

会員ニュース

神保道夫教授の Wigner Medal 受賞に寄せて

京都大学 三輪哲二

神保さん, Wigner Medal の受賞おめでとうございます. 神保さんから, そして神保さんの仕事から, たくさんの物をもたらした大勢の仲間を代表して, お祝いと感謝の気持ちを伝えさせてください.

第28回物理学における群論的方法国際会議において「古典および量子可積分系との関連で行われた量子群の導入とアフィンリー代数の研究」に対して Wigner Medal が授与されました. 授賞式は英国 New Castle で開催された国際会議における中心行事として7月27日に行われました. 神保さんは, 会議の初日に到着し, 翌日が授賞式で, 3日目に全体講演をしたあと, ハリーポッターのお城を見学して, 次の日には帰って来ました. 授賞式で神保さんを紹介したのは Smirnov さんでした. 歴代の受賞者の中には何人か数学者なら誰でも知っている人が混じっていて, Gelfand, Singer, Kac と Moody といった人たちですが, 神保さんは1996年に大阪でこの会議があったときに Kac がやってきて話をしたことを, おぼろげに覚えているそうです.

Wigner Medal の第一回の受賞者は Wigner 本人と Bargmann です. 1978年のことで, Wigner による1939年の非同次ローレンツ群の無限次元ユニタリ表現の研究から40年, 1963年のノーベル賞受賞からでも25年が経っています. Gelfand の受賞は第2回(1980年)で, 研究から受賞までの40年のずれは別にして, 物理と群論のはじめての出会い, ユニタリ表現論であったことが伺えます.

可積分系の世界では, Wigner の名前は Jordan-Wigner 変換として出てきます. これは, パウリ行列のテンソル積を考えてフェルミオンを構成する話ですが, これは神保さんと私にとって, 佐藤先生と一緒に Ising 模型の研究を始めた頃の懐かしい名前であり, その意味で今回の受賞は神保さんにとって感慨深い物であったでしょう.

Singer と群論がどう結びつくのかは知りませんが, Kac と Moody は, 我々の同時代の出来事です. 無限次元の対称性, 表現が無限次元という意味ではなく, リー代数自体が無限次元になるという意味での無限次元対称性が, 物理と大きく関わった. これは1968年に始まる大きな出来事でした. 彼らの受賞は Wigner Medal としては第10回に当たりますが, 第9回の受賞者が Wess と Zumino であるということも一つの時代を表わしていて象徴的です. Drinfeld と神保さんによる量子群の発見は1985年のことですから, Kac と Moody の受賞が1996年だったとすると, breakthrough から受賞までの年数はどちらの場合も, 25年から30年で, ほぼ符合していますね.

量子群の発見は数学の世界にも, 一大変革をもたらしましたが, 発祥の地である物理ではどのような問題の解決をもたらしたのでしょうか? この問には神保さん自身に答えてもらうことにしましょう.

以下の英文の部分は New Castle における受賞講演の最初と最後からとったものです．これに私なりの解説をつけることにします．講演のタイトルは

What are the 'full symmetries' in quantum integrable models?

でした．

Symmetries (対称性) とはなんでしょうか？例として円の方程式と KdV 方程式とを考えてみます．円が回転対称であるということは，平面全体を円の中心を固定して回転させたときに，代数方程式の解集合としての円は不変になっているということです．KdV 方程式が可積分系であるということは，無限個の保存量の存在と言い換えられます．これは KdV 方程式を変えないような互いに可換な非線形の時間発展が存在するということです．すなわち，KdV 方程式の解は，保存量に対応する変換をしても KdV 方程式の解であり続ける．実は，KdV 方程式はさらに大きな非可換の対称性を持ちます．それがアフィンリー代数の対称性です．KdV 方程式の解をタウ関数(広田の変数)で表示しておくとし，アフィンリー代数に対応する変換が，頂点作用素としてタウ関数を不変にする形で作用する．KdV 方程式は古典可積分系の典型例です．では量子可積分系とはなんでしょうか？

Integrable Quantum Field Theory (IQFT) \approx Theory of Special Functions in QFT

これが神保さんの量子可積分系(正確には，場の量子論における可積分系)に対する見方です．そして，量子可積分系における対称性とは何かという問いに対する神保さんの答は

Integrability \approx Infinite number of commuting integrals

However, in good cases Large symmetry Abelian symmetry

Large non-abelian symmetries have appeared in the context of correlation functions:

free fermions (Ising model)

Virasoro algebra (CFT)

Quantum affine algebra (XXZ model)

All these act on the space of states. We contend that, in the sine-Gordon model at generic coupling, fermions complement the integrable structure of the space of local operators.

ここに書かれている内容をすべて説明する余裕はありませんが，大事なことは，量子群の役割は，量子可積分系の対称性であると言い切ってしまうてよいのです．典型例であり最初の例である 2 次元 Ising 模型は Jordan-Wigner 変換で構成されるフェルミオンによって，Full Symmetries が記述されました．零質量の場の理論である CFT の対称性は Virasoro 代数です．格子の理論である XXZ 模型と，有質量場の理論である sine-Gordon 模型の対称性はどうなるのでしょうか？これらの模型の可積分性，すなわち無限個の保存量の存在を保証するものは量子群の R 行列です．しかし，それは終点ではなく Full Symmetries の探求はそこから始まる．これらの模型の Full Symmetries は，Ising 模型のフェルミオンとは全く違う形のフェルミオンとして現れるのだ．CONTEND これが神保さんの結語です．