

創 SOSEI 成

41
2023

GRADUATE SCHOOL OF FRONTIER SCIENCES
THE UNIVERSITY OF TOKYO

INDEX

FRONTIER SCIENCES
自然現象に学び、先進核融合や
反物質プラズマの実現へ/
ありふれた疾患の感受性バリエーションの
生物学的意義を解明する/
視環境の定式化を目指して
一室内環境の印象と光環境
GSFS FRONTRUNNERS
留学生の窓
ON CAMPUS×OFF CAMPUS
EVENTS & TOPICS
INFORMATION
Relay Essay

特集

水の新たな 価値を探れ

より良い社会システムを目指して

水の新たな価値を探れ より良い社会システムを目指して

「水」は太古の昔から人類にとって不可欠な存在です。古代文明が大河の流域に誕生したのは必然でした。現代の社会においても水の重要性は変わりません。上下水道が快適な暮らしを支え、農業用水や工業用水が様々な生産活動を可能にしています。いま多くの課題に直面している社会システムにおいて、水の新たな価値が注目されています。今回の特集では、より良い社会システムを目指して水の新たな価値を探る新領域創成科学研究科の研究を紹介します。(取材編集執筆：古井一匡)

① 水と社会システムの多面的な関係

いまから数千年前に生まれたメソポタミア文明、エジプト文明、インダス文明、黄河文明などの古代文明は、それぞれ大河の流域に誕生しました。

大河の流域には水が豊富にあり、それを扱う治水や灌漑の技術によって農業の生産性が高まり、多くの人が集まって暮らす国家が生まれ、宗教や芸術なども発展しました。人類の歴史はある意味、水の利活用とともにあります。現在、高度かつ複雑な社会システムが世界中に広がっていますが、その根底を支えているのもやはり「水」です。

学術分野においては灌漑＝農業土木、治水＝河川工学、沿岸部整備＝海洋工学、上下水道＝都市衛生工学など水関連の研究が深められ、行政や産業もそれぞれの専門領域でインフラ整備や製品・サービスの開発を進めています。

しかし、これまでの取り組みは各分野・領域が自らのテーマや問題意識に基づいて「解」を目指してきたため縦割り化しがちであり、その限界が明らかになってきています。

この点について、社会文化環境学専攻の佐藤弘泰教授は次のように指摘します。

「水と社会システムの関わりは一つの方向からアプローチしても、他の面で予想外の影響が生じることが少なくありません。例えば、防災や治水のために上流でダムをつくると沿岸部では土砂不足で浸食が進んだり、下水の高度処理を進めたため沿岸部で養殖されている海苔の色落ちが発生したりするケースがあります」。

水と社会システムのこうした多面的な関係が明らかになるにつれ、従来の縦割りを超えた新たな取り組みが求められているのです。

私たち自身、精緻に整備された快適な都市空間において水に触れたり水を感じたりする機会がどんどん減っているのではないのでしょうか。社会文化環境学専攻の福永真弓准教授によると、それが水と社会システムの間を結ぶハードルになっているのです。


「河川の治水や上下水道の普及で社会の安全と利便性は高まりましたが、それが私たちの水に対する感性や意識を低下させています。もう一度、私たちのまわりにある水の流れを意識し、水との正しい関

わり方や扱い方について多くの関係者間で合意形成を図っていくべきではないでしょうか。

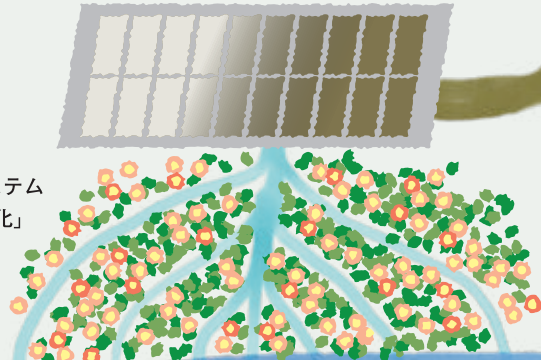
さらに、新型コロナウイルス感染症など現代の社会システムが直面する様々な課題を解決していくうえでも「水」の価値が注目されつつあります。新領域においては既存の学問領域をベースとしながら、水と社会システムの新たな関係を探る研究が展開されています。4ページからはそうした研究を紹介します。

【補足】 国連が掲げるSDGsには、「水」という言葉は直接には6番目【水・衛生】しか出てきませんが、都市活動や食糧生産、エネルギーの生産・消費などを通じておよそすべてのSDGsに関わっています。

近年、日本では水害が増えています。海外を見渡せば水害だけでなく渇水も増加しつつあり、また発展途上国の水に関連する衛生問題の解決も課題として残っています。水を捉えるには総合的な視点と先の先の影響を予測する想像力が不可欠です。



特集監修：
佐藤 弘泰 教授 SATOH Hiroyasu
社会文化環境学専攻
「水と社会との関わり方は
これからも変わり続けます」



4 分散型下水処理システム
「下水の管路内水浄化」
佐藤 弘泰 教授
社会文化環境学専攻



1 稲作の効率化と水田の防災機能開発
「水田の自動給水／自動排水システム」
吉田 貢士 教授
国際協力学専攻

5 水循環の可視化と合意形成
「流域ガバナンス」
福永 真弓 准教授
社会文化環境学専攻

3 下水から感染状況を探る
「CoV-2ゲノム解析」
鈴木 穂 教授
メディカル情報生命専攻

2 沿岸域でのCO₂吸収
「ブルーカーボン」
佐々木 淳 教授
社会文化環境学専攻

柏キャンパス周辺の水環境



柏キャンパスの周辺にも様々な水環境が広がっています。水との関わりに気づききっかけにしてみたいでしょうか。

A. 五郎池（ごらくろいけ）

柏キャンパスの正門横に広がる人工池です。ネーミングを公募した結果、本郷キャンパスの「三郎池」の弟分ということでこの名になりました。また、柏キャンパスの公認マスコットキャラクターのごらくろーはこの池に住んでいることになっています。

B. こんぶくろ池

柏キャンパスから歩いて10分ほどの「こんぶくろ池自然公園」。その名の由来となった湧水池が「こんぶくろ池」です。「こんぶくろ」とは米や豆を入れる布袋のことで、池から流れ出す水はかつて農業に利用され、いまも大堀川を經由して手賀沼の自然水源となっています。18.5haの園内には貴重な動植物が生息しており、開発が進む柏市内に残された貴重な自然環境です。

C. 柏の葉アクアテラス（北部2号調整池）

柏の葉キャンパス駅の北側に広がる「柏の葉イノベーションキャンパス」の中核ゾーンが「柏の葉アクアテラス」です。集中豪雨などに伴う急激な雨水流出抑制を目的に造られた北部2号調整池を改修により親水空間化したもので、パブリックなオープンスペースとして活用されています。

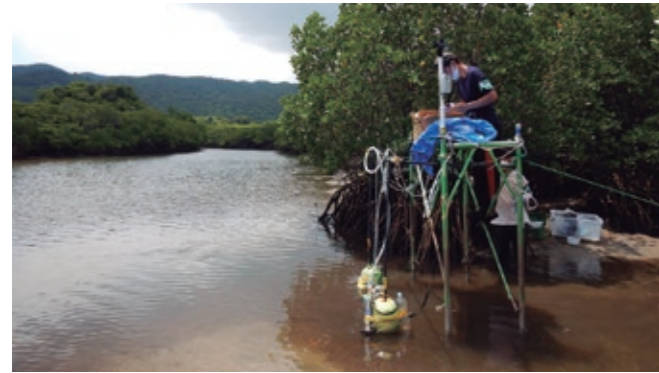


福永 真弓 准教授
FUKUNAGA Mayumi
社会文化環境学専攻



水と社会システムにかかわる新領域の研究

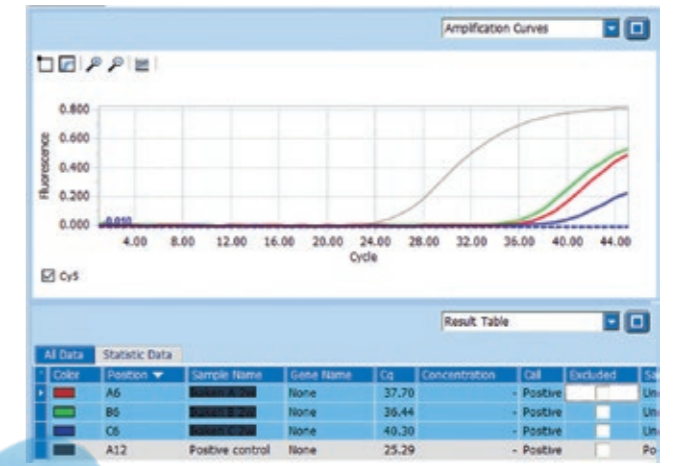
幅広く複雑に関連し合う水と社会システムの研究においては、専門分化しつつある理工学的アプローチの融合のみならず、人文科学的な視点を加えることも欠かせません。これは「学融合」を掲げる新領域が得意とする取り組みであり、実際に多くの研究が展開されています。



マングローブ林のある石垣島吹通川でのフィールド調査(佐々木研究室)



長年続けているフィールド調査の記録



下水のゲノム解析データ

1 稲作の効率化と水田の防災機能開発 「水田の自動給水／自動排水システム」

現在、人間が利用している水資源の70%は農業生産に使用されています。IPCC(気候変動多国間パネル)による食糧生産システムに対する気候変動予測では、熱帯地域で気温が1~2℃上昇すると農業の生産性が低下し、飢餓リスクが高まるとされています。

吉田貢士教授によると、「このような問題を緩和するためには、【土壌-水-植物モデル】による渇水評価ツールや作物生育・地下水モニタリング技術、環境適応型農法の開発など、環境と調和した農業生産システムへのシフトが重要な課題になっています」とのことです。

吉田教授は農業水理学が専門であり、国内外で様々なプロジェクトを実施しています。そのひとつが「自動給水栓を用いたリアルタイム水管理による節水・環境負荷軽減効果の評価」です。必要なときに必要な水を自動的に水田に給水することで、かけ流し灌漑と比べて50%以上の節水が可能になります。加えて、表面排水量が減少することで下流環境への栄養塩流出も削減できます。普及に向けては、スマートセンサー、WEBカメラなどICTの活用により農家の自動給水栓に対する不安を解消することが重要となります。

さらに2022年秋からは、流域治水の観点から水田を防災に活用する「自動排水システム」の研究にも着手しました。「大雨が予想される際、予め水田の水を排出して貯水量を確保することで河川の氾濫を防ごうというものです」(吉田教授)。

農業水利による水害防止という新たな挑戦が始まっています。



吉田 貢士 教授
YOSHIDA Koshi
国際協力学専攻

2 沿岸域でのCO2吸収「ブルーカーボン」

佐々木淳教授は現在、社会基盤学(土木工学)の海岸工学を中心に、安全で美しく豊かな沿岸域の再生・創出を目指し、水質・生態系から沿岸域管理まで、学融合的な研究を展開しています。その中でも近年、力を入れているのが「ブルーカーボン」の社会実装に向けた研究です。

「ブルーカーボン」とは海洋生物の作用によって隔離・貯留された炭素のことで、国連環境計画(UNEP)が2009年に命名しました。具体的には海草(アマモなど)や海藻(コンブ、ワカメなど)の藻場、湿地・干潟、マングローブ林を指します。これらは光合成でCO2を吸収し、生産された有機物の多くが底質中や深海に貯留されることから、大気中のCO2濃度の上昇を抑制する作用があると考えられています。

「現在、いくつかの国が気候変動の緩和策としてブルーカーボンの活用に着目しており、日本でもブルーカーボンによるCO2吸収量のポテンシャル推定や評価手法、社会実装に向けた検討が進められています。私たちがフィールドとしている東京湾は貧酸素などの水質問題に加え、水産資源の減少といった課題を抱えています。海草・海藻藻場の炭素貯留機能や湾全体の炭素循環過程の評価を通して、ブルーカーボン機能の向上と江戸前(東京湾の新鮮な魚介類)の再興の相乗効果を狙った研究を展開しています。」

さらに佐々木教授は、東京湾の環境再生に取り組む「東京湾再生官民連携フォーラム」に参画し、生き物生息場づくりプロジェクトチームを主宰するなど、アカデミズムの枠を超えた活動も行っています。



佐々木 淳 教授
SASAKI Jun
社会文化環境学専攻

3 下水から感染状況を探る 「CoV-2ゲノム解析」

鈴木穂教授の研究室は国内最大規模の次世代シーケンス設備(遺伝子の核酸配列分析装置)を保有し、各種がんのゲノム解析などを行っています。

今回のコロナ禍においては、その設備と知見をもとに下水試料からCoV-2のゲノム解析に挑戦。学内外のコミュニティにおける新型コロナウイルスの感染状況のモニタリングを行いました。

鈴木教授はその経緯を次のように振り返ります。

「学内においてまず、安全な教育研究体制の確保のため学生が集団で生活する寮などにおいて2020年11月から数十回、下水のゲノム解析を実施しました。その結果、50~100人規模の施設において雨水で下水が希釈されていないケースでは、下水の流水サンプルからそのまま(濃縮なしで)感染者数を把握できることが確認できました。また、柏市と連携し、市内の医療機関から提供されるサンプルについて1日100検体を解析。新型コロナウイルスの変異についてもかなりの程度、把握できました。」

この取り組みはPCR検査のような感染者の発見が目的ではなく、あくまで「コミュニティの血液検査」というべき疫学調査です。それでも十分、クラスターの発生を未然に防ぐことができるのではないかと考えられます。今後はオフィスビル、商業施設などでの応用を検討中です。

また、「今回の経験を通してゲノム解析の社会実装における人と環境の相互作用がいかに重要かということに気づきました」(鈴木教授)と研究の新たな可能性を感じています。



鈴木 穂 教授
SUZUKI Yutaka
メディカル情報生命専攻



データロガー(左)および水位・水温センサー(右)



(左) 下水の終末処理場の敷地内に設置した実験装置
(右上) 管路内にスポンジ状の浄化材料を敷き詰める
(右下) 千葉県市川市にある菅野終末処理場



福永 真弓 准教授
FUKUNAGA Mayumi
社会文化環境学専攻



佐藤 弘泰 教授
SATOHI Hiroyasu
社会文化環境学専攻

4 分散型下水処理システム「下水の管路内水浄化」

日本では50年ほど前から本格的に下水道が整備され始め、いまや全国の平均普及率は80%を超えます。一方で施設の老朽化が進み、今後は人口減少を踏まえつつ持続可能な社会にふさわしい姿に進化を遂げることが求められています。そうした中で佐藤弘泰教授が取り組んでいるのは、下水の管路内浄化技術の開発です。「現在の下水道システムは、広域から下水を

集める下水管と、集めた下水を集中的に処理する処理場からなります。下水管に求められる機能は、下水を遅滞なく流下させることです。しかし、下水管には一般の河川と同様自浄能力があります。私たちは、下水管のもつ自浄作用を高め、下水処理のかなりの部分を管内で行ってしまう技術の開発に取り組んでいます。いまはまだ実験室や小規模な実証装置で基本的な性能を把握している段階ですが、将来

的には下水処理場の機能を今よりも大幅に簡素化できると考えています」(佐藤教授)。下水管が下水処理の機能の一部を担うようになれば、小規模な下水処理場を分散配置し、処理水や窒素・リンなどの栄養塩も再利用しやすくなります。また、コスト面から途上国など海外での下水道システムの普及にも貢献できるはずだ。



フィリピンでの下水道普及に貢献したい

2016年から5年間、佐藤研究室において下水管のもつ自浄作用を活用した新しい下水管理方法について研究し、日本水環境学会(JSWE)の2021年度博士研究奨励賞(オルガノ賞)を受賞することができました。現在はフィリピン大学ディリマン校の学部と大学院で分析化学を教えながら、佐藤チームとともに引き続き生活排水管理や下水管の自浄作用を高める研究を続けています。フィリピン国内で下水システムが整備されているのはマニラなど大都市の中心部のみで、今後は周辺部での普及が課題です。これまでの研究が必ず役に立つと考えています。

Tiffany Joan Sotelo 講師
フィリピン大学 ディリマン校

5 水循環の可視化と合意形成「流域ガバナンス」

福永真弓准教授の専門は環境社会学と環境倫理です。これまで社会的なフィールドワークをベースに、人と自然の関わりについて価値や規範、人間社会の側の資源利用の仕組み、そのために積み重ねられてきた知、技術、語彙に着目し研究を続けてきました。「流域と水圏の環境社会学的研究もそうしたテーマのひとつです。流域と水圏を主なフィールドワークの対象地とし、人びととの歴史的な関わりを通して流域ガバナンスにつ

て考えていこうとしています」(福永准教授)。一般的に流域ガバナンスとは、河川の流域に暮らす住民の意見を反映した河川行政を指します。以前の河川行政は治水と利水を中心とした国による一元管理が基本でした。それが1997年に河川法が改正され、河川行政の目的に環境保全が加わりました。また2021年11月に流域治水関連法が全面施行され、洪水の損害を被る住民の視点に立った総合的な水系のリスク管理とレジリエンスの向上が

目指されるようになってきました。福永准教授らはこうした動きに対応し、「流域環境デザインスタジオ」を2018年からスタートさせています(下記コラム参照)。「都市で見えにくくなっている流域の多様な機能や社会空間としての意味づけを考慮することを通して、水(環境)と人間の関わりをよりよいものにしていく」(福永准教授)のが狙いであり、河川行政にとどまらずより幅広い環境ガバナンスの視点が特徴です。

COLUMN 流域環境デザインスタジオ (Urban Watershed Design Studio)

新領域の環境学研究系において2007年にスタートしたIEDP(環境デザイン統合教育プログラム)の中で最も新しいプログラムが「流域環境デザインスタジオ」(2018年開始)です。河口域を含む沿岸から川、集水域全体を含む「流域」という単位に着目し、総合的に【人—社会—自然システム】を読み解く文理融合型のスタジオであり、地域の基盤を構築する地質・地形・水系をたどり、土地利用の変遷を捉え、社会と人の営みを歴史的な文脈も含めて描写します。当初は鎌倉市内で実施していましたが、コロナ禍での中断を経て現在は柏市内にフィールドを移しています。



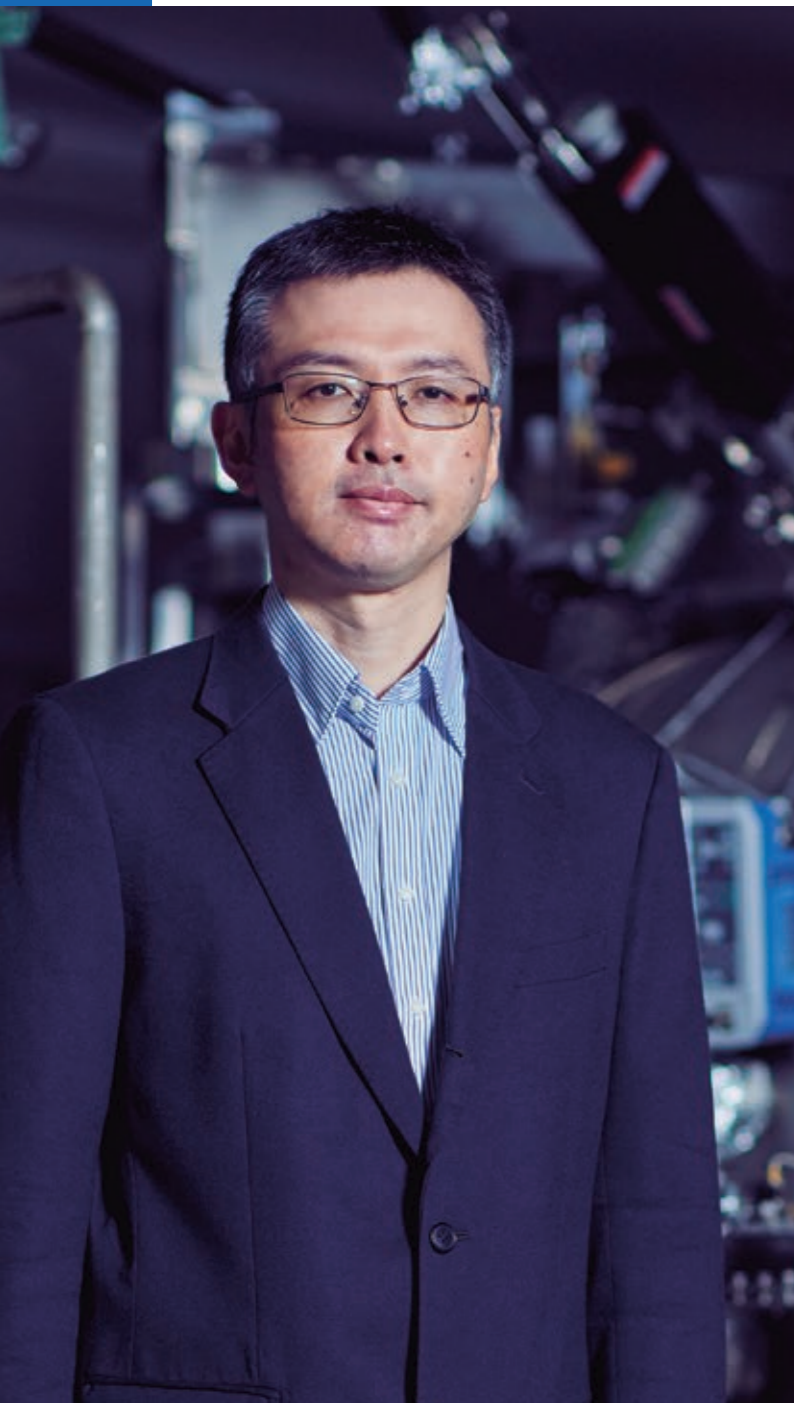
<https://iedp.site/studio/urban-watershed-design/>



柏エリアの水循環マップ。葉っぱのイラストは農家さんが育てる空心菜。

まとめ 昔も今も「水」と社会システムは密接に関連しています。高度化、複雑化した現代社会においては学術分野においても行政や産業の分野においても、細分化された個別のアプローチではなくよりトータルでバランスのとれた取り組みが求められています。新領域としては特に学術分野において、その特徴と強みを生かした研究や社会実装に向けた貢献に力を入れていきます。

自然現象に学び、先進核融合や反物質プラズマの実現へ



物質の第四の状態と言われるプラズマは、核融合エネルギーをはじめとした工学的応用や自然現象の解明など、様々な動機から研究対象となっています。プラズマの状態を維持するためには、何らかの方法で閉じ込めておく必要があります。プラズマの閉じ込めには様々な方式がありますが、我々は磁気浮上させた超伝導コイルが作り出す「人工磁気圏」を活用したプラズマ研究を進めています。

木星など惑星の周辺に圧力の高いプラズマが存在することが、探査機による観測から分かっています。惑星磁気圏により効率よく閉じ込められているためです。プラズマは多数の粒子から構成される極めて自由度の高い系であり、巨視的な構造が選択的に自己組織化されるメカニズムは、集団現象の科学として興味深い研究課題です。

また、惑星磁気圏の持つ優れたプラズマ閉じ込め性能を実験室に再現できれば、先進的な核融合や反物質プラズマの実現に適用できます。惑星近傍の磁場はダイポール磁場で近似され、これは実験室でリング状電流を用いて生成可能です。プラズマの緩和理論に基づき、超伝導リングコイルを磁気浮上させて磁気圏を実験室に再現する計画が、当時研究科に在籍された小川雄一教授と吉田善章教授により進められ、RT-1装置(図1)では人工磁気圏によるプラズマ研究が可能になりました。

ダイポール磁場中のプラズマは、 β と呼ばれる核融合炉の経済性に関わる値(磁気圧力で規格化したプラズマ圧力)が非常に高いという特徴があります。ITERなど国際協力が進む第一世代の核融合炉では重水素と三重水素の反応が使われますが、より高い β が実現されれば、資源制約や環境負荷の面で更に魅力的な反応が利用できる可能性があります。

また、プラズマと波の相互作用は、粒子加速や乱流輸送など、核融合や宇宙環境に共通して重要な現象と関わる基礎過程です。太陽活



基盤科学研究系
Division of Transdisciplinary Sciences

齋藤 晴彦 准教授

SAITOH Haruhiko

先端エネルギー工学専攻 プラズマ理工学講座

<https://www.ppl.k.u-tokyo.ac.jp/saito/>

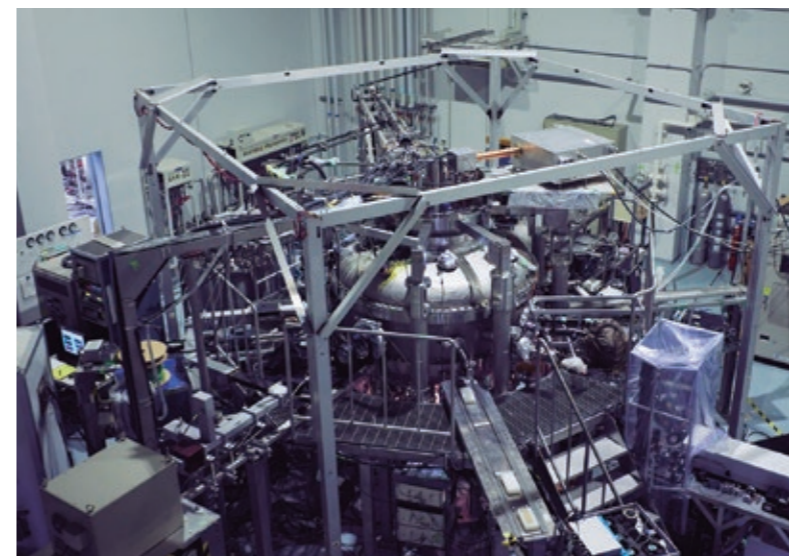
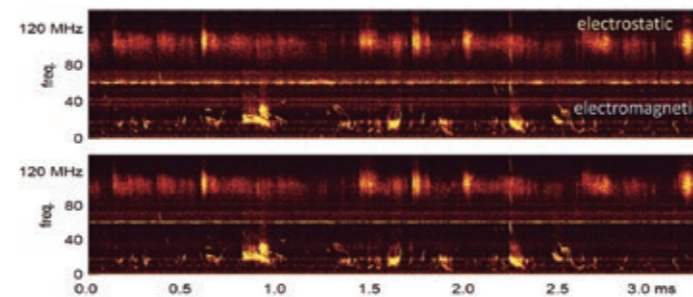
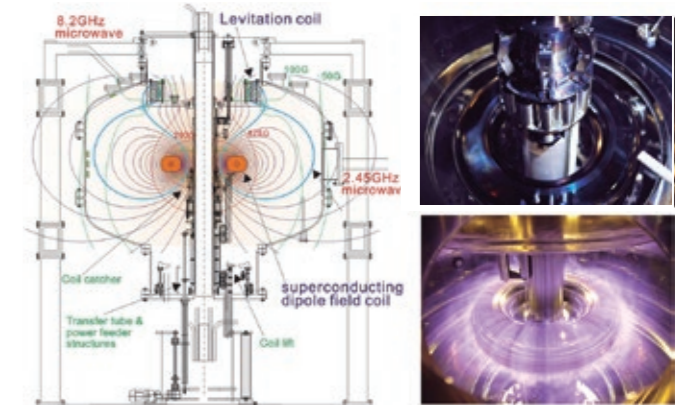


図1 磁気浮上させた超伝導コイルによる人工磁気圏を利用したプラズマ装置RT-1。(左)装置外観。(中央)真空容器や浮上コイルを含む装置の断面図。(右上)真空容器内部には、超伝導コイルの冷却や永久電流を駆動するための機器が配置されている。(右下)マイクロ波入射により生成したプラズマ。



◀図2 RT-1の高 β プラズマでは、ジオスペースで観測される周波数変動を示す突発的な揺動現象が再現される。磁力線上で異なる位置で同期したイベントが観測され(上下)、温度非等方性を持つ高温電子と関わる揺動として矛盾しない傾向を示している。

動に伴う地球近傍の宇宙環境の変動は人類の社会活動に影響を与え、「宇宙天気」と呼ばれる研究分野となっています。RT-1では、磁気圏で観測される低周波揺動を伴う内向き輸送や、コーラス放射と呼ばれる波を再現しており(図2)、プラズマが構造を形作るメカニズムを実験室研究の特徴を活かして理解しようとしています。

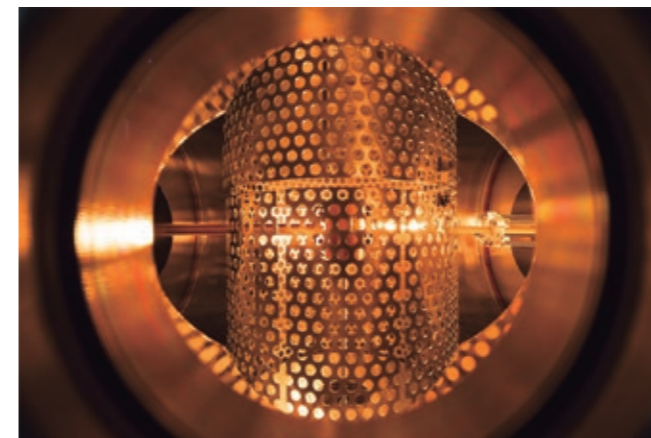
人工磁気圏で進めるもう一つのプロジェクトは、反物質プラズマの実現です。電子とその反粒子である陽電子のプラズマは、構成粒子が等質量のペアプラズマとして独自の性質を示すことが予測されています。電子・陽電子プラズマは宇宙環境にも広く存在すると考えられ、物性解明が待たれますが、これまで人間の手で作られたことはありません。

実験的には、 10^9 個以上の大量の陽電子を電子と同時に閉じ込めることが挑戦的な課題です。RT-1では、電場を使わないトロイダル



(ドーナツ型)系の閉じ込め配位で純電子プラズマが300秒以上安定に捕獲されることが分かっており、ダイポール磁場中では原理的に陽電子の同時閉じ込めが可能です。

これまでに、永久磁石を用いたプロトタイプ装置(図3)をミュンヘン工科大学の原子炉を用いた大強度陽電子源で運転(図4)し、陽電子の高効率入射と1秒以上の閉じ込めを実現しました。現在、反物質の高密度化が可能なコンパクトな超伝導ダイポール磁場装置の製作を進めており、電子・陽電子プラズマの実現と物性の解明を目指しています。



▲図3 陽電子ビームの入射実験を行ったプロトタイプの永久磁石ダイポール磁場装置。



▲図4 原子炉を利用した大強度陽電子源(ミュンヘン工科大学NEPOMUC)での実験風景と、トラップ装置への陽電子ビーム入射の模式図。

ありふれた疾患の感受性バリエントの生物学的意義を解明する



ヒトゲノムは個人間で99%以上にわたって塩基配列が同じですが、0.数%だけ違います。このような個々人の遺伝的配列の違いがバリエントです。ほとんどのヒト疾患には家族集積性がありますが、これは、このようなバリエント部位において特定の疾患になりやすくする遺伝的配列があるからだと考えられます。

先天性疾患を含む希少遺伝性疾患の原因遺伝子を探索するには、その遺伝性疾患を発症する家系のゲノムデータが重要ですが、ありふれた疾患の感受性遺伝子を探索するには大サンプルの遺伝統計解析が必要です。私たちは数十万人の日本人ヒトゲノムデータであるバイオバンク・ジャパン(BBJ)の遺伝統計解析、とりわけゲノムワイド関連解析(GWAS)を行うことで、一疾患あたり数十を超える疾患感受性バリエントを明らかにしてきました。

これらの疾患感受性バリエントの応用の一つとして、累積的な遺伝的スコアリング(ポリジェニック・スコア)による疾患発症予測が挙げられます。欧米では、日本など東アジアよりはるかに大規模なGWASが進んでいますが、BBJデータはさらに、欧米人のGWAS結果で日本人の疾患発症を予測しようとしても推定精度は不安定である、また逆も同様であることを明らかにしました。

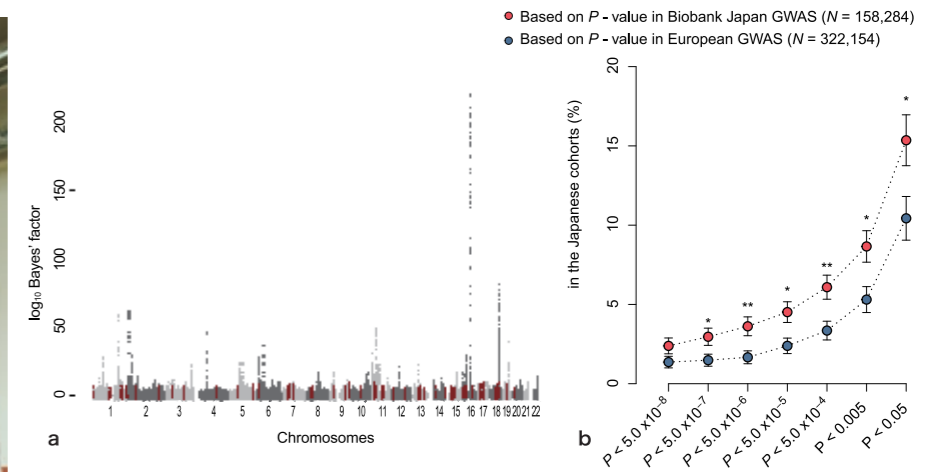
ヒトゲノムにはタンパク質をコードする遺伝子領域がたったの1.5%前後しかありませんが、希少遺伝性疾患の原因バリエントの多くは遺伝子コード領域に見つかるので、その遺伝子が病態の決定的要因だと推定できます。原因バリエントはタンパク質合成が途中で止まるようなものであったり、エクソン・イントロン接合領域を破壊したり新たに作ったり、またはアミノ酸置換が起きて三次構造が変わって



研究室でのコミュニケーションを大切にしています(写真左:小井土大助教)。

生物学的活性が変化したりするようなもので、遺伝子配列解析だけでも生体内でどのような生物学的経路に影響を与えるかの推定が成り立つこともあります。

一方で、ありふれた疾患の感受性バリエントのほとんどは遺伝子の外に見つかります。エピゲノム研究による遺伝子制御領域の解明が進み、98.5%の遺伝子外の領域のほとんどには、なんらかの機能的意義があることが明らかになってきました。ありふれた疾患の感受性バリエントもまた、遺伝子制御領域に存在することがわかってきました。すると、これらの多くは遺伝子制御領域に配列多様性を来とし、その結果、遺伝子発現、タンパク質生成に量的な影響を与えることで、疾患リスクを来しているのだと考えられます。

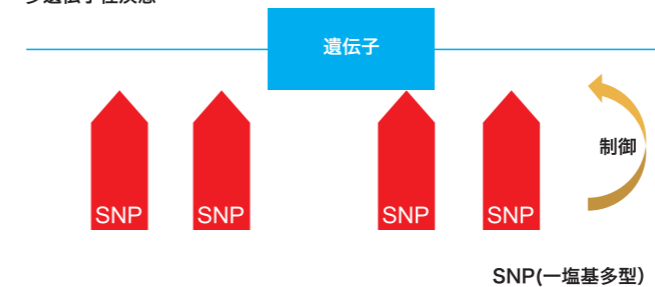


GWASは一疾患・形質あたり数十を超える感受性バリエントを発見した。しかし、その多くは遺伝子外にある(a)。また、ポリジェニック・スコアには人種間での融通性に問題がある(b)。非遺伝子コード領域の遺伝的多様性の帰結であるタンパク質、並びにその更なる影響である代謝物質について、遺伝的バリエントの網羅的影響を調べ、疾患の遺伝性の生物学的解釈、創薬ターゲットの導出、そして人種間差を超えた疾患予測システムの開発を目指す。

そこで私たちは現在、BBJの血液検体を用いて、タンパク質の網羅的データであるプロテオームデータ、並びに小分子代謝物質の網羅的データであるメタボロームデータを取得し、ゲノムデータと統合して解析し、遺伝的バリエントによるタンパク質や代謝経路への量的な影響を明らかにすることで、ありふれた疾患の感受性バリエントの生物学的意義を解明することに取り組んでいます。

これによって、DNA配列上の変化によって表されてきたありふれた疾患の遺伝構造の包括的な生物学的解釈に結びつき、病態生理の解明や創薬ターゲットの導出を狙います。また、これらのデータをレバレッジすることで人種間差を超えたさらに有効なありふれた疾患の発症予測を実現することを目指しています。

多遺伝子性疾患



包括的タンパク質(プロテオーム)解析
SNPが影響するタンパク質を調べる

包括的代謝物質(メタボローム)解析
SNPが影響する代謝物を調べる

遺伝子外のSNPの生物学的役割を解明することで、病態生理解明、創薬ターゲット明確化を行う。



生命科学研究所
Division of Biosciences

鎌谷 洋一郎 教授

KAMATANI Yoichiro

メディカル情報生命専攻 複雑形質ゲノム解析分野

<https://sites.google.com/edu.k.u-tokyo.ac.jp/kamatani/ab/>



視環境の定式化を目指して - 室内環境の印象と光環境 -



皆さんは、お部屋の模様替えをしたことがありますか。いまの自宅が住みづらいと感じたとき、リフォームや建て替えとなると大変ですが、家具の配置替えや買い替えなどを含む模様替えをするだけでも室内の印象がガラッと変わります。

建築の室内空間は身近な環境として、幅広い立場の人がかかわることができます。しかしながら、インテリアの印象に関わる要因は多岐にわたります。内装材の色、素材、デザイン、照明の配置、色味、強さや分布、家具やカーテンなどの什器類の配色やデザインなどです。それら単体の印象だけでなく、組み合わせによっても印象が変化していきます。

私たちが研究を行う環境心理学分野では、これらインテリア設計に資するよう、印象評価実験などを通して環境要因(内装や什器の色味、明るさなど)とそれらから受ける印象との関係を洗い出す研究が多くなされてきました。一般的には、対象とする環境要因を変化させた刺激、例えば模型(図1)、写真、VRなどを被験者に見てもらい、形容詞対を用いたSD法*などで評価してもらう方法により、環境要因と印象の関係性の定式化が行われています。最近では印象と行動との関係も検討しており、視線計測装置を用いて照らし方と注視との関係を実験的に研究しています。その結果、注視時間が長いものは、短いものと比べて輝度比の範囲が狭くなることがわかりました。商品はそもそも目を引くので暗くても見ますが、商品でないものは明るい方に目が行くことなども示すことができました(図2)。

本研究室では、そのような多岐にわたる印象を体系化する研究も実施しています。蓄積された様々な印象評価実験の結果を総括し、インテリア評価語の整理を行う研究です。多くの印象評価実験の結果、因子分析が実施され、3つの因子を抽出して活動性、力量性、評価性などと名付けられてきました。本研究室では、それら既往研究との比較を実施するとともに、抽出された評価語を用いて実施した印象評



▲図1 模型の点灯写真(左:一般的な上から照らしたもの、右:壁面を照らして省エネかつ明るく見せる手法)。

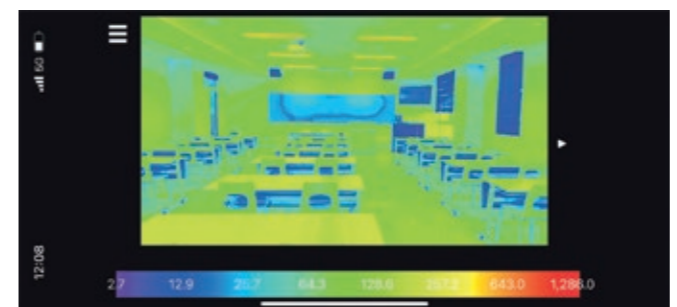


価実験の結果をまとめています。このように体系化することで、多く存在する印象や雰囲気それぞれを定式化しなくても良くなるという利点があります。また別の研究として、日本カラーデザイン研究所のカラーイメージスケールを基にして光環境を評価する3軸を提案しています。それぞれ「明るさ」「暖かさ」「めりはり」を表し、基礎的な実験を通して定量化を実施しています。この3軸と先ほどのインテリア評価語の整理の3因子とが類似している結果になっています。

特に明るさ感は日本の光環境分野で多く実施されており、様々な研究者が定式化を提案しています。私も学生時代から関連研究に関わり、現在も式の精度向上や、他の2軸との関連で研究を進めています。企業との共同研究を通して、定式化を用いたアプリの開発などにも取り組んでいます(図3)。

軸の定式化と印象評価語の整理を合わせて検証することで、多くの印象の定量化・定式化につながると考えています。定式化するのは光環境(物理的条件としての光の存在によって構築される物理的環境、実態)と視環境(視覚を通じて知覚された光環境が脳で再構築され環境として認識されたもの)との差があるためです。また、人の知覚の理解を深めるものとなります。今後も環境と人との関係性を探る研究を進めていきたいと思います。

※ SD法(semantic differential method)「心理学者C.E.Osgoodが対象や概念の内包する意味を客観的に測定する方法として考案したもの。多数の形容詞を反対語とともに両極に置き、通常5~7段階で被験者に評価させる」
 出典:日本建築学会編:建築環境心理生理用語集[和英・英和]、p21、彰国社、2013



▲図3 アプリを用いた講義室の明るさ画像
 分析結果 明るさ感92 平均輝度131.1 輝度のばらつき0.41
 最少輝度値2.4 最大輝度値1168.0 「明るめ」設定時の推奨値70~80



● 視差補正されたもの
 ■ 右目のアイマーク □ 左目のアイマーク

▲図2 人がどこを見ているのか可視化し計測できる装置を用いた分析図例(店舗内での注視行動と適切な輝度範囲の研究)。

環境学研究系
 Division of Environmental Studies

小崎 美希 准教授

KOZAKI Miki

社会文化環境学専攻 空間環境学講座

<https://park.itc.u-tokyo.ac.jp/kozaki-lab/>



「生命を探求し、新しい価値を創造する」



島原 佑基 SHIMAHARA Yuki

エルピクセル株式会社 代表取締役 (COO)
https://lpixel.net/

PROFILE

2013年 新領域創成科学研究科先端生命科学専攻 修士課程修了
グリー株式会社
2014年 KLab 株式会社
エルピクセル株式会社 創業 代表取締役就任 至現在
2019年 新領域創成科学研究科先端生命科学専攻 博士課程修了

医療AIが開く未来

私は修士課程入試の小論文で「生物×IT」を論じました。それが今の活動の原点になっています。新領域創成科学研究科の馳澤盛一郎研究室で、細胞の画像解析による細胞生理学を研究しました。修了後に会社に勤める傍ら、研究室で出会った仲間たちと共に起業し、ライフサイエンス領域における画像解析事業を始めました。現在、私が代表を務めるエルピクセル株式会社です。

当社では「生命を探求し、新しい価値を創造する。」というミッションのもと、2つの事業を展開しています。1つは「創薬を加速するAI IMACEL(イマセル)」です。多くの製薬企業にバイオイメージング技術を提供しており、2022年7月には第一三共株式会社との包括契約を発表しました。

もう1つは、「医師に、寄り添う、AI。」というコンセプトのもと、医療画像診断支援AI「EIRL(エイル)」の開発に注力しています。2019年にディープラーニングを活用したプログラム医療機器の承認を得

ており、当社が日本初とされています。2023年1月現在、約350施設に導入した実績があります。

私は入学当初から21世紀は生物学がエンジニアリングになる時代だと考えていました。ゲノムの解読を代表として、生命の真理の探求は凄まじいスピードで進んでいます。今後は、できる分野から少しずつエンジニアリングが進むと考えています。私は特にシリコンバレーで触発されたこともあり、画像解析による医療AIなら世界で勝てそうだと思います。日本は良質な医療画像は多い一方、専門医は少ない現状で、医師を増やす以外のソリューションとしてはAIの活用が必須。そこで2016年に医療AIを本格的に事業化し、現在につながっています。

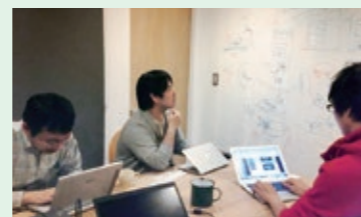


EIRLのイメージ画像

個人の意思を尊重し育む

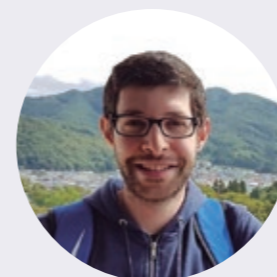
私は新領域で2度、学ぶ機会に恵まれました。修士課程修了後に社会に出て起業をした後、2016年から博士課程に進学して、同じ馳澤研究室で生物画像解析を用いた研究を行いました。この間、オープンで優秀なメンバーに恵まれたことが財産となっています。興味のままに自主的に研究テーマを選び、逆に引き継ぎ題材がなかったことで難しいことも多くありましたが、新領域が持つ個人の意志を尊重し育む文化は、起業したい今の会社でも引き継いでいます。そもそも新領域に来なければ、起業することもなかったかもしれません。

キャリアの選択肢として起業やベンチャー企業も考えてはいかがでしょうか。アカデミアや大企業ではできないことがベンチャーでは可能なこともあります。私は週末起業から始めましたし、一つの有力な選択肢だと思います。



起業前のミーティング風景

Yom Kippur : ユダヤ人の「贖罪の日」



ラヴェー・オア

Raveh Or

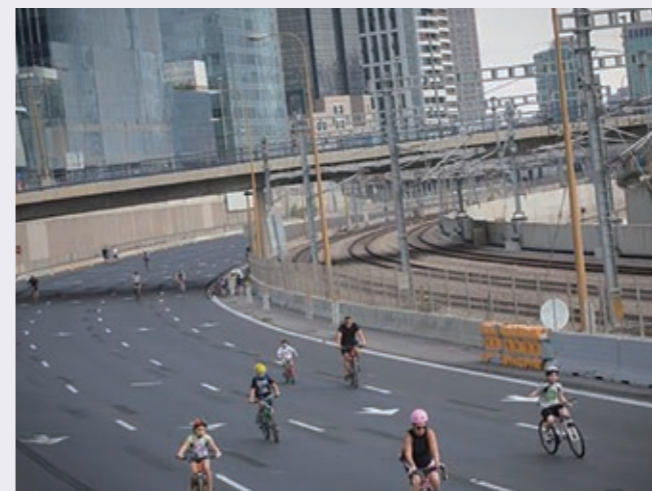
複雑理工学専攻 博士課程1年

みなさんは自分の行為を後悔して反省する時がありますか？私の母国イスラエルでは、毎年秋に「Yom Kippur (ヨム・キブル)」があります。ユダヤ教の「贖罪の日」と呼ばれるもので、イスラエルと世界中のユダヤ人コミュニティにとって大切な日です。

Yom Kippur では、過去1年の間に自分が犯した2つの罪を反省します。1つめは自分が神様の意志に対して犯した罪です。神様に自分の罪を告白し、許しを求める祈りをします。2つめは自分が他の人間に対して犯した罪です。犯罪といった大きな罪だけでなく、相手の気分を害した行為などを含め、全て反省して相手に直接謝罪を伝えるべきだと言われています。

心を純粋にして贖罪に集中できるように、Yom Kippur には一日を通していくつかの禁止事項があります。一切食べたり飲んだりしない断食や、入浴の禁止です。仕事をしたり、車を運転したりするなどの行為もしてはいけません。

ユダヤ人が多数派を占めているイスラエルでは Yom Kippur 当日は独特な雰囲気を持っています。暗くなる前に、断食の前の最後の食事をとります。Yom Kippur に入ると、車やバスや電車の走る音が聞こえなくなります。空港も閉鎖され、テレビ放送が止まります。一日、騒音や汚染のない別の世界に住んで



車も電車もない街なかを自転車で走る子どもたち



いるような気分になります。

私が子どものころは、車がいなくなった高速道路で自転車に乗って友達と一緒に遊んだり、レースをしたりしました。映画のDVDを友達と一緒に観たこともあります。

実は、誰もが断食するわけではなく、私も家族も断食はしていません。弟は断食をしない友達が多いので、あらかじめたくさんのお腹を買っておいて、Yom Kippur に入ったら私の実家に集まって一緒に夕食と昼食をとります。その友達の家では両親が断食をしているからです。



賑わうテルアビブの街



ユダヤ教の教会「Synagogue (シナゴグ)」にて神様への祈りをささげる

内子歴史まちづくりプロジェクト

— 森家再生物語 —



<https://lilas-d-ete.wixsite.com/my-site>

愛媛県中部に位置する内子(うちこ)町は、四国遍路道、旧大洲街道の要衝の地として発展し、製紙業や木蠟生産の中心地として栄えました。中世から「市」が開かれ、今も六日市、八日市という地名が残っています。また、八日市護国伝統的建造物群保存地区や重要文化財「内子座」など、歴史的建造物が数多く残り、人口減少が進む中で、歴史的資源を活かしたまちづくりが行われてきました。

歴史まちづくりのさらなる発展を目指し、2017年、内子町「歴史的風致維持向上計画」策定のために「内子歴史まちづくりプロジェクト」が発足。東京大学大学院工学系研究科の都市デザイン研究室が参画し、まちづくりの具体的な事業提案を行うことで、2019年に国土交通省より認定を受けて次世代のまちづくりがスタートしました。



実証実験「庭カフェ」(2022/5/22) 敷地内の庭を活用してカフェを開き、パネル・模型を展示するイベントを行った。5時間で80人ほどが訪れ、アンケート調査も実施した。

このプロジェクトに参加する社会文化環境学専攻の岡田潤さん(博士課程2年)は、「旧森家住宅」という歴史的価値の高い空き家の整備活用に取り組んでいます。もともと古い町並みや建築が好きでこの活動に興味を持ったという岡田さん。「旧森家住宅の敷地には、大小7棟の建物と3つの庭が残っていますが、徐々に腐朽が進行しています。保存にはコストもかかるため、歴史的価値の継承と、経済的な持続可能性の担保とのバランスを意識した整備活用が求められています」と、課題を語ります。

「地元のみなさんのニーズに応えるのはもちろん大切ですが、研究をしている身としては長期的な目線で新しい提案をしていきたいです。日帰りの観光スポットではなく、自然豊かな農村風景や地域住民とのふれあいを通して、何度も訪れたり長期滞在したりして内子町の魅力を堪能して欲しいです。建物や町並みをただ保全するだけでなく、地元住民や観光客など関わる人々の営みや時間とともに町が育っていく、『町の動的な保存』を実現したいと思います。」岡田さんの奮闘は現在も続いています。(取材執筆：蘭 真由子)

岡田 潤 OKADA Jun
社会文化環境学専攻 博士課程2年



▲文政4年(1821年)に建てられた米蔵などの建築物は、当時の生活様式などを知る上で貴重だが、長い間空き家であったため老朽化が進んでいる。



◀旧森家住宅の敷地図。近世城下町などに見られる、奥行きのある長方形の敷地。江戸時代後期の主屋をはじめ、明治期以前の建物が残る。

「歴史的風致維持向上計画」とは？

歴史的な建造物、その周辺の街並みなどを維持・向上させ、後世に継承するための計画。「地域における歴史的風致の維持及び向上に関する法律(歴史まちづくり法)」に基づき、市町村が策定し、国土交通大臣らが認定し支援する。

～研究科が進める「学生創成プロジェクト」が一部活動資金を支援しています～

柏キャンパス一般公開2022

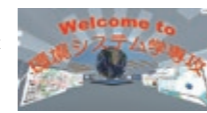
10月21日(金)～10月28日(金)に柏キャンパス一般公開が開催されました。

本研究科では全企画をオンラインにて開催しました。

聞
く
し
や
い

環境システム学って何だろう？

パソコンやスマートフォンからインストールなしで動作するソーシャルVRシステムを利用した、Web上のVR空間での研究内容紹介



オペランド計測 -100億分の1mを10億分の1秒でみる-

サブナノメートルサイズの分子の運動や10億分の1秒の超高速現象の観察例を紹介

学習するコンピュータ：機械学習研究の最前線

人工知能(AI)の中心的技術である機械学習のしくみと最新動向を紹介

理学と工学の融合で解き明かす実世界の複雑性

複雑理工学専攻で行われている研究(機械学習、深宇宙探査、核融合プラズマ、脳バイオ、バーチャルリアリティ)について最先端の情報を紹介

第17回環境学入門講座

「環境学」にかかわる研究を、教員が分かりやすく説明

教員が語る国際協力学の最前線

国際協力学専攻教員による研究紹介

柏キャンパス版『ダーウィンがきた!?!』

第2弾 ～植物と昆虫の切っても切れない関係～

第一線で活躍する植物・昆虫研究者が、最先端技術で明らかにしてきた両者の「切っても切れない」関係についてのお話し

柏流☆深宇宙探査学 Vol. 3

深宇宙探査学教育プログラムメンバーがお届けするZoomによるスライド&トークショー

見
て
学
ぶ

なるほどゲノム！ゲノム研究と人のかかわり最前線

難しそうで実は身近な最先端のゲノム研究を3名の研究者が紹介

ようこそ、いきもの研究の最前線へ！

ウェブサイト上で、大学院生による研究紹介ビデオを軸に、生物研究の多様さと魅力を紹介

フィールド写真コンテスト

在学生と教員がフィールドワーク等で記録した写真のコンテスト

見てみよう核融合研究の最前線

核融合研究者による講演と実験室のオンライン見学会

革新的学びの創造学寄付講座シンポジウム

第3回 EdTech (エドテック) のこれから

技術を活用した新たな学びの方法・環境に焦点を当てた講演会



国際協力学・学生の研究活動展示

国際協力学専攻在学生の研究活動を紹介します

体
験
の
た
い

Mozilla Hubs バーチャル空間での研究活動展示

人間の健康や安全・安心を支えるセンシング・ロボット・ナノデバイス・感覚拡張技術についての研究を、バーチャル空間にポスターを展示して紹介

サイバーフォレスト・ワークショップ

「サイバーフォレスト」の活用方法を、クイズやグループワークを通して検討



想像×科学×倫理ワークショップ2022【オンライン開催】 <https://rinri.edu.k.u-tokyo.ac.jp/>

科学技術がわたしたちの未来に何をもたらすかを、対話を通じて考える連続企画です。福永真弓准教授をコーディネータとして、今年度の第1回(10月28日開催)では、河村正二教授、蜂須賀知理講師と「生物の進化」と「学び」をキーワードに『多様性』について、第2回(12月14日開催)は、伊藤耕三教授や岡部明子教授とともに『循環』をテーマに「ネオサイクル」時代の物質の分解やリサイクルについて語り合いました。

動画やグラフィックレコードは上記ウェブサイトで公開しています。



議論がリアルタイムでグラフィックレコーディングされていく

女子中高生理系進路選択支援イベント「未来をのぞこう！」【オンライン開催】



実体験をもとに参加者の質問にこたえる大学院生

本研究科、物性研究所、大気海洋研究所による女子中高生の理系進路選択支援イベントを10月23日(日)に開催しました。午前の合同パネル講演では、研究科修士の乗富貴子さん(AGC株式会社)が登壇しました。午後は研究科企画、現役大学院生と教員による質問会が行われました。参加者からは「少人数で聞きやすく、本音を交えた回答が具体的でわかりやすかった」「理系を選択した就職後の職務内容や処遇が参考になった」などの声が寄せられました。

新領域創成科学研究科 公開シンポジウムシリーズ <https://sympo.edu.k.u-tokyo.ac.jp/>



【開催一覧】

第1回	3/22	人生100年を見据えるエイジングデザイン
第2回	6/7	モビリティの将来—脱炭素と自動化の実現—
第3回	8/2	Frontier Star 柏から宇宙へ
第4回	9/14	「サステイナブルな社会をデザインする」とは？
第5回	10/21	エネルギービームでつくる、見る—新しい物質創成—
第6回	11/19	ゲノム科学とがん医療のこれから
第7回予定	3/15	人生100年時代の老化制御デザイン

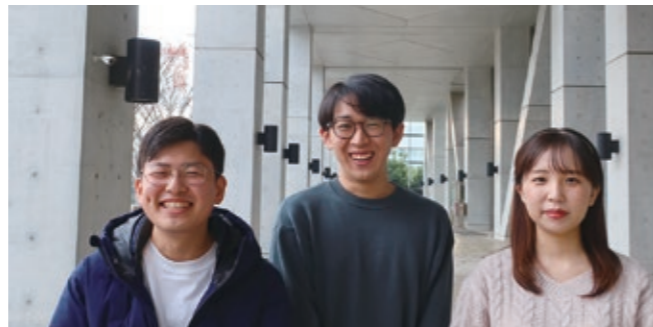
◀第6回は開催前に講演動画を配信し、当日はパネルディスカッションを行いました。

新領域創成科学研究科が主催する公開シンポジウムシリーズが2022年3月から開催されています。第1回から第6回まで延べ1100名を超える多くの方が参加しました。参加者からは「最先端の研究や技術を知ることができた」「講演だけでなくディスカッションも参考になった」「サステナビリティとはなにか考えるきっかけになった」などのコメントが寄せられました。様々なテーマにおけるシンポジウムでの議論は、学融合を担う研究科にとって、新たな学術領域開拓にむけた大きな一助となっています。

ねらって落とせ！エッグドロップコンテスト

生卵を割れないようにねらった地点に落下させる「エッグドロップコンテスト」が11月28日、創域会学生会部主催のもと開催されました。

コンテストは生卵を守るプロテクターを製作し、2階(約4メートル)の高所から実際に卵を落下させて競う形で行いました。勝敗は「Egg」卵の割れた度合い、「Target」決められた的にどれだけ近く落下させたか、「Weight」プロテクターの重量を軽くできたか、の3つの合計点で決まります。参加した5チームは、まずプロテクターの製作に取り掛かります。紙やテープなど決められた材料を使い、チーム内で話し合って製作します。本番前にはリハーサルの機会が設けられ、試作品を落下させ、その結果を踏まえてプロテクターの形状を変えたり、補強したりするなどしてさらなる高得点を目指します。いざコンテスト本番では、5チーム中4チームの卵が割れない結果となりました。修了後には他チームのプロテクターを興味深く観察しあう様子も見られました。



創域会学生会部の皆さん
写真左から演田良太さん(M1)、橋正隆平さん(M1)、右橋雅子さん(M1)。

創域会学生会部は「様々な領域の学生が気軽に参加できる面白い企画をこれからも行っていきたい」と語りました。(取材執筆：高田陽子)



▲写真左・中 プロテクターを製作。創意工夫を凝らして優勝を狙います。写真右「3、2、1、EGG！」の合図とともに卵を落下。



新領域へようこそ

10月から11月にかけて高校生の皆さんが柏キャンパスに来訪しました。研究科施設「極超音速高エンタルピー風洞」「メダカ屋外飼育場」「RT-1 磁気圏型高温プラズマ実験装置」などを見学し、教員からは各施設にまつわる基礎知識のレクチャーが行われました。



鈴木宏二郎教授が「極超音速高エンタルピー風洞」を紹介



中山一准教授による講義「私たちのカラダに隠された進化のしくみ」

INFORMATION



令和4年度 秋季学位記授与式

2022年9月22日(木)、大講堂(安田講堂)において挙行されました。本研究科からの代表者は、修士課程 TANG Kelvin さん、博士課程 中西 諒さんでした。本研究科の修了者は、修士課程 83名、博士課程 31名、合計 114名でした。

(右撮影 尾関 祐治)



令和4年度 秋季入学式

2022年10月1日(土)、大講堂(安田講堂)において挙行されました。式典では藤井輝夫総長による式辞に続いて、出口 敦新領域創成科学研究科長が式辞を述べました。本研究科の入学者は、修士課程 73名、博士課程 70名、合計 143名でした。

(撮影 尾関 祐治)

新領域創成科学研究科 https://www.k.u-tokyo.ac.jp/ 入学希望の方へ https://www.k.u-tokyo.ac.jp/exam/	創域会 新領域創成科学研究科同窓会「創域会」は、修了生と在学生の交流を支援しています。 https://souiki-kai.net/	アンケート 広報誌『創成』をご覧くださいありがとうございます。アンケートにご協力をお願いいたします。ぜひ皆様のご感想をお聞かせください。 https://forms.gle/g9rcFUHufb3qeuwP9
---	--	---

■編集後記 広報委員長 松永幸大

今から40億年前の海で、生命は誕生しました。大人の人間の体重の50～65%は水です。今回の特集記事から、生命にとってなくてはならない水が、人間の社会の中で果たしている役割を改めて認識することができました。新領域創成科学研究科の先生方が、様々な分野の技術や知識を活用しながら、水と社会システムの諸問題に「学融合」を通じて解決策を見出そうとしています。この取り組みが、社会システムを改善し、さらには地球環境を救うことに繋がっていくことを願っています。朝の寝起きに水を一杯飲む時に、温かい水で満たされたお風呂に浸かっている時に、本特集記事を思い出して、水と社会の関わりに思いを巡らせて頂ければ幸いです。

発行日 / 2023年3月10日
 連絡先 / 東京大学大学院新領域創成科学研究科広報室
 〒277-8561 千葉県柏市柏の葉 5-1-5
 TEL: 04-7136-5450 / FAX: 04-7136-4020
 E-mail: info@k.u-tokyo.ac.jp

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: 松永幸大 (先端生命科学専攻)、委員: 杉本直昭 (物質系専攻)、小野亮 (先端エネルギー工学専攻)、青木翔平 (複雑理工学専攻)、尾田正二 (先端生命科学専攻)、中野和民 (メディカル情報生命専攻)、久保麦野 (自然環境学専攻)、小平翼 (海洋技術環境学専攻)、多部田茂 (環境システム学専攻)、小竹元基 (人間環境学専攻)、岡部明子 (社会文化環境学専攻)、マエムラユウオリバー (国際協力学専攻)、池田泉 (学術経営戦略支援室)
 ・広報室
 室長: 有馬孝尚 (副研究科長・物質系専攻)、吉戸智明、高田陽子、蘭真由子、隅田詩織、大元加瑞子

制作 / 株式会社ダイヤモンド・グラフィック社 (中山和宜、取材編集執筆: 古井一匡)
 デザイン・撮影 / bird and insect (桜屋敷知直、撮影: 桜屋敷知直、本田龍介、KAN DI side inc. (大木陽平))

Relay Essay

リレーエッセイ

クイーン×あいみょん×メタバースの前に

ある日、イギリスの伝説的ロックバンド、クイーンのフレディ・マーキュリーの伝記映画「ボヘミアン・ラブソディ」を観ました。

見せ場はロンドンのウェンブリー・スタジアムに7万人を集めて開催された20世紀最大のチャリティーコンサート「ライブアイド」のシーンです。

実際の撮影はこのスタジアムではなく、観客も数百人のデータをCG加工しているとのこと。

ただ、映像技術的なことはさておき、迫力満点でフレディのステージを自分のアバターとして投影して見入ってしまいました。

メタボな私でもそのときはスリムなフレディでした。「メタバース・ダイエット」の可能性を垣間見ました。

しかしながら、メタバースにすぎる前にまだ出来るがたくさんあります。環境学研究系では、ロックからクラシック、音楽まで音楽好きの有志が集いお酒や食べ物を楽しむ「プロムス」というパーティーを毎年秋に開催しています。「はま」さんの寿司屋台も大好評です。場所は環境棟1FのラウンジやFSホールを使うのですが、この数年はコロナ禍のため中止が続いており、幹事団の一人として屋外開催の可能性を勝手に考えています。

候補のひとつはキャンパス東端の総合研究棟中庭です。屋根つき階段ステージは開放的で大音響イベントも大丈夫そうです。最近、キャンパスの北東エリアに完成したラグビー場で、あいみょんのマリーゴールドを歌ってみました。

2022年11月、彼女が甲子園球場で4万5千人を前に弾き語りライブを成功させたのですが、そのときの気持ちが少し判りました。環境棟の裏に建築されるテンセグリティ*構造のドームもねらい目かも知れません。

※ tension(張力)と integrity(統合)を組み合わせた造語。

奥田 洋司 教授
OKUDA Hiroshi
人間環境学専攻



メタバース・ダイエット:フレディに自分を投影することで自然と小食になるとされる新しいダイエット法



2015年プロムス:環境学研究系を縦につなぐ音楽イベント



光や映像とのコラボが期待できそうな総合研究棟中庭の階段ステージ



ここはラグビーをする所です(電子版ではclickableになっています)