

## 特集：数学研究所の紹介

- I) 東北大学原子分子材料科学高等研究機構の紹介記事「AIMR では何が起きているのか」  
II) 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所の紹介記事「数学，産業，そして数学」
- 

### I) AIMR では何が起きているのか

-WPI-AIMR における数学と材料科学の出会い-

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 (WPI-AIMR)

数学ユニットリーダー，PI  
西浦 廉政

#### 大きな流れの中で

Rita Colwell 女史が今年の8月9日にキャノンの生駒俊明氏と共に WPI-AIMR を訪問された。サイトビジットも兼ねていたので、きびしい雰囲気ではあったが、その誠実な人柄と80歳を越えているとは思えないエネルギーな行動力には驚かされた。Colwell氏は元NSF長官であり、在職中にその強力な指導と決断により数学振興に尽力された。実際2000年度から2004年度にかけて数学予算の倍増が実現し、年間約200億円が投入されることとなった。このことはむろん急に始まったわけではない。この20年ほど前の1981年にNSFサポートにより、MSRIがUC-Berkeleyに、IMAがMinnesotaに発足した。しかし同時にDavid委員会も発足し、1984年の報告書“Renewing U.S. Mathematics: Critical Resource for the Future”(いわゆる“David report”)に結実する。この中で諸科学とのバランスも勘案しつつ、数学振興のために予算の倍増が不可欠であることが強調された。1990年にはDavid II report: “Renewing U.S. Mathematics: A Plan for the 1990s”も出され、そこでは女性やマイノリティの数理科学への積極的参加も強調されている。その後大きな影響を与えたのは、1998年に出された通称Odom report とよばれる報告書である。“Report of the Senior Assessment Panel for the International Assessment of the U.S. Mathematical Sciences”



(<http://www.nsf.gov/pubs/1998/nsf9895/>), NSF, 1998. これらの努力の結果として2000年以降の数学振興につながり、現在もその模索は続いている。日本においても遅ればせなが

ら 2000 年に入りようやく数学・数理科学振興の動きが出始め、2006 年の文科省政策研の「忘れられた科学—数学」の報告書をきっかけに、多くの調査、シンポが開催された。2007 年からは JST に数学領域 (<http://www.jst.go.jp/crest/math/>) が初めて発足し、さきがけ、CREST<sup>1</sup> の活動が続いている。2010 年度の科学技術基本政策の基本方針に数学・数理科学技術支援が明記されたことはまだ記憶に新しい。2011 年には文科省研究振興局に数学イノベーションユニットが発足し、九大にはマス・フォア・インダストリ研究所が数理解析研究所、統計数理研究所に続き日本で 3 番目の研究所としてスタートした。平行して数学・数理科学と諸科学・産業との協働を促進するプログラムやワークショップが多数開催され活発に動き始めている（例えば、統計数理研究所が中核機関とする数学協働プログラム (Coop with Math Program : <http://coop-math.ism.ac.jp/>)）。既にいろいろなところで記載されている経緯を長々と書いたが、一つの流れを起すには長い時間スパンと継続的なエネルギーの注入が不可欠であることを再確認しておきたかったのである。東北大学の WPI-AIMR という材料科学の先端的研究所に数学ユニットが 2011 年度に誕生したのは偶然ではなく、そのような大きな流れがあり、数学以外の分野の人達のサポートを背景に東北大学が決断できたのである。とはいえ象徴的な出来事であり、期待と不安が入り混じった船出であった。

WPI-AIMR の構成は PI (主任研究員) 31 名であり、全体で約 200 名のスタッフが研究に従事している。いずれもその約半数は外国人である (詳細は <http://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/en/index.html> を参照)。機構長は 2012 年度から数学者の小谷元子氏が務めている。数学ユニットは総勢 7 名であり、決して大きなグループではない。機構長と小生を除けば他はすべて若手研究者である。そのような小さな集団が AIMR で風を起こしつつある。それは機構長のトップダウンの決断力と若手の力を十分に発揮させる為の様々な工夫の賜であり、以下でその一端を紹介する。

## どのように連携するのか

たとえ同じ建物に数学者と実験科学者がいてもそれだけでは何も起こらない。化学反応に触媒が不可欠のように反応バリアを下げる工夫が必要となる。そのときに注意せねばならないことは次の 2 点<sup>2</sup>である。

1. 現場からの問題は数学的に定式化されていない。
2. “Just tell me what the problem is and I will solve it”. という態度では進まない。

とくに問題を数学の土俵に乗せるという作業 (広い意味のモデリング) は、数学以外の知識とセンスが要求され、一人ではかなりの時間と経験も必要となる。ここを加速し、かつ数学者と実験サイドをつなぐ役割を担う若手研究者集団として “インターフェイスユニット” が作られた。現在 8 名の 30 代前半の理論化学者、理論物理学者がここで活躍している。このグループにラボの教授に相当するポストはいない。自由に実験家と議論し、問題の選択も彼らに任されている。複数の仲間と共通の課題に取り組むことも推奨されている。私はある程度の organization はするが、基本的に彼らの発想と自発的行動に任せ、全体の世話役に徹する

ようにしている。

しかし共同研究は双方向的であり、理論側だけ熱くなっても片思いになるだけである。AIMR 全体として共有できる目標とミッションを遂行する意識を高めるため、3つの研究ターゲットが設定された。



•Non-equilibrium Materials based on

Mathematical Dynamical Systems

•Topological Functional Materials

•Multi-Scale Hierarchical Materials based on Discrete Geometric Analysis

詳細は AIMR のサイトを見ていただくとして、各ターゲットに実験側の責任者 (PI 及び Jr. PI) を割り当て、双方向コラボレーションを推進している。とくに若手主任研究者 Jr. PI の存在は大きく、実験と理論および世代間のギャップを埋める役割の一端を担っている。実際には訪問滞在していただかないと実感できないが、極めてヘテロな研究環境の下での日常的コンタクトの集積として研究の種が生まれている。すべてがうまく行くわけではないが、失敗もそれなりの意味がある。最初に述べたように数学的定式化が (すぐには) できない場合も多いのである。

ここまで書いてきて読者の中には既に数学的文化とのギャップを感じられ、逃げ出したくなった方もおられるかもしれない。しかしすべてが上の時計で動いているわけではない。AIMR は時限のついた研究所であるが、基本は研究者自らの発想を最重要視している。自分のクロックで考え、セミナーに参加し、行動している数学者もいる。機構長が数学者であることの良さがここに出ている。彼らにとっても中長期的にはここでの経験が 5 年後、10 年後に実を結ぶと期待される。案外そのような結果が材料科学にとっても大きなインパクトとなる可能性もある。

## 成果は出ているのか

何を成果と見るかによって、この判定は大きく変わるであろう。そもそも数学ユニットが 2012 年 4 月に本格的にスタートして 1 年半の時点で、この間いそのものが意味をもつのかどうか疑問である。短期の時間スケールで共同研究の成果としての論文が出ているかという



意味ならば、明確に出ている。予想以上にとっ言ってい  
いだろう。しかも Science, PRL など高いレベルのジャーナルに発表されており、on-going の研究も含めれば、2 桁の数である。この短期間によく集中できたものだと感心するしかない。とりわけインターフェイスの若手の人達の貢献が極めて大きい。ここで重要なことは、数学的思考法の重要性、面白さが浸透しつつあ

ることである。とりわけ若手実験家の何人かは、自ら率先して数学的手法を勉強し、自分の問題に取り込む努力をしている。この双方向性は極めて重要である。その際のきっかけとして数学ソフトウェアの存在が重要な鍵となっている。Computational Homologyはその良い例である。材料科学は複雑モルフォロジーの宝庫であり、実に自然な応用であり、いくつかの興味ある研究が進みつつある。今後はより多彩な数学のあらゆる分野の概念が取り込まれていくような気がしている。車のエンジンの詳細は知らなくてもドライブを楽しむことはできる。そこから車そのものへの興味が起こり、イノベーションへとつながる流れが作られれば素晴らしい。

### 今後の展望 -多彩な評価軸と時間スケール-

かなりリスクを伴う試みではあったが、数学ユニットが本格的に始動してから2年目の後半を迎えようとしている。前段では数年という短期の成果に触れたが、数学の立場から言えば少なくとも10年程度のスケールで材料科学と数学が交わり、そこからのフィードバックとしてどのようなインパクトが



各々の分野にもたらされたのかを見極めないといけないだろう。しかし中長期の大きなテーマもたなぼたで来るわけではなく、自ら探さなければならない。このような探索プロセスを容易にするにはヘテロな研究環境の維持と日常的な情報交換を継続する必要がある。AIMRではそのために誰でも、いつでも使えるフリースペースを用意している。また研究する人ばかりでは困るので、コーディネータ（世話役）も必要である。いずれにしろ複数の時間スケールを持ちつつ、小さな種を大きな目標の下で育てていかねばならない。若手のキャリアは時限のついた研究所の大きな問題であるが、新たな分野を拓くリスクをかけた挑戦には、別の評価軸も用意すべきだろう。いずれにしろヘテロな研究環境での経験は大きなプラスになると思われる。AIMRはこれまで述べてきたようなシステム改革により、数学—材料連携に向けて大きな一歩を踏み出した。ここで述べたことは材料科学に限らず、一般に異分野が連携する時に役立つヒントも含まれていると思われる。

注1：数学，第65巻第3号 2013年7月夏季号「数学と諸科学」に掲載のCRESTの活動報告があるので参照されたい。

注2：東北大学情報科学研究科の正宗淳氏からご教示いただいたMathematics in Industry, SIAM report, 2012にある表現を一部改変。