授賞報告

2010 年度解析学賞受賞者

2010 年度 (第 9 回) 解析学賞の受賞者が決まり，2010 年 9 月 24 日，名古屋大学における日本数学会秋季総合分科会において授賞式が執り行われました．今年度の解析学賞委員会の構成委員は，川島秀一 (委員長)，会田茂樹，小磯深幸，小林良和，神保雅一，田村英男，林仲夫，宮嶋公夫の 8 名です．受賞者とその業績題目，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，来年度の春季年会において関連分科会における特別講演として行われる予定です.

受賞者氏名： 中村 周 (東京大学大学院数理科学研究科・教授)

受賞題目： シュレーディンガー方程式の超局所解析とスペクトルの研究
英文題目： Microlocal analysis for Schrödinger equations and spectral theory

受賞理由：
シュレーディンガー方程式は，自然界における微視的現象を記述する量子力学の基礎方程式である．中村氏は，シュレーディンガー方程式およびシュレーディンガー作用素に関わる数学的問題を関数解析と偏微分方程式論の立場から独創的なアイデアを駆使し，広くかつ深く研究し，多くの著しい研究業績をあげている．最近の数年間では，超局所特異性の伝播問題やランダム シュレーディンガー作用素のスペクトル理論などの研究において精力的な活動を展開し，シュレーディンガー方程式論の世界的な指導者の一人として活躍している．シュレーディンガー方程式の超局所特異性の伝播問題は，Craig–Kappeler–Strauss の先駆的な仕事以来，長く研究が行われてきた．しかし，双曲型方程式に比して，特異性の伝播速度が無限大となるため，明快な理論の構築は困難とされてきた．中村氏は，古典力学的散乱理論と超局所解析，半古典解析の手法を組み合わせる事により，超局所的特異性の伝播問題を解決した．さらに，この手法は，André Martinez と Vania Sordoni との共同研究において解析的特異性の伝播問題に拡張された．また，伊藤健一との共同研究において，これらを Richard Melrose らにより研究されてきた散乱多様体上のシュレーディンガー作用素に拡張すると共に，標準的な時間依存型の手法よる散乱多様体上の散乱理論を構築し，これまで難解とされてきた，いわゆる幾何学的散乱理論に平易で簡明な定式を与えた．また，中村氏は，Frédéric Klopp との共同研究において，不定符号の局所ポテンシャルを有するランダム シュレーディンガー作用素に対して，エネルギー下限での Lifshitz 特異性の存在とアンダーソン局在を証明した．この結果は，摂動の単調性に強く依存していたアンダーソン局在の証明に新しい視点を加える斬新なものである．以上に述べたように，シュレー

ディンガー方程式の数学解析に関する中村氏の多岐にわたる優れた研究業績は，解析学賞にまことにふさわしいものである．

略歴：1985年10月　東京大学大学院理学系研究科博士課程退学，1988年2月　理学博士（東京大学）取得

受賞者氏名：　長井 英生 (大阪大学大学院基礎工学研究科・教授)

受賞題目：　長時間大偏差確率最小化に関するリスク鋭感的制御を通じた研究
英文題目：　Study on large deviation probability minimization for long time via risk-sensitive control

受賞理由：
被制御確率過程が，終端時刻において，ある水準を下回る確率を考える．これに関して

(1) この確率を最小化し更にその長時間に渡る減衰率の値を調べること，
(2) この確率の長時間に渡る減衰率 (これを長時間大偏差確率と呼ぶ) を最小化すること，

は近年数理ファイナンスのトピックスから興ってきた問題である．長井英生氏は，自身の研究や畑宏明氏，Shuenn-Jyi Sheu 氏 (共に台北 Academia Sinica 所属) との共同研究を通して，これらの問題を解決した．制御の無い状況では，確率過程の終端時刻値に関するキュムラント母関数を計算し，その長時間極限関数の存在や微分可能性などが確認できれば，長時間大偏差確率が極限関数の Legendre 変換を用いて記述されることが知られている．(Gärtner-Ellis による．) 長井氏等は，制御が存在する状況下でも “同様” に，最小化された長時間大偏差確率と関連するリスク回避的長時間リスク鋭感的制御問題との間に Legendre 変換を通した “双対性” が成立することを示した．証明に於いては，リスク鋭感的制御問題に関する Hamilton–Jacobi–Bellman 方程式の解の長時間漸近挙動の詳細な評価 (リスク鋭感的パラメータに関する 2 階微分までの評価) が用いられており，主定理は Gärtner-Ellis の定理と最適制御理論が非自明な形で組み合わさったものと解釈される．また，この研究はモデルの不確実性 (uncertainty) を考慮した長時間大偏差確率評価 (Hannover, Leibniz 大学所属 Thomas Knispel 氏による研究) にも多大な影響を与えており，Knispel 氏の言葉を借りるならば，“ロバストな大偏差理論” の出発点ともみなされ，更に興味深い発展が期待されるものである．このような研究成果とその波及を鑑みて，長井英生氏の研究成果は解析学賞にふさわしいものである．

略歴：1976年9月　大阪大学大学院理学研究科数学専攻博士課程退学，1983年6月　理学博士（大阪大学）取得

受賞者氏名： 永井 敏隆 (広島大学大学院理学研究科・教授)

受賞題目： 走化性モデルに対する解析学的研究
英文題目： Mathematical analysis for models of chemotaxis

受賞理由：
走化性モデルは，自身の分泌する誘引物質を粘菌が探知し，その物質の濃度勾配に応じて引きつけあう数理生物モデルであり，非線形放物型偏微分方程式系によって記述される．永井氏は，走化性モデルの典型である Keller–Segel 方程式系に対する Childress–Parcus 予想を検討し，生化学的に自然な設定での非線形近似モデルを与えて，初期値が球対称の場合に，初期総質量がある閾値よりも大きければ解が有限時刻で爆発することを示した．次いで，2 次元有界領域において粘菌の初期総質量が閾値よりも小さいときには，時間大域解が存在することを Trudiger–Moser 型不等式とエネルギー・エントロピー汎函数，および偏微分方程式論の正則性理論を用いて証明した．時間大域解の存在を保証する閾値は 2 次元 Trudinger–Moser 不等式の最良定数 8π から自然に導かれ，CP 予想が正しいことを証明している．また有限時刻での解の爆発は，自身の手で非球対称の場合に拡張されたが，そこでは問題の背後にある対称性と臨界性が大きな役割を果たし，巧妙な重み函数の創出とともに深い洞察に支えられた結果である．これらの成果に加えて，主要部が退化した非局所系の先駆的結果，解の時間大域的な漸近挙動，爆発解の質量集中の可能性，誘引物拡散がない場合の 1 次元の解の爆発など，走化性モデルの解の挙動の研究で多彩な業績を挙げ研究を牽引してきた．近年では，2 次元非線形放物型-楕円型連立系で閾値 8π より総質量の小さい初期値に対して，解の 2 次モーメントの有界性を仮定せずに時間大域解の存在を証明し (Velázquez 予想の解決)，その大域的漸近挙動を明らかにした．そこでは自己相似解と再配列理論を応用した独創的手法が用いられている．このように永井氏の研究は，偏微分方程式論の本来の手法に加え，臨界不等式の適用や，再配列理論の応用，自己相似変換の再帰的適用など，解析学の業績として深淵にして顕著であって解析学賞にまことにふさわしいものである．

略歴：1977 年　広島大学大学院理学研究科博士課程後期数学専攻単位取得退学，1982 年 11 月 22 日　理学博士（広島大学）取得

（2010 年度解析学賞委員会　委員長　川島秀一）