

授賞報告

2017年度日本数学会解析学賞授賞報告

2017年度（第16回）日本数学会解析学賞の受賞者が決まり、2017年9月13日山形大学における秋季総合分科会において授賞式が執り行われました。今年度の日本数学会解析学賞委員会の構成は、大鹿健一、長田博文、小池茂昭、寒河江雅彦、中村周（委員長）、濱田英隆、松本敏隆、峯拓矢の8名です。受賞者とその受賞題目、受賞理由は以下の通りです。各受賞者による受賞記念講演は、来年春の年会において関連分科会の特別講演として行われる予定です。

受賞者：柴田徹太郎（広島大学学術院（大学院工学研究科））

受賞題目：非線形楕円型方程式の固有値問題の漸近解析と逆分岐問題の解析

英文題目：Asymptotic analysis of eigenvalue problems for nonlinear elliptic equations and analysis of inverse bifurcation problems

受賞理由：非線形楕円型偏微分方程式の固有値問題の研究において、分岐曲線の大域的解析は、Crandall-Rabinowitzらの研究

に始まり、解構造全体を解明する上で中心的な役割を果たしている。柴田徹太郎氏は、長年、非線形楕円型固有値問題の固有値および解の漸近解析に関して、Berestyckiらに始まる研究を発展させ、極めて精力的な研究成果を積み重ねてきた。特に、空間多次元の非線形楕円型 Dirichlet 境界値問題において、その解がもつ境界層の振舞に関して、領域の境界の平均曲率の効果を明示した精密な漸近公式を確立したことは顕著な業績の1つである。

近年、柴田徹太郎氏は、解の L^q -ノルムをパラメータとして、非線形固有値の大域的な分岐曲線に関する順問題としての詳細な漸近展開公式をさらに推進し整備するとともに、分岐曲線の情報から、非線形項を決定できるかという、逆分岐問題を提唱し、数多くの深い研究成果を挙げている。

代表的なものとして、分岐曲線が振動する問題における精密な漸近展開公式の確立と asymptotic length という概念を用いた逆問題の提唱と解決、数理生態学の個体増殖数理モデルにおける固有値の無限次の漸近展開公式の確立と逆分岐問題の解決をはじめ、Holling-Tanner モデルにおける S 字型分岐曲線の turning points の詳細な漸近挙動の解析とパラメータ同定の解決、parabola-like 分岐曲線が現れる数理モデルでの漸近公式の確立などがある。いずれの研究においても、順問題において、変分法や Time-map 法による方法論を元にしながらも、それぞれの問題に応じて、職人芸とも言うべき様々な工夫を



凝らした議論を駆使し、従来の結果を凌駕する精密な漸近公式を導き、逆問題の解決への道しるべとした点、極めて独創的である。

以上のように、柴田徹太郎氏は一貫して、非線形楕円型方程式の固有値および分岐曲線に関する精密な漸近公式の確立と、新たな逆分岐問題という研究分野の推進に大きく寄与している。この一連の極めて独創的な研究成果は、世界でも類を見ないものであり、日本数学会解析学賞に誠に相応しいものである。

受賞者：竹井義次（同志社大学理工学部）

受賞題目：完全 WKB 解析による線型・非線型微分方程式の漸近解析

英文題目：Asymptotic analysis of linear and nonlinear differential equations with exact WKB analysis

受賞理由：竹井義次氏は長年にわたって、完全 WKB 解析を用いた微分方程式の漸近解析の研究に取り組んできた。河合隆裕氏らとの共同研究において完全 WKB 解析の理論的な基礎付けを行い、それは「特異摂動の代数解析学」（岩波書店）などにまとめられている。その後、特に解決困難と思われた高階線型方程式の WKB 解析の仮想変り点の問題を超局所解析のアイデアを用いて解決し、さらに Painlevé 方程式の完全 WKB 解析、高階 Painlevé 型方程式の完全 WKB 解析へと理論を大きく発展させてきた。線型・非線型を問わず、高階方程式の場合の WKB 解析は Stokes 幾何が多岐にわたり、2 階の場合になかった困難が生じてくるが、こうした問題を解決して、Fuchs 型常微分方程式の大域問題を原理的に解く手続きを見いだし、Painlevé 方程式に対しても、高階の場合も含めて完全 WKB 解を用いて、いくつかの場合に接続係数を厳密に求めた。



こうした一連の成果は、複素領域における常微分方程式の大域解析に新しい見地からの進展をもたらし、従来、散発的に知られていた線型・非線型の WKB 解析に統一的な視点を与えるとともに数学的な基礎付けを明確にした顕著な研究結果である。候補者の理論は形式的な理論付けにとどまらず、具体的にも、線型方程式の場合なら一般には高階になる非断熱遷移問題の半古典解析を精密に扱った。また、Painlevé 型方程式に関しても、高階の野海・山田系などの大域解析を大きく進展させた。また、ここ数年はパラメタに関する漸近展開の WKB 解析を行い、Voros 係数の決定や離散 Painlevé 方程式の WKB 解析など新しいテーマを提案している。

こうした一連の成果は、複素領域における常微分方程式の大域解析に新しい見地からの進展をもたらし、従来、散発的に知られていた線型・非線型の WKB 解析に統一的な視点を与えるとともに数学的な基礎付けを明確にした顕著な研究結果である。候補者の理論は形式的な理論付けにとどまらず、具体的にも、線型方程式の場合なら一般には高階になる非断熱遷移問題の半古典解析を精密に扱った。また、Painlevé 型方程式に関しても、高階の野海・山田系などの大域解析を大きく進展させた。また、ここ数年はパラメタに関する漸近展開の WKB 解析を行い、Voros 係数の決定や離散 Painlevé 方程式の WKB 解析など新しいテーマを提案している。

こうした竹井氏の業績は、この分野の発展に大きく貢献した世界的な業績であり、日本数学会解析学賞に誠に相応しいものである。

受賞者：竹田雅好（東北大学大学院理学研究科）

受賞題目：対称マルコフ過程の確率解析とその応用

英文題目：Stochastic analysis of symmetric Markov processes and its applications

受賞理由：ブラウン運動を含む確率過程の概念としてマルコフ過程が知られている。ブラウン運動の推移確率はラプラシアンの熱半群として古典的なディリクレ積分と対応する。この対応を一般化したものが対称マルコフ過程とディリクレ形式の理論であり、70年代に福島正俊氏と Martin Silverstein 氏によって発展してきた。その後、対称マルコフ過程の確率解析の理論が福島正俊氏によって提起され、古典的確率解析を超えた理論として拡張整備されてきた。



その後、対称マルコフ過程の確率解析の理論が福島正俊氏によって提起され、古典的確率解析を超えた理論として拡張整備されてきた。

竹田雅好氏は対称マルコフ過程の確率解析を用いて Donsker-Varadhan 型の大偏差原理を発展させ、多くの応用を見出してきた。田原喜宏氏と共同で対称化測度がグリーン緊密な加藤クラス測度のときに正規化された滞在時間分布への大偏差原理を確立し、基底状態の一意存在を示した。さらにグリーン緊密でないときにも基底状態の一意存在への十分条件を与えた。また係数測度がある種のグリーン緊密性を持つときに、基底状態の一意存在に基づき、劣臨界性、臨界性、優臨界性の特徴付けを与えた。一方で次元安定過程で臨界的な場合にシュレディンガー作用素による有界調和関数の存在を示し、さらにシュレディンガー半群による劣調和関数の最大値原理を特徴付けた。また、和田正樹氏とファインマン・カッツ汎関数の詳細な漸近挙動を対称安定過程の場合に調べた。

最近の特筆すべき成果は、対称化測度がグリーン緊密な加藤クラスの場合に、マルコフ半群のコンパクト性とその固有関数の有界性、さらにディリクレ形式の定義域の基礎となる L^2 -空間へのコンパクトな埋め込みである。そのことに基づき田原喜宏氏と土田兼治氏と共同で様々な具体例においてマルコフ半群やファインマン・カッツ半群のコンパクト性への判定条件を与えた。

以上のように、竹田雅好氏の研究は、マルコフ過程やポテンシャル論を基にした解析的諸問題への高度な応用が見込まれており、その独創性は際立っている。国際的な評価も極めて高い。その優れた業績は日本数学会解析学賞に誠に相応しいものである。

(2017年度日本数学会解析学賞委員会)