

創 sosei 成

東京大学大学院新領域創成科学研究科
GRADUATE SCHOOL OF FRONTIER SCIENCES, THE UNIVERSITY OF TOKYO

2014 VOL.

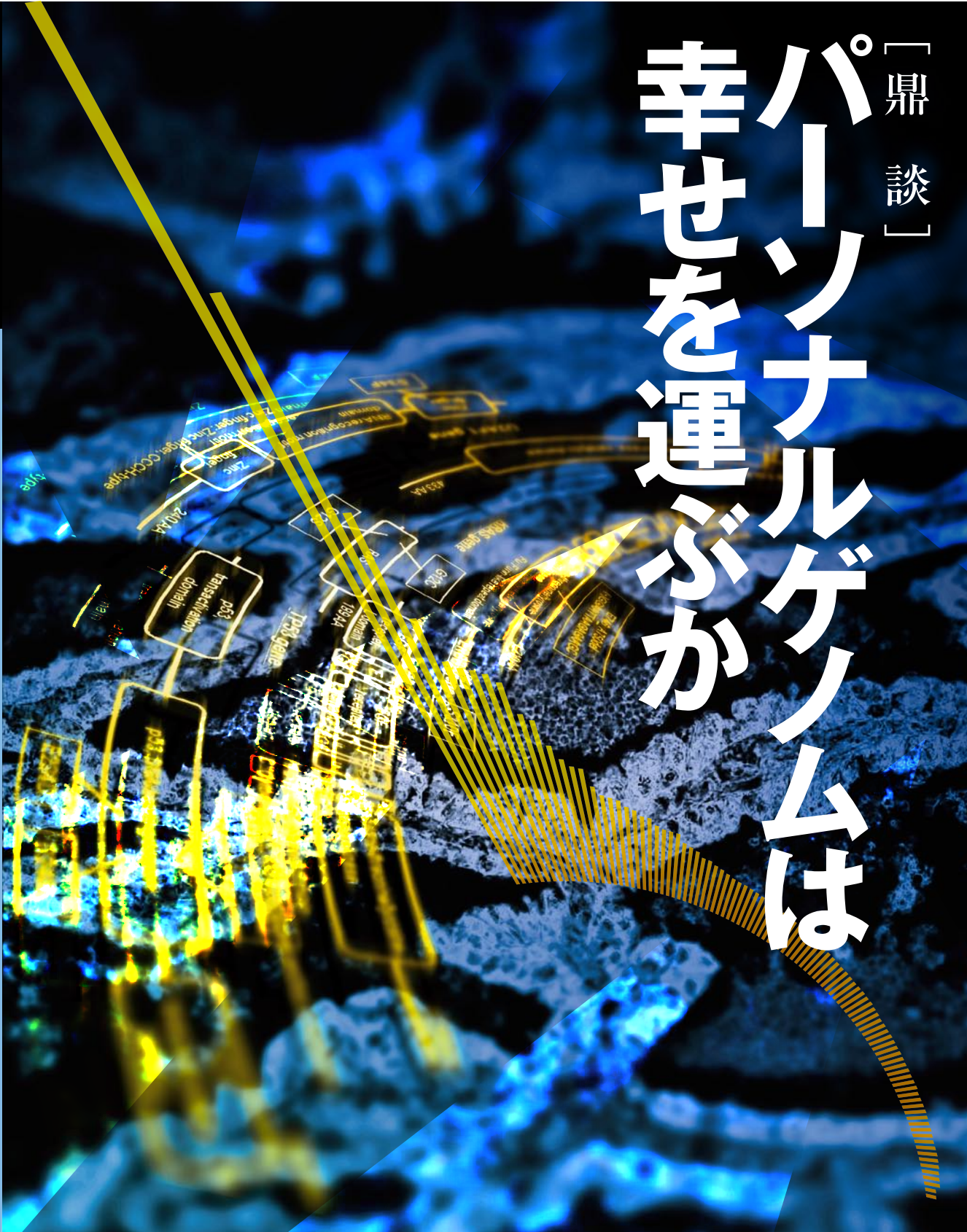
23

広報誌
[創成]

CONTENTS

- 02 鼎談
パーソナルゲノムは
幸せを運ぶか
- 06 Frontier Sciences
- 12 留学生の窓
- 13 学会参加報告
- 14 フロントランナーの
系譜
- 15 FROM FUTURE
- 16 EVENTS/TOPICS
- 18 表紙について
- 19 INFORMATION
- 20 RELAY ESSAY

「鼎談」
パーソナルゲノムは
幸せを運ぶか



パーソナルゲノムは 幸せを運ぶか

柳田辰雄
教授
国際協力学専攻

菅野純夫
教授
メディカルゲノム専攻

鬼頭秀一
教授
社会文化環境学専攻



ヒトゲノムにおける塩基配列の研究は、1953年のDNAのデオキシリボ核酸の二重螺旋構造から始まり、2003年にほとんどの解読は終了しました。一時期特許争いもありましたが、現在、人体やその病気に関連する遺伝情報をもたらすヒトゲノムの解析は新たな段階に入り、社会で暮らす人びとに大きな影響を与え始めています。



柳田 昨年5月中旬に米国の新聞に有名な女優が遺伝子を分析した結果、乳癌になる確率が高いということで乳房切除して美容整形をしたという記事がでました。そして、11月下旬に米国の食品医薬品局FDAが23andMeという会社に対して、個人向け遺伝子の業務の中止勧告をだした。ある癌においては、遺伝子と発症の関係は十分に分かっているのですか？

グレーゾーンと個人的意思決定

菅野 クリティカルなことを指摘されたのですけど、その境界は研究者によって違います。大多数の研究者が同意しているものもあるが、グレーな部分では、信じている人とそうでない人がいる。FDAの基準はと言うと、大変保守的です。グレーゾーンのものも駄目で、確立したものだけをよしとする。日本の厚労省もそうですね。

一方、多くの情報を提供して、個人の決定権に委ねるべきだという考えもあり、その情報を学者が抑えるというのは、パターンリズムではないかという議論もある。

鬼頭 今まで生命倫理では、インフォームド・コンセントのように、十分な情報を与えた上で自己決定権を保証するのがいいとして

いました。

しかし、ゲノム分析ではハンチントン病が以前問題になりました。遺伝子を持っていると40歳頃に発病する確率が非常に高いが、いつ発病するかは不明で、治療もなく、発病すると自分では体の動きを制御できなくなるようになってしまうのです。その遺伝子情報を知らせること自体に問題があります。

また、出生前診断のように遺伝病や遺伝的障害などが調べることが出来るようになると、妊娠中絶の選択肢が出てきました。胎児の生命を奪うかどうかを自己決定で決めることになりました。従来は、生まれた子を運命として受け入れ育てていましたが、今度は「自己決定」ということで「いのち」を選択する重さを人間が背負うことになってしまいました。

乳癌の場合は、乳房切除を、予防的にリスクを冒してまでやるのか否か選択を迫られます。親から授かった肉体を傷つけることに対する躊躇もある。発病の確率が高いということで、そこまであえてやるのかどうか。

柳田 その問題は重要です。23andMeの新聞報道があった日に学融合セミナーがあって、その時の発表者の一人が生命科学の人で、セミナー終了後に女優さんの話が出て、どう考えますかとある学生が質問をした。個人がどう受け止めるか、特に女性の場合は深刻な問題です。遺伝病の中でも乳癌に関しては精度が高いという理解でよろしいですか？

菅野 彼女がチェックしたBRCA1については、ずいぶん昔に分かって、たくさんの事例が積み重なっているんで、正確だと思う。

柳田 後天的なことでもかなり変わるということはないのですか？

菅野 もちろん変わりますが。遺伝子の変異を持っていても癌になる確率は87%くらいで、100%とは言えない。

あの遺伝子はDNAの修復をする遺伝子で、ダメになっているとDNAに傷がついた時に治せない。

柳田 乳癌だけに特に出るのですか？
菅野 そこが面白い。実は、乳癌と卵巣

癌が多い。乳腺で一番働いている遺伝子のように、乳癌が起きやすい。

DNAを修復する遺伝子はたくさんあって、それが機能分化している。紫外線によるDNA損傷を修復する遺伝子が駄目だと皮膚癌になりやすい。

柳田 特定の遺伝子に関しては正確ですか？

菅野 特定の遺伝子については正確で、メカニズムもよく分かっている。

柳田 生活習慣病、糖尿病などもかなり分かっていますか？

菅野 関連は分かっている。生活習慣病の方は、後天的要素の方が圧倒的に重要で、個々の遺伝子の寄与が小さい。1.2倍くらい。遺伝性乳癌は1000倍とか10000倍の寄与ですから。一番知られているのは、アルツハイマー病です。ApoE4という脂質のキャリアの遺伝子ですけど、それがあると普通の人の5倍くらいアルツハイマーになりやすい。ワトソンさんは自分のゲノムを調べたが、その部分だけ公開されていない。

柳田 アルツハイマー病って年齢が高くなるとなりやすいですか？

菅野 年齢が高くなるとなりやすいのですが、ApoE4を持っている人は、よりなりやすい。

柳田 最近、親類でアルツハイマーの人がいると自分もかかりやすいのかという相談を新聞記事で読みました。

菅野 5倍位ですね。

鬼頭 それは、アルツハイマーのある特定のタイプで、ということですか？

菅野 全体です。両親からApoE4を受け継いでいると5倍で、片方からだけだと2倍とか3倍。それと、残念ながら今は予防法がない。

柳田 情報だけが伝わっているわけですね。

菅野 世界では、ApoE4を持っている人を対象にいろいろな予防法を試そうとしている。米国では大規模に始めていて、オバマ大統領も力をいれている。

鬼頭 その遺伝子を持っていることを知って臨床試験に参加しているのですか？

菅野 考え方が各国で違うのですが、米国はかなり前向きで、自己決定が尊重されています。

鬼頭 生命倫理の議論は今まで自己決定権を尊重する米国流の考え方が主流でした。米国は多民族多文化国家なので「自己決定」で合意を得るしかない。欧州では国によって違いますが、自己決定でいいということではなく、生命を操作すること自体に慎重です。

柳田 僕も日本は欧州から学ぶべきではないかと思う。

菅野 国の成り立ちも日本は欧州に近いですね。民族国家というところがあるので。米国では成人に達した場合の自己決定が非常に強いですね。BRCA1にしてもApoE4にしても、成人になって判断出来る人が理解した上でやるのだと。日本では遺伝に対して長い間差別がある。アルツハイマーが多いということが遺伝となると、結婚がどうのということになってくる。ゲノム研究者のほうも抑制した形でやっていたが、有名女優の行動でパーセプションが変わってきた。遺伝の暗いイメージが前向きなイメージに変わってきた。

鬼頭 日本人の身体観からして身体に傷をつけるということには神経質なところもある。乳癌の確率が高くて、切除までとなると抵抗が強い。

菅野 ただ、そういう人も増えている。差別を少しでも緩和するいい方向にいってくれるといいのですが。

鬼頭 確かに変わって来ましたね。ピアスの穴を開けるのに抵抗は少ないです。また、自分の病気に対して積極的に情報を集めて自分で決めたいという意識も高まっている。

菅野 困るのは、グレーなところがかなり大きくて、それが時間とともに変わる。治らなかった病気が治るようになってたりして、状況によって境界線がズレてくる。相談する専門家の知識や考え方によって結論が変わる。

柳田 それは、個人のサンプル数に依存している？

菅野 はい、そうです。
柳田 医者は自分個人の体験から判断しており、全体の平均とはズレてきますね。

菅野 相談する先生によって言うことが違うことはあり得る。専門家のアドバイスは必要だが、必ずしも一定ではないところで自己決定が出来るのか。

社会制度としてのセカンドオピニオン

鬼頭 遺伝子情報にかかわる対応の仕方に関してもセカンドオピニオンが必要になる。

菅野 そう思います。遺伝カウンセリング資格みたいなものがあって、資格を持っている人が対応することになっている。

鬼頭 出生前診断のように、ソーシャルワーカーや精神科医がサポートしていくような社会的システムが必要ですね。

菅野 そう思います。

鬼頭 専門的知識をそれだけ提供すればいいという話にはならない。

菅野 ゲノム情報を隠すのか隠さないのかという問題も、時間とともに変化している。欧米も昔は個人のものとしていたが、これだけゲノム情報が出てくると、公共のためにオープンにしたほうがいいのか。

ゲノム情報は公共財？

柳田 米国で個人の意思決定にしているのは、費用を払えるかどうか。日本の場合は高額医療の人は月何万以上は払わなくていい。社会制度をどうするかは、これから本当に重要な問題になる。

菅野 原価はそんなにかからないのですよ。
柳田 でも開発費はあります。今回の23andMeの問題も、投資したところは費用を回収したい。公共財に近いところを競争にしようとするのも問題になってくる。

菅野 ヒトゲノムの配列が公共財じゃないか、だからもう、オープンにすることに繋がる。

柳田 パーソナルゲノムなのか？ホモサピエンス的に考えるか？題目もパーソナルゲノムで、私はヒトゲノムにしたほうがよいと思ったのですけど。個人の意思決定にするのは日本では危険かなと。

菅野 ワトソンさんが一番最初に自分のゲノムをシーケンシングして公開したのですが、彼なんかはそういう考えに近い。受け継いだもので公共財だ。個人の尊厳に関わる部分も担保しつつも、共有して使ったほうがよりベネフィットが大きい。

鬼頭 公共財だということには、二つの側面があるような気がしますね。

一つは、遺伝情報について自己決定という形で、いのちにかかわることを個人で抱え込まなければならない現実に対して、一方で、不確実性もあり、公共性も高いので社会的にそのことをどう支えるかという政策にかかわります。

もう一つは、公共財としてのゲノム情報を社会でどう管理するのか。膨大に蓄積してくるゲノム情報を保険も含めて、医療政策に積極的に使うべきだという公共政策の考え方です。この考え方は、社会的負担になる「悪い遺伝子」をこの社会から減らすことがいい社会だと、優生学的な社会変革の方向に行く可能性があります。そこは用心しなければなりませんね。

菅野 その方向は、出て来そうな気がします。考え方は科学技術が進むと変わってくるかもしれない。例えば、悪い遺伝子を排除しようとしても、「悪い遺伝子」がよく分からない。

鬼頭 いっぱい出てくるからね。

遺伝子機能の多様性

菅野 ゲノムを解析すると、僕も、先生方も、誰でも悪い遺伝子を20個も30個も持っている(笑)。

そういう事実が分かってくると考え方が変わってくるかもしれない。

もうひとつ、遺伝子間の相互作用があって、先ほどのApoE4は、心臓病には意外といい。心臓病を抑える方に働きかけてくる。コレは、諸説があるのですが。

遺伝子もバランスがあって、1:1じゃない。複雑系なので白黒という話になりにくい。事実が分かってくることで、社会の見方が変わるということはある。

鬼頭 鎌形赤血球症の遺伝子はアフリカ系の人達が多く持っていて、米国では職業差別の問題にもなりました。ところがそれはマラリアに対する抵

抗性が高い遺伝子で、アフリカでは生き残ってきました。同じ遺伝子が悪い方向に働くこともいい方向に働くこともある。

菅野 排除とか言ってるけどそんな単純な話でもないぞと(笑)。糖尿病なんて食糧難を生き抜く仕掛けとある権威はおっしゃっていますから。

鬼頭 そもそも、良いか悪いかよりも多様な形で存在していることが意味あると考えた方がいいんじゃないかな。あるいは、治すというより、悪い遺伝子とどううまく付き合うかを考えていった方がいいのでは。

菅野 非常にいい考え方ですね。社会が前向きなパーセプションを持っているかが非常に大切で、ある意味、有名女優さんの影響は、日本にとってはよかったかなと。

社会的な予防医学

柳田 遺伝的なものはいじらなくて、社会的な予防医学のほうにどう向けていくか？

菅野 僕も医者ですから治すほうにも(笑)

柳田 そしたら医者は儲からない(笑)

菅野 団塊の世代のピークが65くらいでまだそんなに病気になってないからいいですけど、70になったら大変なことになりますよ。

団塊の世代って、教室もすし詰め、結婚式場もベルトコンベヤー式、そうするとお葬式もそうなるのじゃないか(笑)。

柳田 エセ遺伝子情報も重要なのですが、ただ方法論的に言ったら、遺伝子でも、ゲノム解析で遺伝子を調べて癌になる確率が80%というのは、統計的な処理ですね。例えばある人が走り高跳びでいい選手になる確率が5割あるというのは分かることですよね？それを確率が5割以下ならエセというかどうか？

菅野 エセ談の時は、笑い話で済ませるけれど、正確になった時はかなり深刻な問題になってくる。

柳田 そのほうがより情報の混乱を起こす可能性が高いですね。

遺伝子はCPU？

菅野 僕は後天的な影響が高いと思っている。遺伝子はコンピュータでいうハードウェアみたいなもので、CPUクロック数がいくらでメモリーがこれくらいと、スペックを決めている。しかし、ソフトウェアのほうも大切で、スパコンの京でエクセルやろうといてもむずかしい。ハードウェアが良くてもソフトウェアが悪いと駄目なので、後天的要素は大きい。ただ、ある種のアプリケーションに関してはCPUの性能が必須みたいなことがあるので、ある種の職業について、この遺伝子が必須みたいなことがあるかもしれない。

柳田 私もこの10年くらい複雑系の研究をしているのですが、特に社会のほうで。自然科学の中心のひとつが生命系で、その中心的概念はSelf-Generating, 自己組織化で、このingが非常に重要です。CPUからどれくらい新しいことを自己組織的に生み出しているか？努力する能力さえも遺伝子で決まっていると、議論が出来ない。後天的にどれくらいやって自分が獲得していくのかわからないと人生観・死生観にネガティブな影響を与える。

鬼頭 決定論ですね。

柳田 すべて遺伝子で決まっているということでは、やる気がなくなる。

菅野 多分あまり大きくはないと思うんですけどね。

柳田 ゲノムは冷たい言い方をすると死んだ細胞を分析して要素還元的に分かっている。でも、遺伝子自体は動的ですね？私が調べた限りで。

菅野 エピゲノムという概念が出て来ていますからね。

柳田 ひとつがひとつで決まっているのではなくて、動的で生きている。ある遺伝子の役割が特定できるというのはそう多くはないのではないかと。

菅野 胎児期からの、あるいは子

どもからの環境があるわけです。そういうことは十分研究できていない。だけどそういう環境が意外と大切だったりする。それから、エピゲノムという概念があってDNAに修飾があって、修飾がつく時はプログラムされていくタイミングで自然につく場合と、ある環境にさらされてつく場合がある。双子を別の環境で育てていくと、かなり、成人になって、あるいは、おじいさんおばあさんになった時に違ってくる。エピゲノムが変わってくるのではないかと。配列は変わらないが、ゲノムの働きとしても後天的な要素で変わってくる。

柳田 遺伝子は情報の根源ということは分かっていたけれど、遺伝子全体がどうやって機能しているかということ、これから始まる。
菅野 ようやく個人ゲノムがシーケンシング出来て、エピゲノムもある程度やれる。そういう要素還元主義的なことが行き着くところまで行き着ける技術は出来たので、現象を記述する時代にきている。

ビッグデータ

柳田 これからはサンプル数をどんどん増やしていき、それをビッグデータにしてどれくらいの確率になるか高めていく。

菅野 分かっているのは、システムで、複雑系で、しかも階層がある、遺伝子と細胞と組織とみたいに。非常に複雑です。例えば、背の高さもゲノムが持っているフルポテンシャルが背の高さに反映されるのに3世代くらい必要です。おばあさんがいい栄養とって、お母さんがいい栄養とって、それが子供に反映される。ようやく今の日本の若者の身長が、日本人が持っている潜在的な背の高さの最高峰にきている。

鬼頭 環境か遺伝か簡単ではなさそうですね。でも、決定論的に見るところのほうがメディア的に話題になってしまう。分かりやすいから商売にもなる。しかし、それが一般的になると遺伝決定論的な死生観に結びつき、ある意味で不幸ですね。ゲノム情報に基づいて治療することも大事

だとは思いますが、むしろそれよりも、特定の遺伝子を持った人に、どのような生活改善のケアをしていくか、どう健康に生きられるかを考えたほうが意味あるのでは。

菅野 望ましい方向です。

鬼頭 でも、実際には高額医療でお金を払える人だけが治療できるように動いてしまっている。

菅野 製薬会社もそのほうが儲かる(笑)。
鬼頭 保険の方もそうですね。国民皆保険制度という社会保険の仕組みは危機的ですし、米国型の保険制度が日本に急激に入ってきています。

柳田 保険業界も儲かる。

鬼頭 米国型の保険制度の中では、そういうところに遺伝子情報を使いたいわけですよね。そうすると、社会的、政治的にこれからの日本をどうしていくか、社会の在り方の問題のような気がします。

菅野 従来型の考えで推し進められるとちょっと困るというところが出て来ている。学問としても変化しつつある。

鬼頭 突出した事だけが評価されて受け入れられることになると、遺伝子に関する学問もいびつな形になってしまう。健全な学問の発展をどう保証するか。

菅野 我々から見ると遺伝も広がりを持った複雑系の一部としてみているので、従来型の遺伝で解釈されると困るのですが、発信力が問題で、なかなか分かりにくいのです。

柳田 これから遺伝子を利用した予防医学に向かって行くわけですが、決定論的に分かっていることだけが社会には広まりやすく、どれくらい分かっていないのかということも、専門家に社会に出して欲しいと思います。また、今日の鼎談がひとつの情報の提供にもなればということ。どうもありがとうございました。

個人のゲノム配列も
公共財だ

Sumio Sugano

出生前診断のように、
ソーシャルワーカーや精神科医が
サポートする社会システムが必要

Shuichi Kitoh

生命系の中心的概念は
Self-Generating 自己組織化

Tatsuo Yanagita



プラズマ反応を用いたエネルギー・環境・バイオ医療技術の開発

数 100Vから数10kVの高電圧下で発生する放電プラズマは、イオン、励起種、O原子やOH分子など反応性の高い活性種を豊富に含む高反応性ガスです。我々は、この放電プラズマの高い反応性を利用したエネルギー・環境・バイオ医療技術の開発に取り組んでいます。

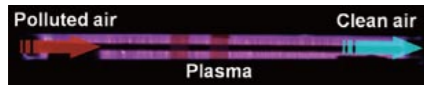


図1: プラズマによる環境汚染ガス処理

我々の取り組んでいる研究のひとつに、プラズマの環境応用があります。発電所や工場の燃焼排ガスに含まれるNO_xやSO_x、あるいは水中の細菌や化学物質をプラズマで浄化する技術です。例えば水中の細菌や化学薬品は、放電で水分子から生成される強力なOH分子の酸化反応で浄化できます。

この他、プラズマのエネルギー応用として可燃性ガスのプラズマ支援着火・燃焼があります。ガスタービンや自動車エンジンなどの燃焼反応では、O、OH、H、C_xH_yなどの活性種が中心的な役割を果たしています。プラズマでこれらの活性種を効率よく生成し、燃焼の効率や安定性を向上させます。排ガスがクリーンな低環

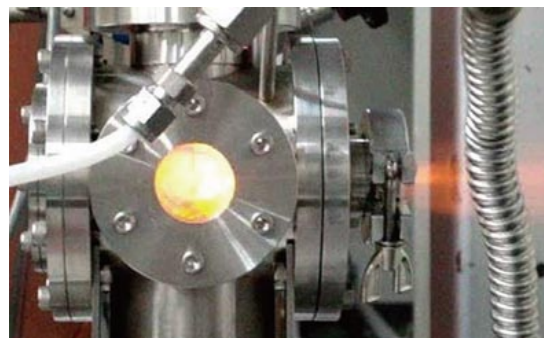


図2: 放電着火実験

境負荷の燃焼や、ジェットエンジンのような高速流下での燃焼安定化が研究されています。燃料の着火については、自動車エンジン等で用いられる体積の小さいスパーク放電着火に代わり、体積の大きい「ストリーマ放電」と呼ばれる放電で着火効率を改善する研究も進められています。我々も、これらの研究の一部に取り組んでいます。

プラズマは、自然エネルギー技術にも利用されています。例えば、我々の研究室では色素増感太陽電池という次世

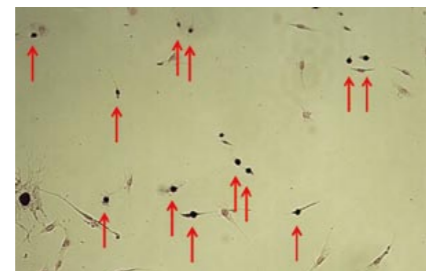


図3: プラズマ処理で不活性化した細胞たち

代太陽電池の酸化チタン光電極をプラズマ処理し、酸化チタン表面を改質して性能を向上させる研究を行っています。この他、気体燃料から液体燃料への改質にプラズマを利用した研究も他でされており、将

来、太陽光で生成した水素を液化する技術に利用できるかもしれません。

最近、このプラズマを人体や生体組織に照射して、医療に使う研究も世界で盛んになっています。傷口にプラズマを照射すると、傷が速く、しかも通常よりきれいに治ることが

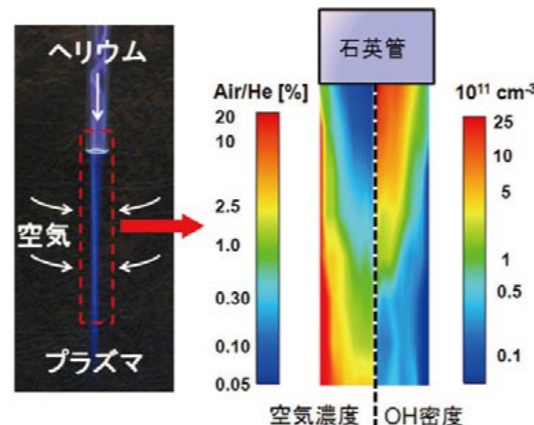


図4: 医療用ヘリウムプラズマジェットでレーザー計測した空気-ヘリウム濃度比とOH密度

動物実験で確かめられています。止血にも効果があり、手術後の癒着を防ぐ効果も期待されています。また、がん細胞をきれいに治癒する(専門用語でアポトーシスという)効果がプラズマにあることも示唆されています。まだ治療原理が不明なため、副作用を含め実用化への道のりは遠いですが、我々もこの研究に従事しています。

これらのプラズマ応用技術の開発には、プラズマ反応の基礎研究が欠かせません。プラズマ中の活性種のレーザー計測や、プラズマ反応シミュレーションの開発にも取り組んでいます。

このように、小野研究室では燃焼からがん治療まで様々なことをやっています。研究室のミーティングでは、太陽電池の研究をやっている学生がプラズマのレーザー計測や流体シミュレーションについて質問したり、細胞やラットでがん治療の研究をしている学生が燃焼反応や排ガス低減プロセスについて勉強したりしています。学生は幅広い知見を身につけることができ、私自身も日々勉強で良い刺激を受けています。



有機材料でつくった CMOS

現 代の人類社会を維持し、人々が幸せを求めるのに欠かせない「情報」のユニットは、「1」と「0」のデジタルデータです。Complementary Metal-Oxide-Semiconductor (CMOS) というのは、情報を処理するために膨大なデータを構成する「1」と「0」の電子信号を反転するという最も基本的な役目を担っている素子です。シリコンを用いて製造されている CMOS を集積させた回路 (LSI) は、とても優れているので、文字通りあらゆるエレクトロニクス技術に使われています。最近、本研究科でも精力的に取り組んでいる、物質科学の研究が進んできて、シリコンではなく、有機材料でもそこそこの性能の半導体を得ることができるようになりました。それで、体の中で有機材料を用いた論理回路を自在に構成する知的生命体を想像するのは、少なくとも当分はSFの領域としても、柔らかくて、すぐにつくれる半導体を利用した新しいエレクトロニクスへの期待が高まっています。

有機半導体の中にはシリコンなどの無機半導体とは異なり、溶媒によく溶ける化合物があるため溶液を塗布して塗るだけで半導体薄膜を形成することが可能になりました。したがって印刷技術を応用することで低コストかつ大面積にデバイスを作製可能であるという利点がうまれます。

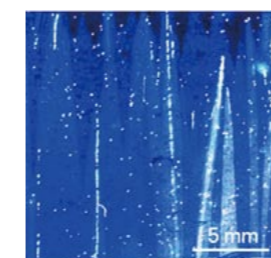


図1: 塗布型有機半導体の薄膜単結晶

に対して、有機半導体では室温～百℃程度という低温でのプロセスが可能なので、プラスチックや紙のうえに回路を作ることができます。有機物そのものが機械的に柔らかいので、曲がるテレビやシールのように貼られて生産地などの情報を記録できる通信可能な商品タグなど、安く便利なものが大量にできるようになるわけですから、有機論理回路の開発は、社会を変えるインパクトになりうるといえます。

さて、有機トランジスタにも、正孔がキャリアとなるp型半導体を用いたp型トランジスタと、キャリアが電子のn型半導体を用いたn型トランジスタとがあります。p型トランジスタとn型トランジスタを組み合わせた CMOS 回路は、消費電力が小さいことや広いノイズマージンを持つことで回路設計の自由度が大きくなるという長所をもつため、シリコンと同様、有機半導体の場合でも必須です。有機半導体を論理回路にも応用しようとする、まずは、1万個くらいの CMOS で構成される商品タグの電子デバイスのようなものを想定して、1秒間に10万回くらいの演算ができる CMOS 回路の開発が必要となります。これをp型有機半導体とn型有機半導体の両方で実現するのが、なかなか難しかったのですが、研究科における物質科学研究によって、可能になりました。

十分なスピードで応答する(演算する) CMOS のために、p型半導体とn型半導体のいずれもが1-10 cm²/Vsの移動度をもつ必要がありますが、有機半導体にとってこれがなかなか難しい問題でした。最近、筆者の研究室で、有機分子の溶液から有機分子の結晶膜を成長する方法を開

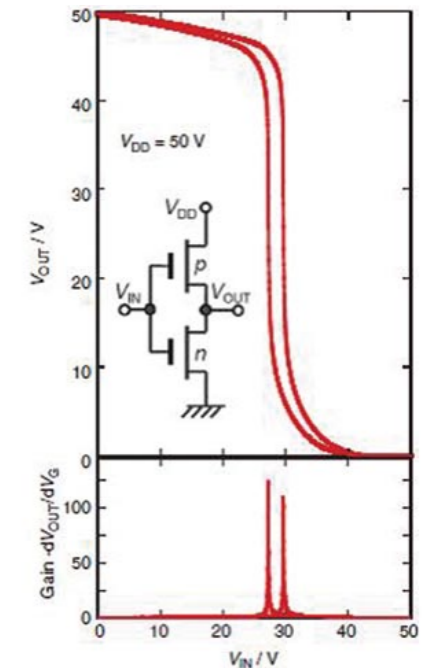


図2: 塗布型有機材料でつくったインバータ特性

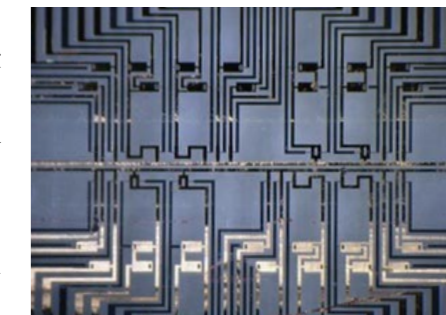
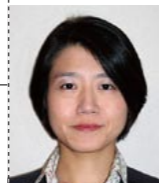


図3: 複数の CMOS で構成された塗布型の論理回路

発したことがきっかけになって、塗るだけでできる4インチクラスの「有機半導体単結晶ウェーハ」ができました。その移動度は、これまでの多結晶タイプの有機半導体よりだいたい1桁高くなるのが特徴です。図1に示すのが、その薄膜単結晶の写真です。図2には、インバータ特性を示しています。すでに、図3に示した論理回路を同じ基板の上に複数の CMOS を構成するプロセスにも見通しが得られていますので、印刷してできる「有機集積回路」ができる日も近いと思います。



ミトコンドリア蛋白質合成系の研究 ～いつやるか? 今でしょ!～

何 となく進学した大学院で、縁あって携わったのがミトコンドリアの蛋白質合成系に関するテーマです。その頃“パラサイト・イヴ”という映画が流行ったのを思い出しました。瀬名秀明のホラー小説が原作で、ミトコンドリア/パラサイト(寄生者)が反乱を起こしてヒトを支配してしまうストーリーです。学生さん達に尋ねてみると「知らない。」といひます。もう20年近く前の映画であることに気が付きます。

さて、ミトコンドリアには寄生の痕跡として、独自の遺伝子発現系があり、ミトコンドリアのDNAやリボソーム(蛋白質を合成する細胞内分子装置)が存在します。これらが発見されたのは40年以上も前ですが、未だにミトコンドリアの蛋白質合成系のメカニズムはあまり理解されていません。一方、ミトコンドリアの翻訳因子(蛋白質合成反応に関わる蛋白質群)の変異が心筋症やパーキンソン病などの神経病の原因となることは古くから知られています。ストレプトマイシンによる難聴やオキサゾリジノンに

よる骨髄抑制といった副作用は、薬剤がミトコンドリアのリボソームに誤作用した結果であることも分かってきています。また、ミトコンドリアの蛋白質合成を抑制するとある種の癌細胞を選択的に死滅できることも示されています。医療応用の観点からは、ミトコンドリアの蛋白質合成系の仕組みの全容を早急に解明することが望まれており、「かれこれ20年間取り組んできたなあ〜。」などとのんびり構えている場合ではありません。

① ミトコンドリアリボソームの構造解析

これから力を注ぎたいことのひとつがミトコンドリアリボソームの構造解析です。副作用のない薬剤を設計するためには、ミトコンドリアとヒト細胞質のリボソームの違いを分子レベルで明らかにすることが重要です。図は、私達が豚肝臓ミトコンドリアから調製したリボソームとtRNA(リボソームにアミノ酸を運ぶ核酸分子)の複合体のクライオ電子顕微鏡像です。「哺乳類ミトコンドリアのリボソームを調製できるのは世界で私達だけだ。」と妙な使命感をもって取り組んできましたが、暮れにNature誌に「哺乳類ミトコンドリアリボソーム大サブユニットの構造」が掲載されて超驚きました。細菌のリボソームの結晶構造を解いてノーベル賞を受賞したグループの一派によるもので、リボソーム単体の高解像度のクライオ電子顕微鏡像でした。私達はリボソームとtRNAや翻訳因子との複合体について解析し、さらに生化学的な機能解析を加えられるという強みを活かして貢献してゆく所存です。

② ミトコンドリア翻訳因子の機能解析

やや基礎研究的な立場からは、ミトコ

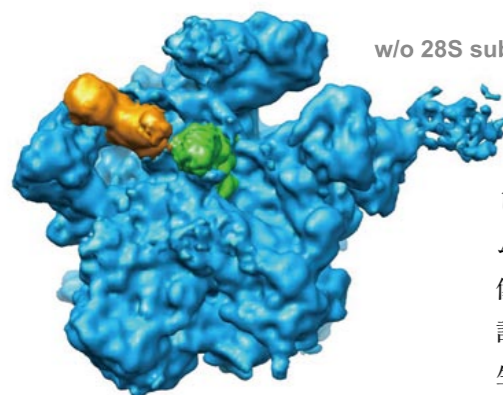
ンドリア特有の翻訳因子の同定や機能解析にも取り組んでいます。RRF2mtという因子について調べたことがあります。誌面の都合で詳細は割愛しますが、遺伝子配列から推定されていた機能とは全く異なるユニークな機能を示したため、翻訳因子の作用機序や機能構造の研究に大きな影響を与えたとともに、蛋白質合成系の進化についても新しい視点を提供しました。さて、スタチンという高脂血症の治療薬は、世界で一番売れている薬だそうですが、横紋筋融解症・心筋症・肝機能障害といった副作用が問題となっていました。意外なことに最近、スタチンの誤作用の標的がRRF2mtである可能性が示されました。RRF2mtとスタチンの相互作用や、RRF2mtの多型と副作用の関係などを調べれば、テーラーメイド医療への道が開けます。基礎研究の冥利は、このようなヒトの英知を超えて実用の価値がもたらされる瞬間なのだ、と実感しています。

③ ミトコンドリア生体外蛋白質合成系の構築

その他、単離したミトコンドリアのリボソームや翻訳因子を試験管内で混合して、ミトコンドリア蛋白質合成系を再構築することにも挑戦しています。幾つかモデル蛋白質を合成できるようになりましたが、どうしても合成できないものがあります。未知の制御因子が不足しているのです。ミトコンドリア蛋白質合成系の再構築の延長上には細胞の再構築があり、それは生命科学における究極的な検証です。これからはミトコンドリア蛋白質合成系と(できればのんびり)付き合い続けたいと思っています。"What I cannot create, I do not understand."

- Richard Feynman

55S POST Mito-Ribosomes



w/o 28S subunit

P- and E- site tRNA

図: ミトコンドリアリボソームのクライオ電子顕微鏡像。Spahn博士(ベルリン自由大学、ドイツ)との共同研究。リボソーム小サブユニットは省略してある。2つのtRNA分子(緑色、オレンジ色)の結合場所が確認できる。



ウェアラブル生体・環境センシング ー 環境問題の解決やライフスタイルの革新をめざしてー

環 境問題の解決やライフスタイルの革新に向けて、ITと融合したセンシング技術をいかに活用するかが重要になっていきます。新しい材料や検出原理を用いたセンサデバイスと、情報分析技術(データマイニング)の研究を行うとともに、ヘルスケアモニタリング、雰囲気コミュニケーション、ITを融合した次世代農業など、新しいセンシングシステムの開発をめざしています。

最近では、日常生活下で利用できるウェアラブル・ヘルスケアモニタリングシステムの開発に力を入れています。

高齢化社会の進展に伴って、健康管理・予防医療へのシフトが急務ですが、人の生体情報を日常生活下で連続モニタリングすることが第一の課題となっています。このような観点から、ウェアラブルセンサを用いるヘルスケアモニタリングシステムの開発を進めています。病院医療や在宅医療の限界を超えて、「いつでも・どこでも」使用できるヘルスケアモニタリングの実現をめざしています。

センシング技術については、拘束感のないモニタリングを実現するウェアラブルセンサと、複数のセンサ情報から、人の行動・体調(体の状態)、心理・感情(心の状態)といった高次情報を抽出(データマイニング)する情報分析技術の開発が要点です。中でも、生活習慣病対策に有効と思われるウェアラブル血圧センシングに重点をおいて開発を行っています。

血圧センシングでは、連続血圧測定を実現するために、カフが不要な血圧センシング手法を実現することが重要です。そこで、(1)耳たぶで脈波を計測する脈波伝播

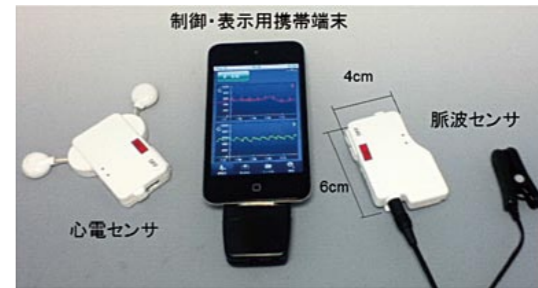


図1: ウェアラブル血圧センサのプロトタイプ

速度法によって、自由行動下でも連続血圧測定が可能なウェアラブル血圧センサと、(2)血流、血管の基礎方程式に基づく新しい血圧算出式による高精度な血圧算出手法の開発によって、ウェアラブルな血圧センシング手法を実現しました(図1)。

そして、東大病院における実証実験の中で、カテーテル検査による血圧値との比較によって、ウェアラブル血圧センサの有効性を確認しました(図2)。さらに、高齢者に特有な超短期血圧変動に注目して、連続血

圧測定の実証実験を行いました。その結果、複合的な超短期血圧変動(起立性低血圧、食後低血圧)をモニタリングすることができ、ウェアラブル血圧センサによる測定値が従来のカフ式血圧計による測定値ともよく一致することも確認されました

(図3)。ウェアラブル血圧センサによって、医学的に意味のある超短期血圧変動を初めて捉えることができたのは大きな成果です。

ITと融合したセンシング技術には、安心・安全で快適な未来社会を構築することへの大きな期待があります。新しいセンシング技術が、医療・介護だけでなく、環境・エネルギーや食糧・水など、人類危急の課題解決にも貢献することを期待しています。

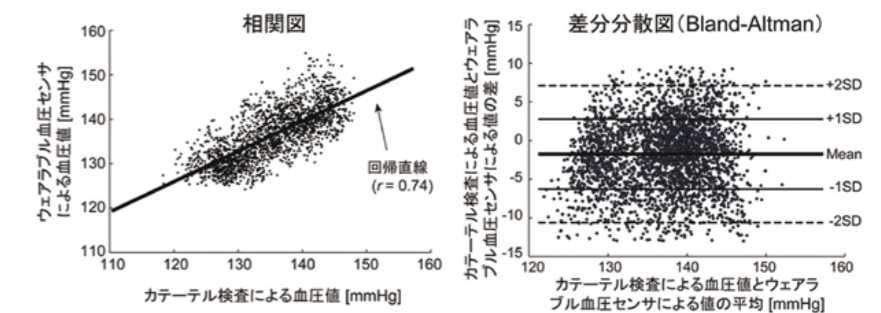


図2: ウェアラブル血圧センサとカテーテルの比較

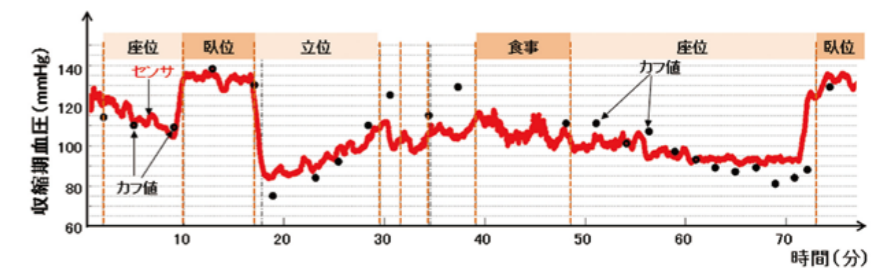


図3: 超短期血圧変動(起立性低血圧および食後低血圧)のモニタリング例



将来の都市気候の変化から人間健康を守るには

21世紀に入り、都市に住む人々の割合は世界で半数を超え、都市の重要性はますます大きくなっています。一方で、都市の過密化は、人工排熱の増大や地表面被覆の変化を通じて、その都市の気候を大きく変化させています(ヒートアイランド現象)。東京の年平均気温は最近100年の間に13.6℃から16.6℃へと約3℃上昇しましたが、同じ期間の世界全体の平均気温の上昇幅は0.7℃に過ぎません。こうした都市気候の変化は、社会にさまざまな影響をもたらしています。冷房増加・暖房減少に伴ってエネルギー消費を変化させたり、サクラの開花日やカエデの紅葉日を変化させたりしているだけではなく、熱中症や睡眠障害など私たちの健康に直接の被害をもたらしているのです。そして、ヒートアイランド現象や地球温暖化によって、今後も都市の気温は上昇すると予測されています。

都市気候の変化から私たちの健康を守るには、まず、被害の実態を把握し、それに基づいて将来の被害を予測する必要があります。しかし、日本では熱中症を除いて、気候の変化に伴う健康被害(暑熱障害)に関する統計は存在しません。そこで、さまざまな暑熱障害の実態を調査したと

ころ、睡眠障害と疲労の被害が大きいことがわかってきました。特に睡眠障害の被害は大きく、東京の過去30年間の気温上昇に伴うさまざまな被害を定量化すると、被害全体の半分を占める可能性があると考えられる睡眠障害と疲労に注目し、どのような条件下で被害が大きくなるのか、より詳細な分析を進めています(図2)。また、気候予測の研究グループと協力して、将来、気候が変化した場合の健康被害の予測も試んでいます。

私たちの健康を守るには、対策の導入も考える必要があります。都市化を抑制して都市全体の気温を下げるのは難しくても、街路樹やドライミストを導入して街路空間の気温を和らげるのは比較的やさしいでしょう。このような局所的な対策の効果を評価するためには、都市全体の気候とそこに住む人々の健康という大まかな関係ではなく、個人の周辺の気象とその人の健康といった詳細な関係が必要になってきます。そこで、人体周辺の気象要素(気温・湿度・風速・放射量)を計測できるように、環境気象の研究グループと協力して、人体装着型の小型気象要素計測装置を開発しました

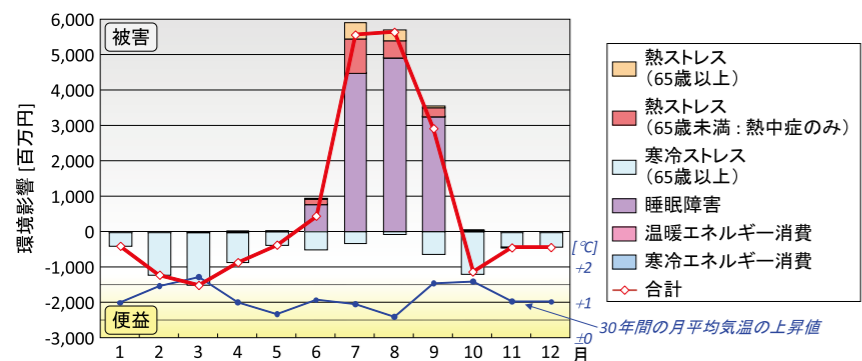


図1：東京における30年間(1973年から2003年まで)の気温上昇による環境影響の被害算定型影響評価手法による評価結果



図3：人体装着型の小型気象要素計測装置



図4：小型気象要素計測装置を用いた実験の様子

(図3)。現在、この計測装置を装着して1日を過ごしてもらい、かつ健康に関する質問票に回答してもらうことで、人体周辺の気象と個人の健康という、より詳細な関係の解析を進めています(図4)。

低炭素社会づくり行動計画の一環として、2010年度から文部科学省の研究プロジェクト「気候変動適応研究推進プログラム」が開始され、私たちの研究も一課題に位置づけられています。今後も研究を進め、将来の気候変動や高齢化に対応した人に優しい社会の構築につなげていきたいと考えています。

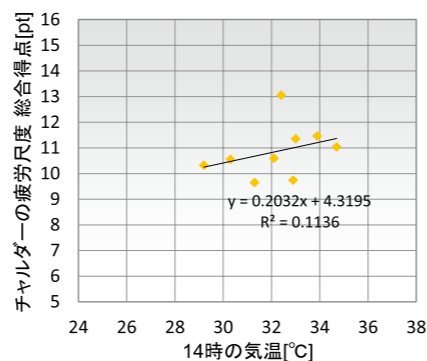


図2：名古屋における気温と疲労との関係(2012年)(※チャルターの疲労尺度は得点が高いほど疲労が大きいと判断する)



自然界の隠れた主役「菌類」

菌と聞くとミカンやパンに生えたカビなど、嫌なものが頭に浮かんでしまう人も多いでしょう。農作物の病気も多くは菌類が原因です。一方、納豆にお酒、チーズ、キノコなど、私たちの食生活を豊かにする菌類もたくさんいます。では、そもそも菌類とは何者なのでしょう?

原核単細胞の細菌類と混同されやすい菌類ですが、実は真核多細胞生物で、植物や動物と同様に生物界の中では最も進化したグループともいえます。地球上のあらゆる環境に存在するものの、肉眼で見ることが難しく、多くの人はその存在すら気にすることは無いでしょう。しかし、この見えない存在の菌類が自然界では欠かせない存在なのです。

我々が特に注目しているのは植物の根に共生する菌根菌という菌類です(図1)。その祖先は古く4億年以上前から存在し、植物が陸上に進出した初期の化石にも菌根菌の痕跡が見られます。現在も陸上植

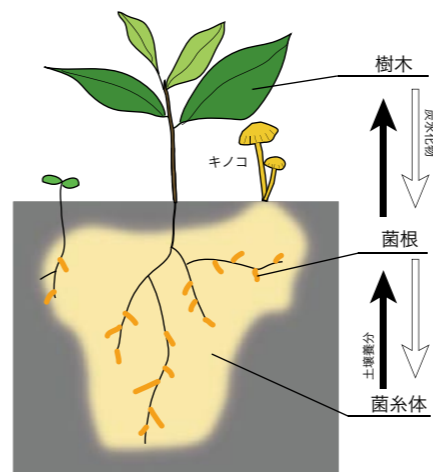


図1：「菌根共生の模式図」 樹木と共生する菌根菌の多くはキノコをつくりますが、その菌糸は菌根から地中に広くひろがっています。1つの菌糸体のサイズが10mを超えることも珍しくありません。微生物といえども決して小さい訳ではないのです。

物の約9割が菌根菌と共生しているので、植物のあるところには菌根菌が普遍的に存在しています。植物は光合成で生産した有機物を菌根菌に与えるかわりに、菌根菌から窒素やリンなどの土壤養分を受け取っています。土の中に張り巡らされた菌根菌の菌糸は根とは比べ物にならないくらい大きな表面積を持っています。さらに、菌根菌は様々な酵素を分泌して、土壤中に豊富に存在する窒素やリンの有機化合物を分解・吸収することもできます。つまり、植物は菌根菌と共生することで根よりもはるかに優れた養分吸収器官を手に入れられるというわけです。事実、多くの植物は養分吸収の大半を菌根菌に依存しているため、菌根菌が共生しないとほとんど成長できません(図2)。菌根菌が目に見えないところで植物の成長を支えているのです。

既にできあがった生態系では、土壌中のどこにでも菌根菌が存在しているので植物が菌根菌の欠如で困ることはありません。しかし、山火事や森林伐採で植物がなくなると、共生相手を失った菌根菌の多くが消失してしまいます。そうすると、新たに植物の種が飛んできて発芽しても、菌根菌という大切なパートナーを見つけれず、植物は養分欠乏と成長不良で死んでしまいます。実際に攪乱地の植生回復を詳しく調べてみると、偶然に菌根菌が生き残った場所や、攪乱後に菌根菌が定着したわずかな場所でのみ優先的に植物が生き残

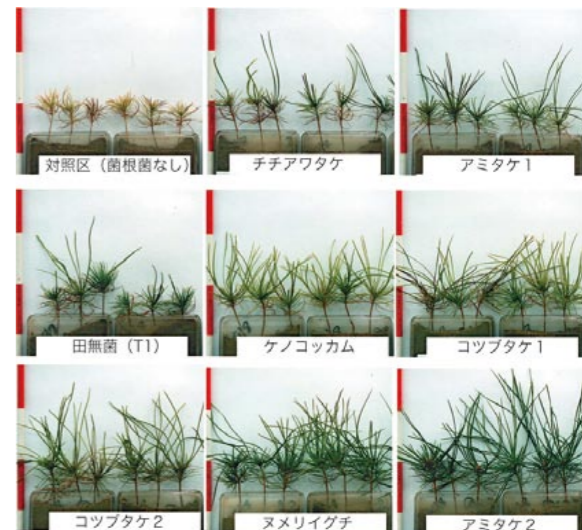


図2：「植物の成長を促進する菌根菌の機能」 菌根菌が共生しないと植物は養分を十分吸収できないため成長できません(左上端)。菌根菌が共生すると養分吸収能力が飛躍的に高まり、成長が促進されますが、その効果は菌種によって異なります。

ることが分かりました。見えない地中の菌根菌が植生回復を決めているのです。ここまでお話しすると植物の保全、生態系の保全・再生、さらには農林業まで、菌根菌が重要な役割を果たしていることは明らかでしょう。ただ、菌根菌を利用して自然環境問題を解決していくにはまだまだ基本的な知見が不足しています。小さな森林にも菌根菌は何百種も存在し、植物の種類や生育環境によっても共生する菌根菌の種組成は異なります。残念ながら、その多くは名前すらなく、生理的な機能や生態的な役割もほとんど分かっていません。自然環境の破壊とともに多くの菌根菌が絶滅、あるいは絶滅の危機に瀕しているのは容易に推定できますが、どこにどんな菌がいるかも分からない状況では対処のしようもないのです。ある菌根菌の絶滅が、共生する植物の絶滅、その植物と関係する動物の絶滅、固有な生態系の不可逆的な消失につながる恐れすらあります。そうした深刻な事態にならないように、世界各地の森林をまわり、土の中に隠れている菌根菌の謎を解き明かしていきたいと考えています。

ポーランドによろこそ!
Zapraszam do Polski



マルチン
ヤゼムブスキ

サステナビリティ学教育プログラム
山本研究室 博士課程3年

<http://www.sustainability.k.u-tokyo.ac.jp/students/>
<http://bis.nenv.k.u-tokyo.ac.jp/member>

ポーランドは良く知られていない国ですが、ポーランド出身の作曲家や科学者は良く知られており、有名な人物としてショパン、コペルニクス、キュリー夫人などが挙げられます。

ポーランドは中央ヨーロッパに位置しており、人口は約3800万人、面積31万km²です。面積は日本より少し小さい位で、人口は日本の3分の1ほどの国です。1年間の気候ですが夏には30℃にもなり、冬は-20℃ととても寒いです。

首都はポーランド中央に位置するワルシャワ、公用語はポーランド語です(ポルスキ)。ポーランド語はスラヴ語派なのでチェコ語やロシア語によく似ています。

ポーランドの食事

主食は朝と晩にパン(写真1)、昼には茹でたジャガイモを食べます。

ポーランドの伝統料理で有名なものとして、ピエロギがあります。見た目は餃子のようですが、中身はポテトやチーズなどが入っています。ブルーベリーピエロギは、夏のさっぱりランチになります(写真2)。茹でてからオープンで少し焼いた肉ピエロギは、冬が特に美味しいです(写真3)。日本にも数は少ないですがポーランド料理屋さんがありますので、興味を持った方は是非食べてみてください!

またスープが多く、様々な味があるので毎日美味しく食べられます。



写真1: 筆者が焼いたパン(写真 ©Marcin Jarzebski)



写真2: 筆者の手作りブルーベリーピエロギ(写真 ©Marcin Jarzebski)



写真3: 筆者の手作り肉ピエロギ(写真 ©Marcin Jarzebski)



写真5: 結婚式のゲーム(写真 ©Marcin Jarzebski)

ポーランドの観光

ポーランド観光は夏がオススメです。

夏は日本と違い蒸し暑くないので、家の外で過ごしやすいです。町の旧市街のピ



写真4: 首都ワルシャワの中心部(写真 ©Marcin Jarzebski)

アガーデンやコーヒーショップなどで、歴史的な建物を見ながら友達とゆっくり話ができます(写真4)。夏は野外コンサートを

行っていますので年齢問わず誰でも楽しめます。お勧めの場所はワルシャワとクラクフと私の故郷トルンです。

ポーランドの遊び!

ポーランド人はパーティーが好きで、誕生日やお正月などには皆が集まり、お酒やダンス、料理を楽しみます。

日本の結婚式は半日で終わることが多いと思われませんが、ポーランドの結婚式は短くても2日間、長くて1週間結婚のパーティーを行います。

ポーランドの結婚式では、あるゲームを行います。それは新郎が目隠しをして、結婚式に参列している人の膝を1人1人触っている自分の妻となる新婦を当てるというゲームです(写真5)。ポーランドの結婚式では良く行うゲームです。

皆さん、ポーランドに来ていただければ嬉しいです。自然と文化が豊かな国なので良い思い出が出来ますよ。

2013年2月13日から17日までインド南東部のゴア州パンジムで開催されたPAGES 4th Open Science Meeting 2013に参加しました。PAGES (Past Global Changes) は、将来の環境変化を予測するための過去の気候変動および古環境変動の研究課題を支援するコアプロジェクトの一つです。4年に一度開催されるOpen Science Meeting (OSM)では大気海洋から人間活動まで幅広い内容が議論されます。今回、自分はポスター発表のため単身で初めてのインドへと旅立ちました。ゴアへの道のりは、乗継を含めて約24時間に及ぶ長大なフライトとなりました。さらに中継地のムンバイには深夜に到着したため、早朝まで照明のほとんど消えた国内線ターミナルのロビーで過ごさねばならないなど緊張感に満ちていました。今回のOSMはインド国立海洋研究所に隣接したCidade de Goa Beach Resortの国際会議場で開催されました。初日から、口頭発表会場では著名な研究者によるPlenary Talkが一日に複数回開催され、各分野の最新の研究成果や今後の課題を知ることができました。今



回、自分がエントリーしたポスターセッションでは、博士研究として取り組んでいる中央アジア、カザフスタンでの現地調査による砂丘の地形発達と過去数千年の気候変動等の対応関係の考察を発表しました。ポスター会場はなんと屋外(!)に設けられ、アラビア海を臨むビーチ



の木陰という素晴らしい環境でした。このようなオープンな雰囲気の中、多くの参加者にポスターを見てもらい貴重なコメントを頂きました。なかでも経験豊富な沙漠地形の研究者に鋭い指摘を受けたことは印象深く、国際的に評価されるためには、研究内容のレベルをさらに引き上げなければならないことも痛感しました。また、各国から集まった大学院生や若手研究者たちとの交流もモチベーションをあげる良い機会となりました。初対面の相手にも物怖じせず、自身の研究成果の独創性をアピールする彼らの姿に刺激を受け、不得意ながらも英語で積極的に話しかけました。実は出発前に今回の学会参加では国際経験を積むため、なるべく日本人で固まらずに各国からの参加者と積極的に交流を図ろうという目標を持っていました。その当初の目標がある程度は達成できたと思います。東南アジア、欧州、中南米、と各国から集まった彼ら、彼女らとは自然と仲良くなり学会会場だけでなく、宿泊先でも皆集まって毎回数人から十数人でいっしょに食事するなど

交流を深めました。それぞれの研究のことはもちろん、各国での日常生活や今後の研究キャリアへの不安など話題は尽きず、世界中で皆同じような苦労や悩みを持ちながらそれでも研究を続けているのだと感じました。特に印象的だったのは、それぞれが出身国を離れて異なる国で研究活動をしているケースが多かったことです。それこそが彼ら彼女らが学ぶ姿勢であり、自分もそれに劣らない努力をしていく決意を新たにしました。

最後に、このような大変貴重な経験を積む機会を、平成24年度(後期)東京大学学術研究活動等奨励事業(国外)の支援によって頂きましたことを心より感謝申し上げます。



学会参加報告
Meeting Report

for India

PAGES OPEN SCIENCE MEETING
での研究発表



佐藤 明夫

自然環境学専攻
須貝研究室 博士課程3年

<http://changes.nenv.k.u-tokyo.ac.jp>



和田はるか



2004年3月先端生命科学専攻博士課程修了(博士(生命科学))
現職：北海道大学 遺伝子病制御研究所 講師

<http://www.igm.hokudai.ac.jp/Immunobiology-Web/Home.html>

血液は多種多様な細胞から構成されていますが、私はそんな血液細胞が織り成す世界に興味をもち、大学院ではNK細胞を、卒業後は血液細胞分化や腫瘍免疫を対象として研究を続けてきました。

すべての血液細胞は造血幹細胞にルーツをもちます。医学書の巻頭などに載っている「血液細胞の分化系譜図」をご覧になったことがある方もいらっしゃるかもしれません。従来の系譜図は、実は、形や機能が似ているものは近縁であろうという推測を基に描かれたものでした。しかし、その系譜図はいつしか「常識」となっていました。私自身も何の疑念も持たず、その系譜図を眺めていたように思います。

学位取得後、私は血液細胞分化研究の最先端を走っていた理化学研究所(現京都大学)の河本宏先生、桂義元先生のもとで、この常識に挑戦する研究をさせていただくチャンスをいただきました。両先生は、従来の系譜図の基本概念に誤りがあることに気づいており、ミエロイド基本型モデルという新概念を提唱していましたが、当時の技術ではそれを証明する解析を行うことが困難でした。そこで私に課せられた使命は、新しい解析手法を確立し、T前駆細胞がB細胞への分化能を失った後もミエロイド系細胞への分化能を有するのかについて解析することでした。

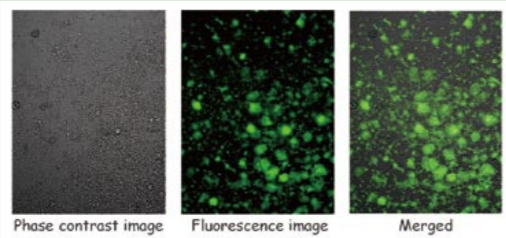
両先生が常々おっしゃっていたことの一つに、「新しい発見をするにはこれまでにない解析手法の開発が必要である」ということがあります。上記の新概念を証明するには、1細胞レベルでの分化能検出法というまさに新しい解析手法の開発が必要でした。なかなか良い条件を見出せず悩んだ時期もありましたが、紆余曲折の結果私がたどりついた「新しい解析法」は、誰も思いつかなかったような斬新な手法ではなく、地道な条件検討の末

に導き出した一見ごく普通の方法でした。新手法開発には、その大変さゆえに皆が敬遠してきた実験や条件検討を丹念に積み上げる努力が必要であるということをもっと学びました。実際、たった一つの最適実験条件を見出すために、厚さ3センチの実験ノートが7~8冊に及んだことを覚えています。一方で、そのような地道な実験の中でも感激することはとても多くありました。たった1つの造血幹細胞が生体内ではもとより培養皿の中でさえも多種多様な細胞を生じる様子はそれだけで感動的です。また血液細胞分化という現象の裏側に生物進化の壮大なドラマを垣間見た気がし、それもまた心動かされるものがありました。

自ら開発した新しい解析法のもとに得られた実験事実は、従来の分化系譜図では説明がつかず、新概念が真であるということ強く支持するものでした。自分自身が携わった発見を世界に向けて発信することができたこと、また最近、高校生物の資料集に新しい分化系譜図が採用されている

ということを知り、教科書を書き換えるような成果を挙げられたことをとても嬉しく思っています。また、そのような研究を成し遂げるための基礎基本を叩き込んでくださった先端生命科学専攻医薬デザイン工学分野の恩師である山本一夫先生、松本直樹先生、小浪悠紀子先生には深く感謝しております。

今、生命科学界は驚きと興奮、感動に満ち溢れた時代にあると思います。私の目標は、基礎研究で得られた研究成果を実際の医療に応用し還元することです。この時代に生命科学界に身を置ける幸運をかみしめつつ、驚き、興奮、感動に加え、さまざまな病気で苦しんでいる方々に「よろこび」を運ぶような治療法を開発できるよう、ますますがんばってゆきたいと思っています。



1つの胸腺前駆細胞から多種多様な細胞が生じる

血液細胞が織り成す世界 ~血液細胞の真の分化経路を追う~

Challenge NOW

インドネシアの気候変動協力



市原 純

環境学専攻国際環境協力コース(現国際協力学専攻)
2006年3月博士課程修了
現職：(独)国際協力機構(JICA)、インドネシア共和国・気候変動政策推進のためのナショナルフォーカルポイント能力開発プロジェクト、JICA専門家・チーフアドバイザー

環境学専攻と米国Yale大学大学院にて学んだ後、2004年より(財)地球環境戦略研究機関に勤務しており、現在はJICA専門家としてインドネシアに駐在しています。ASEAN諸国を中心に、その中でもインドネシアの気候変動・環境政策に係る調査や国際協力業務に従事してきましたが、大学院で日本国内の環境政策・政策過程を研究していたこと(継続中)が業務実施上の財産となっています。

インドネシアは、土地利用変化及び林業分野を含めた場合には世界有数の温室効果ガス排出国で(年によっては世界第3位との統計も)あり、政府が気候変動対策の国家目標を明確に定め政策を積極的に推進しています。これを受け国際・援助機関も積極的な支援を実施するなど、先進的な気候変動協力が行われています。

現在、インドネシア国家気候変動評議会を協力相手とするJICAの気候変動分野の技術協力プロジェクトの運営を担当しています。具体的には、二国間クレジット制度のインドネシア側の体制整備・実施支援、気候政策立案強化に向けた調査実施支援、気候変動の普及啓発・教育活動など多様な協力事業を進めています。気候変動分野自体やインドネシア業務の特性から、日本側の立場を踏まえつつも先方のニーズを的確に把握した上で柔軟に対応し協力を進めることが重要となります。これまで培ってきた専門性や現地政府・学術・民間関係者とのネットワークなどをさらに広げつつ、今後一層、インドネシアなどアジア諸国と日本との間の環境協力の推進と現地の低炭素・低公害社会構築に向けた貢献ができればと考えています。

また、気候変動協力の現場にご関心のある方の当プロジェクト訪問も歓迎いたします。



プロジェクトの運営委員会後日本とインドネシア側の関係者と

Challenge NOW

新材料の実用化を目指して



江端 一晃

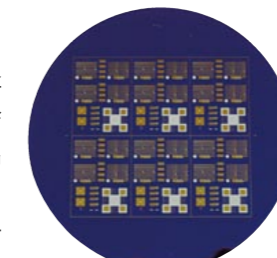
複雑理工学専攻2008年3月博士課程修了
現職：出光興産株式会社 先進技術研究所
テマリーダー

<http://www.idemitsu.co.jp/rd/laboratory/itr/index.html>

複雑理工学専攻の博士課程を経て、2008年4月から出光興産株式会社の研究員として勤務しています。出光というと石油類の精製・販売のイメージが強いかもしれませんが、電子材料やアグリバイオ分野の研究開発についても積極的に行っています。現在、私は有機ELディスプレイなど次世代ディスプレイ向けの半導体材料の研究開発を行っています。テマリーダーとして、一段上の視点から周囲の力を結集し、成果を出すことが求められています。テーマのメンバーは、物理系、化学系、電子工学系など様々な専門性を持った研究員で構成されています。新領域創成科学研究科で自分の専門以外の分野に触れたことは、異なる専門性を持つ研究員とコミュニケーションを取る上でプラスに働いていると思います。

有機ELテレビは、液晶テレビに比べて画質に優れ、より薄く出来ることから、パネルメーカー各社で開発が進められています。2013年に入り、55インチの有機ELテレビが実用化され、今後のマーケット拡大が期待されています。ディスプレイの画像は、全面に並んだ薄膜トランジスタ(TFT)で制御されます。TFTに用いられる半導体材料には、電子の速さの指標となる移動度が高いことが要求されます。ディスプレイの性能を左右する電子材料の分野では、日本の材料メーカーが世界トップの技術水準を保っています。我々が開発した半導体材料をパネルメーカーに提案し、パネルメーカーの製造装置で実用性試験を行います。思い通りに結果が出ないことはありますが、開発した新材料が一步步実用化に近づいていることを実感することができ、充実した日々を送っています。

国内外の学会や学術雑誌で研究成果を発表する機会にも恵まれました。研究成果が日本経済新聞等で紹介され、開発した材料に対する産業界からの期待を感じました。技術シーズの早期事業化を図るためには、社内外の方々との連携をさらに強化していく必要があります。大学院課程では学融合の理念の下で5年間研究を行いました。そこで培った分野横断的な視点を活かして、新分野を開拓していきたいと思っています。



シリコンウェハー基板上に作製した薄膜トランジスタ。テレビではガラス基板上に作製します。提供：出光興産株式会社

● 平成25年度 東京大学秋季学位記授与式・ 卒業式

平成25年度東京大学秋季学位記授与式・卒業式が9月27日(金)本学伊藤国際学術研究センターにおいて開催されました。濱田総長から各研究科代表者に学位記が授与された後、告辞が述べられました。新領域創成科学研究科の秋季修了者は、修士課程36名、博士課程30名、合計66名、研究科代表者は修士課程アナグノストプール クリスティナさん、博士課程和田良太さんでした。



(写真撮影：尾関裕士)

● 平成25年度 東京大学秋季入学式

平成25年度東京大学秋季入学式が10月4日(金)本学伊藤国際学術研究センターにおいて開催されました。濱田総長と相原博昭理学系研究科長から式辞が述べられました。新領域創成科学研究科の秋季入学者は、修士課程47名、博士課程49名、合計96名でした。



(写真撮影：尾関裕士)

● 一般公開

「知りたい!触れたい!科学の世界」をテーマに柏キャンパス一般公開が10月25日(金)に行われました。残念ながら台風の影響により、26日(土)は中止されてしまいましたが、雨天にもかかわらず25日だけでも約2000人の来場がありました。今年度も、各部局の魅力的な展示・デモが企画され、多くの市民や中高生が訪れました。悪天候により一部がキャンセルされたとはいえ、今年度は基盤系・環境系・高齢者総合研究機構によるモビリティ関連の合同企画が実施されるなど、学融合がさらに進んだイベントになりました。(先端エネルギー工学専攻 藤本博志准教授)



● サッカー大会



10月12日(土)に柏キャンパスと生産技術研究所の親睦サッカー大会が行われました。今回で3回目となりますが、生研からの2チームを含め、全部で11チーム120名を超える参加があり、初めて好天に恵まれ、10月のさわやかな気候と相俟って、朝から日没近くまで楽しくサッカーを楽しむことができました。素晴らしいサッカーグラウンドを提供下さった「柏の葉公園総合競技場」の関係者の方々に感謝申し上げます。(環境システム学専攻 影本浩教授)

● 研究科長杯テニス大会

10月5日(土)に第5回新領域創成科学研究科 研究科長杯 テニス大会が開催されました。大会当日は生憎の曇り空でしたが、昨年よりも1チーム多い12チームが参加しました。午後からは雨となりましたが、白熱した試合が多く、大変盛り上がりしました。また、テニスの試合だけでなく、チーム間の交流もあり、活気に溢れていました。

優勝チームはnemv tennis clubで、武田研究科長より持ち回りの優勝カップとトロフィー・賞品が贈呈されました。また、コンソレーションマッチも開催され、優勝は(lizasa et al., 2013)でした。

なお、今年も柏門庭球部が中心となり、初心者から経験者まで、皆が楽しめる大会となりました。(柏門庭球部/海洋技術環境学専攻 榎野誠 修士課程2年)



● 第5回餅つき大会

1月11日(土)晴天のなか新領域主催の第5回「新春餅つき大会」が開催されました。正副研究科長と事務長によるつき始めに続き、新領域、物性研、大気海洋研などの留学生、研究室、事務など更には当日飛入など15チームが、白餅、豆餅について新春の門出をお祝いしました。

つきたての、からみ、あんこ、きなこもちに舌鼓を打ちながら、凧揚げ、羽子板、独楽回し、福笑いを楽しむ人々や、今年新たにILOにある書道セットを置いたところ、研究室名を習字する留学生や、真剣に書き初めを始める人々も見られ、即席書道講習会で交流する様子も見受けられました。かくして留学生、学生、教職員、子供を含む約300名の参加者で賑やかな正月風景となりました。

最後にご協力頂きました「プラザ憩い」の皆様へ感謝いたします。(餅つき大会実行委員長/自然環境学専攻 斎藤馨教授)



● Sports festival 2013

9月13日(金)晴天の下柏の葉公園総合競技場にて、第4回柏キャンパス運動会が開催されました。「運動するなら今でしょ!」をスローガンに、18チーム、総勢150名以上の学生、教職員が集い、しっぽ取りゲーム、障害物競争、中縄跳び、リレーの4種目に臨みました。毎年恒例となった仮装にも磨きがかかり、艦隊これくしょんや13日の金曜日の象徴、ジェイソンなどユーモアあふれる衣装を身にまとい、真剣勝負に白熱しながらも、遊び心いっぱいの有意義な運動会となりました。

運動会終了後は、プラザ憩いにて懇親会が開催され、表彰式

が行われるとともに、他専攻、研究科の様々な人との交流のひとときを過ごしました。優勝は、「上田研これくしょん」でした。上田研は昨年の運動会に引き続き、連覇を果たし、優勝トロフィ「となりのトロフィ」を再び勝ち取りました。

毎年参加の常連チームはもちろんですが、今年初参加のチームも多数あり、少しずつ柏キャンパスの秋の風物詩となりつつあるこの運動会を運営できたことを非常に嬉しく思います。(創域会学生部執行委員会代表/先端エネルギー工学専攻 繪上涼 修士課程2年)

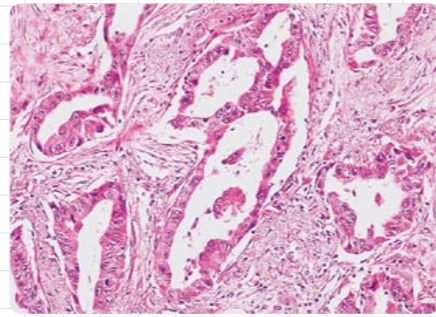




● 表紙について 「癌に見いだされる遺伝子変異のロングテール」

これらは、癌の中で変異を持つ遺伝子を数えたものです。

図1は、一人の人の癌を解析した時、その癌の中に見つかる遺伝子変異の数です。このデータでは、最低が14個の遺伝子変異をもつ癌、最大は1370個の変異を持つものです。これを各人の癌について変異の多い順に並べています。



肺癌の組織像

4、5個の変異で癌になると言われていますので、14個でも多いのですが、ランダムに変異が起こって、起こり所が悪かったものが癌化すると考えると....。という感じで、モデルと数学が必要になってきます。

図2は逆に遺伝子ごとに何%の癌で変異しているのかという図です。

56%で変異している遺伝子(癌遺伝子であることが分かっています)、33%で変異している遺伝子(癌抑制遺伝子であることが分かっています)が1つずつあるものの、このりで10%をこえるものは4つ(癌に関係した機能不明)、あとは10%以下です。

こちらは、%と遺伝子種類数はそれぞれlong-tail化していて、意味があるのか分からない。分子生物学的研究の結果から、癌遺伝子や癌抑制遺伝子が(数百種類?)存在し、それ

らの中で4、5個が変異すると癌になるというモデルが、ほぼ正しいと考えられているわけですが、その理論と、実際に臨床の癌にみられる遺伝子変化(この図で

す)がどう折り合うのかは、これからというところです。これらの図は(先駆的な人がうすうす予想していましたが)、次世代シーケンサーが使えるようになってここ数年で見えるようになった、新しい癌の風景(?)なのです。

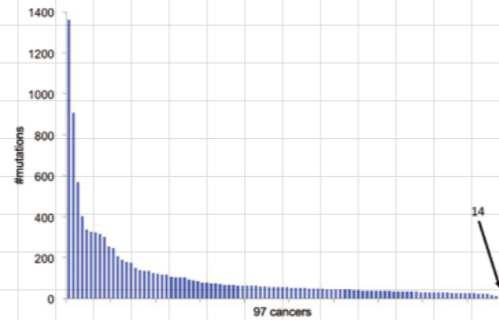


図1: 各サンプルの持つ遺伝子変異数

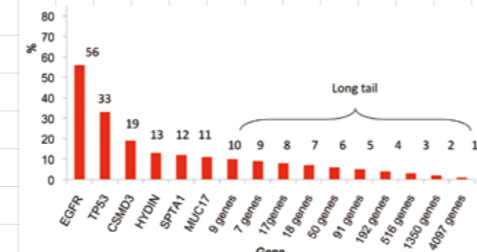


図2: 肺癌癌に見出される変異遺伝子



癌のゲノム解析・遺伝子変異解析に使われた次世代シーケンサー

菅野 純夫 教授
メディカルゲノム専攻
<http://ssmgs.net/lab>



◆ 編集後記 ◆

広報委員長 柳田辰雄

新領域創成科学研究科では、主に、基盤系、生命系および環境系の研究を行っています。広報誌「創成」の23号となる本号においては、表紙と菅野純夫教授、鬼頭秀一教授との「鼎談」を「生命」というテーマでまとめてみました。特にこの鼎談により、「複雑系としての生命」という研究の最前線とこの知見により「常識」が緩やかに変化していくのに対して社会制度をどのように整えていくかという議論を読者にお届けできたのではないかと考えています。本号の発行にあたり協力していただいた諸先生方、支援していただいた総務係の別所様と広報室の中村様および関係各位に広報委員を代表して心からお礼を申し上げます。

編集発行/東京大学大学院新領域創成科学研究科 広報委員会
委員長/柳田辰雄(国際協力学教授) 副委員長/篠田裕之(複雑理工学教授)
委員/横山英明(物質系准教授)、堀洋一(先端エネルギー工学教授)、岡田真人(複雑理工学教授)、松本直樹(先端生命科学准教授)、佐藤均(メディカルゲノム准教授)、加納信吾(メディカルゲノム准教授)、須貝俊彦(自然環境学教授)、平林紳一郎(海洋技術環境学講師)、吉永淳(環境システム学准教授)、小谷潔(人間環境学准教授)、福田正安(社会文化環境学准教授)、土井晃一郎(情報生命科学特任講師)
新領域創成科学研究科総務係/田淵章博(副事務長)、武田明(係長)、別所真知子(主任) 広報室/中村淑江

発行日/平成26年3月14日
デザイン/凸版印刷株式会社
梅田敏典デザイン事務所
印刷/株式会社コムラ
連絡先/東京大学大学院新領域創成科学研究科総務係
〒277-8561 千葉県柏市柏の葉5-1-5
TEL: 04-7136-4003 / FAX: 04-7136-4020
E-mail: info@k.u-tokyo.ac.jp

平成26年度 新領域創成科学研究科スケジュール

行事	日程
入学者ガイダンス(4月入学)	4月初旬
夏学期授業開始	4月4日(金) (5月1日(木)は火曜日の授業を行う)
東京大学大学院入学式	4月11日(金) (於:日本武道館・14:00~)
履修申告期間(夏学期開講授業科目)	4月7日(月)~4月11日(金)
履修申告修正期間(夏学期開講授業科目)	5月2日(金)~5月9日(金)
夏学期授業終了	7月18日(金)
夏学期期末試験期間	7月22日(火)~7月28日(月)
夏季休業期間	7月29日(火)~9月30日(火)
東京大学秋季学位授与式	9月26日(金)
東京大学秋季入学式	10月7日(火)
入学者ガイダンス(10月入学)	10月初旬

冬学期授業開始	10月3日(金) (10月17日(金)、1月7日(水)は月曜日の授業を行う)
履修申告期間(冬学期開講授業科目)	10月6日(月)~10月10日(金)
履修申告修正期間(冬学期開講授業科目)	11月4日(火)~11月7日(金)
冬季休業期間	12月25日(木)~平成27年1月4日(日)
冬学期授業終了	平成27年1月27日(火)
冬学期期末試験期間	平成27年1月28日(水)~2月3日(火)
東京大学学位授与式	平成27年3月24日(火)

上記スケジュールは学生用です。

Todai Research

東京大学の公式ウェブサイトTodai Researchは、東京大学の研究のショーウィンドウとして、最先端の研究成果や長い時間かけて育まれた学問の蓄積を紹介しています。
<http://www.u-tokyo.ac.jp/ja/todai-research/>
todai-research@m.adm.u-tokyo.ac.jp

平成27年度 新領域創成科学研究科大学院入試スケジュール

平成27年度新領域創成科学研究科大学院入試は、下記のとおり実施する予定です。(詳細は、4月1日配布開始の学生募集要項・専攻入試案内書で確認してください。)

行事	日程
学生募集要項・専攻入試案内書配布開始	平成26年4月1日(火)
修士・特別口述試験・願書受付期間(海洋技術環境学及び人間環境学のみ)	5月29日(木)~6月4日(水)
願書受付期間(入試日程A)	6月19日(木)~6月25日(水)
入試日程A試験期間(各専攻により日程が異なります)	8月上旬~9月上旬
合格発表(博士後期課程は第1次試験合格者)	9月5日(金)
願書受付期間(入試日程B)	11月26日(水)~12月2日(火)
入試日程B・博士後期課程第2次試験期間(各専攻により日程が異なります)	平成27年1月下旬~2月中旬
合格発表(入試日程B及び博士後期課程)	2月20日(金)
入学手続期間	3月10日(火)~12日(木)

上記の内容等に関するお問い合わせは、
新領域創成科学研究科教務係 k-kyomu@k.u-tokyo.ac.jpまでお願いします。

専攻別 入試問合せ先

専攻等	入試担当者	メールアドレス
物質系専攻	寺嶋 和夫 教授	kazuo@plasma.k.u-tokyo.ac.jp
先端エネルギー工学専攻	馬場 旬平 准教授	ae-nyushi@apsl.k.u-tokyo.ac.jp
複雑理工学専攻	能瀬 聡直 教授	nose@k.u-tokyo.ac.jp
先端生命科学専攻	宇垣 正志 教授	ib-entrance27@ib.k.u-tokyo.ac.jp
メディカルゲノム専攻	富田 野乃 准教授	nono@k.u-tokyo.ac.jp
自然環境学専攻	小島 茂明 教授	nyushi_nenv@k.u-tokyo.ac.jp
海洋技術環境学専攻	尾崎 雅彦 教授	info_otpe@k.u-tokyo.ac.jp
環境システム学専攻	徳永 朋祥 教授	exam@esys.k.u-tokyo.ac.jp
人間環境学専攻	割澤 伸一 准教授	contact@h.k.u-tokyo.ac.jp
社会文化環境学専攻	佐久間 哲哉 准教授	admission@sbk.k.u-tokyo.ac.jp
国際協力学専攻	中山 幹康 教授	admission@inter.k.u-tokyo.ac.jp
サステナビリティ学教育プログラム	小貫 元治 准教授	info@sustainability.k.u-tokyo.ac.jp
情報生命科学専攻	木立 尚孝 准教授	kiryu-h@k.u-tokyo.ac.jp

新領域創成科学研究科 HP <http://www.k.u-tokyo.ac.jp/>



皆

さんはどのような海外の都市に行かれたことがあるでしょうか。私の場合は、休暇で海外に行けるほどお金も暇もないため、行き先は殆どが仕事絡みの海の近くに限定されます。例として、去年行った海外出張先を紹介してみしましょう。

まず、ロンドンへは3回行きました。いずれも海洋再生可能エネルギーや海運のGHG削減に関する国際標準化に関する仕事です。かつては七つの海を征し、かつ海運造船の中心であったこの国は、海運造船産業をアジア諸国に奪われた現在においても、ソフト面において海事の中心として君臨し続け、様々な海洋ビジネスを維持しています。その中心都市がロンドンです。また、最近では海洋再生可能エネルギーの中心地としても頭角を現しつつあります。ヨーロッパではベルゲンへも行きました。ベルゲンは、かつてはハンザ同盟都市としてノルウェーと国外の仲介交易で栄えました。現代は海洋ビジネスの中心地とされており、養殖業や北海油田に關係するビジネスで繁栄しています。ベルゲン空港には北海油田やガス産業のヘリポートがあり、海上の油田やガス田で働く勤務者を送り出しています。

ます。

アジアではシンガポールに行きました。ここは、海運や空運でアジアのハブを目指していることは良く知られていますが、東南アジアで行われている海洋石油ガス田開発においても、海洋構造物の建造や、様々な海洋作業の基地港として栄えています。北米ではサンディエゴに行ってきました。ここは米国太平洋艦隊の拠点です。私が参加したのはスクリップス海洋研究所の研究者が開催した会議ですが、米国の場合は海軍と海洋研究は歴史的にも密接な關係があり、多くの研究資金が海軍から流れているといえます。また、これらの研究を支える企業が集積して新しい技術を開発しています。

11月には東大フォーラムが開催されたサンパウロに行ってきました。世間ではブラジルと言えばワールドカップやオリンピック開催が話題になりますが、海洋の分野ではブラジル沖300kmの海底下3000mの岩塩層の下に大きな油田が発見されたことが話題を集めています。既に、ブラジルでは比較的浅い海域で海洋石油開発がおこなわれていますが、この発見は、今まで石油は岩塩層の上にし

ないと考えられていた既成概念を打ち破る大きな発見であり、ブラジルに新たな富をもたらすものです。開発の中心になるリオデジャネイロには熱い期待が渦巻き、世界各国から海洋関連企業が集まっています。

このように私が訪れた各都市では、それぞれの実情に合わせて、力強く海洋産業を振興させていることが分かります（だから出張先になるのですが）。翻って我が国の海洋分野は海外からどのように見られているでしょうか。おそらく「海運造船の環境関連技術は世界のトップランナーだが、建造部門は中韓国に取って代わられつつある。一方で、少し先の海洋産業の対象として海洋再生可能エネルギーや海底エネルギー・資源の研究開発が進められている。」と紹介されるでしょう。何とも中途半端な感じですが、今の我が国はどの分野も多かれ少なかれこのような中途半端な状況にあるのではないのでしょうか。まさにこの国の成長はこのような中途半端な状況を脱して、着実に産業を振興させることにかかっていると思います。様々な分野で新領域の皆さんがその担い手になることを期待しています。

海外出張先から見た

海洋産業



海洋技術環境学専攻

高木 健 教授

<http://www.otpolicy.k.u-tokyo.ac.jp/index.html>

Relay Essay

リレーエッセイ

