

グローバルCOEプログラム

「マス・フォア・インダストリ教育研究拠点」

Education and Research Hub for Math-for-Industry

九州大学大学院数理学府数理学専攻

連携：システム情報科学府情報工学専攻，神戸大学理学研究科数学専攻

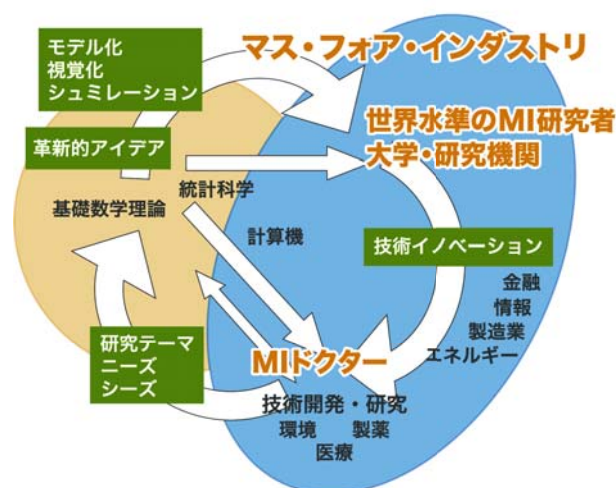


Math-for-industry


Education & Research Hub

はじめに、プログラムの申請の際に申請書冒頭に述べたマス・フォア・インダストリ（以後、MI と記します）の定義を抜粋しておきます：

MI 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ある。MI の展開には新しい研究人材が不可欠である。本プログラムの目的は、MI の教育研究の推進と、技術の未来になう国際的な若手 MI 研究人材の育成である。



事業推進担当者等の研究内容などについては下記の MI の web-site をご覧ください。本稿では、web-site との重複が多くなるように、人材育成の観点からプログラムの紹介を試みるつもりです。 <http://gcoe-mi.jp/>

拠点のロゴマークとして使用している  は、左図に示す数学研究の循環と、無限の可能性を秘めた人材の育成への期待を込めて考案されたものです。

本プログラムは、いわゆる産業数学/工業数学の振興とそのための人材育成にのみ焦点をおいたものではありません。それを伝えるための違和感を盛り込もうと、プログラム名には、和訳してしまえばおそらく産業数学となりそうな Mathematics for Industry を、カタカナ表記のまま用いることにしました。

さて、計算機の飛躍的発達をみた近年、科学計算の進歩には目を見張るものがあります。それが、数学の基礎研究と応用研究のあり方に重大な変化をもたらしていることは明らかです。このようななか本プログラムでは、今まで私たちが疎かにしていた、あるいは消極的であったかもしれない点を反省し、（応用に高い関心がある、あるいは、sympathy をもつ）数学者ならびに数学をベースとする技術研究・開発者の本格的育成を目指したいと考えています。エネルギー問題、人口問題、温暖化などの地球環境問題の深刻化に対応することを余儀なくされ変化が著しい 21 世紀は、このような MI 研究の観点からも、まさしく数学の時代です。

学問としての数学は、たゆみない発展を遂げ、人類の知的財産を豊かなものにしてきました。しかしながら、産業技術に対する数学の貢献については、まだまだ限られているように思われます。じっさい、昨今の情報セキュリティや、金融工学、コンピュータ・グラフィクスなど、一般的にも数学の寄与が脚光を浴びている分野を別にすれば、産業において生じる数学の問題の多くは、いまだ、数値計算、最適化、統計などの限られた伝統的（応用）分野に結びつけてのみ捉えられているようです。しかも、産業に現れる問題が、数学に影響を及ぼすという数学へのフィードバックの可能性についてはあまり認識されていないようです。しかしながら、たとえば現在の暗号研究などは -- 数学の応用技術の典型ですが -- 今や、技術に無関心な純粋数学研究とも区別しがたいほどです。

19 世紀には、多くの数学者たちが、純粋数学に大いに貢献した一方で同時に応用研究も行っていました。それは、必ずしも自らが得た純粋数学の研究成果を応用したわけではありません。ただし‘アイデアの交感’はあったろうと想像できます。そして大切なことは、1 人の数学者が、ときには純粋研究を行い、また別の機会には応用研究も行っていったという事実です。現在のように、‘純粋数学者’と‘応用数学者’があたかも別々に存在しているかのように行動し、その上、お互いへの関心も低いという状況から、私たちもそろそろ脱却すべき時でしょう。

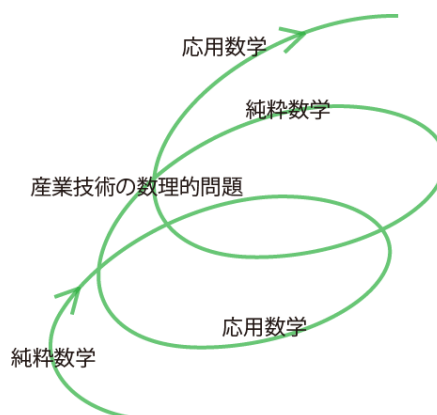
ところで、数学に限らず、基礎研究の内容の価値を量る際、不確定な未来の応用を考えることに合理性がないことは歴史を見れば明白です。しかし一方で、基礎研究の成果は、具体的な応用を意図し、それに挑戦することによって初めて新しい技術を導くこととなります。実際の応用にあたり、そこには、せねばならない問題が大きく横たわっています。さらには、数理的問題を孕んだ意欲的な技術研究が、新しい数学を生む絶好の機会を与えます。計算機性能の飛躍的向上をみた現在、技術開発の現場における数学の重要性は日に日に増しています。OECD の GSF(Global Science Forum) が昨年 7 月にまとめた Mathematics in Industry なるレポートからもそれは強くうかがえます。

<http://www.oecd.org/dataoecd/47/1/41019441.pdf>

MI の目的は、こうした背景の下、数学の (curiosity driven な) 基礎研究と産業技術応用研究の進歩を支えるため、研究および人材還流のスパイラルを構築することです。数学と産業技術間の連携強化は、技術革新と産業の競争力を強化するだけでなく、数理科学 -- 数学とその応用 -- 全体にわたり研究の刺激となるはずで

● 育成したい人材像：

1. 企業等の研究所もしくは研究開発部門、公的研究機関における応用数学・数理技術の研究者 (MI ドクター)。



2. 大学等教育研究機関における数学系教員・研究者. 応用を志向する数学者や応用に共感を抱く/関心の高い数学者.
3. 中等教育機関における教員. 数学の深さ・広がり, さらには数学研究とはどのような営みかを伝えることができる能力を備えた教員.

上記の1, 2は, 上に述べた背景からの帰結です. そこで3についてですが, 高等学校の教育現場において, 博士号を取得した教員や産業に繋がる数学について知っている教員がいることは, 言うまでもなく, 将来の人材育成にたいへん大きな影響を及ぼします. というのも, 高校生は多くの場合, いまや数学は過去の学問・科学であり, 新たに研究すべき対象は無くなってきているとの誤解を抱いているかもしれないのです. さらに, それが, すぐに応用が可能な道具であるかのように教えられることすらあるようです. また, 将来の職業選択のなかに占める教員志望の割合に関し, たとえば九州大学では, 数学科は他の理科系学科に比べて圧倒的に大です. しかしながらこの事実は, 裏を返せば, 数学科を卒業しても, 数学が生かせる職業などほとんどないと考え, その結果, 就職に不利であるとの(本人よりも, 両親や, 影響力が大きい教員に)誤った認識を生む土壌を示唆するものです. こうした様々な無理解は, 数学系大学教員の‘役に立つ数学’に対する関心の低さ, 経験のなさも手伝ってきただろうことは否めません.

● 産学連携はMI発展の一つの大きな要: 数学の研究成果は, 多くの場合, 国際的に著名な数学者が編集委員を務める学術誌においてピアレビューを受けたのち公表されます. また, 国際的な研究集会でも発表されます. さらに最近では, プレプリントが, 非公式ではあるものの, なかば公共の安定的な web-site に置かれ, コミュニティ全体から自由なアクセスが可能となっています. 国際的な共同研究も日常的で, 研究とは本質的に世界人類としての活動です. したがって, 数学においても産業界を巻き込んだ, このような行動様式の確立が大切です.

企業における数学研究者は, 存在していても外部からは見えにくいという点があります. 機械工学で学位を得た人が, たとえば自動車メーカーに就職し研究開発に従事すれば, その人は工学研究者と呼べるでしょうし, 化学で学位をとった人も同様でしょう. しかし, 数学では必ずしもそうではありません. たとえば化学や工学, 生命科学などでは, 産業と学界の研究コミュニティ間の密接な協力関係が構築されています. じっさい企業等の研究者が大学教員になる, または大学教員が企業に移籍し研究に専念するというような事例も, 他分野では少なくありません. しかしながら, 数学では対照的であり, そうした伝統はありません. 最近になりようやく, IT・情報関係および金融・保険関係において, このような関係が一部確立されつつありますが, それでも一般的には大企業に限定されているように見受けられます. ところでわが国には, エンターテイメント, 精密科学工作などをはじめとして, 世界に通用する優れた中小の企業が多数あります. また, 企業名からは察することが困難でも, その中の研究部門には数学研究者を必要としている大企業は多いはずで

す。じっさい下に示すように、文部科学省科学技術政策研究所等の報告書によると、欧米に比べると、数学をベースとする研究者の需要にできていないことが判ります。このような研究開発現場は、わが国がいわゆる先進国であるからこそ存在し、数学研究者が活躍できる魅力あるポジションとなるはずですが、これまで実施した長期インターンシップ（次頁参照）では、受け入れ企業のなかに大企業が目立っていますが、計算機性能が発達し、数学的取り扱いの重要度が飛躍的に増加している昨今、中小企業のなかにも、数学の博士課程の学生が赴いて双方ともに意義の大きい受け入れ先があるように思われてなりません。

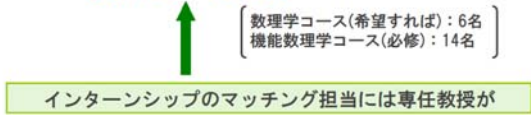
なお、本プログラム推進の一環として、社会の要請にこたえるために、2007年4月に設置された産業技術数理研究センター（九州大学学内共同教育施設）の機能を全面的に強化し、九大にかたよらずオープンな運営を目指す新しい研究所、MI 国際研究所の設立を、2011年度に予定しています。本学会会員各位の支援がなくては、このような研究所構想の実現、運営は困難です。この場をお借りして、皆様の今後のご協力をお願いしたいと思います。

文科省科学技術政策研 NISTEP REPORT 2006, 2007
数学 新領域展開が必要+中核的機関の不足
企業等開発研究チーム内の数学的基礎を持つ人の割合
必要度 65% (欧米では実現) - 現状 26%
≒40%を埋める人材育成が急務
応用にごそ基礎 ⇒待たれる基礎研究人材育成増

● 博士課程学生の長期（3か月以上）インターンシップ：数理学府数理学専攻（H21より、入学定員は20名）には、数理学と機能数理学の2コースがあります。後者の場合には長期インターンシップが必修科目です。また、長期インターンシップに赴く前に、企業の研究者による実務講義（短期）を受講しなければなりません。企業での研究開発の様子や、ビジネスマナーを学ぶためのものです。受け入れ企業は様々ですが、受け入れ前に仮の研究テーマが設定されます。これを承け、学生の専門などを考慮しながら、マッチング担当の専任教員が、学生と企業の希望やテーマ等を考慮しつつ両者と相談し、当該学生の受け入れ先を決定します。受け入れが決まってから、あるいは、実際にインターンシップに赴いた後にも、当該学生の適性（興味、専門、プログラミング能力）などを考慮し、研究テーマが変更されることがあります。当該年度の大半の学生が終了した後は、インターンシップの報告会を催しています。

インターンシップ中に、モデリングやシミュレーションの経験をすることは、大変価値があることと考えています。次表にあるように、必ずしも学生の専門と企業での研究とは一致していません。時には非常に離れた分野の場合もあります。それにもかかわらず、インターンシップ中に興味深い成果を挙げ、特許、論文執筆に至った例もあります。このような成功体験が学生に与えるインパクトは想像以上です。またここで注目すべきは、インターンシップ生の面倒を見てくださる企業側の研究員の方の技術と数学の間のインタープリターとしての役割はきわめて大きく、研究進展の鍵となっていることです。

H18年度 博士後期課程機能数理学コース設置
(2009.3に初学位授与)
長期インターンシップ (3ヶ月以上)



長期インターンシップ実績 (H18年度:機能数理学コース1年目)

受け入れ企業	期間	専門	テーマ	特記事項
日立製作所	9-11	情報統計	画像の高精細化	
日立製作所	9-2	数値解析	電磁界解析	特許, 共著論文
NTT	9-11	代数幾何	視覚運動情報処理	
NTT	10-12	代数幾何	半透明物質の表示	新たな視覚効果の発見
三井造船	10-12	トポロジー	流体シミュレーション	
東芝	10-12	情報統計	画像処理	
宇部興産	10-12	流体力学	化学装置内流体解析	同社に就職
DIC (大日本インキ化学工業)	1-3	流体力学	液晶工学シミュレーション	
日本IBM	1-3	確率論	木構造のデータ解析	

備考: 機能数理学コースの設立年のため, 従来からある数理学コースの博士2年生が参加。その後の進路は(株)ニコシステム(H.21より), 九大PD(H.21より), (株)東芝(H.21より), NTTデータ(株), (株)とめ研究所, 宇部興産(株), D4 (H.21より), 未定2。

長期インターンシップ実績 (H19年度:機能数理学コース2年目)

受け入れ企業	期間	専門	テーマ	特記事項
富士通研究所	10-12	計算理論	数式処理	研究所研究員を在籍のまま学府教授に採用, 新規共同研究
宇部興産	9-11	数値解析	流体シミュレーション	同社に就職
松下電器	11-2	数値解析	回路シミュレーション	
日新火災	7-10	ゲーム理論	リスク管理	新規共同研究
ゼッタテクノロジー	10-12	情報統計	データ解析	
マツダ	10-12	表現論	時系列解析	共同研究拡大, ソフトウェア開発, 特許, 共著論文(準備中)
東芝	9-11	整数論	暗号	
東芝	10-12	数理物理	LSIの性能評価	
NTT	10-12	量子情報理論	高効率符号化	共著論文(投稿済)

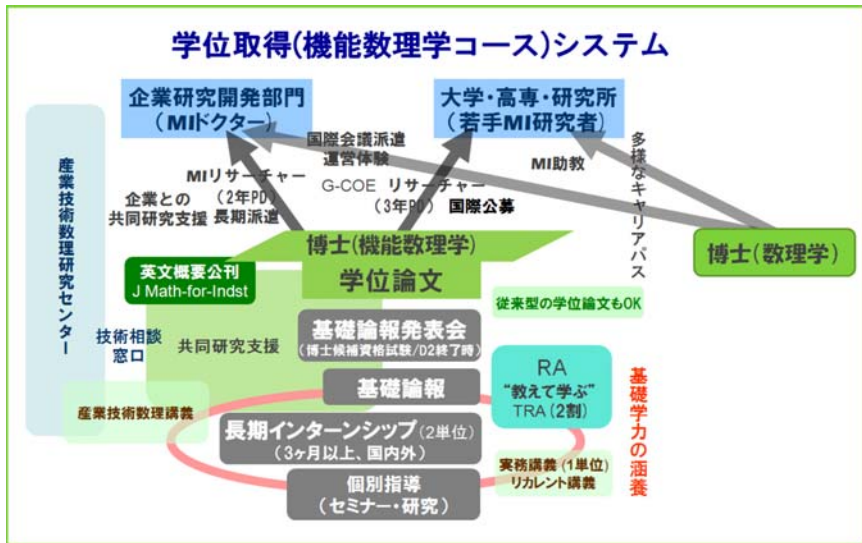
共同研究に進展: マツダ (2件) (ポストドクの雇用), 日新火災(ポストドクの雇用) 備考: その後の進路は宇部興産(株), 九大PD(H.21より), 7名がD3(H.21より, 内2名がDC2)。

長期インターンシップ実績 (H20年度:機能数理学コース3年目)

受け入れ企業	期間	専門	テーマ	特記事項
アイエスジー生命保険 (ING生命保険)	10-3	統計数学	ファイナンシャルリスク管理	東京オランダ
東芝	9-11	組合せ論	暗号基礎技術	
NTT	10-12	微分幾何	高画質映像の圧縮符号化	
NTT	10-12	作用素理論	映像符号化の基礎検討	
DIC (大日本インキ化学工業)	9-12	作用素理論	界面化学の物性評価	
新日鐵	10-12	統計数学	鋼板面の摩擦係数	1ヶ月で課題解決

備考: その後の進路は5名がD2 (H21より, 内1名は学振DC2), D3 (H21より), 共同プロジェクトを提案している企業が1件。

- **機能数理学コースにおける学位授与システムの構築**: 長期インターンシップでの研究テーマを基に, あるいは, 自らの専門のなかから, 学位論文にしようとするテーマについて, その問題の起源, 何を学位論文で解決するかなどを, 2年次終了時に基礎論報としてまとめ, 提出することが必要です。これは, インターンシップ中での共同研究を基にしても, 自分の専門, あるいは指導教員等との共同研究テーマでも構いません。3年次には, 基礎論報で計画した研究を進め, 学位論文を作成することになります。共同研究である場合でも, 基本的なところから自らの視点でまとめ直す作業が求められます。なお, 学位論文の核心部分は, (今年創刊予定の)電子ジャーナル JMI 上に, 英文で公表せねばなりません。もちろん, JMI 以外の学術誌に出版することも推奨します。



● RA および TRA の雇用: TRA は、通常の RA の仕事に加え、H21 年度に新設される修士課程 MMA コース (Master of Mathematics Administration: 数学版の MBA ですが、コース自身は専門職大学院ではありません) の学生の定例レポートの添削指導などを行います。教えて学ぶ機会として位置付けています。

● 学術研究員(MI, GCOE リサーチャー), MI 助教及びテクニカルスタッフの雇用.

● 企業との契約等: 長期インターンシップや MI リサーチャーを企業に派遣する際には、教員と企業との共同研究同様に、期待される研究成果が発生した場合の知的財産権の整理をしておかねばなりません。現在のところ、学生、ポスドクの派遣に際しては、特許申請および論文発表については、学生らの権利を守りつつ、成果から発生する財産については概ね放棄する形の契約を結びます。しかしながら、知的財産権そのものについては、現在の形態の見直しをどうかは別として、真剣に考えていく必要があるでしょう。じっさい、数学研究者を採用したいと考えている企業では、次の事実を明確に把握していると思います: “ハードウェアの進化に比べると、アルゴリズムが進化した場合の、数学の技術応用への効率性・貢献の大きさは計り知れない。”

戦略的共同研究

↳ MIリサーチャーの企業研究所への派遣

MIリサーチャー3名(グローバルCOEポスドク)
富士通研究所に長期派遣(共同研究)暗号・制御・最適化

MI基礎研究

GCOEリサーチャー7名(内、海外より2名)
MI助教2名(内、海外より1名)
(採用時には、MIへの関心についての記述をもとめた)

● 学術刊行物の発行:

1. 電子ジャーナル JMI (Journal of Math-for-Industry)を創刊。MI に関するピアレビュー誌です。会員諸氏の投稿も歓迎いたします。
2. MI レクチャーノート(COE 講義録): 講義録のほか、研究集会の会議録などとしても発行。既刊 2 冊、本年度内に、さらに 5 冊を出版予定。
3. MI プレプリントシリーズ(本年度、すでに公開されたものは 16 編)。

● その他の主たる事業:

1. MI に関する研究集会の主催、共催、後援。
2. 国際会議開催の支援。
3. 博士課程学生、学術研究員、教員等の海外への研究出張 (研究集会出席、共同研究) の支援。その際には、当該研究が、どのような観点から MI 研究に資するのかを簡単にまとめたものを提出することになっています。
4. 民間企業や外国人研究者の招聘。共同研究および短期・長期の講義、セミナーでの講演。講義録は、MI レクチャーノートとして発行。

(文責: 拠点リーダー 若山 正人)