

【受賞紹介】

2005年度解析学賞受賞者：

解析学賞の2005年度（第4回目）の受賞者が決まり、岡山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。

今年度の選考委員会は、石井仁司（委員長）、岡沢昇、中村玄、野口潤次郎、舟木直久、松本堯生（担当理事）、若山正人、吉田朋広の8名で構成されました。

受賞者とその業績題目、受賞理由は以下の通りです（あいうえお順）。各受賞者による受賞記念講演は、来年度の春季年会における関連分科会における特別講演として行われます。

中西 賢次（名古屋大学大学院多元数理科学研究科・助教授）

業績題目 エネルギー凝縮と非線形波動の漸近解析

受賞理由 エネルギー空間（通常は、ソボレフ空間 $H^1(\mathbf{R}^n)$ ）は、非線形偏微分方程式の解を考える関数空間として、数学的にも物理的にも自然な空間である。しかし、非線形相互作用により、無限遠を含む

\mathbf{R}^n のある点の近傍で、解のエネルギーの塊が生じたり、あるいはさらにエネルギー凝縮が起こる可能性がある。そして、このようなエネルギーの集中は、解の大域的な性質を決定する。中西賢次氏は、Bourgain (1999)がソボレフ臨界指数の非線形性を持つ Schrödinger 方程式に用いた議論を発展させ優れた研究業績を挙げた。

中西氏の研究業績は、以下の三つに要約される。一つは、空間1次元と2次元の非線形 Klein-Gordon 方程式と Schrödinger 方程式に対するエネルギー散乱理論の構成である。これは、1985年に Ginibre と Velo が空間3次元以上を解決して以来の未解決問題であったが、中西氏は時間変数を含む新しい Morawetz 不等式を開発し、これを用いてエネルギー塊が生じないことを示した。二つ目は、Maxwell-Dirac 方程式の初期値問題に対するエネルギー空間における弱解の存在と一意性である。1994年に Klainerman と Machedon が、Maxwell-Klein-Gordon 方程式の初期値問題 に対しエネルギー空間における適切性を示したが、それと類似の構造を持つ Maxwell-Dirac 方程式については未解決のままであった。中西氏は Masmoudi 氏とともに、短い時間内ではエネルギー凝縮が起こらないことを示した。三つ目は、相対論的波動方程式の光速を無限大にしたときの非相対論的極限を考え、Masmoudi 氏とともに、極限移行の際に生じる特異性（すなわち、エネルギー凝縮）を特徴付け新しい評価式を得た。これにより、どのような場合にどの極限に移行するのか、ほぼ完全に分類することに成功した。

以上、中西賢次氏の研究業績は優れたものであり、解析学賞にふさわしいものである。

藤原英徳（近畿大学産業理工学部・教授）

業績題目 冪零および可解リー群のユニタリ表現と可換性予想の解決

受賞理由 冪零リー群の表現論は、正準交換関係を通し量子力学の基礎を与え、Weil 表現を定義し保型形式の表現論的枠組とも深く関る。

業績題目にある冪零リー群における可換性予想とは、単項表現と呼ばれる部分群の1次元表現からの誘導表現の、既約分解における有限重複度性と不変微分作用素環の可換性の同値性を主張するものである。1992年に Corwin-Greenleaf が前者から後者が導かれることを示し、この逆の成立、即ち同値性を予想として提出した。予想が正しければ、ルート系や極大コンパクト群などの豊かな構造がある半単純リー群に比べ、構造論的にやや貧弱な冪零リー群の枠組でも、たとえばリーマン対称空間上の解析学のような豊かな世界が構築できることを強く示唆する点で、成立が大いに期待されていた。

そのようななか、藤原氏は G. Lion, B. Magneron, S. Mehdi 氏とともにこれを肯定的に解決し

た。さらに、表現の部分群への制限に対し、可換性予想の“双対”が成立することを A. Baklouti 氏との共同研究で明らかにした。単項表現の超関数の空間での分解は、Penney-Fujiwara の Plancherel 公式として既に有名であるが、これは冪零および可解リー群の等質空間上の解析学に対する同氏の研究の一貫した礎である。その意味で、予想の解決は、単発的ではなく極めて自然な流れにあった。事実、解決が現実性をおびるまでの同氏の10年余りの歳月は、冪零リー群、さらに指数型可解リー群のユニタリ表現の「軌道の方法」を用いた幾何学的な構造解析に捧げられている。このことが共同研究が実った最大の理由であり、同氏なくしては今回の成功はありえない。さらにこの成果は冪零リー群における Frobenius 相互律の研究や不変微分作用素環の多項式予想への足がかりも与えた。ややもすれば玉石混交なこれらの群の表現論において、このように輝きを秘めた玉を取り出した功績は非常に高く評価されるものであり、解析学賞の受賞にふさわしい。

吉田伸生（京都大学大学院理学研究科・助教授）

業績題目 確率解析による統計物理学的モデルの研究

受賞理由 吉田伸生氏の最近の研究テーマは、「ランダムウォークの統計力学」および「格子スピン系の相転移と緩和現象」である。吉田氏は、このような統計物理学に関わる問題について、確率解析の手法を駆使し、深い理解に基づく解析を行い、近年著しい成果を挙げている。特に、統計物理学的モデルにおける新たな相転移現象の発見は、国際的に高く評価されている。

ランダムウォーク、あるいはその連続化としてのブラウン運動は、高分子の数学モデルとして用いられる。吉田氏は F. Comets 氏、志賀徳造氏との共同研究において、ランダム媒質中の向きづけられた高分子鎖が、3次元以上では媒質との相互作用の強弱により全く異質の形状を呈し、「超拡散/拡散」転移を起こすことを証明した。一方、2次元では常に超拡散的である。特に吉田氏はブラウン運動に基づく連続モデルを提唱し、その結果、精緻な解析が可能になり、揺らぎ指数に対する重要な不等式の導出に成功した。また、種村秀紀氏と共同で、互いに吸着力が働く複数のランダムウォークについて「局在/非局在」転移の存在を示し、さらに磯崎泰樹氏と共同で、界面モデルにおける濡れ転移の解析を行い、壁面からの吸引力の大小によるランダムウォークの「局在/非局在」転移を明らかにし、非局在時に尺度極限を論じた。

一方、緩和現象について、吉田氏は K. Alexander 氏、樋口保成氏と共同で2次元確率 Ising モデルの解析を行い、相転移領域において一般の境界条件の下で、スペクトルの跳びに関する結果を導き、緩和速度が極めて遅いことを証明した。さらに、非有界スピン系にも適用可能な手法を開発し、対数ソボレフ不等式に関わる難問を解決した。

以上のように、吉田氏は統計物理学に動機づけられた問題から出発し、確率解析を広範に応用して目覚ましい成果を挙げており、同氏の業績は解析学賞にふさわしい。

(2005年度解析学賞選考委員会 委員長 石井仁司)