

II) 数学, 産業, そして数学

九州大学マス・フォア・インダストリ研究所
佐伯 修

平成23年4月,九州大学にマス・フォア・インダストリ研究所(= Institute of Mathematics for Industry, 以下 IMI と略記) がアジア初の産業数学研究所として設立されました. そして本年(平成25年)4月には,「産業数学の先進的・基礎的共同研究拠点」として,文部科学省の共同利用・共同研究拠点到に認定されました. 数学会会員の皆様の中にはまだ IMI の活動概要をご存知ない方も多いかと思います. 本稿により我々の活動等の一端を知っていただき,今後の皆様の研究活動のお役に立てていただければ幸いに思います.

マス・フォア・インダストリという言葉は,九州大学数理学府が中心となって展開した Global COE プログラム『マス・フォア・インダストリ教育研究拠点』のタイトルとして初めて登場しました. マス・フォア・インダストリとは,もちろん, **Mathematics for Industry** の省略形です. 数学の諸分野を融合再編し,産業界からの要請に応えようとすることで生まれる,数学の新しい領域,と定義されています. 単なる「産業数学」ではなく,数学のすべての分野を有効活用して産業界の問題に対応してゆくこと,そしてそれにより数学へのフィードバックを図ることに特長があります. Global COE プログラムの4年目,それまで九州大学の数学系教員組織であった数理学府が分割改組され,IMI が誕生したのでした.

簡単に組織を紹介します. 基本的には,数学テクノロジー先端研究部門,応用理論研究部門,基礎理論研究部門,数学理論先進ソフトウェア開発室,連携推進・技術相談窓口(そして客員部門)からなります.平成25年10月1日現在のスタッフ数は教授12,准教授10,助教4となっています.なお,理学部数学科や大学院数理学府の教育は,数理学府等と共に従前の通り共同で担当しています.そもそも IMI は,研究所でありながら,人材育成を重要な役割の一つと考えているところにも特長があります.

こうした我々スタッフが普段行っていることの多くは,これまでとほとんど同じく,数学・数理科学の研究・教育です.そしてそうした業務に,企業関係者や他分野研究者との共同研究や,それに関わる種々の活動が大きなミッションとして加わりました. IMI という名称から,前者に相当する業務がほとんどなくなり,後者の業務のみに力点が置かれていると思われる方もおられるかも知れませんが,実際には前者にも多くの比重が載せられています.



企業との共同研究には、IMI の多くのスタッフが関わっています。共同研究のきっかけは様々ですが、企業が固有に抱える問題を提起し、それを我々IMI のスタッフが解決する手助けをする、といった感じで始まり、進んでいきます。その際、まずは企業側の意図をしっかりと理解することから始まり、そうした問題の中から数学・数理科学を用いて我々の力で解決できる見込みのようなものが見いだされ、双方がそれに納得すれば、共同研究契約へと進み、本格的な共同研究が始まります。その過程でもっとも大事なことは、企業側の問題を解決するために、関係すると思われるありとあらゆる数学を総動員することです。偏微分方程式の数値解析的手法による解法が功を奏することもあるでしょう、位相幾何学的な考え方で新しい評価指標としての不変量を定義することが成功することもあるでしょう、あるいは最適化、整数論、表現論、微分幾何、確率論、統計的手法等々が互いに相補的に作用して問題が解決できることもあるでしょう。幸いにして、そういった共同研究がうまくゆきつつあります。我々の努力ももちろんそれなりに行ってきていると自負しておりますが、それよりも、数学の汎用性、数学に対する企業からの期待によるところが大きいと個人的には感じています。まだまだ数学に対する理解、あるいは数学がいかに強力かといった点の認識が、社会的に得られているとは残念ながら言えない状況であるとは思いますが、しかしながら、こうした努力を続け実績を積んでゆくことで、少しずつ社会的信頼と理解を得られるのではないかと考えています。

さて、我々IMI が定期的に行っている活動について紹介しましょう。毎年秋には産業数学に関する国際研究集会であるフォーラム・マス・フォア・インダストリを開催しています。国内外で活躍中の産業数学研究者を、大学等の研究機関や企業等から招聘し、最先端の研究成果の発表をしていただいたり、問題提起をしていただいたりしています。また、若手研究者向けにポスターセッションを設け、博士課程の学生を中心にポスター発表を行っていただき、優秀なポスター発表を表彰するなどしています。この活動は Global COE プログラムが始まる直前の平成 20 年 3 月から続いており、我々の活動の羅針盤的役割を果たしてきています。こうした活動を通して、平成 23 年 11 月には、九州大学とシンガポール国立大学が中心となって、アジア・パシフィック産業数学コンソーシアム(APCMI = Asia-Pacific Consortium of Mathematics-for-Industry)が立ち上げられました。我がIMI は、こうした強い国際連携にも大きな特長があります。また、毎年夏にはスタディグループ・ワークショップを開催しています。スタディグループは、産業界における数学的問題を解決すること、あるいは数学を軸にした産業界との共同研究や連携活動の種を見出し、その芽を育てることを目的に、1968 年にオックスフォード大学で始まりました。活動内容は、産業界などの異分野から、個々が抱える未解決の数学的問題（数学を使えば解決に至ると期待できる課題など）を数学研究者に対して紹介・解説し、それに興味を持った研究者が概ね一週間の会期中、当該問題の提出者と協力し、ときにはその正しい数学的定式化も含め、解決を目指すというものです。提起された問題が会期中に解けてしまうこともあるでしょう。また解決はできなかったもののその糸口が見つかり、その後、契約等を結び共同研究を推進して行くケースもあるでしょう。もちろん、具体的な解決に結びつかない

こともありますが、それは失敗ではありません。その場合でも、数学研究に携わる者にとっては、産業や異分野の問題に接することができる貴重な体験となります。一方、問題を提起して下さる側にも、問題が数学的に明確にできるという点でメリットがあります。さらに、解決を目指すプロセスに身を置くことを通じて、参加した大学院生やポスドクを含む若い人たちの興味・関心も広がり、キャリアパスの多様化を生むなど様々な効果が期待できます。こうしたスタディグループは平成 22 年に国内で初めて、九州大学の掛け声で東京大学が積極的に協力して下さり、開催が実現し、その後今年で 4 年目を数えています。この活動は始めてみるまでは手探り状態だったわけですが、ふたを開けてみると、多くの意義深い内容を含んでいることが実際にわかりました。数学・数理科学が種々の課題解決にいかにか大きな威力を発揮するかがはっきりと実感されることが頻繁に起こっています。学生による新鮮なアイデアが光り輝くことももちろんあります。こうした活動を通して、私自身も多くのことを学び、数学的視野が格段に広がったと実感しています。一つの問題を解くにも、様々な見方があり、種々の手法が多様な形で貢献できるのです。参加者はそうした過程を、身を持って体験することができ、その後の数学研究に対する姿勢に少なからず良い影響を与えるものと確信するまでになりました。

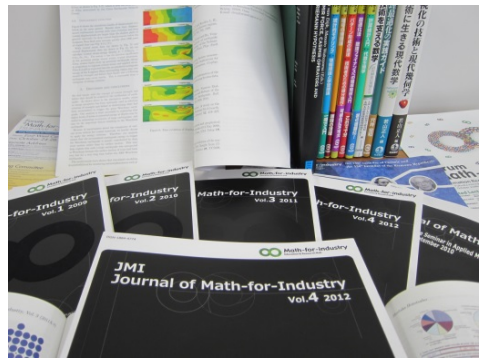
さて、冒頭でも申しましたように、IMI は平成 25 年 4 月に文部科学大臣より共同利用・共同研究拠点「産業数学の先進的・基礎的共同研究拠点」に認定されました。IMI は日本における数学系の共同利用・共同研究に関わる研究所として、情報・システム研究機構統計数理研究所、京都大学数理解析研究所に続くもので、共同利用・共同研究拠点としては、数理解析研究所に続く数学系で 2 番目の拠点となりました。認定に当たっては日本数学会から多大なる支援をいただき、心より感謝しております。共同利用事業は平成 23 年度から試験的に実施していましたが、拠点認定を受けて本格的に実施してゆくこととなります。今年度の共同利用研究には研究集会と短期共同研究の 2 つのカテゴリー（研究集会は予算規模に応じて 2 種）があります。後者は 1 週間程度 IMI で集中的に共同研究が実施されるもので、テーマは知財に直結するような狭い問題よりは、ある程度の普遍性をもった問題を重視しています。今年度は研究集会 4 件、短期共同研究 4 件が既に採択されています。平成 26 年度の共同利用研究計画は今年の 11 月末頃に公募開始予定です。こうした活動は、京都大学数理解析研究所における研究集会や短期共同研究を経験されたことがある方には想像がつきやすいのではないかと思います。ただし我々 IMI の場合、研究集会については組織委員会の委員と講演者とはそれぞれ産業界からの参加を必須としており、短期共同研究については産業界からの参加者を含めることを奨励し、共同研究実施中に講演などの一部を公開できるように計画することを求めています。また各種コミュニティからの委員からなる運営委員会での議論を通じて、改善あるいは新しい取組を考えていく仕組みを取り入れています。皆様方の積極的な参加を、IMI 一同、心よりお待ちしております。

振り返ってみますと、我々の企業との連携活動は、21 世紀 COE プログラム「機能数理学の構築と展開」の際に計画し始まった、博士課程における長期インターンシップの単位化から実質的に始まったのだと思います。始まった頃にはあまり予期していなかったので

すが、長期インターンシップは様々な相乗効果をもたらしました。学生を企業に派遣しますと、学生は、数学が貢献する場所を新しく見出し、共同研究の面白さにも気づき、皆元気になって帰ってきます。さらに活躍する学生を目の当たりにした企業サイドから、共同研究がもちかけられたり、当該学生がインターンシップ先に就職したり、といったことが多く起こったのでした。このような学生の活躍のお蔭もあり、企業との共同研究が順調に滑り出したわけです。これは今から思いますと、非常に大きな出来事であったと思います。いわゆる応用数学を専攻する学生でなく、(理学部系の数学教室としては普通と思われる)いわゆる純粋数学を専攻する学生も、企業で十分にその力が認められたのでした。その後、九州大学において学内共同教育研究施設として産業技術数理研究センターができ、そうした長期インターンシップの支援、企業との共同研究の推進を行いました。それが発展解消される形で IMI が設立されたのでした。

ところで Global COE プログラムの頃の平成 21 年から、我々は電子ジャーナルとして **Journal of Math-for-Industry (= JMI)** を刊行して

きています。これは、産業数学やそれに関わることをテーマとした数学・数理科学の論文を、査読を経て掲載する雑誌で、年 2 巻ずつ発行し、毎年合計で 20 編程度の論文を掲載しています。数学的な新しい発見、定式化を行う論文ももちろんありますし、数学的には既に知られていたことであっても、新しい新鮮な視点から産業応用を目指すことを目的とする論文もあります。



幅広い層からの投稿を受け付けておりますので、読者の皆様も機会がありましたら積極的に投稿をしていただければ幸いです。なお、JMI は近々 Springer 社から open access journal として生まれ変わる準備をしているところです。それと関連して、同 Springer 社からは、IMI が出版元ではありませんが、その理念に沿う新シリーズ“Mathematics for Industry”が刊行される予定です。これも IMI が、産業数学の研究所として世界的にも認知されつつあることの証であると言っても過言ではないと思います。

ところで最後になりますが、IMI のもっとも大きな特長は、おそらく数学の基礎研究をも積極的に取り込んでいる点であると思います。私のような「ごく普通のトポロジスト」がこうした研究所に籍を置いてられるのも、その趣旨があつてこそ、と言えます。このような産業数学研究所は世界的にも類がなく、その点でも注目を集めているところです。今後はこうした点を前面に出しながら、我々独自の研究を推進するとともに、人材育成にも努め、企業の皆様、あるいは数学や諸科学の研究者の皆様と協力しながら、数学・数理科学の学術としての発展を図り、その成果を社会へと還元してゆきたいと考えております。皆様のご協力とご支援を、なにとぞよろしくお願い申し上げます。