

2022 年度日本数学会応用数学賞・応用数学研究奨励賞授賞報告

日本数学会応用数学賞は、近年の数学と諸分野との協同によるイノベーションの創出や関連分野・業界の問題解決への期待の高まりを受けて、2022 年 4 月に創設されました。その目的は、諸分野への応用や社会への還元が期待される数学的基盤や概念の確立など応用数学分野で著しい業績をあげた研究者（もしくはグループ）を表彰することにあります。2022 年度は北海道大学大学院理学研究院の栄 伸一郎氏が受賞されました。また、日本数学会応用数学研究奨励賞は、応用数学分野の研究を奨励し、分野全体の交流・発展を図ることを目的として、2013 年 9 月に設立されました。応用数学および応用数学に関連する分野で優れた業績をあげた若手研究者を顕彰しています。2022 年度は 4 名の研究者が受賞しました。

両賞の授賞式は、中央大学で開催された日本数学会年会 3 日目に応用数学分科会会場において執り行われ、応用数学賞委員会委員長の中尾充宏氏（九州大学名誉教授）より受賞者に賞状が授与されました。

両賞の受賞者とその受賞題目、受賞理由は以下の通りです。

【日本数学会応用数学賞】

受賞者：栄 伸一郎（北海道大学）

受賞題目：非線形偏微分方程式系に対する縮約理論の構築とその応用

受賞理由：生命科学などに現れる複雑な数理モデルは数学的な取り扱いが困難であり、従来は数値シミュレーションを援用した解析が行われていた。これに対し栄氏は、反応拡散系モデルのパターンダイナミクスに対する数学的に正当化された縮約理論を構築し、解析可能な低次元モデルを導出する方法論を与えた。さらに近年は、積分核を含む新しいクラスの時間発展モデルに対し、パターンの遷移過程を記述する縮約理論を発展させている。その結果、生命現象を記述する大規模なモデルを、実験パラメータ等との関連性を定量的に保持し、かつ数学解析が可能な低次元の方程式へと縮約することが可能となった。これら一連の縮約理論の構築とその応用研究は、以降のパターンダイナミクス研究における数学的基礎の根幹となる極めて重要な成果であり、異分野融合研究を可能にする優れた数学解析の方法論を与えている。

【日本数学会応用数学研究奨励賞】

受賞者：磯部 伸（東京大学）

受賞題目：連続無限層深層ニューラルネットワークの変分的定式化とその解の存在
受賞理由：AI 技術の中核をなし、今や社会に浸透している深層ニューラルネットワーク（DNN）の理論的正当化や本質的理解のためのモデルとして、DNN の連続極限である ODE-Net が近年盛んに研究されている。受賞者は、ODE-Net における学習を、確率測度空間上の常微分方程式で与えられる制約条件下で目的関数を最小化する変分問題として定式化し、その解の存在を証明しており、機械学習に対する理論研究の端緒を開く素晴らしい成果をあげている。さらに、主結果に至る証明を振り返ることで、工学的技巧に頼ることのない理論的な学習アルゴリズム開発の可能性にも触れており、より現実的な仮定の下での理論展開など将来の発展性も期待される。

受賞者：川越 大輔（京都大学）

受賞題目：ひかりトモグラフィのための定常輻射輸送方程式の解の不連続性の解析
受賞理由：近赤外光を用いた次世代の機能イメージング技術として期待されるひかりトモグラフィでは散乱による減衰が最大の難点となっている。本研究では、定常輻射輸送方程式を数理モデルとして取り上げ、現実的な入出力の下での減衰係数の再構成法を提案し、その数値的検証により合理的な再構成結果が得られることを示している。さらに、生体組織の活動モニタリングへの応用に即した設定の下で、3次元における数値的再構成を行いその有効性を明らかにし、問題の性質から必要となる超大規模モデルの数値計算が可能な実装をするなど、次世代技術の開発につながる重要な成果を得ており、社会応用を目指した数学と数値計算のレベルの高い相補的研究が評価できる。

受賞者：久保田 匠（横浜国立大学）

受賞題目：On symmetric spectra of Hermitian adjacency matrices for non-bipartite mixed graphs

受賞理由：スペクトラルグラフ理論において、単純無向グラフ G が二部グラフであることと G の隣接行列の固有値が対称的であることが等価であることが知られている。久保田氏の結果はこの等価性を混合グラフのエルミート隣接行列へ拡張したことであるが、解析手法は無向グラフのものとは異なる。久保田氏は θ -エルミート隣接行列の固有多項式の係数が $\cos \theta$ の多項式であることに注目し、 θ が π の有

理数倍ならばこの等価性が崩れ、 θ が代数的数ならばこの等価性が保たれることを明らかにした．二部グラフの固有値の対称性は二部ラマヌジャングラフの無限列の存在証明などでも使われる基本的で重要な結果であることから、本研究の主結果もそのように適用範囲が多岐にわたる重要な結果であると期待される．

受賞者：土谷 昭善（東邦大学）

受賞題目：Perfectly contractile graph の可換環論的特徴付け

受賞理由：本研究では、グラフ理論において極めて重要なクラスである perfect graph と、特別な perfect graph である perfectly contractile graph (PCG) の可換環論を用いた特徴付けを行うことで、PCG について予想されている禁止部分グラフ的特徴付けを代数的アプローチで解決することを目指している．特に、PCG の可換環論的特徴付けに関する予想を提唱し、3 つの代表的な PCG のクラスについてトーリックイデアルが 2 次生成になることを示すことで、その予想の正当性を与えている．代数的にはこれまでの既存の結果を大きく一般化する重要な結果である．

（2023 年度応用数学科会連絡責任評議員 中村 健一）