



機関（連携先機関）名	九州大学、神戸大学
拠点のプログラム名称	マス・フォア・インダストリ教育研究拠点
中核となる専攻等名	数理学府数理学専攻
事業推進担当者	（拠点リーダー） 若山 正人 ・教授 外 22 名

【拠点形成の目的】

マス・フォア・インダストリ(以下「MI」と称す)とは、純粋数学・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中で生まれる、未来技術の創出基盤となる数学の新研究領域である。産業技術の要請による課題は、問題自体は明確なもの、数学的定式化がなされていないなど、解決の手立てが定まっていないことしばしばである。したがって、その解法には、既存の純粋数学、応用数学にとらわれることなく、根本に立ち戻るMI研究が必要である。また、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、技術の未来を担う広い視野と高い国際性を持ち、独創的研究を遂行できる独立した若手MI研究人材の育成である。

21世紀COEプログラム「機能数理学の構築と展開」では、産業界で活躍する博士を養成することを目的に機能数理学コースを設置し(H18年4月)、長期インターンシップ(3ヶ月以上)を導入した。本プログラムでは、代数、幾何、解析、確率・統計、および、神戸大学と連携した数値/数式計算、可積分系をはじめとする世界最高水準の研究実績をもとに、世界をリードするMI教育研究拠点を形成する。

【拠点形成計画及び進捗状況の概要】

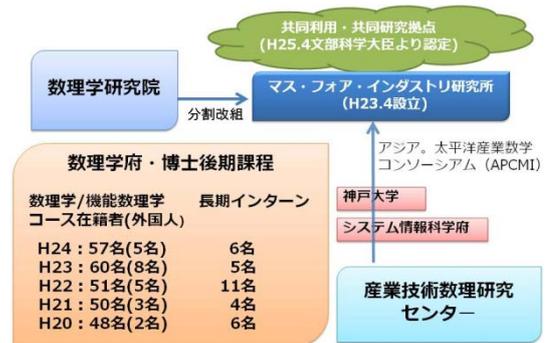
【拠点形成計画】上記目的を実現するために、研究領域ごとのユニット「数と式」、「不確定性」、「形と流れ」、「機能数理学の基礎」を形成し、既存の純粋数学・応用数学の垣根を越えた教育研究活動の連携を行う。若手MI研究者を育成するため、大学院生の経済的支援を行い、国際公募により、優秀な若手研究者を助教やポスドク(PD)として雇用する。博士課程・機能数理学コース学生の企業等への長期インターンシップの充実を図り、学生やポスドクの国際会議発表や海外研究滞在を支援し、研究自立を促すための各種企画を実施する。長期インターンシップから派生したテーマなどを取り込んで企業との共同研究を拡充し、学生も巻き込む。これらGCOE活動を本格化させるため、マス・フォア・インダストリ研究所(IMI)を設立する。

【進捗状況】本拠点は我が国における数学・数理科学と産業界・諸科学分野との連携を先導している。拠点リーダーを代表として、文部科学省・委託事業「数学・数理科学と他分野の連携・協力の推進に関する調査・検討」(H21)を受託、この提言にもとづいて、文部科学省内に「数学イノベーションユニット」が設置された(H23.4)。H23年4月には、数理学研究院を分割改組してIMIを設立した。IMIは、企業との新たな共同研究を呼び込み、産業数学関連の国内/国際ワークショップやフォーラムを開催するなどの活動を活発に展開し、文部科学大臣よりH25年度からの共同利用・共同研究拠点到認定された。

博士後期課程機能数理学コース(H18-)をH21年度末に完成させた。開始以来47名(事業期間内に32名)の学生が長期インターンシップを行った。彼らの活躍により、共同研究や就職につながり、博士課程入学者の定員充足率は、H22年度90%、H23年度115%、H24年度95%と高水準で推移している。連携企業・共同研究とも増え続け、H24年度は8社17件である。スタディグループ(SG)は数学者や学生が産業界の未解決問題の解決を目指す研究合宿で、40年前オックスフォード大学で始まったが、我が国では本拠点がようやくH22年度から全国規模で導入した。参加者の半数は学生であることが日本版SGの特徴である。年一度のMIフォーラムには海外から多数の産業数学研究者を招聘する。学生・PDのポスターセッションを実施して一流の外国人研究者との交流を促している。フォーラム等を通じてグローバル化を推し進め、当拠点が中心となって、Asia-Pacific Consortium of Mathematics for Industry(APCMI)を発足した(H23.10)。

大学院生をRA、スーパーRAに雇用し経済的支援を行った。PDを延べ14名(外国人2名)と特任助教2名(外国人1名)を雇用した。PDのうち4名は企業との共同研究を行うMIリサーチャーである。英語講義や国内企業研究所の講師によるMI関連集中講義を常時実施している。公開可能な内容はMIレクチャーノートとして出版して(計38冊)、学習の便宜をはかっている。査読付き英文誌 J. Math-for-Industry (H21.4創刊)を計4巻(8号)出版した。創刊2年目より、米・欧各数学会のレビュー誌の対象である。また、学生・PDの自主企画・運営による研究集会「院生プロジェクト」を実施し、学生の研究自立を支援している。

研究面では多数の特筆すべき成果が得られている。富士通と情報通信研究機構との共同研究では、ペアリング暗号解読の世界記録を樹立し、高木は学生とともにH24年度情報処理学会喜安記念業績賞を受賞した。



## 6-1. 国際的に卓越した拠点形成としての成果

国際的に卓越した教育研究拠点の形成という観点に照らしてアピールできる成果について具体的かつ明確、簡潔に記入してください。

本グローバルCOE拠点は、マス・フォア・インダストリーの教育研究の推進と、技術の未来を担う、広い視野と高い国際性を持ち、独創的研究を遂行できる独立した若手研究人材の育成を目的として種々の活動を精力的に行い、多くの卓越した成果を得た。

活動当初は産業技術数理研究センター(H19年設置)と連携し、企業との共同研究を推進した。H23年には、グローバルCOEでの教育研究活動を永続的に展開するため、数理学研究院を分割改組し、大学の強い支援のもと、我が国初の産業数学の研究所となるマス・フォア・インダストリ研究所(以下、**IMI**)を開設した。**IMI**は数学テクノロジー先端研究、応用理論、基礎理論の3部門、及び数学理論先進ソフトウェア開発室からなり、未来技術の創出基盤となる数学研究拠点として、わが国の産業数学研究を牽引する唯一の拠点である。H25年4月には産業数学分野の理論・応用における国際研究拠点として、文部科学大臣より共同利用・共同研究拠点到認定された。構成メンバーの研究の多様さとともに純粋と応用数学の有機的連携は、国際的にも類がない。また、International Advisory Boardを設置し、国際的観点からのアドバイスを定常的に受けられるような仕組みも導入している。

H23年11月にはアジア・パシフィック産業数学コンソーシアム(APCMI)を、九州大学とシンガポール国立大学が中心となって設立し、その参加機関を初めとして海外協力機関を大幅に増強するとともに、実質的に協力が得られる海外の有力研究者を獲得し、教育研究のさらなる展開を目指して連携を推し進めている。

海外諸大学から産業数学の有力研究者を招聘しForum Math-for-Industryを毎年開催している。本Forumは国際的に著名な Annual Conference として定着し、博士課程学生に産業数学の世界的流れを肌で感じさせる重要な機会を提供している。H23年10月にハワイで開催したForumには14人の博士課程学生を派遣、英語によるポスターセッションを行った。H24年10月に福岡で開催したForumにも英語によるポスター発表に多数の学生が参加、優秀な発表にBest Poster Award等を授与し、受賞者を海外研究機関に派遣、数理学府から計4名の学生が海外(米国3名、チェコ1名)で約1か月間研鑽した。また、スタディグループ(産業界の研究開発現場における未解決問題の提供を受け、学生グループが解決に向け研究討論を行う合宿形式の研究会)をH22年に東京大学の協力を得てわが国で初めて開催し、以降毎年7社程度からの課題提供があり、着実な成果を上げている。

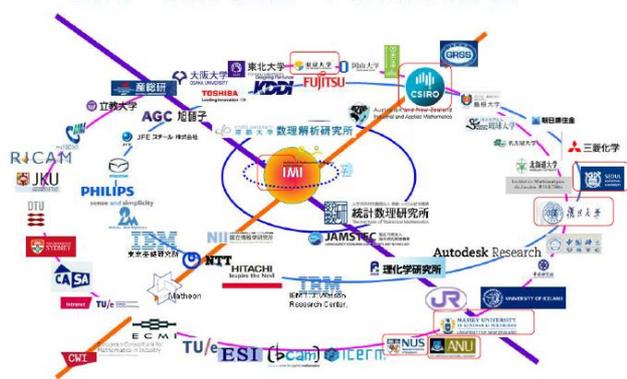
研究においても世界的に卓越した成果が得られた。富士通研究所や数理学府博士課程学生も含む共同研究で、次世代暗号として標準化が進むペアリング暗号で278桁長の暗号解読に成功し世界記録を達成した。暗号理論でトップレベルの国際会議Asiacrypt 2012(採録率0.17)で発表するなど国際的に高く評価されている。その他、教員ベースの国際共同研究を多数行い、多くの成果を得た。

産業数学研究の国際的発展のため、国内外の著名研究者をEditorial boardに迎え、本拠点が中心となり編集発刊している査読付きの欧文学術誌(2009年創刊、九州大学機関リポジトリとして電子的にも公開)Journal of Math-for-Industry(JMI)は、Mathematical Review誌(米国数学会)、Zentralblatt誌(欧州数学会)によるReview対象誌となっている。また、本拠点が刊行した全38巻からなるGCOEレクチャーノートシリーズは、国際的に高く評価されており、Springer社よりAPCMIを核としてMathematics for Industry 双書の出版が計画されている。

九州大学主幹教授制度による著名外国人研究者による講義、釜山大学との大学院共同講義(H22年度から継続中)、九州大学カリフォルニアオフィス経由でのカリフォルニア州立大学サンノゼ校英語研修への学生派遣(計5名)、シドニー大学・ハワイ大学・シンガポール国立大学へ長期学生研修派遣、学術研究員の長期海外研修派遣(フィールズ研究所、Loughborough大学、ミシガン州立大学)等、学生の国際経験を豊かにする取組みも行ってきた。また、H24年にはシンガポール国立大学数理学府と**IMI**の共同研究集會を開催した。

こうした種々の活動と成果により、国際的に卓越した教育研究拠点が形成されたと言える。

## 国内・国際連携・共同研究体制



## Asia-Pacific Consortium of Mathematics for Industry (2011.10 設立)

(九大, NUS(Singapore), 復旦大(China), ANU, CSIRO(Australia), SNU(Korea), Massey Univ. (New Zealand), 東大, etc.)

「グローバルCOEプログラム」（平成20年度採択拠点）事後評価結果

機 関 名	九州大学	拠点番号	G13
申請分野	数学、物理学、地球科学		
拠点プログラム名称	マス・フォア・インダストリ教育研究拠点		
中核となる専攻等名	数理学府数理学専攻		
事業推進担当者	(拠点リーダー名)若山 正人		外 22 名

◇グローバルCOEプログラム委員会における評価（公表用）

（総括評価）

設定された目的は十分達成された。

（コメント）

大学の将来構想と組織的な支援については、大学の明確な戦略と重点的な支援の下に本拠点の活動の中心となるマス・フォア・インダストリ研究所（IMI）を設立し、本拠点計画の実現に大きく寄与したことは高く評価できる。

拠点形成全体については、IMIが平成25年度から共同利用・共同研究拠点に認定されたこと、*Journal of Math-for-Industry* の創刊等による積極的な情報発信、企業との活発な人材交流等により、国内には類例のない産業数学についての教育研究拠点を形成するという当初の目的は十分達成されたと判断される。また、神戸大学との連携は、従来の応用数学の枠組みにとられない新たな数学の応用を開拓する上で効果的であったと思われる。

人材育成面については、博士後期課程学生の企業での長期インターンシップや、産業界の研究者と数学研究者・大学院生が共同で未解決問題に取り組むスタディグループなど、数学系の大学院としてはユニークな試みを積極的に導入し、修了者のキャリアパスの多様化も進みつつある。また博士後期課程の定員充足率も概ね良好であり、特色ある人材育成計画が順調に遂行されていると認められる。

研究活動面については、IMIを核とした国際的な協調体制を構築し積極的な情報発信を行うとともに、実社会における数理的諸問題の発掘や解決を目的として産業界との共同・委託研究を積極的に行っている。また純粋数学分野の新たな応用を開拓するなど、産業数学の研究拠点に相応しい活発な研究活動が行われていると判断される。

今後の展望については、IMIを基盤に、産業界と連携を図りつつ、研究教育活動を推進するとともに大学として運営経費も確保している。IMIを拠点として海外も含めた産業界との教育研究面での連携を更に推進するとともに、新分野の創成に繋がるようなマス・フォア・インダストリの更なる数学的展開をめざして、本拠点計画が発展的に継承されることが期待される。