

## 組織的な大学院教育改革推進プログラム 平成19年度採択プログラム 事業結果報告書

教育プログラムの名称	: 産業技術が求める数学博士と新修士養成
機 関 名	: 九州大学
主たる研究科・専攻等	: 数理学府・数理学専攻[博士前期課程、博士後期課程]
取組代表者名	: 若山 正人
キ ー ワ ー ド	: 代数学、幾何学、数学一般(含確率論・統計数学)、基礎解析学、大域解析学

### I. 研究科・専攻の概要・目的

九州大学大学院数理学府は、博士前期課程、後期課程ともに数理学専攻の1専攻からなる。博士前期課程は、H21年4月より、数理学コース、MMAコースの2コース、博士後期課程はH18年4月から、数理学コース、機能数理学コースの2コース制を導入した。H21年5月1日現在で、博士前期課程はM1が60名、M2が56名であり、博士後期課程はD1が17名、D2が12名、D3が16名となっている。数理学府教員は、同時期に、教授33名、准教授22名、助教11名であった。

九州大学における数学の教育研究の歴史は70年を数える。その間、高等学校・大学教員をはじめ社会の多様な領域に多くの人材を輩出し、かつ純粋数学から応用数学まで幅広い数学分野で優れた研究実績をあげるなど、広く社会に貢献してきた。数理学府数理学専攻では、世界の数学界の学術動向と社会的要請を踏まえ、純粋系と応用系が調和した数学教育研究体制を維持し一層充実させることにより、幅広い数学的知識と柔軟な応用力を背景に社会に貢献できる高度職業人の育成、そして、数学・数理科学の学術的発展やその諸科学・技術への応用推進に貢献し国際的に活躍できる研究者の育成を目的としている。

### II. 教育プログラムの概要と特色

わが国の将来を支える科学技術の発展のためには、産業技術界をも視野におく広い意味での数学研究の興隆が急務である。事実、文科省科学技術政策研究所報告書(H18.5)「忘れられた科学—数学」にある「日本の数学研究と科学技術振興のためにとるべき喫緊の対策の提案」は、1. 国をあげた基礎的数学研究の振興、2. 数学・他分野融合研究の推進拠点構築、3. 数学研究者と産業界との共同研究実現、を骨子とする。博士後期課程「機能数理学コース」の新設(H18.4)、学内共同教育研究施設「産業技術数理研究センター」の設置(H19.4)など、全国に先駆けた九州大学と数理学研究院の取組は、提案2、3が求めるものに合致している。この取組をさらに進め、わが国の未来を拓く人材育成をはかることは本数理学府が担うべき責務である。それは上記1と重なり、国際的な貢献ともなる。

本プログラムでは、博士後期・機能数理学コースの一層の充実をはかり産業技術数理科学者養成を促進する。またこれと対を成し、幅広い数学的素養を備え技術開発に理解のある高度職業人(MMA: Master of Mathematics Administrationと称する)養成の修士新コースを整備する。これらの充実化のもと、数学の教育研究者養成が主眼の後期課程数理学コース、ならびに従来から続く前期課程を協調的に発展させる。

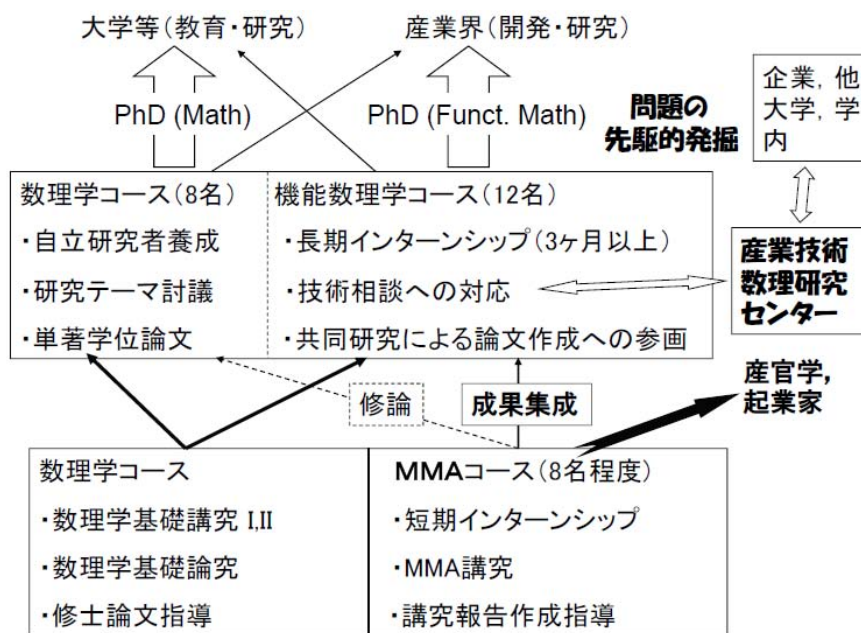
このために、

- (1) 学内共同教育研究施設「産業技術数理研究センター」の活動強化により、H18年度に開始した長期インターンシップ制度のさらなる充実をはかる。
- (2) 研究センターで受け付けた技術相談および長期インターンシップから派生した共同研究の萌芽育成を

数理学研究院教員が強力に支援する。

(3) 大学院生の国際会議での成果発表を、研究内容のプレゼンテーションの方法など、様々な面から支援しつつ促し、海外でも通用する研究者能力の涵養をはかる。

(4) 数学・数理学コースに加え、近年わが国でも注目されている MOT (=技術系 MBA) の数学版といえる MMA 育成コースを前期課程に設置する。既設コースと異なり、国、県、市や産業界への短期インターンシップを課し、修士論文を課さない。数理的な要請を持つ多様な学部学科からの進学を促し、その円滑な修学のための講義課目を新設する。学生毎に指導教員を置きセミナーによる指導を行う。セミナーでは定期的な成果レポート作成を課し機能数理学コースの博士学生から選抜した優秀な TA が添削するなどきめ細かい教育を施し、高い数学的能力を備え広い視野をもった高度職業人の養成を目指す。



(5) RA、TA 制度を充実し、教育・研究の実体験を通じ、教育・研究の指導者の育成をはかる。

図1 履修プログラム概要

### Ⅲ. 教育プログラムの実施結果

#### 1. 教育プログラムの実施による大学院教育の改善・充実について

(1) 教育プログラムの実施計画が着実に実施され、大学院教育の改善・充実に貢献したか

わが国の将来を支える科学技術の発展に不可欠な産業技術界をも視野におく広い意味での数理学の興隆を支える数学・数理科学の研究人材、すなわち、産業技術数理科学者の養成、また、数学が背景にある基礎研究の意義を理解し、研究開発のコーディネーターやマネジメントを大局観と長期的視野をもってあたることのできる人材の育成が本プログラムの大きな課題であった。このために、博士前期課程においては MMA (Master of Mathematics Administration) コースを新しく設置し、博士後期課程においては、機能数理学コース (H18 年度設置) の一層の拡充を行い、本格的な産業技術数理科学者の育成をはかった。

## ① 博士前期課程「MMA コース」の新設

MMA は、MBA もしくは MOT(技術系 MBA)の数学版ともいえるもので、世界に先駆けた試みである。研究開発現場でのコーディネートやマネージメントを、大局観と長期的視野を持って担うことができる人材を育成するコースである。

MMA コースに所属する学生は、従来、数学系修士課程において伝統的に行われてきた、2年間特定の指導教員について、修士論文作成を目標にしたセミナーとは全く異なる形のセミナーにおいて指導を受ける。これは「MMA 講究」という科目名で呼ばれるもので、学生は半期ずつ4種類のセミナーを受講する。その際立った特徴は、特定の分野や特定のテーマに偏ることなく広い範囲の数学が学べるよう、半年ずつ異なる分野・内容のセミナーを割り当てて、異なる教員が指導にあたる点にある。形式は4名程度の少人数セミナーだが、修士論文を課さない代わりに、受講生には一定の頻度(月一回)でセミナーレポートが課される。優秀な博士後期課程学生をTAとして配置し、レポートの添削を行うなどの、きめ細かい指導が行われている。各学生には、2年間継続して履修・修学指導にあたるスーパーバイザー(教員)がつく。また、民間企業や官公庁の研究所などへの短期インターンシップを必修として課し、実際の研究開発の現場に触れる機会を設けている。

履修科目：MMA 特別実習(企業への短期インターンシップ、1単位)

MMA 実務講義(MMA 特別実習の準備も兼ねる、1単位)

英語による MMA 数学特論 I, II(選択必修2単位)

数学史、数理モデル概論、アクチュアリ

数理、機能数学概論など(選択、各2単位)

自由科目(MMA 数学入門、計算機数学実習：数学科出身ではない学生用)

学位：修士(技術数理学)、2年以上在学し、30単位以上を修得し、かつ、必要な研究指導を受けた上、本学府教授会の行う講究報告の審査及び最終試験に合格すること。



写真1 MMA 講究

東芝研究開発センター	8月3日～9月18日
〃	8月3日～9月4日
〃	8月17日～9月18日
〃	8月3日～9月4日
日新火災	8月24日～28日
NTT 厚木研究開発センター・フォトニクス研究所	8月3日～28日

表1 H21年度短期インターンシップ：受け入れ先と期間

## ② 博士後期課程「機能数理学コース」の完成・充実

H18年4月に開設した博士後期課程・機能数理学コースを充実に努め、H21年3月に完成させた。

機能数理学コースでは、企業研究所等への3ヶ月以上の「長期インターンシップ」を必修としている。長期インターンシップは、数学分野としては画期的な企画であると大学関係者および産業界から高く評価されている。長期インターンシップや産業技術数理研究センターで受け付けた技術相談を契機とする共同研究の萌芽を、数理学研究院教員が強力に支援することで、産業界で応用可能な成果へとつなげている。このコースのカリキュラムを一層充実したものに整備し、博士（機能数理学）号取得者を育て世に送り出し、このコースのひとまずの完成をみた。今後のさらなる充実と展開を目指している。

H19年度				
受入れ企業	専門	テーマ	特記事項	進路
富士通	計算理論	数式処理	優れた研究員の招へい教授採用と新規共同研究	
宇部興産	数値解析	流体シミュレーション	同社に就職	宇部興産
松下電器	数値解析	回路シミュレーション		
日新火災	ゲーム理論	リスク管理	新規共同研究	DC2
ゼッタテクノロジー	情報統計	データ解析		DC2(H21)
マツダ	表現論	時系列解析	特許, 共同研究拡大	DC2(H21)
東芝	整数論	暗号		
東芝	数理物理	LSIの性能評価		
NTT	量子情報理論	高能率符号化	共著論文	
H20年度				
アイエヌジー生命保険	統計数学	ファイナンシャルリスク管理	東京研修(英語)	
東芝	組合せ論	暗号基礎技術		
NTT	微分幾何	高画質映像の圧縮符号化		
NTT	作用素環論	映像符号化の基礎検討		
DIC(大日本インキ)	作用素環論	界面化学の物性評価		
新日鐵	統計数学	鋼板面の摩擦係数	1ヶ月で課題解決 九大と共同研究	
H21年度				
東芝	数理統計	半導体制御のための統計モデル開発		
NTT	整数論	楕円曲線暗号の安全性の評価	学会発表 共同研究の予定	
パナソニック	非線形解析	パワーデバイスモデリング		
調整中	代数幾何	カオスを使った暗号研究		
H22年度は6名を派遣予定				

表2 長期インターンシップ

## ③ 国際コミュニケーション能力の涵養と大学院生の海外派遣支援

博士前期・後期課程を通して英語による教育に力を注いだ。たとえば、外国人講師 G. van Dijk (Leiden 大学)、T. Hoffmann(九州大学、München 工科大学)、N. Kutz(九州大学、München 大学)、A. Samokhin (Moscow 電波・電子・機械工学大学)、M. Ciucu (Indiana 大学)、I. Izmetiev (Berlin 工科大学) などによる英

語講義を開講した。各講義において、教員に指名された大学院生（複数の場合もある）は、講義録の作成のために板書を写すにとどまらず、ときには講義のテープ起こしの作業を行って講義録の下書きを作成し講師の指導を受ける等、極めて有意義であった。

また、学生の原著論文の英文校正費用を援助することで、国際学術雑誌への投稿を促進した。さらに、大学院学生の国際会議参加費用を援助して成果発表を促進し、海外でも通用する研究能力の涵養育成をはかった。



写真 2 英語講義

#### ④ 出版事業の充実

MI レクチャーノートシリーズを、グローバル COE プログラムと共同出版した。講義ノート以外にも、産業技術数理研究センターやグローバル COE 拠点が主催/共催する国際研究集会やチュートリアル of 論文集や要旨集を収録して、産業技術数理研究の最前線を紹介し情報提供にも努めた。また、数理学研究院教員が中心となって産業技術数理に関する教科書を執筆し、岩波書店、講談社、日本評論社から出版した。これらを、九州大学大学院共通講義「機能数理学概論」や MMA コース向けの「数理モデル概論」などのオムニバス講義の教科書、あるいは、執筆者の大学院講義の教科書として使用し、多様な背景をもつ学生たちが広い分野にまたがる講義内容を理解するための助けとして役立てた。



図 2 産業技術数理教科書

#### ⑤ 産業技術数理研究センターの充実と博士研究員の雇用

H19 年 4 月に、21 世紀 COE プログラム「機能数理学の構築と展開」事業において数理学研究院内に設置した機能数理学基盤センターを発展・衣替えし、学内共同利用研究施設・産業技術数理研究センター (MRIT) を立ち上げ、それまでの応用数学の展開から、数学と産業界との連携強化により踏み込む体制作りを進めている。

産業技術数理研究センターの業務の一つとして技術相談窓口がある。これは、企業研究開発現場等で生まれる数学に関わる問題に関する質問等を受け付け、専門分野あるいは近い分野の数理学研究院教員が回答する企画である。技術相談窓口運営の担い手として、学術研究員を雇用した。彼らは、技術相談窓口以外にも、

ホームページの更新など MRIT の活動を補佐した。

#### ⑥ 産業技術数理解に関する講義の開講

以下のように企業開発研究現場に携わる研究者を講師として、産業技術数理解に関する講義を行った。また、産業数学に関するオムニバス講義(数理学府教員担当、半年間)として、H20、21 年度に「機能数理学概論 I」、H21 年度に「同 II」、H21 年度に「数理解モデル概論」を、実務講義として H21 年度に「アクチュアリ数理解」を開講した。

開講時期	講師	タイトル
H21 年度前期	山下 勝比拡 (東芝)	各種 OR 手法の産業界における活用 (院:機能数理学特別講義)
H21 年度前期	史寧中 (東北師範大学学長)	Statistical spaces & methods of statistical tests
H21 年度前期	高木 剛 (はこだて未来大学)	暗号理論入門 (Introduction to Cryptography) (4 年:数理学特論 12) (院:数理学特別講義 XII)
H21 年度前期	穴井 宏和 (富士通)	計算実代数幾何入門 (computational real algebraic geometry) (院:計算数理学 I)
H21 年度前期	池川 隆司 (NTTサービスインテ グレーション基盤研究所)	MMA 実務講義(院:機能数理学特別講義 1)
H21 年度前期	安生 健一 (株式会社オー・エ ル・エム・デジタル)	映像数学入門 (An introduction to Math for computer graphics) (4 年:数 理学特論 13)(院:数理学特別講義 XIII)
H20 年度後期	福水 健次 (統計数理解研究所)	統計的機械学習～正定値カーネルによる統計的データ解析～ (4 年:数 理学特論 9)(院:数理学特別講義)
H20 年度前期	山本 剛, 鈴木 幸太郎 (NTT 情 報流通プラットフォーム研究所)	秘匿と認証の数理解 (4 年:数理学特論 13)(院:数理学特別講義)
H19 年度前期	横山 和弘 (立教大学理学部)	パラメータで記述される代数系の構造に関する計算法 (4 年:数理学 特論 11) (院:数理学特別講義)

表 3 産業技術数理解講義

## 2. 教育プログラムの成果について

### (1) 教育プログラムの実施により成果が得られたか

#### ① 長期インターンシップ制度の充実

博士課程の学生受け入れを希望する企業の数も増え続けている (H22 年度には、10 社以上)。また H21 年度には ING 生命保険への 6 か月に及ぶ、英語による長期インターンシップが実施でき、海外企業への長期インターンシップの道も開けてきた。

博士後期課程修了者のうち、H20 年度は 69%、H21 年度は 93%が就職した(学術研究員職を含む)。とりわけ、H21 年度は、13 名のうち 7 名が企業に就職した。

## ② 長期インターンシップから派生した共同研究

マツダ、日新火災海上保険、新日鐵、東芝セミコンダクタとの共同研究が進行している。マツダには長期インターンシップを行った学生が在学中も共同研究を続け、H22年4月、学位取得直後に同社に就職した。日新火災にも、学生が就職した。新日鐵における長期インターンシップからは、特許も生まれ、複数の共同研究も始まり、さらなる発展を見せている。また、産業技術数理研究センター技術相談窓口を通じて、富士通研究所との共同研究も行われているほか、同研究所の委託により数理技術のチュートリアルも開始した。

## ③ 海外でも通用する研究者能力の涵養

学生の海外渡航支援、英語講義による国際コミュニケーション能力の向上、論文の英校正費支援（計10件）などを通じ、海外学会での発表回数がH18年度の6回に比べ、H19年度には11回、H20年度には20回、H21年度には13回と大幅に増えた。また、国際学術雑誌への論文発表数も、H18年度の10編に比べ、H19年度には16編、H20年度には34編、H21年度には46編と大幅に増加している。

## ④ MMA コース

H21年度入学のMMAコース学生（第1期生）は、全員が夏休みを利用して短期企業インターンシップを行った。インターンシップ成果報告会において、短期インターンシップ（1週間から1ヶ月程度）が、学生達にとっては未知の刺激的な、非常によい体験であったことをすべての学生が報告した。同時に行ったMMAコース学生対する面談・アンケートの結果から、学生達がMMAコースに対して十分な満足感を得ていることが判明した。

H21年度、H22年度ともに、MMAコースに6名が入学した。MMAコースと数理学コースを合わせた博士前期課程の入学定員は、全体で54名である。H20年度の入学者数56名から、H21年度の入学者数が60名と増えているのは、MMAコース新設により志願者が増加したためである。MMAコースの設置により、入学者の出身専攻の幅も徐々に広がっており、全体として優秀な志願者の確保に拍車がかかったと考えられる。

## 3. 今後の教育プログラムの改善・充実のための方策と具体的な計画

### (1) 実施状況・成果を踏まえた今後の課題が把握され、改善・充実のための方策や支援期間終了後の具体的な計画が示されているか

#### ① 長期インターンシップにおける他大学との連携

長期インターンシップ参加学生の活躍により、受け入れを表明する企業の数は増加している。しかるに、最近3年間の参加者は、H19年度9人、H20年度6人、H21年度4人と減少したため、受け入れ希望の企業すべてに学生を派遣できない状況にある。ただし、H22年度は、すでに6名が希望している。また、長期インターンシップが数学博士号取得者のキャリアパス形成に有効であることが実証されつつあり、さらに、企業と大学が共同研究を始める契機となる場合が少なくない。このように博士教育の重要な仕組みの一つとなる長期インターンシップ制度を、さらに充実発展させるため、数理学府からの参加者増もはかりながら、他大学への波及に努める。数理学府に長期インターンシップ担

当の専任教員を置き、学生と企業とのマッチングの世話から事後評価に至るまで一貫した指導と支援を行いつつ、他の教員が協力する体制も整っており、制度としての長期インターンシップのノウハウが十分に蓄積されている。このノウハウは他大学にも提供可能な普遍的なものであり、求められればいつでも協力できる態勢を整えている。東北大学大学院理学系研究科数学専攻および神戸大学大学院理学系研究科数学専攻とは、取組代表者が説明会を行うなど、連携の取り組みは始まっている。東京大学大学院数理科学研究科は今年度開始予定であり、同研究科から運営について、各種の問い合わせを受けている。また、名古屋大学大学院多元数理科学研究科も強い関心を示し、問い合わせが来ている。

## ② 海外長期インターンシップの実施

今後ますます、企業のグローバル化が進んで、国境をまたいで活躍できる数学人材（研究人材とともに、コーディネーター役を果たす、数学をバックグラウンドに持つ人材）が必要とされる。数理学府は、海外企業を視野に入れてインターンシップ先の拡充を目指している。すでに、オランダ系外資系企業 ING 生命保険で、6 か月に及ぶ英語での長期インターンシップを成功裡に終了した学生も出た。海外では、長期インターンシップ受入企業として、すでに IBM Watson 研究所（米国）、Philips 社（オランダ）や Microsoft ASIA（中国）等を確保しており、多くの学生を海外長期インターンシップに挑戦させる。

海外長期インターンシップに関しては、語学面と、数学の専門分野とインターンシップ研究課題への距離感という二つが克服すべき課題であった。語学に関しては、語学研修への派遣、外国人講師による英語講義・セミナーの充実などを通じて学生の国際的コミュニケーション能力の涵養をはかっている。さらに海外の研究集会での発表やサマースクールへの参加を支援するなど、学生が海外に出る環境づくりに努めている。距離感に関しては、企業研究者による産業数学の講義などを通じ、他分野・異分野への視野の拡大をはかっている。

## ③ スタディーグループ

数学の産学連携を促進する方策として、長期インターンシップに加えて、スタディーグループがある。これは、1968 年オックスフォードで始められ、現在世界各地で行われているもので、企業研究者と大学の数学研究者および大学院生が短期間の合宿を行い、企業が抱える未解決問題を解くことを主眼とする。大学院生に積極的な参加を促すことによって、産業数学の実践を経験しながら、企業のニーズに直に触れさせることが可能で、産業技術数理科学者になる動機づけを与える絶好の機会である。H22 年度より、文部科学省から九州大学大学院数理学府に特別経費が交付され、日本ではじめて本格的で継続的なスタディーグループが開始される。これを機に、従来のスタディーグループには欠けていた、事後のフォローアップの仕組みを補いつつ、（他大学の大学院生の参加も含め）数学系大学院の教育体制の充実をはかる。特別経費は H27 年度まで 6 年間交付される予定である。

## ④ マス・フォア・インダストリ研究所の設立

産業技術数理研究センターが数学に関する大学と企業との連携を担っているが、専任教員がおらず、教育研究拠点としての機能は必ずしも強くない。企業と大学との本格的な協働作業を推進し、本プログラムで端著をつけた産業技術数理科学者養成を恒常的に行っていくためには、数学に関する産業界



との連携を実質的に担う機能をもった組織的・制度的な体制の確立が必要不可欠である。

九州大学の全面的な支援のもと、H23年4月に、マス・フォア・インダストリ研究所(IMI: Institute of Mathematics for Industry)を設立する予定で、現在準備の最終段階にある。計画では、IMI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」の20名余の専任教員とポストドク、客員教員等からなる。とくに「数学テクノロジー先端研究部門」は企業との本格的な共同研究を行うところで、この部門の教員を指導教員に得た博士課程学生は、今後、情報系・工学系のアカデミックなキャリアパスを目指すための、工学的知識も獲得しながらの、数学を基盤とした研究を進めることになる。

#### ⑤ Asian Consortium of Mathematics in Industry の創設

産業技術数理研究推進と若手人材育成の持続的な国際的協調体制の構築を目指して、H22年度に、Asian Consortium of Mathematics in Industry を設立する。これは九州大学の将来構想の一つである「アジアの発展への貢献」と合致するもので、これまで数理学研究院が展開してきた研究交流をもとに、創設メンバーには、東京大学、復旦大学、シンガポール国立大学、香港科学技術大学、シドニー大学、浦項工科大学等が加わる計画である。設立準備も兼ねて、H22年10月に、福岡で、「マス・フォア・インダストリ」フォーラムを開催し、引き続き東京大学の協力を得て東京大学数理科学研究科においてスタディーグループを開催する。

## 4. 社会への情報提供

### (1) 教育プログラムの内容、経過、成果等が大学のホームページ・刊行物・カンファレンスなどを通じて多様な方法により積極的に公表されたか

教育プログラムの内容、経過、ならびに成果は、教育プログラム独自のホームページ <http://www2.math.kyushu-u.ac.jp/gp/> を通じて公開した。また成果報告書(263ページ)を作成し、企業研究所を含め広く配布した。同時に、その電子版もホームページで公開している。

1で述べたように、博士前期課程の産業技術数理教育用の教科書として、講談社より、「現代技術への数学入門シリーズ」を6冊出版した。また、岩波書店より「技術に生きる現代数学」を、日本評論社より「技術を支える数学」を出版し、産業技術数理に関する情報発信を行った。

MI Lecture Note Series (全15冊)を出版し配布することによって、本教育プログラムから派生した研究成果および本プログラムの講義ノートを公表した。

H19年度大学教育改革プログラム合同フォーラムにおいては、ポスターセッション、H21年度大学教育改革プログラム合同フォーラムでは、ポスターセッションに加えて「大学院教育改革の現在」分科会において事例報告を行うことにより、本教育プログラムの内容・経過を公表した。

H20年3月と9月の2回にわたって、東京に於いてコンソーシアム「マス・フォア・インダストリ」フォーラムを開催し、企業研究所と大学双方の研究者が最先端の話題を提供した。各100名を超える参加者があり、数学の産官学連携・協働に関する活発な討論が行われた。

産業技術数理研究センターは、数学と諸分野、とくに産業界との融合研究を促進する活動の一環として、ワークショップを開催し情報提供を行っている。同センターが支援して、H19年度から、毎年

3 回のペースで多様なテーマに関して開催している産業技術数理ワークショップやチュートリアルには、産業界からの参加者も少なくない。

## 5. 大学院教育へ果たした役割及び波及効果と大学による自主的・恒常的な展開

### (1) 当該大学や今後の我が国の大学院教育へ果たした役割及び期待された波及効果が得られたか

欧米主要国は伝統的に産業技術に果たす数学の役割を認識し、工科系大学を中心に産業数学の研究および人材育成をはかっており、最近では、中国やインドなどアジアの新興国が産業数学の振興に力を入れている。これらに比して、わが国の取り組みは遅れをとっていたが、本プログラムでは、純粋数学から応用数学までを揃えるユニークな教員構成を背景に、産業界と数学との連携を強め、それを数学の研究と教育に相乗的に活かす新しい取り組みを開始し、以下に述べるように、期待していた以上の手ごたえを感じている。実際、各種データにもそれが顕れている。

博士後期課程機能数理学コースの必修科目である3か月以上の長期インターンシップは、企業担当者からの評価、学生の評価／成果、その後の就職の、どの面を捉えても、十分な成果をあげており、全国的にもかなり知られるようになった。事実、博士課程をもつ多くの数学教室において注目され、本取り組みをモデルとして、長期インターンシップを導入しようとする動きも出てきている。たとえば、東北大学大学院理学研究科数学専攻、神戸大学大学院理学研究科数学専攻、東京大学大学院数理科学研究科、名古屋大学大学院多元数理学研究科等からは、カリキュラム、企業と学生のマッチング方法、知的財産の取り扱いなど、運営に必要な項目について多岐にわたり積極的・具体的な問い合わせが来ている。なかには、具体的な準備をすでに整えている大学もあり、この傾向は増加するように見受けられる。また、2010年度日本数学会年会における“教育シンポジウム「数学博士の多様な未来」”では、取組代表者が、大学院博士課程を取り巻く問題を考える際の一つの重要な切り口とみなされる長期インターンシップに関するテーマを中心に基調講演を行った。

H21年3月に完成した機能数理学コースであるが、年次進行の各過程における学生の達成度を見計らいながらカリキュラムの改善を行った。博士の学位は、これまで、学理としての数学研究のみを評価してきたが、そのみならず、数学を新しく用いることにより科学・技術に貢献した場合にも、それを学位論文のなかに盛り込むことができる評価システムを、学位取得コースワークとして構築した。これにより、長期インターンシップで始まった共同研究にもとづいた研究成果を学位論文、あるいはその一部とすることができる。

長期インターンシップはキャリアパス形成に実質的に機能している。実際、H22年3月の学位取得者13名中（社会人を除く）12名が就職し、うち7名が企業研究所に就職したことからそれが示されている。他に、学位取得を待たず、長期インターンシップ実施先に就職した者も2名いる。長期インターンシップを核とする以上のような取り組みによって、本プログラムの眼目の一つであった、企業等での研究者という、これまでの日本には極めて限られていた数学の博士号取得者の新しいキャリアパスが大きく開拓されつつある。

長期インターンシップをはじめ、機能数理学コースの活動や成功例について新聞誌上で何度か報道されて、社会的にも注目度が高い。機能数理学コースのプログラムは、博士後期課程への多くの優秀な学生の

確保、および産業界で活躍できる数学研究者育成のための有効な一つのモデルとして、他大学にも波及することが期待されよう。

博士前期課程にH21年4月に設置したMMAコースは、数学版のMBAあるいはMOTと位置づけることができるが、課程終了後、企業に就職して研究・開発部門とマネジメント部門との相互理解を深める役割を担える人材、あるいは、その後、博士後期課程に進学し、数学と産業界における諸研究等との橋渡しをするコーディネーター的役割などを担える研究者の養成プログラムとして、産業界から注目され始めている。MMAコースと博士後期課程(主として機能数理学コースが対象であるが、数理学コースも含む)を包括する体系的な教育カリキュラムの構築も行った。これらは世界に先駆けた試みであるが、2年の産業技術数理解コーディネーター育成、あるいは5年一貫の産業技術数理学研究者育成のモデルプログラムとして、わが国の数学系大学院に大きな影響を与えるであろう。なお、長期インターンシップやMMAコース等については、H20年7月のOECD/GSF(Global Science Forum)の提言レポート“Report on Mathematics-in-Industry”のフォローアップのために作成された“Report on Mechanisms for Promoting Mathematics-in-Industry”(H21年4月)においても紹介された。

また、現在推進中の文部科学省グローバルCOEプログラム「マス・フォア・インダストリ教育研究拠点」と共同で刊行してきたMIレクチャーノートシリーズは、全国(そして、一部、海外にも)の数学系教室等に配布しているが、産業技術数理の frontline を描き出す貴重な研究情報源となっている。なかには、講義やセミナーテキストとして使用希望の依頼を受ける巻もあり、可能な限り対応している(大阪市立大学、神戸大学、Bologna大学、Reims大学、Nijmegen大学等)。

## (2) 当該教育プログラムの支援期間終了後の、大学による自主的・恒常的な展開のための措置が示されているか

本教育プログラムの主目的は、

- ① 博士前期課程にMMAコースを設置する
- ② 博士後期課程、とくに機能数理学コースのカリキュラムの改革と整備を行い、産業界で活躍する数学博士を育成すること、及び、MMAコースとの円滑で整合性のあるカリキュラムの整備するの二つであった。

①はH21年4月に設置され、順調なすべり出しを見せている。②についても、数理学研究院教務委員会を中心としてカリキュラム改革と整備を行った。新カリキュラムは、H22年4月の入学生より適用されることとなった。

産業界と数学の協働を推進する目的で、H19年4月に産業技術数理研究センター(MRIT)が設置された。企業との共同研究や産業技術数理に関するワークショップやチュートリアル開催など研究面のみならず、(富士通研究所)招へい教授(「招へい教授」制度は、数理学研究院・数理学府の要請により、本学が新しく制定したものである)をはじめ企業から客員教員の任用など教育面でも、MRITの利点を活用し多くの協力を得てきた。同時に、本プログラムの取り組みを通じて、MRITの機能は広く様々な方向に強化さ

れてきている。しかし、MRIT には専任教員がいないこともあり、所属する教員が、目的とする研究教育活動を中心的・重点的に発展させるためには克服すべき点も多い。

本学では、①、②のさらなる充実のため、別途推進中の文部科学省グローバル COE プログラム「マス・フォア・インダストリ教育研究拠点」の構想にあるマス・フォア・インダストリ研究所（MI 研究所）を、産業技術数理研究センターの発展・充実形として、H23 年 4 月に設置する計画であり、文部科学省との協議もすでに始めており、H23 年度概算要求を行う準備を進めている。この研究所の設置は、人的資源の面からみれば主として数理学研究院の改組、分割によるものであるが、準備は最終段階にあり、陣容もほぼ固まっている。なお、本学においては、H12 年度に導入された学府・研究院制度に則り、すべての教員が、研究院、研究所、センターのいずれかに所属し、同時に、唯一の学府（大学院教育組織）の専任教員となることと定められている。そのため、改組および MI 研究所の設置の後も、その所属メンバーは引き続き数理学府担当教員として、大学院数理学府の教育を担い、研究指導を行うこととなる。H22 年 4 月より取組代表者が MRIT のセンター長に任にあるが、引き続き MI 研究所所長として、これまでの活動を充実・発展させていく計画である。本プログラムの取組内容および取組主体である大学院数理学府の活動には、すでに文部科学省からも高い期待が寄せられていることが感じられ、H22 年度より 6 年間の計画で、数学をベースとして産業界等で国際的に活躍する研究者育成のために行うスタディーグループ等の企画・運営を目的とした特別経費の交付を受ける。

本学としては、最大の支援を行うべく、新しいスペースの確保、人員の確保に取り組み中である。これにより、わが国ではじめて、社会や産業界から見え、かつ長期的視野に立った産業数学の研究所が誕生し、①、②の人材育成が、確固たる基盤のうえに着実に進むものと考えている。

## 組織的な大学院教育改革推進プログラム委員会における評価

【総合評価】
<ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> 目的は十分に達成された</li> <li><input type="checkbox"/> 目的はほぼ達成された</li> <li><input type="checkbox"/> 目的はある程度達成された</li> <li><input type="checkbox"/> 目的はあまり達成されていない</li> </ul>
<p>〔実施（達成）状況に関するコメント〕</p> <p>産業技術が求める数理科学人材の養成を目的として、博士前期課程の MMA コースと博士後期課程の機能数学コースにおいて、教育プログラムを着実に実施している。従来型の教育プログラムによる数学コースとの併存が構想通りに展開している。</p> <p>博士後期課程については、大学院生の海外渡航支援、英語講義による国際コミュニケーション力の向上、英語論文の校正費支援などにより、海外学会での発表及び国際学術雑誌への論文発表が大幅に増加している。また、修了者が企業へ多く就職したことも、期待された成果である。機能数学コースにおける長期インターンシップ及び MMA コースにおける短期インターンシップは大学院生の満足度も高く、数学分野におけるインターンシップがキャリア形成に有効であることが実証され、他大学に波及し始めている。</p> <p>情報提供については、ホームページで取組状況を公表するとともに、「成果報告書」を作成・配布している。また、産業技術数学の教科書発行なども行われている。</p> <p>「スタディーグループ」の開始、「マス・フォア・インダストリ研究所」、「Asian Consortium of Mathematics in Industry」などの設置も含めて、当該教育プログラムの更なる発展が期待される。</p>
<p>（優れた点）</p> <p>数学分野の博士課程修了者に新たなキャリアパスを開き、博士後期課程修了者の企業への就職が増加している。</p> <p>（改善を要する点）</p> <p>当該教育プログラムを他大学により一層波及させるための取組の発展を期待したい。</p>