

井上學術賞授賞理由

2025年12月

公益財団法人井上科学振興財団

第42回（2025年度）井上學術賞

研究題目 量子物質の非平衡相制御の理論
Theory of nonequilibrium control of quantum materials

受賞者 岡 隆史（おか たかし）
東京大学物性研究所・教授

職歴 2005年 産業総合研究所 特別研究員
2006年 東京大学大学院理学系研究科・助手
2007年 東京大学大学院理学系研究科・助教
2012年 東京大学大学院工学系研究科・講師
2015年 マックスプランク複雑系物理研究所および化学物理研究所・グループリーダー
2020年 東京大学物性研究所・教授

受賞 2013年 日本物理学会若手奨励賞
2021年 久保亮五記念賞
2022年 日本学術振興会賞
2022年 日本学士院奨励賞

授賞理由

今世紀に入り、物性物理学においては非平衡現象、人工量子系、そしてトポロジカル物性の分野において進展が著しかったが、それらは互いに独立して発展してきた。一方、時間に対して周期的な外場がある場合に現れる量子状態であるフロッケ状態は古くから知られていた。これを凝縮系に適用して上記3分野の融合による理学・工学にまたがる大きな流れを作りだしたことが、岡隆史氏の独創による大きな業績である。

岡氏は、周期的外場を多数の電子自由度が関与する凝縮系に適用し、量子物質相を動的に生成することを発案した。具体的にはグラフェン電子系に周期的円偏光を照射し、ポテンシャル変調にスピン回転を加えることでトポロジカル絶縁相が動的に生じることを理論的に示した。実現可能性が高く、大きなインパクトがあり、実際数年後にグラフェンで実験的な確認がされた。

これを皮切りに、岡氏は時間依存場による非平衡トポロジカル制御という新

機軸を切り拓いた。量子物質相に特徴的なワイル点やフェルミアークを光照射により誘起・制御するフロッケ・ワイル半金属の概念の提唱など、広汎に非平衡トポロジカル状態の理論体系を展開させた。加えて、強相関電子系の非平衡ダイナミクスを研究する手法として実時間量子モンテカルロ法を開発し、非平衡動的平均場理論の発展にも貢献した。

更に、スピン・フロッケ状態を使ったピコ秒スピン流制御、マルチフェロイック物質での円偏光駆動スピン流生成などスピントロニクス分野での工学的手法開発を行った。

以上のような多方面にわたる貢献によって、岡氏はフロッケ・エンジニアリングと呼ばれる非平衡科学およびその工学的応用の新しく大きな分野を切り拓いた。その科学・応用両面における対象は極めて広く、現在も爆発的に研究が進められている。

このように新しく重要な分野を拓き、多くの顕著な成果をあげた岡 隆史氏は、井上學術賞を授けるにふさわしいと判断された。

第42回（2025年度）井上學術賞

- 研究題目 脳体軸を通じた恒常性維持の神経機構
Neural Mechanisms of Homeostatic Regulation through the
Brain-Body Axis
- 受賞者 岡 勇輝（おか ゆうき）
カリフォルニア工科大学・Professor
- 職歴 2014年 カリフォルニア工科大学・Assistant Professor
2020年 カリフォルニア工科大学・Professor
- 受賞 2007年 東京大学大学院新領域創成科学研究科最優秀博士論文賞・
研究科長賞
2007年 東京大学総長賞
2008年 井上研究奨励賞
2015年 McKnight Foundation Neuroscience Scholar Award
2018年 国際化学受容学会（AChemS）若手研究奨励賞
2019年 New York Stem Cell Foundation, Neuroscience
investigator award
2021年 日本学術振興会賞
2021年 学士院奨励賞

授賞理由

岡勇輝氏は、一貫して脳体軸の体内恒常性維持機構の解明に取り組み、末梢感覚から中枢・自律神経に至る統合的神経回路を世界に先駆けて可視化してきた。岡氏はまず、低濃度と高濃度の塩を別個の細胞群が検知することや、腸管が浸透圧変化を感知する感覚器官として摂取行動を即時調節することを明らかにし、「末梢感覚が能動的に行動を制御する」という新概念を打ち立てた。さらに光遺伝学・カルシウムイメージングを駆使し、飲水・塩分摂取を数秒で駆動・抑制する視床下部神経回路を同定するとともに、浸透圧性口渴と体液減少性口渴という質の異なる体内感覚が別個の神経群により担われることを示し、体内感覚の質的多様性という概念を提唱した。また、嚥下や腸管入力、舌の味覚入力が栄養吸収前にこれらの神経活動を素早く抑制

することを見出し、古典的な恒常性モデルを「末梢感覚による予測的制御」へと書き換えた。近年は交感神経を多様なサブタイプからなる臓器特異的ネットワークとして再定義し、自律神経系研究に新たな地平を拓いている。これら一連の研究は、摂食行動研究を細胞・回路レベルへと飛躍させると同時に国際的潮流を形成した。岡氏の研究室からは多くの独立研究者が輩出されており、若手研究者育成という観点からも国際的評価が高い。

以上、岡氏は脳体軸の恒常性維持機構研究を先導し、摂食行動研究を個体レベルの神経回路解析へと飛躍させてきた。これらの成果は、まさに井上学術賞にふさわしいと判断される。

第42回（2025年度）井上學術賞

- 研究題目 柱型環状分子ピラー[n]アレーンの創成と階層的空間構造材料への展開
Construction of Pillar-Shaped Macrocycles Pillar[n]arenes and Development of Hierarchical Spatial Structural Materials
- 受賞者 生越 友樹（おごし ともき）
京都大学大学院工学研究科・教授
- 職歴 2006年 金沢大学理工研究域・助教
2010年 金沢大学理工研究域・准教授
2015年 金沢大学理工研究域・教授
2017年 金沢大学新学術創成研究機構ナノ生命科学研究所・教授
2019年 京都大学大学院工学研究科・教授
- 受賞 2012年 日本化学会進歩賞
2013年 Cram Lehn Pedersen Prize（王立化学会 RSC）
2017年 Merck-Banyu Lectureship Award（MSD 生命科学財団）
2020年 日本学術振興会賞
2022年 高分子学会学術賞
2023年 日本化学会学術賞

授賞理由

シクロデキストリンやクラウンエーテルなどの環状分子は、分子やイオンを選択的に認識する機能性分子として様々な場面で活用されている。この分野は、ホストゲスト化学、あるいは超分子化学として発展し、高機能、高選択能分子材料としての物質開拓研究が活発に行われてきた。生越友樹氏は、2008年に「柱型」の対称性に優れた新たな環状ホスト分子、ピラー[n]アレーン（pillar = 柱、arene = 芳香族、 n = 繰り返し数）を開発し、特定分子の分離、選択的応答などの特筆すべき機能導出に成功した。ピラー[n]アレーンは、従来の環状化合物に比べて安価な原料で比較的簡単に高収率で合成できることも世界的な研究者の興味を引き付け、生越氏の2008年の論文（*J. Am. Chem. Soc.* **130**, 5022–5023 (2008).）は被引用回数 1860 回を超えるに至って

いる。同氏は、ピラー[n]アレーンを集積多層化した膜や、五重ラセン構造の構築など、二次元、三次元の階層的空間構造材料への展開も進め、学理と機能開拓によりピラー[n]アレーンの化学の発展に主導的な立場で世界をリードしている。

このように、新規環状ホスト分子、ピラー[n]アレーンの開発に成功し、これを分子空間材料として発展させたことは、生越氏の独創的な研究として評価できる。また、様々な応用展開（例えば、直線状アルカンと分岐状アルカンの選択分離を利用したガソリンの品質向上など）が期待できる点も注目される。2014年からは試薬としても市販されており、分子材料としての社会的な貢献も評価できる。

生越氏は、すでに国内における種々の賞（日本化学会進歩賞、日本学術振興会賞、文部科学大臣表彰（若手）、高分子学会学術賞等）を受賞しているが、その研究業績は世界的にも高く評価されており、2013年には、毎年世界の超分子化学若手研究者1名に送られる Cram Lehn Pedersen 賞をアジア人として初めて受賞した。また、2025年には超分子化学の国際会議（International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry (ISMSC)）を京都で主催し、ホストゲスト化学の新たな展開を牽引している研究者として第一線で活躍中である。以上のことから、井上学術賞の受賞者にふさわしいと判断された。

第42回（2025年度）井上學術賞

研究題目 流体力学における基礎方程式を中心とした偏微分方程式の数学解析
Mathematical analysis of fundamental equations in fluid mechanics

受賞者 前川 泰則（まえかわ やすのり）
京都大学大学院理学研究科・教授

職歴 2008年 九州大学大学院数理学研究院・助教
2009年 神戸大学大学院理学研究科・講師
2010年 神戸大学大学院理学研究科・准教授
2013年 東北大学大学院理学研究科・准教授
2016年 京都大学大学院理学研究科・准教授
2019年 京都大学大学院理学研究科・教授

受賞 2008年 日本数学会賞建部賢弘奨励賞
2010年 井上研究奨励賞
2018年 日本数学会 JMSJ 論文賞
2019年 日本数学会賞春季賞
2020年 日本学術振興会賞

授賞理由

前川泰則氏は非線形偏微分方程式、とりわけ Navier-Stokes (NS) 方程式の数学的理論の研究で世界的に優れた成果を挙げている。NS 方程式の任意の初期データに対する時間大域的な滑らかな解の存在問題は、Clay 研究所によって 2000 年に提唱された人類が次の千年に取り組むべき数学の課題” ミレニアム問題” の 1 つである。NS 方程式は摩擦のある粘性流体の運動を記述しているが、その粘性係数をゼロに近づけたとき、解は摩擦の無い理想流体の Euler 方程式の解に収束するか？という粘性消滅問題が古典的な問題として知られている。この問題の困難さは、両者の流体の領域の境界条件の差異により、境界層とよばれる領域で、急激な速度場の特異性が発生することである。Prandtl は 20 世紀初頭にこの特異性を補正するために、Prandtl 方程式を提唱し、境界層

理論の基礎を築いた。前川氏は Sobolev 空間という広い枠組みで、NS 方程式の初期渦度の台が境界から離れて分布している場合には、Prandl 方程式が可解となることを証明し、更に渦度方程式を用いて、NS 方程式の解が、Euler 方程式の解と Prandtl 方程式の解の和で時空間一様に近似できることを示し、かつその近似の精度は粘性係数の平方根に比例することを証明した。境界条件も含めた渦度方程式の有効性が、コンピューターではなく解析計算によって明らかにされたことは純粋数学の勝利といっても過言ではない。

更に “Starting Problem” とよばれる NS 方程式の 2 次元外部非定常問題に関しても、顕著な成果を挙げた。実際、障害物の後方に発生する流れの遅い領域 (伴流領域) の影響を考慮した非等方的な重みを有する関数空間を導入し、任意の初期擾乱に対する物理的に適切な解の漸近安定性を証明した。流体力学において多くの研究者を悩ませ続けた Stokes のパラドックスを完全に凌駕した研究成果であり、数理物理学分野の発展に大きく寄与した。

以上の様に前川氏の非線形偏微分方程式への貢献は、数学のみならず、物理学、計算科学、工学にも及ぶ広範囲なものであり、世界的に高く評価されている。それ故に、井上學術賞にふさわしいものと判断した。

第42回（2025年度）井上學術賞

- 研究題目 イベントレコーディング生物学という先駆的研究分野の確立
Pioneering Advances in DNA Event Recording Research
- 受賞者 谷内江 望 (やちえ のぞむ)
ブリティッシュコロンビア大学バイオメディカルエンジニア
リング・教授
- 職歴 2014年 東京大学先端科学技術研究センター・准教授
2020年 ブリティッシュコロンビア大学・准教授
2023年 ブリティッシュコロンビア大学・教授
大阪大学ヒューマン・メタバース疾患研究拠点・特任教授
- 受賞 2012年 Banting Fellow
2020年 文部科学大臣若手科学者賞
2020年 Canada Research Chair
2022年 Allen Distinguished Investigator Award
2024年 日本学術振興会賞
2024年 永瀬賞
2025年 神戸賞 Young Investigator 賞

授賞理由

谷内江望氏は、合成生物学・情報生物学分野を中心に、哺乳動物の発生に挑む新進気鋭の研究者であり、我が国および国際的な科学の発展に大きな影響を与えている。現在カナダと日本の二拠点で研究室を運営している。

ヒトの体は約30兆個の細胞から、実験によく用いられるマウスは約100億個の細胞からなると言われる。一つの受精卵がそれだけの膨大な数の細胞に分裂し個体を作り出していく過程を追跡することは、不可能と思われてきた。谷内江氏は、「DNA イベントレコーディング生物学」という哺乳動物合成生物学の概念を提唱するなど、正面からこの難題に挑戦している。DNA イベントレコーディングとは、細胞が発生過程で辿る変遷を人工DNAに記録するデバイスを細胞内に搭載するという発想である。

この発想を実現するために、ゲノム編集技術を基盤とした複数の画期的な技術の開発に成功してきた。また、哺乳動物の全身発生をすべて捉えようとした場合に必要となる膨大な計算量に早くから着目し、スーパーコンピューティング技術も開発してきた。自律的な計算分散システムによって、2億配列を超えるDNA配列からでも細胞分裂の系譜を正確に再構築できた。最近では幹細胞分野での活躍も目立ちはじめ、逆及的クローン単離手法を確立し、国際共同研究を幅広く展開している。細胞初期のエピゲノム状態が、一見均質に見える細胞集団において中長期に分岐していく細胞運命にバイアスがかかることを見出した。

谷内江氏は、このように次々に新しいコンセプトや技術を生み出し、そのビジョンと研究成果を国際的に示し続けている、稀有な研究者である。谷内江氏のような研究者でなければ、哺乳動物の全身発生を追跡するという難題を突破し、新しい時代の生物学を切り拓くことができない点が高く評価され、井上学術賞の授賞に相応しいと判断された。