

2023. 3. 27掲載  
2023. 4. 18更新 (P84追加)

# 令和6(2024)年度 修士論文題目及び内容説明

## 広域システム科学系

## 修士論文題目および内容説明

論文題目：人工進化システムの開発

指導教員：池上高志○

内容説明：本研究室では、コンピュータ・シミュレーションやアンドロイドを用いた、人工実験的アプローチで、生命とはなにか、意識とはなにか、という問いにチャレンジしています[1,2]。また、ウェブデータや人を使った心理実験の解析を行うことで、ビッグ・データから帰納される新しい人工進化や意識の理論を作っています。これらに関わるすべてを研究対象とします。

これらに加えて、100万匹の鳥の構成論的シミュレーション[3]や、ハチやトラヒメナのビッグ・データの解析を通して、集合知の新しい視点を研究しています。あるいはシミュレーションされた巨大な群れやウェブデータの解析から、創発現象としての生命を考察したりしています。心理実験における主観的気づきの研究[4]も行っています。

テーマそのものよりも、アプローチの仕方や考え方に重きがあり、一緒に考えて実験していくという方針を取りたいと思います。ですからうちの研究室を志望する場合、自分で考えるのが好きで、コンピュータでの計算や解析が苦にならない人が向いています。

参考文献：

1. 池上高志、石黒浩、「人間と機械のあいだ：心はどこにあるのか」（講談社 2016）。
2. 岡瑞起ほか、「つくって動かす ALIFE：実装を通して人工生命モデル理論入門（2018，オライリー・ジャパン）
3. Ikegami T. et al. Life as an emergent phenomenon: studies from a large-scale boid simulation and web data, Phil.Roy.Soc. London A 28 D (2017) 1-15.
4. Kojima H. et al. A Sensorimotor Signature of the Transition to Conscious Social Perception: Co-regulation of Active and Passive Touch, Front. Psychol. 8 (2017) 1778.

連絡先：ikeg@sacral.c.u-tokyo.ac.jp

研究室ウェブサイト：<http://sacral.c.u-tokyo.ac.jp>

## 修士論文題目及び内容説明

論文題目: **超高精度アナログ波形伝送の研究**

指導教員: 齋藤晴雄 (居室 16 号館 228A)

### 内容説明:

内容説明: アナログ波形を正確に伝送することは計測分野や音響分野で重要であるが、重要性に比べて理解は十分に進んでいない。これには主に2つの理由がある。1つは24bit(さらに32bit)アナログデジタル変換器(およびその逆)が広く使用されているにもかかわらず、24bitすなわち1億分の6の精度での性能評価が困難なことである。2つは、正弦波でない変動するアナログ波形を解析する方法が確立されていないことである。

本研究では新しい手法により、上記2つの困難を解決して、従来にない超高精度アナログ波形伝送を実現することを目指す。これまでに上記1について、新たな手法を開発し、測定器の性能に制限されずに、出力側の誤差(電圧ノイズ、位相ノイズ、ジッター)を24bitに迫る高い精度で測定することに成功している。この結果は特に音響分野(オーディオ業界)の改革に繋がっていくと予想される。今後この手法を広く応用していくにあたり、未開拓の分野に積極的に挑戦できる院生を募集している。

出身学部、学科は問いません。見学歓迎します。お気軽にご連絡ください。

連絡先: [saitou@youshi.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:saitou@youshi.c.u-tokyo.ac.jp)

tel 03-5454-6548 (直通)

## 修士論文題目及び内容説明

### 論文題目： ポジトロニウムの研究

指導教員：齋藤晴雄(居室 16 号館 228A)

#### 内容説明：

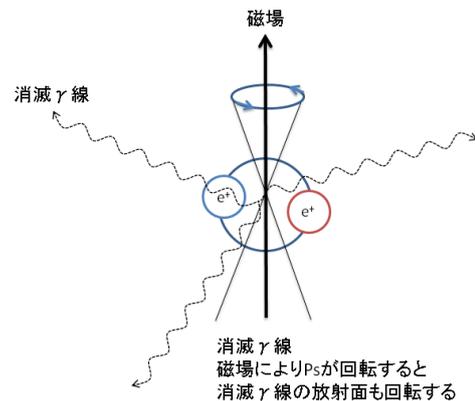
電子は身の回りの物質中に必ず存在しますが、実はその電子には双子の兄弟がいることが分かっています。それは陽電子(ポジロン)と呼ばれ、正の電荷(電子は負)を持つ以外の性質は全て電子と同じです。この陽電子と電子が出会うと、ポジトロニウムと呼ばれる結合状態が出来ます。これは水素より千倍も軽い「原子」です。電子と陽電子はそれぞれが「スピン」を持ち、磁気的には小さな棒磁石のようなものですが、この二つの棒磁石は量子力学的な存在であるため、ポジトロニウムには電子と陽電子のスピンの互いに平行な場合と反平行な場合の二種類のみが存在します。

このポジトロニウムは他の原子にはないユニークな性質を持っています。まず質量が水素原子の 1/1000 しかありません。箱の中に1個だけの原子を用意することは普通の原子ではとても困難ですが、ポジトロニウムであれば簡単にできます。生成すると飛び回ってスカッシュのボールのように壁と衝突を繰り返します。またしばらく(1ns-100ns 程度)たつと2本または3本のガンマ線になるので、ポジトロニウム自身には触れることなくその運動量や寿命などを測ることができます。これを用いて衝突過程の研究や、ガンマ線の研究を行っています。また磁場中のポジトロニウム回転を利用することで局所磁場測定法への応用を試みています。

また、最近では消滅ガンマ線のエンタングルメントや誘導消滅の理論研究に力を入れています。出身の学部学科は問いません。興味を持った方はお気軽に連絡してください。

齋藤教授連絡先 (居室は 16 号館 228A)

Email: [saitou@youshi.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:saitou@youshi.c.u-tokyo.ac.jp)



ポジトロニウムの歳差運動の模式図

論文題目：意識レベルと意識の座の理論予測と実験検証

指導教員：大泉匡史

内容説明：本研究室では「意識」（主観的な体験）にまつわる様々な問題を数学的な理論をもとに、解き明かすことを目標としています。例えば、夢を見ていない深い睡眠時に意識が失われてしまうのかはなぜか、視覚と聴覚のクオリアの違いは何によって決まるのか、脳の中の意識の場所はどこかといった問題です。現在の作業仮説として考えているのは、統合情報理論と呼ばれる理論です。統合情報理論は、意識の本質を「情報」にあると考え、情報の観点から意識を定量化する理論です（詳細は参考文献をご参照下さい）。

統合情報理論は、意識に関する最先端の仮説の一つで、これから様々な実験を通して検証していかなければならない理論です。本研究室では実験研究者との共同研究を通じて、理論の仮説を検証します。具体的には睡眠・麻酔時の脳活動データ、あるいは分離脳と呼ばれる脳梁（左脳と右脳をつなぐ神経結合）が切断された状況における脳活動データの解析などを行います。これによって、理論が睡眠や麻酔に伴う意識レベルの変化を正しく予測するかどうか、あるいは脳梁の切断に伴う意識の分離を正しく予測するかどうかなどを検証します。

検証を通じて、必要であれば理論を改訂し、ゆくゆくは新たな理論を創り出すことを目指します。従いまして、統合情報理論だけにこだわることなく、様々な観点から、広い視野を持って意識の問題に取り組んでいきます。意識研究はまだまだ新しい学問分野で、様々な問題が手つかずのままに残っています。こうした新しい分野で開拓精神をもって研究に取り組みたい方と、共に研究ができれば幸いです。ご関心がある方は、より詳しい内容を喜んでお話ししますので、大泉までお問合せ下さい。研究室見学も随時歓迎しています。

参考文献：

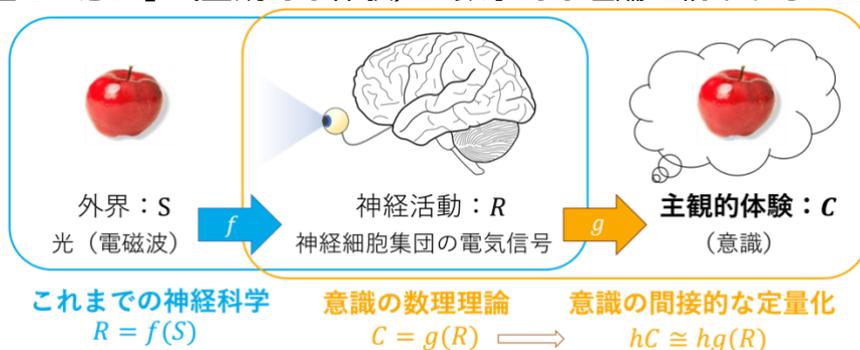
1. 大泉匡史 (2018) 統合情報理論から考える人工知能の意識, 人工知能学会誌, 33(4), 460-467.
2. 「デジタルカメラにも意識は宿る？」－意識の統合情報理論. 日常と非日常からみるこころと脳の科学トピック 26, 編集：宮崎真、阿部匡樹、山田祐樹, コロナ社.
3. 大泉匡史 (2014) 意識の統合情報理論, *Clinical Neuroscience*, 32(8), 905-912.
4. 大泉匡史, 土谷尚嗣 (2012) 温度計に意識はあるか？－意識レベルの定量化へ向けた理論と実践, *LiSA*, 19(4), 352-359.

連絡先：c-oizumi@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

研究室ホームページ：<https://sites.google.com/a/g.ecc.u-tokyo.ac.jp/oizumi-lab/>  
(参考文献は研究室ホームページ「日本語出版物」からダウンロード可能です。)

論文題目：意識の質の構造(クオリア構造)と脳活動との数学的な対応関係  
指導教員：大泉匡史

内容説明：本研究室は「意識」（主観的な体験）の数学的な理論を構築することを大きな目標としています。従来の神経科学では、外界の刺激  $S$  (例えばリンゴという視覚刺激) に対して、どのような脳活動  $R$  が生じるかという変換



則を研究してきました。この変換則を関数  $f$  を用いて、 $R=f(S)$  と書くと、関数  $f$  を明らかにすることが、従来の神経科学が主にやってきた研究であると言えます。一方、意識の理論が明らかにすべきなのは、神経活動  $R$  とそれによって生じる意識  $C$  との間の変換則  $g$ 、数式で書くとすれば  $C=g(R)$  という関係式です。

しかしながら、ここで重大な問題になるのは、意識  $C$  をどう定量化したら良いのかということです。我々が物を見た時、音を聞いた時に感じる主観的な体験の質は、他人に伝えることができない・言語化できない・定量化できないものと考えられてきました。しかしながら、発想を転換して、ある意識の質をそれ単体で特徴付けようとするのではなく、他の意識の質との関係性から特徴付けることは可能です。具体的には、「赤」は「ピンク」には似ているが、「青」には似ていないといった関係性、例えば類似度を定量化することは可能です。「赤」の意識の質と、他の可能な限り多くの意識の質との関係性を全て定量化することができれば、これは「赤」の質そのものと等価ではないにせよ、一つの側面を定量化していることとなります。私たちは様々な意識の質同士の関係性の総体を「クオリア構造」と呼んでいます。

本研究室では、上述の考え方に基づいてクオリア構造と脳活動とを結ぶ数学的な関係を調べようとしています(詳細は参考文献参照)。この研究は、クオリア構造を定量化するための心理物理実験と、それに対応する脳活動の計測実験を行う共同研究者と協力して行っています。意識の質(クオリア)という長年、科学的に明らかにされてこなかった未開の問題にチャレンジしてみたい方は、より詳しい研究内容を喜んでお話ししますので、大泉までお問合せ下さい。

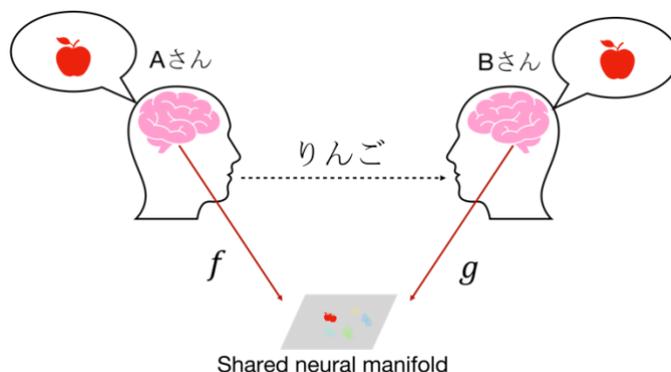
参考文献：大泉匡史 (2022) 意識の数理的な理論はどのように実験的に検証されるべきか？生体の科学, 73(1), 1-5. (研究室ホームページからダウンロード可)

連絡先：c-oizumi@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

研究室ホームページ：<https://sites.google.com/a/g.ecc.u-tokyo.ac.jp/oizumi-lab/>

論文題目：Think Communication の実現に向けた数理技術の開発  
指導教員：大泉匡史

内容説明：脳内の神経活動の中には、私たちの知覚、思考、感情など様々な情報が埋め込まれています。本研究室では、脳活動データから抽出した情報を脳と脳の間で直接伝達するテクノロジーを実現するための、数理技術の開発を行っています。



脳と脳との直接的なコミュニケーション(Think Communication)の実現には、単に個別の脳ごとに情報を読み取るだけでなく、異なる脳の間での情報の対応づけ、「翻訳」の技術が必要です。2つの脳活動の対応関係を取る方法は色々考えられますが、例えば、2つの脳活動で共通の低次元の空間(shared neural manifold)に射影して、その射影した空間で対応する活動がなるべく近くなるように「揃える」(alignment)という操作を行う方法があります。数学的には、AさんとBさんの対応する脳活動をそれぞれ $R_A, R_B$ 、共通の低次元空間への射影を $f, g$ とした時、 $f(R_A)$ と $g(R_B)$ の距離をなるべく小さくするようなalignmentをする行列 $Q$ を求める問題( $\min \|f(R_A) - kg(R_B)Q\|$ )になります。

上で説明した翻訳の方法は、異なる脳活動の間での対応関係の情報がある場合の基本的な方法ですが、あらかじめ対応関係が明らかでない状況で、2つの脳活動の間での「翻訳」を行いたいケースも存在します。この場合は、別の数学的な方法論が必要となります。近年、自然言語処理の分野で機械学習の技術(GAN(generative adversarial network)など)を適用することにより、2つの異なる言語の間で、単語の間での対応関係をあらかじめ与えずに、高性能の翻訳が実現できることが示されています。このような方法論を脳活動同士の「翻訳」にも援用することができるのではないかと考えています。

本研究室では、単に数理技術を開発するだけでなく、実験研究者との共同研究によって、脳活動データの解析によって新しい提案手法の実証も行っています。Think Communicationのような新規のBMI(Brain Machine Interface)の数理技術開発に興味がある方は、より詳しい研究内容を喜んでお話ししますので、大泉までご連絡ください。

連絡先: c-oizumi@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

研究室ホームページ: <https://sites.google.com/a/g.ecc.u-tokyo.ac.jp/oizumi-lab/>

Internet of Brains ホームページ: <https://brains.link/>

## 2024年度修士論文題目及び内容説明

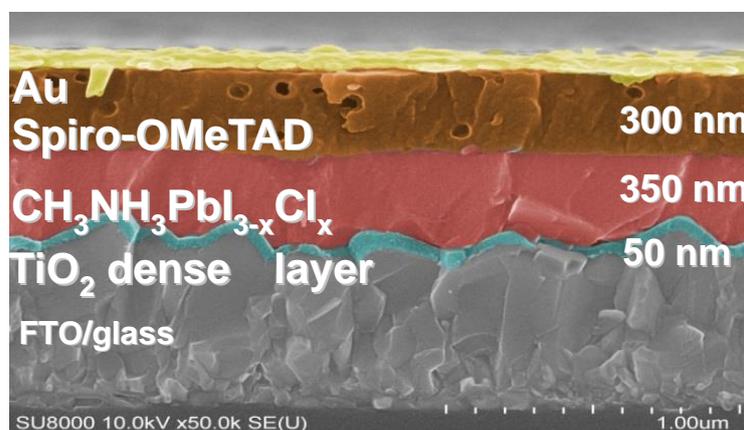
論文題目：ペロブスカイト太陽電池に関する研究

指導教員：○瀬川浩司（教授）、中崎城太郎（先端研特任准教授）、  
木下卓巳（講師）

○印主指導教員)

内容説明：

太陽光発電は、立地による制約が少ない再生可能エネルギーとして、日本では今後さらに導入が進むと予想される。しかしながら既存のシリコンを素材とする太陽電池を用いた場合、設置場所の問題や製造過程のエネルギーやコストなどの問題がある。これに対し、塗布プロセスを使い低コストで製造可能な超高効率次世代太陽電池として「ペロブスカイト太陽電池」が大きな期待を集めている。われわれは、有機金属ハライドペロブスカイトを用いた高性能太陽電池の研究を進め、セルで24.4%、ミニモジュールで20.7%の高い光エネルギー変換効率を実現している。本課題では、有機金属ハライドペロブスカイト太陽電池の一層の高性能化に向けて、超格子構造を含む新規材料設計、タンデムを含むデバイス製作、励起子物性解析、X線結晶構造解析などを組み合わせた研究を行う。



高効率の有機金属ハライドペロブスカイト太陽電池の断面構造。

## 2024年度修士論文題目及び内容説明

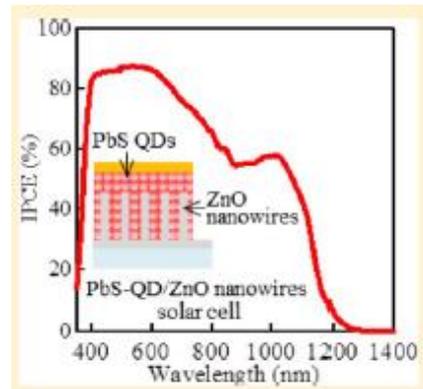
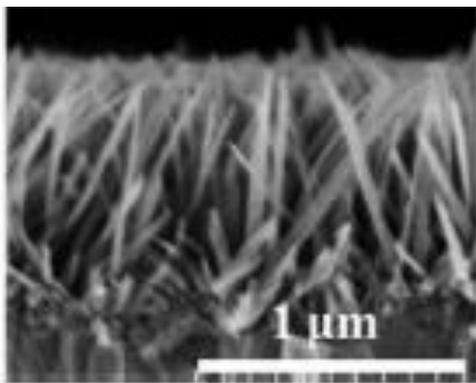
論文題目： **量子ドット太陽電池に関する研究**

指導教員： **久保貴哉（先端研特任教授）、○瀬川浩司（教授）、**

**（○印主指導教員）**

内容説明：

次世代の高性能太陽電池として、「量子ドット太陽電池」が注目されている。しかしながら既存の量子ドット太陽電池の製造には大変大がかりな製造装置が必要になる。これに対し、われわれは、塗布プロセスを用いて低コストで製造可能な量子ドット太陽電池を研究している。具体的には、溶液プロセスで作る半導体ナノワイヤーと、コロイド状半導体量子ドットを用いた有機無機ハイブリッド太陽電池である。本課題では、この太陽電池の高性能化を研究する。



半導体ナノワイヤーの構造（左）と、半導体量子ドット／半導体ナノワイヤーを用いた太陽電池の光電変換特性（右）

## 2024年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： **蓄電機能内蔵太陽電池に関する研究**

指導教員： **○瀬川浩司（教授）、中崎城太郎（先端研特任准教授）、久保貴哉（先端研特任教授）、内田聡（先端研特任教授）**  
(○印主指導教員)

内容説明：

太陽光エネルギーを利用する太陽電池は、暗所では使えないという大きな欠点がある。一方最近、有機色素と多孔性酸化チタンを用いて低コストで製造可能な「色素増感太陽電池」が発表され、既存の太陽電池に替わるものとして大きな期待を集めている。われわれは、この色素増感太陽電池に蓄電電極を組み込み、光エネルギーを電気の形で太陽電池自身に蓄えてしまう新型色素増感太陽電池の開発に成功した。この蓄電機能内蔵太陽電池は、出力の安定化が可能で、国内の新聞、雑誌、テレビ、ラジオにも取り上げられ注目を集めている他、海外でも多数の報道がなされている。本研究では、量子効率と充放電容量の向上、モジュール化、小型化などを進め、IoTデバイスに向けたユビキタスエネルギーハーベスト電源の実現に向けた基礎研究を行う。



蓄電機能内蔵太陽電池のデザインパネル（左）とその応用例（右）。太陽光発電と蓄電が可能。

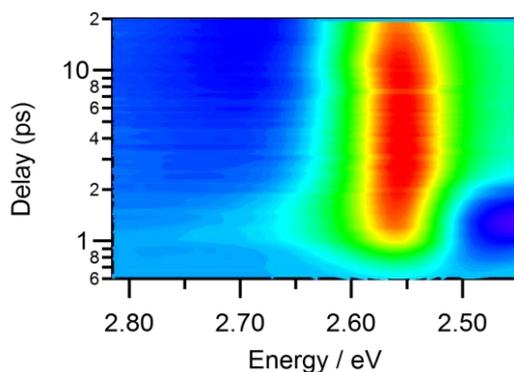
## 2024年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： **多励起子生成などの励起子制御材料に関する研究**

指導教員： **○木下卓巳（講師）、瀬川浩司（教授）**  
(○印主指導教員)

内容説明：

励起子とは、半導体が光励起した際に生じる伝導電子と正孔がクーロン相互作用によって引き寄せあった電荷対である。固体材料における励起子の制御は、高効率の太陽電池や発光素子をデザインする上で重要である。近年、一重項分裂などのメカニズムを利用した多励起子生成や励起直後の光キャリア(ホットキャリア)に関する物理化学が重要視され始め、これらを効率よく実現できれば、今の太陽電池のエネルギー変換効率を 2-3 倍以上向上させられるほか、非常に効率の良い白色発光素子を作ることができる。しかしながら、具体的な材料設計や実証例は少ない。本研究では、時間分解分光や光電子分光等を利用して物質内に生じる励起子の特性を明らかにすると共に、材料設計を通じてこれまでにない新しい励起子制御の実現を目指す。



(左)時間分解分光測定によるホットキャリアの観測例 (右)赤色レーザー励起による金属ハライドペロブスカイトの青色発光

## 2024年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： **近赤外光子アップコンバージョンに関する研究**

指導教員： **○木下卓巳（講師）、瀬川浩司（教授）**  
(○印主指導教員)

内容説明：

近年、太陽光発電をはじめとする再生可能エネルギーの導入拡大に向けた開発が国際的に進んでいる。太陽光は可視から近赤外の広帯域にエネルギーをもつため、半導体の光吸収時に熱緩和による損失と光吸収損失により 70%以上のエネルギーを失う。このエネルギーロスの削減に向け、本研究課題では太陽光発電で利用できない近赤外光のアップコンバージョンを目指す。近年では、励起三重項状態を利用した三重項-三重項消滅 (Triplet-Triplet Annihilation, TTA) によるアップコンバージョンが低励起密度で容易に実現できることから幅広く注目を集めている。この機構では、物質の励起三重項状態生成に交換エネルギーによる損失が伴うため、ポテンシャルエネルギーのシフトアップ量は励起エネルギーに対して大きくなることが欠点である。本研究課題では当研究室で独自に開発された近赤外光吸収により励起三重項状態を直接生成するスピン反転遷移(S-T 遷移)を示す物質を応用し、高いシフトアップが期待できる新たな近赤外光アップコンバージョン系の構築を目指す。

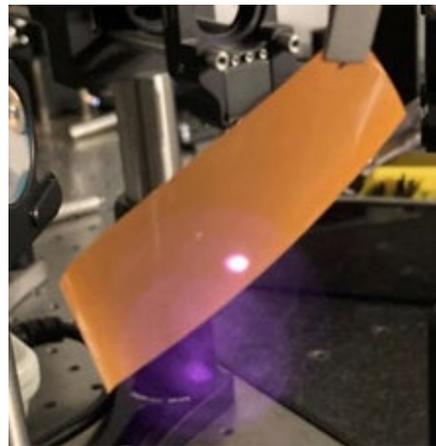


図. 固体フィルムにおける近赤外アップコンバージョン. 当研究室で開発された S-T 遷移を示す金属錯体色素をドナーとしてポリマーフィルムへ添加し、同時に適切なアクセプターを導入することにより近赤外光で励起された部分が可視光で発光している。

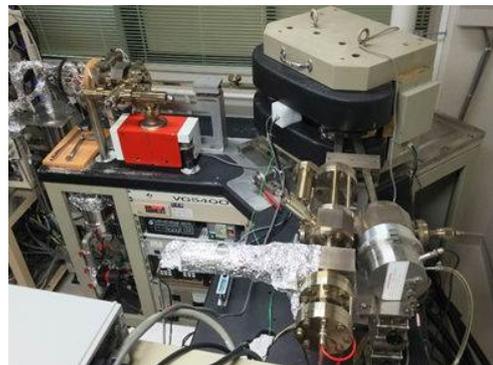
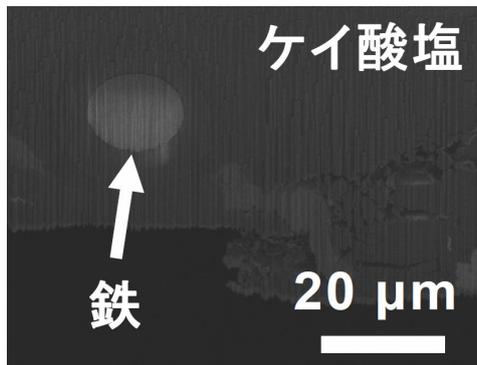
## 2024年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： **地球深部の希ガスの分配挙動に関する研究**

指導教員： **○角野浩史（教授）**  
（○印主指導教員）

内容説明：

地球深部から上昇したマグマ中の希ガスの同位体比は、比較的浅いマントルに由来する中央海嶺のマグマと、より深部に由来するホットスポットのマグマで異なり、始原的同位体に富む地球化学的リザーバーが、数十億年以上にわたりマントル対流から隔離されつつマントルの底付近に存在してきた証拠と考えられている。その一方でさらに深部の、地球中心に存在する核にどのような同位体比をもつ希ガスが、どれだけの量で存在しているかは全く分かっていない。そこで本研究では、レーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセルなどを用いた超高温高压実験により、かつて地球深部で起こった核（鉄-ニッケル合金）-マントル（ケイ酸塩）の分離を再現し、微小な回収試料に含まれる極微量の希ガスを、レーザー顕微アブレーション装置と超高感度希ガス質量分析計を用いて定量することで、核が始原的な地球化学リザーバーとなり得るかを明らかにする。



(左)レーザー加熱ダイヤモンドアンビルセル中で希ガスを溶かし込んだ鉄とケイ酸塩試料と (右) 超高感度希ガス質量分析計。

連絡先：sumino@igcl.c.u-tokyo.ac.jp

研究室ホームページ：https://www.igcl.c.u-tokyo.ac.jp/

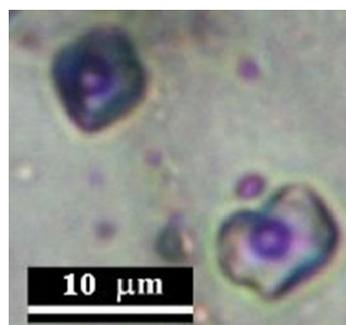
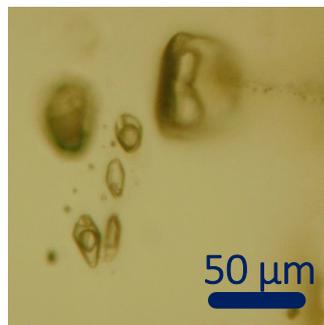
## 2024年度修士論文題目及び内容説明

論文題目： **マントルにおける水循環に関する研究**

指導教員： **○角野浩史（教授）**  
（○印主指導教員）

内容説明：

地球を生命の星たらしめているのは、海洋や河川水、雨などの姿で惑星表層に存在している水であるが、地球内部のマントルにも水は存在し、マントル中の岩石の融点を下げマグマを発生させたり、破壊強度を変化させ地震を発生させるなど、表層にも影響を及ぼす地球ダイナミクスの変化に重要な役割を果たしている。固体地球の表層をなすプレートどうしが衝突し、一方がマントルへと沈み込むと、そのプレートとともにマントルへと水が持ち込まれ、日本のようなプレート沈み込み境界（沈み込み帯）における火山活動を引き起こしていると考えられている。しかし具体的にどのような物質が水を輸送し、またどのような過程でマントルへと水を供給しているかは明らかになっていない。希ガスとハロゲン（フッ素、塩素、臭素、ヨウ素）は水への親和性が高く、地球表層と深部でそれぞれ異なる元素あるいは同位体組成を示すことから、地球内部に沈み込んだ水のよいトレーサーとなる。そこで本研究では、ダイヤモンドやかんらん岩、蛇紋岩、エクロジャイトといったマントル深部に由来する岩石・鉱物中の流体包有物に含まれる極微量の希ガスとハロゲンを分析し、マントルにおける水の循環過程を明らかにする。



カムチャッカ半島・アバチャ火山産のマントルかんらん岩（左）と四国三波川変成帯産のエクロジャイト（右）に含まれる、水を主成分とする流体包有物。

連絡先： [sumino@igcl.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:sumino@igcl.c.u-tokyo.ac.jp)

研究室ホームページ： <https://www.igcl.c.u-tokyo.ac.jp/>

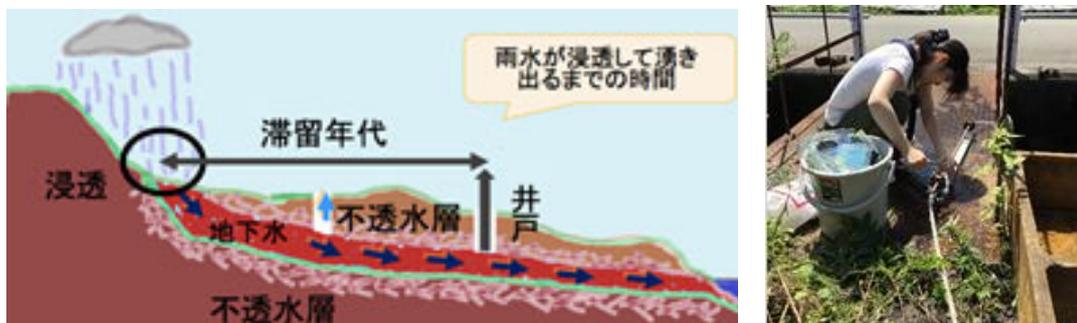
## 2024年度修士論文題目及び内容説明

### 論文題目： トリチウム-3 ヘリウム年代測定による地下水流動系に関する研究

指導教員： ○角野浩史（教授）  
（○印主指導教員）

内容説明：

水資源として貴重な地下水が、どこを水源として、どのような流路と時間を経てその利用地域で流出するかを明らかにする上で、地下水の滞留年代が鍵となる。滞留年代は短寿命の放射性同位体などを用いて求められるが、なかでもトリチウム-3 ヘリウム法 ( $^3\text{H}-^3\text{He}$  法) は、水素の放射性同位体である  $^3\text{H}$  と、それが半減期 12.3 年で壊変して生じる  $^3\text{He}$  の両方を測定することで、信頼性の高い滞留年代だけでなく、水の起源を制約する初期  $^3\text{H}$  濃度も同時に得られる有用な手法である。本研究では  $^3\text{H}-^3\text{He}$  法を軸に、さまざまな同位体・年代トレーサーから得られる情報を網羅的に解析し、地下水循環を明らかにする手法を確立する。さらに 2011 年の東京電力福島第一原子力発電所の事故による放射能汚染が懸念される福島県内や富士山周辺、伊豆大島などの地下水を研究対象として、その手法を応用し、現在・将来の水資源利用の安全性や利用可能な水の量に関わる知見を得ることを目的とする。



地下水流動系の模式図（左）と試料採取の様子（右）。

連絡先：sumino@igcl.c.u-tokyo.ac.jp

研究室ホームページ：https://www.igcl.c.u-tokyo.ac.jp/

## 2024年度修士論文題目及び内容説明

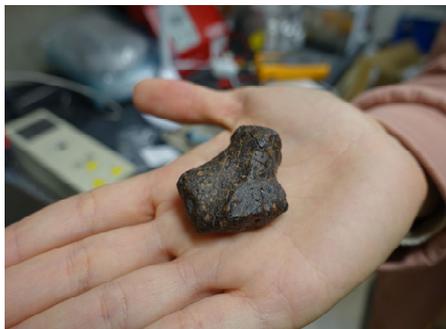
論文題目： **隕石の希ガス分析による初期太陽系物質進化の研究**

指導教員： **日比谷由紀（助教）、○角野浩史（教授）**  
(○印主指導教員)

内容説明：

我々が存在している地球、そして太陽系はどのような環境で誕生して、どのような変遷を経て、現在の姿に至ったのか？このような課題に向き合うためには、初期太陽系の物質進化情報を現在に至るまで保存している隕石を対象試料として、同位体学的・化学的にその情報を読み解く必要がある。本研究では、我々が地球上で入手できるあらゆる隕石試料を扱い、原始惑星系円盤における固体の形成、微惑星の形成、そして地球の形成に至るまでの進化過程を、希ガスを始めとした同位体比分析および年代測定により読み解くことを目的とする。

具体的な研究テーマは、「放射性核種の起源から読み解く太陽系誕生環境の解明」「太陽系最初期の固体物質の形成・輸送過程の解明」「地球に水をもたらした小惑星の熱源の解明」「地球の材料となった物質の起源の解明」などである。



(左) 地球に水をもたらしたとされる種類の小惑星から飛来した隕石と  
(右) 原始地球のイメージ図 (smithsonianmag. com)

連絡先： [yuki-hibiya@igcl.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:yuki-hibiya@igcl.c.u-tokyo.ac.jp)

研究室ホームページ： <https://www.igcl.c.u-tokyo.ac.jp/>

## 修士論文題目および内容説明

論文題目：

葉緑体と核の細胞内コミュニケーション

指導教員：○増田建、清水隆之

(○印主指導教員)

内容説明：

細胞内共生により誕生した植物の葉緑体は、その多くの遺伝子が核ゲノムにコードされており、核が葉緑体機能の制御を行っています。一方、葉緑体からもシグナルを出して、核コードの葉緑体遺伝子の発現を調節することが知られています。そのシグナル伝達機構の実態は30年以上明らかになっていませんが、私たちは独自の解析により、関係すると考えられる情報伝達因子の同定に成功しました。本研究では、これら情報伝達因子の機能を明らかにすることで、葉緑体と核のコミュニケーションのメカニズムを明らかにすることを目標とします。現在想定されている研究テーマを以下に挙げますが、関連するテーマであればこれに限りません。用いる手法は、生化学や分子生物学的手法が中心です。実験に必要な技術については研究室配属後、随時指導します。

- ・ 葉緑体局在シグナル伝達因子の機能解析
- ・ シグナル伝達因子の輸送に関わるトランスポーターの機能解析
- ・ 核におけるエピジェネティック制御に関わる因子の機能解析

連絡先：ctmasuda@fye.c.u-tokyo.ac.jp/

研究室 Web ページ：http://webpark1435.sakura.ne.jp/

## 修士論文題目および内容説明

論文題目：

可塑的な葉緑体形成機構の解析

指導教員：○増田建、清水隆之

(○印主指導教員)

内容説明：

私たちは植物が光合成を行う葉緑体形成について研究しています。植物の色素体は葉では光合成を行う葉緑体に、根では白色のアミロプラストに分化しています。しかしその分化は可塑的であり、根のような白い従属栄養器官でも緑色で光合成能力を持つ葉緑体を作り出す潜在能力があると考えられています。私たちは、この根での葉緑体分化に、植物ホルモンと光のシグナル伝達の両方が関与していることを見出しました。本研究では、この葉緑体分化のメカニズムについてさらに研究を進めることで、葉緑体形成の分子機構を明らかにするとともに、光合成機能を利用した新しい作物の開発を応用することを目指しています。主な手法は植物の分子遺伝学、分子生物学、生理学が中心です。実験に必要な技術については研究室配属後、随時指導します。興味のある方は、下記のホームページおよび論文をご覧ください。

連絡先：ctmasuda@fye.c.u-tokyo.ac.jp/

研究室 Web ページ：http://webpark1435.sakura.ne.jp/

## 修士論文題目および内容説明

論文題目：

ポリスルフィド化を介した新規シグナル伝達機構

指導教員：○増田建、清水隆之

(○印主指導教員)

内容説明：

私たちは、低分子化合物やタンパク質のポリスルフィド化を介した新規シグナル伝達機構を研究しています。近年、多くの生物にとって毒物である硫化水素が、細菌からヒトにおける様々な生物において、生理機能の制御に関わることがわかってきました。このシグナル伝達において、硫化水素自身がシグナル分子の本体ではなく、活性イオウ分子種と呼ばれる、ポリスルフィド化されたイオウ含有分子種がシグナル分子の実体であると考えられています。しかし、本シグナル伝達に関わる因子の詳細な分子機構や活性イオウ分子種の代謝経路については、ほとんど明らかになっていません。本研究では、以下に示すアプローチにより、ポリスルフィド化を介した新規シグナル伝達機構の全容解明を目指します。

1. 私たちは、紅色光合成細菌から新規ポリスルフィド応答性転写因子を同定し、その分子機構を明らかにしました。本転写因子によって転写制御を受ける遺伝子について、ポリスルフィド化シグナル伝達との関連を調べます。
2. ポリスルフィド化シグナル伝達の研究は、もっぱら細菌や動物で行われています。植物を研究材料とすることで、新しい知見の獲得を試みます。

連絡先：ctmasuda@fye.c.u-tokyo.ac.jp/

研究室 Web ページ：http://webpark1435.sakura.ne.jp/

## 修士論文題目および内容説明

**研究題目：**生物社会システムの多様性理解とそれらに通底する普遍性探究

**指導教員：**○土畑 重人

**キーワード：**進化生態学，行動生態学，自律分散システム，社会性昆虫

**内容説明：**

当研究室では、主に昆虫を研究対象とし、協力や競争、搾取や寄生に至るさまざまな種内・種間相互作用を研究しています。個々の相互作用を具体的・実証的に解き明かすとともに、それらの相互作用を広義の「生物社会システム」としてとらえることを試みます。そして、この抽象化作業によって、一見異なるシステムの間に見られる意外な共通性から新たな実証研究への気づきを得ることを目指します。この抽象化作業を数理的に表現することを含めて、最終的には生物階層や時間スケールを越えた、生命科学的、システム科学的な普遍性に到達することを目標とします。

指導教員は進化生態学・行動生態学などのマクロ生命科学を専門としており、フィールド調査と併せて室内実験も可能な昆虫が主な対象生物です。例えば、社会性昆虫における公共財ジレンマ現象の実証 [1] をはじめ、生物社会システムを支える**協力・非協力行動の進化**を主要研究テーマとしています。また、個体トラッキングに基づく群れ行動の進化・生態学的理解の深化 [2] や、社会性昆虫を模倣した群ロボットの構成論的研究 [3] など、計算生物学者やロボット工学者との学際的研究も推進しています。

研究室で用いる実証的な手法は、必要に応じて、対象生物の野外サンプリングから、実験室内での定量的行動観察、集団遺伝学や分子生態学のラボワークまでを含みます。データ解析のための統計学的手法や、現象を数理的に表現する手法については、必要に応じて習得していきます。純粹な数理的・計算機的アプローチも歓迎します。個別の現象に普遍性を見抜く科学の道に王道はありません。より詳しい内容についてご関心がある方は、土畑までお問い合わせ下さい。

**参考文献：**

- [1] Dobata S, Tsuji K (2013) Public goods dilemma in asexual ant societies. PNAS 110 (40): 16056-16060.
- [2] Mizumoto N, Abe MS, Dobata S (2017) Optimizing mating encounters by sexually dimorphic movements. J. R. Soc. Interface 14 (130): 20170086.
- [3] Fujisawa R, Ichinose G, Dobata S (2019) Regulatory mechanism predates the evolution of self-organizing capacity in simulated ant-like robots. Commun. Biol. 2: 25

**連絡先：**dobata@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

**個人ホームページ：**<https://sdobata.net>

# 修士論文題目および内容説明

論文題目：原生代の環境変動と真核生物進化

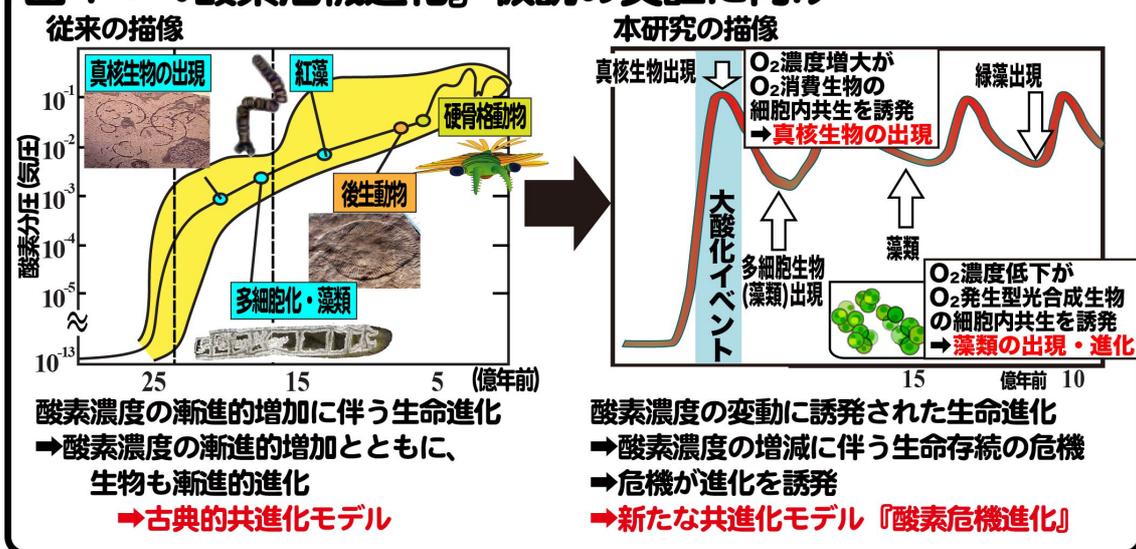
指導教員： 小宮 剛

内容説明：

これまで、原生代（25~5.4億年前）は、最初と最後の時代には全球凍結と呼ばれる地球表層環境に多大な影響を及ぼしたイベントが起きたものの、その間の時代は大きな環境変動もなく、生物進化も停滞した時代であったと考えられてきた。実際に、従来の研究では化石の産出量や多様性も少なく、顕著な生物進化の証拠が得られていなかった。その原因として、この時代を通じて、海洋が栄養塩に乏しく、大気酸素濃度が低かったからであると考えられてきた。

本研究の目的は、新たに過去の大気酸素濃度や海洋組成を推定する手法を開発して、この時代の海洋組成と大気酸素濃度変動を推定することである。従来の研究ではこの時代の酸素濃度は常に低い状態が続いていたとされているが、私たちの予察的な研究によって大気酸素濃度は大きく変動していたことが得られ始めている。また、これまでの研究では大気酸素濃度の上昇が生命進化を引き起こしたとされてきたが、私たちはそのような変動が生命進化を惹起したと考えている。

図1：『酸素危機進化』仮説の実証に向け



連絡先: komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp

<http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html>

# 修士論文題目および内容説明

## 生命の起源と初期生命を読み解く

### 題目 ①生命の起源と生命と表層環境の初期共進化解読

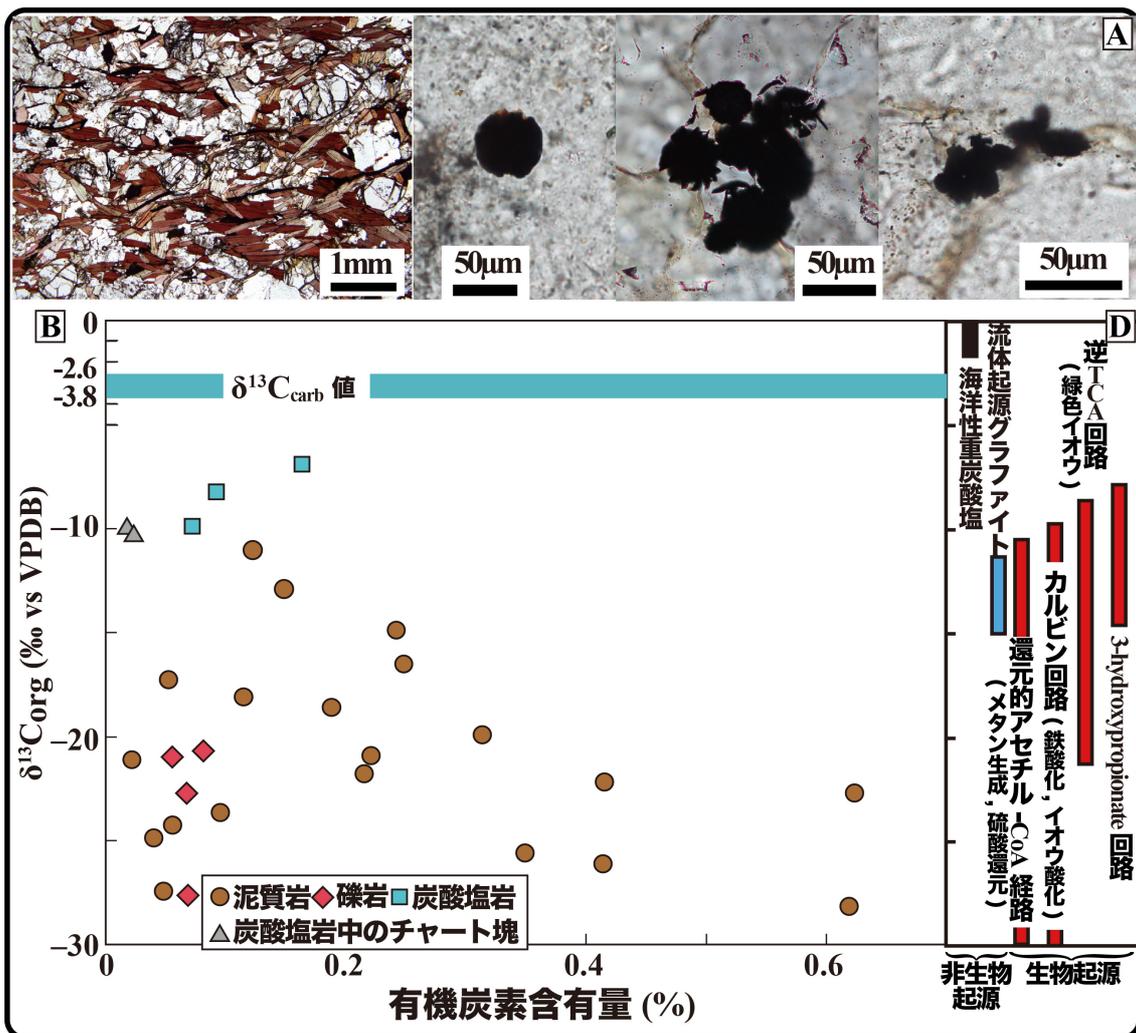
指導教員：小宮 剛(komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp)

内容説明：<http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html>

①最近、私たちがカナダ・ラブラドル地域で発見した現存する最古の生命の証拠とされる有機物（下図）を、LA-ICP-MSやシムスを用いて局所鉄同位体や硫黄同位体分析をすることによって、この最古の生命化石がどのような生物に由来するのかを特定する。

②そうした生命が生息していた場で堆積した堆積岩の組成から、生息場の環境条件を推定する。

③上記の結果を組み合わせて、初期生命と表層環境の共進化を明らかにする。



# 修士論文題目および内容説明

## 地球最古物質の研究

- 題目 ①地球最古の地質体の年代分布（地質学）  
 ②初期地球進化（マグマオーシャン、隕石重爆撃、核形成など）の解明（超高精度地球化学分析）  
 ③地球最古の鉱物中の包有物の化学組成分析（ナノ鉱物学）  
 ④地球最古マントル物質の白金元素含有量の高精度定量分析とRe-Os同位体分析

指導教員：小宮 剛(komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp)

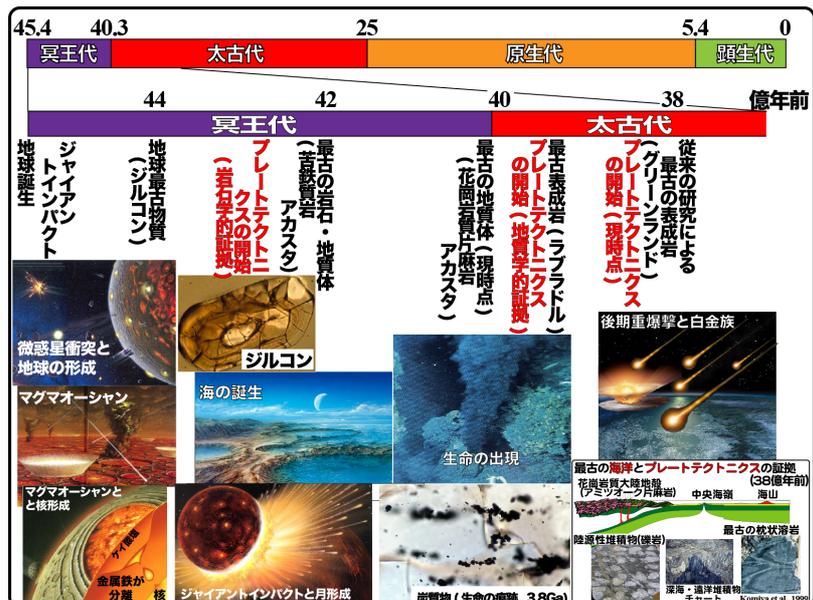
内容説明：<http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html>

①カナダ・ラブラドルのサグレック岩体の岩石中の鉱物の年代測定を行い、この地域に地球で最古の岩石が存在することを実証するとともに、冥王代と呼ばれる地球最初期の進化を明らかにする。私たちは、世界最古の表成岩を発見したので、その化学分析から初期地球進化を解読する。

②消滅核種の同位体系<sup>146</sup>Sm-<sup>142</sup>Ndや<sup>182</sup>W-<sup>182</sup>Hfの分析法を開発し、地球最古（カナダ・ラブラドル、カナダ・アカスタ片麻岩、グリーンランドなど）の岩石に応用し、初期地球（46~42億年前）の情報（マグマオーシャン、隕石重爆撃、核形成）を読み解く。

③現在地球に残された最古の鉱物は44億年前の年代を持つジルコンとよばれる鉱物で、それは西オーストラリアに産する。また、グリーンランド、アカスタ片麻岩、ラブラドルや南アフリカの堆積岩にも40億年前以上の古い鉱物が存在する。この鉱物の年代をLA-ICP-MSで測定するとともに、鉱物中の包有物をナノシムスやFE-SEMを用いて、ナノスケールで分析し、最古鉱物の成因を解明するとともに当時の地球環境を調べる。そして、生命誕生時の地球環境を探る。

④地球最古のマントル物質の白金元素含有量やRe-Os同位体分析を行い、核形成や生命誕生期頃に相当する隕石重爆撃イベントの解明を進める。



# 修士論文題目および内容説明

## 初期生命進化解読と初期地球の表層環境解読

- 題目 ①世界最古の堆積岩から炭質物を探し、その炭素、窒素、硫黄などの同位体を分析する。
- ②炭質物と共存する硫化物などの鉄同位体を分析し、最古の鉄酸化や還元バクテリアの証拠を検出する。
- ③最古や地球史を通じた炭酸塩岩の化学組成から、初期地球や地球史を通じた表層環境（海洋組成や酸化還元）を解読。

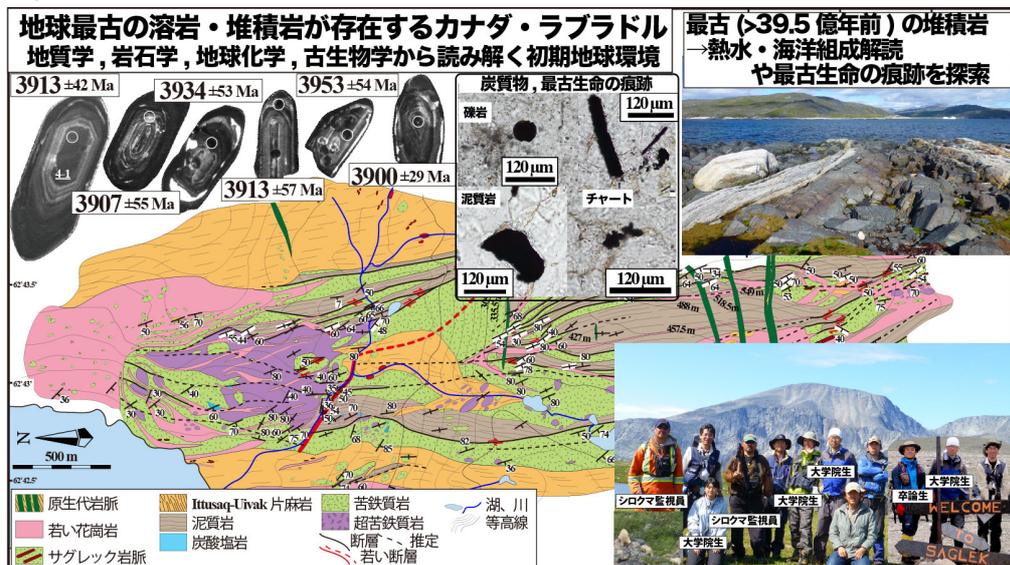
指導教員：小宮 剛 (komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp)

内容説明：<http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html>

(1) 最古の堆積岩（39億年前）中の炭質物の炭素同位体やそれに伴う硫化物の鉄同位体などから初期生命の特徴（炭素固定や代謝など）を読み解き、生命の起源や初期進化を推定する。

(2) 生命は38億年前頃出現し、27億年前後には酸素発生型光合成生物の出現、19億年前頃には真核生物の出現と段階的に進化してきた。しかし、その後、後生動物の出現までおよそ13億年もかかっており、その原因はいまだ未解明である。多細胞動物の活動には豊富な酸素を必要とする為、海水中の酸素濃度の上昇が後生動物の出現を引き起こしたと一般的に考えられてきた。しかし、これまでの研究では、海水中の酸素濃度を詳細に推定した研究は無く、海水酸素濃度の上昇が生命進化を促進した証拠は得られていない。

そこで、本研究では炭酸塩鉱物中の希土類元素や遷移元素とリン濃度を分析することによって、地球史を通じた海洋の酸素濃度と栄養塩濃度の変遷を読み解き、栄養塩濃度（例えば、P（全生物）やNi（メタン生成菌）、Fe, Cu（シアノバクテリアや藻類などの光合成生物）など）の変化が生成進化に与えた影響を推定する。



# 修士論文題目および内容説明

## 後生動物出現の原因の解明と初期進化解読（動物出現期からカンブリア大爆発まで）

### 題目 ①最古動物胚化石の化学分析と3D観察

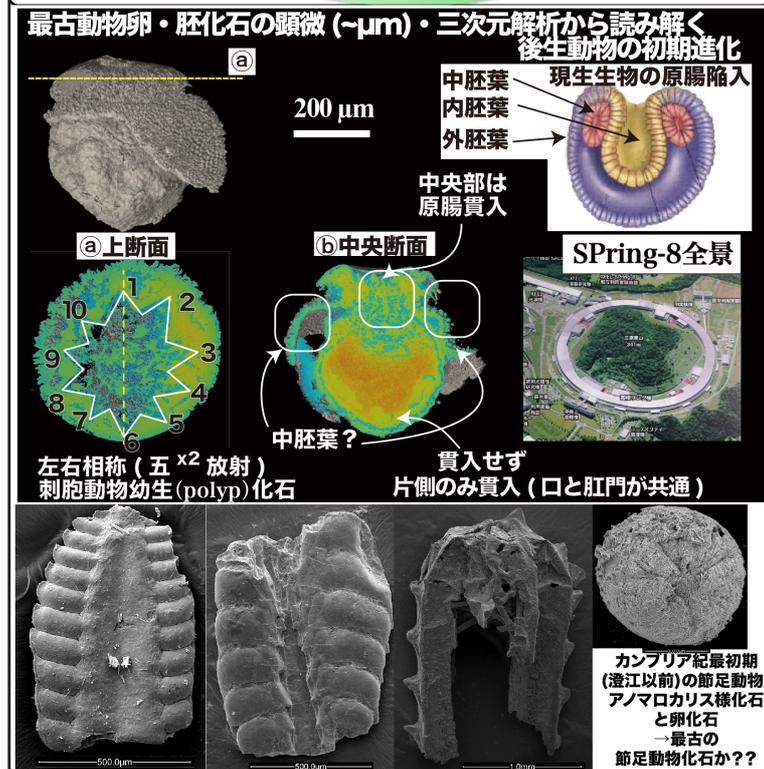
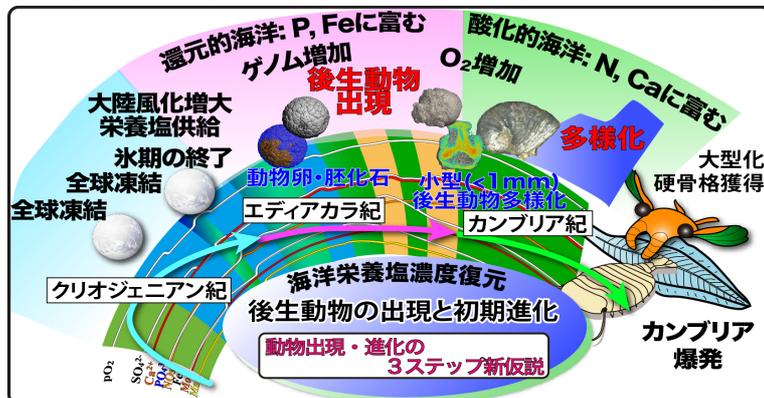
### ②全球凍結後の環境変動と後生動物出現と進化の原因の解明

指導教員： 小宮 剛 (komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp)

内容説明：<http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html>

(1) 最古の後生動物化石は約6億年前の南中国の瓮安で発見され、動物出現の原因を解明する手がかりとして注目されてきた。しかし、従来の研究では、化石の形状観察のみが着目されてきたが、最古の動物化石は現生生物との差異があまりに大きい為、同定が難しく、研究が滞っているのが現状である。私たちは、3次元観察と化学分析から化石の起源を推定する独創的な研究手法を創成し、その方法を最古の動物化石に適用する研究を進めている。研究は世界最大級の放射光施設であるSPring-8などの最新の分析機器を用いて行なわれる。

(2) 私たちは全球凍結からカンブリア紀初期までの浅海域に堆積した堆積物の掘削を世界で初めて行ない、当時の環境変動を解読する研究を進めてきた。本研究では、掘削試料の炭素、酸素、Sr同位体を分析し、当時の表層環境（生命活動、海水温度、栄養塩濃度）を解読する。推定された表層環境変動と生命進化とを対比し、生命進化の原動力を推定する。



# 修士論文題目および内容説明

論文題目：地球と生命の共進化解読

指導教員： 小宮 剛

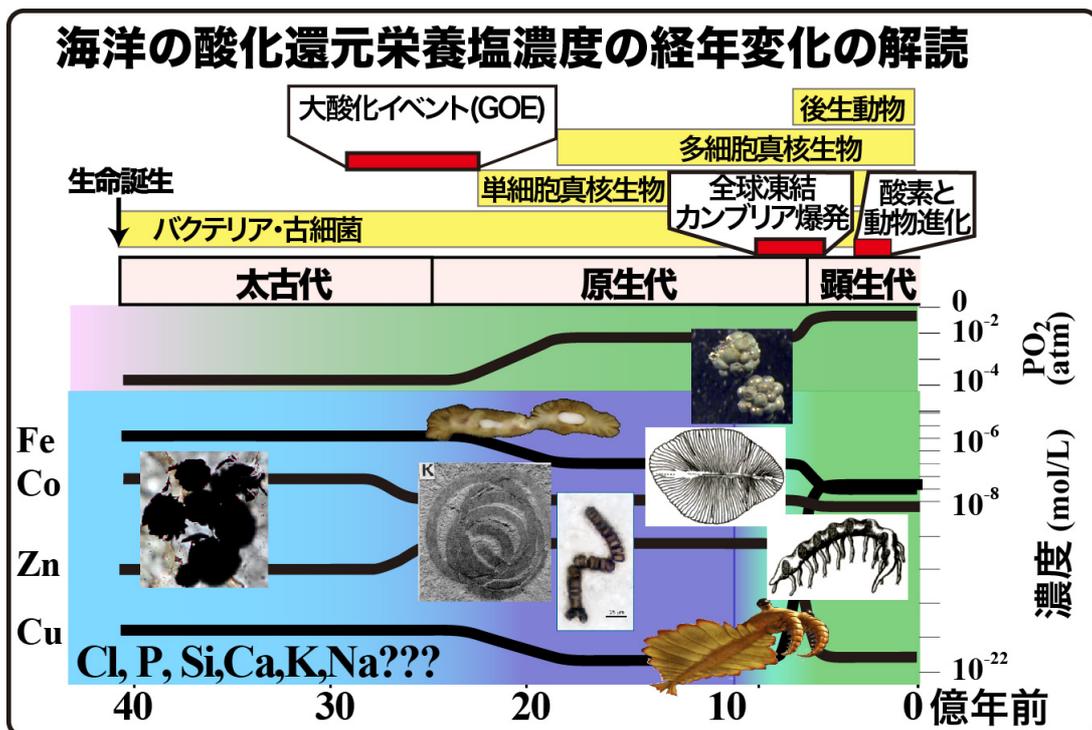
内容説明：

酸素発生型光合成生物の出現以来、地球表層には酸素が蓄積され、還元的な環境から酸化的な環境へと変化した。それに適応して、嫌気性の生物から、好気性の生物へと主たる表層の生物も変化した。一般に、酸素の増加はコラーゲンやセルロースなど多細胞化に必須とされる生体分子の合成を可能とし、また、効率的にエネルギーを作ることに繋がるため、生物の大型化など進化を促進させるとされる。一方で、海洋中の生命必須元素の生物利用可能濃度を大きく変化させるため、生物の絶滅を引き起こすことも予期される。

本研究では、海洋中の生命必須元素濃度の経年変化を推定し、それと生物のゲノム進化とを対比させることで、地球表層環境の変化が生命進化にどのような影響を及ぼしたのかを読み解く。

連絡先: komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp

<http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html>



## 修士論文題目および内容説明

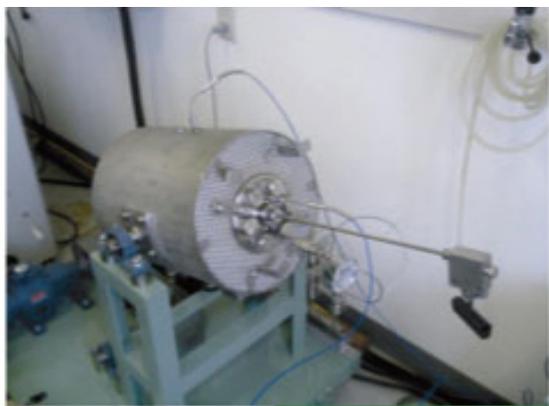
**論文題目：生命生息環境の再現実験と生命の起源**

指導教員： 小宮 剛 (komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp)

内容説明：

深海熱水は生命が出現した有力候補として、広く知られている。そのため、初期地球の熱水環境を研究するため、大西洋やインド洋の深海熱水地域の掘削や潜水艇による調査が日本のみならず多くの国でされてきた。しかし、これらの研究は多大の費用がかかることや面的な調査は不可能で、点での調査しかないといった問題点がある。それに加えて、現在の大気・海洋は酸素に富み、二酸化炭素に乏しいため、生命が出現した無酸素・超高濃度二酸化炭素環境とは異なるといった指摘もあるが、その点を考慮した研究は極めて乏しい。

本研究では、初期地球の熱水場を、高温フロー型熱水循環装置を用いて、実験室で再現し、生命の起源に探る。



連絡先: komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp

<http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html>

## 修士論文題目および内容説明

論文題目: 水の変遷に伴う月の進化史の解明

指導教員: 鹿山雅裕 ○小宮剛(主指導教員)

居室: 16号館821A メールアドレス: kayama@ea.c.u-tokyo.ac.jp

内容説明: 月を対象とした昨今の研究成果により, 月の水に関連する様々な痕跡が発見されている。例えば, 月の衛星探査機(LCROSS や Chandrayaan-1 など)により月の南極において数から数十%にも及ぶ氷が観測されており, アポロ試料や月隕石の水分析からも火山, 太陽風及び小惑星・彗星衝突に由来する水の存在が示唆されている。理論計算や月内部の再現実験においても, 月のマントルに大量の水が存在する知見が得られている。水の存在はジャイアントインパクトやマグマオーシャンなどの月の進化史に密接に関係し, その詳細を明らかにするためには将来の月面無人探査と平衡して月環境を厳密に再現した地上実験や月試料の各種分析が必須である。そこで, これに関連した以下のテーマを論文題目として検討している。

### ① 月の極域環境を模擬した水分析と無人探査機観測への応用

日本が中心となり, 現在, 月の極域における水資源の探索を目的とした無人探査計画が検討されており, 搭載機器として赤外分光計, 熱重量測定装置や質量分析器などが想定されている。各機器を用いたその場観測において検出された水を含む揮発性成分のデータを正確かつ有効に活用するためには, 月の極域環境, 特に温度(<70 から 400 K)と真空度( $10^{-12}$  から  $10^{-15}$  atm)を予め実験室にて再現し, 月の表層物質に対応する氷や鉱物の基礎データの収集と解析手法の確立が不可欠である。よって, 真空ポンプ装着型加熱冷却ステージを用いて月の表層環境を再現し, 赤外分光計, 熱重量測定装置及び質量分析器による模擬物質の水分析や月の極域環境を再現した氷のシミュレーションを論文題目として検討している。模擬物質から各種データを取得し, 温度や真空度に対する揮発性成分の信号特性の応答を明らかにする。これにより, 月の表層環境に対応した解析手法が確立され, 無人探査機による鉱物の判別や水の化学種の同定, 揮発性成分量の推定を高い精度かつ信頼性で実現することが可能となる。

### ② 月の内部を模擬した高温高圧実験

月は, 始原地球にテアと呼ばれる火星サイズの天体が衝突(ジャイアントインパクト)して形成されたと考えられている。ジャイアントインパクトにより始原地球から放出された高温の破片が集積した後に, 月のマグマオーシャンが形成し, 結晶分化作用による固化を経て現在の月の地殻, マントル, 金属核の内部構造となった。このような月内部に関する描像はアポロ試料を対象とした各種分析や月内部を模擬した高温高圧実験により示されている。その根幹として, 金属核は始原地球に含まれていた金属鉄に由来することが想定されているものの, 物理探査のデータが少ないことから月に実際に金属核が存在するかどうかはいまだ定かではない。月は還元的な環境であることからマグマオーシャンの固化に伴い金属鉄が晶出する可能性も考えられるものの, 月由来の金属核を想定した研究例は極めて少ない。よって論文科目として, 還元環境を模擬した月内部の高温高圧実験を検討している。同実験により十分な量の金属鉄がマグマオーシャンから生じることが明らかとなれば, これまでに月試料の分析や高温高圧実験で想定された月の内部モデルは一変する。月の金属核の存在はより確定的となり, 金属核の起源は地殻及びマントルの物性や組成に関連することから月内部の描像が大幅に見直される。さらに, 月由来の金属核が月の初期の磁場に大きく関与したと目されるなど, 月の進化に関するこれまでの史観が大きく覆される。

## 修士論文題目および内容説明

論文題目：宇宙流体・プラズマの理論・数値シミュレーションによる研究

指導教員：鈴木 建

連絡先：[stakeru@ea.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:stakeru@ea.c.u-tokyo.ac.jp) (16-803B)

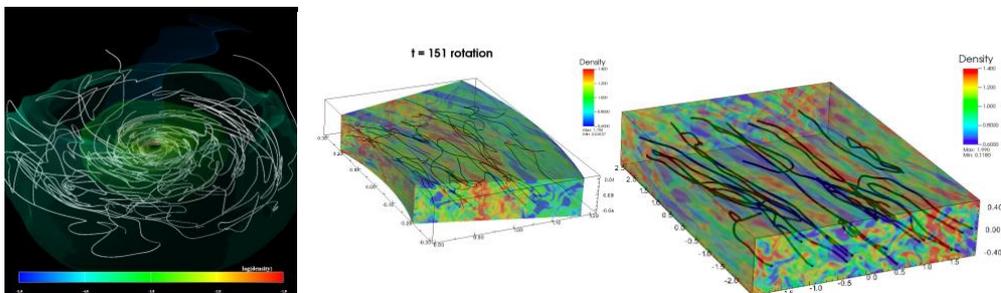
研究室URL: <https://ea.c.u-tokyo.ac.jp/astro/Members/stakeru>

### 内容説明：

太陽をはじめとする恒星では、表面からガスが太陽風や恒星風として流れ出しています。太陽風は地球にも吹き付け、地球磁気圏との相互作用による磁気嵐など通じて人間社会にも影響を及ぼしています。誕生したばかりの原始星の周囲には、原始惑星系円盤と呼ばれるガスと塵から成る円盤状の雲が存在し、ここで惑星達が誕生したと考えられています。ブラックホール・中性子星などの高密度天体の周囲にも、前述の原始惑星系円盤と同じような降着円盤が形成され、様々な高エネルギー天体現象を引き起こされています。

このように宇宙の至るところには様々な流れが存在し、天体の形成や進化、さらには天体に住む生命の進化や活動にまで影響を与えています。宇宙の流体は、温度等の物理状態に応じて、一部あるいはその全てが電離したプラズマ状態となっています。当研究室では、このような宇宙プラズマに存在する多種多様な流れを、磁気流体力学に基づく数値シミュレーションを駆使して、主に理論的側面から調べています。

対象とする天体は、惑星や恒星などの比較的小さなスケールから、銀河・銀河団などの大規模スケールまで多岐に渡ります。研究課題は、所属する学生さんの興味に合わせて柔軟に選択し、皆さんが高いモチベーションを保って研究活動に取り組めるようにしています。皆様の志望をお待ちしています。



降着円盤の数値実験。左が大局スケール、中が中規模スケール、右が局所スケール。いずれも線が磁力線、色が密度の等値面を示している。

## 2024年度 修士論文 題目及び内容説明

論文題目：星間磁場の三次元構造と星形成

指導教員：土井 靖生、○鈴木 建

連絡先：doi@ea.c.u-tokyo.ac.jp (15-603B)

研究室 URL：http://akari.c.u-tokyo.ac.jp/~doi/

内容説明:

宇宙空間で星が形作られる過程において、磁場の果たす役割の重要性が指摘されている。しかしながら銀河系内の三次元空間の磁場分布を解明することは困難であり、これまでは、天球面上に投影された二次元分布のみによる観測的研究が行われて来た。この状況は、ヨーロッパ宇宙機関の打ち上げた Gaia 衛星により、大きく変わりつつある。Gaia 衛星は、銀河系内の 10 億個以上の星の位置と距離とを正確に測り、銀河系の星の三次元地図を作成した。このデータを元に、星を生み出す元となる星間物質や、星形成に至る星間物質の収縮に大きな役割を果たす磁場の三次元分布を調べることが出来る。本研究では、Gaia 衛星により距離の測定された星について、広島大学かなた望遠鏡を用いて星間磁場分布を測定し、銀河系空間内の磁場の三次元構造を明らかにする。得られた三次元磁場マップから、磁場と星間物質とが動的に相互作用しながら次々と星を生み出す、星間空間のダイナミックな姿を解き明かす。

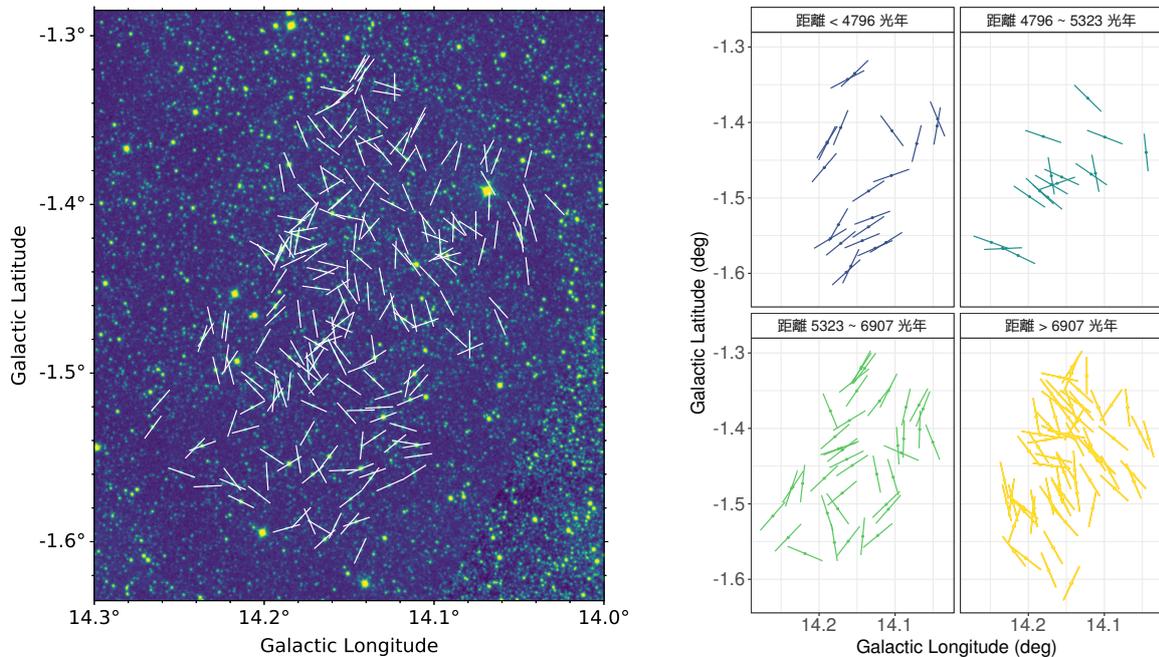


図 1: 天の川方向の磁場の三次元分布観測例。左図白線が我々の観測した星々の方向の磁力線の向き。複雑な磁力線の分布が見られるが、右図の通りこれを星までの距離毎に分解してみると、それぞれの距離では異なる向きに良く揃った磁場構造が明らかとなる。

## 2024年度修士論文研究題目及び内容説明

### 論文題目

ブラックホールを持つ銀河中心部の星の軌道のシミュレーション

### 指導教員

船渡陽子 ○ 鈴木建 (○ 印主指導教員)

### 内容説明

我々の天の川銀河の中心には太陽の約100万倍の質量のブラックホールがあると考えられている。天の川銀河の中心部はすべてがブラックホールに吸い込まれるだけの、ある意味、静かな場所...というわけでは全く無い。

星がブラックホールに近づくと壊れてブラックホールに吸い込まれてしまうが、そこまで近づかずに適当な距離だけ離れていると、吸い込まれることなく、ブラックホールのまわりをまわり続けることができる。実際、そのような星々が観測で見つかっている。

それらの観測から、天の川銀河には今あることがわかっている超巨大ブラックホールの他に見えないが中心にあるブラックホールより小さいブラックホールが近くにある可能性が指摘されている。

また、銀河系内には高速で銀河の外側に向かって移動しているように見える星々の存在がある。これらの星は、中心部にいた星がブラックホールとの相互作用により跳ね飛ばされたもの、という説がある。

本研究では、銀河中心部でブラックホールをとりまく星々の運動の数値シミュレーションを行い、そのような領域で起こりうる星の運動や分布について調べる。その結果から、上で挙げたような現象を説明できるかどうか考察(銀河中心にはブラックホールが2体あるとすると星の運動はどうか、それは観測とあっているか、や、銀河内を高速で移動する星は銀河中心部での星の運動の結果、生み出される可能性はあるか、等)する。

連絡先：funato@system.c.u-tokyo.ac.jp

## 2024年度修士論文研究題目及び内容説明

論文題目:

太陽系外縁天体の形成と進化について

指導教員：船渡陽子 ○鈴木建（○印主指導教員）

内容説明:

本研究の目的は、冥王星のような太陽系外縁天体、特にカイパーベルトにある準惑星や小惑星やオールト雲が、どのようにして形成されてきたかを、シミュレーションを用いて明らかにすることである。

太陽系には地球や火星、木星などの惑星や、冥王星のような準惑星、はやぶさが到達したイトカワのような小惑星などがある。これらの天体の中で、最遠にある天体群が太陽系外縁天体 (TNO) である。冥王星も TNO の一つである。他に、海王星より遠くにあって観測されているカイパーベルト天体、さらに外側にありまだ仮説的存在であるオールト雲が含まれる。

これらの小天体は太陽系の進化における古い時代の様子を色濃く残していると考えられている。したがって TNO の性質や成り立ちを明らかにすることは、太陽系形成の歴史を明らかにすることに繋がる。

TNO は太陽から遠いところにあるため、発見されている個数はまだ少なく、わかっていないことが多い。ここ 10 年の間にカイパーベルト天体の観測数は飛躍的に増えたが、オールト雲天体は未発見であり存在が仮説の域を出ない。しかし、オールト雲天体もターゲットとしている地上の望遠鏡による観測も始まる予定であり、近い将来発見されることが期待されている。

また系外原始惑星系円盤の観測も進んでおり、今後、系外原始惑星系円盤中に TNO やオールト雲にあたるような天体が見つかる可能性もある。

このような現状を受けて、本研究ではシミュレーションを用いて TNO の性質や分布がどのように形成されてきたかを調べる。具体的なテーマについては相談して決める。

連絡先：funato@system.c.u-tokyo.ac.jp

## 修士論文題目および内容説明

**論文題目：多様な系外惑星の発見とその諸性質の解明**

**指導教員・連絡先：成田憲保（なりたのりお）・narita [at] g.ecc.u-tokyo.ac.jp**

### 内容説明：

1995年に初めて太陽以外の恒星を公転する惑星（系外惑星）が発見されてから、宇宙には太陽系とは全く異なる姿をした多様な惑星系があることがわかってきました。これまでに、5,000個を超える系外惑星が発見され、その中には生命居住可能惑星、つまり主星からの距離がちょうどよく、表面に液体の水が保持されうるようなところにある地球くらいの質量・半径の惑星も複数発見されてきています。

これまでに発見された5,000個以上の惑星については、ごく一部は多くの観測が行われ、性質が詳しく調べられてきました。しかし、これまでに発見された惑星の多くは太陽系からやや離れたところにあり、惑星の詳しい性質を調べることは困難でした。そのため、2020年代に入った現在も、系外惑星の性質についてはまだわからないことだらけです。そこで現在、太陽系の近くにある全天の恒星で惑星探しを行うNASAの衛星計画TESSをはじめとして、太陽系の近くにある系外惑星の探査が本格化しています。また、新しい系外惑星を発見したり性質を調べたりするための新しい望遠鏡・観測装置の開発・稼働が進んでおり、さらに将来の衛星計画や地上超大型望遠鏡計画なども検討されています。

本研究室では、新しい系外惑星を発見し、多様な惑星系の成り立ちや個々の惑星の諸性質（質量・半径・軌道・大気など）を解明していくことを目指しています。そのために、世界各地の地上望遠鏡や宇宙望遠鏡を使った観測と、そこで得られたデータの解析を中心に研究を行っています。それと共に、系外惑星の観測を行うための新しい観測装置の開発、将来の宇宙望遠鏡計画のサイエンス検討、観測・データ解析のためのプログラムの開発などにも取り組んでいます。本研究室の大学院生は、最新の観測装置を用いた新しい系外惑星の発見や個々の惑星の性質調査、あるいは新しい観測装置の開発や、次世代望遠鏡によるサイエンス検討を世界の中でリードしていくことができます。

また、2020年代以降の将来計画では、第二の地球と呼べるような惑星を発見し、そこに生命の兆候を探すという研究が行われる見込みです。そこで将来の生命居住可能惑星の観測を念頭に置いて、生命居住可能惑星における生命の兆候やその観測可能性を考えるアストロバイオロジーの学際的研究（天文学・惑星科学・生物学・化学などの複数の研究分野にまたがった異分野連携研究）も進めています。

具体的な研究テーマは、以上のようなテーマの中から、それぞれの学生の興味やスキルを考慮して、相談して決定します。

## 2024 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：

### 地球と系外地球型惑星の表層環境進化

指導教員：黒川宏之

連絡先：[hiro.kurokawa@elsi.jp](mailto:hiro.kurokawa@elsi.jp)

研究室ウェブページ：<https://members.elsi.jp/~hiro.kurokawa/>

内容説明：

地球が遂げてきた表層環境進化の記録は過去に遡るほど少なくなっていく。特に、約 25 億年以上前の冥王代・太古代の地球（ここでは「初期地球」と呼ぶ）の環境については多くのことが未解明である。しかしながら、生命誕生の舞台となり、生命進化の初期条件を決定づけた初期地球の表層環境を解明することは、地球と生命の共進化の根幹を理解するために重要である。

本研究では、太陽光が駆動する大気光化学と表層-マントル間の物質循環の理論モデルを構築し、初期地球の大気組成、ひいては表層温度の時間進化を明らかにする。理論モデルに炭素や硫黄などの同位体組成進化を組み込むことで初期地球の記録と比較する、異なるスペクトル型の恒星を公転する系外地球型惑星の表層環境進化を予想するといった発展も視野に入れて研究を行う。

## 2024 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：

### 地球型惑星の大気と海の起源

指導教員：黒川宏之

連絡先：[hiro.kurokawa@elsi.jp](mailto:hiro.kurokawa@elsi.jp)

研究室ウェブページ：<https://members.elsi.jp/~hiro.kurokawa/>

内容説明：

地球や火星といった地球型惑星の表層環境とその時間進化は、大気や海、生命の材料となる揮発性元素（水素・炭素・窒素など）の存在量とその分布（どこにどれだけあるか）に左右される。揮発性元素の存在量と分布を決定づけるものは、惑星形成段階における小天体の集積や周囲の原始惑星系円盤ガスの取り込みといった揮発性元素の供給、そして惑星表層と内部（マントルや核）への分配である。同時に、揮発性元素の一部は天体衝突や恒星放射・恒星風の影響で宇宙に流出（大気散逸）する。

本研究では、惑星形成段階における供給・分配・散逸を考慮した理論モデルを構築し、地球型惑星の揮発性元素量と分布の時間進化を明らかにする。理論計算の結果を太陽系の地球型惑星の揮発性元素量・分布と比較することで、これらの天体を再現する形成シナリオを制約する。また、理論モデルを様々な恒星質量・惑星サイズ・惑星軌道半径に適用することで、太陽系外の地球型惑星の揮発性元素量・分布、ひいては表層環境の多様性を予想する。

## 2024 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：

### 惑星形成の数値シミュレーションと天文観測との比較

指導教員：黒川宏之

連絡先：[hiro.kurokawa@elsi.jp](mailto:hiro.kurokawa@elsi.jp)

研究室ウェブページ：<https://members.elsi.jp/~hiro.kurokawa/>

内容説明：

誕生したばかりの恒星の周囲には原始惑星系円盤と呼ばれるガスと塵の構造が付随し、惑星誕生の場となる。原始惑星系円盤における惑星形成の過程は理論予想が先行していたが、近年、原始惑星系円盤の高空間解像度の観測が実現し、天文観測との比較による理論の検証が可能となってきた。特に、原始惑星系円盤の塵の分布には環や溝といった構造が発見され、惑星形成過程との関連が議論されている。

本研究では、スーパーコンピューターを用いて、原始惑星系円盤の中で誕生しつつある原始惑星へのガスや小天体・塵の集積の数値シミュレーションを行う。計算結果のガスや塵の分布から模擬観測データを生成し、実際の観測結果との詳細な比較を行う。これを通じて、原始惑星系円盤進化における惑星誕生の時期や、惑星の材料となる固体物質の典型的なサイズといった、惑星形成過程における重要なパラメータを制約する。

## 2024 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：

### 小天体探査から迫る太陽系物質と天体の起源

指導教員：黒川宏之

連絡先：[hiro.kurokawa@elsi.jp](mailto:hiro.kurokawa@elsi.jp)

研究室ウェブページ：<https://members.elsi.jp/~hiro.kurokawa/>

内容説明：

太陽系の材料となった物質は銀河系における元素合成と気相-固相間の物質進化の歴史を反映している。太陽系に持ち込まれた物質は原始太陽系円盤の中で混合され、やがて最初の世代の天体（微惑星）が集積する。こうした太陽系の物質と天体の起源に関する情報は、太陽系小天体に記録されている。はやぶさ、はやぶさ 2 に続き、日本は 2024 年に探査機を打ち上げて火星の小さな衛星から試料を持ち帰る Martian Moons eXploration (MMX) 計画を行う。その後には、太陽系でもっとも始原的な情報を記録する彗星から試料を持ち帰る計画も検討が行われている。

本研究では、こうした小天体探査で得られるリモセンデータ・試料分析データから太陽系の物質と天体の起源を解読するための理論研究を行う。具体的には、銀河系・原始太陽系円盤・小天体上という対象から 1 つを選び、物質進化の理論モデルを構築する。理論計算結果をもとに、探査データから太陽系の起源シナリオを制約する方法論を構築する。

## 2024 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：

### 火星の気候変動と大気光化学による有機物合成

指導教員：黒川宏之

連絡先：[hiro.kurokawa@elsi.jp](mailto:hiro.kurokawa@elsi.jp)

研究室ウェブページ：<https://members.elsi.jp/~hiro.kurokawa/>

内容説明：

現在の火星は寒冷で乾燥した惑星だが、かつては地球のように温暖で海を湛えた時期があったことがこれまでの火星探査からわかってきた。最近の探査では火星堆積物中に有機物が発見されており、過去の温暖な火星における有機物の化学進化や生命誕生の可能性の解明への機運が高まっている。過去の研究では、大気が宇宙へ流出（大気散逸）したことが気候変動の一因と考えられてきたが、有機分子の合成と沈殿もそれ自体が大気進化の要因となりえる。

本研究では、大気散逸と光化学による有機分子合成・沈殿の両者を考慮した火星大気進化の理論モデルを構築する。炭素・窒素・希ガス等の同位体組成進化を理論モデルに組み込み、理論計算結果と火星探査によって得られている制約を比較することで、モデルの検証を行う。この研究を通じて、過去の火星の気候変動と大気光化学による有機物合成、さらには両者の相互作用を解明する。

## 2024 年度修士論文題目及び内容説明

論文題目：

### 太陽系外短周期ガス惑星の内部構造と大気散逸

指導教員：黒川宏之

連絡先：[hiro.kurokawa@elsi.jp](mailto:hiro.kurokawa@elsi.jp)

研究室ウェブページ：<https://members.elsi.jp/~hiro.kurokawa/>

内容説明：

これまでに 5000 個を超える太陽系外惑星が発見されている。その多くは、恒星のごく近傍を公転する惑星（短周期惑星）である。これらの短周期惑星の中には、異常膨張（理論予想を超えた大きさを持つ）した巨大ガス惑星や、宇宙空間への激しい大気流出（大気散逸）が生じている惑星など、太陽系の惑星では見られないような特徴を示す天体が存在する。

本研究では、ガス惑星の内部構造および大気散逸を考慮した時間進化の理論モデルを構築する。理論計算結果と実際の系外惑星の観測的特徴を比較することで、異常膨張の原因や、大気散逸がガス惑星の質量・サイズ・軌道の時間進化に及ぼす影響を明らかにする。この研究を通じ、宇宙におけるガス惑星の姿の多様性とその起源の解明を目指す。

## 修士論文題目および内容説明

**論文題目：**超新星爆発シミュレーション

**指導教員：**諏訪雄大

**連絡先：**[suwa@ea.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:suwa@ea.c.u-tokyo.ac.jp)

**研究室URL：**<https://ea.c.u-tokyo.ac.jp/astro/Members/suwa/index.html>

### 内容説明：

太陽の約10倍よりも質量の大きい星は、その一生の最期に大爆発を起こすことが知られている。この爆発を超新星爆発と呼ぶ。超新星爆発は、星の内部で作られた重元素を宇宙空間に供給し、さらに爆発のエネルギーで銀河の進化を駆動するなど宇宙の様々な場所で重要な働きをおよぼす天体現象である。しかしその重要性にも関わらず、その爆発機構はいまだがに明らかにされておらず、宇宙物理学における最大の謎のひとつと言われている。本研究では、超新星爆発の爆発機構を明らかにすることを目標とする。特に、素粒子物理、原子核物理、重力物理などの多様な物理法則を組み入れた大規模数値シミュレーションをスーパーコンピュータを用いて実行するものである。

## 修士論文題目および内容説明

**論文題目：**超新星ニュートリノの観測予言

**指導教員：**諏訪雄大

**連絡先：**[suwa@ea.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:suwa@ea.c.u-tokyo.ac.jp)

**研究室URL：**<https://ea.c.u-tokyo.ac.jp/astro/Members/suwa/index.html>

### 内容説明：

1987年に大マゼラン雲で起こった超新星爆発が観測された。この超新星からは、史上初めて太陽系外で生成されたニュートリノが検出された。この検出は2002年のノーベル物理学賞にもつながり、物理学に多大なインパクトを与えた。現在、Super-Kamiokandeという1987年当時に動いていたKamiokandeの10倍以上の大きさの検出器が稼働中で、2020年代にはさらに大きなHyper-Kamiokande検出器が稼働予定である。本研究では、こうした大規模ニュートリノ実験装置を用いて次に起こる超新星ニュートリノの観測予言を行う。観測データを超新星シミュレーションから模擬的に作成し、データ解析手法を開発することで、近未来に起こるであろう超新星ニュートリノ観測に大きく寄与するものである。

## 修士論文題目および内容説明

**論文題目：**物理学的ハビタブルゾーン

**指導教員：**諏訪雄大

**連絡先：**[suwa@ea.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:suwa@ea.c.u-tokyo.ac.jp)

**研究室URL：**<https://ea.c.u-tokyo.ac.jp/astro/Members/suwa/index.html>

### 内容説明：

地球外生命の存在可能性の高い領域として、液体の水が存在できる温度領域が有力な候補として考えられている。これをハビタブルゾーンと呼ぶ。実際、こうしたハビタブルゾーンが実現されている太陽系外惑星が複数発見されており、現在活発に研究されている。ただし、ハビタブルゾーンの定義は水環境下から発生した地球生物の生存可能性に大きく依存しており、異なる構造や構成要素をもった生命にとって適した生存可能領域が同じ条件で決まっているのかは自明ではない。本研究では、物理的条件をもちいて、より一般的な生命の生存可能領域の定義を探す。具体的には、熱力学条件や物理化学的な反応で普遍的に満たすべき条件を用いて、液体の水が存在しなくてもエネルギーを取り出し循環させられるような環境がどのように定義されるのかを検証する。

# 修士論文 論文題目及び内容説明

論文題目: 大規模流体シミュレーションによる白色矮星爆発の研究

指導教員: 谷川衝 (助教)、○ 諏訪雄大 (准教授)

連絡先: 16 号館 803A (谷川) tanikawa@ea.c.u-tokyo.ac.jp

研究室 URL: <http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/astro/Members/tanikawa/index.html>

内容説明:

白色矮星は中小質量星の最後の姿である。このような星は、なんらかのきっかけにより温度が上昇すると、暴走的な熱核反応が起こり、星全体が爆発する。代表的な爆発は Ia 型超新星爆発である。本研究では、白色矮星の合体や衝突、またはブラックホールによる潮汐破壊を引き金とした、白色矮星の爆発過程をスーパーコンピュータ上での大規模流体シミュレーションで再現する。さらに再現した爆発が実際に観測されている突発天体とどのように関係するのかを明らかにする。合体、衝突、潮汐破壊のいずれをテーマにするのかは、学生本人の好み、世界のトレンドなどを考慮して決めることにする。

# 修士論文 論文題目及び内容説明

論文題目: 高密度星団における連星ブラックホール形成に関する研究

指導教員: 谷川衝 (助教)、○ 諏訪雄大 (准教授)

連絡先: 16 号館 803A (谷川) tanikawa@ea.c.u-tokyo.ac.jp

研究室 URL: <http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/astro/Members/tanikawa/index.html>

内容説明:

2015年に連星ブラックホールの合体によって放出された重力波が初めて検出された。このような連星ブラックホールの起源は、孤立連星起源、高密度星団起源など、様々な起源が提唱されており、未だ決着がついていない。本研究では、高密度星団起源説を作業仮説として、連星ブラックホールの形成過程を調べる。ここでは、高密度星団の力学進化を第一原理的に解くことのできる重力N体シミュレーションを、GPUが搭載されたスーパーコンピュータ上で用いて、連星ブラックホールの形成過程を追跡する。これによって得たデータと実際の観測データを詳細に比較し、高密度星団起源説の是非を明らかにする。

# 修士論文 論文題目及び内容説明

論文題目: 宇宙重力波望遠鏡 LISA による連星ブラックホールの観測予想

指導教員: 谷川衝 (助教)、○ 諏訪雄大 (准教授)

連絡先: 16 号館 803A (谷川) tanikawa@ea.c.u-tokyo.ac.jp

研究室 URL: <http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/astro/Members/tanikawa/index.html>

内容説明:

2015年に連星ブラックホールの合体によって放出された重力波が初めて検出された。このような連星ブラックホールの起源は、孤立連星起源、高密度星団起源など、様々な起源が提唱されており、未だ決着がついていない。本研究では、孤立連星起源説を作業仮説として、2030年代に予定されている宇宙重力波望遠鏡 LISA による連星ブラックホールの観測予想を行う。最終的には、LISA と 2030 年代に稼動するであろう地上重力波望遠鏡の観測データを併せて、孤立連星起源説の是非を明らかにする。

# 修士論文 論文題目及び内容説明

論文題目: 位置天文衛星 Gaia のデータベースを用いたブラックホールの探査

指導教員: 谷川衝 (助教)、○ 諏訪雄大 (准教授)

連絡先: 16 号館 803A (谷川) tanikawa@ea.c.u-tokyo.ac.jp

研究室 URL: <http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/astro/Members/tanikawa/index.html>

内容説明:

位置天文衛星 Gaia は、数十億にのぼる恒星の位置と速度を求めることで天の川銀河の 6 次元マップを構築するために、打ち上げられた天文衛星である。この副産物として、数十万に及ぶ連星の軌道解も得られるようになった。この連星の中には、明るい恒星とブラックホールからなる連星も含まれていると期待できる。本研究では、Gaia のデータベースからブラックホールを発見することを目指す。

## 修士論文題目および内容説明

論文題目:高速差動回転する星の固有振動の数値的研究

指導教員:吉田慎一郎, ○諏訪雄大

内容説明:前駆天体の重力収縮や重力崩壊によって誕生した天体は, その初期進化段階において, 角運動量保存から帰結される高速かつ強い差動回転をしていると考えられる.このような天体は動的な不安定によって非軸対称な固有振動を行う可能性が議論されてきた.特に天体の重力が強い場合(白色矮星, 中性子星), 不安定振動に伴って放射される重力波が地上あるいはスペースの重力波天文台によって観測されることも期待される. このような固有振動のスペクトルを調べるためには, 高速回転によって強く変形した星のモデルの数値的な固有値問題を解く必要があるが, 数値的取り扱いの難しさから, その研究はあまり進んでいない. 本研究では, 高速差動回転する星のモデルの線形固有モード解析のための方法論を研究し, 数値計算コードの開発を行う.

連絡先:16号館 801A(吉田)

yoshida@ea.c.u-tokyo.ac.jp

## 修士論文題目及び内容説明

論文題目 日本传统文化を科学する

指導教員 植田一博

内容説明

クールジャパン (**Cool Japan**) という言葉で表現されるように、最近、日本文化面のソフト面が国際的に評価されている。本研究では、こうした日本文化に典型的で、古から存在する事例として、**文楽**、**能楽 (能および狂言)**、**古武術**、**落語**などの**日本の伝統文化**に焦点を当て、独特な動き (所作) や表現がもつ意味を、動作計測、生理計測、心理計測などの手法を駆使して、行動学的、認知科学的に明らかにすることを目標とする。

例えば、文楽では、主遣い、左遣い、足遣いという三人の人形遣いがイキを合わせて、本来は人工物でしかない文楽人形をあたかも人間がそこにいて動作しているかのように操作する。このような三人遣いという人形の協調操作の方式は、世界中に数多ある人形劇の中でも稀有だと言われている。舞台上なので、人形遣いは言語を発することはできない。また、日本の古典芸能は基本的に即興劇のため、事前の打ち合わせをほとんど行わなくても協調操作が可能だと言われている。では、この三人遣いを可能にしているメカニズムとはどのようなものであろうか。これを明らかにすることは本研究の目標の一つとなり得る。

また、これまでの私たちの生理計測から、熟達した、文楽の人形遣いや能楽師の呼吸遣いが、西欧スポーツや舞踊の熟達者の呼吸遣いとは異なることが明らかになっている。そのような呼吸遣いの源泉が古武術にあると考えており、日本の様々な伝統芸能や古武術に潜む共通性と、諸外国における芸能や技との差異を、生理計測や心理実験などにより明らかにすることも本研究の目標となる。

さらに、芸能や武術のみならず、茶道、華道などの**伝統的な技能**における振舞 (所作、例えば「おもてなし」のための所作) が相手に与える印象や意味や、お浄めなどの**社会的な儀式**がもつ心理的な意味を (必要であれば現代的な動作と比較しつつ) 分析することも視野に入れる。

どのような対象を研究するかについては、研究室配属希望者と相談の上で決定する。

(問合せ先 : ueda@g.ecc.u-tokyo.ac.jp)

## 修士論文題目及び内容説明

論文題目 意思決定科学 (Decision Science)

指導教員 植田一博

### 内容説明

従来の経済学のように合理的に振舞う経済人を前提とするのではなく、実際の人に対する実験やその行動観察を通して、人がどのように選択・行動し、その結果どのような経済現象や社会現象が生じるのかを解明するのが「意思決定科学」（「行動経済学」は、経済行動に特化したその一領域）と呼ばれる分野である。植田研究室ではこの分野の研究を長年行っている。特に、人の認知の仕方や行動バイアスがどのように（経済活動における意思決定を含む）判断や意思決定に影響を与えるのかに関する分析を行っている。一般に人は商品を選択する際に、選択のもっともな理由を説明するが、実際にはより長く「見ている」という理由だけで商品を選択し、かつ本人はそのことに意識的ではないことが実験的に報告されており、商品選択における潜在的な認知の役割が予想以上に大きいことが示されている。これを踏まえて、植田研究室では、このような潜在的な認知的要因と、その商品に対する知識という顕在的な認知的要因、ならびに商品配置のような外的な環境とがどのように交互作用して人の商品選択に影響を与えているのかを、行動実験ならびに脳計測手法を併用して明らかにしつつある。

また、モノの名前、数の特異的な配置（切りの良い数やゼロ目など）、表現のちょっとした違い（モノの渡し方や、物事のポジティブな側面に焦点を当てる表現かネガティブな側面に焦点を当てる表現か、など）といった、一見すると取るに足らない事柄が、人の判断や意思決定に大きく影響することがある。本研究室では、このような事例を実験的に分析すると同時に、その背後にある、人の判断や意思決定のメカニズムを、認知モデリングおよびデータサイエンスの立場から検討している。

上記以外にも、判断や意思決定における集合知の効用を調べる研究や、野球などのスポーツにおける選手や監督・コーチの判断が合理的かどうかを実際の試合のデータから分析する研究なども行っている。どのような研究テーマを実施するかは、研究室配属希望者と相談の上で決定する。

（問合せ先：ueda@g.ecc.u-tokyo.ac.jp）

## 修士論文題目及び内容説明

論文題目 創造性に関する認知科学研究

指導教員 植田一博

### 内容説明

現代人は創造的 (creative) であることが求められているが、「創造性」とは何であろうか。古くから心理学をはじめ、哲学や科学論など様々な分野で創造性に関する議論が行われ、いくつかの理論が提唱されてきた。特に、近年、認知心理学・認知科学の分野において、科学者が行う発見 (科学的発見) や、創造的問題解決における閃き (insight) の特徴やメカニズムを実験的に解明する試みが進められている。本研究では、このような**創造的問題解決**を可能にする諸要因 (問題解決者の認知的メカニズムと、問題解決者の外にある環境要因) を探ることを目標とする。

具体的な研究テーマとしては以下が考えられる。具体的な研究題目は研究室配属希望者と相談の上で決定する。

1. アイデア生成に長けた人とそうでない人では、アイデア生成に必要な情報収集の仕方などの認知的な方略がどのように異なり、それがどのように創造的問題解決やアイデア生成のパフォーマンスに影響しているのかを実験的に明らかにする。
2. SNS 上の膨大なデータ (ビックデータ) から、次世代の製品・サービスを開発するためのヒント (イノベーションのための手がかり) を探すという研究が行われているが、通常データサイエンスの分析手法ではそのようなヒントを探すのは難しい。そこで、上述の1の研究で明らかになるアイデア生成に長けた人の情報収集の方法を通常データサイエンスの分析手法に組み込むことで、ビックデータからこのようなヒントを探すことを可能にする手法を開発する。
3. 創造的問題解決に長けた人とそうでない人の個人差を認知脳科学的に明らかにし、創造的問題解決の認知理論を構築することを目指す。
4. 創造性を必要とするタスクを遂行するときの環境が創造的な問題解決やアイデア生成にいかなる影響を与えるのかを調べる。特に、社会ネットワーク上やチームにおける他者からの影響がアイデア生成や創造的問題解決に与える影響を明らかにし、創造性を高めるための環境作りに何が必要なのかを考える。

(問合せ先 : ueda@g.ecc.u-tokyo.ac.jp)

## 修士論文題目及び内容説明

論文題目 インタラクションにおける状態推定，ならびに人とインタラクション可能な人工物の構築

指導教員 植田一博

内容説明

人と犬などの伴侶動物とのインタラクションや，お互いに相手の言葉を知らない外国人とのコミュニケーションを考えた場合，当事者はコミュニケーション手段としての言語を完全には共有していないにもかかわらず，一定程度の意思疎通が実現できているように見える．何がそれを可能にしているのだろうか？ おそらくは両者が，話し手／聞き手（あるいは教示者／被教示者）という関係を文脈に応じて作りあげ，非言語情報（行動，表情や視線，音声に含まれる韻律情報など）に基づいて他者の内部状態（意図や選好など）を推定したり，インデキシカルな意味での意味獲得を行っているから可能となるのであろう．本研究では，このようなインタラクションにおける意図推定あるいは意味獲得のメカニズムを，人同士のコミュニケーションあるいは人と犬や馬などの伴侶動物とのインタラクションを対象に実験的に探っていく，統計的手法や機械学習手法を援用してその認知モデルを構築する．

さらに，そのようなコミュニケーションを可能にする（学習）アルゴリズムを人工物（エージェントや移動ロボット）に実装することで，人と人工物の間の円滑で自然なインタラクションを可能とし，より伴侶動物らしいロボット，あるいは，盲導犬のように飼い主の命令や意図を汲み取りそれに従いながらも，危険な状況ではそれを無視して飼い主に状況の危険さを知らせるようなロボットの実現を目指す．このような研究を通して，「人馬一体」と評される人と人工物間の関係性を実現する方向を探る．

上記以外にも，人はどのような人工物に対してアニマシ（生物らしいという感覚）やエージェントシ（自律的な主体であるという感覚）を感じるのかを実験的に明らかにすることも視野に入れる．

これらのうちいずれを具体的な研究テーマとするかは，研究室配属希望者と相談の上で決定する．

（問合せ先：ueda@g.ecc.u-tokyo.ac.jp）

## 修士論文題目及び内容説明

論文題目 アスペルガー症候群患者の認知特性の解明

指導教員 ○植田一博

### 内容説明

アスペルガー症候群（自閉スペクトラム症，以下 ASD）患者の基本的特徴とされる，(1)対人相互反応の質的な障害，(2)意思伝達の著しい異常またはその発達の障害，(3)活動と興味の範囲の著しい限局性（Kaplan & Sadock, 2016）は，社会的相互作用の障害や社会的コミュニケーションの困難（Lam & Aman, 2007），「心の理論」の欠如等の，社会的コミュニケーションの観点から主に研究されてきた．社会性やコミュニケーションの障害を特徴とする ASD 等の発達障害は人口の約 6.5% に及ぶ（文部科学省 2012 年）．この医療や支援の社会的コストは 2.6 億円/人との試算もあり社会問題となっている（Buescher et al., 2014）．一方で，判断・意思決定において定型発達（以下 TD）者が示す認知バイアスを ASD 者が示しにくいとの報告がある．

本研究では，ASD に関わるコミュニケーションの問題を人の判断・意思決定の観点から捉え直し，話者の意図である参照点の推論や，物事を表現する枠組み（フレーム）による判断の調整が求められる，社会的な場面での判断・意思決定において，TD 者が示す認知バイアスを ASD 者も示すかどうかを実験的に検討する．

一方で，ASD 者は，ロボットやエージェント等の人工物と接し，そこから学習することに問題はないとされている（むしろ得意であるとの報告もある）．ASD 者が人工物をどのように捉えているのかを，アニメシー知覚や不気味の谷現象の観点から TD 者と比較することで，ASD 者の人工物認知の特徴を実験的に明らかにすることも視野に入れる．

将来的には，ASD 者が弱いとされる社会性認知の機能を，自己の感情の認識，感覚統合，メタ認知などの観点からも総合的に検討することで，まだ解明されていない ASD の原因の究明に貢献することを視野に入れている．また本研究の成果を応用すれば，認知バイアスや人工物認知における ASD 者と TD 者との違いが明らかになり，ASD 者の認知傾向を考慮した説明文書や診断方法の構築に貢献できると期待される．

具体的な研究テーマについては，研究室配属希望者と相談の上で決定する．なお本研究は，長崎大学の熊崎博一教授の協力のもと実施される．

（問合せ先：ueda@g.ecc.u-tokyo.ac.jp）

## 修士論文題目及び内容説明

論 文 題 目: ゲームを題材とした人工知能の研究

指 導 教 員: ○金子 知適・田中 哲朗  
(○印主指導教員)

内 容 説 明:

人工知能エージェントがゲームを上手にプレイするための諸技術は、エージェントが社会で人を助けて活躍する賢さにつながっている。修士課程の研究では、例えば以下のようなテーマが考えられる。総合的に強いプレイヤを作ることを目指すことも、ゲームを題材に探索や機械学習等の技術を評価し性能改善を目指すことも可能である。

- ゲームを題材にした強化学習や深層学習の研究
- 将棋や囲碁など特定のゲームで世界一のプレイヤを越えるために必要な技術の開発
- 複数のゲームを柔軟にプレイするエージェントや、あるゲームでの経験をいかして別のゲームの学習を効率的に行う技術の研究
- プレイに個性を持つエージェントの作成
- 必死や一手違いの攻め合いの終盤など人間の思考方法の認識と、対局相手としての楽しさの向上
- 分散・並列探索のゲームへの応用
- 長手数または芸術的な詰将棋・パズル問題の自動生成
- コンピュータの思考内容の、言葉や図を用いた説明の実現
- 不完全情報ゲームや多人数ゲームの研究  
(ポーカー、麻雀、大貧民、人狼、カタンなど)

研究にあたってはオープンソースの既存プログラムを利用できる。ゲーム自体も楽しめるとなお良いが、自身が強い必要はない。

連絡先: kaneko@graco.c.u-tokyo.ac.jp (15 号館 605B)

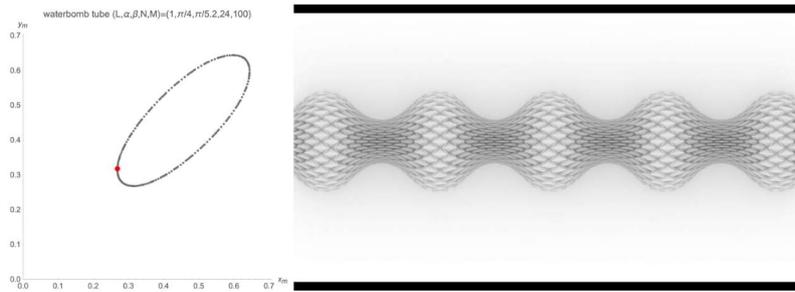
ウェブ <http://game.c.u-tokyo.ac.jp/ja/>

## 修士論文題目および内容説明

論文題目：

### コンピューテーショナル・オリガミ

指導教員：○館知宏、山口泰（○は主指導教員）



離散力学系を用いた折紙構造の変形挙動の解析(今田・館 2021)

折紙は、一枚の紙を折って様々な形を作る工芸・芸術ですが、国際的には **Origami** として数学・科学・工学の観点から発展する研究テーマです。とくに折りによって作られる立体構造、折り畳みや展開メカニズム、モジュールの持つ対称性などの数理を抽出し、仮設建築、宇宙構造、材料、製造、ソフトロボット、プロダクトデザインなどに応用する折紙工学の分野が期待されています。

このような折紙研究の発展の中心をなすテーマが、折紙の幾何学とアルゴリズムの研究、すなわちコンピューテーショナル・オリガミです。これは、曲面形状が生み出す特徴的な性質を数理的に明らかにし計算で扱えるようにするモデル化、数理モデルからの条件の特徴づけとアルゴリズムの提案、そして新しい性質を持つ形を作り出す設計などを含みます。具体的なテーマとしては、一枚の紙から様々な立体形状を設計すること、変形のメカニズムを解析し設計すること、堅さと柔らかさの設計、構造最適化を用いたパターン創生、折りに基づくファブリケーション、幾何的・図的観点からの作品や創作手法研究、対称性に基づいたモジュール構造の提案などが挙げられます。

まずは「身近な形をおもしろがること」が最重要です。幾何や計算に関する理論的研究と、実際に手を動かして物やシステムを作る実践的研究の両面からアプローチ可能です。数式処理、プログラミング、CAD、3D プリンタ、カッティングマシンなどのシステムを駆使、あるいはハックして新しい物を生む創意工夫を歓迎します。

Email: [tachi@idea.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:tachi@idea.c.u-tokyo.ac.jp)

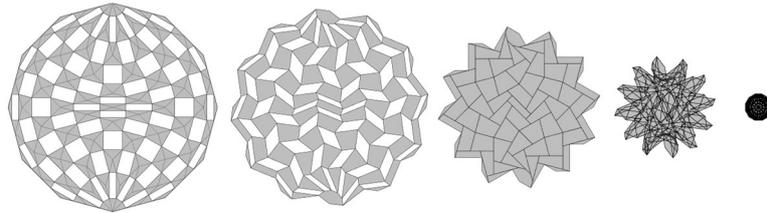
(館 知宏)

## 修士論文題目および内容説明

論文題目：

### 構造テセレーション

指導教員：○館知宏



東京 2020 エンブレムから発想したポアソン比負の材料(割鞆・濱中・野老・館 2021)

多角形による曲面充填や多面体による空間充填(テセレーション)は、結晶構造、ウィルスの殻、昆虫の翅脈などスケールを超えて自然物に現れるほか、20世紀以降、軽量で高い剛性を持った立体トラスや、セル構造を持った発泡材など人工物の構造に普遍的に用いられています。21世紀に入ってからさらに、大変形の実現、プログラマブルな材料特性、剛性の変化、負のポアソン比(auxetics)、熱や水分による自己変形、といった特殊な機能性を持つセル材料(機械的メタマテリアル)の可能性が模索されています。Additive Manufacturing (3D printing) 技術と自己変形・自己組み立ての仕組みの活用によって多様な構造が製造可能になってきています。

本研究テーマ「構造テセレーション」では、テセレーションと構造機能の関係を明らかにします。具体的には、スリット状パターンを持った板材の曲面変形、折紙モジュール組み合わせによる曲面製造、非周期空間充填を用いた少品種による多様な形状バリエーションの製造などのテーマがあります。結晶群などの対称性、非周期タイリングの幾何学、微分幾何学などを手掛かりに、自然物と人工物の観察、モデリングとファブリケーション、玩具の組み立てなどを通して実際に手を動かしながら形を体感することがブレイクスルーとなると期待されます。

まずは「身近なカタチをおもしろがる」ことが最重要です。また数式処理、プログラミング、CAD、3Dプリンタ、カッティングマシンなどのシステムを駆使して新しい物を生む創意工夫を歓迎します。

Email: [tachi@idea.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:tachi@idea.c.u-tokyo.ac.jp)

(館 知宏)

## 修士論文題目および内容説明

論文題目：

### つながるかたち

指導教員：○舘知宏 三木優彰（○は主指導教員）

単純なかたちが一定のルールでつながり、全体を構成するしくみは、人工物、自然現象を問わず現れる普遍的な原理です。美術家の野老朝雄はこの原理を「個と群」と呼び、多様につながる作品群を生み出しています。本研究では、自らの手を動かして幾何学的な原理に基づいてさまざまな形をつくることを入口として、芸術、科学、情報、工学、数学をまたいだ学際的研究の種を見出します。

手を動かして「かたち」をつくることを端緒とし、科学的視点で発見すること、問いを得ること、その問いを解くことの連鎖を実践します。研究のみならず作品制作や発表などを含めた、アートと諸科学を横断する多角的な活動を行います。



つながるかたち展 CONNECTING ARTIFACTS 02 の様子  
関連情報 <https://sites.google.com/view/connecting-artifacts>  
Email: tachi@idea.c.u-tokyo.ac.jp  
(舘 知宏)

## 修士論文題目および内容説明

論文題目：離散/連続版図法力学の建築構造の形状決定への応用と実現可能性の検証

指導教員：三木優彰 ○ 館知宏

内容説明：建築デザインの分野で近年コンピュテーショナルデザインやパラメトリックデザイン、ビルディングインフォメーションモデリングといった計算機を積極的に用いた設計手法が注目されている。しかしこれらはいずれも建築の形状を幾何学的に捉えたもので、構造力学的な観点からは依然有限要素法を用いた数値解析を並行してエンジニアが行っているのが現状である。一方で、特にヨーロッパを中心にかつて、図の作図により構造物の力のつり合いの解析を可能にする一連の手法が提唱され図法力学(Graphic Statics)と呼ばれていた。計算機の出現以降忘れ去られてしまった時期があったが、近年、計算機を用いて様々な力の“図”を作図する計算図法力学とでもいうべき分野が急速に立ち上がり、コンピュテーショナルデザイン等の流れとも親和性が高いと考えられている。また、図法力学は離散的な直線の集合からなる力の“図”の作図を基本とするが、微分方程式によって記述される連続体の力学とも密接に関連しており、三木ら[1]は図法力学の連続版、特に Airy の応力関数を用いた建築構造の形状決定手法の開発を精力的に続けてきた。本研究テーマでは様々な離散/連続版の図法力学の技法について学びながら、建築構造の形状決定への応用や、その実現可能性の検証を行う。

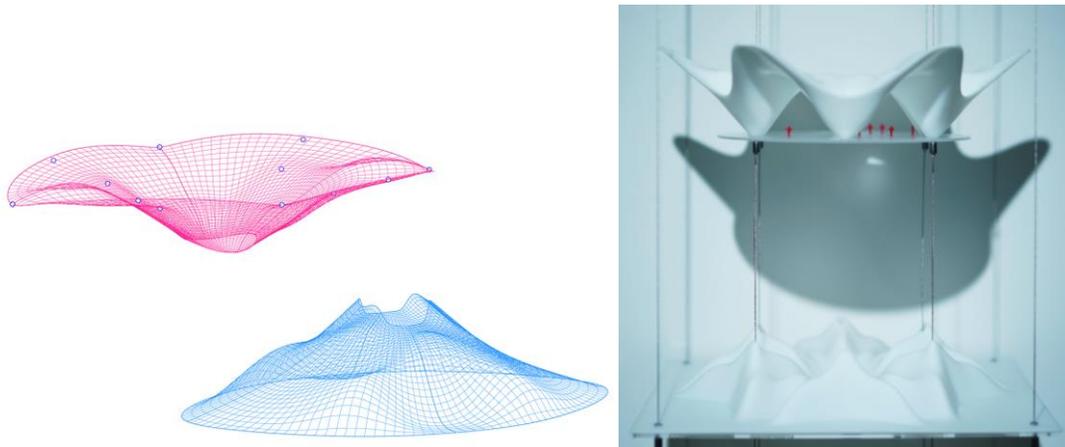


図1 (左右ともに)上：応力関数を用いて計算した建築シェル構造の形状、下：計算に用いた応力関数

[1] M. Miki and T. Mitchell, Interactive Exploration of Tension-Compression Mixed Shells. ACM Transactions on Graphics (TOG), Vol. 41, Issue 6, Article 263, (December 2022).

連絡先：masaakim@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

## 修士論文題目および内容説明

論文題目： 知能システムによる合理的な意思決定、行動計画、及び機械学習

指導教員： 福永アレックス

内容説明： 本研究室では知能システムによる合理的な意思決定と行動計画を可能にする技術を研究対象としています。

例えば、自律ロボットが、任意の目的を達成する為に、自律的に行動計画を作成して実行する為の問題解決法（プランニング）の研究をしています。近年、プランニング技術は飛躍的に進歩しており、人工衛星の自律運営等における本格的な実用化の成功例も現れています。今後プランニング技術はロボット等の自律エージェントを含む組み込みシステム、及び、大規模データセンター等の複雑なシステムの自律制御・自律行動、及びウェブサービスの合成等において重要な技術に発展すると期待できます。

本研究室では、知能システムによる意思決定や行動計画における要素技術となる探索アルゴリズム（グラフ探索、進化計算法等のメタ戦略）の開発や、意思決定・行動計画法を用いた知能システム（ソフト、自律ロボット等）の構築に関する研究を卒業研究として行えます。また、これらの技術を用いた応用研究も可能です。

尚、知能システムが過去の経験を基に、探索アルゴリズム及び汎用自動行動計画システム（プランナ）の性能向上を目的とする機械学習法・適応法（強化学習・ニューラルネットワーク等）の研究も可能です。

更に、これらの探索・最適化・学習アルゴリズムのマルチコアプロセッサ・大規模マルチスレッド環境（GPU等）・分散環境（クラウド環境等）における並列アルゴリズムの研究も行っています。

■連絡先： [fukunaga@idea.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:fukunaga@idea.c.u-tokyo.ac.jp)

■研究室ホームページ： <http://metahack.org/index-j.html>

# 修士論文題目および内容説明

## 論文題目

人間の視覚特性を利用した画像処理ほか

## 指導教員

- 山口 泰 (Email: [yama@graco.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:yama@graco.c.u-tokyo.ac.jp))  
金子知適, 田中哲朗, 森畑明昌 (○印主指導教員)

## 内容説明

コンピュータグラフィクスは、画像の生成や編集にあたって、人間の視覚特性を様々な形で利用している。たとえば、画像補完は画像中のキズや不要部分を消去する技術であるが、消去すべき部分に適した画像部分を複製することで自然な画像を生成する。この際、「消去すべき部分に適した画像の探索」や「複製する方法」は、人間の視覚特性に大きく左右される。人間の視覚特性を把握して、様々な画像処理に応用する方法を検討したい。

また一方で、画像処理では計算機ハードウェアの進展が目覚ましく、GPU などを用いた高速な処理も一般的になっている。画像情報や形状情報に加えて音楽・音声情報などのマルチメディアデータを扱う計算機処理やネットワーク技術、携帯端末技術、ユーザインタフェース等に関して固有の研究テーマがあれば、予め相談の上で修士論文のテーマとしても良い。  
(<http://www.graco.c.u-tokyo.ac.jp/yama-lab/>)



図1 画像補完の例: 左が入力画像, 右が出力結果.

# 修士論文題目および内容説明

## 論文題目

計算機による錯視現象の解明と利用

## 指導教員

○ 山口 泰 (Email: [yama@graco.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:yama@graco.c.u-tokyo.ac.jp))

植田一博 (○印主指導教員)

## 内容説明

錯視は古くから研究されてきたが、近年の画像処理技術発達に伴って、新たに多くの錯視が発見されるとともに、計算機を利用した錯視現象の解明や利用が進められている。錯視は人間の目や脳といった視覚系の作用によるもので、下に示すハイブリッド画像は人間の脳が認知しやすいパターン（空間周波数）を利用することによって、見え方を調節している。この例に限らず、計算機によって錯視現象を解明や利用を試みたい。  
(<http://www.graco.c.u-tokyo.ac.jp/yama-lab/>)



図1 ハイブリッド画像：距離によって見え方が変化する。

# 修士論文題目および内容説明

## 論文題目

立体形状の実現と表現 - ペーパークラフト化, 線画表示など

## 指導教員

○ 山口 泰 (Email: yama@graco.c.u-tokyo.ac.jp)

館 知宏 (○印主指導教員)

## 内容説明

立体形状の確認方法として, 3D CG は広く利用されているし, 近年では 3D プリンタなども普及してきている. 従来の 3D CG は, 陰影や反射, 屈折などの光の振舞いをシミュレートし, 3次元立体に陰影を付加することで, 写実的な画像を生成していた. 一方で, 機械製品のマニュアルや歴史的遺物などのスケッチなど, 線によって立体形状を表現する方が人にとって理解しやすいことも多い. 人間がスケッチに描く線などを参考にするすることで, 人間にとって理解しやすい 3次元形状の描画法を追求したい.

また, 実物の形状を容易に近似して実現する方法として, ペーパークラフトや板金 (シートメタル) などもある. このような形状は伸縮なしで 1 枚の平面に展開可能な形状であり, 幾何学的に特殊な形状となっている. この際にも, 人間にとっての特徴を保存した形状となることが望ましく, 微分幾何学だけでなく空間・形状認知にも関わる考察が望まれる. (<http://www.graco.c.u-tokyo.ac.jp/yama-lab/>)



図 1 立体形状の描画例. 陰影表示 (左) と準局所的 特徴量による線画 (右).



図 2 Stanford Bunny のペーパークラフト.

## 修士論文論文題目および内容説明

論文題目:

### 人の認知・行動と構築環境のデザインの関係についての研究

指導教員:(○印主指導教員)

○横山ゆりか

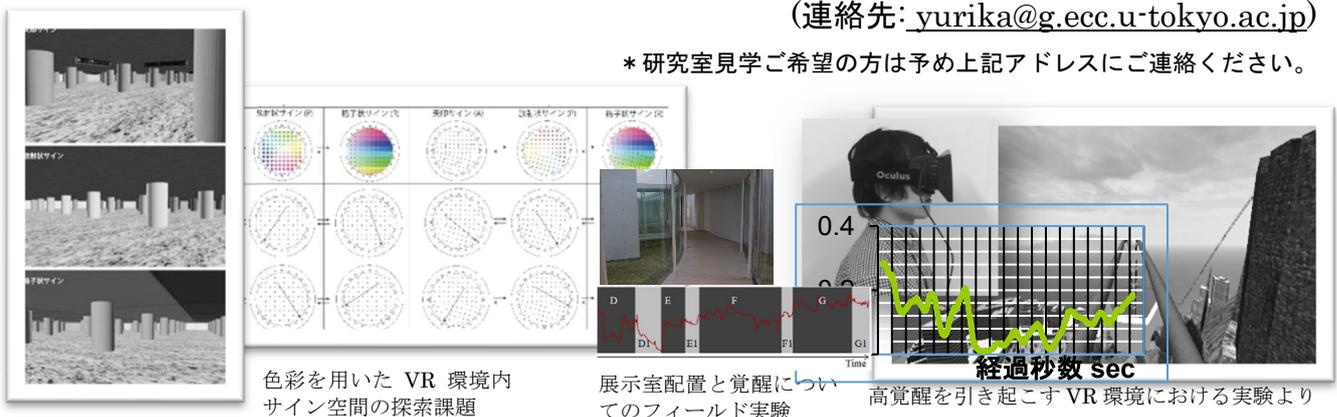
内容説明:

建築や都市など人がつくった構築環境（Built Environment）は、現代に至ってますます複雑化、巨大化しつつある。その中で実際に人は環境を認知し、適切な環境を選択し、そこでさまざまな日常の行動を効果的に行っているが、そのメカニズムは必ずしも明らかではない。そのため知らず知らずのうちに環境に起因する行動の障壁が生じることも珍しくはない。構築環境につくりこまれている物理的環境条件とそこに成立する人の認知・行動との対応関係について、実験・フィールド調査をもとに考察し、環境に起因するさまざまな好都合・不都合を理解するとともに、構築環境はどのくらい人間の認知・行動を左右するかについて論じる。たとえば以下のようなテーマがあるが、相談によってテーマを設定する。

- ・ 空間内の情報のレイアウトと人の認知・行動に関する研究：たとえば空間の形状・特徴やサイン計画によって通行者の認知・行動に生じる差異をVR・画像・映像を用いた実験で考える研究、オフィス環境や学校環境、展示環境で情報のレイアウトを改善して記憶や創造的思考を支援する方法の研究、覚醒をコントロールする作業環境デザインの研究など。
- ・ 多様な認知能力を持つ者にとっての物理的環境：たとえば認知症高齢者の日常行動の混乱と居住施設（特別養護老人ホームなど）の物理的条件との関係を捉える研究、視覚に障害のある者や特別な支援を必要とする児童のために環境を改善する研究など。
- ・ その他：たとえば物理的環境（ジェットコースター・展示施設・自然景観）による覚醒状態の変化と認知・記憶の関係についての研究など。

(連絡先: [yurika@g.ecc.u-tokyo.ac.jp](mailto:yurika@g.ecc.u-tokyo.ac.jp))

\* 研究室見学ご希望の方は予め上記アドレスにご連絡ください。



## 修士論文題目および内容説明

論文題目:

### 構築環境についての人の評価の研究

指導教員: (○印主指導教員)

○横山ゆりか

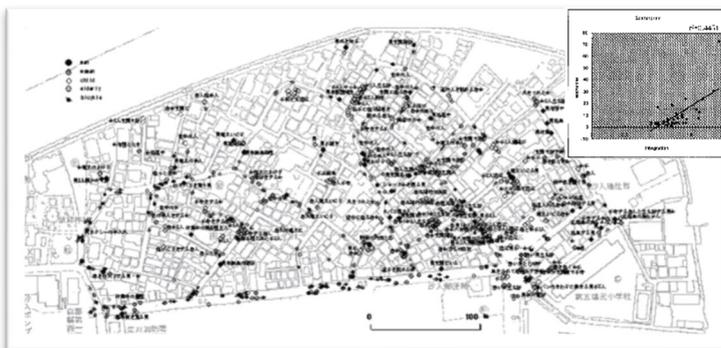
内容説明:

建築や都市など人がつくった構築環境（Built Environment）は、現代に至ってますます複雑化、巨大化しつつある。その中で実際に人は、構築環境に対して様々な感情を涵養し、それを基底に環境を評価し、適切な環境を選択して、さまざまな日常の行動を行っている。様々な場所に成立する人の行動や利用者の評価と物理的環境条件との対応関係について、質問紙調査・行動計測調査等をもとに分析し、環境を評価・選択するしくみについて考察する。たとえば以下のようなテーマが考えられるが、相談によってテーマを設定する。

- ・ 住み慣れた町や居住施設、学校における場所愛着（プレイス・アタッチメント）形成の相違に関する研究。被災地に対する場所愛着（プレイス・アタッチメント）感情の変化についての研究など。
- ・ 住宅地の街路の構成や物理的条件と、住民の社会的交流や犯罪の起こりやすさ（犯罪者・ターゲットとなる対象の位置/行動）との関係を考える研究。
- ・ 心理指標・行動指標を用いた施設環境の評価：たとえば教員や様々な児童の行動からオーブンプラン・スクールの環境を評価する研究など。
- ・ その他 パーソナルスペースについての研究など。

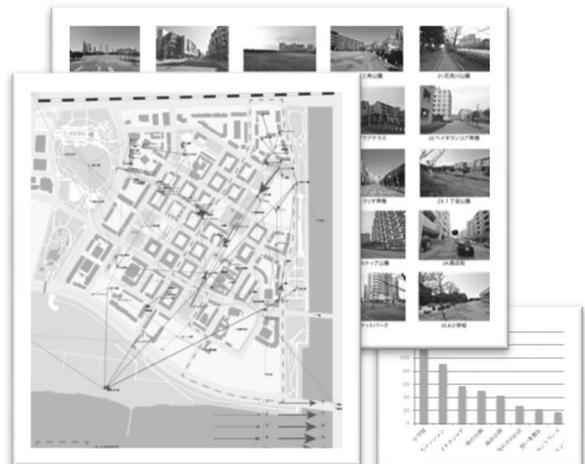
(連絡先: [yurika@g.ecc.u-tokyo.ac.jp](mailto:yurika@g.ecc.u-tokyo.ac.jp))

\* 研究室見学ご希望の方は予め上記アドレスにご連絡ください。



戦前期に成立した東京郊外における人との遭遇

囲み型団地形式で計画された町における子供のプレイスアタッチメントと好まれる場所の配置



## 2024 年度修士論文題目および内容説明

論文題目： CG（コンピュータグラフィックス）とその応用に関する研究

指導教員： 金井 崇

連絡先： (研究室見学ご希望の方は下記アドレスまでメールにてご連絡下さい)  
金井 崇 (15 号館 603A 室)  
E-mail: kanait@acm.org

研究室 URL： <https://graphics.c.u-tokyo.ac.jp>

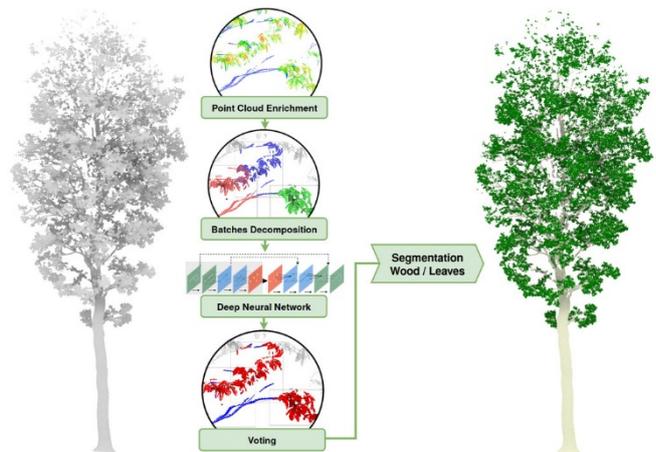
内容説明：

CG（コンピュータグラフィックス）は、計算機を用いた画像生成を行うための技術であるが、近年では、3D シーンの形状構築手法や表示手法、動画作成のためのアニメーション手法など、多様な技術が生み出され、また応用分野の裾野も広がっている。本研究室では、CG に関する最新技術だけでなく、ゲームや映像制作、設計・製造等の応用分野での活用も含めて研究していく。主なテーマとしては以下が考えられるが、学生によるオリジナルのテーマも歓迎する。

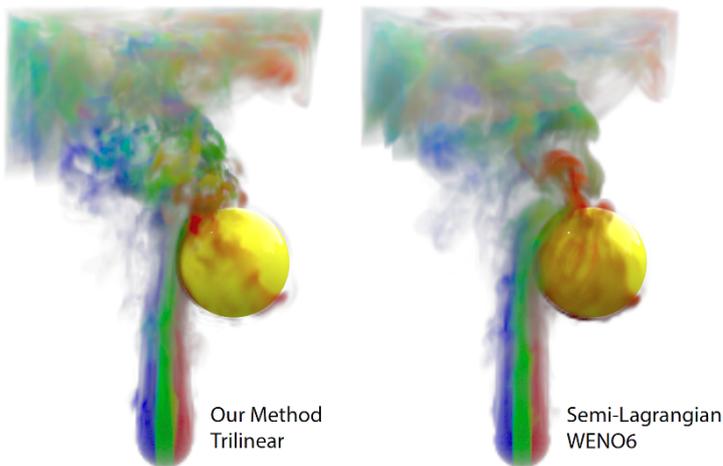
- 3D プリンタ出力に最適な形状の生成や形状処理
- LiDAR 計測点群からの大規模形状生成処理
- 剛体・弾性体（布、衣服を含む）・流体现象のアニメーションと制御
- 物理法則アニメーションにおける高品質・高解像度形状生成
- 機械学習を活用したデータ駆動型物理法則 CG アニメーション
- CG 処理における GPU やマルチコア CPU の活用



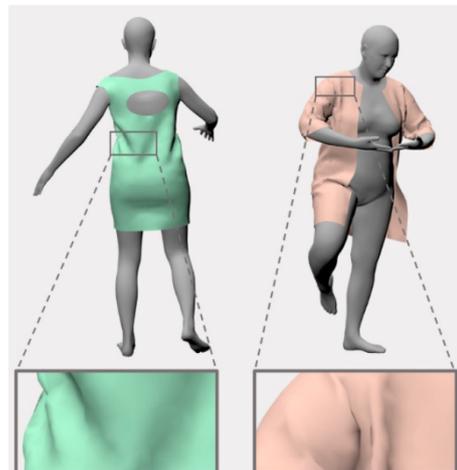
データ駆動法による詳細な髪のアニメーション



深層学習による樹木 LiDAR 点群の自動幹葉分離



高精細流体シミュレーション



深層学習によるキャラクターの詳細衣服アニメーション

## 修士論文題目及び内容説明

研究題目：人間と人工知能の協働の研究

指導教員：○馬場 雪乃

キーワード：ヒューマンコンピューテーション，集合知，クラウドソーシング，機械学習

内容説明：

世の中には、人工知能だけでは、あるいは人間一人では解決できない難しい問題がたくさんあります。個人や集団を上手く制御する人工知能・機械学習技術を開発し、人間からより良い判断を引き出すことで、このような問題の解決を目指します。

- サブテーマ1：賢い集合知の実現  
簡単な問題は多数決で正しい答えが得られることが多いですが、大抵の人が間違える難しい問題では多数決は上手く機能しません。各自の回答から正しく答えられる人を見つけることで難しい問題にも対応できる多数決や、その創薬への応用を研究します。
- サブテーマ2：集団意思決定の支援  
集団での意思決定や合意形成を支援するために、意見集約によるアイテムのクラスタリング・ランキング手法や、価値観の多様性に配慮した意見集約・可視化手法を開発します。
- サブテーマ3：Human-in-the-Loop 機械学習  
正解データの作成以外でも、機械学習の様々な場面で人間を活用することができます。特徴抽出に人間を活用する方法や、GANに人間を組み込む手法を開発します。

連絡先：yukino-baba@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

ウェブページ：<https://bb.c.u-tokyo.ac.jp>

本研究テーマに関心がある場合は、必ず事前に連絡してください。

# 修士論文題目および内容説明

研究テーマ: 情報理論的アプローチによる因果探索

指導教員: 松島慎 ([SMATSUS@GRACO.C.U-TOKYO.AC.JP](mailto:SMATSUS@GRACO.C.U-TOKYO.AC.JP))

---

**内容説明:** 統計的な推論の大前提として、データのすべての性質はデータの分布により記述することができるというものがありません。「与えられたデータを用いて真の同時分布を推定することで、データの生成過程について知ることができる」という考え方はこのような前提に基づいているといえます。一方で、例えばウェブマーケティングデータの分析者がユーザに特定のページを表示させることができる場合など、データの生成過程に関して一定の介入をすることができる場合も多いです。そのような場合は、データ生成過程に関して介入できる部分と介入できない部分を切り分けられるように前提を立て直して、分析者の介入に依らない不変の構造を知ることが問題となります。

近年では機械学習の文脈でも統計的因果探索あるいは統計的因果推論というキーワードとともに活発にこのような議論がされています。データの生成過程の中でも分析者が介入できない部分を「因果構造」あるいは「因果機構」などとよび、これらを様々なデータや統計的な道具を使うことで調べる方法が提案されてきています。例えば、統計的な意味での独立性を超えて因果機構の算法的な独立性を調べるために情報理論に基づく符号化の方法を利用する方法などがあります[3]。

本テーマでは、情報理論的なモデル選択がデータの因果機構の決定に有効であるという考え方に基づき、データから因果機構を決定する手法の確立を目指します。今までに変数の数が少ない場合では情報論的モデル選択がデータ生成機構の決定に有効であることを示しましたが、さらに複雑なデータ・大規模なデータに対する因果探索手法の開発を目指します[4]。

詳細は [HTTPS://ML.C.U-TOKYO.AC.JP/](https://ml.c.u-tokyo.ac.jp/) を参照。またはメールで直接相談も可。

[3] Schölkopf, B. (2022). Causality for machine learning. In *Probabilistic and Causal Inference: The Works of Judea Pearl* (pp. 765-804).

[4] Kobayashi, M., Miyaguchi, K., & Matsushima, S. (2022). Detection of Unobserved Common Cause in Discrete Data Based on the MDL Principle. In *IEEE International Conference on Big Data* (pp. 45-54).

# 修士論文題目および内容説明

## 研究テーマ:

高い解釈性を持つ予測モデルの効率的な学習アルゴリズム

指導教員: 松島慎 ([SMATSUS@GRACO.C.U-TOKYO.AC.JP](mailto:SMATSUS@GRACO.C.U-TOKYO.AC.JP))

---

**内容説明:** 機械学習を用いて予測関数を得たいときは、その予測関数に分析者が理解するための解釈を与えたいという場合が多いです。一方、機械学習によって学習される予測関数は、(深層モデルなど)多くの場合で非常に複雑です。そのため、高い精度で予測できる関数を手に入れられたとて、予測関数をどのように解釈すればよいか?という問題が残ることがあります。

近年では機械学習において解釈可能性は一つのキーワードとなっており、「関数を解釈するというのはどのようなことか?」という根本的な議論をはじめとしてモデルの解釈可能性に関する議論が活発に行われています。説明は典型的には「なぜ予測関数  $F$  は入力  $x$  に対して  $F(x)$  という予測をするのか」を表しますが、他にも様々な形の説明があり得ます。そして、どんな入力に関しても自然に特定の形の説明を返すことができる関数のみを集めたモデルが解釈可能なモデルということです。

本テーマでは、解釈可能な予測モデルとして一般化加法モデル[1]や組合せ二変数モデル[2]に着目し、これらの効率的な学習手法の確立を目指しています。これらのモデルはモデルの複雑性は高い一方で、学習される予測関数自体は解釈可能な単純なものになることが期待されます。現在までの研究でこれらの手法の学習は座標降下法をベースにした最適化アルゴリズムが有効であることが示されていますが、さらに効率の良いアルゴリズムや、これらを活かしたさらに解釈性の高いモデルなどの開発を目指します。

詳細は [HTTPS://ML.C.U-TOKYO.AC.JP/](https://ml.c.u-tokyo.ac.jp/) を参照。またはメールで直接相談も可。

[1] Hastie, T. J. (2017). *Generalized additive models*. Routledge.

[2] Lee, T., Matsushima, S., & Yamanishi, K. (2020). Grafting for combinatorial binary model using frequent itemset mining. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 34(1), 101-123.

## 修士研究題目及び内容説明

研究題目：プログラムの系統的な構成に関する研究

指導教員：森畑明昌

### 内容説明：

プログラムの需要は近年ますます高まっている。しかし依然として、一般の人にとってはプログラムの作成は簡単ではない。特に多様なデータを効率よく処理するようなものはなおさらである。この状況の打破を目指し、本研究室では効率の良いプログラムを簡単に作るための手法や、そのための背景理論等について研究している。以下にありうる研究テーマを挙げるが、関連する話題であればこれに限らない。

- プログラム変換による複雑なプログラムの構成：シンプルなプログラムから複雑なプログラムを導出するプログラム変換技法の研究。例えば、並列プログラムを自動的に得る並列化変換や、圧縮プログラムから解凍プログラムを得るプログラム逆化など。
- 言語機能を活用したプログラミング技法：関数型言語などの宣言的言語や、領域限定言語、型システム等を活用し、プログラミングを簡単にする技法の研究。新しいプログラミング言語の作成も視野に入る。
- 人工知能技術を用いたプログラミング：人工知能技術を応用し、自動的・半自動的にプログラムを構成する可能性の探求。例としては、プログラム補完や、入出力例からの自動プログラミングなど。
- 構造化プログラミングの理論：変換や自動生成に適した、「良い構造のプログラム」を特徴付ける理論の研究。
- 上記技法を用いたアルゴリズム・プログラム構築：上記技法を用い、効率の良いアルゴリズム・プログラムを系統的に構成する研究。

現状のプログラミングに疑問や不満を持っている人が向いている。高いプログラミングスキルは必ずしも必要ないが、プログラミング言語・プログラミングの知識や経験もあることが望ましい。詳しくはホームページを参考にされたい。

- 連絡先：[morihata@graco.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:morihata@graco.c.u-tokyo.ac.jp)
- ホームページ：<http://www.graco.c.u-tokyo.ac.jp/labs/morihata/lab/>

## 修士論文題目及び内容説明

論文題目：科学技術と社会、政策における課題や現象の事例分析

指導教員：福本江利子

キーワード：科学技術社会論、科学技術政策、行政学、科学と社会、研究システム

内容説明：

主に科学技術社会論 (STS: Science, Technology, and Society) 分野のアプローチを用いた研究に取り組む。科学技術社会論は、科学や技術と社会とのインターフェイスにおいて生じる問題や現象を、社会学、文化人類学、歴史学、哲学、政治学、経済学および科学計量学、科学技術政策論などのアプローチを用いて探求する分野である。科学技術社会論は、伝統的な専門領域に拘束されずに研究対象や課題に対して学際的に取り組み、知識論、政策論、技術の使用と発展、科学の公共理解、専門家論、科学コミュニケーションなどの研究を展開している。近年では、科学技術の ELSI (Ethical, Legal and Social Issues) や責任ある研究・イノベーション (RRI: Responsible Research and Innovation) が注目を集め、政策や研究組織のあり方などに組み込まれる動きもある。

加えて、科学技術や研究についての政策、行政、システムなどに関して、研究政策や科学技術政策の研究を基盤とした研究にも取り組む。研究対象としては、科学技術人材養成、公的研究開発プログラム、研究費配分、研究評価、EBPM、研究者の行動、大学のあり方、ジェンダーなど、多様なテーマを含む。また、繁文縟礼や公共的価値をはじめとする行政学の理論やアプローチを用いた研究も可能である。

学生自身の興味に応じて具体的な研究テーマを選択し、関連文献の収集、関連文献に対する分析やインタビュー法などを用いて事例分析を行う。

興味がある方は、気軽にご連絡ください。

連絡先：efukumoto@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

ウェブサイト：<https://researchmap.jp/erikofukumoto>

## 修士論文題目及び内容説明

(注：人文地理学の修士論文は、個々の大学院生の研究関心によりテーマが設定される。以下は一つの事例を示したものである。)

論文題目：

経済的利益を重視しない表現活動と成果物交換の場が成立する条件：

コンテンツを中心とする同人制作物の即売会とその主催活動に着目して

指導教員（○印は主指導教官）：○梶田 真 永田淳嗣 小田隆史 鎌倉夏来

内容説明：

コンテンツ振興は、本来、文化的権利と産業的な利潤獲得、2つの文脈が合流するところにある。しかし、実際には後者の強調が著しい。背景には、コンテンツ概念の範疇をめぐる政治性の問題がある。新型コロナウイルスパンデミックに由来する社会的危機の中で、従来可能であった表現活動の継続が困難になった結果、この政治性は前景化している。本論は、範疇をめぐる駆け引きや政策立案に対する、従来コンテンツ概念が捨象してきた経済的利益を重視しない表現活動の実態という材料の提示を通じた、本来の文脈に即する議論への立ち返りや効果的な施策の実現をねらいとする。具体的には、題材として同人制作物創作活動と成果物交換の場である同人制作物即売会（即売会）を採り上げ、これらが可能となる条件を考察することが目的である。

即売会に関する研究は限られているため、本論ではまず、歴史的整理と現在の統計的な概観把握に取り組んだ。即売会の成立にまつわる言説からは、その最初期から、即売会が参入障壁の低さに由来する開放的な場としての側面を保持していたと示された。一方、今日の即売会は、市区町村といった細かいスケールで観察すると、必ずしも人口の多い地域でのみ開催されているわけではなかった。より詳細に、即売会を主催者属性で整理した結果、経済的利益を重視するか否かで主催者ごとに開催地選定方針が異なるのではないかとの仮説が得られた。この仮説は、沖縄県除く中国・四国・九州地方主催者を対象としたアンケート調査から概ね肯定された。特に、経済的利益を重視しない主催者においては、自分の理想が即売会開催形態に反映されているという点において活動に表現としての側面がみられた。

これらの情報を土台としながら、即売会内における表現活動の実態や即売会主催者の具体的な意思決定過程を解明するため、福岡県久留米市にて2件のフィールドワークを実施した。地方における即売会参加者もまた、先行研究で示されたような、大都市で行われる大規模即売会の参加者と同様、人的交流や即売会の祭礼性に強く惹きつけられている。地方即売会特有の結果としては、移動手段の限られている学生はじめ開催地周辺に居住する若年層の来場が目立つという特徴が観察された。

こうした結果から、即売会には、非常設的な市場を核としたことによって生じた開放性と空間的・時間的分節という特徴があり、これらからもたらされる人的交流・表現成果発信の機会や祭礼性が人々の来場する強い動機になっていると判明した。即売会側の持つ、限定的な表現機会への被到達可能性が同人的な表現活動を可能としている。一方、限定的な表現機会への現実的な到達可能性は、経済的・社会的・地理的条件からなる環境によって個人ごとに決定される。これら2つの条件が揃うことで、同人的な表現活動や即売会主催活動それ自体が可能となっていると示された。

## 修士論文題目及び内容説明

(注：人文地理学の修士論文は、個々の大学院生の研究関心によりテーマが設定される。以下は一つの事例を示したものである。)

論文題目：

山間地域におけるユズ生産の拡大と産地内部構造変化  
—高知県安芸市の事例を中心に—

指導教員（○印は主指導教官）：○永田淳嗣 梶田 真 小田隆史 鎌倉夏来 田中雅大

### 内容説明

ユズは現在に至るまで一般的に条件が不利とされる中山間地域を中心に生産され、中山間地域の貴重な収入源となってきた。さらに、多くの農作物生産が縮小していく一方で、現在まで拡大を続けている稀有な品目である。しかし、産地研究の分野で、ユズはほとんど注目されてこなかった。ユズ産業の実態を明らかにすることは、中山間地域の資源利用のあり方について考えることにつながる。

そこで本研究では、高知県のユズ産地を対象にして、ユズ産地の行政職員や農協職員に対してのインタビュー調査と高知新聞データベースでの資料調査を行い、ユズ産地がどのように成立・発展し、高知県内部の各産地が、どんな戦略をとり、どのような性格の産地になったのかを明らかにした。さらに、その中で多様なユズ農家が存在する安芸市に注目し、ユズ生産農家に対してインタビュー調査を行い、安芸市のユズ生産の農業構造とその変化を明らかにした。

調査結果から、ユズ産地の特性と今後のユズ産業の展望について考察した。その結果、ユズの香酸柑橘類としての特性から、ユズ産地が限定的に成立したこと、今後は山間地域におけるユズ生産が縮小していき、平地地域での生産が拡大していく可能性があることを示した。

## 修士論文題目及び内容説明

(注：人文地理学の修士論文は、個々の大学院生の研究関心によりテーマが設定される。以下は一つの事例を示したものである。)

論文題目：

国鉄の中長距離輸送特化に関する日韓比較研究  
——韓国ではなぜ可能だったのか——

指導教員（○印は主指導教官）：○梶田 真 永田淳嗣 小田隆史 鎌倉夏来

内容説明

鉄道の短距離輸送と中長距離輸送の区分や特化は、欧米では鉄道事業の不採算という問題に起因して既に議論が行われている。一方で欧米と異なり、高い人口密度という鉄道の特性を発揮し易い条件を有し、車社会化が遅れたために戦後も鉄道の地位が高い状態が続いた日本における鉄道の短距離輸送と中長距離輸送の区分や特化を巡っては、欧米とは大きく異なる議論があったと考えられる。日本における議論を分析するに当たっては、条件が類似していたにもかかわらず異なる選択肢を採った韓国と比較することで、日本の特徴が一層明確になると考えられる。

そのため本研究では、国土構造が類似している日本と韓国において、鉄道事業の運営方法が類似していたにもかかわらず、他の交通手段の発達と不採算という類似した問題に直面した際に、日本では鉄道の中長距離輸送への特化が実現しなかったのに対し、なぜ韓国では中長距離輸送への特化が可能だったのかを分析し、両国で異なる選択肢が採られた要因を検討した。

分析の結果として、第一に、主要幹線では中長距離輸送に加えて短距離輸送を担おうとしても困難な場合があり、改良時期の違いが中長距離輸送への特化に影響を与えること、を線路容量という概念を用いて明らかにした。第二に、日本では鉄道が利益誘導の手段として機能する政治システムとなっている一方、韓国では鉄道が利益誘導の手段としてほとんど機能していないという差異が、短距離輸送からの撤退の実現可能性に影響を与えていることを明らかにした。第三に、鉄道と、その代替交通手段となる路線バスとの価格差が、鉄道の短距離輸送からの撤退の実現可能性に影響を与えていることを明らかにした。

論文題目： 植物の進化に関する研究 と 生活史の進化

指導教員： リチャード シェファーソン

連絡先： E-mail: cdorm@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

研究室 URL: www.sheffersonlab.com

### 内容説明：

寿命の長い植物種とそれらに共生する菌類に注目して、植物と菌類のエコエボリューションナリーダイナミクスに関する研究をしています。

主なテーマは以下が考えられる：

- ① 植物の個体群動態
- ② 急速な地球温暖化にともなった生活史の進化
- ③ 植物と菌群集の系統発生パターン
- ④ Plant-Soil FeedbackモデルやBiological Marketモデル等を用いて、Host Choiceの小進化プロセスの解明

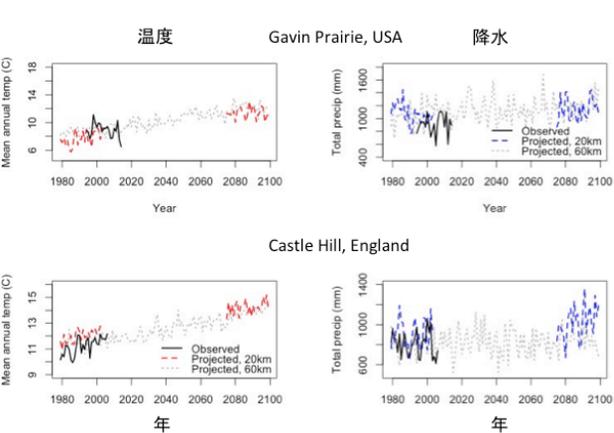


図1 予測された気象

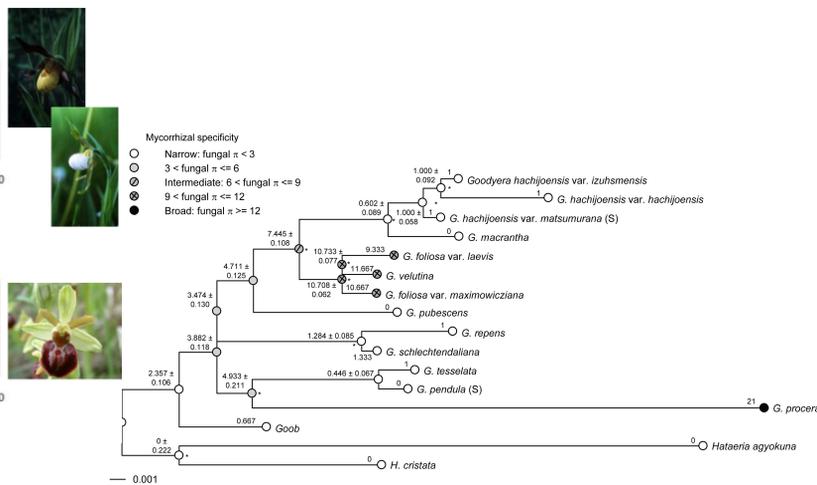


図2 シュスラン菌根菌の特異性の系統図

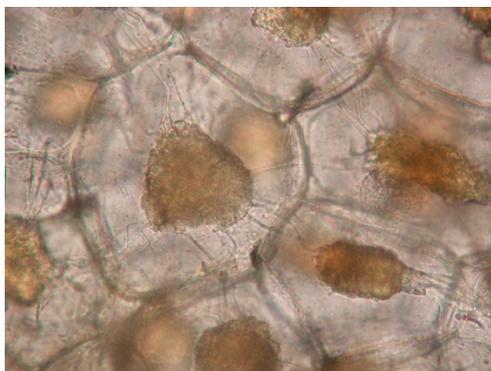


図3 ランの根に見られる菌根菌

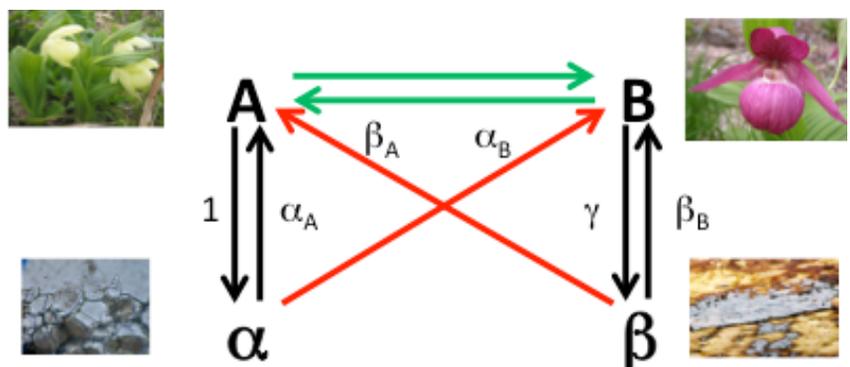


図4 ラン菌根菌のPlant-Soil Feedbackモデルの例

## 修士論文題目および内容説明

論文題目： ソフトセンシングによる室内環境計測と空調連携制御

指導教員： 菅蔗寂樹（居室 駒場国際教育研究棟 217B）

内容説明：

本研究室では、直接的に計測が困難な作業員周辺の空間環境情報をオンラインデータとモデルより把握し、その情報を指標として、潜熱・顕熱のみならず、日光を遮るブラインドや電灯の照度などの空間環境設備を連携制御することで、年間を通して快適な空間を提供するとともに、オフィス全体のさらなる省エネルギー化を目指して研究を実施している。

具体的には、実験装置により基盤データを取得・解析して空間環境情報をオンラインで推定するためのモデル構築に必要となる変数を選び出す。模擬した建物や実際の建物の室内各部のデータをデータベースに取り込み、そのデータを実験装置で実施した方法で解析することで、ソフトセンシングにて室内環境を計測できるようにする。同時に、各変数を操作する操作変数の同定を行う。その後、ソフトセンシングにて計測している室内環境に基づいて、空調機と他設備とを最適に制御する。これにより、従来の温調のみの空調機と異なり、室内で作業を行う人が望む室内の環境を整えるとともに、他の設備機器と連携した最適制御により、負荷の低減・分散を行い、空調機だけで負荷を処理することなく、圧倒的な省エネルギー運転が可能となり、我が国のCO<sub>2</sub>排出量削減に大きく貢献する。

連絡先： [kansha@global.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:kansha@global.c.u-tokyo.ac.jp)

研究室ホームページ： <http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/ykansha/index.html>

## 修士論文題目および内容説明

論文題目:

**EdTech with Cognitive Science :**

**未来の学び = AI×認知脳科学×IoT?**

指導教員: ○開 一夫

内容説明:

テクノロジーによって（現在の）教育を変えることはできるのか？PC やスマートの単なる配布で「学び」を変えることはできるのか？こうした疑問にこたえるため研究室では一般企業や研究所と協力しながら実験室実験と大規模実証実験に着手している。（JST CREST および内閣府 SIP という大型プロジェクトの研究テーマとして実施中。）

AI と認知脳科学と IoT の交わる部分であれば全てが論文テーマとなりえる。具体的には、

- ・ 教育 BIG データ解析
- ・ 学習者・教師のトラッキング技術の構築
- ・ 学習スケジューリングの自動作成
- ・ 学習内容のリコメンドシステムの構築
- ・ 発達科学と学習科学の融合
- ・ 英語の効率的な学習法の提案
- ・ 数学の効率的な学習法の提案

といったものからテーマを選定する。

内容によっては経済的なサポートも可能である。

なお、必ず事前に開教員(khiraki@idea.c.u-tokyo.ac.jp)まで連絡すること。

連絡先：開一夫(khiraki@idea.c.u-tokyo.ac.jp)

研究室 Web ページ：<http://ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp/~hlab/>

## 修士論文題目および内容説明

論文題目:

乳幼児を対象とした行動実験・脳活動計測と理論構築

指導教員: ○開 一夫

内容説明:

私たちの「こころ」は、“いつ” “どのように” して獲得されるのか？ 本研究では、乳児を対象とした認知行動実験・脳活動計測によってこの問いに挑戦する。脳活動計測装置としては、乳幼児にも安全に適用できる EEG(脳波計)・NIRS (近赤外分光法装置) を用いる。行動実験・脳活動計測と平行して計算機シミュレーションを駆使した発達モデルの構築も目指す。

具体的には、

- ・ 自己の発達
- ・ コミュニケーション能力の発達
- ・ 乳児期における記憶
- ・ 社会性の発達
- ・ 数的能力の発達

といった複数の認知発達現象からテーマを選定する。なお、必ず事前に開教員 (khiraki@idea.c.u-tokyo.ac.jp) まで連絡すること。

連絡先: 開一夫(khiraki@idea.c.u-tokyo.ac.jp)

研究室 Web ページ: <http://ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp/~hlab/>

## 修士論文題目及び内容説明

論文題目:

メディアとヒトとの相互作用に関する研究

指導教員: ○開 一夫

内容説明:

情報技術革新の中、TV というのはおよばず、コンピュータゲームやデジタル玩具などの情報メディア機器は確実に一般家庭へ浸透しており、大人だけでなく小さな子どももこうした機器と多くの時間対峙している。こうした人工物・メディアの殆どはごく最近出現したものであり、認知発達過程においてどのような影響を与えるのかについての系統だった研究は皆無に等しい。そこで、本研究では、特に乳幼児・修学前児と人工物・メディアとの相互作用の過程を、EEG・光計測装置・非接触型アイカメラを用いた新しい計測法によって明らかにする。あわせて、実験から得られたデータに基づき人工物と乳幼児間の相互作用モデルを構築することで、概念形成やコミュニケーションといった高次の認知活動をサポートするための人工物設計原理を探求する。具体的には以下のサブテーマから 1 つを選択し修士論文テーマとする。

【項目 1】 非現実的映像メディア実験(TV)

【項目 2】 VR 技術を用いた自己受容感覚-視覚間協応に関する実験

【項目 3】 テレビゲームの感情認知に関する事象関連電位研究

項目 1 および 2 は主に生後 6 ヶ月から 3 歳児までを対象とした行動実験が中心となる(成人を対象とした行動・脳機能計測実験もあわせて行う)。項目 3 は、就学前の子どもから学童を対象とした研究である。事前に開教員(khiraki@idea.c.u-tokyo.ac.jp)にコンタクトを取ること。

連絡先: 開一夫(khiraki@idea.c.u-tokyo.ac.jp)

研究室 Web ページ: <http://ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp/~hlab/>

**【論文題目】：**

乳幼児を対象としたユーザインタフェースの研究

**【指導教員】：**

開一夫

**【内容説明】**

認知的能力・運動能力が発達途上にある乳幼児や就学前児をターゲットとして、ヒューマン・インタフェースの開発を行う。この研究の最終目標は、大人にとっても、子どもにとっても、高齢者にとっても、本当に使いやすい道具や機械の設計原理を探求することにある。

これまでのインタフェース研究のほとんどが、暗黙的に成人をターゲットして行われていたのに対して、本研究では明示的に若年齢の子どもを対象とする。この意義は、

- 1) 言語的に教示を与えることが不可能なユーザにシステムの円滑な操作を達成させるための事例として適していること
- 2) 「デジタルネイティブ」と呼ばれている世代の挙動と高齢者の挙動を比較することで、全ての世代に適用可能なインタフェースについて考察可能なことなどが考えられる。修士研究としては、

- ・ 新たなデバイスの開発
- ・ これまでに研究室で作製された「おしゃぶり型入力装置」や、「モーショントラッカー」、「アイ・カメラ」等を使ったアプリケーションの開発などが考えられる。ソフトウェア、ハードウェアの基礎知識を持つことが望まれるが、新たな研究分野に挑戦できる「やる気」をもっとも重視する。

尚、本研究題目に関心のある学生は、予め指導教員(khiraki@idea.c.u-tokyo.ac.jp)に連絡すること。

## 修士論文題目及び内容説明

論文題目：

科学技術と社会の接点における課題の事例分析

指導教員： ○藤垣裕子

内容説明：

科学技術と社会との接点に生起する問題は日々更新されている。2011年東日本大震災直後は、原子力発電所の安全性をどう確保するか、将来のエネルギー選択をどうするか、災害にどう対処するかに焦点があたった。現在であれば、人工知能研究への社会からのコントロールはどこまで必要か、IPS細胞を用いた遺伝子治療で「早く走れる人」をつくってもいいか、日本の研究費で軍事開発研究をやってもいいか、気候工学は倫理的に許されるか、などが問題となろう。

現代の日本が抱える課題群は、科学技術を抜きには考えられない。しかし同時に、科学知や技術知だけでも解決できない社会の諸側面の課題が多くある。それらにどう対処するか。そのために参考となる考え方を提起するのが科学技術社会論（STS）である。この学問分野では、科学と技術と社会とのインタフェースに発生する問題について、社会学、人類学、歴史学、哲学、政治学、経済学および科学計量学、科学技術政策論など方法論を用いて探求をおこなっている。伝統的な専門領域に拘束されずに学際的にアプローチし、知識論、政策論、技術の使用と発展、科学の公共理解、科学コミュニケーションなどの研究を展開している。

本研究では、学生諸君の興味のある課題を選択し、関連文献の収集、関連文献に対する数量的分析、インタビュー法、質問紙法、などを用いて事例分析を行う。

連絡先：[fuigaki@idea.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:fuigaki@idea.c.u-tokyo.ac.jp)

研究室ホームページ：<http://webpark1225.sakura.ne.jp/www/>

## 修士論文題目及び内容説明

論文題目： 学際研究の RonR（リサーチ・オン・リサーチ）

指導教員： ○藤垣裕子

内容説明：

細分化された個別学問分野にはなじまない複雑な複合的諸問題は、「学際的」な領域とされる。しかしながら、これらの学際的分野は、個別学問分野に比べると、やや異なる発展のしかたを取ることが多い。これらは、研究課題の組みかた、協同のありかた、論文蓄積のありかた、アウトプットの出されかた、等にあられる。よりよい学際研究の遂行のために、現在何が問題となり、今後どのようなことがめざされていくべきであろうか。本研究では、これらの問いを考えるために、学際的分野を研究対象とした RonR（研究に対する研究）を行うことを目的としている。方法論としては、SCI（科学引用データベース）による科学計量学的分析、参加型運上観察、認知科学的プロセス分析、組織論的アプローチ、などを用い、学生の興味ある1つの学際的分野を研究対象として、分析をすすめる。

## 修士論文題目及び内容説明

論文題目： 科学技術コミュニケーション（科学の公衆理解）

指導教員： ○藤垣裕子

内容説明：

現代社会において科学／技術の発展はめざましく、生活の隅々にまで浸透し、かつ社会およびその構成員一人一人の安全やリスクに直結する形ですすんでいます。環境、食糧、医療、災害など、さまざまな分野において今後の科学技術の方向性を議論するための市民参加の機会が求められている。その際、一般市民には、どれだけの科学知識（リテラシー）が求められるのだろうか。また、専門家と市民との間のコミュニケーションはどのように設計可能だろうか。

科学者には、市民に科学を「わかりやすく」伝えることが求められる。わかりやすさとは何だろうか。わかりやすさを追求しすぎると、情報の正確さが犠牲になり、誤解を招く可能性もある。伝える側は、このトレードオフをどう捉えたらよいのだろうか。

また、科学者から市民への一方向の情報伝達だけではなく、市民から科学者への情報伝達もふくめた双方向のコミュニケーション(Two-way Communication)が、英国を中心に推進されている。双方向コミュニケーションが成り立つためには、市民のローカルノレッジ（現場知）をどう取り扱えばよいのだろうか。

本研究では、専門誌「Public Understanding of Science」(1992-)掲載の論文群をもとに、現代の科学技術コミュニケーションに内在する問題を明らかにし、それに新たな知見を加えることを目的としている。

## 修士論文題目および内容説明

論文題目：次世代の生命計測技術を作る。生命を識る。機能的細菌・細胞を利活用する。

指導教員：太田禎生

内容説明：わたしたちは、顕微鏡や生体信号といった光と電気の計測、自在なマイクロ流体技術、ゲノミクス、細胞工学、データ科学、マテリアル合成、生物物理・ソフトウェアなど、ハード・データ・バイオを渡る専門性とチームががっちゃんこし、科学領域の壁を超えて生命医科学に新しい切り口を作っています。究極的には、わたしたちが作った「自律的機械」に、物理学、生物学、医学的に凄い発見をさせるのを目指しています。尖った専門性に基づく先端技術開発、専門性を超えて価値を見出す思考、基礎的な生命の物理の計測解析を軸に、サイエンスの開拓と医薬に資する基盤創出を目指して、先端研の生命医科学研究者群(<https://www.lsbm.org/en/people/principal-investigators/>)を含む様々な生物学者たちと連携して研究を進めています。



論文テーマは、以下を含む候補から、個人的に相談して選んでいます。実験に必要な技術については研究室配属後、随時指導します。学生自身のアイデアも歓迎です。

- ・新しい細胞・細胞外微粒子の解析技術開発
  - ・光学・イメージング技術、マイクロ流体技術(応用物理、工学)
  - ・ネットワーク化計測のためのマテリアル開発
  - ・新しいエクソソーム(細胞外微粒子)解析技術の開発
- ・腸内細菌の利活用ポテンシャルを解放するバイオテクノロジー開発
- ・上記技術を用いた新規(実用化予定)診断技術の開発
- ・統合生命データ解析技術の開発

必ず事前に太田(e-mail:[sadaota@solab.rcast.u-tokyo.ac.jp](mailto:sadaota@solab.rcast.u-tokyo.ac.jp), web:<https://sadaotalab.com>)に連絡してください。

**OTA LAB**  
Networked biophotonics and  $\mu$ -fluidics group



## 修士論文題目および内容説明

論文題目：VR 空間における身体感覚に関する研究

指導教員：雨宮智浩

内容説明：

バーチャルリアリティ (VR) 技術を端緒にこの種のインタフェース技術の研究を様々な角度から行う。特に、システム開発にとどまらず、その応用領域を重視したコンテンツ研究や、計算機とのインタラクションが人間に与える影響を明らかにする認知知覚心理学的な研究についても重視する。具体的には、触覚や前庭感覚を含む身体錯覚を活用したインタフェースの研究、人間の身体能力・認知能力を拡張する人間拡張技術の研究、メタバース・アバター/VR 技術を利用した教育システムの研究などを行う。

具体的なテーマはこれに限らず、研究室配属希望者と相談の上で決定する。

事前に指導教員([amemiya@vr,u-tokyo.ac.jp](mailto:amemiya@vr.u-tokyo.ac.jp))に連絡をとること。

# 修士論文題目及び内容説明

## 論文題目

オペレーティングシステム及びシステムソフトウェアに関する研究

## 指導教員

品川高廣 (Email: [shina@ecc.u-tokyo.ac.jp](mailto:shina@ecc.u-tokyo.ac.jp))

## 内容説明

Windows や Linux に代表されるオペレーティングシステム(OS)や仮想マシンモニタ(VMM)など, コンピュータの基盤を構成しているシステムソフトウェアに関する研究をおこないます. OS の中でも特に核となるカーネルと呼ばれるソフトウェアや, 当研究室で研究開発している BitVisor と呼ばれる VMM などの低レイヤのソフトウェアを主な対象として, セキュリティ・ストレージ・ネットワークなどの観点から性能・機能向上をはかる研究や性能評価などに関する研究をおこないます. なお, 研究テーマの性質上, C 言語でのプログラミングがある程度出来る必要があります. 具体的な内容は, 興味と技術力などに応じて相談の上で設定します.

# 修士論文題目及び内容説明

論文題目: ゲームプログラミングに関する研究

指導教員: ○ 田中哲朗 金子知適  
(○ 印 主指導教員)

## 内容説明

囲碁, 将棋など多くのゲームで, コンピュータプレイヤーはトッププロを超える強さでプレイできるようになった. 一方で, ゲームプログラミングに関する研究としては, 以下のような多くの研究テーマが残っている.

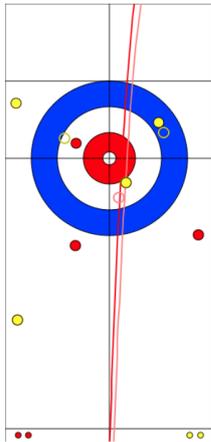
- 不完全情報ゲームのナッシュ均衡解を求めるアルゴリズムの改良
- ルールを与えただけのゲームで強いプレイヤーを作成する手法
- プログラム変換, 動的コード生成による木探索の高速化
- ゲームの計算量に関する研究
- 連続空間を対象としたゲーム

現在, 研究室ではコンピュータ将棋などの完全情報ゲームの他に, 麻雀, カーリング, マインクラフトなどの不完全情報ゲームなどを対象として研究をおこなっている. 自分のアイデアを生かして強いプログラムを作りたいという意欲あふれる志望者を募集する.

### Curling viewer

AyumuUBC	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	4
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	EE	Total
GCCS	1	1	0	1	0	1	0	3	0	1	0	8

End: 1 Stone: 12 <<<< << < > >> >>>>



	A	B	C	
1				
2		ぞ	㇏	
3	ラ	㇏	㇏	
4	き		㇏	ひ

図1 研究対象の例 (デジタルカーリング, どうぶつしょうぎ)

(連絡先: ktanaka@g.ecc.u-tokyo.ac.jp)

研究室 web ページ: <https://www.tanaka.ecc.u-tokyo.ac.jp/wp/>

## 修士論文題目および内容説明

論文題目：気候危機における科学と社会の関係に関する研究

指導教官：江守正多

内容説明：人間活動の影響により地球が温暖化していることは疑う余地がなく、世界の平均気温は産業革命前から1.1℃上昇した（IPCC, 2021）。国連気候変動枠組条約のパリ協定ではこれを1.5℃で止める目標を掲げているが、その実現にはあと30年程度で世界のCO<sub>2</sub>排出量を実質ゼロにする「脱炭素化」が必要であり、その目処はまったく立っていない。

地球温暖化が進むことにより記録的な気象災害が起きやすくなるほか、南極氷床の崩壊などの後戻りできない急激な変化を引き起こすおそれがあり、最も深刻な被害を受けるのは原因にほとんど責任が無い貧しい人々や将来世代である。

「気候危機」とよばれるこの状況に、我々はどう向き合ったらよいのだろうか。

気候変動の認識のベースには科学があるが、科学的知見をどう理解し受け入れるか、帰結の深刻さをどう認識するか、どのような対策を望むか等には、社会の人々の価値判断が大きく影響する。また、そこには科学が社会にどのように伝わるか、科学が社会からどのようなフィードバックを得るか、科学的知見と人々の価値判断をどう組み合わせるかを政策を決めるか、といった問題が存在する。

こういった問題の諸断面を研究する。具体的な研究テーマは学生と指導教官が相談の上決定する。

[在籍中の学生の研究テーマ]

- 気候変動問題のコミュニケーションにおけるテレビ放送の役割
- SNS空間における気候変動に関する言説と有カアカウントのマッピング

[その他に指導教官が取り組んでいる研究テーマ]

- 脱炭素化技術の推進において倫理等を考慮した検討枠組の提案

[https://citizensassembly.jp/project/ristex\\_elsi](https://citizensassembly.jp/project/ristex_elsi)

- 気候市民会議（気候変動政策に関する無作為抽出による市民の熟議）

[https://citizensassembly.jp/project/ca\\_kaken](https://citizensassembly.jp/project/ca_kaken)

連絡先：[emori@nies.go.jp](mailto:emori@nies.go.jp)

研究室HP（近日開設予定）：<http://webpark2354.sakura.ne.jp>

Yahoo!ニュース個人：<https://news.yahoo.co.jp/byline/emoriseita/>

# 修士論文題目および内容説明

論文題目：認知神経科学

指導教員：茂木健一郎

内容説明：茂木自身の関心は、意識（クオリア、志向性、自己意識）、記憶、身体性、学習、感情、人工知能と脳の関係、社会性認知、心の理論、時間知覚、言語などであるが、それぞれの研究テーマは、まずは関連分野の論文を広く読み、ジャーナルクラブ（ゼミ）で議論して、自ら決めることが望ましい。これまで指導してきた修士論文の題目は、順不同で、「随意運動が明示的な刺激なしに開始される際の神経機構」、「第2言語学習における視覚的認知の問題点」、「神経回路内の自発的変動性と適応性」、「他者への印象形成の認知メカニズム」、「言語獲得期における幼児の認知カテゴリー発達機構」、「主観的時間に主体性が及ぼす影響」、「指の空間的定位置錯覚を通じたボディイメージの脳内機構の研究」、「視覚的一発学習における認知過程の探索行動による解析」、「McGurk効果における視聴覚統合機構の研究」、「不確定な環境との相互作用における情動のメカニズム」、「他者との相互作用と自己保全」、「自己中心型空間とオブジェクト認識」、「ジェラシーの認知過程におけるリソース割り当ての意義」である。2023年4月から集団的知能 (collective intelligence) の研究グループが立ち上がるので、関連分野に今日のある学生さんの参加も歓迎する。

## 参考文献

茂木健一郎『脳とクオリア』（講談社学術文庫）

茂木健一郎『クオリアと人工意識』（講談社現代新書）

Ishikawa, T., Toshima, M., & Mogi, K. (2019). How and when? Metacognition and solution timing characterize an “aha” experience of object recognition in hidden figures. *Frontiers in Psychology*, 10, 1023.

Takano, T., & Mogi, K. (2019). Adult attachment style and lateral preferences in physical proximity. *Biosystems*, 181, 88-94.

Herai, T. and Mogi, K. (2014) Perception of temporal duration affected by automatic and controlled movements. *Consciousness and Cognition* 29, 23–35

Mogi, K. (2013) Cognitive factors correlating with the metacognition of the phenomenal properties of experience. *Scientific Reports* 3, Article number: 3354 doi:10.1038/srep03354

Woolley, A. W., Chabris, C. F., Pentland, A., Hashmi, N., & Malone, T. W. (2010). Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups. *Science*, 330(6004), 686-688.

連絡先：kenmogi@qualia-manifesto.com