

11 . 数理科学研究科

数理科学研究科の研究目的と特徴	・ ・ ・	11 - 2
分析項目ごとの水準の判断	・ ・ ・ ・ ・	11 - 3
分析項目	研究活動の状況	・ ・ ・ ・ 11 - 3
分析項目	研究成果の状況	・ ・ ・ ・ 11 - 7
質の向上度の判断	・ ・ ・ ・ ・	11 - 9

数理科学研究科の研究目的と特徴

1. 数理科学研究科は 1992 年に数学の分野において日本で最初の独立研究科として設置された研究科である。その研究科規則に述べるように（資料 11 - 1：東京大学大学院数理科学研究科規則（抜粋））、国際的な視野に立って高度な数学・数理科学の文化を醸成して社会の発展に資することを目的とする。数理科学とは、数学的手法を用いて解析される諸分野の総称であり、数学を中心とする学際的な分野を意味している。数理科学は極めて抽象度が高く、そのため諸科学に対する汎用性が広いことが学問としての特徴である。本研究科では、代数学、幾何学、解析学という旧来の純粋数学の研究は言うに及ばず、数学の諸科学への応用を見込んだ応用数理の研究にも力を注ぎ、国際的レベルでの成果をあげることを目指している。

（資料 11 - 1：東京大学大学院数理科学研究科規則（抜粋））

（教育研究上の目的）

第 1 条の 2 本研究科は、数学、数理科学に関する体系的な知識と高度な研究能力を修得し、数学・数理科学の諸分野において、第一線で活躍する研究者、ならびに数学・数理科学の幅広い素養と専門的な判断力を身につけ、社会の広範な領域で新しい時代を担う人材を育成し、国際的な視野に立って高度な数学・数理科学の文化を醸成して社会の発展に資することを目的とする。

2. この目的を果たすために、本研究科は東京大学の中期目標に掲げられている以下の諸点に特に重点を置いた研究活動を行っている。

研究の体系化と維持

萌芽的・先端的研究、未踏の研究分野の開拓

研究成果の社会への還元・活用

若手研究者の育成と人事交流の促進

学内での横断的な共同研究の活性化

3. この目的の実現のためには、現代文明の基盤である様々の科学の基礎をなす数理科学は欠くべからざる分野であり、社会のさらなる発展、人類の英知への貢献、文化の進展のためには数理科学の研究が必要である。具体的には以下の分野の研究が特に必要である。

代数学：代数的手法で行う数理科学の基礎となる研究。数論、代数幾何、表現論、組み合わせ論など。

幾何学：図形を巡る数理科学の基礎となる研究。位相幾何学、微分幾何学など。

解析学：微積分に基づく数理科学の基礎となる研究。常微分方程式論、偏微分方程式論、関数解析、作用素環論、確率論など。

応用数理：数理科学への直接の応用及び諸科学を通じての応用の研究。数理物理学、統計数理、数理ファイナンス、モデル理論など。

4. 本研究科では数理科学の統合的発展を図るために数理科学 1 専攻のみで構成している。便宜上、数学をいくつかの分野に分けて考えることはあるが、数学は本来 1 つであり、純粋数学と応用数学などに分けずに一体の専攻として、数学全体を俯瞰できる研究体制にすることが、数学の将来の発展のために必要であると考えている。

[想定する関係者とその期待]

世界の数学・数理科学の学界が関係者であり、一流の研究成果の実現、研究の交流を期待している。また、官公庁、企業（金融機関、IT 系が多い）は関係者として、本研究科との数理情報の交換と研究成果の還元を期待している。

分析項目ごとの水準の判断

分析項目 研究活動の状況

(1) 観点ごとの分析

観点 研究活動の実施状況

(観点に係る状況)

本研究科では数理科学の基礎・応用に関する分野において様々な研究活動を行っている。新研究分野の開拓にも積極的に取り組み、以下のような実績を上げている。

論文・著書等の研究業績や学会での研究発表等の状況

本研究科では1992年の発足当初より研究成果報告書を毎年発行し、全教員の研究活動を報告している(別添資料11-1:数理科学研究科研究成果報告書、P11-10)。その統計によれば(資料11-2:発表論文数等(2004-2007年度))、2004-2007年度の4年間では教授1人当たり平均1.4本/年のオリジナルな研究論文を発表している。准教授は平均1.1本/年である。これらの論文はすべて欧文のレフリー付の国際的に通用する論文であり、それ以外のものはカウントしていない。口頭発表については数が多すぎるため研究成果報告書にすべてが記載されているわけではないが、公表しているこの資料にある口頭発表リストを集計すれば、この4年間では教授1人当たり少なくとも平均3.4回/年以上、准教授1人当たり少なくとも平均2.4回/年以上は学会や研究会・国際会議で口頭発表を行っていることがわかる。

(資料11-2:発表論文数等(2004-2007年度))

		2004年度	2005年度	2006年度	2007年度
教授	欧文研究論文数 (レフリー付)	47	32	29	46
	口頭発表(国内)	44	42	36	45
	口頭発表(国外)	41	61	49	55
	教員数	28	27	27	27
准教授	欧文研究論文数 (レフリー付)	35	27	27	38
	口頭発表(国内)	47	30	37	43
	口頭発表(国外)	30	32	33	26
	教員数	30	30	28	29

社会との連携状況、特許出願・取得、受託研究・共同研究など

数理科学の研究は基礎的な研究であり、成果の性質上、特許と結びつくことは極めて少ないが、応用数理の分野では、企業との連携によっていくつかの特許を申請した。新日本製鐵株式会社と本研究科の教員の共同で2004年以降2件の特許を取得し、さらに2件を出願中である。このほかに、本学知的財産部にて職務関連発明として認められ出願準備ができつつあるものが2件ある。また、1996年に連携客員講座を設置し、6つの客員教授のポストを配している。この講座を用いて企業の研究者や私立大学の研究者が招聘され、情報交換を行い、研究領域の開拓を行っている。2004年度以降は、「画像・数式処理と幾何学」、「数理ファイナンス」、「光通信における非線形波動」、「暗号・符号理論」、「インターネット数理科学」等のテーマで開催し、私立大学のほか、三菱証券、三菱東京UFJ銀行、日本ユニシス、インテリシク、富士通、インターネット総合研究所等の企業から研究者等を客員教員として招聘し、数理情報の交換を行い、研究成果の発信を行った(別添資料11-2:連携客員リスト(2004年度以後、プロジェクト別)、P11-11)。

研究資金の獲得状況

研究を支える研究資金は、運営費交付金の他に、さまざまな外部資金の獲得によって賄われている。科学研究費補助金の採択件数は、2004年度は58件（総額146,000千円）であった。その後、総額は増加を続け、2007年度には60件（総額192,200千円）に達しており、1人で2件以上採択されている例もあるが、教授・准教授・助教を含めた常勤の現有教員60名がほぼ全員採択されている（資料11-3：科学研究費補助金採択件数）。金額的には、平均すれば1人当たり約320万円に上る採択である。また、2007年度には基盤研究（S）が2件、基盤研究（A）が10件など、大きな科学研究費補助金が数多く採択されたのが特徴的であった。2003年度には、「科学技術への数学新展開拠点」という題目で21世紀COE研究教育拠点の採択を受けた（採択期間は2003年度～2007年度）。年間約1億円のこの資金を用いて、若手研究者を年間30名以上のポスト・ドクター・フェロー（PDF）に採用し、その育成を図るとともに、研究の活性化に努めた。2007年度には、数学イノベーションの展開を目的とした日本科学技術振興機構（JST）の「さきがけ」に2件の採択が決まっており、数学の他分野への応用が期待されている。さらに2007年度、宇宙線研究所が中心となり、理学系研究科物理学専攻との3者共同で東京大学から提出したプロジェクト「数物連携宇宙研究機構」が世界トップレベル国際研究拠点として採択された。年間約10億円の補助金で10年間続く見込みのプロジェクトであり、宇宙、素粒子と関係する微分幾何学、位相幾何学、代数幾何学、表現論、共形場理論、確率論、統計理論など、数学の広い領域において大きな進展が期待できる。資料11-4に外部資金獲得の状況の一覧を示す。

（資料11-3：科学研究費補助金採択件数）

	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度
基盤研究（S）	0	1	1	2
基盤研究（A）	7	8	10	10
基盤研究（B）	17	16	14	16
その他	34	35	36	32
合計	58	60	61	60

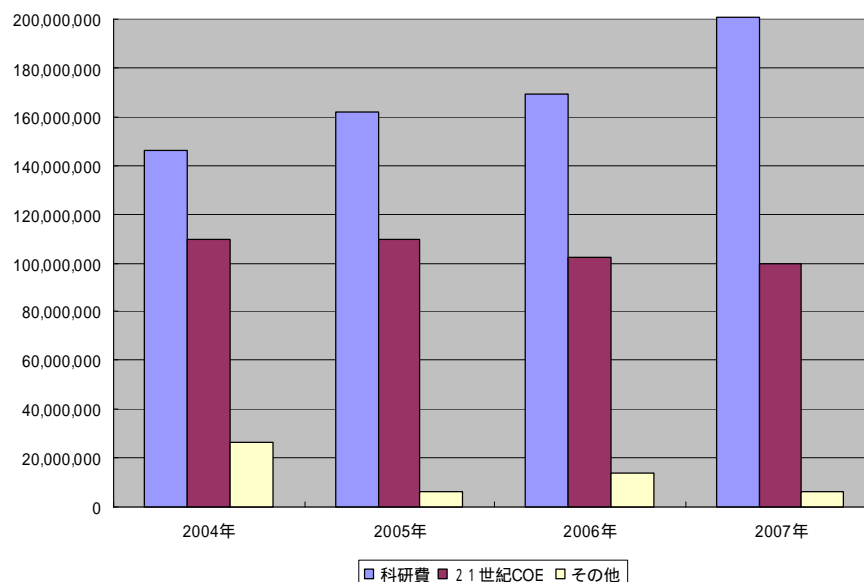
代表者のみ、継続を含む。

（資料11-4：外部資金獲得状況）

（単位：円）

	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度
科学研究費補助金	146,000,000	161,500,000	169,300,000	200,600,000
21世紀COEプログラム	110,000,000	109,500,000	102,240,000	100,000,000
その他	26,307,115	6,069,634	13,688,467	6,110,000

直接経費のみ計上



海外との交流状況

2004年度にはアジアとの交流重視の一環として韓国の高等数学研究所(KIAS)と学術交流協定を結び、ソウルと東京交互に毎年1回、相応しい分野の国際会議を開いて学術交流を図っている(別添資料11-3:学術協定 KIAS、P11-12、別添資料11-4:PRIMA、P11-13)。題目は2005年度「Arithmetic and Algebraic Geometry」(於東京、日程:11月25日~11月26日、参加者数:約27名、講演数9)、2006年度「Complex Analysis」(於ソウル、日程:11月24日~25日、参加者数:約20名、講演数8)、2007年度「Geometry and Topology」(於東京、日程:11月30日~12月1日、参加者数:約35名、講演数10)であった(資料11-5:Tokyo-Seoul Conference Program 2007年度プログラム)。また、エコル・ノルマル・シュペリユール・リヨンとの学術交流協定を現在準備中である。教員の海外の研究者との交流も極めて活発であり、本研究科を訪れる海外からのビジターは毎年100名を超えている(2004年度128名、2005年度117名、2006年度128名、2007年度170名)。そのリストは毎年、研究成果報告に記載している(別添資料11-5:ビジターリスト、P11-14)。

(資料11-5:Tokyo-Seoul Conference Program 2007年度プログラム)

Tokyo-Seoul Conference Program	http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/~topology/programTS.html
Tokyo-Seoul Conference in Mathematics	
Geometry and Topology	
November 30 -- December 1, 2007	
Room 056, Mathematical Sciences Building Komaba Campus, The University of Tokyo	
November 30	
9:50 -- Opening address	
10:00 -- 11:00 Furuta, Mikio (University of Tokyo) Framed bordism invariants in non-linear Fredholm theories	
11:00 -- 11:30 Coffee break	
11:30 -- 12:30 Jo, Jang Hyun (KIAS) Free actions of groups on homotopy spheres	
14:00 -- 15:00 Sakasai, Takuya (University of Tokyo) Computations of noncommutative Alexander invariants for string links	
15:00 -- 15:30 Coffee break	
15:30 -- 16:30 Song, Won Taek (Information and Communication University) The invariant Hermitian form on the Lawrence-Krammer representation	
16:40 -- 17:40 Pevzner, Michael (Reims, France) Symmetric spaces and star-representations	
Banquet, 18:00 -- Common Room 222	
December 1	
10:00 -- 11:00 Park, Jinsung (KIAS) Ruelle zeta function and analytic torsion for hyperbolic manifold with cusps	
11:00 -- 11:30 Coffee break	
11:30 -- 12:30 Kodama, Hiroki (University of Tokyo) Thurston's inequality and open book foliations	
14:00 -- 15:00 Oh, Jong Won (KIAS) Local Cauchy-Riemann embeddability into spheres	
15:00 -- 15:30 Coffee break	
15:30 -- 16:30 Kalman, Tamas (JSPS/University of Tokyo) Contact homology and 1-parameter families of Legendrian knots	
16:40 -- 17:40 Yoshikawa, Ken-Ichi (University of Tokyo) Analytic torsion and automorphic forms	

研究環境整備状況

2005年度には、東京大学は朝日新聞社の外郭団体である森林文化協会から群馬県沼田市の山中あるセミナーハウスを譲り受けた。本研究科はそのセミナーハウスを「東京大学玉原国際セミナーハウス」と命名し、管理運営を行うこととなった。数学の共同研究を行うのに絶好の施設を用いて、2005年度~2007年度には平均約14回の数理科学の研究集会在

企画実行され、研究活動の活性化につながった（資料 11 - 6 : 玉原国際セミナーハウスでの研究集会（2007 年度））。また、図書スペースの狭隘化に対応するため図書室部分の建物を増築し、2006 年度のはじめには完成し、数学の研究にとって生命線である図書、雑誌を閲覧するための体制を整備し、研究活動の円滑化を図った。それとともに、IT スタジオを設置しビデオアーカイブの体制を整え、海外からの招聘者などの重要な講義のビデオを作成し、教育・研究に有効に使えるよう整備した。ビデオアーカイブは著作権上の理由により原則として研究科内部から視聴可能としているが、その多く（278 件中 232 件）は講演者の許諾により学外からも視聴可能となっており、教育・研究に活用できる体制になっている（別添資料 11 - 6 : ビデオアーカイブ、P11 - 15）。

（資料 11 - 6 : 玉原国際セミナーハウスでの研究集会（2007 年度））

	研究集会名	開催日	参加者数
1	キャッソンハンドル勉強会	5月25日～28日	22
2	共形場理論と組み合わせセミナー	5月31日～6月4日	6
3	堀場国際シンポジウム	6月3日～8日	20
4	特殊多様体セミナー	6月18日～20日	8
5	多変数複素解析協同研究	6月29日～7月1日	9
6	日露協同事業セミナー	7月14日～15日	8
7	21世紀COEポスドク研究集会	7月23日～28日	18
8	p進群とその球関数	7月29日～8月3日	19
9	代数幾何セミナー	8月6日～10日	30
10	インターネット数理科学	8月10日～12日	11
11	Vertex Algebra in Tambara	8月14日～17日	19
12	接触構造と葉層構造	9月3日～6日	28
13	低次元幾何学と無限次元幾何学	9月11日～14日	21
14	Algebras, Groups, Geometries	10月14日～18日	21
15	葉層構造シンポジウム	10月29日～11月2日	33

観点 大学共同利用機関、大学の全国共同利用機能を有する附置研究所及び研究施設においては、共同利用・共同研究の実施状況

（観点に係る状況）

該当しない。

（2）分析項目の水準及びその判断理由

（水準） 期待される水準を大きく上回る。

（判断理由） 本研究科では、ほぼ全ての教員が科学研究費補助金に採択されるなど、外部資金を積極的に獲得し、国際的レベルの質の高い研究成果を多数発表している。アジアを中心とした海外の研究機関との交流も極めて活発であり、教員の研究成果もあがっている。「東京大学玉原国際セミナーハウス」等の研究施設も順調に整備され、研究活動を強力に支援している。さらに、世界トップレベル国際研究拠点「数物連携宇宙研究機構」をはじめとした数学の領域を広げるための他分野との交流、新しいプロジェクトの立ち上げも順調に進んでいる。以上のことから、数学の世界で期待される水準を大きく上回る状況であると判断される。

分析項目 研究成果の状況

(1) 観点ごとの分析

観点 研究成果の状況(大学共同利用機関、大学の全国共同利用機能を有する附属研究所及び研究施設においては、共同利用・共同研究の成果の状況を含めること。)

(観点に係る状況)

本研究科では国際的レベルの数多くの研究成果が得られている。例えば、楠岡成雄教授のマリアバン解析と自由リー環に基づく確率微分方程式の期待値の数値解析、斎藤毅教授の Publication Mathématique IHES に掲載されたブロックのコンダクター公式を与える約 150 ページに及ぶ論文(加藤和也と共著)、川又雄二郎教授の代数多様体上の層の同来圏の研究など、いずれもトップレベルの研究成果であるが、本研究科は、オーソライズされた賞を受賞した業績、又はマスコミなどで注目された業績を SS(卓越した水準にある研究業績)にするという評価基準を定める(資料 11-7: 各種受賞一覧)。

解析学における斬新で極めてオリジナリティーの高い研究には、まず新井仁之教授の視覚系の行う情報処理の研究がある。いわゆる「錯視」を扱う研究であるが、目の錯覚の原因を、2次元離散ウエブレットを用いて数学的に解析し、その由来を明らかにする画期的な研究であり、2008 年度文部科学大臣表彰科学技術賞(研究部門)を授与された。この業績は朝日新聞社刊の「論座」(2006 年 7 月号「最新!」科学)に取り上げられている。平地健吾准教授は複素領域の核関数をリーマン幾何における熱核の類似として研究するフィールズ賞受賞者フェッファーマンのプロジェクトを取り上げ、初めての具体例を与えた。小沢登高准教授は作用素環の領域において、幾何学的群論のアイデアを用いて、フォン・ノイマンが提唱した因子環の分類問題に大きな進歩をもたらした。

代数学においては、寺杉友秀教授は多重ゼータ関数の特殊値を考察し、その生成するベクトル空間の次元を K 群の計算に帰着し、問題となっていた評価式を証明した。辻雄准教授は、p 進ホッジ理論で大きな成果を上げており、かつて国際数学者会議での招待講演者を務めたが、加藤和也のルビン・テート群に関する明示公式を、局所モジュライ空間を用いることによってさらに一般の公式にすることに成功した。

応用数理においては、吉田朋広教授は非同期修正を必要とせず、漸近バイアスもない新しい統計量を提案し、高い評価を受けた。舟木直久教授によるベッセル過程とその変形に関するウィナー型確率積分の研究は 2007 年度日本数学会賞秋季賞に輝いた。

幾何学においては、吉川謙一准教授は解析的トーションとモジュライ空間上の保型形式の関係をあきらかにし、森田茂之教授はリーマン面のモジュライ空間の解明に大きく貢献し、それぞれ 2007 年度幾何学賞を受賞した。業績についての詳細は研究業績説明書にある。

この他にも、最初にあげた 2 例をはじめ、将来大きな賞を受賞し SS として認定されるであろう研究成果が多数得られている。

(資料 11-7: 各種受賞一覧)

2004年度	代数学賞(日本数学会)	寺杉友秀
2005年度	日本数学会賞春季賞	辻雄
2006年度	ベルグマン賞(アメリカ数学会)	平地健吾
	解析学賞(日本数学会)	小沢登高
	解析学賞(日本数学会)	吉田朋広
	国際数学者会議招待講演	寺杉友秀
	国際数学者会議招待講演	小沢登高
2007年度	日本統計学会研究業績賞	吉田朋広
	日本数学会賞秋季賞	舟木直久
	幾何学賞(日本数学会)	森田茂之
	幾何学賞(日本数学会)	吉川謙一
2008年度	文部科学大臣表彰科学技術賞(研究部門)	新井仁之

(2) 分析項目の水準及びその判断理由

(水準) 期待される水準を大きく上回る。

(判断理由) 多くの教員が国際的に通用する論文を作成しており、教員の約 15% が評価期間の 4 年間にアメリカ数学会ベルグマン賞をはじめとしたオーソライズされた賞を受賞している。国際会議での発表件数も数多い。これは、数学の世界において期待される水準を大きく上回ると判断される。

質の向上度の判断

事例1「学際的な研究領域の立ち上げ」(分析項目)

(質の向上があったと判断する取組)

- (1) ファイナンス・アクチュアリー・統計研究の強化
- (2) 世界トップレベル国際研究拠点「数物連携機構」の採択
- (3) 「さきがけ」の採択

21世紀COEプログラム、連携客員講座、新講義課程：統計財務保険特論 ~ の設置などを通じて、学外の研究者や実務家が集まるようになり、数理科学研究科におけるファイナンス、アクチュアリー、統計に関する研究を行う本格的な体制を確立した(なお、理学部内に教育コース：アクチュアリー・統計プログラムを設置した)。また、日本に5つしか設置されない世界トップレベル国際研究拠点の一つに数学が関係するこのプロジェクトが採択されたのは画期的な事であり、今後の数学研究に大きな影響を与えられる。日本科学技術振興機構(JST)の「さきがけ」はこれまでは数学関係には存在しなかったが、今年から始動し、そのプロジェクトとして、「錯視」と「統計」に関するものが2件採択された事は、数学応用にとって大きな出来事と言える。

事例2「学外における評価の向上」(分析項目 .)

(質の向上があったと判断する取組)

(1) 各種賞の受賞や(2) 科学研究費補助金の採択額の向上などにより学外における評価の向上が明示的なものとなった。

(1) 数学の世界に存在する賞は大変少ない。その中において、日本数学会賞2件、アメリカ数学会のベルグマン賞1件をはじめ、上記のように、2004-2008年度に各種の賞を受賞した教員が多数存在した事は高く評価できる。国際数学者会議は4年に1回開催される数学の祭典であり、その招待講演を行うことは数学者にとって大きな名誉である。2006年に行われたこの会議において、日本人の講演者が7名選ばれたが、そのうち6名が本学数学科出身者であり、そのうち2名が本研究科の教員であることも評価できる事柄である。これらの事実は、世界の数学・数理科学の学界が本研究科に期待している一流の研究成果を実現した結果である。

(2) 運営費交付金が減少していく状況において、研究推進のための競争的外部資金を獲得していくことは部局にとっても重要な課題である。そのためには、研究者個人が研究成果をあげていくことが必要になるが、2007年度にはその成果が出て、教授・准教授のほとんどが科学研究費補助金を採択された。

事例3「研究環境の整備」(分析項目)

(質の向上があったと判断する取組)

数学の場合、個々の成果と施設との因果関係を特定することは難しいが、構成員の研究をサポートするため研究科として研究環境を整備することは重要なことであると考え。玉原国際セミナーハウスでは夏期に年平均14回の研究集会が行われ、図書室の増築によって製本雑誌を一同に集めて情報検索が便利になった。ビデオアーカイブは約300本を数え、研究に利用されている。このように、東京大学玉原国際セミナーハウス、図書室などの増築、ビデオアーカイブの整備など、これまで手がけられなかった研究環境を整備し、今後研究を推進して行く基盤を強化した。その効果は長期的に明らかになるであろうが、例えば既に、平成18年10月23日~27日に東京大学玉原国際セミナーハウスで行った研究集会「葉層構造と幾何学」での成果が横山、坪井(東大数理)の論文として *Annale de l'Institut Fourier* 58 (2008) 723-731 に出版されるなど、効果が現れ始めている。