れる新しい形式の時系列データです。

私たちはイベント時系列の解析技術を開発し、インターネットデータ分析や脳科学に応用する研究を進めています。また研究と並行して、現場の研究者・技術者が気軽に使えるよう、時系列解析技術のWebアプリやPythonコードを開発する活動も進めています（図1）。

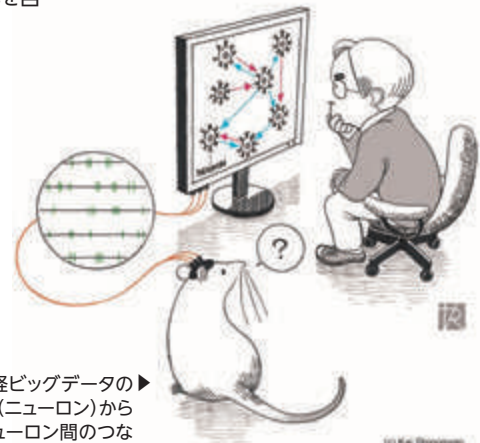
(2) スマートフォンの普及に伴い、インターネットは私たちの生活で必要不可欠になりつつあります。私たちは、ネットから大規模データを収集し、数理モデルを構築することで、ネット上の人々の行動や心理の振る舞いを理解し、炎上やネットいじめなどの社会問題が起こるメカニズムの理解を目

指して研究を進めています。

(3) 計測技術の驚異的進展により、より多数のニューロン（神経細胞）の信号を長時間にわたって計測できるようになりつつあります。また部品レベル（神経細胞やシナプス）では実験データを高精度に再現する数理モデルも開発されつつあります。私たちは、脳から計測されたビッグデータを分析する方法論を開発したり（図2）、脳の一部を数理モデル化して分析したりすることにより、脳機能の解明や脳を参考にした新しい人工知能技術の開発を目指した研究を進めています。

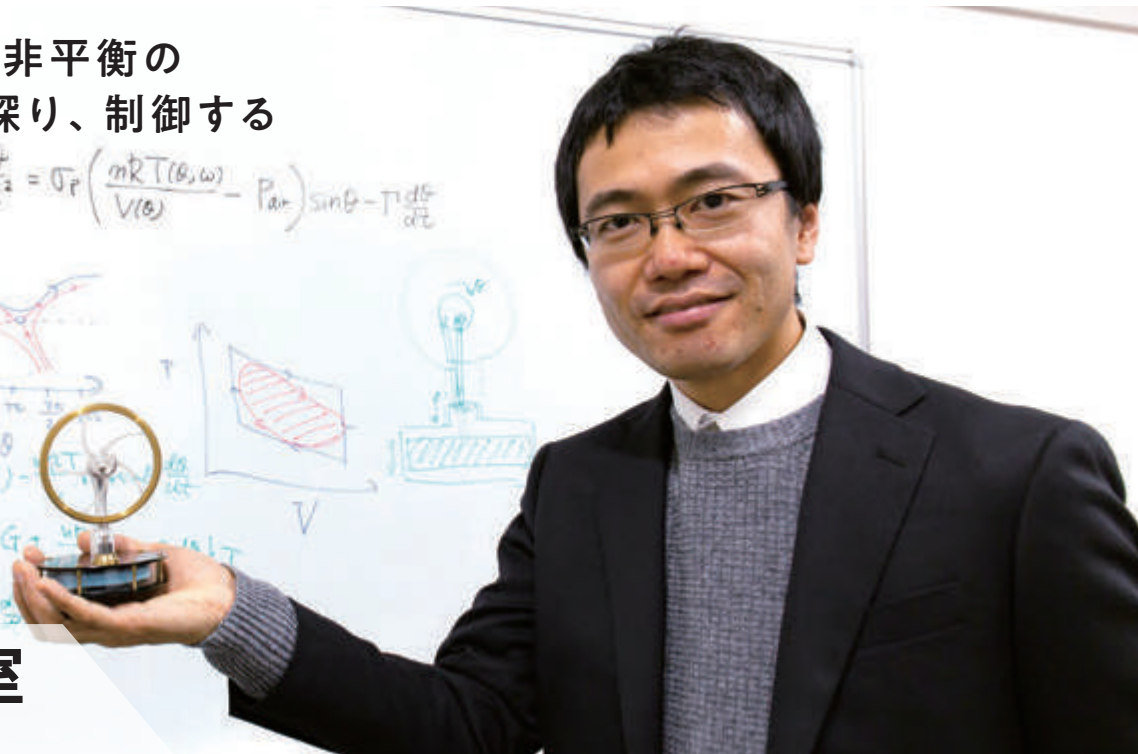


◀ 図1: 内藤 雅博氏、篠本 滋准教授（京大）と共同で開発したイベント時系列解析



▶ 図2: 本研究室が開発した神経ビッグデータの活用技術例。多数の神経細胞（ニューロン）から得られたスパイク信号からニューロン間のつながり（シナプス結合）を推定する技術を開発した。[Kobayashi et al., Nat. Commun. (2019)]

動的な非線形・非平衡の 世界の法則を探り、制御する



泉田研究室 IZUMIDA Laboratory

非平衡熱統計力学、非線形動力学

泉田 勇輝 准教授 (基幹)

Tel. 04-7136-3934 E-mail: izumida@k.u-tokyo.ac.jp
http://www.hk.k.u-tokyo.ac.jp/



我々の世界の多くのシステム(自然・人工物)は動的でエネルギーの流れを伴う非平衡な状態にあり、そのダイナミクスは非線形な方程式に従います。本研究室では数理モデリングや現象論の構築を通して、動的な非線形・非平衡系の基礎法則の探求と工学的な応用を目指した研究を行っています。

(1)19世紀に熱機関の熱効率の研究から熱力学第二法則が発見されました。現実の非平衡熱機関は仕事率(パワー)の最大化も重要です。熱機関の最大仕事率時の効率限界は近年盛んに研究されており、非平衡系の基礎法則に関わる一大テーマとなっています。有限時間カルノーサイクルモデルを提案し、非平衡熱機関に潜む法則を探っています。

(2)低温度差スターリングエンジンは体温と室温の間のわずか数℃の温度差で自

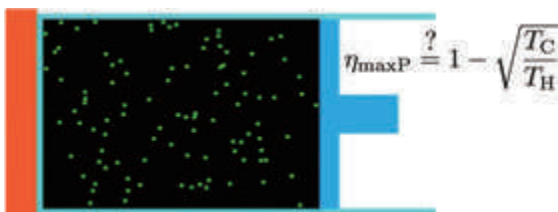
発的な回転運動を行います。非線形・非平衡の物理のアイデアを融合し、自律駆動するエンジンのダイナミクスを研究しています。新しいタイプのエネルギーデバイスの提案にも興味があります。

(3)重要な生物機能を担う鞭毛は自律振動子とみなせ、流体相互作用によってシンクロ(同期)して働くことが知られています。結合振動子系のシンクロのエネルギー論を構築し、シンクロの生物機能における役割の理解・制御から複雑な生命現象にアプローチしています。

(4)外部パラメータの変化を伴う量子ダイナミクスを高速化するshortcuts to

adiabaticity(STA)と呼ばれる手法が近年提案され、応用上も注目されています。STAは古典系にも適用されており、高速化の数理的なメカニズムを研究しています。

以上のテーマに限らず、分野間の垣根を飛び越え、シミュレーション、分岐解析、縮約などの手法を駆使して、基礎物理とテクノロジーが織りなす新領域を切り拓こうとしています。意外と身近なところや日常の素朴な疑問の中にアイデアの種があるかもしれません。知的好奇心旺盛な皆さんの参加をお待ちしています。



有限時間カルノーサイクルのシミュレーション



実際の低温度差スターリングエンジン(Kontax)と力学系モデリングによる運動方程式

コンピュータは どこまで賢くなれるのか

杉山研究室 SUGIYAMA Laboratory

機械学習、統計的データ解析

杉山 将 教授(基幹)

Tel. 03-5841-4106 E-mail: sugi@k.u-tokyo.ac.jp
http://www.ms.k.u-tokyo.ac.jp



情報通信技術の飛躍的な発展に伴い、推論や創造など人間にしかできないと思われていた知的な活動が、コンピュータによって実現できるようになってきました。杉山研究室では、「コンピュータはどこまで賢くなれるのか」をテーマに、人工知能分野の機械学習とよばれる知的情報処理技術に関する研究を行っています。

(1) 学習理論の構築

汎化とは、学習していない未知の状況に対応できる能力であり、コンピュータが知的に振る舞うために不可欠です。本研究室では、確率論や統計学などに基づいて、コンピュータ

が汎化能力を獲得できるメカニズムを数理的に探求しています。

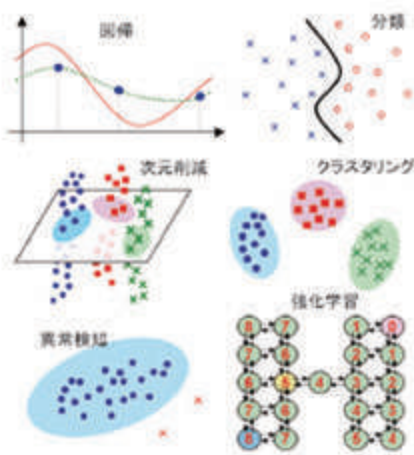
(2) 学習アルゴリズムの開発

機械学習には、入出力が対になったデータから推論する教師付き学習、入力のみから学習する教師なし学習、環境との相互作用を通して長期的な意思決定を最適化する強化学習など、様々な課題があります。本研究室では、理論的な裏付けを持ちつつ、実用性の高い機械学習アルゴリズムを開発しています。

(3) 機械学習技術の実世界応用

人工知能技術の発展と普及に伴い、

文書、音声、画像、動画、行動、経済などの実世界データや、物理、化学、生命、医学、天体、ロボットなどの実験観測データが大量に収集されるようになってきました。本研究室では国内外の企業や研究所と連携し、最先端の機械学習アルゴリズムを駆使した実課題解決に挑戦しています。



異種時空間データから 地球のいまを理解する



横矢研究室

YOKOYA Laboratory

画像解析、空間情報学

横矢 直人 教授 (基幹)

Tel. 04-7136-3956 E-mail: yokoya@k.u-tokyo.ac.jp

<http://www.ms.k.u-tokyo.ac.jp>



本研究室では、衛星画像、モバイルデータ、災害データなどの異種時空間データから、地球のいまを理解するジオインフォマティクスの研究を行なっています。特に、可視・近赤外、熱赤外、そしてマイクロ波に基づくリモートセンシングで得られる大規模で多様な画像集合から、地球上のどこで何が起きているのかをタイムリーに把握するための知的データ処理技術の研究に取り組んでいます。

(1) 人の目を超える

分光イメージングや合成開口レーダで得られるデータによって、人には見えない世界を観ることができますが、その

中にはセンサ特性や大気条件に起因する不完全性が存在します。数理最適化、機械学習、信号処理に基づき、不完全な多次元観測データから元の信号を復元することで、人の視覚を超えるセンシング技術の更なる高度化を目指しています。

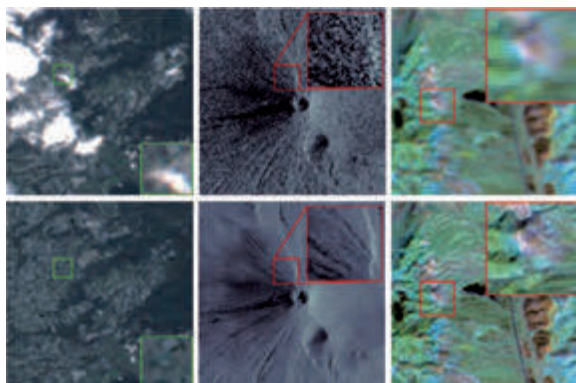
(2) 地球のいまを理解する

災害などの緊急時には、いかに速く全体像を把握するかが重要となります。衛星から地上まで、異なるプラットフォームの多様なセンサで得られる時空間データから、変化情報を抽出するデータ融合技術の開発や、機械学習と数値

シミュレーションの融合により、想定外の複雑な地表面の変化を、瞬時に推定する技術の開発に挑戦しています。

(3) 持続可能な社会に向けて

災害状況把握や森林モニタリングなど、国際的な社会課題の解決支援につながる研究を進めています。世界の宇宙機関や防災機関と密に連携し、実社会の問題解決に真に役立つ技術を探求することで、持続可能な社会の実現に向けてグローバルに貢献することを目標としています。



実用的で信頼性の高い 機械学習技術の確立へ



石田研究室

ISHIDA Laboratory

機械学習、統計的データ分析

石田 隆 准教授 (基幹)

Tel. 04-7136-3942 E-mail: ishi@k.u-tokyo.ac.jp
http://www.ms.k.u-tokyo.ac.jp



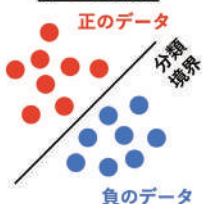
近年、人工知能技術は私たちの日常生活、産業界、科学研究にまで幅広く影響を及ぼしていますが、その中心技術として、データからパターンや知識を学習・抽出する機械学習が挙げられます。音声・物体認識、異常検知、コンテンツ生成など、機械学習は既に多方面で活用されていますが、今後も新たな活用方法が生まれることが期待され、これを支える基盤技術のさらなる発展が急務です。こうした社会の変化と技術進化の潮流に 대응するため、私たちの研究室では、信頼性と実用性を備えた機械学習アルゴリズムの基礎および応用研究に取り組んでいます。

例えば、以下のようなテーマに取り組んでいます。

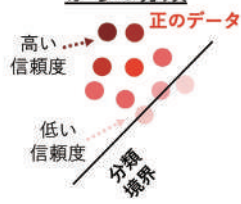
データやモデルの評価

どれだけデータを増やしたりモデルを大きくしても超えられない「最良性能」(ベイズ誤差)を推定するための技術や、訓練データに評価用データが混入しているかどうかを検出する技術を研究しています。

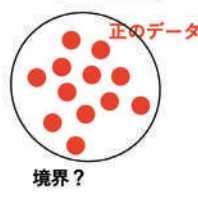
正と負のデータからの分類



正信頼度データからの分類



異常検知



二値分類、正信頼度分類、異常検知を比較した図

弱教師学習

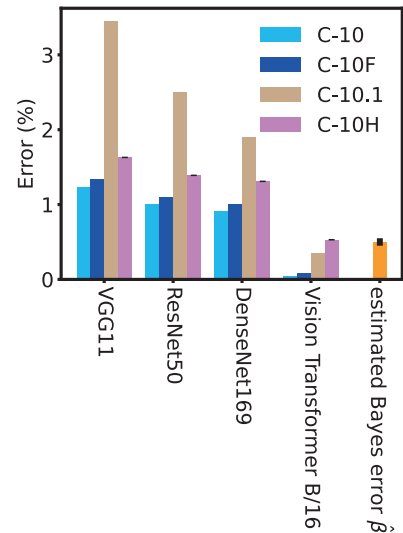
弱い教師シグナルが与えられた状況で上手く学習するための技術を研究しています。例えば、正解ラベルではなく「○○ではない」という補ラベルだけを用いて分類器を学習する方法を提案しています。

転移学習

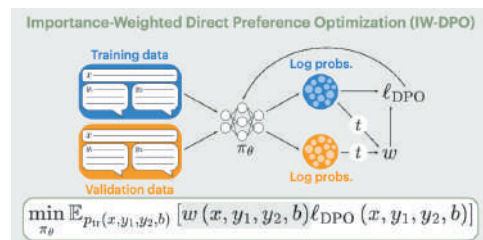
データ収集環境や時期の違い(例:異なるセンサーや地域、時間経過によるデータ変動)により、訓練データとテストデータの分布が一致しないことがあります。このような分布シフトに対応した学習を実現するための技術や、その言語モデルへの応用に関する研究を行っています。

過適合回避

深層ニューラルネットワークの汎化性能向上のための技術に取り組んでいます。



最良性能と深層モデルの性能の比較



分布シフト下における
言語モデルファインチューニング手法

システムの同型性に基づく
普遍的理解

青西研究室
Aonishi Laboratory

データ駆動科学、情報統計力学、システム科学、神経科学、材料科学、光コンピュータ

青西 亨 教授(基幹)

Tel. 04-7136-3903 E-mail: aonishi@k.u-tokyo.ac.jp
https://aonishilab.jp/



当研究室では、神経系をはじめ、電池などの機能材料、光コンピュータを研究対象としています。これらは一見無関係に見えますが、システムとして共通の数理構造すなわち同型性を有しています。我々は様々な研究対象を専門とする実験/理論研究者と手を組んでモデリングを行い、これら対象の同型性に基づき共通の機械学習や統計力学を適用して、高次機能や設計指針を明らかにしようとしています。このような分野をまたぐ横串展開により、異なる対象から普遍的理解をもたらすことができます。

神経系や材料などの
イメージングデータ解析

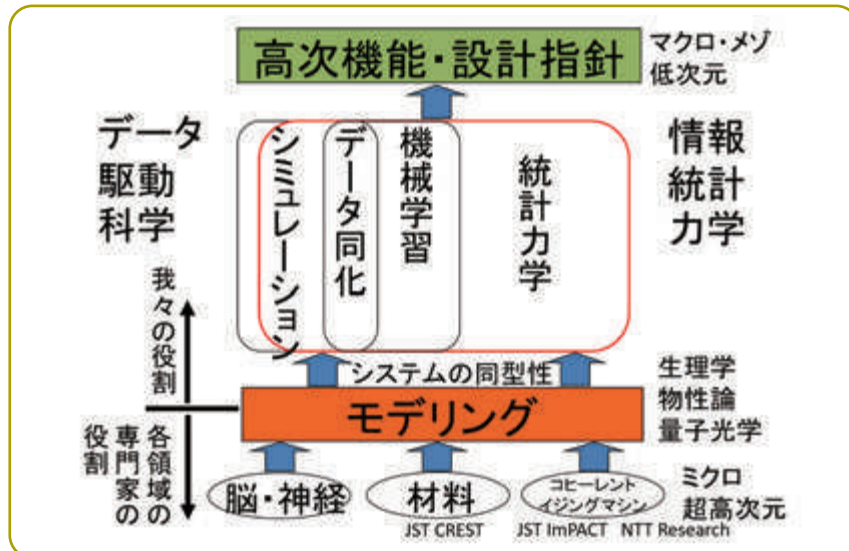
神経科学や材料科学など様々な研究分野において、革新的なイメージング技術が開発されています。これら異分野のイメージングデータは、その生成過程を数理モデル化すると、その多くが同型です。我々は、これまで機械学習が使われていないイメージング課題において、同型性に基づき有効な解析手法を提案しています。

非平衡情報統計力学の横串展開

神経系や磁性薄膜や光発振器などは、非線形振動子として見ると同型の標準モデルで記述できます。我々は、これまで非平衡情報統計力学が適用されていない課題において、同型性に基づきその巨視的性質を明らかにしています。例えば、データ駆動科学の基盤技術である圧縮センシングを光コンピュータのコヒーレントイメージングマシンに実装する方法を提案し、その性能限界を明らかにしています。

皆様へのメッセージ

昔、神経科学と人工知能は同一の研究分野でした。研究者人口の増加と研究の高度化とともに、様々な研究分野に細分化されていきました。多くの人がこのような研究の細分化がもたらす弊害に気づき始めています。我々の役割は、細分化と逆方向の流れを作り出すことです。究極のジェネラリストになってみませんか。



触覚を通して人間を理解し
情報環境を革新する

篠田研究室

SHINODA Laboratory

ハプティクス、触覚、センシング、ヒューマンインタフェース、ネットワーク、物理情報学

篠田 裕之 教授(基幹)

Tel. 04-7136-3900 E-mail: hiroyuki_shinoda@k.u-tokyo.ac.jp
https://hapislab.org/hiroyuki_shinoda



あらゆる情報システムは、最終的には人間の感覚器官を刺激することで情報を伝達し、人々の知的活動を支援しています。私たちは、五感の中でも特に触覚に注目し、全身に分布する触覚を活用する新しい情報システムを研究しています。複雑システムとしての触覚を解明するとともに触覚インタフェースを実際に開発し、触覚イメージの伝達や触覚による運動・行動の誘導、心理面での作用などを直接体験しながら研究を進めます。また、それらを実用化するための基盤技術の開発にも力を入れています。

(1) 触覚の解明と活用

触覚受容器の物理的な知覚特性の解明をはじめ、人間の知性・知能の根底を支える心や感情と触覚がどのように関係しているか、触覚が人間の運動や認



さわれるホログラフィの研究。何も装着していない手に超音波で触覚を誘起することにより、空中映像に触感を付加する。

知にどのような影響を与えるか、などの問題を解明し、触覚への刺激によって人間の生活・行動を支援するシステムを具体化します。医療、コンピュータシステム、自動車/航空機の操縦システム、コミュニケーション、エンターテインメントなど幅広い分野への応用を展開します。

(2) センシング、インタラクションの物理システム基盤

視覚、聴覚、触覚が調和して人間とインタラクションする情報環境の基盤技術を研究します。映像情報・触覚情報の提示デバイスにはじまり、その基礎となる

センシング技術、環境に機能を分散するためのワイヤレス電力伝送法、2次元通信、超音波技術など、未来を変革する物理情報システムを探索します。



人を測り、人を動かす
触ること・触られることの本質を探る



牧野研究室

MAKINO Laboratory

ハプティクス、触覚センサ・ディスプレイ、触覚情報処理、ヒューマンインタフェース

牧野 泰才 准教授(基幹)

Tel. 04-7136-3912 E-mail: yasutoshi_makino@k.u-tokyo.ac.jp
https://hapislab.org/yasutoshi_makino



人の身体動作には多様な情報が含まれています。そこには、人がどのような意図をもって次に何をしようとしているかというような情報や、触れている物体に対してどれくらいの力をかけているのかといった情報が含まれます。例えばパントマイムでは、意図的な身体動作を見せることで、あたかもそこに壁があるかのように感じられたり、軽いカバンが急に重くなったように感じられたりします。これはつまり、我々は触れている対象の剛性や質量を、人の身体動作のみから推定できることを意味しています。他にも、例えば向かいから歩いてくる人が、この先どちら方向に進みそうかとい

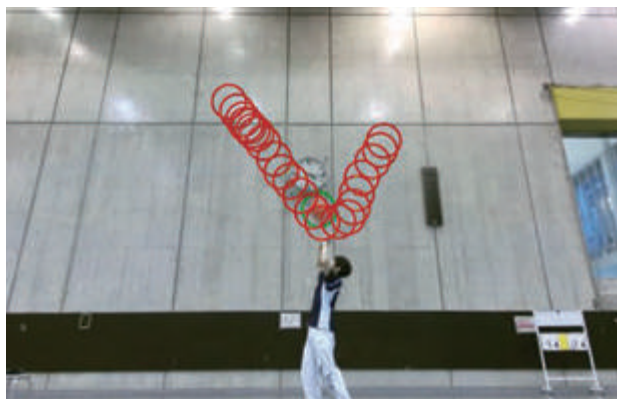
うような予測も、ある程度の範囲であれば出来るでしょう。

このような、身体動作に含まれる多様な情報を学習し、接触対象の触覚的な情報を推定したり、少し先の未来を予測したりという研究をしています。

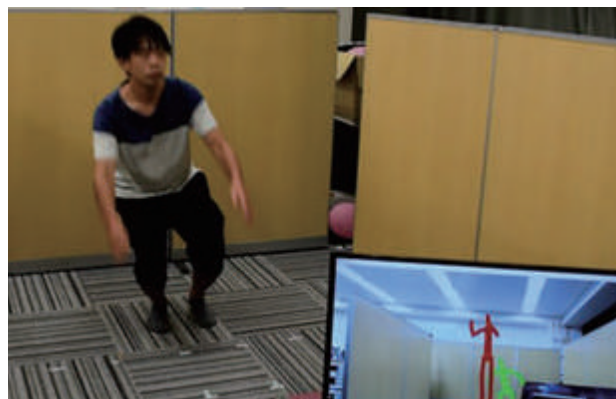
ジャンプのような、自身の身体という大きな質量物を移動させる動作の場合、我々は身体の各筋肉を適切に連動させて動いています。この連動のさせ方を学習すれば、少し先にどちらにどれくらいジャンプしているかが推定できるようになります。この手法はスポーツへ応用でき、これまでにバレーボールのトス動作を学習させることで、ボー

ルがどちらに飛ぶのかを 0.3 秒前に推定可能であることを確認しています。

一方で、人の身体動作には個人差も多く含まれます。何が個人に依らない本質的な動作で、何が個人のクセに依存する動きなのか、人の動き方の本質に迫ることの出来る研究であると考えています。



身体動作の機械学習に基づくバレーボールのトス軌道の予測。軌道予測に重要な身体部位を解析し、予測されにくいトス動作を習得するためなどに応用。



身体動作の機械学習に基づくジャンプ動作の予測。右下PC画面内の緑が現在の姿勢、赤が推定された将来の身体位置。リアルタイムでの0.5秒後の動作推定が可能。

ニューロンの活動を
直接観測することで
記憶や空間認識の
メカニズムに迫る

藤澤研究室 (理化学研究所)

FUJISAWA Laboratory

神経生理学、行動神経科学、神経回路計算論

藤澤 茂義 客員教授(連携)

Tel. 048-467-5159 E-mail: shigeyoshi.fujisawa@riken.jp
http://fujisawalab.brain.riken.jp/

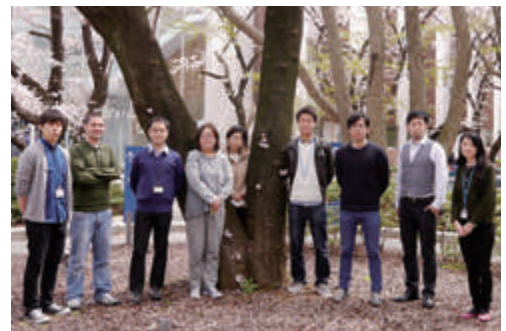


私たちの脳には約百億個ものニューロン(神経細胞)があり、お互いに密なコネクショを形成し相互に情報をやりとりすることにより脳機能を実現しています。いままでの脳科学の進展により、脳のどの部位でどのような機能実現しているか、ということは明らかになってきつつあります。たとえば、海馬という部位では空間認知やエピソード記憶などにかかわっていることが知られています。しかし、脳はそれらの高次認知機能をどのような回路計算によって実装しているのか、という疑問については、まだまだ謎が多いです。

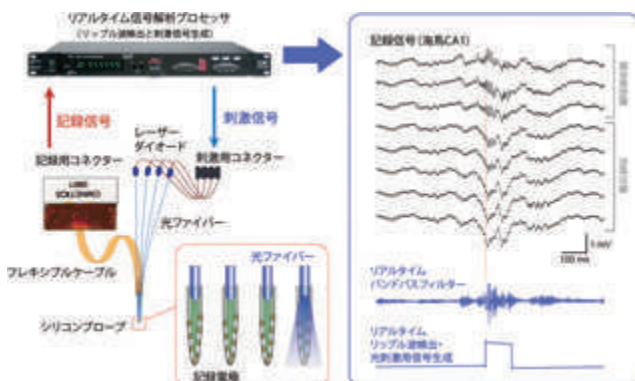
私たち研究室では、高次認知活動を行っているときのニューロン群の活動を観測することで、その背後にある神経回路の働き

を解明することを目標に研究を行っています。具体的には、ラットなどの動物が空間探索などの行動を行っているとき、海馬などの脳部位からニューロンの活動を多チャンネル電極によってリアルタイムで記録します。そして、得られたデータを数理統計解析することにより、脳の高次機能にかかわる神経回路のメカニズムを明らかにすることを目標に研究を進めています。私たちはこれまで、(1)社会的な環境において他者の空間位置を把握するメカニズムの解明、(2)経験した出来事の順序を記憶するメカニズムの解明、(3)睡眠による脳のネット

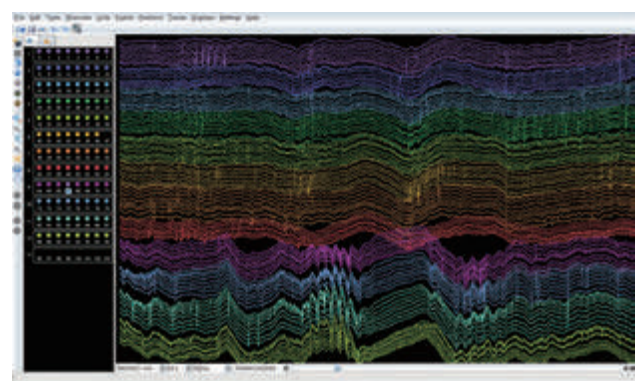
ワークの可塑的な変化についての解析、などの研究テーマを進めてきています。



研究室のメンバー



電気生理学・光遺伝学手法を用いて神経活動を制御



多チャンネル電極によって記録した神経活動

生物を物理計測の対象にする、 物性研究所発の生物物理 研究で国際社会へ



林研究室 (物性研究所)

HAYASHI Laboratory

生物物理学、非平衡統計力学、蛍光イメージング、1分子計測

林 久美子 教授(兼担)

Tel. 04-7135-3235 E-mail: hayashi@issp.u-tokyo.ac.jp

https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/organization/labs/hayashi_group.html



磁性、超伝導、スピントロニクスなどの固体物理分野を対象とした物性計測だけでなく、生体、特に細胞を対象とした物性計測も細胞内現象のメカニズムを理解するために重要です。生きている、つまり外部からエネルギー注入があり内部でエネルギー消費がある細胞は複雑な非平衡環境にあり、統計力学法則が破綻するため、最も物性計測が難しい対象と言えます。本研究室では蛍光顕微鏡観察をベースに細胞内現象に対して、力・速度・エネルギーなどの物理量を正確に計測する技術を開発します。

顕微鏡などのハード部分だけでなく統計

力学、数学や情報科学などを駆使したソフト面の改善も行います。測定量を元に細胞内現象の理論モデルを構築し、細胞内現象を物理として定量的に理解します。神経疾患などの病気の理解に役立て、医学への貢献を目指します。

生物物理学は新しい学問ですが、今後成長する学際分野です。生物に興味があって、それを物理から理解したい方を歓迎します。なお、本研究室の主な参加学会はBiophysical Societyです。学問をして国際社会で活躍しましょう。

●研究例1

ヒトiPS運動ニューロン内の軸索輸送の蛍光顕微鏡観察

●研究例2

ナノスプリングによる分子モーターキネシンの力計測

●研究例3

極値統計学を用いた神経細胞軸索輸送の速度解析-個体内 in vivo イメージング

●研究例4

神経細胞軸索輸送に起因するシナプス形成異常の理論モデル構築



神経細胞では主に核のある細胞体で物質が合成され、タンパク質分子モーター(キネシンとダイニン)が、末端にあるシナプス領域まで、長い軸索内を物質輸送します(軸索輸送)。軸索輸送は神経細胞物流の要であるため、輸送障害が神経疾患と関連します!



Biophysical SocietyのMeetingにて同僚と

惑星創生の真実を最初に知る喜び
宇宙望遠鏡を太陽系へ送り出す吉川研究室
YOSHIKAWA Laboratory

惑星環境リモートセンシング、機械学習実用(画像解析)、アストロバイオロジー

吉川 一郎 教授(基幹)

Tel. 04-7136-3953 E-mail: yoshikawa@edu.k.u-tokyo.ac.jp
http://www.astrobio.k.u-tokyo.ac.jp/yoshikawa

地球が、豊かな生命の星でいられるのはなぜだろうか？ 私達は、地球のこと、太陽系のこと、宇宙のことをどれだけ理解しているだろうか？ 生物が生きてゆくには、大気と湿潤な環境、そして宇宙放射線から体を守るバリア（惑星磁場）が必要である。太陽から程よい距離に地球ができたことが、生命誕生の要因の一つである。では、大気はいつ発生し、湿潤な環境はどのように維持されているのだろうか？ 地球の大気環境は今後も変化するのだろうか？ そして、火星や金星は生物にとってどれほど過酷な星なのだろうか？

私達は、これらの謎に答え、惑星の多様性と大気の進化、および生命誕生への寄与を解明するため、宇宙望遠鏡の開発を行っている。これまで、惑星望遠鏡「ひさき」、国際宇宙ステーション「きぼう」、月周回探査機

「かぐや」に望遠鏡を搭載し、惑星大気およびプラズマの観測を行ってきた。

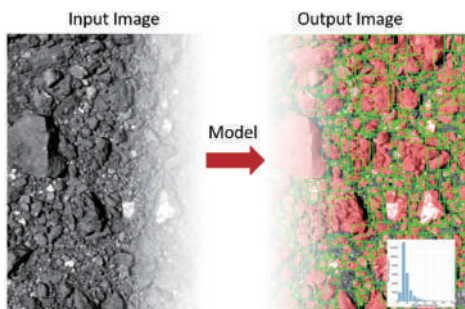
我々の望遠鏡はユニークな技術により、従来の望遠鏡やカメラには写らない光（極端紫外光）を捉える。近々、我々の望遠鏡が水星に到着し、水星大気の観測を開始する。これまで誰も見たことのない水星の素顔を知ることができるだろう。

太陽系の素顔を知るために、新しい画像解析技術を積極的に取り入れるようにしている。惑星科学の分野での解析能力は未だ前世紀からほとんど発展していない領域もあり、機械学習をはじめとする技術を惑星探査機が捉えた画像に応用し、新しい成果を出しつつある。

宇宙に送り出す機器開発のほかにも、人工衛星を実際に運用する（コマンド送信および観測データ受信）地上局アンテナの整備・

開発を進めている。地上で人が送信したコマンドを人工衛星が受け、対象を観測し始める、というこれまでの運用スキームを転換する挑戦を始めた。

具体的には、人工衛星の計測したデジタル画像データの中から、今まさに「起きている現象」を地上局が認識し、直面した状況へ適切な判断を下し、次に必要な衛星への要求を自律的に考えるシステムである。ここでも、機械学習やAIの技術が基礎になるであろう。本システムの開発によって自然災害への即時対応や気象データの産業利用など、社会へ幅広く貢献することを目指す。



小惑星リュウグウの表面画像に、トランスフォーマーを基盤としたモデルを応用し解析している様子



超解像技術を用いた画像の解読



(上) 柏キャンパスに設置された人工衛星データ送受信アンテナ
(下) 大学院生が人工衛星の運用(コマンド送信とデータ受信)を行う様子(撮影:本田龍介)

大気がつくる宇宙惑星環境 探査と理論モデルで新領域を切り拓く

今村研究室

IMAMURA Laboratory

惑星大気、惑星探査

今村 剛 教授(基幹)

Tel. 04-7136-3928 E-mail: t_imamura@edu.k.u-tokyo.ac.jp

<http://www.astrobio.k.u-tokyo.ac.jp/imamura/>



私たちは大気圏の底で暮らしています。大気の流体としてのダイナミックな振る舞い、宇宙空間・惑星内部との物質とエネルギーの交換、これらがバランスする動的平衡が、惑星の環境形成の要であり、生命圏の成立を左右します。太陽系惑星の大気には驚くべき多様性が見られますが、太陽系の外の惑星はさらに多様です。これらの惑星に共通するメカニズムと地球の特殊性を理解すべく、惑星科学、気象学、天文学が融合しつつあります。当研究室では、探査と理論を両輪として、大気物理学を中心に宇宙における環境形成のメカニズムを追求しています。

当研究室が力を注いできた日本の金星探査によって、金星に時速400kmという高速

の大気循環が生じるしくみや、硫酸の雲が作られるしくみが明らかになりつつあります。学生の皆さんがデータを解析して新たな大気現象を次々と発見し、世界における惑星大気科学を牽引しています。また進行中の火星探査計画に参加するとともに、これまでの火星探査のデータを分析して、砂塵嵐など火星特有の気象のしくみを調べています。当研究室はまた、宇宙機から地球上のアンテナに向けて電波を送信して経路上にある天体の大気を走査する、電波掩蔽という観測手法で世界をリードしています。この手法で惑星や太陽の大気中の波動や乱流をとらえ、惑星大気の循環や、太陽風という超音速のプラズマ流の成因の解明に取り組んでいます。この

ような観測的研究に加え、物理理論に基づく数値シミュレーションによって惑星大気の変動と構造形成を再現して、惑星大気の高多様性の背後に潜む共通原理を追求しています。

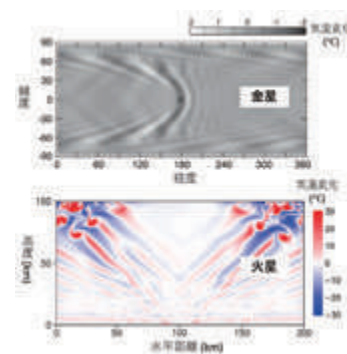
観測と理論を武器に分野横断的な科学を切り拓きたい皆さんを歓迎します。



惑星大気の高多様性の奥にひそむ共通原理を観測と理論で追及



探査機と地上大型アンテナを用いた惑星・月・太陽の大気の電波観測



金星の山岳波(上)や火星のダスト嵐で発生する波動(下)など惑星流体力学の数値シミュレーション

探査で明らかにする太陽系の姿 太陽系探査の最先端の現場を肌で感じよう 宇宙



田中研究室 (宇宙科学研究所)

TANAKA Laboratory

惑星科学、月惑星探査

田中 智 客員准教授 (連携)

Tel. 050-3362-4196 E-mail: tanaka@planeta.sci.isas.jaxa.jp
<https://planetb.sci.isas.jaxa.jp/luna/index.html>



世界に比類がなくわが国独自の月惑星探査を遂行するための探査機器の開発およびプロジェクトの遂行を行っている。これまでJAXA (宇宙科学研究所)において「かぐや」、「はやぶさ」などの月惑星探査を成功させてきたが、それらに続くものとして月着陸探査ミッションやC型小天体サンプルリターンミッション (はやぶさ2) などが進められている。これらのミッションの科学的側面から探査戦略の追及、それを実現するための搭載機器の性能をつきつめて実現化し、世界トップクラスと賞されるだけでなく将来にわたって活用し続けられるデータの取得を目指す。

これからの月惑星探査の主流は内部構造探査である。これを遂行するための搭載インフラや機器 (地震計や熱流量計) の開発が重要である。我々は長年にわたり地震計などを搭載可能なペネトレータとよばれる高速貫入型の観測装置の開発に携わり、技術的に高いレベルにまで完成させた。我々が開発したこの装置を月惑星に送り込んで内部構造に関するデータを取得し、月惑星の起源と進化に重要な制約条件を得ることが私の究極的な目標である。

科学的な専門分野は月惑星内部構造論であり、アポロミッションで得られた地震 (月震)、熱流量などの地球物理学的観測データの解析を行っている。約50年前に取得

されたデータでありながら、まだ我々が見出していない真理がまだ多く埋もれているのは驚きでもありまた感動的でもある。



月内部構造探査のために開発を行ったペネトレータ

神秘の宇宙に探査機で乗り込む 根源的な疑問に探査・観測で アプローチする

吉岡研究室

YOSHIOKA Laboratory

惑星探査、惑星科学、宇宙空間物理学

吉岡 和夫 准教授（基幹）

Tel. 080-3562-1354 E-mail: kazuo.yoshioka@edu.k.u-tokyo.ac.jp
<https://www.astrobio.k.u-tokyo.ac.jp/yoshikawa/member/yoshioka/>



- 地球や太陽系はなぜ今の姿になったのだろうか。
- 宇宙空間はどのような姿をしているのだろうか。
- 地球以外にも生物は存在するのだろうか。

これらは、誰も一度は考えたことがあることだろう。残念ながらこれらの疑問への満点の回答は極めて難しい。しかし長年多くの研究者が様々な手法の研究を積み重ね、近年着実に真実に近づきつつある。

その重要な研究手法のひとつが探査機を用いた観測的研究である。天体や宇宙空間の観測には、地上の大型望遠鏡を用いる方法の他に、ロケットや人工衛星、探査機などの“飛翔体”を用いる方法がある。我々は、飛翔体を用いた探査・観測計画を通して根源的な疑問に地道にアプローチしている。中でも、苛酷な宇宙環境にもサバイバルで

きる観測装置を設計・製作し、得られた観測データを自らの手と頭を使い解析し、科学的な議論を成熟させることを研究の柱としている。

世界の一線級の成果を目指すには、ミッションの全てのフェイズで民間企業やJAXA等の研究機関、海外の研究者との協力は必須である。したがって必死の思いで研究を遂行させていくうちに、様々な分野の人々と広く協力し物事を進めていくスキルが身につくはずである。

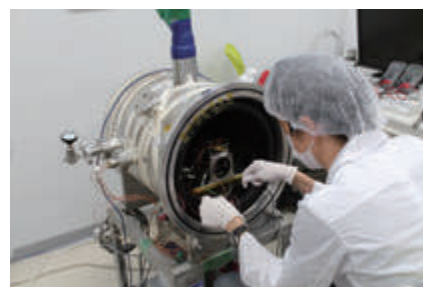
一度打ち上げてしまえば二度と修正が出来ないため失敗は許されず、開発には常に困難と緊張が伴う。しかしもちろん、開発の苦勞が大きいぶん成功までたどり着いたときの喜びは格別である。

分野・国籍・官民の枠を越えて多くの人々と協力し、困難を乗り越えて未知の世界に

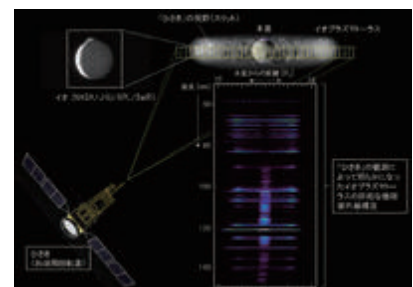
踏み込んでいく興奮を常に肌で感じながら、根源的な疑問に近づいていく。そんな刺激的な研究生活に魅力を感じたら、挑戦してみる価値はあるだろう。



惑星分光観測衛星(ひさき)に搭載された極端紫外分光器の性能評価試験



超小型探査機EQUULEUSに搭載される極端紫外望遠鏡の環境試験



ひさき衛星搭載の極端紫外望遠鏡が捉えた木星近傍のプラズマ発光スペクトル

“人類永続”のためのエネルギーを
手にいれましょう

篠原研究室

SHINOHARA Laboratory



[核融合研究教育プログラム] プラズマ物理、核融合、トカマク

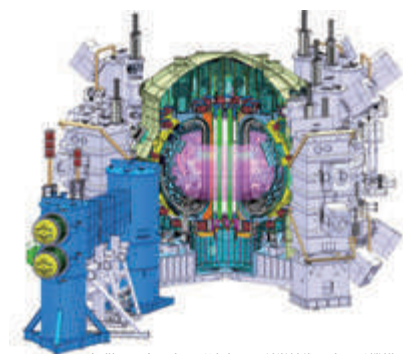
篠原 孝司 教授(基幹)

Tel. 04-7136-4044 E-mail: shinohara@k.u-tokyo.ac.jp

<https://pp4nf.edu.k.u-tokyo.ac.jp>



大型トカマク型実験装置 JT-60SA(茨城)が運転 を開始しました



提供：国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

太陽の光(エネルギー)が届かない宇宙空間で人類が使える基幹エネルギー源は核反応に基づくものとなります。核反応には核分裂と核融合がありますが、核分裂の場合、燃料であるウランなどは微量金属で宇宙空間にはほとんど存在しません。一方の核融合の燃料である水素などの軽元素は宇宙の多くの場所に存在します。人類が地球を離れ、火星より遠くへ生活圏を広げることができるようになるためには、是非とも手にすべきエネルギー源です。

核融合研究は新たなステージに入りました。これまでの知見に基づいて設計された2つのマイルストーン的装置のプロジェクトが進んでいます。一つは、ITER(2033~)で核融合反応で自身を加熱維持する燃焼プラズマ(注：暴走はしません)の実験を行います。人類が初めて見る燃焼プラズマです。

一つは、JT-60SAです。燃焼プラズマではありませんが、ITERほど大きくないため(それまでは世界最大です)機動性を生かして、先進的な運転手法を開発します。このJT-60SAは、EUと共同で茨城の量子科学技術研究開発機構那珂フュージョン科学技術研究所に建設され、2023年秋に運転を開始しました。

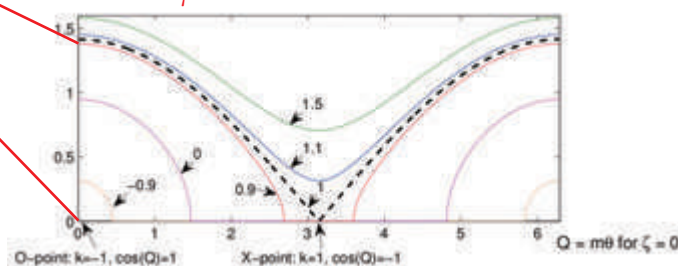
核融合コミュニティはこれら装置で活躍する意欲のある人材を求めています。

当研究室では、江尻・辻井・藤堂研究室と協力して、柏キャンパス内のTST-2装置や学外の装置(JT-60U, JT-60SA(量研)、LHD(NIFS)など)での実験データや物理計算コードを利用して、各種物理現象の機構をデータ駆動科学の視点も持って理解し、その物理機構のエッセンスに基づくシミュレータコードの開発を目指しています。また、実験での新たな発見を目指して計測器の開発研究も進めています。



物理的知見から、核融合炉の設計を行う必要があります。電磁相互作用があるプラズマの振る舞いは複雑で、多くの計算資源が必要です。物理のエッセンスをモデル化することで簡便な計算手法を求めることが求められます。この例は、プラズマの加熱を担う高速イオンが擾乱磁場中を作る島構造のモデル化の例です。物理機構の理解に基づくモデル式により非常に少ない計算量で島の大きさを再現しました。

$$\cos Q + k = \frac{1}{\delta \hat{P}_\varphi} \frac{1}{m_{orb} \cdot n} \int_{\hat{P}_{\varphi res}}^{\hat{P}_\varphi} \frac{nh - m_{orb}}{m_{orb}} d\hat{P}_{\varphi 0}$$



真理を見通す眼と熱き情熱
共に歩もう核融合エネルギーへの路

江尻研究室

EJIRI Laboratory

[核融合研究教育プログラム] プラズマ物理、核融合、データ駆動科学

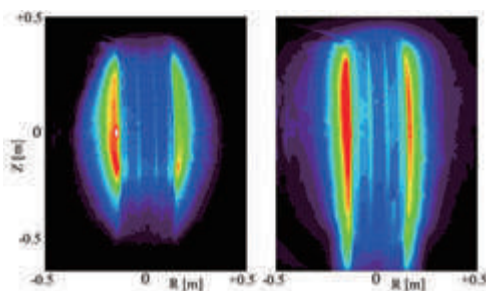
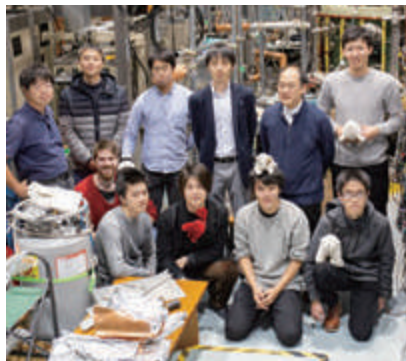
江尻 晶 教授(基幹)

Tel. 04-7136-3926 E-mail: ejiri@k.u-tokyo.ac.jp
http://fusion.k.u-tokyo.ac.jp/~ejiri/



プラズマは荷電粒子の集合である。各粒子は電場と磁場を自ら生成すると共にこれらを通して相互作用をする。粒子の集合は衝突、拡散によって熱平衡状態に近づこうとするが、高温で閉込めのよい系は、衝突、拡散が小さく、熱平衡状態からはるかに離れたところにある。このことからプラズマは非線形、非平衡な系と言われる。これらの性質を解き明かすもっとも良い方法は、プラズマ中の揺らぎを観測することである。本研究室では、主としてTST-2球状トカマク装置(東大:写真参照)を用いたプラズマ実験を行っている。TST-2は波動加熱のみで電流駆動、配位形成が可能であることが特徴である。本グループでは、プラズマの加熱と自己組織化、揺動、不安定性を研究テーマとし、ユニークなプラズマ、自作の装置、データ駆動科学的手法を武器に、日々プラ

ズマと格闘している。学外では、計測手法、解析手法の開発をテーマに核融合科学研究所(岐阜)のLHD装置、九州大学のQUEST装置、イギリスのMAST装置、アメリカプリンストンプラズマ物理研究所のNSTX装置で共同研究を行っている。



2種のプラズマの画像



高周波アンテナ





核融合燃焼プラズマを
大規模シミュレーションで
予測する

藤堂研究室 (核融合科学研究所)

TODO Laboratory

[核融合研究教育プログラム] プラズマ物理、核融合、シミュレーション

藤堂 泰 客員教授 (連携)

Tel. 0572-58-2002 E-mail: todo@nifs.ac.jp

<https://unit.nifs.ac.jp/research/archives/staff/staff-746?lang=jpn&unit=unit08&paper=TodoYasushi>



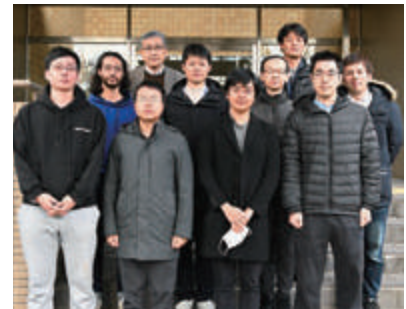
世界初の核融合燃焼プラズマの実現が、国際熱核融合実験炉ITERに期待されています。ITERは日本が参加する超大型国際プロジェクトであり、現在フランスで建設中です。ITERのような磁場閉じ込め実験装置による核融合発電を実現するためには、プラズマを1億度以上に加熱して核融合反応を起こすことが必要です。核融合反応から発生する自己加熱によって、核融合反応が自律的に保持されるプラズマを核融合燃焼プラズマと呼びます。この「地上の星」とも言える核融合燃焼プラズマの未知の性質を事前に予測することは非常に重要な研究課題です。

私たちの研究室では、核融合燃焼プラズマの予測とその基盤となる既存のプラズマ実験において観測される多様な実験結果の

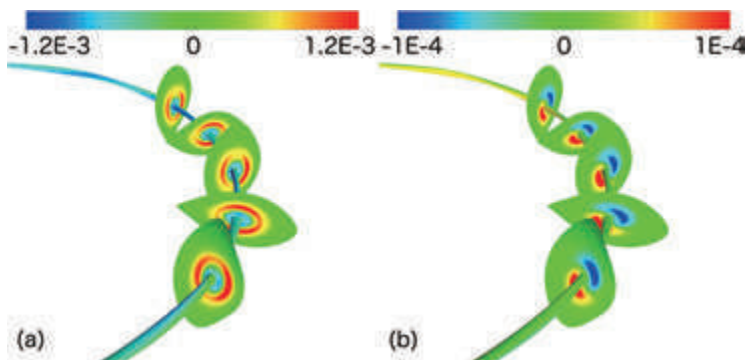
解明を目的として、スーパーコンピュータを駆使した大規模シミュレーション研究に取り組んでいます。既存の実験結果のシミュレーション研究は、多様な現象の背後に隠れている物理機構を解明するばかりではなく、シミュレーションの有効性を検証し、予測に求められる信頼性の高いシミュレーションを開発する上でも不可欠の研究です。

研究室の中心的な研究課題はプラズマ中の波動と高エネルギー粒子の相互作用です。磁場閉じ込めプラズマ実験では、波動と高エネルギー粒子の相互作用による興味深い現象が数多く観測されています。また、プラズマ波動と高エネルギー粒子の相互作用は、非平衡開放系である核融合プラズマの構造形成をもたらすとともに、宇宙・天体プラ

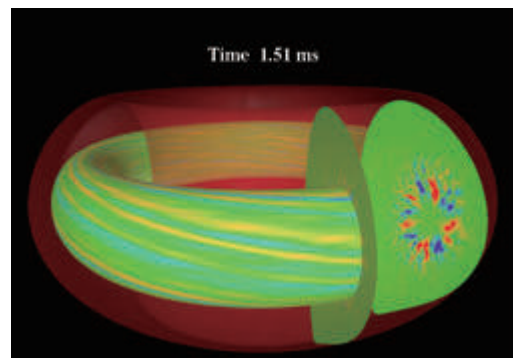
ズマにおいても重要な研究課題です。私たちの研究室は、開発したシミュレーションの宇宙・天体プラズマへの応用を含めて、非平衡開放系における波動・粒子相互作用のシミュレーション研究を推進します。



研究室のメンバー



大型ヘリカル装置における電磁流体波動の流体速度揺動分布 (a) と圧力揺動分布 (b)



ITERにおける電磁流体波動の流体速度揺動分布

理想のエネルギー源を作る 大規模並列計算が明らかにする 核融合プラズマの物理

辻井研究室

TSUJII Laboratory

[核融合研究教育プログラム] プラズマ物理、核融合、トカマク

辻井 直人 准教授(基幹)

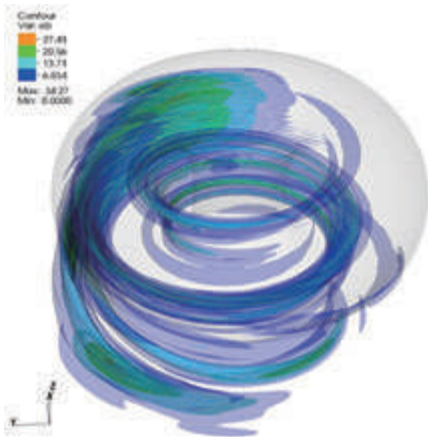
Tel. 04-7136-3878 E-mail: tsujii@k.u-tokyo.ac.jp
http://fusion.k.u-tokyo.ac.jp/



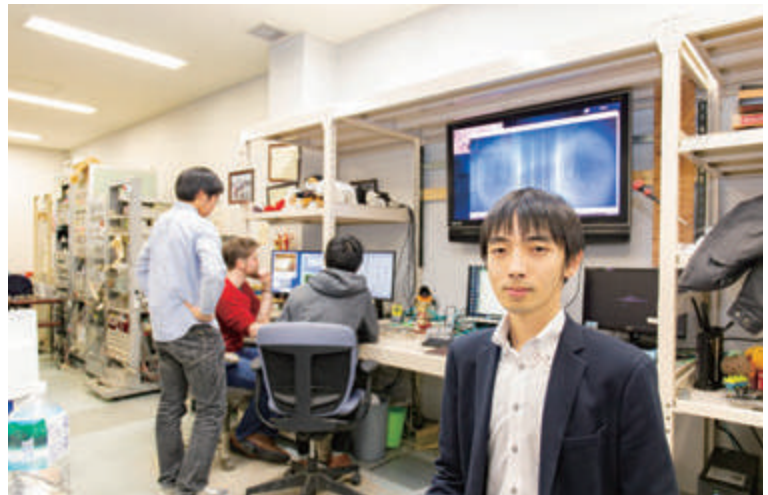
核融合エネルギーはクリーンで安全なベースロード電源になりうるものとして研究されています。トカマク型核融合炉により正味の出力パワーを得られる見通しである一方、商業炉実現のためにはプラズマの閉じ込め性能の改善や定常運転の実現等解決すべき課題がいくつも残っています。本研究室では、江尻教授とともに、核融合実現に役立つ基礎的な技術開発やプラズマ物理の研究を行っています。核融合科学研究所や米国MIT等の世界的な核融合研究グループと共同研究を行うとともに、東大のTST-2球状トカマク装置を用いて、定常

運転が可能な、波動によるトカマクプラズマ駆動実験を行っています。核融合プラズマのシミュレーションにおいては、大きく異なる時間、空間スケールを同時に解いたり、位相空間で粒子の運動を追跡したりする必要があるので、一般に大きな計算資源が必要となります。近年の大規模並列計算技術の発達により、様々な物理が相互作用する核融合プラズマの振る舞いをかなり定量的に記述できるようになってきました。シミュレーションによる予測を検証するため、TST-2ではマイクロ波干渉計やX線放射計測等を開発・設置し、計測を行っています。

実験で得られた計測データを、核融合科学研究所のスパコンでのシミュレーション結果と付き合わせることで、波動の伝搬・吸収過程や電流駆動と電磁流体平衡の相互作用の様子が少しずつ明らかになってきています。



数値計算により求めたTST-2におけるプラズマ波動の電場分布。



さあ実現するフュージョンエネルギー、
そして、その先の未来へ

徳沢研究室(核融合科学研究所)

TOKUZAWA Laboratory

[核融合研究教育プログラム]プラズマ物理、核融合、マイクロ波計測

徳沢 季彦 客員教授 (連携)

Tel. 0572-58-2217 E-mail: tokuzawa@nifs.ac.jp
<https://unit.nifs.ac.jp/research/archives/staff/tokuzawa-tokihiko?lang=jpn&unit=unit03&paper=TokuzawaTokihiko>



乱流を制すれば、 プラズマを制す？

フュージョンエネルギーの実現がいよいよ近づいてきました。まずは自己点火条件の達成、次に核融合反応を持続させた発電実証、最終的には電力業者による商用炉へと展開していくこととなります。では、研究者は用済みか？というと、そんなことはありません。

例えば、もっとコンパクトで効率的なシステムにできれば、経済コストを大きく削減できますし、近年の異常気象に伴う(猛暑を超えた)酷暑時にもスピーディーに対応し電力供給する運用ができるかもしれません。

そのような第二世代のフュージョンエネルギー発電炉を形成するには、熱源となる炉心プラズマの高性能化が必須です。どうすれば高性能なプラズマ閉じ込めが達成できるのか？これを解く鍵が、「乱流」です。

海流や地球大気、太陽や木星などの大きなサイズから、水路や血管など比較的小さなサイズまで、種々の乱流が知られていますが、プラズマを構成する荷電粒子(電子やイオン)群も閉じ込められた磁場のかごの中で「集団運動」をして激しい乱流状態になることがあります。そのような乱流状態では高性能なプラズマは達成できません。この乱流を制御する必要があります。そのためには？回り道かもしれませんが、「将を射んと欲すれば...」の精神で、乱流の特性を知って、何が駆動しているのかその原因を究明することが重要です。

そのため我々の研究グループでは、超高温プラズマの「マイクロ集団現象」を徹底的に調べる実験研究を2026年度から開始します。このプロジェクトでは、多種類の高性能計測器で同じ場所を同時に観測することでプラズマの特性をこれまでに無い分解能で調査し、乱流物理を解明することを目指しています。

マイクロ波計測(マイクロ波~ミリ波~テラヘルツ波を含む)は微弱な電力の電磁波を用いてプラズマを計測する手法で、小型の基礎プラズマ実験から大型の核融合プラズマ実験装置で利用されている計測手法です。「フュージョンエネルギー学際研究センター」の各装置や、核融合科学研究所の大型ヘリカル装置に適用されています。そして、これから、量子科学研究開発機構のJT-60SA装置や核融合科学研究所のCHD装置、CHD-U装置への適用を開始します。これらの研究は我々の研究グループと国内外の研究者との共同プロジェクトとして実験研究を実施します。

特に、マイクロ波ドップラーレーダ、ミリ波帯フェーズドアレイアンテナ、テラヘルツ波集積回路を使った高速時間応答カメラ、データサイエンスを駆使した速度分布関数の歪み検出、シミュレーション研究との協奏による異スケール間乱流相互作用、などに興味のある意欲のある方はぜひ一緒に研究をしましょう。

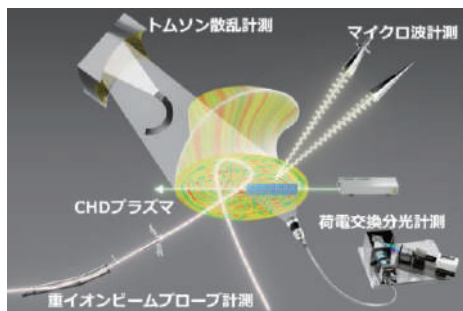
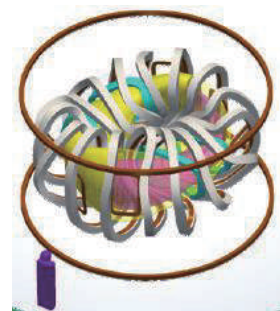


図1 ミクロ集団現象プロジェクトの基盤計測器群
マイクロ波計測は「乱流」観測の主担当

図2 核融合科学研究所で計画している新しいコンパクトなプラズマ実験装置CHD-U



大規模シミュレーションで核融合エネルギーの未来を拓く

佐藤研究室(核融合科学研究所)
SATO Laboratory

[核融合研究教育プログラム] プラズマ物理、核融合、シミュレーション

佐藤 雅彦 客員准教授 (連携)

Tel. 0572-58-2357 E-mail: sato.masahiko@nifs.ac.jp
<https://unit.nifs.ac.jp/research/archives/staff/staff-754?paper=SatoMasahiko&unit=unit08&unitpage=97>

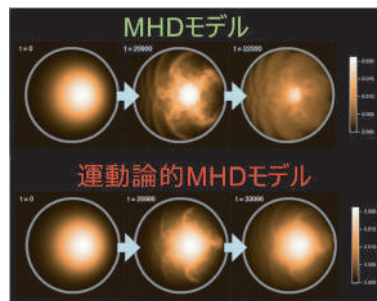


私たちの研究室では、核融合炉の実現において不可欠な高ベータプラズマの安定維持を目指し、その鍵となる巨視的磁気流体力学 (MHD) 不安定性の理解とその抑制方法の探求に取り組んでいます。核融合炉は経済性の観点から、磁気圧に対するプラズマ圧力の比 (ベータ値) を高く維持することが求められます。しかし、ベータ値は、圧力によって駆動されるMHD不安定性により制限される (ベータ限界) ことが知られています。そのため、高精度な解析モデルに基づくシミュレーションにより、ベータ限界を正確に評価し、その向上に資する物理機構の解明が不可欠です。

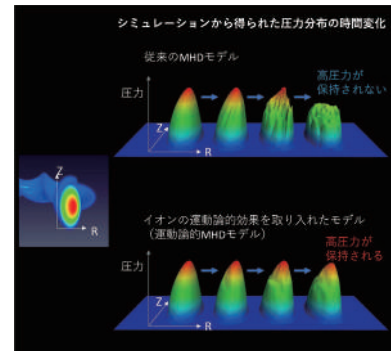
従来、巨視的不安定性の研究は、プラズマを流体とみなしたMHDモデルに基づいて進展してきました。一方、ベータ限界付近では理論予測と実験結果が一致しない例も報告されています。その代表例として、大型ヘリカル装置 (LHD) では、MHDモデルでは不安定と予測される条件にもかかわらず、実験的には高ベータプラズマが安定に維持される領域が存在することが知られています。この問題を解明するため、私達の研究グループは、MHDモデルにイオンの運動論的效果を取り入れた運動論的MHDモデルに基づくシミュレーションをスーパーコンピュータで実施し、熱イオンの運動論的效果が安定化の鍵となることを示しました。この成果は、運動論的效果を取り込んだ解析の重要性を強く裏付けるものです。核燃焼プラズマを扱うITERや将来の定常核融合炉では、粒子間衝突が非常に少ない無衝突プラズマとなることから、流体的取り扱いは一層不適切になり、プラズマ粒子の運動を直接扱う運動論的モデルが

不可欠となると考えられます。また、核燃焼プラズマでは、核融合反応で生成される高速イオンの運動論的效果とMHD不安定性の相互作用も重要性を増していきます。

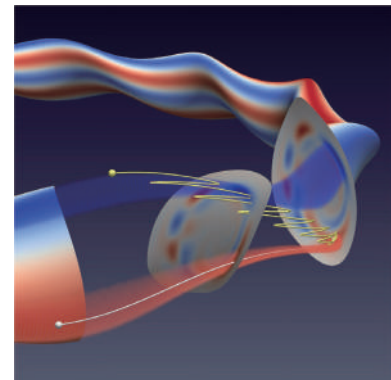
本研究室は、藤堂研究室と協力し、MHD不安定性とイオンの運動論的效果の相互作用を主要テーマとして取り組んでいます。運動論的MHDシミュレーションを駆逐することで、高ベータプラズマの安定保持条件を探求し、将来の核融合炉の設計・放電シナリオ作成の指針となる新たな物理知見の創出を目指しています。



トカマクプラズマにおけるインファナルモードのシミュレーションより得た圧力分布 (ポロイダル断面) の時間発展比較。MHDモデルでは大きな変形が見られるが、熱イオンの運動論的效果を考慮すると変形が抑制される。



LHDにおける圧力駆動型MHD不安定性のシミュレーション。熱イオン効果を考慮すると、高ベータ状態が維持される。



大型ヘリカル装置 (LHD) におけるMHD不安定性に伴う圧力揺動分布と粒子軌道の比較。黄色で示したジグザグ軌道の粒子が、MHD不安定性を抑制する効果を持つことがわかった。

化学反応を理解し制御したい サステナブルテクノロジーを創造しよう

佐々木研究室

SASAKI Laboratory

表面科学・触媒化学・計算化学

佐々木 岳彦 准教授(基幹)

Tel. 04-7136-3910 E-mail: takehiko@k.u-tokyo.ac.jp
http://sas.k.u-tokyo.ac.jp/~complex/sasaki/index.html



物質変換の基礎となる触媒の開発・反応機構の研究・計算化学研究を行っている。化学または物理のバックグラウンドを持つ皆さんに是非一緒に研究に取り組んでいただきたいと思っています。

(1) 新規固体触媒の開発

化学反応を実現する際には、多くの場合に触媒が不可欠となる。特に、固体触媒は、生成物からの分離が容易で、再利用にも有利なことから実用的な意味が高い。現在は、窒素分子の電解還元によるアンモニア合成や、二酸化炭素の電解還元による有機化合物生成のための合金ナノ粒子触媒の開発を中心に行っている。

(2) 固定化イオン液体の開発

イオン液体は有機物であり、かつイオン対から構成される塩であることから物性のデザインが可能な溶媒として注目を受けている。我々は、イオン液体分子を固体表面に固定化して固体触媒として有用であることを示している(図1参照)。イオン液体は二酸化炭素との親和性が高いことからこの性質を利用した反応を開発している。

(3) 計算化学・データ駆動化学研究

計算化学的手法は現在非常に重要な有用なツールとなっている。我々は、1)第一原理計算に基づくPtナノ粒子触媒の被毒状態の構造と電子状態の解明、2)機械学習ポテンシャルの作成と検証を通じた巨大ナノ粒子触媒の高精度計算、3)密度汎関数法による触媒の活性構造と反応過程の解明(図2参照)に取り組んでいる。

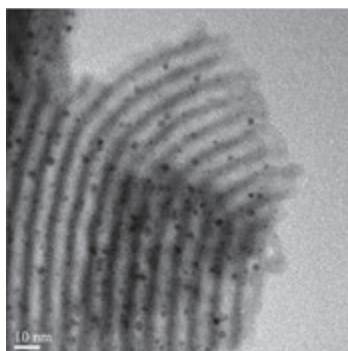
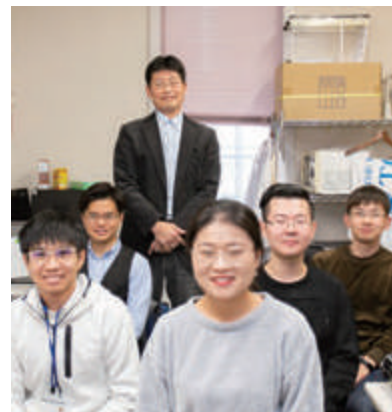


図1 固定化イオン液体分子を固定化したメソポーラスシリカ(SBA-15)細孔内に金ナノ粒子を成長させたTEM写真

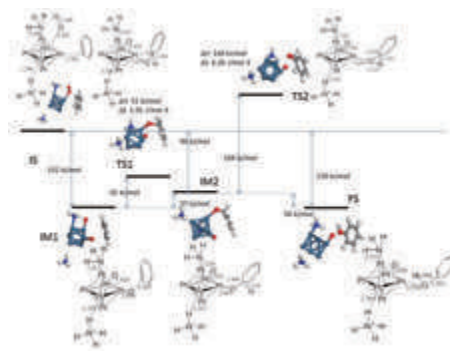
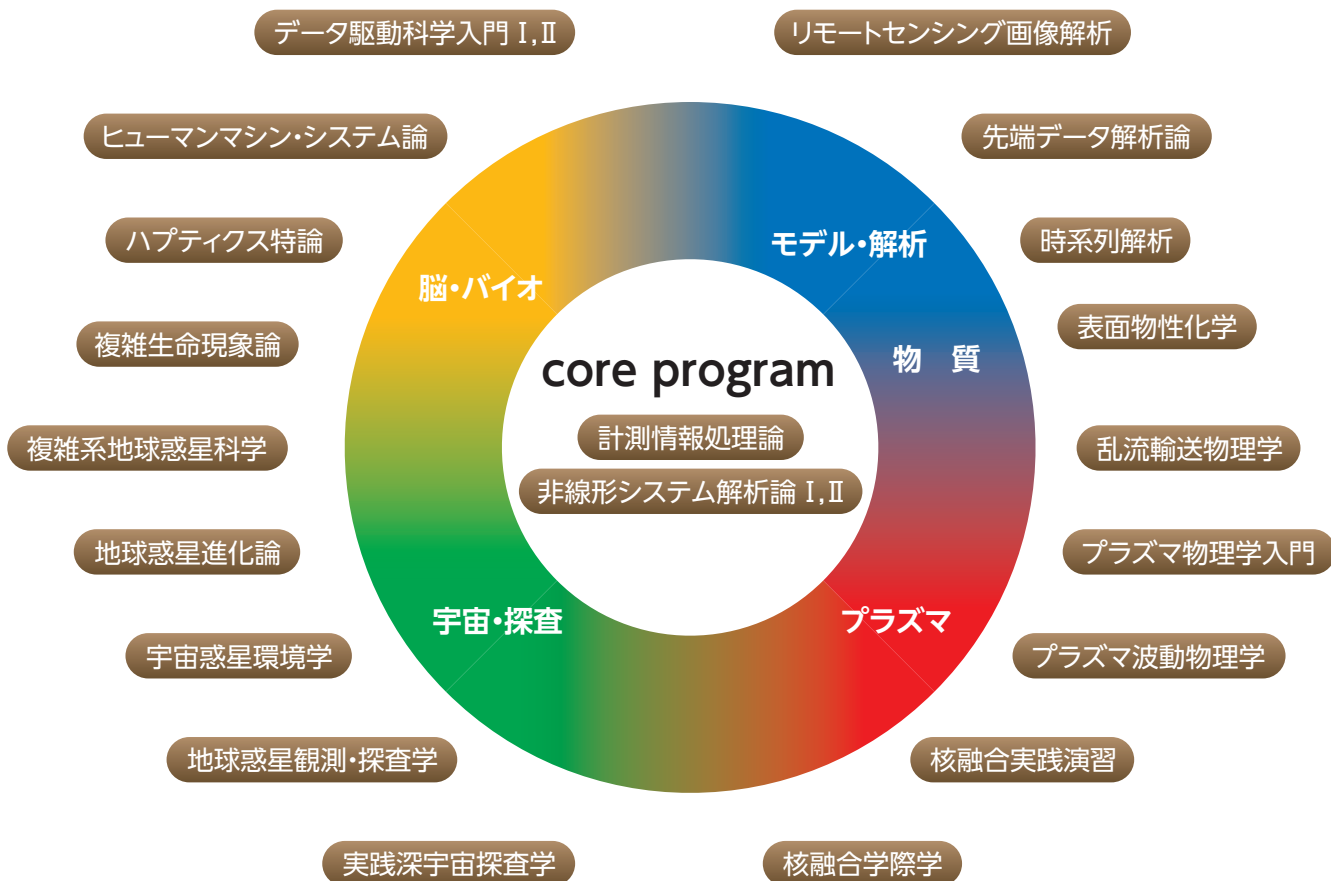


図2 Pt6クラスター上で、アンモニア存在下でベンゼンと酸素からフェノールが生成される反応機構のダイアグラム

複雑理工学専攻 カリキュラム

Curriculum at Department of Complexity Science and Engineering



複雑理工学実験概論

複雑理工学輪講I, II

複雑理工学特別研究 I, II

入学試験案内

日 程

●修士課程 (一般選抜)

出願期間 令和8年6月4日～10日 23時00分まで 日本時間

試験日程 ■ 対面筆記試験 8月18日 (会場と時間の詳細は書類審査合格者発表時に通知する)

■ オンライン口述試験 8月24日 (時間の詳細は筆記試験合格者発表時に通知する)

詳細は専攻ホームページを参照すること。

●修士課程 (特別口述)

出願期間 令和8年5月15日～21日 23時00分まで 日本時間

試験日程 ■ オンライン試験リハーサル 6月22日～25日 (書類審査合格者は参加必須)

■ オンライン口述試験 6月27日 (時間の詳細は書類審査合格者発表時に通知する)

詳細は専攻ホームページを参照すること。

●博士後期課程 (一般選抜のみ)

出願期間 入試日程A 令和8年6月4日～10日 23時00分まで 日本時間

入試日程B 令和8年11月11日～17日 23時00分まで 日本時間

試験日程 入試日程A

■ オンライン試験リハーサル 令和8年8月3日 (書類審査合格者は参加必須)

■ オンライン口述試験 令和8年8月17日 (時間の詳細は別途連絡)

入試日程B

■ オンライン試験リハーサル 令和9年1月22日 (書類審査合格者は参加必須)

■ オンライン口述試験 令和9年1月25日 (時間の詳細は別途連絡)

詳細は専攻ホームページを参照すること。

注意事項 核融合研究教育プログラム

核融合研究教育プログラム (以降、本プログラム) は、複雑理工学専攻と先端エネルギー工学専攻が共同で開催しているプログラムであり、核融合研究および関連分野に特化したカリキュラムが用意されている。また、修了要件もプログラム履修生とそうでない場合とで異なる。本プログラム履修希望者は以下に注意すること。

本プログラム履修の要件は核融合プログラム担当教員 (複雑理工学専攻の場合は、江尻・篠原・辻井・藤堂・徳沢・佐藤) の内の一名を指導教員とすることであり、先端エネルギー工学専攻の教員を指導教員としたい場合は、先端エネルギー工学専攻を受験すること。複雑理工学専攻を受験する場合、かつ本プログラム履修を希望する場合、「調査票入力フォーム」の該当欄にチェックマークを入れること。なお、出願時に本プログラム履修を希望しなかった場合は、合格後、希望しても原則として受け入れない。また、上記核融合プログラム担当教員以外の教員が指導教員となった場合には履修できない。

本プログラムについては、本案内書後半および以下のホームページを参照のこと。

<https://www.k.u-tokyo.ac.jp/fusion-pro/>

修士課程 一般選抜

以下には要点のみを記載している。詳細については必ず専攻ホームページ及び「研究科募集要項」を参照すること。

選抜方法

選抜は以下の3段階で行われる。

1) 書類選考

以下の「小論文」と、出願時に提出されたその他の書類を総合的に判断して選考する。

小論文の作成・提出要領

以下の(A)(B)を、当専攻ホームページで指定するフォーマットに日本語または英語で書くこと。文字数や書式などはフォーマットに指示する。オンライン出願サイトより提出せよ。

(A) 取り組みたい研究テーマとそのテーマに興味を持った理由

(B) 自己アピール：これまでの学修・研究・課外活動などの経験に基づき、修士課程での学修・研究に活かせる自分の強みを具体的に記述

2) 対面筆記試験（書類選考合格者を対象）

筆記試験では、必須科目を解答し、選択科目から2科目を選択して解答する。解答する科目は試験時間中に選択可能である。試験時間は150分で、各問題への時間配分は自由である。試験問題は日本語と英語の両方で出題される。日本語または英語で解答すること。

● 必須科目：微分積分（配点100）

● 選択科目（2科目選択）：線形代数、確率・統計、力学、電磁気学（配点200）

3) オンライン口述試験（対面筆記試験合格者を対象）

口述試験では、日本語または英語のいずれかの言語で、小論文の内容、提出書類、基礎学力、研究意欲、希望研究室とのマッチングなどについて問う。

指導教員の選択

当専攻のホームページで指定する「調査票入力フォーム」にて、志望指導教員などの情報を入力せよ。まず、複雑理工学専攻所属教員の中から指導を希望する教員を第4志望まで選択すること。次に、志望教員以外に配属された場合に、進学する意思の有無を選択せよ。意思が有る場合、画面の指示に従い必要な情報を入力すること。

入学時期

通常の入学時期は2027年4月である。ただし、既卒者および2026年9月までに卒業見込みの者で、2026年10月入学を希望する場合は、オンライン出願サイトでその旨を登録すること。なお、2026年9月までに卒業できなかった場合は、入学試験に合格しても入学できず、4月入学への変更もできない。詳細は研究科の募集要項を参照すること。

学業・職務両立計画書

企業・官公庁・団体等に在職する者で、在職の身分のまま入学を希望する者は、学業・職務両立計画書を提出すること。また、入学手続きの際に、勤務先の承諾書（様式任意、研究科募集要項 11.(8)を参照）を提出すること。

その他注意事項

- 修士課程一般選抜試験では、TOEFL iBTやTOEIC L&Rなどの英語のスコアシートを提出する必要はない。
- 一般選抜用「志望調査票」は、当専攻のホームページで指定する一般選抜用「調査票入力フォーム」で作成すること。出力された「志望調査票」のPDFファイルを、オンライン出願サイトより提出すること。
- 本案内書添付のチェックリストを参照し、募集要項に記載された全ての書類を提出すること。

修士課程 特別口述試験

本専攻では、国内外で特に優れた実績や能力を有する人物を対象とした特別口述試験を実施する。特別口述試験は、一般選抜試験に先立ちオンラインで実施される。以下には要点のみを記載している。詳細については必ず専攻ホームページ及び「研究科募集要項」を参照すること。

選抜方法

選抜は以下の2段階方式で行う。出願締め切りの2週間程度前までに、第1志望教員に連絡をすること。

1) 書類選考

以下の「小論文」と、出願時の他の提出書類を総合的に判断して選考を行う。

小論文の作成・提出要領

以下の(A)(B)(C)を、当専攻ホームページで指定するフォーマットに日本語または英語で書くこと。文字数や書式などはフォーマットに指示する。オンライン出願サイトより提出せよ。

- (A) 修士課程における研究計画
- (B) 修士課程での学修・研究に活かせる、これまでの学修・研究・課外活動など
- (C) 論文、学会発表、コンテスト、特許、受賞などの業績リスト

2) オンライン口述試験（書類選考合格者を対象）

小論文で提出した内容について、発表資料を用いて日本語または英語のいずれかの言語で10分間程度のプレゼンテーションを行い、その後、これまでの活動や業績・研究テーマ・基礎学力などについて問う。

一般選抜の受験について

特別口述試験で選抜されなかった者は、本専攻の一般選抜試験を受験することができる。この場合、願書を再度提出する必要はない。一般選抜を希望する場合は、その旨を確認するため、当専攻のホームページで指定する「調査票入力フォーム」の該当欄に必ずチェックすること。

指導教員の選択

当専攻のホームページで指定する「調査票入力フォーム」にて、志望指導教員などの情報を入力せよ。まず、基幹教員の中から第1志望教員を選択せよ。特別口述試験では、第1志望教員に連携・兼任教員を選択することはできない。次に、特別口述試験が不合格のときに一般選抜の受験を希望する場合は、第2志望から第4志望までの教員を、基幹教員および連携・兼任教員の中から選択すること。また、一般選抜で志望教員以外に配属された場合に、進学する意思の有無を選択せよ。意思が有る場合、画面の指示に従い必要な情報を入力すること。基幹教員と連携・兼任教員のリストは、当専攻のホームページに掲載する。

入学時期

通常の入学時期は2027年4月である。ただし、既卒者および2026年9月までに卒業見込みの者で、2026年10月入学を希望する場合は、オンライン出願サイトでその旨を登録すること。なお、2026年9月までに卒業できなかった場合は、入学試験に合格しても入学できず、4月入学への変更もできない。詳細は研究科の募集要項を参照すること。

学業・職務両立計画書

企業・官公庁・団体等に在職する者で、在職の身分のまま入学を希望する者は、学業・職務両立計画書を提出すること。また、入学手続きの際に、勤務先の承諾書（様式任意、研究科募集要項 11.(8)を参照）を提出すること。

その他注意事項

- 修士課程特別口述試験では、TOEFL iBTやTOEIC L&Rなどの英語のスコアシートを提出する必要はない。
- 特別口述用「志望調査票」は、当専攻のホームページで指定する特別口述試験用「調査票入力フォーム」で作成すること。出力された「志望調査票」のPDFファイルを、オンライン出願サイトより提出すること。
- 本案内書添付のチェックリストを参照し、募集要項に記載された全ての書類を提出すること。

博士後期課程

以下には要点のみを記載している。詳細については必ず専攻ホームページ及び「研究科募集要項」を参照すること。

選抜方法

選抜は以下の2段階方式で行う。

1) 書類選考

以下の「研究計画書」および出願時に提出されたその他の書類を総合的に判断して選考を行う。

2) オンライン口述試験（書類選考合格者を対象）

これまでに行った研究および博士課程における研究計画について、発表資料を用い、日本語または英語のいずれかの言語で約20分間のプレゼンテーションを行う。その後、基礎学力、研究テーマおよび研究意欲等について試問を行う。

指導教員の選択

出願にあたっては、複雑理工学専攻所属の教員の中から指導を希望する教員1名を選択し、当専攻のホームページで指定する「調査票入力フォーム」に入力すること。出願前に、研究指導を希望する教員に連絡を取り、希望する研究内容について事前に相談すること。

研究計画書

博士後期課程における研究計画を、日本語または英語でA4用紙1枚以内にまとめること。

入学時期

通常の入学時期は2027年4月である。ただし、入試日程Aにおいて、修士の学位を有する者または2026年9月までに修士の学位を取得見込みの者で、2026年10月入学を希望する場合は、オンライン出願サイトでその旨を登録すること。なお、2026年9月までに修了できなかった場合は、入学試験に合格しても入学できず、4月入学に変更することもできない。同様に、入試日程Bでは、オンライン出願サイトで2027年4月入学または2027年10月入学のいずれかを登録する。詳細については研究科の募集要項を参照すること。

学業・職務両立計画書

企業・官公庁・団体等に在職する者で、在職の身分のまま入学を希望する者は、学業・職務両立計画書を提出すること。また、入学手続きの際に、勤務先の承諾書（様式任意、研究科募集要項 11. (8) を参照）を提出すること。

その他注意事項

- 博士後期課程入試では、TOEFL iBTやTOEIC L&Rなどの英語のスコアシートの提出は不要である。
- 博士後期課程用「志望調査票」は、当専攻のホームページで指定する博士後期課程用「調査票入力フォーム」で作成すること。出力された「志望調査票」のPDFファイルを、オンライン出願サイトより提出すること。
- 本案内書添付のチェックリストを参照し、募集要項に記載された全ての書類を提出すること。

Admission Information

Schedule

● Master's Program (Regular Admission)

Application period

From June 4 to June 10 (23:00 JST), 2026

Examination period

- Face-to-face Written Examination: August 18, 2026
(Exact venue and time will be notified when the result of the Document Screening is announced)
- Online Oral Examination: August 24, 2026
(Exact time will be notified when the result of the Written Examination is announced)

Please refer to the Department web page for details.

● Master's Program (Special Oral Examination)

Application period

From May 15 to May 21 (23:00 JST), 2026

Examination period

- Online Examination Rehearsal: June 22 to June 25, 2026
(Participation is mandatory for those who pass the Document Screening)
- Online Oral Examination: June 27, 2026
(Exact time will be notified when the result of the Document Screening is announced)

Please refer to the Department web page for details.

● Doctoral Program (Regular Admission only)

Application period

Entrance Examination Schedule A

From June 4 to June 10 (23:00 JST), 2026

Entrance Examination Schedule B

From November 11 to November 17 (23:00 JST), 2026

Examination period

Entrance Examination Schedule A

- Online Examination Rehearsal: August 3, 2026
(Participation is mandatory for those who pass the Document Screening)
- Online Oral Examination: August 17, 2026 (Exact time will be announced separately)

Entrance Examination Schedule B

- Online Examination Rehearsal: January 22, 2027
(Participation is mandatory for those who pass the Document Screening)
- Online Oral Examination: January 25, 2027 (Exact time will be announced separately)

Please refer to the Department web page for details.

Notice About the Fusion Research and Education Program

The Department of Complexity Science and Engineering and the Department of Advanced Energy hold 'Nuclear Fusion Research and Education Program', which is specialized to R&D for nuclear fusion and related science and technology. Students enrolled in the program can take specialized and advanced lectures and exercises on these topics. The graduation requirements for students in this program and the others are different.

To be eligible for the program, students must be accepted to the following laboratories: Ejiri, Shinohara, Tsujii, Todo, Tokuzawa, and Sato laboratories in our department and laboratories in the Department of Advanced Energy that participate in this program. Since the entrance examination and related processes, such as briefing, are organized by each department, prospective students must choose the laboratories and the department at first, and then follow the application process of the department which you choose. When you choose our department and if you want to take the program, you have to check the corresponding check box in the "Inquiry Sheet Input Form". The check becomes valid if you are selected for the above laboratories and becomes invalid otherwise. Note that you will not be eligible for the program if you do not declare (check) in the department's Inquiry Sheet.

For more information on the program please visit the web page.

<https://www.k.u-tokyo.ac.jp/fusion-pro/en/index.html>

Master's Program Regular Admission

Only key points are provided below. For further details, please refer to the department's website and the Graduate School Admission Guidelines.

Screening Process

The screening process consists of the following three stages.

1) Document Screening

Selection will be conducted based on a comprehensive evaluation of the following Essay and other documents submitted at the time of application.

Instructions for Preparing and Submitting the Essay

Applicants must write (A) and (B) below in Japanese or English using the format specified on the department's website. The number of characters and formatting requirements are specified in the format. Submissions must be made via the online application system.

(A) The research theme the applicant wishes to pursue and the reasons for their interest in this theme

(B) Self-appeal: Based on the applicant's past experiences in coursework, research, and extracurricular activities, the applicant must describe concretely the strengths that can be utilized in study and research in the master's program.

2) Face-to-Face Written Examination (for applicants who pass the document screening)

In the written examination, applicants are required to complete the required subject and choose two subjects from the elective subjects. The subjects to be answered may be selected during the examination period. The total examination time is 150 minutes, and the time allocation for each question is at the applicant's discretion. Questions are provided in both Japanese and English. Answers may be written in either Japanese or English.

● Required subject: Calculus (100 points)

● Elective subjects (choose two): Linear Algebra, Probability & Statistics, Mechanics, Electromagnetism (200 points total)

3) Online Oral Examination (for applicants who pass the written examination)

In the oral examination, applicants will be asked questions in either Japanese or English regarding the content of their essay and submitted documents, their fundamental academic ability, motivation for research, and fit with the desired laboratory.

Selection of Academic Supervisors

Using the "Inquiry Sheet Input Form" specified on the department's website, applicants must enter information such as their preferred academic supervisors. First, applicants must select up to four preferred supervisors from among faculty members affiliated with the Department of Complexity Science and Engineering. Next, applicants must indicate whether they intend to enroll if assigned to a supervisor other than their preferred choices. If applicants indicate that they intend to enroll, they must enter the required information according to the on-screen instructions.

Admission Period

The standard admission period is April, 2027. However, applicant who has completed university education or plan to do so by September, 2026 may choose admission in October, 2026. Preference for October admission must be indicated in the online application form. Note that applicants who fail to graduate by September, 2026 cannot enroll in October or the next April, even if they pass the entrance examination. Refer to the guidelines of the graduate school for details.

Research/Work Balance Plan

Those who will conduct research while remaining gainfully employed at a company, government agency, or other organization, etc. must submit a research/work balance plan and another form (see item 11.(8) of the guidelines of the graduate school) that explains how the applicant anticipates conducting research while maintaining his/ her employment status at a company, government agency, or other organization, etc.

Other Notes

- For the Master's Program Regular Admission, submission of English score reports such as TOEFL iBT or TOEIC L&R is not required.
- The "Inquiry Sheet" for the Master's Program Regular Admission must be prepared using the "Inquiry Sheet Input Form" specified on the department's website. The generated PDF file must be submitted via the online application system.
- Applicants must refer to the checklist attached to this guide and submit all documents listed in the admission guidelines.

Master's Program Special Oral Examination

This department conducts the Special Oral Examination for candidates with particularly outstanding achievements or abilities from Japan and overseas. The Special Oral Examination is conducted online prior to the Regular Admission Examination. Only key points are provided below. For further details, please refer to the department's website and the Graduate School Admission Guidelines.

Screening Process

The screening process consists of the following two stages. Applicants must contact their first-choice supervisor no later than approximately two weeks before the application deadline.

1) Document Screening

Selection will be conducted based on a comprehensive evaluation of the Essay below and other documents submitted at the time of application.

Instructions for Preparing and Submitting the Essay

Applicants must write (A), (B), and (C) below in Japanese or English using the format specified on the department's website. The number of characters and formatting requirements are specified in the format. Submissions must be made via the online application system.

- (A) Research plan for the master's program
- (B) Past coursework, research, and extracurricular activities that can be utilized for study and research in the master's program
- (C) List of achievements such as papers, conference presentations, contests, patents, and awards

2) Online Oral Examination (for applicants who pass the document screening)

A presentation of approximately ten minutes will be given, in either Japanese or English, using presentation materials based on the content submitted in the Essay. This will be followed by questions regarding previous activities, achievements, research topics, and fundamental academic abilities.

Taking Regular Admission Examination

Applicants who are not selected through the Special Oral Examination may take the Regular Admission Examination of this department. In such cases, resubmission of the application form is not required. Applicants wishing to take the Regular Admission Examination must check the relevant box in the "Inquiry Sheet Input Form" specified on the department's website.

Selection of Academic Supervisor

Using the "Inquiry Sheet Input Form" specified on the department's website, applicants must enter information such as their preferred academic supervisors. First, applicants must select a first-choice supervisor from among the full-time faculty members. In the Special Oral Examination, a cooperative or adjunct faculty member may not be selected as the first-choice supervisor. Next, applicants wishing to take the Regular Admission Examination in the event of failing the Special Oral Examination must select second- through fourth-choice supervisors from among full-time and cooperative/adjunct faculty members. Applicants must also indicate whether they intend to enroll if assigned to a supervisor other than their preferred choices. If applicants indicate that they intend to enroll, they must enter the required information according to the on-screen instructions. Lists of full-time and cooperative/adjunct faculty members are available on the department's website.

Admission Period

The standard admission period is April, 2027. However, applicant who has completed university education or plan to do so by September, 2026 may choose admission in October, 2026. Preference for October admission must be indicated in the online application form. Note that applicants who fail to graduate by September, 2026 cannot enroll in October or the next April, even if they pass the entrance examination. Refer to the guidelines of the graduate school for details.

Research/Work Balance Plan

Those who will conduct research while remaining gainfully employed at a company, government agency, or other organization, etc. must submit a research/work balance plan and another form (see item 11.(8) of the guidelines of the graduate school) that explains how the applicant anticipates conducting research while maintaining his/her employment status at a company, government agency, or other organization, etc.

Other Notes

- For the Master's Program Special Oral Examination, submission of English score reports such as TOEFL iBT or TOEIC L&R is not required.
- The "Inquiry Sheet" for the Special Oral Examination must be prepared using the "Inquiry Sheet Input Form" specified on the department's website. The generated PDF file must be submitted via the online application system.
- Applicants must refer to the checklist attached to this guide and submit all documents listed in the admission guidelines.

Doctoral Program

Only key points are provided below. For further details, please refer to the department's website and the Graduate School Admission Guidelines.

Screening Process

The selection consists of the following two stages.

1) Document Screening

Selection will be conducted based on a comprehensive evaluation of the Research Plan outlined below and other documents submitted at the time of application.

2) Online Oral Examination (for applicants who pass the document screening)

Applicants are required to give an approximately 20-minute presentation, using presentation materials, on their previous research and their research plan for the doctoral program, in either Japanese or English. After the presentation, applicants will be examined on their fundamental academic ability, research themes, and motivation for research.

Choice of the Academic Supervisor

When applying, applicants must select one faculty member affiliated with the Department of Complexity Science and Engineering as their desired academic supervisor and enter this information in the "Inquiry Sheet Input Form" specified on the department's website. Applicants are required to contact the prospective supervisor and consult with them about their intended research content in advance of the application.

Research Plan

Write a research plan for the doctoral program within one A4 page in either Japanese or English.

Admission Period

Entrance Examination Schedule A: The standard admission period is April, 2027. However, the applicant who has a master's degree or plan to get it by September, 2026 may choose admission in October, 2026. Preference for the admission period must be indicated in the online application form. Note that applicants who fail to graduate by September, 2026 cannot enroll in October or the next April, even if they pass the entrance examination. Refer to the graduate school's guideline for details.

Entrance Examination Schedule B: In a similar manner as Schedule A, the applicant may choose admission in April, 2027 or in October, 2027.

Research/Work Balance Plan

Those who will conduct research while remaining gainfully employed at a company, government agency, or other organization, etc. must submit a research/work balance plan and another form (see item 11.(8) of the guidelines of the graduate school) that explains how the applicant anticipates conducting research while maintaining his/her employment status at a company, government agency, or other organization, etc.

Other Notes

- For the doctoral program entrance examination, submission of English score reports such as TOEFL iBT or TOEIC L&R is not required.
- The "Inquiry Sheet" for the Doctoral Program must be prepared using the "Inquiry Sheet Input Form" specified on the department's website. The generated PDF file must be submitted via the online application system.
- Applicants must refer to the checklist attached to this guide and submit all documents listed in the admission guidelines.

核融合研究教育プログラム案内書

Guide to Nuclear Fusion Research Education Program

問合せ先

先端エネルギー工学専攻入試委員/複雑理工学専攻入試委員

E-mail: ae-nyushi@edu.k.u-tokyo.ac.jp/contact@c.k.u-tokyo.ac.jp

プログラムホームページ

<https://www.k.u-tokyo.ac.jp/fusion-pro/>

【1】核融合研究教育プログラムの概要

核融合エネルギーは、豊富な資源量を有する環境に優しい人類究極のエネルギー源です。核融合エネルギー開発は、国際熱核融合実験炉 ITER 計画が国際プロジェクトとして開始され、本格的な核燃焼実験へ向けた新たな開発段階へと踏み出しました。特に我が国は、ITER 計画を中心とした核融合分野において、世界的にもトップレベルの成果を挙げてきています。今後も我が国が核融合開発で主導的な役割を果たすためには、国際的に活躍する優秀な人材の継続的な育成が不可欠です。

東京大学では、このような要請に応えるべく、大学院新領域創成科学研究科が有する学融合を目指した重厚な知的ストック、および実践的教育研究のための最先端の研究設備を基盤として、「核融合研究教育プログラム」を 2008 年度に開設する事としました。本教育プログラムは、大学院新領域創成科学研究科の先端エネルギー工学専攻と複雑理工学専攻とを横断したカリキュラム体系により実施され、広範な基礎学術を総合的かつ体系的に学べる「学融合教育カリキュラム」と、先端的な研究プロジェクトによる高度でエキサイティングな「実践的研究教育カリキュラム」とを二本の柱としています。学融合教育カリキュラムでは、プラズマ理工学、核融合工学、さらには環境・社会などの広範な分野を学際的・俯瞰的に学べます。実践的研究教育カリキュラムでは、先進プラズマ実験装置を積極的に活用し、最先端の研究プロジェクトに直接参画することにより、先駆的・革新的な研究教育を行います。

[2] 研究室紹介

■ 先端エネルギー工学専攻



プラズマ応用工学
おの りょう
小野 亮 教授

mail: ryo-ono@k.u-tokyo.ac.jp
tel: 03-5841-6663



プラズマ物理・核融合工学
いのもと みちあき
井 通暁 教授

mail: inomoto@k.u-tokyo.ac.jp
tel: 04-7136-4341



プラズマ材料相互作用・ナノ材料
かじた しん
梶田 信 教授

mail: kajita@edu.k.u-tokyo.ac.jp
tel: 04-7136-3993



プラズマ物理・プラズマ科学
さいとう はるひこ
齋藤 晴彦 准教授

mail: saito@ppl.k.u-tokyo.ac.jp
tel: 04-7136-3991



プラズマ物理・核融合工学
たなべ ひろし
田辺 博士 准教授

mail:
tanabe@edu.k.u-tokyo.ac.jp
tel: 03-5841-6690

■ 複雑理工学専攻



プラズマ物理・核融合・トカマク
えじり あきら
江尻 晶 教授

mail: ejiri@k.u-tokyo.ac.jp
tel: 04-7136-3926



プラズマ物理・核融合・トカマク
しのはら こうじ
篠原 孝司 教授

mail:
shinohara@k.u-tokyo.ac.jp
tel: 04-7136-4044



プラズマ物理・核融合・トカマク
つじい なおと
辻井 直人 准教授

mail: tsujii@k.u-tokyo.ac.jp
tel: 04-7136-3994

■ 先端エネルギー工学専攻 連携講座/大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 核融合科学研究所



プラズマ物理学・核融合
 こばやし まさひろ
小林 政弘 客員教授
 mail:
 kobayashi.masahiro@nifs.ac.jp
 tel: 0572-58-2169



プラズマ物理学・計算機シミュレーション
 うさみ しゅんすけ
宇佐見 俊介 客員准教授
 mail:
 usami.shunsuke@nifs.ac.jp
 tel: 0572-58-2356



プラズマ物理学・核融合学・先進機器開発
 にしうら まさき
西浦 正樹 客員准教授
 mail: nishiura@nifs.ac.jp
 tel: 0572-58-2184



理論プラズマ物理・数理物理・流体力学
 さとう なおき
佐藤 直木 客員准教授
 mail: sato.naoki@nifs.ac.jp
 tel: 0572-58-2569
 (2025年10月着任予定)

■ 複雑理工学専攻 連携講座/大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 核融合科学研究所



プラズマ物理学・計算機シミュレーション
 とうどう やすし
藤堂 泰 客員教授
 mail: todo@nifs.ac.jp
 tel: 0572-58-2002



プラズマ物理学・核融合学
 とくざわ ときひこ
徳澤 季彦 客員教授
 mail: tokuzawa@nifs.ac.jp
 tel: 0572-58-2217



プラズマ物理学・計算機シミュレーション
 さとう まさひこ
佐藤 雅彦 客員准教授
 mail: sato.masahiko@nifs.ac.jp
 tel: 0572-58-2357

[3] 入学試験に関する重要事項

(修士課程・博士後期課程 共通)

核融合研究教育プログラムの研究室は、先端エネルギー工学専攻及び複雑理工学専攻の両方から構成されている。

出願時には、指導を希望する教員を[2]研究室紹介欄の中から選び、その教員が所属する専攻の志望調査票を提出すること（複雑理工：調査票は案内書に付属、先端工ネ：案内書の指示に従うこと）。例えば、先端エネルギー工学専攻に所属する教員に指導を希望する場合は、先端エネルギー工学専攻の入試案内書に付属の志望調査票を提出することとなる。

入学試験は、指導を希望する教員が所属する専攻の入学試験を受験すること。入学試験の詳細については、例えば、複雑理工学専攻に所属する教員に指導を希望する場合は、複雑理工学専攻の入試案内書を参照すること。

出願期間、試験日程、入試説明会についても同様に各専攻の案内に従うこと。

合格し入学した場合は、受験した専攻（先端エネルギー工学専攻あるいは複雑理工学専攻）に所属し、核融合研究教育プログラムが定めるカリキュラムを履修する。核融合研究に必要な科目を重点的に履修できるカリキュラムとなっている。なお、出願時に核融合研究教育プログラムを希望しなかった場合、合格後に核融合研究教育プログラムを希望しても原則として受け入れないので注意すること。

[4] カリキュラム

<ul style="list-style-type: none"> ・宇宙エネルギーシステム論 ・エネルギー変換論 ・推進エネルギー変換工学 ・ ・ ・ ・ <p>◎先端エネルギー工学演習 I, II ◎先端エネルギー特別講義 I, II ◎先端エネルギー工学輪講 I, II ◎先端エネルギー工学特別研究 I, II</p> <p>先端エネルギー工学専攻の開講科目</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○核融合エネルギー工学 ○プラズマ核融合学 ○プラズマ基礎論 ○プラズマ計測法 ○非線形科学 ○プラズマ応用工学 ○先進プラズマ理工学 ○境界領域プラズマ理工学 ○Fusion Science Special Lecture I, II, III 	<ul style="list-style-type: none"> ○核融合実践演習 ○プラズマ波動物理学 ○乱流輸送物理学 ○プラズマ物理学入門 ○核融合学際学 <p>◎複雑理工学輪講 I, II ◎複雑理工学特別研究 I, II</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・計測情報処理論 ・非線形システム解析論 I, II ・実践宇宙探査学 ・ ・ ・
<p>◎必修 ○この中から 6 単位以上 (修士) ○この中から 2 単位以上 (博士後期)</p> <p>核融合研究教育プログラム</p>			

核融合研究教育プログラムを履修する学生は、指導する教員の所属により、先端エネルギー工学専攻又は複雑理工学専攻のいずれかに所属する。したがって、修了に必要な単位数や必修科目は、その所属する専攻が定めるものに従う。このとき、核融合研究教育プログラムが定める科目（上図○印）を含めて履修する点が特徴である。核融合研究教育プログラム履修者が、これらの科目を履修する場合、所属していない専攻の開講科目であっても、所属する専攻の修了単位とすることができる。

提出書類等チェックシート(修士課程一般選抜用)

提出書類を確認した上で□をチェックすること。

すべての受験者

- オンライン出願を行った。
- 写真をオンラインで提出した。受験票は後日ダウンロードすること。
- 検定料(30,000円)をオンライン出願サイトで支払った。
 - ※ 検定料証明書の提出は不要。
 - ※ 外国人出願者のうち、日本国政府(文部科学省)奨学金留学生は支払い不要(日韓共同理工系学部留学生を除く)。ただし、本学に在学中(研究生を含む)の者以外は、日本国政府(文部科学省)奨学金留学生である証明書を提出すること。
- 学部(教養課程を含む)の成績証明書をオンラインで提出した。
- 卒業(修了)証明書をオンライン提出した。
 - ※ 出願時に既に大学を卒業している者
 - ※ 修士を修了している場合は、卒業証明書と修了証明書の両方を提出。
- 小論文をオンラインで提出した。
- 「志望調査票」をオンラインで提出した。
 - 修士課程一般選抜用「調査票入力フォーム」で作成したか。
 - 志望教員が少なくとも1名選択されているか(4名まで記入を推奨)。
- 「学業・職務両立計画書」をオンラインで提出した。
 - ※ 企業・官公庁・団体等に在職し、在職のまま在学を希望する者

提出書類等チェックシート(特別口述用)

提出書類を確認した上で□をチェックすること。

すべての受験者

- オンライン出願を行った。
- 写真をオンラインで提出した。受験票は後日ダウンロードすること。
- 検定料(30,000円)をオンライン出願サイトで支払った。
 - ※ 検定料証明書の提出は不要。
 - ※ 外国人出願者のうち、日本国政府(文部科学省)奨学金留学生は支払い不要(日韓共同理工系学部留学生を除く)。ただし、本学に在学中(研究生を含む)の者以外は、日本国政府(文部科学省)奨学金留学生である証明書を提出すること。
- 学部(教養課程を含む)の成績証明書をオンラインで提出した。
- 卒業(修了)証明書をオンライン提出した。
 - ※ 出願時に既に大学を卒業している者
 - ※ 修士を修了している場合は、卒業証明書と修了証明書の両方を提出。
- 「小論文」をオンラインで提出した。
- 「志望調査票」をオンラインで提出した。
 - 修士課程特別口述用「調査票入力フォーム」で作成したか。
 - 第1志望教員を基幹教員から選択しているか。
- 「学業・職務両立計画書」をオンラインで提出した。
 - ※ 企業・官公庁・団体等に在職したまま入学を希望する者

提出書類等チェックシート(博士後期課程用)

提出書類を確認した上で□をチェックすること。

すべての受験者

- オンライン出願を行った。
- 写真をオンラインで提出した。受験票は後日ダウンロードすること。
- 検定料(30,000円)をオンライン出願サイトで支払った。
 - ※ 検定料証明書の提出は不要。
 - ※ 本学において修士の学位を得る見込みで、引き続き博士後期課程へ入学を希望する者及び外国人出願者のうち日本政府(文部科学省)奨学金留学生は支払い不要である。ただし、上記外国人出願者のうち本学に在学中(研究生を含む)の者以外は、日本国政府(文部科学省)奨学金留学生である証明書を提出すること。
- 成績証明書(学部(教養課程を含む)および修士課程)をオンラインで提出した。
 - ※ 全員(本研究科修士課程を修了・修了見込みの者を除く)
- 修了証明書をオンラインで提出した。
 - ※ 既に大学院を修了した者(出願時に既に修士の学位を取得している者)(本研究科修士課程を修了した者を除く)
 - ※ 修了見込証明書の提出は不要。
- 研究計画書をオンラインで提出した。
- 志望調査票をオンラインで提出した。
 - 博士後期課程用「調査票入力フォーム」で作成したか。
 - 志望教員が正しく選択されているか。
- 学業・職務両立計画書をオンラインで提出した。
 - ※ 企業・官公庁・団体等に在職したまま入学を希望する者

Check sheet for documents to be submitted (for Master's Program Regular Admission)

Check after confirming the submitted documents.

All applicants

- Submit your application via the Online Application System.
- Upload your photo online. The admission ticket will be available for download later.
- The examination fee is 30,000 JPY. Complete the payment online.
 - ※ You do not need to submit a certificate of payment.
 - ※ Of the foreign applicants, Japanese government (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology) scholarship students do not need to pay (excluding Japanese-Korean joint science and engineering faculty students). However, except for those who are currently enrolled in this university (including research students), submit a certificate of being a scholarship student of the Government of Japan (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology).
- Submit undergraduate (including liberal arts) transcripts online.
- Submit Graduation (Completion) Certificate online.
 - ※ For applicants who have already graduated from a university or graduate school at the time of application.
 - ※ If you have completed a master's program, submit both your diploma and master's completion certificate.
- Submit Essay online.
- Submit Inquiry Sheet online.
 - Create the PDF file using the Master's Program Regular Admission "Inquiry Sheet Input Form."
 - Verify that at least one academic supervisor is listed (up to four is recommended).
- Submit Research/Work Balance Plan online.
 - ※ Applicants who wish to remain employed at a company, government agency, or organization while studying at the Graduate School.

Check sheet for documents to be submitted (for Master's Program Special Oral Exam)

Check after confirming the submitted documents.

All applicants

- Submit your application via the Online Application System.
- Upload your photo online. The admission ticket will be available for download later.
- The examination fee is 30,000 JPY. Complete the payment online.
 - ※ You do not need to submit a certificate of payment.
 - ※ Of the foreign applicants, Japanese government (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology) scholarship students do not need to pay (excluding Japanese-Korean joint science and engineering faculty students). However, except for those who are currently enrolled in this university (including research students), submit a certificate of being a scholarship student of the Government of Japan (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology).
- Submit undergraduate (including liberal arts) transcripts online.
- Submit Graduation (Completion) Certificate online.
 - ※ For applicants who have already graduated from a university or graduate school at the time of application.
 - ※ If you have completed a master's program, submit both your diploma and master's completion certificate.
- Submit Essay online.
- Submit Inquiry Sheet online.
 - Create the PDF file using the Master's Program Special Oral Examination "Inquiry Sheet Input Form."
 - Confirm that your first-choice supervisor is selected from the full-time faculty.
- Submit Research/Work Balance Plan online.
 - ※ Applicants who wish to remain employed at a company, government agency, or organization while studying at the Graduate School.

Check sheet for documents to be submitted (for Doctoral Program)

Check after confirming the submitted documents.

All applicants

- Submit your application via the Online Application System.
- Upload your photo online. The admission ticket will be available for download later.
- The examination fee is 30,000 JPY. Payment completed through the online system.
 - ※ You do not need to submit a certificate of payment.
 - ※ Those who are expected to obtain a master's degree at this university and who wish to continue admission to the doctoral program and foreign scholarship students from the Government of Japan (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology) do not need to pay. However, among the above foreign applicants, those who are not enrolled in this university (including research students) must submit a certificate of being a scholarship student of the Government of Japan (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology).
- Submit transcripts online (undergraduate, including liberal arts, and master's program).
 - ※ All applicants (Exemption: applicants who have completed or are expected to complete a master's program at Graduate School of Frontier Sciences)
- Submit Certificate of Completion online.
 - ※ Applicants who have already completed graduate school and have obtained a master's degree at the time of application
(Exemption: applicants who have completed a master's program at Graduate School of Frontier Sciences)
 - ※ Not required to submit a certificate of expected completion.
- Submit Research Plan online.
- Submit Inquiry Sheet online.
 - Create the PDF file using the Doctoral Program "Inquiry Sheet Input Form."
 - Correctly select your preferred academic supervisor.
- Submit Research/Work Balance Plan online.
 - ※ Applicants who wish to remain employed at a company, government agency, or organization while studying at the Graduate School