

21世紀COEプログラム 平成15年度採択拠点事業結果報告書

1. 機関の代表者 (学長)	(大学名)	北海道大学	機関番号	10101
	(ふりがな<ローマ字>) (氏名)	Saeki Hiroshi 佐伯 浩		

2. 大学の将来構想

①研究教育目標と計画

北海道大学は、平成15年度21世紀COEプログラムへの申請にあたり、総長を中心とする指導体制のもとで、先進的な研究教育の実施、適切な役割分担とその有機的な連携、新たな学問領域の創成、産学官連携の強化などに取り組むことを目標として掲げた。

具体的な内容としては、「学院（大学院教育組織）・研究院（教官組織）構想」を基本骨格とする大学院再編に着手し、柔軟な研究教育体制の実現を目指した。さらに、総長主導の下にCOEプログラムを組織して新たな研究教育拠点を展開し、国内外に学術貢献する総合大学として発展することを期すこととした（注：平成14年度4拠点、平成15年度6拠点、平成16年度2拠点が採択された）。これらのCOEプログラムの実施基地として、北大が北キャンパスに展開しつつある研究棟群及び総合研究棟の共通スペースなどを活用する。また、創成科学共同研究機構を中心とする重点的研究推進体制と大学院研究教育とを有機的に連携させることにより、大学の人的資源や研究施設を機動的、効果的に活用できる体制の確立を目指すこととした。

②総長を中心とするマネジメント体制

総長及び総長室を中心とする総長主導体制の下で、研究教育拠点形成を実効あるものとするため、以下のような組織的支援を行う。

- 1) 「研究戦略室」による総長主導の全学的研究戦略の具現化と「21世紀COE推進会議」によるCOEプログラムの自己点検評価と計画の適正な実施の支援を行う。
- 2) 教員定員の有効活用については、教員定員の4%を全学的見地から任期制を導入して活用する。また、大学院の研究教育組織の見直しによる人的資源の流動化と、効果的連携（相互補完）体制について検討する。
- 3) 創成科学共同研究機構の流動研究部門を中心として、一定期間研究に専念するシステムを活用し、戦略的な研究推進を行う。同機構はCOE採択プログラムに対する直接的支援の他、意欲の高い若手研究者に対する総長主導の研究支援を行い、将来的発展基盤の拡充に

努める。

- 4) 整備を進めつつある北キャンパス研究棟群及び現在建設中もしくは予定されている総合研究棟をCOEプログラムに優先的に割り当てる。
- 5) COEプログラム研究教育拠点から得られる学術的成果の発信、産学官連携による研究推進、外部資金調達に関しては、全学的見地からの支援を行う。
- 6) COEプログラムの成果を発信する国際的研究拠点の形成などを目指すための基盤として、学術国際部を設置し国際交流を戦略的に展開するとともに、外国語教育を強化する。
- 7) 長期的には、総長が全学的な観点から戦略的、重点的に配分可能な資金の重点投入及び戦略的外部資金獲得支援を実施する。また、ポスドク、RA、TAの戦略的配置を実施する。
- 8) 本プログラム終了後は、採択されたCOEプログラムを中心とした新しい大学院体制で、総長主導のもとにこれらの拠点を重点的に発展させる体制をとる。

3. 達成状況及び今後の展望

○ 新たな研究・教育体制の構築

平成15年度に採択された6つのCOEプログラムによる拠点形成事業により、以下の新たな教育研究組織を設置した。①「人獣共通感染症制圧のための研究開発」（医学系分野）に伴い、新たな研究組織である人獣共通感染症リサーチセンターを設置した。②「特異性から見た非線形構造の数学」（数学、物理学、地球科学分野）に伴い、新たな研究組織である数学連携研究センターを設置した。③「流域圏の持続可能な水・廃棄物代謝システム」（機会、土木、建築、その他工学分野）に伴い、工学研究科に新たな研究教育組織である環境創成工学専攻と環境循環システム専攻を設置するとともに、環境ナノ・バイオ技術国際研究センターを設置した。④「新世代知的財産法政策学の国際拠点形成」（社会科学分野）に伴い、新たな研究組織である社会科学実験研究センターを設置した。⑤「新・自然史科学創成：自然史における多様性の起源と進化」（学際、複合、新領域分野）に伴い、新たな研究教育組織である理学研究院に自然史科学部門を、理学院に自然史科学専攻を設置した。

○研究活動の達成状況

それぞれのCOE拠点における具体的な研究成果などについては、COE拠点毎の事業結果報告に記載されているが、概要は次のとおりである。

- 1) 人獣共通感染症制圧のための研究開発：インフルエンザウイルスのワクチン候補株ライブラリーの確立と全世界への供給開始、高病原性インフルエンザウイルスの病原性発現機構の解明などの成果をあげた。さらに、国際機関及び国内外の大学・研究機関との連携、並びにザンビア及びスリランカへの海外研究拠点の設置など研究開発の中核的拠点の役割を果たした。また、創成科学共同研究機構の戦略重点プロジェクトとしても人獣共通感染症の診断・治療法の開発をとりあげるとともに、北キャンパスに人獣共通感染症リサーチセンター実験棟を竣工した（平成19年9月）。
- 2) 特異性から見た非線形構造の数学：非線形構造に焦点を当て、特異性の視点より、数学（非線形解析学、数理解析学など）の深化とともに、周辺諸科学（数理生物、画像処理、気象学など）の活性化と新展開を推進した。
- 3) 流域圏の持続可能な水・廃棄物代謝システム：社会の重要資源である水、物質、エネルギーを統合した持続的社会を支える新たな環境社会工学の研究拠点を形成した。この結果、先端的水処理システムの開発、耐久・リサイクル性基盤材料の開発と国際基準化、廃棄物の省エネルギー高効率選別機の開発などの成果をあげた。
- 4) 新世代知的財産法政策学の国際拠点形成：日本初の新世代知的財産法政策学の構築を目指した研究を行い、その成果を「知的財産法政策学研究」計20号、研究叢書4冊等として世に送り出した。
- 5) 新・自然史科学創成：IODP（統合深海掘削計画）、国立極地研究所南極観測事業等の各種国際計画における中核的役割を担いつつ、自然史学（博物学）から分化した地球科学と生物分類学・進化学の再統合による新しい自然観の構築を進めた。その際、IODPの事務局を北キャンパスに誘致し、IODPの世界のサイエンスプランをとりまとめる事務局機能を果たした。
- 6) スラブ・ユーラシア学の構築：グローバル化時代に対応する新たな地域論としてのスラブ・ユーラシア学構築を目指した研究を行い、中域圏論・地域認識論・帝国論という分析視野を確立した。また、東アジアの組織的協力体制の構築を推進した。

○マネジメント体制の整備

- 1) 平成16年4月、大學全体の研究推進に関する企画立案を行う「研究戦略室」と、教育体系の維持・改善と教育システムの改革を担う「教育改革室」を設置し、事務組織の学術国際部と協働して、21世紀COEプログラムの成果の発信、産学官連携、外部資金調達、国際交流などの活動を支援した。また、総長を議長とする「21世紀COE推進会議」は、各21世紀COEプログラムの実施状況やその成果について評価を行いつつ、適切な事業推進のための助言やプログラム終了後の研究教育体制の構築のための指導を行った。
- 2) 平成15年9月、北大の北キャンパスに創成科学共同研究機構、触媒化学研究センター、電子科学研究所のナノテクノロジー研究センターなどが入る創成科学研究棟を新設し、先端的・実験的研究や産学連携に繋がる研究の拠点としての活動を開始した。北キャンパスにはその後、平成14年採択拠点「バイオとナノを融合する新生命科学拠点」形成に伴うポストゲノム研究棟と民間企業による創薬基盤技術研究棟、及び電子科学研究所棟も新設するなど、教職員や学生1500名を擁する一大リサーチパークを形成している。
- 3) 創成科学共同研究機構において、任期付きで若手に研究機会を与える流動研究部門を運用・継続するとともに、若手リーダー育成とテニユアトラックを組合せた北大基礎融合科学領域リーダー育成システムを開始した。

○補助事業終了後の支援

- 1) 「人件費ポイント管理制度」を整備した。本制度により、拠点形成事業継続中または終了後に設置した研究教育組織に対して、総長が管理する教員人件費を機動的に活用して、任期付き教員を配置した。
- 2) 平成19年10月、創成科学共同研究機構の一部門であったリエゾン部・戦略スタッフ部門と全学組織である「知的財産本部」を統合し、北大の知財管理と事業化推進を統合管理する「知財・産学連携本部」を立ち上げた。これにより、21世紀COEで得られた知財の管理と産学官連携を一元的・効率的に支援する。
- 3) 北大の研究を主体とする組織（付置研究所、学内共同研究施設など）を統括管理する創成科学研究機構を設置する（現在の創成科学共同研究機構は、傘下の組織とする）構想の検討を進めている。これにより、先進的な教育の実施、適切な役割分担とその有機的な連携、新たな学問領域の創成などの促進が期待される。

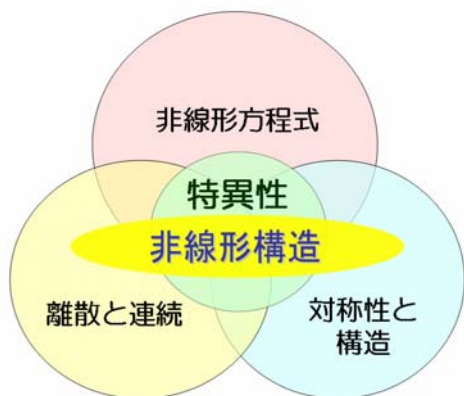
21世紀COEプログラム 平成15年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	北海道大学	学長名	佐伯 浩	拠点番号	G01	
1. 申請分野	F<医学系> G <数学、物理学、地球科学> H<機械、土木、建築、その他工学> I<社会科学> J<学際、複合、新領域>					
2. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	特異性から見た非線形構造の数学 (Mathematics of Nonlinear Structures via Singularities)					
研究分野及びキーワード	<研究分野: 数学 > (非線形構造) (特異性) (非線形方程式) (離散と連続) (対称性と構造)					
3. 専攻等名	理学研究院数学部門(平成18年4月1日:理学研究科数学専攻より変更), 理学研究院自然史科学部門(平成18年4月1日:理学研究科地球惑星科学専攻より変更), 電子科学研究所, 高等教育機能開発総合センター					
4. 事業推進担当者	計 21 名					
ふりがな<ローマ字> 氏 名	所属部局(専攻等)・職名	現在の専門 学 位	役割分担 (事業実施期間中の拠点形成計画における分担事項)			
(拠点リーダー) Ozawa Tohru 小澤 徹	理学研究院・数学部門・教授	波動場解析 理学博士	総括及び非線形解析 【非線形方程式】			
Giga Yoshikazu 儀我 美一	理学研究院・非常勤講師 (平成16年9月1日異動)	非線形解析学 理学博士	非線形拡散と特異性			
Nakamura Gen 中村 玄	理学研究院・数学部門・教授	応用解析学 理学博士	特異性の逆問題における応用			
Izumiya Shyuichi 泉屋 周一	理学研究院・数学部門・教授	特異点論 理学博士	応用特異点論			
Jimbo Shuichi 神保 秀一	理学研究院・数学部門・教授	応用解析学 理学博士	領域の特異摂動			
Nishiura Yasumasa 西浦 廉政	電子科学研究所・教授	数理解析学 理学博士	非線形ダイナミクスと特異極限			
Hayashi Yoshiyuki 林 祥介 (平成19年3月31日辞退)	理学研究院・自然史科学部門・教授	地球流体力学 理学博士	気象流体力学における特異性			
Tonegawa Yoshihiro 利根川 吉廣	理学研究院・数学部門・准教授	数理解析学 Ph.D.	変分問題の解の特異性 【離散と連続】			
Tuda Ichiro 津田 一郎 (平成15年12月15日追加)	電子科学研究所・教授 (平成17年10月1日異動)	複雑系数理学 理学博士	複雑系科学とカオス力学系			
Nakamura Iku 中村 郁	理学研究院・数学部門・教授	代数幾何学 理学博士	特異点と大域的モジュライ理論			
Yamashita Hiroshi 山下 博	理学研究院・数学部門・教授	表現論 理学博士	リー群の無限次元表現論			
Hayashi Mikihiro 林 実樹廣	理学研究院・数学部門・教授	関数解析学 理学博士	リーマン面上の関数環と特異集合			
Yoshida Tomoyuki 吉田 知行	理学研究院・数学部門・教授	群論 理学博士	組み合わせ論			
Tsujii Masato 辻井 正人 (平成19年2月15日辞退)	理学研究院・数学部門・助教授	力学系 博士(理学)	離散カオス力学系における特異性			
Jinzenji Masao 秦泉寺 雅夫	理学研究院・数学部門・准教授	数理物理学 博士(理学)	可積分系に現れる特異性 【対称性と構造】			
Yamaguchi Keizo 山口 佳三	理学研究院・数学部門・教授	微分幾何学 理学博士	接触構造の対称性と特異性			
Ono Kaoru 小野 薫	理学研究院・数学部門・教授	大域幾何学 理学博士	大域幾何構造に現れる特異性			
Arai Asao 新井 朝雄	理学研究院・数学部門・教授	応用解析学 理学博士	場の量子理論における対称性			
Kishimoto Akitaka 岸本 晶孝	理学研究院・数学部門・教授	作用素環論 理学博士	作用素環論における対称性			
Nishimori Toshiyuki 西森 敏之	高等教育機能開発総合センター・教授	位相幾何学 理学博士	葉層構造の対称性と特異性			
Shimada Ichiro 島田 伊知朗	理学研究院・数学部門・准教授	代数幾何学 理学博士	代数多様体の基本群と対称性			
5. 交付経費(単位:千円) 千円未満は切り捨てる () : 間接経費						
年 度(平成)	1 5	1 6	1 7	1 8	1 9	合 計
交付金額(千円)	94,000	90,000	90,000	95,830 (9,583)	99,000 (9,900)	468,830

6. 拠点形成の目的

◆ **学問分野**：本COEでは、数学とその周辺諸科学に存在する**非線形構造**に焦点を当て、**特異性**の視点より、数学内部（非線形解析学、数理解析学、接触幾何学、特異点論、代数幾何学、表現論、力学系等）の深化とともに、周辺諸科学（数理物理、数理生物、結晶成長、画像処理、気象学、散逸構造、断層面同定等）の新展開を目指す。本COEが取り上げる**非線形構造**とは、まがった空間のような幾何学的な対象ばかりではなく、入力を2倍にしても結果が2倍とならないといった現象の背景にある構造である。従って、これは数学のみならず、自然科学、工学、社会科学等の様々な分野に現れる重要な構造であり、線形の場合に比べて予測が難しい。その解明が進めば、数学自身がより豊かになるのみならず、社会の複雑な様相に対して人類のとるべき行動の基本原則を社会に提案することが可能になる。このような形で人類・社会への寄与は数学の重要な特徴・使命である。

◆ **目的**：本COEは数学を含めた様々な学問分野で重要な**非線形構造**を、**特異性**に視点を置いて**非線形方程式**、**離散と連続**、**対称性と構造**の3方面から研究し、その数学的基礎を築く事とともに、他分野との連携の強化を主要な目的とする。コンピュータビジョン、数理物理、結晶成長等の分野の数学的基礎を築き、他分野の活性化を目指す。また一方で代数幾何学、表現論をはじめとする純粋数学の各分野にも新たな切り口を与える事を目指す。またその研究を通じて**国内外の拠点との研究交流**や**文献知的財の整備発信**を目指す。さらに、これらの活動を通して、数学及び周辺諸科学の非線形構造を伴う重要問題に対して根本的な寄与を行う**若手研究者を多数育成**していくことを目指す。



◆ **特色**：本COEでは、非線形解析学、幾何学や特異点分野を中心に事業推進担当者の研究水準が極めて高く、世界をリードしているだけでなく、その相互の

連携も極めて良好である。視野の広い事業推進担当者を多数擁し、「**先端研究のための数学センター**」を**世界に先駆けて形成**するなど、積極的に他分野の問題を数学に取り込もうという姿勢にあふれている。これに匹敵する研究組織は他にない。これまでの実績をもとに、特異性から見た非線形構造の数学を核として、数学理論の発展と他分野の活性化の双方を目指す点に本COEの大きな特色がある。

◆ **重要性・発展性**：本COEは、非線形構造という様々の分野に共通の重要課題について数学的基礎を築くとともに、他分野との連携を一層進展させることを目指す。その結果として、数学自身及び他分野の根源的な発展を促していこうとするものである。その実現には、他分野との連携だけではなく、国内外との拠点との研究交流や若手研究者の育成、また文献知的財の整備発信が極めて重要な役割をもつ。そこで本COEでは、**柔軟で横断的な3機能（先端研究機能、交流機能、情報文献機能）を構築**し、従来個別に行ってきた取組みを有機的に連携させ、組織化して対応する。このような方式で、先端的分野でのブレークスルーと更なる知のフロンティアの拡大など、科学技術創造立国の実現に向けての数学の本質的な貢献が期待できる。

◆ **期待される成果とその学術的・社会的意義**：日本の数学研究のレベルは国際的にも非常に高いが、その成果が他分野へ十分生かされていない傾向がある。また、日本の個々の数学研究者の能力は極めて高いにもかかわらず、研究成果普及の為の編集等の研究支援体制が貧弱である。数学は事実の積み重ねで成り立っている科学であるため、古い文献でも重要性を失うことはない。しかしこの知的財産の重要性はしばしば見逃されている。

本COEは、数学及び様々な学問分野がかかえる非線形方程式、離散と連続、また対称性と構造の問題に代表される数理的な問題を根本的に解決する方向性を示すことで**諸科学が新たな相で発展**することを助け、また**新しい数学の創造を加速**する。また、そのような能力のある次世代リーダーの育成を世界レベルで可能にする。その学術的意義は限りなく大きい。一方、本COEにより**学術情報の効率的発信機能が高まり**、情報ネットワークを用いて図書館情報システムのより機能的な運用に対するひとつの雛形が構築される。図書館機能の充実には、研究者だけでなく教育者にとっても重要である。その社会的意義は限りなく大きい。

7. 研究実施計画

前頁に記載した拠点形成の目的を達成するために、柔軟で横断的な3機能（先端研究機能、交流機能、情報文献機能）を形成し、これまでの個別的対応を有機的に連携させ、世界レベルの拠点としての基盤を整える。

◆ **数学的基礎**：それぞれの事業推進担当者が多面的にテーマを選び、非線形方程式、離散と連続、対称性と構造の3方向から研究を進める。主な研究テーマを挙げると次のようになる。

①波動場の幾何と解析、②特異形状を生む拡散効果の非線形解析、③流体の相分離モデルの数理解析、④材料科学の2次の非線形材料係数、⑤材料科学に現れる特異性の解析、⑥散逸系における複雑時空パターン、⑦偏微分方程式と微分幾何の特異点論的研究、⑧二階の接触幾何学に現れる特異点、⑨大域的幾何構造に関わる非線形問題、⑩非線形解の幾何学的実現としての大域的モジュライ空間の具体的研究、⑪モジュライ理論と可積分系、⑫リー群の幾何構造と無限次元表現の特異性。

これらの研究の過程で、下記の3機能を有効に活用して研究の進展をはかる。

◆ 他分野との連携（先端研究機能）：

(1) 画像処理、数理生物、材料科学等の応用分野を中心に数学研究者を含めた会議を開催する。特に、画像処理の数学的側面についての国際会議“Mathematical Aspects of Image Processing and Computer Vision (MAIPCV)”を毎年開催する。

(2) 2001年度秋より数学専攻ホームページ上「**先端研究のための数学センター**」(Mathematical Center for Advanced Study)を立ち上げ学内の他専攻の研究者が先端研究を推進する上で発生した数学上の質問を受け付けている。これはバーチャルではあるが世界初のこの種の研究センターである。この活動を定着・発展させる。

(3) 電子科学研究所との連携を進め、先端機能セミナー等を活用して、**数学を基点とした総合理論研究の分野横断的な学内ネットワークを構築**する。

◆ 国内外の拠点との研究交流と若手研究者の育成（交流機能）：

(1) 写像の特異性の構造から様々な現象を解明する“Singularity Theory and its Applications”や非線形方程式の分野での“Sapporo Symposium on Partial Differential Equations”をはじめとして、様々な国際会議、研究集会、講演会を開催する。また、重点テ

ーマを指定した特別年、月、週間を設け、当該テーマの研究を推進する。

(2) COE 特任教授など、招聘研究者との共同研究を推進し、COE 研究員による連続講演会を企画する。

(3) 小規模大学の数学者を対象としたCOE 協力研究員制度を活用し、数学研究の基盤を一層強化する。

(4) 国内外からポストドクターをCOE ポスドク研究員として受け入れる。

(5) 大学間・学部間協定を積極的に提案し、海外の提携拠点を確保する。また、連携拠点からなる国際的な研究交流ネットワークの構築を図る。

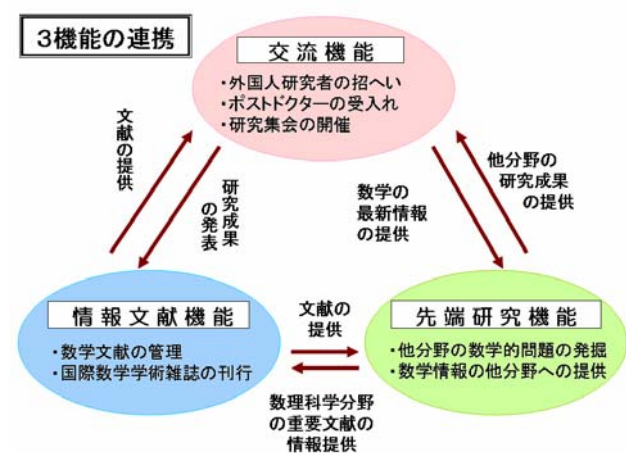
(6) 大学院学生の海外留学を促進する。

◆ 文献知的財の整備発信（情報文献機能）：

(1) 情報ネットワーク化：数学関係図書、学術資料の情報ネットワーク化の基盤整備を行うことで知的財の管理方法を確立する。そのために技術員を継続して確保し、**数学の情報・文献検索システム「数学の海」サーバを構築**するとともに、他教室との連携を視野に入れて、システムを活用する。

(2) 研究成果出版事業の強化：**Hokkaido Mathematical Journal (HMJ) の電子化**、及び Institute for Science Information (ISI) への登録申請を行い、同誌の国際競争力を高める。また、HMJ 他、数学関係の国際学術誌の編集に関わる業務を国際レベルで遂行する。

(3) 本COE の諸活動を外部に広く明快に伝えるために**ホームページの整備・充実**を図り、広報活動を展開する。そのために本COE **東京分室を積極的に活用**する。



これらの活動を通じて、数学的基礎及び他分野との連携を深め、特異性に視点をいた非線形構造の研究で様々な価値ある成果をあげる。本COEが真の情報発信受信基地になるためには、拠点の機能を学内に広く展開する必要がある。本COEの成果をもとに、上記**3機能を核とする総合理論研究施設の設置**を目指し、実績をベースに概算要求を提出する。

8. 教育実施計画

本数学専攻における大学院博士前期課程の充足率は毎年ほぼ100%であるが博士後期課程の充足率は十分とはいえない。これは、数学の博士取得者の就職先として大学の研究職しか伝統的にはなく、その数が全国的に減少しているという要因が主ではあるが、一方では、大学院性の自主性の欠如や、また同規模の国内他大学と比べて本学では数学教員が少ないことも影響していると考えられる。

本COEでは、国際公募によるCOEポスドク研究員制度、及び博士課程大学院生に対するRA制度を導入・活用し、若手研究者を3機能の活動に積極的に参加させるとともに、若手研究者を主な対象とした諸活動(COE研究員連続講演会、院生連続講演会、数学総合若手研究集会、蔵本レクチャーシリーズ等)を実施することで、論理的思考力に富み、また討論能力にすぐれた若手研究者の育成の仕組みを構築する。さらに、教員の所属する研究組織と学生の所属する教育組織を分離した理学研究院・理学院への組織改編(2006年度実施)も踏まえつつ、以下の計画により、上記の二つの問題(学生の自主性の欠如、教員数の少なさ)を克服し、教育の更なる質的向上を目指す。

◆ **資格試験制度の充実**：我が国では唯一の制度である、修士課程の書類選考とレポート、面接による入試と入学後の資格試験制度を継続させ、更に質的に充実させる。資格試験制度は内部から博士課程に進学を目指す学生にとって、基礎学力を効果的に取得する道を与える。本COE採択後、資格試験各科目のシラバス及び問題例をホームページに公開した。博士課程入学者数も増加している。

◆ **RA制度による人材育成**：博士課程の大学院生に対して、これまでの成果と今後の研究計画を審査の上でRAへの採用を行い、研究へのモチベーションを高めるとともに、安定して非線形構造に関わる各自の研究に邁進できるよう支援する。また、RAには数学総合若手研究集会など若手中心のプログラムでも中心的な役割を果たさせる。

◆ **交流機能の活動への参加**：交流機能の活動に早いうちから大学院生を参加させ、超一流のものに常に触れられるようにし、早いうちから世界の研究の最前線への参画を促す。さらに、制度的にまた物理的にも補助員等が十分確保できて実現可能になり次第、博士課程に在籍中の大学院生をその興味に応じて国内外の他大学の専門家のもとに特別研究生として派遣する(もしくは逆に他大学から受け入れる)プログラムを奨励

し、広い視野に立って若手人材の育成を図る。受入研究者は当該学生の博士論文の副査(副指導教員)になることを前提とし、指導教員は副指導教員と密接に連絡をとりながら大学院生の指導を通しての共同研究を行う。このことにより新たな共同研究が開始される可能性も高い。このように非線形構造の数学を通して様々な国、地域の研究者と若いうちから交流させることは個人の人的資質を高める上でも重要である。

◆ **COEポスドク研究員制度**：主に他大学博士号取得者に対して、国際公募によりポスドクの選考・採用を行う。本学博士号取得者には海外へのポスドクとしての派遣を奨励する。こうして博士課程大学院生に将来への展望を与え研究意欲と国際性を高めたい。

◆ **先端研究機能の活動への参加**：他分野での非線形構造の解明に、どのような数学が用いられ、また、求められているかを若いうちから知っているということは将来純粋数学者になるとしても今後特に重要である。興味ある大学院生を先端研究機能に随時参加させ、他分野の人々とどのように学术交流をしていくかの技術を身につけさせる。これにより将来産業界の頭脳となり得る人材を生み出すことを目指す。

◆ **大学院生の自主的研究活動の奨励—研究リーダーの養成**：院生による数学総合若手研究集会を発展的に継続させ、博士課程の学生に、専攻内外の大学院生及び若手研究者主体の研究会を組織させる。大学院生が中心となり、当専攻の大学院生はもとより、国内外の若手研究者または大学院生を招聘し、セミナー等を通して、数学研究では特に重要な自主的に研究する能力を養成することを目指す。

◆ **大学院生間の連携の強化**：数学研究は個人が主体であり、学生の上下の人間関係は他分野に比べて希薄である。そこでポスドクには博士課程学生の指導にあたらせ、また、博士課程の学生には修士課程学生のセミナーを通じての指導にあたらせる。これによって指導力の向上及び双方の視野を広げさせる。そのために、COE研究員連続講演会や院生連続講演会を活用する。

9. 研究教育拠点形成活動実績

①目的の達成状況

1) 世界最高水準の研究教育拠点形成計画全体の目的達成度

「目的は十分達成した」と判断する。以下、判断の根拠・理由を含めて説明する。

上記6. で掲げた拠点形成の目的を達成するため、柔軟で横断的な3機能（先端研究機能、交流機能、情報文献機能）を形成して、当初の計画に沿って着実にプログラムを進めた。その結果、拠点形成の基盤となる成果は期待以上のものとなった。

交流機能の活動では、様々な国際研究集会や特別月を実施した結果、本COEでの目的である非線形構造と特異性に関する、成果発信が十分になされた。また、北大数学は「魅力ある大学院教育」イニシアティブ事業の一環としての「全国滞在型共通教育プログラム」

（2005～2006年度）に参画し、トップクラスの数学研究者によるスクール形式の大学院専門教育を実施した。このスクールを通して、国内の複数の大学院と単位互換を行い、教育連携を実現した。さらに、交流協定の締結機関とは中間評価以降も順調に研究交流を重ね、本事業終了後もこの交流は継続する計画である。一方、交流協定締結準備中の機関（バレンシア大学、サンパウロ大学やダラム大学等）とも実質的な研究交流が促進され、本事業終了と同時にスタートしたITP（International training program）ではこれらの交流機関への大学院生派遣が実施され始めている。このように、**本COE拠点形成事業は、今後の北大数学部門における国際交流の基礎を成すこととなった。**

先端研究機能では「先端研究のための数学センター」を核として活動を展開し、学内の異分野交流と他分野の活性化に実績をあげてきた。同センターでは、学内他専攻の研究者が先端研究を推進する上で遭遇した数学上の質問を扱い、新たな問題を数学研究に取込むことで、他分野との連携の強化を図った。例えば、医学系の研究者からの質問は数学研究者との共同研究に結実した。

産業との連携では、製鐵会社や発動機会社との共同研究に、COEポスドクや博士後期課程の学生を参加させ、それが博士論文につながるなど大きな成果を得た。

情報文献機能では、数学の研究基盤としての基礎情報を効果的に扱う手段を確立した。数学の研究に関わる基礎情報は、次の4つに関する型に分類される：(1)

論文、書籍等 (2)論文、書籍等の本文 (3)セミナー、集中講義、研究集会の開催 (4)セミナー、集中講義、研究集会の記録（講義録、会議報告、講演動画等）。これらの基礎情報を格納するプラットフォームは研究機関の個性を考慮し（バックアップを想定しても）複数存在するべきである。分散する基礎情報を統一して扱う仕様を決定し、実装と運用について研究した。同時に、情報文献機能が想定する仕様と同様の機能を持つプラットフォームはいわゆる機関リポジトリとして各大学に設置されつつある。これらのもとに、日本の主要な数学系学術出版誌及び研究集会の基礎情報はMathSciNetに頼らずとも統一的に扱うことが可能になっている。協力対象としては、日本数学会出版委員会技術専門部会、国立情報学研究所 Cyber Science Infrastructure プロジェクトである。2006年からは京都大学数理解析研究所の共同利用事業 RIMS研究集会を毎年開催している。この協力過程で情報文献機能は情報学分野からも注目され、国立情報学研究所との共同研究にも結び付いた。

2) 人材育成面での成果と拠点形成への寄与

交流機能の活動の一つとして計画された「数学総合若手研究集会」は初年度を除き毎年実施され、合計4回に及んだ。この研究集会は、費用以外のすべてに於いて大学院生、ポスドクが中心となり実施する形態であり、その結果、これら若手研究者の自立が促進された。分野も数学内部に限らず工学、物理学その他の分野の多岐にわたる国内外で例を見ない形式の研究会となった。この成功を踏まえ、この研究集会は本事業終了後も他の研究費により継続される予定である。また、国際公募によるポスドクの採用を通して、大学院生と外国人研究員との交流が進み、大学院生の国際感覚向上に多いに役に立った。これらポスドクの約半数が**本COEのポスドク終了後大学教員となり、残りのほとんどの者は国内外の研究員として次の職を得た**事は特筆に値する。これらのポスドク制度、及び博士課程大学院生に対するRA制度を活用し、若手研究者を特別月等の3機能の活動に積極的に参加させた。同時に、若手研究者を主な対象としたCOE研究員連続講演会、COE院生連続講演会、外国人研究員による「COE Research Course」等を実施することで、**他の研究者とも十分討論のできる力を持った若手研究者の育成の仕組みを構築した。**実際、本COEの若手研究者が国際会議で講演する機会も増え、大学院生をはじめ若手研究者が活気づき成果をあげた。

「数学の海」プロジェクトでは、数学と実装との双方に長けたポスドク、博士課程学生を4名見出した。うち2名は大学教員、1名はNP0、1名は在学中であり、関連研究に関わっている。情報学においては情報を発信するのみならず、可能な限りの情報を一点に効果的に集約し、その上でマイニング処理等の付加価値を与えた上で元の発信者へ還元することが可能になりつつある。情報文献機能は数学分野においてそのような実装を与えた。膨大な情報から価値のある情報を取り出すには本質的に数学が寄与するはずのものであり、上記のように情報文献機能を情報学としても遂行できるような博士取得者は、様々な研究分野で必要とされるものである。また、産業との連携、共同研究をきっかけとして、製鐵会社や発動機会社に就職し、製鐵技術や発動機技術の研究など、**産業技術の研究に数学を活かして活躍する人材を輩出した。**

3) 研究活動面での新たな分野の創成や、学術的知見等

各事業推進担当者が非線形構造に関わるテーマを多面的に選び、非線形方程式、離散と連続、対称性と構造の3方面から数学的基礎を構築するための研究を進めた。その結果、波動場の幾何と解析、偏微分方程式と微分幾何の特異点論的研究、散逸系における複雑時空間パターンをはじめ、各方面で特筆すべき学術的新知見が創出され、原著論文は国際的に評価の高い学術専門誌に発表された。さらに、利根川事業推進担当者が医学研究科石橋教授の質問に応える形で始まった共同研究は、酵素反応学における2次元生体膜での酵素反応速度について数理的説明を与えた。

また、電子化の時代に、論文、書類、セミナー、研究集会等の研究基盤としての基礎情報を効果的に保持し、発信することは重要であり、本COEでは数学分野においてそれを扱う手法を確立した。基礎情報を格納するプラットフォームは、研究機関の個性を考慮して、複数存在すべきである。そこで、分散する基礎情報を統一して扱う仕様を決定し、実装と運用について研究した。この結果、日本の主要な数学学術出版誌及び研究集会の基礎情報はアメリカ数学会のレファレンス検索システム MathSciNet に頼らずとも統一的に扱うことが可能になった。この研究は情報学の分野からも注目された。情報学においては情報を発信するだけではなく、可能な限りの情報を一点に効果的に集約し、その上でデータマイニング処理等の付加価値を与えた上で元の発信者に還元することが可能になりつつある。「数学の海」プロジェクトは、数学分野でそのようなこ

とを実装することに成功した。研究者にとって使いやすい研究基盤をいかに構築していくかは、サービスサイエンスの典型的な課題ともいえる。「数学の海」プロジェクトは、**情報学及びサイエンスの開発研究としての新分野を開拓した**と高く評価されている。

4) 事業推進担当者相互の有機的連携

事業推進担当者それぞれの得意不得意を考慮して、担当を決めて事業を推進したため、効率良く有機的な連携を維持することができた。COE運営委員会を定期的開催し、詳細な議事録をまとめ、教室全員に公表した。運営委員会では、テレビ会議システムを用いて東京の事業推進担当者との連携を密にした。

5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

北海道を中心に、小規模大学の数学研究者を対象にCOE協力研究員制度を創設した。この制度により、協力研究員は北海道大学数学プレプリントシリーズ及び講義録に研究成果を発表できるようになり、また、文献の収集やセミナーへの参加等の点でも研究に対する便宜が図られた。その結果、**本COEを核とした数学研究者のネットワークが構築された。**この成功にあって、京都大学数理解析研究所ではこの制度を取り入れようと具体的検討に入った。

本プログラムにおいては、小野薫（日本数学会賞秋季賞・井上學術賞）、儀我美一（井上學術賞）、蔵本由紀（朝日賞）、津田一郎（ICIAM基調講演者）、中村郁（日本数学会代数学賞）をはじめとする世界トップレベルの多数の数学研究者が拠点形成を担ってきた。このように高い研究能力を活かし、テーマを絞った特別月や多数の特徴ある国際会議を開催して研究を進めるとともに、UCLAなどの海外拠点と国際学術協定を締結し、研究交流を推進することにより、本学の国際的競争力を一層高いものにした。さらに、国内初の学術情報・文献検索サーバ「数学の海」のシステムを研究開発・運用するとともに、**大学や分野を越えてその技術供与を行い、本学の国際的存在感の向上に貢献した。**

6) 国内外に向けた情報発信

数学に対する社会の誤解を少しでも是正するために「数学の分野の紹介と特徴について」というパンフレットを作成した。この過程でアメリカ数学会の**数学分類表の日本語訳をアメリカ数学会と議論しながら作成した。**ホームページにも掲載したため、様々な方面に大きな影響を与えた。ホームページは日本国内で

数学部門も含めて最も充実したものになった。

7) 拠点形成費等補助金の使途について（拠点形成のため効果的に使用されたか）

効果的に使用された。人件費の占める割合が多かったが、予算の制約上、十分な対価を充てられなかったのが残念である。研究に関する部分は事業推進担当者の獲得した研究費でカバーした。

②今後の展望

先端研究機能の活動の成果をもとに、北大内の**理学、工学、情報科学、生命科学、医学等を分野横断的に結ぶ**「数学連携研究センター」が2008年4月に設置され、数学を基点とした国内外で類を見ない学際的な研究ネットワークの形成が行われつつある。

交流機能では、数理工学展開、Navier-Stokes Equations、Dispersive Equations、特異点論と関連分野の各テーマで特別月を開催し、国際学術拠点として世界に広く認知された。また、現在の学術交流協定をバレンシア大学（スペイン）、サンパウロ大学（ブラジル）との交流協定（大学間協定）へと拡大する取り組みを始めたが、事務レベルの障害により、現在も継続協議中のままである。一方、その間、実質的な研究者レベルの交流は進んでおり、それを基礎にさらに、国際的な研究交流ネットワークの構築が視野に入ってきている。実際、本COE事業終了と同時にスタートしたITP事業では、主にこのネットワークを通じて大学院生の短期、長期の留学を実施している。

情報文献機能の行っている「数学の海」プロジェクトで、分散する数学の基礎情報（論文、書類、セミナー研究者の情報）を統一して扱う仕様を決定し、実装と運用について研究した。このプロジェクトは国立情報研究所 SPARC Japan のもとに1年間継続することになっており、有効性が認められればさらに継続する可能性がある。数学の研究基盤を強化する「数学の海」プロジェクトを強化発展させることは、数学分野以外のすべての科学技術分野にとって、特に情報学の課題としても重要である。また研究サービスという点ではサービスサイエンスの課題でもある。この方面の人材は非常に手薄であり、数学出身者が多く必要とされる分野である。今後、この分野の開発研究をも継続していきたい。

③その他（世界的な研究教育拠点の形成が学内外に与えた影響度）

本COE開始前、我が国で「数学」は旧文部省系の展開してきた「学術」の一学問として扱われるのみで、旧科学技術庁系が推進してきた「科学技術」政策には入っていなかった。**数学研究を振興し、科学技術の諸分野との連携を良くする事が科学技術全般の発展にとって極めて重要である**ということが、我が国ではほとんど認識されてこなかった事が原因と考えられる。本COEの数学自身の深化とともに、数学と他分野の連携を強め、科学技術全般の発展に寄与していこうとする考え方は、我が国の科学技術政策の改善に大きな影響を与えている。特に「**数学**」が**科学技術政策の中で取り上げられるようになった**事は、本COEの成果といえよう。

例えば、津田・儀我両事業推進担当者は2004年5月27日、文部科学省科学技術政策研究所（以下、政策研究所）に招かれ、「**数学で何が出来るか—なぜ科学技術に重要か、どうすれば有効に活用出来るか**」という演題で講演を行い、本COEの理念を詳しく説いている（記録は科学技術政策研究所講演録—147, 2004年11月として刊行）。両氏は2005年5月10日、政策研と（社）日本数学会共催のワークショップ「**数学の将来シナリオを考える**」に招かれ、「**他分野との関わり（北大の試み）**」、「**数学を基点とする分野横断型研究拠点へ向けて**」という演題で講演を行い、本COEの活動を紹介し、将来に向けての提案を行った（記録は政策研「科学技術動向」2005年6月号に掲載）。さらに両氏は2006年5月17日に（社）日本数学会と日本学術会議主催の「**礎の学問：数学—数学研究と諸科学・産業技術との連携**」にも招かれ、同趣旨の講演を行った（記録は「科学技術動向」2006年7月号に掲載）。これらの活動の成果として、2007年よりJST戦略的創造研究推進事業「**社会的ニーズの高い課題の解決へ向けた数学/数理科学研究によるブレークスルーの探索**」が採択され、研究総括者として本COEの事業推進担当者である西浦廉政教授が選任された。なおJSTの2007年度同事業の募集要項の戦略目標に、本COE先端研究機能の「**先端研究のための数学センター**」での取り組みが北大の名前とともに取り上げられている。**戦略目標に大学の具体名入りで紹介されることは極めて異例である。**

また、本COEの活動は、読売新聞（2005年10月5日）、毎日新聞（2006年9月7日）、日経産業新聞（2006年10月7日）、北海道新聞（2006年11月14日、2007年6月8日、6月14日）、毎日新聞（2007年3月10日）、数学セミナー（2004年4月号、2007年12月）等で紹介されるなど、社会的にも注目された。

21世紀COEプログラム 平成15年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	北海道大学	拠点番号	G01
拠点のプログラム名称	特異性から見た非線形構造の数学		
<p>1. 研究活動実績</p> <p>①この拠点形成計画に関連した主な発表論文名・著書名【公表】</p> <p>・事業推進担当者（拠点リーダーを含む）が事業実施期間中に既に発表したこの拠点形成計画に関連した主な論文等〔著書、公刊論文、学術雑誌、その他当該プログラムにおいて公刊したもの〕</p> <p>・本拠点形成計画の成果で、ディスカッション・ペーパー、Web等の形式で公開されているものなど速報性のあるもの ※著者名（全員）、論文名、著書名、学会誌名、巻(号)、最初と最後の頁、発表年（西暦）の順に記入 波下線（<u> </u>）：拠点からコピーが提出されている論文 下線（<u> </u>）：拠点を形成する専攻等に所属し、拠点の研究活動に参加している博士課程後期学生</p> <ol style="list-style-type: none"> J. Kato, M. Nakamura and T. Ozawa, <u>A generalization of the weighted Strichartz estimates for the wave equations and an application to self-similar solutions</u>, Commun. Pure. Appl. Math., 60, 164-186, 2007 Y. Cho and T. Ozawa, Remarks on modified improved Boussinesq equations in one space dimension, Proceedings of the Royal Society A., 462, 1949-1963, 2006 T. Ozawa, Remarks on proofs of conservation laws for nonlinear Schrödinger equation, Calculus of Variations and PDE., 25, 403-408, 2006 R. Fukuizumi and T. Ozawa, On a decay property of solutions to the Haraux-Weissler equation, J. Differential Equations, 221, 134-142, 2006 S. Machihara, M. Nakamura, K. Nakanishi and T. Ozawa, Endpoint Strichartz estimates and global solutions for the nonlinear Dirac equation, J. Funct. Anal., 219, 1-20, 2005 Y. Giga, <u>K. Inui</u>, A. Mahalov, S. Matsui and J. Saal, <u>Rotating Navier-Stokes equations in nondecreasing at infinity: The Ekman boundary layer problem</u>, Arch. Rational Mech. Anal., 186, 177-224, 2007 Y. Giga, <u>T. Ohtsuka</u> and R. Schätzle, On a uniform approximation of motion by anisotropic curvature by the Allen-Cahn equations, Interfaces and Free Boundaries, 8, 317-348, 2006 Y. Giga, Surface Evolution Equations - a level set approach, Birkhauser, Basel-Boston-Berlin, 273pp, 2006 C. Lin, G. Nakamura and JN. Wang, Three spheres inequalities for a two-dimensional elliptic system and its application, J. Differential Equations, 232, 329-351, 2007, 291-301, 2007 J. Liu, R. Potthast and G. Nakamura, A new approach and error analysis for reconstructing the scattered wave by the point source method, Journal of Computational and Applied Mathematics, 25, 113-130, 2007 G. Nakamura, R. Potthast, and M. Sini, Unification of the probe and singular sources methods for the inverse boundary value problem by the no-response test, Comm. Partial Differential Equations, 31, 1505-1528, 2006 S. Izumiya and M. C. Romero Fuster, The lightlike flat geometry on spacelike submanifolds of codimension two in Minkowski space, Selecta Mathematica (NS), 13, 23-55, 2007 S. Izumiya and M. Takahashi, Spacelike parallels and evolutes in Minkowski pseudo - spheres, J. Geometry and Physics, 57, 1569-1600, 2007 S. Izumiya, D-H. Pei and T. Sano, Singularities of hyperbolic Gauss maps, Proceedings of London Math. Soc. (3) 86, 485-512, 2003 S. Jimbo, Ginzburg-Landau equations and solutions structure, Sugaku Expositions, American Mathematical Society (in press, 2008) S. Jimbo, Singular perturbation of domains and semilinear elliptic equations III, Hokkaido Math. J., 33, 11-45, 2004 S. Jimbo and J. Zhai, Instability in a geometric parabolic equation on convex domain, J. Differential equations 188, 447-460, 2003 <u>K. Ito</u> and Y. Nishiura, Intermittent switching for three repulsively coupled oscillators, Phys. Rev. E, 77, 036224, 2008 Y. Nishiura, T. Teramoto, <u>X. Yuan</u> and K. Ueda, Dynamics of traveling pulses in heterogeneous media, Chaos, 17(3), 037104, 2007 Y. Nishiura, <u>Y. Oyama</u> and K.-I. Ueda, Dynamics of traveling pulses in heterogeneous media of jump type, Hokkaido Math.J., 36, 207-242, 2007 Y.-Y. Hayashi, S. Nishizawa, S. Takehiro, M. Yamada, K. Ishioka and S. Yoden, Rossby waves and jets in a two-dimensional decaying turbulence on a rotating sphere, J. Atmos. Sci., 64, 4246-4269, 2007 S. Takehiro, M. Yamada and Y.-Y. Hayashi, Circumpolar jets emerging in two-dimensional non-divergent decaying turbulence on a rapidly rotating sphere, Fluid Dyn. Res., 39, 209-220, 2007 Y. Giga and Y. Tonegawa, Magnetic clusters and fold energies, Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A, 137, 23-40, 2007 <u>Y. Nagase</u> and Y. Tonegawa, A singular perturbation problem with integral curvature Bound, Hiroshima Math. J., 37, 455-489, 2007 			

25. M. Westdickenberg and Y. Tonegawa, Higher multiplicities in the one-dimensional Allen-Cahn action functional, *Indiana University Math. J.*, 56, 2935-2989, 2007
26. X. Pan, K. Sawa, I. Tsuda, M. Tsukada and M. Sakagami, Reward prediction based on stimulus categorization in primate lateral prefrontal cortex, *Nature Neuroscience* (in press, 2008)
27. Y. Fukushima, M. Tsukada, I. Tsuda, Y. Yamaguti and S. Kuroda, Spatial clustering property and its self-similarity in membrane potentials of hippocampal CA1 pyramidal neurons for a spatio-temporal input sequence, *Cogn. Neurodyn*, 1, 305-316, 2007
28. I. Tsuda and H. Fujii, Chaos Reality in the Brain, *J. of Integrative Neuroscience*, 6, 309-326, 2007
29. 中村郁, 線形代数学, 数学書房, 273p, 2007
30. I. Nakamura, McKay correspondence, *Proceedings of the Conference in honor of John McKay* (in press)
31. I. Nakamura, The cohomology groups of stable quasi-abelian schemes and degenerations associated with the $E8$ -lattice, *Moduli Spaces and Arithmetic Geometry (Kyoto 2004)*, *Advanced Studies in Pure Mathematics*, 43, 221-279, 2006
32. N. Abe and H. Yamashita, A note on Howe duality correspondence and isotropy representations for unitary lowest weight modules of $Mp(n, R)$, to appear in "Infinite Dimensional Harmonic Analysis IV: On the Interplay between Representation Theory, Random Matrices, Special Functions, and Probability (J. Hilgert, A. Hora, T. Kawazoe, K. Nishiyama, M. Voit Eds.)", *World Scientific*, 14 pages.
33. H. Yamashita, Isotropy representation for Harish-Chandra modules, *Infinite Dimensional Harmonic Analysis III*(Eds. H. Heyer et al.), *World Scientific*, 325-351, 2005
34. 山下博・平井武, 表現論入門セミナー, 遊星社, 341p, 2003
35. 林実樹廣・長坂行雄, 複素関数概論, サイエンス社, 215p, 2003
36. T. Yoshida and Y. Takegahara, Character theoretical aspects of nilpotency class, *Communications in Algebra*, 2008 (to appear)
37. T. Yoshida, A product formula for hyper-geometric polynomial of type ${}_2F_0$, *Hokkaido Math. J.*, 2008 (to appear)
38. F. Oda and T. Yoshida, Crossed Burnside rings, II. The Dress construction of a Green functor, *J. Algebra* 282, 58-82, 2004
39. B. Forbes and M. Jinzenji, On equivariant mirror symmetry for local P2, *Communications in Number Theory and Physics*, 2008 (to appear)
40. B. Forbes and M. Jinzenji, Local mirror symmetry of curves: Yukawa couplings and genus 1, *Advances in Theoretical and Mathematical Physics*, 11, 175-197, 2007
41. M. Jinzenji, Coordinate change of Gauss-Manin system and generalized mirror transformation, *Internat. J. Modern Phys., A* 20, 2131-2156, 2005
42. K. Yamaguchi, Geometry of Linear Differential Systems towards Contact Geometry of Second Order, 144, 151-203, 2007
43. K. Yamaguchi and T. Yatsui, Parabolic Geometries associated with Differential Equations of finite Type, *Progress in Mathematics*, 252, 161-209, 2007
44. K. Yamaguchi and T. Yatsui, Parabolic geometries associated with differential equations of finite type, *Progress in Mathematics*, 252, 161-209, (From Geometry to Quantum Mechanics: In Honor of Hideki Omori), 2007
45. K. Ono, Floer-Novikov cohomology and the flux conjecture, *Geometric and Functional Analysis*, 16, 981-1020, 2006
46. K. Ono, Development of symplectic Floer theory, *Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Madrid, Spain, 2006*, *European Mathematical Society*, 1061-1082, 2006
47. K. Ono, Floer-Novikov cohomology and symplectic fixed points, *Proceedings of Symplectic Geometry (Stare Jabonski, Poland, 2004)*, *J. Symplectic Geometry* 3, 545-563, 2005
48. A. Arai, Heisenberg operators, invariant domains and Heisenberg equations of motion, *Reviews in Mathematical Physics*, 19, 1045-1069, 2007
49. A. Arai, Spectrum of time operators, *Letters in Mathematical Physics*, 80, 11-17, 2007
50. A. Arai, Non-relativistic limit of a Dirac polaron in relativistic quantum electrodynamics, *Letters in Mathematical Physics*, 77, 283-290, 2006
51. O. Bratteli, A. Kishimoto and D. W. Robinson, Rohlin flows on the Cuntz algebra O_∞ , *J. Functional Analysis*, 248, 472-511, 2007
52. A. Kishimoto, Approximate AF flows, *J. Evolution Equation*, 5, 153-184, 2005
53. A. Kishimoto, The one-cocycle property for shifts, *Ergodic Theory & Dynamical Systems*, 25, 823-859, 2005
54. 中村郁・西森敏之・津田一郎・前田芳孝・石川剛郎・古畑仁・泉屋周一・井上昭彦, 数学の並木道, 日本評論社, 132p, 2004
55. I. Shimada, On arithmetic Zariski pairs in degree 6, *Adv. Geom.*, 2008 (to appear)
56. I. Shimada, Transcendental lattices and supersingular reduction lattices of a singular K3 surface, *Trans. Amer. Math. Soc.*, 2008 (to appear)
57. I. Shimada and De-Qi Zhang, K3 surfaces with ten cusps, *Contemp. Math.*, 422, 187-211, 2007

②国際会議等の開催状況【公表】

(事業実施期間中に開催した主な国際会議等の開催時期・場所、会議等の名称、参加人数(うち外国人参加者数)、主な招待講演者(3名程度))

1. 2003年9月16日-25日・札幌コンベンションセンター, “Singularity Theory and Its Applications”, 146名(69名), 廣中平祐(1970年フィールズ賞受賞者), M. Kazarian (Independent Univ. of Moscow), A. Parusinski (Univ. d'Angers)
2. 2003年9月27日-9月28日・北大理, “The 3rd Polish-Japanese Singularity Theory Working Days”, 19名(10名), D. Siersma (Utrecht), P. Mormul (Warsaw Univ), S. Janeczko (Polish Academy of Science)
<2004年度, 2005年度, 2007年度にポーランドにて開催>
3. 2003年11月27日-29日・北大理・札幌天神山国際ハウス, “Mathematical Aspects of Image Processing and Computer Vision 2003 (先端研究機能シンポジウム)”, 40名(6名), 新井仁之(東大), B. Kimia (Brown Univ.), R. Tsai (Princeton Univ.) <毎年度開催>
4. 2004年2月23日-24日・札幌コンベンションセンター, “The 5th Northeastern Symposium on Mathematical Analysis”, 76名(10名), P. Souplet (Univ. de Picardie), P. Quittner (Comenius Univ.), H. Amann (Univ. of Zurich) <毎年度開催>
5. 2004年7月9日・北大理, “2nd HU and SNU Symposium on Mathematics (第7回ソウル大-北大ジョイントシンポジウム)”, 35名(17名), D. Kim (SNU), H. Kang (SNU), M. Kang (SNU) <毎年度開催>
6. 2004年8月4日-6日・北大理, “The 29th Sapporo Symposium on Partial Differential Equations”, 92名(6名), O. Ley (Univ. de Tours), 内藤雄基(神戸大), C. Bu (Wellesley College) <毎年度開催>
7. 2004年9月13日-17日・北大理, “Singularities in Geometory and Topology (Third Franco-Japanese Symposium on Singularities)”, 58名(24名), L. D. Trang (ICTP Trieste), D. Trotman (Univ. de Provence), M. Tibar (Lille)
8. 2004年9月23日-24日・札幌コンベンションセンター, “COE program: Nonlinear Dispersive Equations”, 52名(4名), J. Ginibre (Univ. de Paris-Sud), J. Shatah (Courant Institute), A. Mahalov (Arizona State Univ.)
9. 2005年3月4日・北大電子研, “Mathematical Aspects of Material Scinces”, 34名(4名), 土井正男(東大), D. Spirn (Univ. of Minnesota), 黒木場正城(福岡大)
10. 2005年8月22日-24日・北大理, “Harmonic Analysis and its Applications at Sapporo”, 49名(5名), M. Lacey (Georgia Institute of Technology), 福山克司(神戸大), I. Laba (Univ. of British Columbia) <2007年度にも開催>
11. 2005年10月11日-13日・北大理, “COEプログラム Special Months: Singularity theory and Related Areas”, L. Paunescu (Univ. of Sydney), 佐久間一浩(近畿大), M. Zhitomirskii (Department of Mathematics, Technion)
12. 2005年11月4日-6日・北大理, “Workshop: Complex Dynamics of Networks of Oscillators: From Basic Research to Novel Therapy”, 48名(7名), 山本隆充(日本大), 大江千廣(日高病院), C. Hauptman (Research Center Juelich Institute of Medicine)
13. 2006年7月3日-7日・北大学術交流会館, “Inverse Problems in Applied Sciences -towards breakthrough-”, 121名(66名), G. Alessandrini (Univ. of Trieste), J. Cheng (Fudan Univ.), R. Potthast (Univ. of Göttingen)
14. 2006年8月3日-7日・札幌コンベンションセンター, 60名(23名), “The First China-Japan-Korea Joint Conference on Numerical Mathematics”, Z.-C. Shi (Chinese Academy of Sciences), 田端正久(九州大), H.-X. Rui (Shandong Univ.)
15. 2006年10月18日-20日・北大クラーク会館, “生命リズムと振動子ネットワーク”, 98名(1名), 石黒章夫(東北大), 岩崎秀雄(早稲田大), 上田泰己(理化学研究所)
16. 2007年3月6日-9日・北大理, “The NORthern Workshop on Representation Theory of Lie Groups and Lie Algebras”, 29名(4名), 西山享(京都大学), J.-S. Huang (Hong Kong Univ. of Science and Technology), L. Barchini (Oklahoma State Univ.)
17. 2007年6月4日-6日・東大数理, “International Conference for the 25th Anniversary of Viscosity Solution”, 115名(20名), G. Barles (Univ. de Tours), L. A. Caffarelli (Univ. of Texas), F. Camilli (Univ. di l'Aquila)
18. 2007年7月2日-6日・北大理, “Representation Theory, Systems of Differential Equations and their Related Topics”, 50名(5名), B. Binengar (Oklahoma State Univ.), 原岡喜重(熊本大), U. Walther (Purdue Univ.)
19. 2007年8月27日-29日・北大理, “Nonlinear Wave Equations”, 54名(7名), Y. Cho (浦項大), S. Cuccagna (Univ. of Modena and Reggio Emilia), J. Ginibre (Univ. of Paris-Sud)
20. 2007年8月27日-31日・北大理, “Sapporo Lectures on Representations in Lie Theory -An introduction and the beyond-”, 32名(4名), D. Vogan (Massachusetts Institute of Technology), 伊師英之(名古屋大), 織田寛(拓殖大)
21. 2007年9月3日-7日・北大理, “Algebraic and Arithmetic Structures of Moduli Spaces”, 81名(17名), M. Rapoport (Bonn Univ.), V. B. Mehta (Tata Institute), C. Birkar (Univ. of Cambridge)

2. 教育活動実績【公表】

博士課程等若手研究者の人材育成プログラムなど特色ある教育取組等についての、各取組の対象（選抜するものであればその方法を含む）、実施時期、具体的内容

国際公募によるポストドク選考：初年度を除いてポストドク選考は国際公募により行った。代数系、幾何系、解析系、応用系からそれぞれ2名の教員により毎年選考委員会を構成した。研究業績、研究計画、推薦書などの書類を詳細に検討し、議論を重ねて厳格に審査・選考を行った。予算の制約もあって毎年数名しか新規採用できなかったが、応募者数は毎年平均120名、その約半数の60名が海外からの応募であった。ごく一部の例外を除いて学内博士号取得者には積極的に学外ポストドク公募に応募するよう指導した。

COE研究員連続講演会：ポストドク研究員による大学院生向けの連続講演会を実施した。研究員の専門分野を、数回にわたって入門から最先端まで解説する企画である。全部で16回、そのうち英語によるものが4回であった。講演の記録はレクチャーノートとして北海道大学数学講究録まとめられホームページでも公開されている。研究員自身にとっては、自分の研究分野の入門から研究成果の総まとめまで、見つめ直す良い機会となり、大学院生にとっても、短期間で最先端の研究に触れる事ができ、教育効果は顕著であるとともに、主体的に取り組む姿勢を見せるようになった。

COE院生連続講演会：博士課程の院生が博士論文、修士論文の結果を、4年生や大学院生に対して数時間かけて基礎から徹底的に解説する講演会である。学位取得時期に合わせて毎年2月末から3月にかけて集中的に行った。全部で5回実施した。これにより、大学院生の説明能力、コミュニケーション能力に著しい向上が見られた。また、学位論文取得に関して、下の学年の学生が、具体的にイメージできるようになった。

数学総合若手研究集会：若手研究者が自主的に企画・運営・実施する研究集会で毎年2月中旬に行った。全部で4回実施した。講演の記録は北海道大学数学講究録にまとめられホームページでも公開されている。同年代の若手研究者が、分野や所属を越えて一堂に会する機会は、それまで殆んど無かったこともあって、毎回盛況であった。アンケート結果からも、大変好評である事が分かっている。ここで培われた人的ネットワークは、若手研究者の将来の財産となるであろう。また、企画・運営に携わった若手研究者には、自主性と独立性を養う良い機会となった。

特別月の教育的効果：特別月をはじめとするさまざまな機会に長期滞在する外国人研究者が増え、若手研究者と自然に交流する場が形成された。この中から幾つもの共同研究が生まれるとともに、これを機会に外国に招かれる若手研究者が増加した。研究を通じた若手人材育成の場を形成することができた。

東京説明会：2005年の夏より年1、2回程度、東京で本COEの説明を首都圏の学部学生、院生等を対象に行った。これにより首都圏方面から優秀な院生やポストドクが本COEの活動に参加するようになった。

国際会議事務局等、研究を補助する人材の育成：本COE活動を通じて国際業務に卓越した支援員、数学特有の言語であるTeX入力に長けた支援員など、数学研究に欠かせない（数学研究者ではない）支援員を育成した。これらの人々は日本数学会秋季総合分科会（2004年）をはじめ、国内で開催された国際会議の事務局を務め、世界中の研究者から感謝されている。

21世紀COEプログラム委員会における事後評価結果

(総括評価)

設定された目的は十分達成された

(コメント)

拠点形成計画全体については、非線形構造を特異性の視点から研究するとともに、他分野との連携を強化するため柔軟で横断的な3機能（先端研究機能・交流機能・情報文献機能）を形成するとの計画が着実に実行され、当初の目的は十分達成されたと評価できる。特に学内の他専攻の研究者との交流促進を目的に「先端研究のための数学センター」を設置したこと、及び情報文献機能に関連して「数学の海」プロジェクトを立ち上げたことは評価できる。

人材育成面については、若手研究者を主な対象とした諸活動を実施し、論理的思考力に富み、討論能力に優れた若手研究者育成の仕組みが構築されたことは評価できる。また、国際感覚を備えた人材、情報学と数学の両素養を備えた人材、産業界で活躍できる人材などの従来にない人材を育成し得たことは本拠点の特筆すべき成果であると評価できる。しかしながら、我が国における全般的状況と同様、博士課程の定員充足は、十分とは言えない。

研究活動面については、非線形方程式、離散と連続、対称性と構造の3方面から数学的基礎を構築するための研究を進め、波動場の幾何と解析、偏微分方程式と微分幾何の特異点論的研究、散逸系における複雑時空間パターンなどに関して特筆すべき成果が得られ、また、斬新な試みである「先端研究のための数学センター」及び「先端研究のための数学相談室」の活動を通じて他分野や企業の研究者との研究交流を行って大きな成果が得られており、評価できる。特に、医学研究科教授の質問に応える形で始まった共同研究で、酵素反応学における2次元生体膜での酵素反応速度について数理的説明を与えた研究は本事業ならではの成果と評価できる。さらに、本拠点の事業推進担当者が、これらの成果を基に文部科学省などに積極的に働きかけた結果、数学と科学技術諸分野との連携のための体制整備が開始されるに至ったことも特筆に値する。

本拠点の成果を基に、「数学連携研究センター」を既に学内に設置し、数学を基点とした学際的研究ネットワークが形成されつつあり、補助事業終了後も持続的な成果が期待できる。