

数工連携の立場から見たドレスト光子とオフシェル科学

松岡 雷士 (広島工業大学)

2019年の10月からドレスト光子の研究グループに本格参加し、短い期間ながらも多数の魅力的な研究者と研究テーマに巡り合うことが出来た。自分は同位体分離という工学の分野に量子ウォークの数理を活用する研究でオリジナリティを出してきた人間であり、今回も対象はドレスト光子に変わりつつも、基本的には量子ウォークの数理を現実の現象に当てはめていく立場をとるものと考えていた。しかしながら実際に研究を開始してみると、ドレスト光子という現象はその背後にある広大なオフシェル科学の覗き穴に過ぎず、また既存の量子ウォークの考え方は現象のモデル化の糸口ではあるものの、オフシェル科学を記述するには今一步足りていないということもわかってきた。まさに数学から物理を貫いて工学に至る過程の全てがオフシェル科学の研究対象であり、どうやってこれだけの分野の研究者が一つの目標の下に集まる事が出来たのか不思議にすら感じてしまう、それがオフシェル科学の研究の現場であった。

結論から言えばドレスト光子の研究においては数学と工学の連携「数工連携」が完全に機能している。今回は研究内容について述べる前段階として、この数工連携について自分の過去の経験とオフシェル科学の現状を交えて記述してみたい。(余談だが数工連携という言葉が自分の造語であることをこの原稿を書いている段階で初めて知った。特別な言葉だとは思わないので、今回はそのまま数工連携という言葉に自然に使っていくことにする。)

純粋な実験屋として研究を続けてきた自分が数学の研究者と初めて議論を共にしたのは2013年頃の話であり、現在の共同研究者である瀬川氏が九州大学マス・フォア・インダストリ研究所の短期共同研究企画を立ち上げるための工学側の相方を探していたときであった。当時取り組んでいた研究テーマを進めるためには実験面では技術と時間が不足しており、また数値計算の結果も直観に反しており周囲からの信頼が得られていないという八方塞がりの状況であった。状況の打開には数学しかないと考え、瀬川氏との共同研究を快諾した。この共同研究は結果として多数の成果の創出につながり、ある意味ではその分野の固定観念を打ち破ることに成功した。そこに至る過程は平坦では無かったが、数学側と工学側の若手研究者同士が固定観念に縛られずに粘り強く議論を続けたことによって連携はある程度の成功を得たのだと信じている。

それまで全く縁の無かった現代数学との境界領域で研究を続けるうちに、「うまくいかない連携」を目にしたたり体験したりすることも多くあった。ここではそれぞれの立場からの失敗例を列挙してみる。中には我々自身が陥った数多くの失敗の一例も含まれている。

工学側の研究者の失敗例

- ・ 数学者と理論物理学者の区別がついておらず、理論構築の多くを数学者に求めすぎる
- ・ 数学者の核心をついたせっかくの提案を固定観念に縛られて却下してしまう
- ・ 数学の中にも多数の分野があり、それぞれに専門家がいることを理解していない
- ・ 「スペクトル」などの分野によって異なる用語の意味を取り違える

- ・ 定理→証明→具体例と展開される論文の書き方に慣れることが出来ない

数学側の研究者の失敗例

- ・ 問題を整理するだけで仕事を終え、解決に至る手段や重要な具体例を議論しない
- ・ 重要な発見を平易に示さず、難解な論証で提示する
- ・ 実験研究に必要なリソース（資金・人材・時間）を軽く見る
- ・ 工学にはいざとなれば絨毯爆撃数値計算という研究アプローチもあり、数学にそれ以上のものが求められているという実感を持たない

もちろんここに挙げた例はほとんどがお互いの偏見と誤解に端を発する行き違いである。連携を達成するためにはまずお互いの誤解を解くための対話、それもお互いの研究観を語り合うくらいの綿密な会話が必要となる。数学と工学の連携は掛け声だけで成立するものではなく、お互いがお互いの分野に深く踏み込むぐらいの相互努力が必要であり、両者が理解を深めることで初めて達成されるものであると考える。そのためには意欲ある学生や若手研究者のチャレンジ精神も重要な要素となる。

ところでドレスト光子の研究においては数学から工学に至る連携の様相は少し異なる。オフシエル科学の中心にあるのは量子場の物理であり、そこには数理物理学者という数学と物理をスムーズにつなぐ専門家が存在する。数学から工学に至る過程は以下のようになっている。

数学 → 数理物理学 → 理論物理学 → 計算物理学 → 実験物理学 → 工学

上記の流れで数理物理学の立場は特に重要であり、現代数学と現代の量子物理学を接続する役割を高いレベルで担っている。現代数学と理論物理学の間にある考え方・研究観の距離に比較すれば、理論物理学と実験物理学のその距離は意外に近い。またドレスト光子の考え方は既に間接遷移型のLED開発など実用的な工学に応用されている。ドレスト光子とその背後にあるオフシエル科学は、まさに数理物理学を中心とした数工連携が機能する理想的な研究領域となっている。

実験物理や工学の研究者にとって現代数学は本当に魔法のように不思議で未知で役に立つ学問となっていることに疑いの余地はない。しかしながらあまりに研究観が異なるために、数学本来の使い道とは全く異なる要求を数学者に押し付けてしまっている例も多く見聞きする。工学の研究者は数学を利用したければ数学者の研究スタンスを深く理解すべきだし、数学者もそのことを理解して工学との連携を模索すべきである。以上は数工連携を実践する上で自身が得た結論だったわけであるが、ドレスト光子・オフシエル科学においてはその連携が驚くほどスムーズかつ効果的に行われていることに圧倒される。能力の高い多数の数理物理学者の参加と研究者間の綿密なコミュニケーションの賜物であると考えている。