

2024 年度日本数学会幾何学賞授賞報告

2024 年度（第 38 回）日本数学会幾何学賞は、今野北斗氏（東京大学大学院数理科学研究科准教授）と細野忍氏（学習院大学理学部教授）の 2 名に授賞されました。授賞式は、日本数学会秋季総合分科会（大阪大学豊中キャンパス）に於いて、9 月 4 日に行われました。また、幾何学分科会とトポロジー分科会の合同で、同日に 2024 年度日本数学会幾何学賞特別講演が行われました。以下に受賞者の授賞題目、授賞理由についてご報告致します。

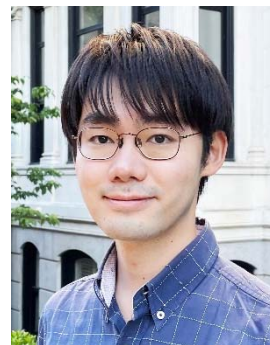
受賞者：今野 北斗（東京大学大学院数理科学研究科 准教授）

授賞題目：ゲージ理論の展開と 4 次元幾何学への応用

授賞理由：今野氏は、族についての Seiberg-Witten 方程式と ASD Yang-Mills 方程式の解のモジュライ空間を用いることにより、きわめて独創的な手法で、4 次元多様体のトポロジー、微分同相群、微分幾何学の発展に大きく貢献した。2020 年に Invent. Math. に掲載された谷口氏との共著論文“Positive scalar curvature and 10/8-type inequalities on 4-manifolds with periodic ends”では、リーマン幾何学の古典的な問題である正スカラー曲率

(PSC) 計量の存在問題に対して、10/8-型不等式を考えるというアイデアを持ち込むことで新展開をもたらした。具体的には、有理ホモロジー $S^1 \times S^3$ で、ある条件を満たすものが PSC 計量を持つという仮定のもとで 10/8-型不等式を証明し、これを用いて、PSC 計量を許容しないような新たな例を与えた。

2021 年に Geom. Topology に掲載された論文“Characteristic classes via 4-dimensional gauge theory”では、4 次元多様体をファイバーとするファイバー束の特性類をゲージ理論によって構成した。Lin との共同研究では、この種の特性類を用いて、4 次元多様体の微分同相群の分類空間のホモロジーについて、安定性定理が成立しないという、4 次元特有の現象を見出した。また、Baraglia との共同研究により、族についての Seiberg-Witten 不変量を従来の Seiberg-Witten 不変量から計算する手法を開発した。このように、今野氏はゲージ理論を 4 次元多様体の族について展開する「族のゲージ理論」の基礎を確立し、その 4 次元のトポロジーと微分幾何学への応用について大きな発展をもたらした。今野氏の業績は 2024 年度幾何学賞に誠に相応しいものである。



受賞者：細野 忍（学習院大学理学部 教授）

受賞題目：ミラー対称性と周期積分の研究

受賞理由：ミラー対称性が最初に大きなインパクトを与えたのは、物理学者 Candelas らによる 5 次多項式で定義される複素 3 次元多様体上の有理曲線の数え上げの業績である。細野氏は Klemm, Lian, S.-T. Yau らとの共同研究により、Candelas らによる結果をより一般の Calabi-Yau 完全交差に拡張し、付随する Picard-Fuchs 方程式が GKZ 系と関連することを明らかにした。



その後、細野氏は Picard-Fuchs 方程式の整構造や大域的なモノドロミー、及び、それらとミラー多様体の双有理幾何、導来圏の幾何との関係について深い研究を行った。これらの研究は Kontsevich が提案したホモロジー的ミラー対称性に動機付けられており、示唆されるミラー対称性と双有理幾何、導来圏の幾何に関する興味深い描像を、細野氏は様々な具体例で検証している。細野氏の重要な業績の一つに、Picard-Fuchs 方程式の解空間に定まる自然な整構造の超幾何級数とホモロジー的ミラー対称性を通じた同定が挙げられる。これは後の、入谷氏、Katzarkov-Kontsevich-Pantev による Calabi-Yau 多様体に対する量子コホモロジー微分方程式の整構造の導入の契機になった研究である。

細野氏の研究は、ミラー対称性を通して導来圏および双有理幾何に対する新しい例を与えてきたという意味でも重要である。例えば、Lian, S.-T. Yau, 小木曾氏との研究では、K3 曲面に対するミラー対称性に動機付けられて、K3 曲面の Fourier-Mukai パートナーの個数を与える公式を導いている。また、高木氏との共同研究では、Reye 合同型 Calabi-Yau 多様体と双有理同値ではないが導来同値な Calabi-Yau 多様体の構成を行っている。細野氏は Gromov-Witten 不変量や BPS 不変量の具体的計算や quasimodular form との関係についても大きな貢献をしている。例えば、齋藤氏、高橋氏との共同研究では 3 次元 Calabi-Yau 多様体内の有理楕円曲面の Gromov-Witten 不変量への寄与を holomorphic anomaly equation を用いて計算した。このように、細野氏はミラー対称性の分野において、先駆的で、後の発展の基盤となる顕著な業績を挙げている。細野氏の業績は 2024 年度幾何学賞に誠に相応しいものである。



左から今野北斗氏，細野忍氏

(日本数学会幾何学賞委員会)