

マス・フォア・インダストリの理念と現実

九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 梶原 健司 (KAJIWARA Kenji)

1 はじめに

九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 (IMI) は 2011 年 4 月に九州大学の附置研究所として創設された。当時、九州大学において理学部数学科、全学教育と工学部などにおける数学教育の責任部局であった大学院数理解析研究院を改組し、教員のほぼ 1/3 を配置換えしてスタートした。2013 年 4 月には、数学系としては京都大学数理解析研究所に次いで文部科学省共同利用・共同研究拠点に認定され、現在に至っている。筆者も創設メンバーの 1 人として「マス・フォア・インダストリ」(MI) の推進に微力ながら尽力してきた。本稿では、主に教育の観点から MI の理念と現状について報告し、参加者の議論の材料に供したい。

2 IMI の理念と基盤

IMI のウェブページでは、MI は次のように「定義」されている：

マス・フォア・インダストリとは、純粋・応用数学を流動性・汎用性をもつ形に融合再編しつつ産業界からの要請に応えようとすることで生まれる、未来技術の創出基盤となる数学の新研究領域です。

私見ではこの中には重要な点が 4 つある。

- (1) MI は「数学の」新研究領域であること。他分野や産業に貢献はするが、それらの一部ではなく数学として独立した学問であること。よく使われる“Mathematics in Industry”という標語とはその点ニュアンスが異なる。
- (2) 数学サイドからの押しつけではなく、要請に応えるという態度を強調していること。
- (3) 純粋数学も含まれていること。外国では応用・産業数学は純粋数学から独立している場合が多く、純粋系と応用系の間に交流すらほとんどないことも多い。
- (4) 既存の数学の単なる応用ではなく、多様な数学を融合再編し新領域を作ることが強調されていること。

既存の数学を他分野や産業に応用するだけでは学術として枯渇して創造力を失う。MI ではニーズドリブンであることや役に立つことは重要ではあるが、同時に数学として魅力的であること、数学に新しく面白い問題をフィードバックして数学の土壌を豊かにすることも同じくらい重要だと見なされている。これは、努力して維持しないと容易に忘れられる視点である。

IMI の基本構造 2018 年 1 月 1 日現在、専任所員 29 名（教授 12、准教授 11、助教 6）、うち外国人 5 名（准教授 1、助教 4）、6 部門（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、先進暗号数理デザイン室、オーストラリア分室）に加え、連携推進・技術相談窓口の常設。特に、主たる研究分野が「純粋数学」に分類される所員 6 名が所属、全員が産学連携を含めた MI 活動に従事。

IMI の実施する主な事業

研究プロジェクト 九州大学共進化社会システム創成拠点（文科省 COI STREAM, 2014～2021）

産学連携推進 共同利用研究（公募制, 2011 年～, 2017 年度 19 件実施）、数学アドバンストイノベーションプラットフォーム (AIMaP)（文科省委託事業, 2017～）

研究者養成 九州大学リーディングプログラム「キーテクノロジーを牽引する数学博士養成プログラム」（2014

～2021)

MI 事業 アジア太平洋産業数学コンソーシアム (APCMFI, 2016～), Forum “Math-for-Industry”(FMFI) (毎年開催の国際研究集会, 2008～), スタディグループ・ワークショップ (東大数理と共催, 2010～)

3 IMI の教育活動

IMI は大学院数理学研究院とともに、理学部数学科、大学院数理学府の教育の責任部局である。また、工学部専門科目の数学教育（微分方程式、複素函数論など）を担当する。ただし、全学教育（初年次の微分積分、線形代数など）は担当しない。大学院数理学府において、上記リーディングプログラムの運営は IMI の教員が主導して行っている。また、修士課程の Master of Mathematics Administration (MMA) コースでは、学生は3ヶ月ずつ異なる教員にセミナー指導を受けるが、それを IMI 教員が担当する場合が多い。

学生の進路 年により若干の変動があるが、理学部数学科（定員 50 名）1 年生に対して 5 月の研修時に調査すると、ほぼ 80%～90% の学生は高校教員を志望、10%程度が数学研究者志望である。この時点で企業への就職を志望する学生はほとんどいない。若干名の編入者を受け入れた後の学部卒業時の進路は、70～75% 程度が大学院数理学府へ進学、10～15%程度が企業・官公庁へ就職、高校教員の道に進む者が 10～20% 程度である。大学院数理学府修士課程（定員 54 名）には理学部数学科から 30～40 名、海外を含む他大学から 20～25 名程度進学してくる（英語だけで修了できる国際コースを設置している）。修士課程修了時には 40～60% が企業・官公庁に就職、高校教員になる者が 10～20%、博士後期課程（定員 20 名）へ進学する者が 20%～40% である。博士後期課程を修了すると、ほぼ全員が大学もしくは企業で数学研究者になるが、若干名が高校教員の道に進む場合もある。

きちんとしたデータはないが、理学部数学科入学者の進路は、トータルで 50 名中 20～30 名程度が企業・官公庁に就職、10～15 名が高校教員、10～15 名程度が数学研究者の道を進んでいるものと思われる。入学時の志望と実際の進路にはかなりの隔たりがあり、学習態度や意欲に大きな影響があると考えられる。企業への就職も踏まえた学習指導や動機付けが求められる。なお、博士後期課程修了者の進路、特に企業への就職については、興味を持つ方も多いと思うが、これは講演で触れたい。

学生の分野選択 2017 年度、数理学研究院と IMI の准教授以上の教員数はそれぞれ 38 名（教授 22, 准教授 16）と 22 名（教授 11, 准教授 11）である。それに対し、大学院数理学府で IMI 教員に指導を受けている学生の割合は、修士課程で約 60%、博士後期課程で 50% である。現時点で IMI の教員は数理学研究院の教員と比べ、1 人あたり多くの学生を指導している。ただし、学生を多く指導する最適化のグループは発足から日が浅く、まだ博士後期課程進学者が出ていない。今後、博士後期課程で IMI 教員に指導を受ける学生の割合は増加することが見込まれる。

特色ある教育 上記リーディングプログラムを中心として、大学院生に MI 活動を実践、経験してもらえるようにさまざまな場を提供している。リーディングプログラムは 5 年一貫制で、現在 8 名の学生が所属している（うち 3 名が留学生）。主な特徴は、海外滞在（海外長期インターンシップ・ソフトランディング（博士後期 2 年目）、海外ショートステイ（修士 2 年目））や国内中長期インターンシップが必須であることで、そのために英語学習と統計・確率、数値・代数計算科目を必修としている。また、スタディグループその他の産学連携活動への参加は半ば義務である。プログラム履修者には奨励金と研究支援費を支給しており、特に研究発表のための海外での国際研究集会参加などを奨励している。また、他の大学院生にも国際経験を積ませるために、毎年 FMFI に大学院生を 10 名以上派遣しポスター賞を実施、受賞者には短期・中期海外インターンシップの機会を提供している。さらに、オーストラリア分室を活用し、文部科学省特別経費などの支援を得てオーストラリアのスタディグループや応用数理学会へ大学院生を毎年数名ずつ派遣している。

4 教育から見たマス・フォア・インダストリの現状

教育面から見たマス・フォア・インダストリの現状について気がついたことを箇条書きで述べる。

学部教育

- 伝統的な理学部数学科の体系＋統計＋情報数学（数値解析・プログラミング）。
- コアとなる科目は講義＋演習の2コマ体制。集合・論理から general topology に至るコース（1年前期～2年後期）、統計（2年前期～3年前期）、情報数学（2年後期～3年前期）。3年前期には代数・解析・幾何・統計・情報数学で午前講義＋午後演習というフルコース。
- 統計と最適化は産業・諸科学から需要が高い。産学や諸科学との連携にあたり、これらの分野と数値計算の基礎的スキルは必須である。
- 深く本格的な教育体系だが、学生が全ての分野を消化できるとは限らない。典型的な印象として、代数が得意な学生は解析が苦手、例えば微積分ができない、微分方程式が解けない。解析が得意な学生は代数に追従できない。その中間層が統計、最適化などの応用系を含むさまざまな分野を選択する感じ。
- 多くの学生は general topology を含む数学の体系に追従するのに疲弊。時として教条的になりがちで、創造性に欠ける場合がある。そこは3年後期から始まるセミナーで個別に指導。
- 定義・定理式の体系に馴染む分、そうでない分野に対応できない場合がある。例えば多くの学生が物理学を十分に習得できておらず、「物理」と聞いた途端に引いてしまう。個別の理論がわからないというより、どう向き合えばよいか途方に暮れて全く頭に入らない感じ。
- 一方、実解析、代数（特に前者）のスキルや、定義・定理式の体系を苦にせず理解できることは、数学専攻の学生だけの特殊技能になりつつある。
- 自主ゼミなどを行う学生もいる（年による）一方、習うことを消化するだけで精一杯、習ったこと以外全く知らないという学生も一定数。
- 高校教員志望が多いためか、全体的に野心・挑戦心に欠けるきらいがある。例えば数学科の英語の成績は学内最低ランクで、留学にチャレンジする学生もほぼいない。ただし、昨今のAI・データサイエンスの流行のせい、野心を持つ学生も散見されるようになっている。

大学院教育

- 応用系分野の研究を始めてからブレークする学生が一定数いる。純粋系の「深く体系的に」が合わず、応用系の「幅広く戦略的に」が本人の資質に合致するためと思われる。
- 一つの例：学部で物理専攻→修士課程 MMA コース→数学に目覚めて博士後期課程進学→表現論を専攻・学位取得→ポスドクとしてエネルギー関係のプロジェクトに従事→統計的手法を用いた電力制御最適化で、研究開始後3ヶ月で特許出願に至る。
- 博士後期課程の充足率は80%～100%の高水準。博士号取得後に企業に就職する学生も年に数名ずつコンスタントに出てくるようになってきている。
- 国際性に関してはIMIの取り組みが明らかに大きな効果をもたらしている。現在ではFMIで学生を発表させると（我々以上に）上手な英語で講演し、質問に対してもきちんと応答できる。これはIMI創設時には見られなかった。
- MI関連のさまざまなプログラムが定着した分、熱さが消えつつある。特に海外派遣に挑戦するのは外国人留学生が多く、日本人学生の積極性が目立たなくなってきた。