

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)	大阪市立大学	機関番号	24402
	(ふりがなくローマ字) (氏名)	Kaneko Satoru 金 児 暁 嗣		

2. 大学の将来構想

当初掲げた調書において、大学運営・研究の指針はつぎのようになっている。

平成元年に将来の20年を視野に入れて策定された「大阪市立大学基本計画」が大学運営の指針であるが、その後の我が国の大きな大学改革による新たな情勢変化に対応するため、この「基本計画」を5年毎に点検し、改訂を行う。その中で、本学の各学問分野における研究方針として

(I) 本学を特色づける学問分野の卓越した中心の形成

(II) 都市が抱える諸課題の解決、および都市の健全な発展に向けた学問的取り組み

(III) 産学官連携による新産業の創生を掲げ、この方針に沿って平成10年度より全研究科の再編を進め、柱となる研究分野の形成に努める。

21世紀COEプログラム—「結び目を焦点とする広角度の数学拠点の形成」—については、上記(I)に属するもので、本学において世界に先駆けて発展させてきた本学が得意とする学問分野である。

また、この将来構想はつぎのように結んでいる。

本学は、国際都市大阪に立地する公立の総合大学として、「基本計画」に基づく長期的展望のもとに、本学を特色づける学問分野の卓越した中心の形成に努めると共に、不断にこれを見直し、点検しつつ時代の要請に応えようとしてきた。本学にとって重要と考えられる研究で、特に学術的価値が高く大きな成果を挙げつつあるものについては、これを予算と人事の両面から大学として支援し、学問の大地にしっかりと根を張った、世界的な拠点に育成したいと考えている。

調書において大学づくりの基本戦略としては、つぎの4点を掲げている。

- (a) 大阪市立大学プロジェクト研究
- (b) 先駆的研究育成のための学内研究助成金
- (c) 国際交流の促進
- (d) 研究教育の自由と外部評価

21世紀COEの本プロジェクトは上記(c)に力点を置くもので、それまで主体的に担ってきた国際セミナーなどを基礎に、国際的な研究教育拠点を構築しようとするものである。

学長を中心としたマネジメント体制としては、つぎの2点を大学運営の基本に据えた。

- (1) 各研究科の大幅な自由度と責任体制
- (2) 学長裁量による人的および物的原資とその活用

3. 達成状況及び今後の展望

(1) 達成状況

将来構想実現のための取り組みの第一段階は、平成15年度にスタートした。主要な組織・仕組みとして、COE形成、学内競争的研究資金制度導入、社会人教育(高度専門家育成)の拡充、を挙げ、COE形成に関しては、21世紀COEとして採択された3拠点に対応する3センター

都市文化研究センター

大阪市立大学数学研究所(OCAMI)

疲労克服研究教育拠点

を設置し、COE研究員として採用された大学院生・ポスドク研究員を有為な研究者として育成してきた。学内競争的研究資金制度は

- (i) 重点研究
- (ii) 都市問題研究
- (iii) 新産業創生研究

に対して選択的・集中的に資金を配分し、COEの活動を支えるとともに、新たな芽を育てることに努めてきた。

これに呼応する形で、21世紀COEに採択された3拠点関連研究プロジェクトは、重点研究および都市問題研究として助成し、学長裁量経費からも優先的に配分してきた。

本プロジェクトについては、上記(i)により支援がなされた。また、学長裁量ポストであるPD・RAもこれらの研究に優先的に配置され、数学研究所には RA 1名と特任教員2名(特任准教授と特任助教)が配置された。

平成18年度からの法人化への移行を契機とする将来構想実現への取り組み第二段階においては、まず、

学長（理事長）のリーダーシップをより強く発揮するための仕組みとして、4戦略本部

研究推進本部  
教育推進本部  
地域貢献推進本部  
国際戦略本部

を設置した。次に、研究・研究者育成における4重点領域

「理（論）」 純粋科学  
「知（恵）」 都市学  
「技（術）」 科学技術  
「身（体）」 医療・生活科学

を設定した。21世紀COEの本プロジェクトは、上記「理（論）」純粋科学領域に位置づけられる。

マネジメントのうちPlanに関わることは、理事長（学長兼任）が統括する4本部：研究推進本部、教育推進本部、地域貢献推進本部、国際戦略本部が企画・調査・立案を行う。4本部からの拠点等への指示は戦略レベル（基本方針、主要施設計画、人員配置計画）であり、拠点の運営、特に研究プロジェクトの推進や育成事業の執行は拠点（**数学研究所 OCAMI**）の自主的判断に委ねられた。但し、「研究推進本部」の下に、学内競争的研究資金を厳正な審査により配分して、研究資金面で拠点の活動内容が大学の研究戦略に見合うように配慮して運営され、これが拠点活動の資金面での基盤的な支援となった。

マネジメントのうちのCheck機能は、学長（理事長兼任）、副学長（理事兼任）などを含む執行役員会、及び外部委員を含む「研究行動基準委員会」、「研究費の不正に係る調査委員会」、さらには「内部監査室」が担う。執行役員会では、費用対効果の観点から拠点の活動を評価した。研究行動基準委員会、研究費の不正に係る調査委員会および内部監査室は、研究プロセス（調査・研究対象者の保護や研究費の適正使用など）のみならず対外活動（研究成果発表、セミナー運営）における問題を審査した。これら機関の評価・審査結果に基づいて学長（理事長兼任）は必要な措置（指揮、改善命令）をとることになる。

21世紀COEの本プロジェクトは、平成18年度に実施した数学研究所の外部評価にあるように、**伝統ある分野を出発点とした特徴あるテーマの開拓、若手研究者の育成、国際研究交流拠点の構築等の点から、高い評価を受けた。**

拠点活動のための施設・スペースに関しては、本学

が誇る**学術情報総合センター5階に数学研究所を設置**した。そして、数学研究所への国内外からの訪問研究者が本学の**ゲストハウス**に長期滞在できるように、便宜を図ってきた。これらの施策により、本プロジェクトでは、**期間中400名以上の国外研究者の招聘が実現**している。

また、研究教育拠点の発展に重要な国際学术交流にかかる海外出張について、個別に事務処理していたものを特例措置として一括事務処理を行った。これにより、事業推進担当者への事務的負担が軽減され、**機動的な研究の遂行が可能**となった。

本拠点の活動は、このようにして「基本計画」の指針に則った研究教育拠点形成と位置づけられるとともに、拠点を担う構成員は、学長を中心としたマネジメント体制の下で、その推進に尽力してきた。

## (2) 今後の展望

本拠点は数学研究所（OCAMI）を核として、将に、**結び目理論の研究を焦点としつつそれを超えて数学の広範な分野と数理論理学分野の国際的教育研究交流拠点**として、今日活発に機能している。

21世紀COEの本プロジェクト終了後も、成果を点検しつつ、外部資金導入も積極的に行わせながら、**理学研究科の研究教育組織として存続させる。**

**大学運営の基本構想(2)**並びに21世紀COEの本プロジェクト**採択理由に依拠して**、次年度、数学研究所に**専任教員2名を配置**し、現在の陣容を拡充する予定である。

また、将来的には、**数学研究所の新スペースは理系学舎整備計画の一環として確保される計画**である。

予算の確保については、本拠点は「重点研究」で既に実績があり、外部資金導入への積極的な対応を行う一方、学内の競争的研究資金配分システムは今後も継続する方針であるから、拠点の教育研究活動に関しては、自主的・恒常的に継続することに問題は生じないものと見込んでいる。

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	大阪市立大学		学長名	金児 暁嗣	拠点番号	G22
1. 申請分野	F<医学系> <b>G&lt;数学、物理学、地球科学&gt;</b> 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)	結び目を焦点とする広角度の数学拠点の形成 (Constitution of Wide-angle Mathematical Basis Focused on Knots) ※副題を添えている場合は、記入して下さい(和文のみ)					
研究分野及びキーワード	<研究分野: 数学> (結び目理論) (位相幾何) (複素解析) (可積分系) (数理モデル)					
3. 専攻等名	大学院理学研究科数物系専攻					
4. 事業推進担当者	計21名(数学分野19名、物理学分野2名)					
ふりがなくローマ字) 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) <Kawauchi Akio> 河内 明夫 <Masuda Mikiya> 栞田 幹也 <Imayoshi Youichi> 今吉 洋一 <Furusawa Masaaki> 古澤 昌秋 <Kaneda Masaharu> 兼田 正治 <Tanisaki Toshiyuki> 谷崎 俊之 <Itoyama Hiroshi> 糸山 浩 <Onita Yoshihiro> 大仁田 義裕 <Komatsu Takashi> 小松 孝 <Kanenuki Taizou> 金信 泰造 <Kamae Teturo> 釜江 哲朗 <Tsushima Yukio> 津島 行男 <Yasui Yukinori> 安井 幸則 <Hashimoto Yoshitake> 橋本 義武 <Kato Shin> 加藤 信 <Sakan Kenichi> 佐官 謙一 <Komori Youhei> 小森 洋平 <Takahashi Futoshi> 高橋 太 <Ichino Atsushi> 市野 篤史 <Asashiba Hideto> 浅芝 秀人 <Motizuki Takuro> 望月 拓郎	理学研究科(数物系専攻)・教授 理学研究科(数物系専攻)・教授 理学研究科(数物系専攻)・教授 理学研究科(数物系専攻)・教授 理学研究科(数物系専攻)・教授 理学研究科(数物系専攻)・教授 理学研究科(数物系専攻)・教授 理学研究科(数物系専攻)・教授 理学研究科(数物系専攻)・教授 理学研究科(数物系専攻)・教授 理学研究科(数物系専攻)・教授 理学研究科(数物系専攻)・教授 理学研究科(数物系専攻)・教授 理学研究科(数物系専攻)・教授 理学研究科(数物系専攻)・准教授 理学研究科(数物系専攻)・准教授 理学研究科(数物系専攻)・准教授 理学研究科(数物系専攻)・准教授 理学研究科(数物系専攻)・准教授 理学研究科(数物系専攻)・准教授 理学研究科(数物系専攻)・准教授 理学研究科(数物系専攻)・准教授 理学研究科(数物系専攻)・助教 理学研究科(数物系専攻)・助手	位相幾何学 理博 位相幾何学 理博 複素解析学 理博 保型エル函数 P h. D 代数群の表現論 P h. D 代数学解析学 理博 組理論、可積分系の場 の理論 P h. D 微分幾何学、 調和写像論 理博 確率解析 理博 位相幾何学 理博 エルゴード理論 理博 有限群の表現論 理博 素粒子論 理博 ゲージ理論 理博 幾何学 理博 基礎解学 理博 複素解析 理博 変分法 理博 保型表現論 理博 多元環の表現論 理博 幾何学 理博	[拠点リーダー、数理構造論]結び目理論と3、4次元多様体論 [拠点サブリーダー、数理構造論]トーリック多様体論、結び目に関連する位相幾何学 [数理解析学]タイヒミュラー空間論、双曲幾何学 [数理構造論]保型エル函数の特殊値と相対跡公式による研究、数論と結び目 [数理構造論]代数群と量子群の表現論 [数理解析学]代数解析と表現論 [数理解析学]組理論、可積分系の場の理論 (平成17年4月1日追加) [数理解析学] 幾何学と可積分系・可視化、結び目に関わる微分幾何的研究 [数理解析学]結び目を含む相互作用モデルの統計力学と確率解析 [拠点リーダー補佐、数理構造論] 結び目の不変量とその応用研究 (平成17年3月31日辞退) [研究遂行者] 複雑系としての結び目、低複雑系の解析 (平成17年3月31日辞退) [研究遂行者] 絡み目群の有限群への表現 [数理解析学]素粒子論 [数理構造論]ゲージ理論 [数理解析学]極小曲面論 [数理解析学]フックス群の解析 [数理構造論]共形力学系、クライン群 (平成18年4月1日追加) [数理解析学]非線形偏微分方程式論 (平成19年4月1日追加) [数理構造論] 保型表現と周期 (平成18年4月1日追加、平成19年3月31日辞退) [数理構造論]多元環の表現論 (平成16年3月31日辞退) [研究遂行者]カンドルコホモロジー、モデュライ空間の基本類			
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)	15	16	17	18	19	合計
交付金額(千円)	30,000	43,000	43,500	40,910 (4,091)	40,000 (4,000)	197,410

## 6. 拠点形成の目的

本拠点がカバーする学問分野は、結び目理論を中核とし、位相幾何学、双曲幾何学、函数論、可積分系等の数学のほとんどの最先端学問分野である。それは量子統計力学、環状DNAの遺伝子合成研究、ポリマーネットワーク、認識科学、複雑系の科学等の重要な先端科学とも本質的な部分で関連する広領域研究としての特性も持つ。結び目理論は、3次元空間内の結び目・絡み目・グラフや4次元空間内の曲面結び目・曲面絡み目の位相の研究を中核として、近年急速に発展した学問である。

本拠点リーダーの河内は、大阪近郊にある大学(大阪市大、神戸大、大阪大、関西学院大、奈良女子大等)の(大学院学生も含めた)若手結び目理論研究者を集め、大阪駅前にある大阪市立大学文化交流センターにおいて、毎月1回、約30年に渡って結び目セミナー(通称、KOOKセミナー)を開催していた。このセミナーは、結び目理論が世界で爆発的に研究される以前から開催しており、そこでの研究の蓄積が、結び目研究の重要性が世界的に認識される中で開花し、数多くの世界的研究者を輩出した。1990年には、KOOKセミナーを母体として、河内が世界で初めて結び目理論の国際会議を大阪で開催し、このセミナーから生まれた書物「A Survey of Knot Theory」(Birkhäuser, 1996)は、結び目理論の国際的な教科書になっている。過去から積み上げてきた研究実績、世界で最初の結び目理論国際会議を開催した実績、(当拠点メンバーが設立時から運営に関与してきた「日韓セミナー」の拡大版)日中韓合同会議「東アジアセミナー」への運営的関与、日本・メキシコトポロジー国際会議、国際研究集会「科学のための結び目理論」等の結び目関係の国際会議の組織運営実績、編集実績等、国際的に見ても本学ほどまとまって結び目を焦点とした広角度の数学の教育・研究に適した場所はない。

結び目理論および、結び目理論のみに留まらない数学の広範な分野(トポロジー、微分幾何、複素解析、表現論、数論)と数理物理学分野(紐理論)などの分野で、世界最高水準の優秀な研究者を育成するために、大阪市立大学数学研究所(通称、OCAMI)を設立する。OCAMIが結び目

研究の伝統をもつユニークでハイレベルの、数学の真理と美を深く追求する、世界中から是非とも共同研究をしたいと申し出てくる、数学全体を視野に入れた研究の発展と、若手研究者を勇気づけ、育成するのに貢献できる、数学研究の拠点となることが、21世紀COEプログラム事業の終了時点での到達目標である。

文部省(当時)の「平成9年度我が国の文教施策」の第一部「未来を拓く学術研究」の報告には「幾何学の結び目理論は、量子統計力学を中心とする理論物理学はもとより、遺伝子DNA(デオキシリボ核酸)の結び目分類として生化学にも応用され」との表現で、先端科学における結び目理論の数学研究の重要性・発展性が指摘されている。

本プロジェクトの焦点である結び目研究の伝統を保持しながらも、数学全体(数理物理学を含む)の発展、若手研究者の育成に貢献する事業実績を積むことで、OCAMIの世界的研究教育拠点としての環境が整うことが、当事業の成果として期待できる。今日世界的に研究者人口の多い結び目理論にも関わらず、結び目理論の専門家の中には研究の進展の象徴であるフィールズ賞受賞者がいないことが国際的に言われている(関連研究の受賞者は他分野に比べて多くいる)。本プロジェクトにより、結び目を焦点とした数学研究者の層が厚くなり、ハイレベルの若手国際的研究者が多数育成され、大きな貢献もなされることが期待できる。また小学校・中学校・高等学校・一般学部学生・専門課程学生それぞれのレベルで、結び目理論を知ることにより、将来いろいろな科学研究の中で結び目の知識を活かせるような人材が育成されることが期待できる。

日本での結び目理論の研究レベルは国際的にみて極めて高い。日本での結び目を中心とした数学全般の拠点形成の事業展開は、各国の数学研究により刺激を与え、日本を中心として研究はより加速されるだろう。生活の中で使うひもの結び目が科学の基礎研究のモデルになり得ることを広報することは、結び目に関心をもつ他分野の研究者が増える等の波及効果もあり、科学振興上からも有意義である。

## 7. 研究実施計画

以下の事業は、情報開示のもとでなされる。

### (1) 世界最高水準の研究・教育拠点としての数学研究所の完成

OCAMIの主要な目的1つは、結び目関連情報が整っている、結び目に関する真理と美を深く追求する、世界中から、結び目理論および、それに留まらない数学の広範な分野や数理論理学分野などで、是非とも共同研究をしたいと申し出てくるような、世界拠点になることである。結び目に強いユニークな特徴を持つ広範な数学を対象とした世界最高水準の数学研究所ができるためには、訪問者数を増加させること、並びに広範な数学の教育・研究の拠点とするために必要な事業に取り組む。**(結果：400名以上の国外訪問研究者や7つの国内外の数学研究所との研究交流協定締結の実績と活動実績があった。詳細は活動実績参照。)**

### (2) 数学研究所の立ち上げと各種セミナーや国際会議・シンポジウムの開催

OCAMIを立ち上げる。OCAMIの研究推進委員会の外部委員の協力も得ながら、OCAMIを拠点とした活動を展開する。具体的には、毎年OCAMI主催の国際研究集会を開催する。数学研究の進展具合はセミナー・国際会議・シンポジウム等研究集会の多さに比例するといわれる。COE著名教授には、滞在期間中にセミナーを組織してもらおう。事前にセミナー案内をして、関心のある関連研究者の積極的な参加を促す。必要ならば、旅費の補助を行う。COE教授やCOE上級研究所員が中心となり、連続講義等の自主セミナーを開催する。COE（無給）研究所員や国内の専門の研究者達に対しても連続講義等の自主セミナーの募集を行う。数学教室談話会を、非専門家向けの講演機会と位置づけ、大幅に活性化させる。社会に対しては、高等学校・大阪市立大学連携数学協議会(略称連数協)を立ち上げて、公開講座、研修会を行う。**(結果：着実に実行した。)**

### (3) 結び目理論関連の研究動向把握と招聘計画

多くの結び目関連研究集会を世界的集会として企画・実行・支援する。K00Kセミナーを活用することにより、結び目理論関連の専門家に対し、周知すべき新しい重要な研究結果につい

て、その内容の解説を行う等の機会を設ける。年1回開催している拡大K00Kセミナーは、国内有力研究者の研究発表の重要な機会であるが、昨今外国からの講演希望もあることから、次年度から国外研究者の講演の機会の場合とし、開催期間も例年よりやや長めにして、当該研究の一環として、実施する。「東アジアセミナー」や「日本・メキシコトポロジー国際会議」を支援する。毎年開催の会議ILDT (ALDT) の開催協力をする。大学院学生の組織「トポロジー新人セミナー」に旅費の一部補助を行う。**(結果：着実に実行した。)**

### (4) 数学研究所への教員の配置問題

21世紀COEプログラムへの申請段階から、拠点形成目的に「本学では大学からの支援でCOEによる教員が配置され、事業終了後も当拠点に世界中から結び目関連で人が来続けるような世界的拠点としての環境が整うことが、当事業の成果として大いに期待できる。」と明記されており、また当初の拠点形成実施計画にも「任期制教員を配置する。」と明記されている。**(結果：特任准教授、特任助教を配置した。)**

### (5) 結び目理論の普及

16年度にから大阪教育大学関係者の協力の下で、小学校・中学校・高校における結び目理論の教材化を行い、教育大学付属の小学校・中学校および一部の高校でその教材による授業が数回実施されたが、これはわが国初と思われるので、17年度にはその詳細な報告書を作成し、広く配布予定である。今後ともこのような努力を継続していく。**(結果：着実に実行した。)**

### (6) 博士課程入学者数の増加

本学やクックセミナーメンバーの大学院学生、PD研究者をはじめ、できるだけ多くの大学院学生やPD研究者に対して、ハイレベルの若手の国際的研究者が育つように、今後とも教育・研究の奨励に努めていきたい。当数物系専攻の数学分野のみに定数があるわけではないが、後期博士課程の魅力を増やし、後期博士課程修了者の就職先の開拓に努め、博士課程入学者数の若干の増加を目指したい。**(結果：後期博士課程学生対象の大阪市立大学数学研究会論文賞の創設等、魅力ある大学院づくりに努めた。)**

## 8. 教育実施計画

### (1) 数学研究所のCOE研究所員の採用

特任准教授、特任助教は、平成18年4月採用開始で、任期は更新可であるが5年を限度とするとなっており、毎年、継続か公募かを慎重に検討する。COE上級研究所研究員、COE専任研究所員、COE（兼任）研究所員を全国公募により採用予定である。**(結果：着実に実行した。)**

### (2) 特に優秀な大学院学生の研究・教育補助

優秀なDC学生を、TAやRAとして採用する。適任者が多い場合には前期・後期を分割して採用することもある。また優秀な研究成果を挙げその研究論文がレフェリー付きの数学雑誌へ掲載されることになったとき、指導教員の推薦に基づき、大阪市立大学数学研究会は審査を行い、著者である後期博士課程学生に対して大阪市立大学数学研究会論文賞を贈呈し、DC学生に学位取得の意欲を促す(ただし1人1件まで)。**(結果：着実に実行するばかりでなく、PD研究所員対象に大阪市立大学数学研究会特別賞も創設した。)**

### (3) 大学院学生の研究レベルでの接触

毎日のティータイム等の機会を利用して、教員、COE（上級、専任）研究所員を含めた研究所関係研究者達と積極的に研究レベルで接触させ、考え方を習得させる。**(結果：着実に実行した。)**

### (4) 英語で数学が議論できるようにすること

数学は国際的な学問であり、日常的に外国と英語で連絡を取り合う。数学の国際会議や国際的なセミナーでの講演等でも、英語が共通言語になっている。英語で数学が読み書きできるように講座「数学のための英語(mathematical English)」を開講する。**(結果：着実に実行した。)**

### (5) コンピュータプログラムの教育

学部学生と大学院学生を対象にコンピュータソフトの演習の機会を設ける。**(結果：本学の学術情報総合センター講習会等を利用した。)**

### (6) 大学院学生やPD研究者のセミナー参加と研究内容のレビュー

大阪市大の大学院学生やPD研究者ばかりで

なく、他大学の大学院学生やPD研究者にも(遠方の大学院学生やPD研究者には予算の範囲内で旅費補助を行う等して)種々のセミナーに参加してもらう。またセミナーや自主セミナーの適当な折に、大学院学生やPD研究者の研究内容の話をする機会を設け、セミナー出席者達のレビューを受けさせる。大学院学生やPD研究者の話についても記録に留める。全国規模の「トポロジー新人セミナー」への参加補助も行う。**(結果：着実に実行した。)**

### (7) 大学院学生やPD研究者の海外研修の支援

「東アジアセミナー」のような海外で行われる国際会議への大学院学生やPD研究者の講演申込みを奨励し、招待された大学院学生には、旅費補助のみならず、招聘研究者をはじめとした国内外の研究者による講演内容についての多面的なチェックやアドバイス等の支援を行う。**(結果：着実に実行した。)**

### (8) 結び目理論の基礎概念と科学研究への応用され方についての普及

当プログラムと大阪教育大学関係者の協力の下で、小学校・中学校・高校における結び目理論の教材化に継続的に取り組み、報告書を発行する。高校生の出席を念頭に、大学の数学科1年生対象の専門講義「数学入門セミナー」を開講する。**(結果：着実に実行した。)**

### (9) (生)化学等の科学において結び目に興味をもつ大学院学生の創出

生化学や化学における結び目に関心をもつ大学院学生は多くいるが、従来の数学研究と比べて数学研究としての動機付け等で組みにくい面があり諸外国(特に米国)に比べてあまり進展を見ていない点を重視し、17年度にDNA結び目の数学研究の国際的な第一人者である米国のD. W. Sumners教授をCOE著名教授として招聘し、またその準備段階として結び目理論の諸科学への応用研究についての数学問題の取りまとめを行う等して、この課題に積極的に取り組みたい。**(結果：化学科、物質科学科との共催談話会、17年度のD. W. Sumners教授をCOE著名教授招聘および国際会議「科学のための結び目理論」開催等に取り組んだ。)**

## 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

##### 1. 目的は十分達成した。

##### 2) 人材育成面での成果と拠点形成への寄与

###### (i) 数学研究所の設立と実績

本拠点では、若手研究者を勇気付け、育成することを目的として、本学の学術情報総合センター5階にOCAMIを設立した。特に中間評価以後有意義な組織づくりに努め、活動してきた。研究所構成員は、数学科全教員、物理学科教員2名、大学の補助による特任教員(5年任期の准教授と助教、各1名)、PD研究所員(上級、専任、兼任合わせて約20名)からなる。これまで計40名(国内38名、国外2名)がPD研究所員として採用されたが、20年4月6日集計段階でのPD研究所員の就職実績は、

大学教員11名(内、嘱託講師1名、教務補佐員1名)、国外大学研究員4名(中国2名、韓国2名)、公的研究所研究員3名(内非常勤1名)、高等専門学校教員2名、企業就職2名、教育委員会1名、予備校講師1名

等であった。これは、OCAMIが、本格的な数学者・数理論理学者になる前の、あるいは社会へ巣立っていく前の、PD研究者達の研究拠点として、有効に機能したといえるのではないかと思う。

###### (ii) 若手研究者の受賞

本拠点の特徴として、若手研究者の著しい成長がある。それを示すものとして、本拠点に関係した若手研究者の最近の受賞を以下に記す。

- 鎌田聖一(本学出身、広島大教授)：日本数学会幾何学賞(16年度)
- 中村拓司(元数学研究所員、大阪電通大講師)：日本数学会建部賢弘奨励賞(16年度)
- 佐藤進(本学出身、神戸大准教授)：文部科学大臣表彰若手科学者賞(17年度)
- 望月拓郎(元本学助手、元事業推進担当者、京都大准教授)：日本数学会春季賞(18年度)
- 市野篤史(本学准教授、事業推進担当者)：日本数学会建部賢弘賞特別賞(19年度)

###### (iii) 学内賞等の実績

大学院学生・若手研究者を励まし、最高水準の研究者を育成するため、17年度に数物系専攻の博士課程学生を対象とする数学研究会論文賞を、19年度に数学研究所員を対象とする数学研究会特別賞を創設した。前者に関しては4件(17年度2件、18年度1件、19年度1件)、後者に関しては2件(19年度)の受賞があった。他に、学内の成績優秀者を表彰する大阪市立大学学

友会賞が17年度に創設されたが、これまで数学関係では、最優秀成績賞(17年度：学部1回生)、優秀成績賞(18年度：修士2回生、19年度：学部4回生)の受賞があった。以上の他に、数学科1回生対象講義「数学入門セミナー」を受講した天王寺高校の高校生3名が、SSH生徒研究発表大会で、文部科学大臣賞奨励賞を受賞した。

### 3) 研究活動面での新たな分野の創成や、学術的知見等

事業推進担当者谷崎俊之教授が「リー代数と量子群の表現の研究」により2007年度(第11回)代数学賞を受賞する等、事業推進担当者の活躍もあるが、以下の受賞内容が示すように、21世紀COEの本プロジェクト関連の若手研究者の著しい独創的な業績は特筆に価する。

(1) 本学出身で本学教員であった鎌田聖一(現広島大教授)は、本学在職中に成し遂げた業績を米国数学会から単行本として出版し、その業績「2次元ブレイドおよび曲面結び目理論の基礎の構築」により、16年度日本数学会幾何学賞を受賞した。

(2) COE上級研究所員であった中村拓司(現大阪電通大講師)は、「正結び目の性質と結び目の標準的曲面の研究」により、16年度の日本数学会建部賢弘奨励賞を受賞した。

(3) 本学博士課程出身の佐藤進(現神戸大学准教授)は、「曲面結び目の射影図の研究」により、17年度の科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞した。

(4) 元本学助手で事業推進担当者であった望月拓郎(現京都大学准教授)は、本学在職中に、最も権威ある数学雑誌の一つである J. of Diff. Geom. から2002年第3号全てを占有する約200頁の大論文を、さらに2007年には Memoirs of AMS 第185巻(2分冊)から約560頁の大論文を出版し、その業績「Harmonic bundleの漸近挙動」により、18年度日本数学会春季賞を受賞した。

(5) 本学准教授で事業推進担当者の市野篤史は、17年に最も権威ある数学雑誌の一つである Invent. Math. から約100頁の大論文を出版し、その業績「保型形式の周期とL関数の特殊値」により、19年度日本数学会建部賢弘賞特別賞を受賞した。

(6) 元数学研究所特任准教授の秋吉宏尚(現近畿大学講師)は、19年に Springer Lecture Notes から研究書(共著、272頁)を出版した。これは、結び目と双曲幾何に関する深い研究である。

以上、(1)、(2)、(3)、(6)は結び目研究であるが、(4)は代数、幾何、解析すべてに跨る研究であり、(5)は数論の研究である。このことは、本拠点では結び目研究のみならず、それ以外の数学分野の研究でも大きく育ちつつあること

を示している。上記以外にも、18年度の大阪市立大学学友会賞の受賞者(現D2学生)は、国際的に注目されている、P. Ozsvath - Z. Szabo の knot Floerホモロジー理論から得られる交代結び目の必要条件よりも深い必要条件を与えるという、非常に高いレベルの研究を行った(この論文はOsaka Journal of Mathematicsから出版受理された)。また、別の現D2学生は、概交代トラス結び目に関するC. C. Adams予想を解決した(この論文はJournal of Knot Theory and its Ramificationsから出版受理された)。

#### 4) 事業推進担当者相互の有機的連携

OCAMIの体制は、大阪市立大学数学研究所規程(15年9月制定、17年12月、19年4月、20年1月一部改正)に記されている。OCAMIの教員は、所長1名(拠点リーダー)、副所長2名、特任教員2名、数学科全教員、数理物理研究室教員2名である。所員は、研究所の教員の他に、公募によるCOE上級研究所員(有給)、専任・兼任研究所員(研究費のみ支給)、外部資金による研究所員、招聘研究者、客員研究員からなる。適切かつ円滑な運営を図るため、所長・副所長で構成する常任委員会、事業推進担当者である教授全員によって構成される運営委員会、全体会議を設置している。研究実施体制としては、研究所の教員を数理構造論と数理解析学のグループに分け、副所長2名がそれぞれのグループの取りまとめ役となり、各グループが年度毎にテーマを設定して、数学の国際的学術交流発展に貢献する国際研究集会、あるいは全国の数学科3年生以上の学生・大学院学生・若手研究者が世界レベルで活躍するのに役立つような国内外の第一線級の講師陣によるミニスクールを開催することにした。

また、プロジェクトや将来計画について、随時意見を聴取するため、10名程度の外部委員からなる研究推進委員会を設置した。

このような協力体制により、機動的に種々の事業を展開できた。

本拠点では、国外研究者との研究交流を精力的に行った。個人レベルでの共同研究、研究者招聘・訪問等以外に、プログラム実施期間中に、結び目理論(河内、金信)を始め、表現論(谷崎、兼田)、微分幾何(大仁田)、トポロジー(栞田)、複素解析(今吉)、紐理論(糸山)、数論(古澤)等多くの分野の国際会議を、互いに協力しながら、開催できた。

#### 5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

プリンストン高等学術研究所は選抜の厳しい最高水準の研究所であるが、本拠点数学教室には現在3名の滞在経験者がおり、そのうち1名は現在滞在中(2年目)である。本拠点の数学教室は現在23名の専任教員からなるが、その内3名の2年経験者が在籍しているというのは、異例に高い割合である。また、朝日新聞社発行の

2008年度版大学ランキングによると、本拠点の数学におけるISI・論文引用度指数(国内2001~2005年)は4位、(数学を含む)物理科学の1論文あたり被引用件数(2004~2006年)は3位となった。18年度にOCAMIの外部評価(国外委員2名、国内委員3名)を実施し、19年度に報告書を発表した。伝統ある分野を出発点とした特徴あるテーマの開拓、若手研究者の育成、国際研究交流拠点の構築等の点から、高い評価を受けた。(詳細は、21世紀COEの本プロジェクト専用ホームページに掲載されている。)本学数学教室は、1950年から国際数学雑誌の発行を始め、1960年からは大阪大学数学教室との共同出版となり、“Osaka Journal of Mathematics”(略称、OJM)として、現在年4冊発行しており、発行ページ数において国内の数学雑誌の中で最大であるのみならず、この雑誌の質は国際的にも高く評価されており、2006年ISI impact factor は国内数学雑誌中第2位である(国内第1位は、“Journal of Mathematical Society of Japan”)。

以上述べたように、OCAMIは、ハイレベルの機関となってきており、国際競争力のある大学づくりに資するものがあると考えられる。

#### 6) 国内外に向けた情報発信

(a) 専用ホームページで、15, 16年度は評価対象者10人について、また17-19年度は数学研究所関係者全員について、論文・口頭発表データを公開している。

(b) 前項のOJM以外に、18年度から単項本のシリーズ“OCAMI Studies”の出版を開始した。

(c) OCAMIが主催した国際会議(大学院学生・若手研究者対象のものは除く)は15回、共催・後援は4回である。その内、定期的で開催している「東アジアスクール」(4回主催、毎回、日本50人、中国25人、韓国25人程度)、「日本・メキシコトポロジーシンポジウム」(1回共催)以外に、当研究所が主催または共催・後援した国際会議は、以下の通りである。(3)、(8)、(9)以外は主催、括弧内は、開催年度、開催場所、国内参加者数、国外参加者数を表す。会議名から分かるように、(1)、(3)、(5)、(9)以外は結び目理論以外の分野、(5)は結び目理論と先端科学との関連に焦点を当てた会議である。

(1) 結び目理論に関する第1回クックセミナー国際版(16年度、淡路島、国内77名、国外46名)

(2) 籓と表現論(17年度と19年度の2回、本学、計、国内40名、国外7名)

(3) ニュージーランド・日本結び目研究集会(17年度、オークランド大学)

(4) 幾何学、可積分系と可視化(17年度、本学、国内73名、国外13名)

(5) 科学のための結び目理論(17年度、本学、国内63名、国外17名)

(6) トーリックトポロジー(18年度、本学、国内71名、国外64名)

(7) Finite or Infinite Dimensional Complex Analysis and Applications (19年度、本学、国内56名、国外48名)

(8) 可積分系に関わる幾何学(19年度、京都大学数理解析研究所)

(9) Knotting Mathematics and Art(19年度、南フロリダ大学)

(10) Progress of String Theory and Quantum Field Theory(19年度、本学、国内95名、国外21名)

(11) 整数論オータム・ワークショップ (19年度、白馬、国内31名、国外9名)

本プロジェクト実施期間中、上記の国際会議以外に研究集会を33回開催した。その内、本学における開催は20回である。

(d)本プロジェクトが補助・支援している定期会合は以下の通り。毎週または隔週開催の会合と数学院生談話会は本学における開催、それ以外は主として本学以外での開催である。

(i) (毎週または隔週開催) 数学教室談話会、Friday Seminar on Knot Theory、微分幾何学セミナー、代数セミナー、解析セミナー、物理セミナー

(ii) (月1回開催) 数学院生談話会、KOOKセミナー

(iii) (年1回開催) 東アジアスクール、拡大KOOKセミナー、Intelligence of Low Dimensional Topology、東北結び目セミナー、トポロジー新人セミナー

(iv) (3年毎開催) 日本・メキシコトポロジーシンポジウム

(e) 国外研究者との研究交流を精力的に行い、プロジェクト実施期間中に本研究を訪問した国外研究者は、国際会議出席のために訪問した者も含め、400名を超えた。これは情報発信が適切に行われた成果といえる。

(f) 17年4月「高等学校・大阪市立大学連携数学協議会」(略称、連数協)をOCAMI内に設置した。構成員は数学科全教員と大阪近郊の主に高校の教員有志からなる。年2回の総会を開催し、教育現場の現状報告、ユニークな教育実践報告、意見交換等を行い、高校までの数学教育と大学における数学教育の現状を把握し、それぞれの教育に活かす取り組みを行っている。

## 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)

PD研究員等採用の人件費の割合が費用の最も大きな部分を占めた。本プロジェクトは、21世紀COEプロジェクト中、小規模なプロジェクトに属するものと理解しているが、最小の投資で最大の効果をあげる方針のもと、本補助金からは備品購入をしないことや、研究費のみ支給する研究員制度を創設する等の工夫を取り入

れ、プログラム実施期間中に計40名(国内38名、国外2名)をPD研究所員として採用できた。400名以上の訪問研究者についても、宿泊費等を精査し、費用を捻出してようやく実現できた。

## ②今後の展望

研究所の事務の雇用等について、大学からの援助があり、OCAMIの専用ホームページを閲覧すればわかるように、プロジェクト実施期間と同様、理学研究科の研究教育組織として、力強く活動を継続中で、今後とも成果を点検しつつ存続することになる。学内予算の確保については、OCAMIは重点研究で既に実績があり、また学内の競争的資金配分システムは今後さらに拡充する方針とのことから、OCAMIの教育研究活動に関しては、自主的・恒常的に継続することに問題は生じないものと見込んでいる。ただし、外部資金を導入しなければ、活動は縮小せざるを得ないのは明白なので、絶えず外部資金導入の努力をしていく必要がある。

現時点で一応完成したOCAMIの恒久的形態への移行については、大学運営の基本構想(2)並びに21世紀COEの本プロジェクト採択理由に依拠して、次年度、OCAMIに専任教員2名を配置し、現在の陣容を拡充する。また、将来的には、OCAMIの新スペースは、理系学舎整備計画の一環として確保されることになっている。

## 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)

(1) OCAMIは、そのユニークな研究所としてのCOE活動実績により、京都大学数理解析研究所、韓国の3大学(KAIST、釜山国立大学、慶北国立大学)、中国大連理工大学、国立台湾大学、中国南開大学の各数学研究所とそれぞれ研究協力協定を締結し、教育研究交流活動を行うことができるようになった。この協定に基づいて、大阪市大COE・京大COE若手合同発表会(19年7月)、大阪市大COE・釜山大学BK21・慶北大学BK21合同大学院学生の国際研究集会(19年8月)を開催し、数学研究所員を1名、大連理工大学に研究員として派遣した(19年11月)。また、数学研究所が行っている集中講義「COE21特別講義」に、KAISTの若手研究者達が参加するという交流もあった(19年7月)。

(2) 生活の中で使うひもの結び目が科学の基礎研究のモデルになり得ることを、学内広報やマスコミにより、学内外に広報できた。特に、米国で結び目の数学教育の重要性がロサンゼルスタイムズで指摘された2006年3月以前に、小学校・中学校・高等学校で結び目の数学教育の授業を実践し、報告書も作成できたことは、21世紀COEの本プロジェクトが採択されたことによるところが大きいといえる。

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	大阪市立大学	拠点番号	G22
拠点のプログラム名称	結び目を焦点とする広角度の数学拠点の形成		
1. 研究活動実績			
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>・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</p> <p>※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</p> <p>波下線（~~~~~）：拠点からコピーが提出されている論文</p> <p>下線（_____）：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>			
<p>[1] Kawauchi, Akio; A tabulation of 3-manifolds via Dehn surgery. Bol. Soc. Mat. Mexicana (3) 10(2004), Special Issue, 279—304.</p> <p>[2] Kawauchi, Akio; Topological imitation of a colored link with the same Dehn surgery manifold. Topology Appl. 146/147 (2005), 67—82.</p> <p>[3] Kawauchi, Akio; Tayama, Ikuo; Enumerating prime links by a canonical order. J. Knot Theory Ramifications 15 (2006), no. 2, 217—237.</p> <p>[4] Kawauchi, Akio; A knot model in psychology, Proc. Knot Theory for Scientific Objects, OCAMI Studies, 1, 129—141, (2007).</p> <p>[5] Kawauchi, Akio; The first Alexander <math>Z[Z]</math>-modules of surface-links and of virtual links, Heiner Zieschang, Gedenkschrift, Geometry &amp; Topology Monographs 14(2008), 353—371.</p> <p>[6] Hattori, Akio; Masuda, Mikiya; Theory of multi-fans. Osaka J. Math. 40 (2003), no. 1, 1—68.</p> <p>[7] Hattori, Akio; Masuda, Mikiya; Elliptic genera, torus orbifolds and multi-fans. Internat. J. Math. 16 (2005), no. 9, 957—998.</p> <p>[8] Masuda, Mikiya; <math>h</math>-vectors of Gorenstein <math>sp</math> simplicial posets. Adv. Math. 194 (2005), no. 2, 332—344.</p> <p>[9] Masuda, Mikiya; Panov, Taras; On the cohomology of torus manifolds. Osaka J. Math. 43 (2006), no. 3, 711—746.</p> <p>[10] Maeda, Hiroshi; Masuda, Mikiya; Panov, Taras; Torus graphs and simplicial posets. Adv. Math. 212 (2007), no. 2, 458—483.</p> <p>[11] Imayoshi, Yoichi; Ito, Manabu; Yamamoto, Hiroshi; On the Nielsen-Thurston-Bers type of some self-maps of Riemann surfaces with two specified points. Osaka J. Math. 40 (2003), no. 3, 659—685.</p> <p>[12] Imayoshi, Yoichi; Ito, Manabu; Yamamoto, Hiroshi; A reducibility problem for monodromy of some surface bundles. J. Knot Theory Ramifications 13 (2004), no. 5, 597—616.</p> <p>[13] Imayoshi, Yoichi; Nishimura, Minoru; A remark on universal coverings of holomorphic families of Riemann surfaces. Kodai Math. J. 28 (2005), no. 2, 230—247.</p> <p>[14] Imayoshi, Yoichi; A construction of holomorphic families of Riemann surfaces over the punctured disk with given monodromy, to appear in a Handbook of Teichmüller spaces, Vol. 2, the European Mathematical Society.</p> <p>[15] Imayoshi, Yoichi; Nogi, Toshihiro; A remark on holomorphic sections of certain holomorphic families of Riemann surfaces, Proceedings of the 13th International Conference on Finite or Infinite Dimensional Complex Analysis and Application, the World Scientific Publishing Co., 101—108, (2006).</p> <p>[16] Furusawa, Masaaki; Shalika, Joseph A.; On central critical values of the degree four <math>L</math>-functions for <math>GS(4)</math>: the fundamental lemma. Mem. Amer. Math. Soc. 164 (2003), no. 782, x+139 pp.</p> <p>[17] Böcherer, Siegfried; Furusawa, Masaaki; Schulze-Pillot, Rainer; On the global Gross-Prasad conjecture for Yoshida liftings. Contributions to automorphic forms, geometry, and number theory, 105—130, Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, MD, 2004.</p> <p>[18] Furusawa, Masaaki; The fundamental lemma and the Macdonald spherical functions, Proceedings of the 8th autumn workshop on number theory “Periods and Automorphic Forms”, 131—147, (2006).</p> <p>[19] Kaneda, Masaharu; Nakashima, Toshiki; On certain maximal cyclic modules for the quantized special linear algebra at a root of unity. Pacific J. Math. 211 (2003), no. 2, 273—282.</p> <p>[20] Kaneda, Masaharu; On Kashiwara’s equivalence in positive characteristic. Manuscripta Math. 114 (2004), no. 4, 457—468.</p> <p>[21] Kaneda, Masaharu; <math>D</math>-modules and tilting sheaves, pp. 25—29 in Proc. Conf. on Groups and Lie Algebras, ed. Shinoda K., 上智大学数学講究録46 (2006).</p> <p>[22] Hashimoto, Yoshitake; Kaneda, Masaharu; Rumynin, Dmitriy; On localization of <math>\overline{D}</math>-modules. Representations of algebraic groups, quantum groups, and Lie algebras, 43—62, Contemp. Math., 413, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2006.</p> <p>[23] Kaneda, Masaharu; Ye, Jiachen; Equivariant localization of <math>\overline{D}</math>-modules on the flag variety of the symplectic group of degree 4. J. Algebra 309 (2007), no. 1, 236—281.</p> <p>[24] Marastoni, Corrado; Tanisaki, Toshiyuki Radon transforms for quasi-equivariant <math>\mathscr{D}</math>-modules on generalized flag manifolds. Differential Geom. Appl. 18 (2003), no. 2, 147—176.</p> <p>[25] Tanisaki, Toshiyuki; The Beilinson-Bernstein correspondence for quantized enveloping algebras. Math. Z. 250, no. 2, 299—361, (2005).</p> <p>[26] Nakano, Daniel K.; Tanisaki, Toshiyuki; On the realization of orbit closures as support varieties. J. Pure Appl. Algebra 206, 6—82, (2006).</p> <p>[27] Tanisaki, Toshiyuki; Xi, Nanhua; Kazhdan-Lusztig basis and a geometric filtration of an affine Hecke algebra. Nagoya Math. J. 182 (2006), 285—311.</p> <p>[28] Hotta, Ryoshi; Takeuchi, Kiyoshi; Tanisaki, Toshiyuki; <math>D</math>-modules, perverse sheaves, and representation theory. Translated from the 1995 Japanese edition by Takeuchi. Progress in Mathematics, 236, Birkhäuser Boston, Inc., Boston, MA, 2008. xii+407 pp. ISBN: 978-0-8176-4363-8 32C38</p> <p>[29] H. Itoyama, A. Morozov; Gluino-Condensate (CIV-DV) Prepotential from its Whitham-Time Derivatives, Int.J.Mod.Phys. A18 (2003) 5889—5906, hep-th/0301136</p> <p>[30] H. Itoyama, H. Kanno; WHITHAM PREPOTENTIAL AND SUPERPOTENTIAL Nucl.Phys.B686(2004)155—164</p> <p>[31] K.Fujiwara, H.Itoyama, M.Sakaguchi; SUPERSYMMETRY <math>U(N)</math> GAUGE MODEL AND PARTIAL BREAKING OF <math>N=2</math> SUPERSYMMETRY Prog. Theor. Phys. 113(2005)429—455</p> <p>[32] H. Itoyama and K. Maruyoshi; Deformation of Dijkgraaf-Vafa Relation via Spontaneously Broken <math>N=2</math> Supersymmetry, Phys. Lett. B 650 (2007) 298, arXiv:0704.1060 [hep-th].</p> <p>[33] H. Itoyama and K. Maruyoshi; Deformation of Dijkgraaf-Vafa Relation via Spontaneously Broken <math>N=2</math> Supersymmetry II, Nucl. Phys. B 796 (2008) 246, arXiv:0710.4377 [hep-th].</p> <p>[34] Mukai-Hidano, Mariko; Ohnita, Yoshihiro; Gauge-theoretic approach to harmonic maps and subspaces in moduli spaces. Integrable systems, geometry, and topology, 191—234, AMS/IP Stud. Adv. Math., 36, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2006.</p> <p>[35] Y. Ohnita, T. Otofujii, S. Udagawa; Moduli spaces of complex Fermi curves and the Willmore functional, Surikaiseikikenkyusho(RIMS) Kokyuroku 1527, For Further Advance of the Submanifold Theory (July, 2006), 100—127 (in Japanese).</p> <p>[36] Ohnita, Yoshihiro; Stability and rigidity of special Lagrangian cones over certain minimal Legendrian orbits. Osaka J. Math. 44 (2007), no. 2, 305—334.</p>			

- [37] Y. Ohnita; Willmore conjecture and integrable systems (after M.U.Schmidt, I.A.Taimanov etc.), Surikaiseikenkyusho Kokyuroku 1577, "Submanifold Theory related to the Integrable Systems and Geometry Analysis" (July, 2007), January 2008, 117–125 (in Japanese).
- [38] H. Ma and Y. Ohnita; On Lagrangian Submanifolds in complex hyperquadrics and isoparametric hypersurfaces in spheres, to appear in *Mathematische Zeitschrift*. arXiv:0705.0694v2 [math.DG].
- [39] Komatsu, Takashi; On the Malliavin calculus for SDE's on Hilbert spaces. *Proceedings of the Eighth Vilnius Conference on Probability Theory and Mathematical Statistics, Part I* (2002). *Acta Appl. Math.* 78 (2003), no. 1–3, 223–232.
- [40] Komatsu, Takashi; On the partial hypoellipticity of SDE's on Hilbert spaces. *Theory Stoch. Process.* 10 (2004), no. 3–4, 63–73.
- [41] Komatsu, Takashi; Takeuchi, Atsushi; Generalized Hörmander theorem for non-local operators. *Recent developments in stochastic analysis and related topics*, 234–245, World Sci. Publ., Hackensack, NJ, 2004.
- [42] Komatsu, Takashi; On the martingale problem for pseudo-differential operators of variable order, [to appear in] *Stochastic Processes* 14 (2008).
- [43] Kanenobu, Taizo; The first four terms of Kauffman's link polynomial. *Kyungpook Math. J.* 46 (2006), no. 4, 509–525.
- [44] Ishii, Atsushi; Kanenobu, Taizo; A relation between the LG polynomial and the Kauffman polynomial. *Topology Appl.* 154 (2007), no. 7, 1407–1416.
- [45] Kanenobu, Taizo; Tsuji, Kazunori; Groups of two-braid virtual knots. *J. Knot Theory Ramifications* 16 (2007), no. 6, 671–697.
- [46] Kanenobu, Taizo; A skein relation for the HOMFLYPT polynomials of two-cable links. *Algebr. Geom. Topol.* 7 (2007), 1211–1232.
- [47] Kanenobu, Taizo; Finite type invariants of order 4 for 2-component links. *Intelligence of low dimensional topology 2006*, 109–115, Ser. *Knots Everything*, 40, World Sci. Publ., Hackensack, NJ, 2007.
- [48] T. Houri, T. Oota and Y. Yasui; Closed Conformal Killing–Yano Tensor and Kerr–NUT–de Sitter Spacetime Uniqueness *Phys. Lett. B* 656, 214–216 (2007)
- [49] T. Oota and Y. Yasui; Explicit Toric Metric on Resolved Calabi–Yau Cone, *Phys. Lett. B* 639, 54–56 (2006)
- [50] T. Oota and Y. Yasui; New Example of Infinite Family of Quiver Gauge Theories, *Nucl. Phys. B* 762, 377–391 (2007)
- [51] T. Oota and Y. Yasui; Toric Sasaki–Einstein Manifolds and Heun Equations, *Nucl. Phys. B* 742, 275–294 (2006)
- [52] Y. Hashimoto, M. Sakaguchi and Y. Yasui; New Infinite Series of Einstein Metrics on Sphere Bundles from AdS Black Hole, *Comm. Math. Phys.* 257, 273–285 (2005)
- [53] Y. Hashimoto; 書評『Scissors Congruences, Group Homology and Characteristic Classes』by Dupont, *数学* 55–4, 432–434 (2003).
- [54] Hashimoto, Yoshitake; Sakaguchi, Makoto; Yasui, Yukinori; Sasaki–Einstein twist of Kerr–AdS black holes. *Phys. Lett. B* 600 (2004), no. 3–4, 270–274.
- [55] Hashimoto, Yoshitake; Sakaguchi, Makoto; Yasui, Yukinori; New infinite series of Einstein metrics on sphere bundles from AdS black holes. *Comm. Math. Phys.* 257 (2005), no. 2, 273–285.
- [56] Hashimoto, Yoshitake; Kaneda, Masaharu; Rumynin, Dmitriy; On localization of  $\overline{D}$ -modules. *Representations of algebraic groups, quantum groups, and Lie algebras*, 43–62, *Contemp. Math.*, 413, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2006.
- [57] Hashimoto, Yoshitake; A short proof of Morley's theorem. *Elem. Math.* 62 (2007), no. 3, 121.
- [58] Kato, Shin; Nomura, Kenji; On the weights of end-pairs in  $n$ -end catenoids of genus zero. *Osaka J. Math.* 41 (2004), no. 3, 507–532.
- [59] Kato, Shin; On the weights of end-pairs in  $n$ -end catenoids of genus zero. II. *Kyushu J. Math.* 61 (2007), no. 2, 275–319.
- [60] Partyka, Dariusz; Sakan, Ken-ichi; On an asymptotically sharp variant of Heinz's inequality. *Ann. Acad. Sci. Fenn. Math.* 30 (2005), no. 1, 167–182.
- [61] Partyka, Dariusz; Sakan, Ken-ichi; Three variants of Schwarz's lemma for harmonic mappings. *Bull. Soc. Sci. Lett. ¥L ódř'z Sér. Rech. Déform.* 51 (2006), 23–36.
- [62] Partyka, Dariusz; Sakan, Ken-ichi; On bi-Lipschitz type inequalities for quasiconformal harmonic mappings. *Ann. Acad. Sci. Fenn. Math.* 32 (2007), no. 2, 579–594.
- [63] Partyka, Dariusz; Sakan, Ken-ichi; Distortion of the area measure for one-to-one harmonic mappings of the unit disk onto itself, to appear in *Sci. Bull. Chelm Math. Comput. Sci*
- [64] Komori, Yohei; On the boundary of the Earle slice for punctured torus groups. *Kleinian groups and hyperbolic 3-manifolds* (Warwick, 2001), 293–304, *London Math. Soc. Lecture Note Ser.*, 299, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2003.
- [65] Komori, Yohei; Sugawa, Toshiyuki; Bers embedding of the Teichmüller space of a once-punctured torus. *Conform. Geom. Dyn.* 8 (2004), 115–142 (electronic).
- [66] Komori, Yohei; On the automorphic functions for Fuchsian groups of genus two. *Spaces of Kleinian groups*, 259–282, *London Math. Soc. Lecture Note Ser.*, 329, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2006.
- [67] Komori, Yohei; Matthews, Charles A.; An explicit counterexample to the equivariant  $K=2$  conjecture. *Conform. Geom. Dyn.* 10 (2006), 184–196 (electronic).
- [68] Komori, Yohei; Parkkonen, Jouni; On the shape of Bers–Maskit slices. *Ann. Acad. Sci. Fenn. Math.* 32 (2007), no. 1, 179–198.
- [69] Sawada, Ken; Suzuki, Takashi; Takahashi, Futoshi; Mean field equation for equilibrium vortices with neutral orientation. *Nonlinear Anal.* 66 (2007), no. 2, 509–526.
- [70] Takahashi, Futoshi; Single-point condensation phenomena for a four-dimensional biharmonic Ren–Wei problem. *Calc. Var. Partial Differential Equations* 29 (2007), no. 4, 509–520.
- [71] Takahashi, Futoshi; On the shape of level sets of least energy solutions to some elliptic problems with nearly critical growth. *Appl. Anal.* 86 (2007), no. 7, 851–859.
- [72] Takahashi, Futoshi; Concentration phenomena in the conformal Brezis–Nirenberg problem, *Advanced Studies in Pure Math. Vol.47–2, Asymptotic Analysis and Singularity* (Math. Soc. Japan), pp 767–783 (2007)
- [73] Takahashi, Futoshi; On the Lagrange multiplier of a minimization problem related to the isoperimetric inequality. *Appl. Math. Lett.* 20 (2007), no. 12, 1216–1217.
- [74] Ichino, Atsushi On the Siegel–Weil formula for unitary groups. *Math. Z.* 255 (2007), no. 4, 721–729.
- [75] Hiraga, Kaoru; Ichino, Atsushi; Ikeda, Tamotsu Formal degrees and adjoint  $\gamma$ -factors. *J. Amer. Math. Soc.* 21 (2008), no. 1, 283–304
- [76] Ichino, Atsushi; Ikeda, Tamotsu; On Maass lifts and the central critical values of triple product  $L$ -functions. *Amer. J. Math.* 130 (2008), no. 1, 75–114.
- [77] Proceedings of the 37th Symposium on Ring Theory and Representation Theory. Held at Shinshu University, Nagano, September 3–5, 2004. Edited by Hideto Asashiba. Symposium on Ring Theory and Representation Theory Organizing Committee, Osaka, 2005. x+125 pp.
- [78] Asashiba, Hideto; Realization of general and special linear algebras via Hall algebras. *Representations of algebras and related topics*, 9–16, *Fields Inst. Commun.*, 45, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2005.
- [79] Asashiba, Hideto; Ringel–Hall algebra について, 第50回代数学シンポジウム報告集, 徳島(2005), 163–171.
- [80] Kamae, Teturo; Yu–Mei, Xue; Two dimensional word with  $2k$  maximal pattern complexity. *Osaka J. Math.* 41 (2004), no. 2, 257–265.
- [81] Tsushima, Yukio; On some  $S_{\mathbb{R}(H)}$ -blocks for the symmetric groups. *J. Algebra* 270 (2003), no. 1, 281–287.
- [82] Mochizuki, Takuro; Some calculations of cohomology groups of finite Alexander quandles. *J. Pure Appl. Algebra* 179 (2003), no. 3, 287–330.

## 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] H16. 2/16-20, Kyoyuk Munhwa Hoekwan, 第1回結び目・絡み目に関する東アジアセミナー, 104名(55名), Joan Birman (Barnard College of Columbia Univ.), Patrick Dehornoy (Univ. de Caen), Frederick Cohen (Univ. of Rochester)
- [2] H16. 7/5-7, 大阪市立大学, 結び目理論に関する大学院学生の国際研究集会, 76名(25名), James Coffey (Univ. of Melbourne), Jacob Hendricks (Univ. of Arkansas), Matthew Hedden (Columbia Univ.)
- [3] H16. 7/9-13, 淡路夢舞台国際会議場, 結び目理論に関する第1回クックセミナー国際版, 123名(46名), David Gabai (Princeton Univ.), Bruno Zimmermann (Univ. degli Studi Trieste), J. Hyam Rubinstein (Univ. of Melbourne)
- [4] H17. 1/17-21, 京都大学数理解析研究所, 保型形式と保型L函数, 121名(12名), Chris Skinner (Univ. of Michigan), Dihua Jiang (Univ. of Minnesota), Philippe Michel (Univ. de Montpellier II)
- [5] H17. 2/12-14, 秋田市民交流プラザ, 東北結び目セミナー in 秋田, 47名(5名), Sang Youl Lee (Pusan National Univ.), Nafaa Chbili (Tokyo Institute of Technology), Francisco Gonzalez-Acuna (UNAM, Instituto de Mexico)
- [6] H17. 8/1-6, 大連理工大学, 結び目・絡み目に関する第2回東アジアスクール, 150名(106名), Qing Zhou (Shanghai Jiao Tong Univ.), Jae Choon Cha (Information and Communications Univ.), Cameron Gordon (Univ. of Texas at Austin)
- [7] H17. 11/7-10, 大阪市立大学文化交流センター, Intelligence of Low Dimensional Topology, 91名(5名), Won Taek Song (Korea Institute for Advanced Study), Andrei Pajitnov (universite de Nantes), 三好重明 (中央大)
- [8] H17. 12/2-3, 大阪市立大学, 籠と表現論, 36名(6名), Catharina Stroppel (Univ. Glasgow), Lee Hyeonmi (KIAS), Jie Xiao (清華大学)
- [9] H18. 1/4-7, オークランド大学, ニュージーランド・日本結び目研究集会, 109名(81名), Roger Fenn (Univ. of Sussex), Gaven J Martin (Massey Univ.), Dale Rolfsen (Univ. of British Columbia)
- [10] H18. 1/26-29, 大阪市立大学, 幾何学、可積分系と可視化, 86名(13名), Martin Guest (首都大学東京), 橋本義武 (大阪市立大学), Ulrich Pinkall (TU Berlin)
- [11] H18. 3/8-10, 大阪市立大学, 科学のための結び目理論, 80名(17名), Andrzej Stasiak (Université de Lausanne), Alexander Vologodskii (Dept. of Chemistry, New York Univ.), De Witt Sumners (Florida State Univ.)
- [12] H18. 5/29-6/3, 大阪市立大学, トーリックトポロジー, 137名(67名), Akio Hattori (東京大学), Askold Khovanskii (Univ. of Toronto), Robert MacPherson (Institute of Advanced Study)
- [13] H18. 7/22-26, 広島大学, Intelligence of Low Dimensional Topology 2006(拡大K00Kセミナー), 105名(19名), Louis H. Kauffman (Univ. of Illinois at Chicago), Colin Rourke (Univ. of Warwick), 森下昌紀 (九州大学)
- [14] H18. 11/6-10, 白馬ハイマウントホテル, 第9回整数論オータムワークショップ, 41名(8名), Wee Teck Gan (Univ. of California San Diego), Brooks Roberts (Univ. of Idaho), Ralf Schmidt (Univ. of Oklahoma)
- [15] H19. 2/5-8, 大阪市立大学, 結び目・絡み目に関する第3回東アジアスクール, 143名(52名), Ki Hyoung Ko (KAIST), Ruifeng Qiu (Dalian Univ. of Technology), Shicheng Wang (Peking Univ.)
- [16] H19. 7/17-27, 大阪市立大学, Osaka City University Summer School on Symplectic Geometry and Toric Topology, 36名(11名), Hui Ma (Tsinghua Univ.), Takahiko Yoshida (東京大学), Taras Panov (Moscow State Univ.)
- [17] H19. 7/30-8/3, 大阪市立大学, The 15th International Conference on Finite or Infinite Dimensional Complex Analysis and Applications, 104名(48名), Peter Buser (EPF Lausanne), Samuel Krushkal (Bar-Ilan Univ.), Chengbo Yue (Chinese Academy of Sciences)
- [18] H19. 8/27-28, 大阪市立大学, Kyungpook National University BK21, Pusan National University BK21, 大阪市大21COE 合同 Graduate Student Workshop on Mathematics, 70名(26名), 鄭仁大 (大阪市立大学), Hye Sook Lee (Kyungpook National Univ.), Seungick Lee (Pusan National Univ.)
- [19] H19. 8/29-9/1, 大阪市立大学, Intelligence of Low Dimensional Topology 兼拡大K00Kセミナー, 124名(18名), 三町勝久 (東工大), 三松佳彦 (中央大理工), Danny Calegari (California Institute of Technology)
- [20] H19. 9/25-28, 京大数理研, 可積分系に関わる幾何学, 50名(9名), Motohico Mulase (U. Calif., Davis), Katsunori Iwasaki (Kyushu U.), Toshifumi Tanaka (OCAMI)
- [21] H19. 11/1-4, 南フロリダ大学, Knotting Mathematics and Art: Conference in Low Dimensional Topology and Mathematical Art, 109名(81名), John H. Conway (Princeton Univ.), 中西康剛 (神戸大学), Masahico Saito (Univ. of South Florida)
- [22] H19. 11/21-25, 白馬ハイマウントホテル, 第10回整数論オータムワークショップ, 40名(9名), Sophie Morel (Institute for Advanced Study and Clay Math. Institute), Erez Lapid (Hebrew Univ.), Omer Offen (Humboldt-Univ.)
- [23] H19. 12/3-7, 京都大学, International Conference on Topology and its Applications 2007---A Joint conference with "4th Japan Mexico Topology Conference", 207名(96名), 深谷賢治 (京都大学), Victor Nunez (GIMAT), Sergey Antonyan (UNAM)
- [24] H19. 12/7-10, 大阪市立大学, Progress of String Theory and Quantum Field Theory, 116名(21名), H. Ooguri (Caltech), L. Alvarez-Gaume (CERN), D. Berenstein (Univ. of California, Santa Barbara)
- [25] H20. 1/21-24, 東京大学, 結び目・絡み目に関する第4回東アジアスクール, 102名(41名), Ki Hyoung KO (KAIST), Boju Jiang (Peking Univ.), Takashi Matsuoka (Naruto Univ. of Teacher Education)

## 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

以下のプログラムのより詳細なデータは、本プロジェクト専用ホームページで公開されている。

(<http://math01.sci.osaka-cu.ac.jp/21COE/>)

### 1) 数学研究所員の募集、PD研究員対象、

15年9月実施：15年度上級研究所員4名、無給研究所員6名採用、全国公募

16年1月実施：16年度上級研究所員4名、無給研究所員5名採用、全国公募

17年1月実施：17年度上級研究所員4名、無給研究所員6名採用、全国公募

18年1月実施：18年度上級研究所員5名、無給研究所員7名採用、全国公募

19年1月実施：19年度上級研究所員10名、無給研究所員16名採用、全国公募

(注. 国外PD研究員の数学研究所員への応募は、事業推進担当者を通してなされた。)

### 2) COE-RA、COE-TAの募集、後期博士課程学生対象、

15年9月実施：15年度COE-RA2名、COE-TA2名採用、学内公募

16年1月実施：16年度COE-RA2名、COE-TA4名採用、学内公募

17年1月実施：17年度COE-RA4名、COE-TA3名採用、学内公募

18年1月実施：18年度COE-RA2名、COE-TA3名採用、学内公募

19年1月実施：19年度COE-RA2名、COE-TA2名採用、学内公募

3) 数学のための英語講座、本学の4回生、大学院(前期・後期博士課程)学生主対象であるが、ホームページで学外にも広報した。16年6月-7月(4回)、17年6月-7月(4回)、18年6月-7月(4回)、19年6月-7月(4回)実施。外国人を講師に、数学論文の書き方についての連続講義が行われた。

4) トポロジー新人セミナー、全国のトポロジー専攻の大学院(前期・後期博士課程)学生対象、16年8月1日~8月4日蔵王温泉エコーホテル、17年8月9日~8月12日夜須町サイクリングターミナル、18年8月10日~13日神戸学生青年センター、19年8月9日~8月12日国民宿舎翁島荘、本プロジェクトが支援し参加者全員が泊まり込み、参加者全員が講演する会議。

5) 数学院生談話会、大学院学生が講演する講演会、17年13回、18年8回、19年5回、大阪市立大学数学講究室において本学の大学院学生がオーガナイザーとなって、実施された。

6) COE研究所員講演会、16年1月21日、大阪市立大学数学講究室、数学研究所員である若手研究者の講演会。

7) 小研究会「Workshop of Fledglings on Low-dimensional Topology」、16年1月30日~2月2日、大阪市立大学大学院理学研究科、PD研究員や博士課程学生を中心とした研究会。

8) 小研究会「数論と結び目」、16年3月1日、大阪市立大学 数学講究室、結び目に関係した数論の若手研究者2名(大学院学生とCOE研究所員)が講演する研究会。

9) 結び目理論に関する大学院学生の国際研究集会、16年7月5日~7日、大阪市立大学学術情報総合センター、日本を含めて9カ国から76名の参加者を得て開催された大学院学生が講演する国際会議。

10) Kyungpook National University BK21、Pusan National University BK21、大阪市大 21COE 合同 Graduate Student Workshop on Mathematics、19年8月27日~8月28日、大阪市立大学 学術情報総合センター、韓国24名、米国2名、日本44名が参加した韓国の2大学のBK21と当21COEプログラム合同の大学院学生の国際会議。

11) Winter Workshop 2008 on Low-Dimensional Topology and its Ramifications、20年2月13日~2月15日、大阪市立大学 全学共通教育棟、PD研究員や大学院学生が中心となった講演会。

12) 大阪市大COE・京大COE若手合同発表会、19年7月14日、大阪市立大学 文化交流センター・ホール、京都大学理学研究科、京都大学数理解析研究所、および大阪市立大学数学研究所に所属する若手研究員が講演した研究会。

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、「大学を特色づける学問分野の卓越した中心の形成」、「都市が抱える諸課題の解決、および都市の健全な発展に向けた学問的取り組み」、「産学官連携による新産業の創生」を掲げ、再編を進め、一定の成果をあげていると評価できる。結び目理論にあまりにも特化して事業が開始されたことについて懸念されたが、それを超えて数学の広範な分野と数理物理学分野の国際的教育研究交流拠点の核となる「数学の拠点としての大阪市立大学数学研究所（OCAMI）」を設置し、目に見える形での構造改革を実現したことは評価できる。

人材育成面については、これまでのKOOKセミナー（結び目セミナー）を充実させ、OCAMIを若手研究者の能力向上に利用し、講座「数学のための英語(Mathematical English)」を開講するなど、評価できる。また、大学院生・PD研究所員に国内・海外研修への機会を提供し、小中高生・数学科大学初年次学生・化学科学生を対象とする結び目理論の啓発活動も着実に実行したことは評価できる。

研究活動面については、特色である「結び目」関連の成果だけでなく、その他分野とのかわりに関して、幾つもの国際会議を開催して、海外から多数の研究者を招聘するなど、予算規模に比して大きな効果が得られたと評価できる。

補助事業終了後の持続的展開については、必ずしも楽観できないが、OCAMIの恒久的形態への移行を視野に専任教員の増員も予定されており、今後の展開を期待する。