

## 授賞報告

### 2011 年度解析学賞受賞者

2011 年度 (第 10 回) 解析学賞の受賞者が決まり、2011 年 9 月 30 日、信州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、永井敏隆 (委員長)、松村昭孝、会田茂樹、今野良彦、相川弘明、河添健、河東泰之、小磯深幸の 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： 日野 正訓 (京都大学大学院情報学研究科・准教授)

受賞題目： 複雑な構造をもつ空間における確率解析

英文題目： Stochastic analysis on state spaces with atypical structures

受賞理由：

日野正訓氏は、パス空間や自己相似フラクタルといった重要だが、通常のユークリッド空間とは本質的に異なる複雑な構造をもつ空間の確率解析を研究している。彼は過去数年間に、nested fractal のマルチンゲール次元に関する楠岡予想の解決、2 次元 Sierpinski Carpet のマルチンゲール次元の決定、熱核に対する短時間漸近挙動についての Varadhan の結果の究極的な拡張、パス空間の反射壁ブラウン運動に関する一連の研究、ラフパス理論において出現した「新古典不等式」についての T. J. Lyons 予想の解決など、数多くの業績を上げている。特に最新の論文では、Dirichlet 形式に「指数」の概念を導入し、強局所的な正則 Dirichlet 形式の場合には、この指数が、対応する拡散過程のマルチンゲール次元に等しいことを証明した。また、この概念が Dirichlet 形式の局所構造の解析に有用であることを明らかにした。従来のフラクタル上の確率解析の研究においては、Dirichlet 形式のような infinitesimal な情報をいかに表現するかが不十分であったのだが、彼のこの結果は、その方向に風穴を開けると思われる。彼は、重要だが難しい問題を長い年月をかけ解決し、しばしばこれ以上ないような透明感のある理想的な結果を得ている。彼の業績はまさに解析学賞に相応しいものである。

略歴： 1971 年生、1998 年 1 月 京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了、1998 年 1 月 博士 (理学) (京都大学) 取得

受賞者氏名： 松井 宏樹 (千葉大学大学院理学研究科・准教授)

受賞題目： 力学系と  $C^*$ -環の研究

英文題目： Dynamical systems and  $C^*$ -algebras

受賞理由：

力学系の理論は古くから作用素環論と密接な関係を持って進展してきた。松井氏の業績は、この関連を大きく前進させる深い結果であり、二つの大きなテーマからなっている。

一つ目は、Cantor 集合上の極小的作用において、軌道同値と呼ばれる同値関係での分類を与えるものである。これについては、Giordano, Putnam, Skau の 3 人が  $\mathbb{Z}$ -作用の場合に、 $K$ -理論を用いたきれいな分類定理を与えていた。群  $\mathbb{Z}^d$  の極小作用の場合も、軌道

の性質を調べることにより、 $\mathbb{Z}$ -作用の場合に帰着できるか、ということが大きな未解決問題であったが、松井氏は独自のアイデアを持ってこの問題の研究に参入し、上記の3人と共に、最終的な解決を肯定的に与えることに成功した。

もう一つのテーマは  $C^*$ -環上の群作用の分類である。作用素環の上の群作用の分類は Connes による 1970 年代の偉大な成果以来、作用素環論の中心的な問題であり続けている。たちのよい von Neumann 環の上では、離散従順群の作用についてきれいな分類定理が先行して得られており、本質的には群が  $\mathbb{Z}$  の場合と同様の結果が成り立つことがわかっている。性質の良い  $C^*$ -環についても同様の結果を得たいのだが、そううまくはいかず、群が  $\mathbb{Z}^d$  ( $d > 1$ ) のときですでに、 $\mathbb{Z}$  の場合とは本質的に違った困難が現れる。松井氏はこの困難を突破する新しいテクニックを開発し、さまざまな  $C^*$ -環上の  $\mathbb{Z}^d$ -作用の分類について、多くの深い結果を得た。

以上の二つはいずれも作用素環論の進展においてたいへん意義の深い結果であり、技術的にもきわめて困難なものである。これらより、松井氏の成果は解析学賞に十分にふさわしいものと言える。

略歴： 1974年生、2001年11月 京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了、2001年11月 博士(理学)(京都大学)取得

受賞者氏名： 森本 芳則 (京都大学大学院人間・環境学研究科・教授)

受賞題目： 準楕円型作用素の解析と切断近似のない Boltzmann 方程式の数学的研究

英文題目： Analysis of hypo-elliptic operators and mathematical study of the non-cutoff Boltzmann equation

受賞理由：

森本芳則氏はフーリエ解析、擬微分作用素論等による超局所解析の手法と関数解析の理論を用いて、準楕円型偏微分方程式の解の存在と解の構造を研究してきた。主部が非負の二階偏微分作用素が準楕円型になるための十分条件として、対数オーダーの weight をもった評価式が成立することを示すとともに、ある種の楕円型作用素についてはその条件が必要でもあることも示した。また対数オーダーの weight を持つ評価式の成立条件を、非負なポテンシャルをもつ Schrödinger 作用素の正值性の問題に帰着させることにより、様々な無限次で退化する 2 階楕円型作用素について、その準楕円性と解の特異性の伝播を研究する基礎を与えた。さらに、その評価式が成立する偏微分作用素の特徴づけのため、Fefferman-Phong が定式化した数学的不確定性原理を初めて導入し、いくつかの退化楕円型作用素に適用している。

そうした研究の延長線上で、気体・流体力学の最も基礎的な方程式である Boltzmann 方程式の衝突切断近似が無い場合に、解の平滑化効果に関する画期的な成果をあげ、この分野の研究を大きく進展させた。Boltzmann 方程式は相空間上の粒子密度の方程式であり、その解は、時・空変数および速度変数の関数であって、非線形作用である衝突積分作用素は速度変数にのみ関係する。切断近似のない衝突非線形項から速度変数に作用する分数べきラプラス作用素としての効果が生じ、熱方程式のように解の平滑化現象が速度変数に関して起こることが予想されるが、他方、空間変数に関しては輸送作用があり一階双曲型作用素としての効果しか期待できない。森本氏は、R. Alexandre 氏、鶴飼正二氏、C.-J. Xu 氏、T. Yong 氏らと共同で、それまで自身が研究を進めていた準楕円型作用素に対する研究を基礎に、速度変数ラプラシアンを空間変数に対する無限次退化楕円型作用素と見なし、速度変数に関する楕円型作用素と空間変数に関する双曲型作用素の相互作用により、両変数に関する解の平滑化作用が生じることを示した。これは切断近似のない Boltzmann

方程式が解に対する  $C^\infty$  平滑化作用 (smoothing effect) を始めて示したもので、この方程式の研究における新しい方向を示唆する研究として高く評価されている。

このように森本氏の研究は非常に画期的で内外でたいへん高く評価されている。解析学賞としてまことにふさわしい業績である。

略歴： 1951年生，1977年5月 大阪大学大学院理学研究科博士課程(後期)退学，  
1983年2月 Doctorat d'Etat (パリ第XI大学)取得

(2011年度解析学賞委員会 委員長 永井敏隆)