



CREST メンバー尾畑伸明教授へのインタビュー

2009.7

ー 尾畑先生がリーダーを務めていらっしゃいます AMF 応用数学連携フォーラムについて教えてください。

応用数学連携フォーラム (AMF) は数学をコアにして、数学に限らないいろいろな分野の研究者とネットワークを作り、お互いがいつでも話をできる環境を作ることを目的としていて、2007年9月に数名の仲間とともに活動を開始しました。このフォーラムは自由参加で、趣旨に賛同してくれる方をフォーラムメンバーとして募っています。これまでに、8回のワークショップを開催してきましたが、多くの分野からの予想以上の参加があり、数学への潜在的関心の高さをひしひしと感じています。AMFはボランティアベースですが、国際高等研究教育機構に事務局をおいて活動の拠点としています。機構の掲げる分野融合の理念と相まって、多くの人々に面白いと思ってもらえるように活動を盛り上げてゆきたいと思っていますので、よろしくお願いします。



ー 本 CREST プロジェクト「離散幾何学から提案する新物質創成と物性発現の解明」と AMF 応用数学連携フォーラムとの関係について教えてください。

近年、応用数学重視の世界的な潮流が見て取れますね。わが国でも応用数学支援が様々な形で胎動しているのはご承知のとおりです。JST の設定した研究領域「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」もまさにその一つで、本 CREST プロジェクトは初年度に採択された3件のうちのひとつとなっています。本 CREST プロジェクトの掲げる研究課題は、AMF の活動を通して得られた研究シーズが発芽したものとと言えます。今後、CREST という栄養分を得ることで大きく育てゆくことを願っています。そのために AMF も協力してゆきます。

ー 尾畑先生の研究テーマはどのようなものでしょうか？

15年ぐらい前から量子確率論に力を注いでいます。この分野は日本ではあまり知られていないように思います。偶然に左右されランダムに変化する量を解析するのが確率論の目的ですが、伝統的な確率論では実数に値をとる確率変数を考えます。確率変数同士の和や積などの平均値を考えることで、確率変数のもつ様々な統計的な性質が明らかにされるのです。ここで注目してほしいことは、確率変数はつまるところはスカラー関数ですので、積をとる演算が可換であるということです。数学的に言うと、確率変数は可換代数をなすのですね。この観点を一般化して、非可換代数に対して展開される確率論が量子確率論なのです。もともとは、量子力学における統計的問題を論じたフォンノイマンに遡りますが、

最近では、さまざまな分野を巻き込みながら発展していて、非可換確率論と呼ぶ人たちもいます。

— 普通の確率論との違いをもう少し説明してください。

非可換な演算が現れる典型的なものは行列の積でしょう。つまり、行列代数は非可換代数ということになります。それぞれの行列に複素数を対応させること（実際は、正值線形関数を与えるということ）で「確率」に相当する機能を導入します。可換確率論では XYX と X^2Y の平均値はもちろん同じで、もし X と Y が独立ならば、その平均値の乗法性によって $\varphi(XYX) = \varphi(X^2Y) = \varphi(X^2)\varphi(Y)$ ですが、非可換確率論では $\varphi(XYX)$ と $\varphi(X^2Y)$ が一致する必然性はありません。むしろ、一見奇妙な積法則のバリエーションがいろいろ考えられるところが面白いところです。コイン投げで表の出る回数の分布が正規分布で近似されるというドモアブル・ラプラスの定理がありますが、これは中心極限定理として可換（古典）独立性の帰結として理解できます。非可換確率論では多様な独立性の帰結として、ウィグナーの半円則や逆正弦則など様々な極限分布が現れます。次のステップとして、確率過程が視野に入ってきます。微小時間に小さな揺らぎが独立に蓄積したものとして理解しますが、量子確率論では独立性の多様性からさまざまな量子確率過程が研究されています。

— 量子確率論の広がりについてはいかがでしょうか。

最近、興味を持っていることのひとつは、時間とともに成長してゆくグラフを量子確率論的視点から研究することです。実世界ネットワークや複雑ネットワークへの新しいアプローチを開拓できればと願っています。研究のきっかけは、Hamming グラフのスペクトル（隣接行列の固有値分布）が、長さや文字のパラメータを無限に大きくしたとき、どのようになるかという問題でした。隣接行列の量子分解という方法を導入して、Hamming グラフのスペクトルの詳細なしに極限を求めることができました。この方法は、その後、成長する正則グラフに適用できる形に洗練されて、多くの具体例に応用されています。これをさらに発展させることで、成長するネットワークをどういう量で特徴づけるか、実際にどういう風に見えるか、を考えてゆきたいと思っています。これまでの研究は、何らかの意味で一変数の直交多項式論に帰着することでうまくいっている部分が多いため、次のステップでは何らかの多変数直交多項式が必要になり、それを見出すことが重要な課題でしょう。

— 尾畑先生の研究と本 CREST プロジェクトの関わり合いについて教えてください。

私の研究のルーツはホワイトノイズ解析、もう少し広く言えば、無限次元確率解析にあります。ただ、確率過程よりも場の量子論と関係している部分に強い関心をもって研究を始めました。実際、フォック空間上の作用素の研究にホワイトノイズの方法が使えます。90年代初め頃、フォック空間の作用素をホワイトノイズを使って積分表示するというをやっていた、その経緯で量子確率論に辿り着きました。量子確率論でも、時間とともに発展する量子確率過程の解析は重要な研究テーマですが、私はホワイトノイズ解析と量子確率論を合わせた理論体系（量子ホワイトノイズ解析）を提案してきました。本 CREST プロジェクトにおいても量子確率論的視点は様々な場面で有効であろうと思っています。なかでも、「極初期の相分離」の理論構築において、量子確率論における確率極限やスケール極限の議論を深めることで貢献できればと考えています。