授 賞 報 告

2018 年度日本数学会解析学賞授賞報告

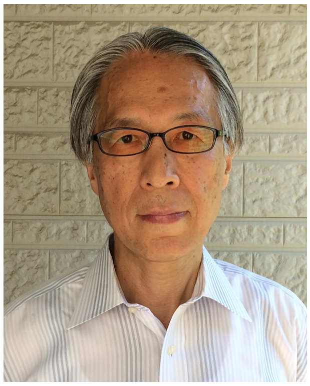
2018 年度（第 17 回）日本数学会解析学賞の受賞者が決まり，2018 年 9 月 26 日岡山大学における秋季総合分科会において授賞式が執り行われました．今年度の日本数学会解析学賞委員会の構成は， 大鹿健一，寒河江雅彦，坂口茂（委員長），須川敏幸，谷口健二，種村秀紀，中村周，森藤紳哉の 8 名です．受賞者とその受賞題目， 受賞理由は以下の通りです．各受賞者による受賞記念講演は， 来年春の年会において関連分科会の特別講演として行われる予定です．

受賞者： 川島秀一（早稲田大学理工学術院）
受賞題目： 消散構造を持つ非線形偏微分方程式系の安定性解析
英文題目： Stability analysis of systems of nonlinear partial differential equations with dissipative structure
受賞理由： 川島秀一氏は 1980 年代半ば，気体力学の基礎方程式である圧縮性 Navier–Stokes 方程式や離散速度 Boltzmann 方程式を包括する一般の双曲・放物型非線形偏微分方程式系の持つ消散構造を代数的条件として定式化することに成功した．その条件は後に「川島条件」と呼ばれ，非線形解析において重要となる線形化方程式の解の減衰評価を統一的に得ることを可能にした．さらに安定性解析で重要な非線形構造の理解のために，これらの一般の双曲・放物型非線形偏微分方程式系に対して，川島氏は Godunov や Friedrichs–Lax による数学的エントロピーの概念を一般化することに成功し，統一的な数学解析を可能にした．川島条件を有する非線形偏微分方程式系と一般化された数学的エントロピーからなる川島理論は様々な非線形波の安定性解析において重要な役割を演じてきた．

最近, 川島条件の枠に収まらない新たな消散構造をもつ数理物理の偏微分方程式系が注目を集めている．線形化作用素の高周波部分のスペクトルの挙動に起因して，線形化半群の減衰評価において可微分性の損失を生じ, その数学解析に大きな困難さを伴うものである．川島氏はこれらの方程式系の中で弾性体力学に現れる梁の振動を記述する Timoshenko 方程式系やプラズマ物理に現れる Euler–Maxwell 方程式系を含む偏微分方程式系の可微分性損失型消散構造の定式化を川島条件に新たな条件を追加する形で与えた．さらに，対応する数学的エントロピーの概念の拡張を与えた．他方，Lp-Lq-Lr 法という非線形問題の大域可解性を証明する解析手法を開発するなど，非線形問題に対する安定性解析の一般理論構築に向けて着実に研究を遂行している．また，Cattaneo の法則を考慮した温度入りの Timoshenko 方程式系や Euler–Maxwell 方程式系など，より複雑な偏微分方程式

系の可微分性損失型消散構造の研究も展開している．

川島秀一氏の研究は偏微分方程式論において新たな意義深い研究分野を開拓するものであり，その業績は解析学賞に相応しいものである．



受賞者： 今野紀雄（横浜国立大学大学院工学研究院）

受賞題目： 量子ウォークの数学的研究とその応用

英文題目： Mathematics of quantum walks and its applications

受賞理由：量子ウォークは量子力学の応用例として 1960 年代から Feynman など何人かの物理学者によって提案され研究された．それが 2001 年の Ambainis らの論文によって，量子計算の典型例である量子探索を駆動するアルゴリズムとして定式化され，その優れた計算効能が示されたことにより多くの注目を集め，現在様々な分野において精力的に研究がなされている．今野紀雄氏は量子ウォークを確率過程の基礎であるランダムウォークの量子的類似として捉え，新しいタイプの極限定理を導いた．この極限定理では，時刻と空間とのスケーリングが同じ（弾道的）になっており，時刻の平方根が空間をスケールする（拡散的な）ランダムウォークの不変原理とは大きく異なっている．極限分布は一般に絶対連続部分と特異部分を持つが，絶対連続部分は，現在，今野分布とよばれている．特異部分は，量子ウォークがある点に存在する確率が時刻無限大の極限でも正となる，いわゆる局在現象に対応していることもこの極限定理で重要な点である．この“弾道性”と“局在性”は相反する現象と考えられるが，今野氏は，量子ウォークがこの二つを同時に兼ね備えていることを証明したのである．この極限定理により量子ウォークは，様々な物理現象を新たな側面から解析するために有効な確率モデルとして応用されている．一例として，トポロジカル絶縁体への応用がある．

また，今野氏は，グラフ上の量子ウォークに関する直交多項式系やスペクトル解析，および確率解析などの数学的問題を提起かつ解決し，さらに多様な応用に関しても多くの結果を導いている．それらの一部を挙げると グラフ上の量子ウォークの特性多項式のグラフゼータの伊原型表示，量子ウォークの固有値とランダムウォークの固有値の関係を明らかにする固有値写像定理，グラフの幾何から誘導される局在化の存在決定，量子ウォークの周期性の整数論的特徴付け，などがある．

今野紀雄氏の研究は極めて独創的で多岐にわたり，その応用は他分野へも多大な影響を与えており，数学研究が他分野の研究と繋がっていく様子は，現代数学の一つの在り方を提示するものである．以上より，今野氏の業績は解析学賞に相応しいものである．

受賞者： 宮地晶彦（東京女子大学現代教養学部数理科学科）
受賞題目： ハーディー空間とフーリエ乗法作用素・擬微分作用素の有界性に関する研究
英文題目：Study of Hardy spaces and boundedness for Fourier multiplier operators and pseudodifferential operators
受賞理由：宮地晶彦氏の最近 5 年間の業績は，40 年間にわたる研究がそうであったように，主としてハーディー空間とフーリエ乗法作用素・擬微分作用素の有界性に関するものである．アトム分解や補間定理等を巧みに用いた職人芸が宮地氏の研究を極めて精緻なものにしている．最近 5 年間の業績は，L. Grafakos，H. van Nguyen，N. Tomita らとの共同研究においてなされており，より具体的には「最小限の滑らかさのみをフーリエ・マルチプライアーに課したフーリエ乗法作用素の研究」，及び「双線型擬微分作用素に対する Calderón–Vaillancourt 型の定理の研究」である．これらを少し敷衍すると以下のようになる．前者の研究は Mikhlin(1956)，Hörmander(1960)，及び Calderón–Torchinsky(1977) のフーリエ・マルチプライアーに関する定理の多重線型版である．マルチプライアーの滑らかさの最小性を見る一つの方法として，Miyachi(1980) によって研究された特別な減衰度と振動をもつ函数が重要な役割を果たす．後者の研究の起源は，Coifman–Meyer による Calderón の交換子の研究 (1975) にある．Bényi–Torres(2004) によれば，双線型擬微分作用素の有界性は，通常の場合（Calderón–Vaillancourt の定理）のようにはいかない．それに対して精緻な解析が展開されたのである．

そのような双線型・多重線型作用素の調和解析学は，Lipschitz 曲線に沿った Cauchy 積分の研究に端を発し，1997 年には Lacey–Thiele による双線型ヒルベルト変換の評価に関する研究が現われ，以来 20 年間にわたって，この方面の研究がますます盛んになっている．特に，Grafakos と多くの共同研究者たちの貢献が大きい．宮地氏もまさにその潮流の只中にいる．

国際研究集会の開催にも積極的で，特に 2013 年以降，毎年「East Asian Conference in Harmonic Analysis and Applications」と題する研究集会を開催している．韓国や中国の数学者とも活発な交流を重ね，更に，若手の調和解析学者への影響も甚大で，そのことは近年の目覚ましい点である．

以上のようなことから，宮地晶彦氏は解析学賞を授与されるに相応しいものである．

（2018 年度日本数学会解析学賞委員会）