

28. 数理解析研究所

I	数理解析研究所の研究目的と特徴	28-2
II	「研究の水準」の分析・判定	28-3
	分析項目 I 研究活動の状況	28-3
	分析項目 II 研究成果の状況	28-8
III	「質の向上度」の分析	28-10

I 数理解析研究所の研究目的と特徴

1 (数学・数理科学の基礎的研究の推進)

数学・数理科学においては、研究情報が集約された環境における研究者同士の高密度の意見交換は自然科学における実験・観測に対応し、新分野の発掘・開拓等 斯学の健全な発展に不可欠なものである。数理解析研究所は数理解析の総合研究を所員が中心となって行うと共に、豊かな研究情報を備えた意見交換の場を、日本全国さらには世界各地の研究者に提供し、両々相俟って数理解析の進展を期することを目標としている。特に、純粋数学および他の学術への数学の応用研究が、本研究所の主たる目的である。

2 (諸分野との交流による数学の発展)

経済学、生物学、工学、物理学等諸科学において、数学的考察の必要性が感じられても既存の数学では不十分なため新しい数学理論・方法が求められることがあり、しばしばそのような事態を動機として新しい数学が形成されてきた。このような他分野との交流による数学の発展を図ることを所員の多くが念頭に置いていることは本研究所の特徴である。

3 (純粋数学の研究)

同時に人間の精神活動の不思議さは、当初、他分野との交流を意図せず為された数学の研究がはるか後に思わぬ分野で有用となる点に見出される。このような数学の有用性は、数学者が美しいと思うものを追い求めたことの帰結として得られることが多い。こうした観点からも、純粋数学の研究と他の学術への数学の応用研究という本研究所の目的は、自然に両立するものである。

4 (世界に開かれた共同利用研究所)

数理解析という学問の性格を反映して、世界に開かれた共同利用研究所となることは共同利用研究所としての本研究所の重要な使命であり、京都大学中期計画における国際的プロジェクト研究・若手研究者育成等とも呼応して、共同利用機能の強化を進めている。所員と世界各地からの来訪者の接触による研究の新展開や新分野の創造は、当研究所において過去にも数々の例があり今後も果たすべき重要な役割である。また迅速な情報交換の場の提供も大きな使命である。

[想定する関係者とその期待]

数理解析研究所は、関係者として全国の大学・研究機関における数学・数理科学の研究者を想定している。これらの研究者からは、研究活動については世界の数学を牽引する役割を期待され、全国の大学・研究機関に開かれた共同利用・共同研究拠点として、文献なども含む必要な研究情報と研究環境の提供、また研究集会などを通じた研究情報交換の場の形成を期待されている。特に共同利用研究集会は、50年の実績を通じて、数学・数理科学の分野における我が国の最新・最先端の研究の発表の場として認められており海外の研究者からも注目されている。

II 「研究の水準」の分析・判定

分析項目 I 研究活動の状況

観点 研究活動の状況

(観点に係る状況) 資料 1, 2, 3, 4 から分かるように、所員は極めて高いレベルの研究を続けており、これに対応して競争的外部資金受入れ(資料 5, 6) も順調である。

【資料 1 : 数理解析研究所の教員構成】

	教授	准教授	講師	助教	計
現員数	13	10	4	12	39

*2016 年 3 月末現在 (本研究所調べ)

【資料 2 : 発表論文数】

所員の発表論文数

	2010(H22)	2011(H23)	2012(H24)	2013(H25)	2014(H26)	2015(H27)*
件数	70(62)	61(61)	74(72)	63(49)	78(56)	84 (83)

※査読付き論文のみ

※括弧内は国際学術誌に掲載された論文数

*2016 年 3 月末現在 (本研究所調べ)

【資料 3 : 招待講演数】

所員の招待講演数

	2010(H22)	2011(H23)	2012(H24)	2013(H25)	2014(H26)	2015(H27)*
件数	54(54)	61(47)	37(37)	67(67)	113(58)	123 (64)

※括弧内は国際会議招待講演数(内数)

*2016 年 3 月末現在 (本研究所調べ)

【資料 4 : 受賞者リスト】

受賞者氏名	賞名	受賞年月	受賞対象となった研究課題名
望月 拓郎	日本学術振興会賞	H22.3	調和バンドルの漸近挙動の研究
望月 拓郎	日本学士院学術奨励賞	H22.3	調和バンドルの漸近挙動の研究
高澤 兼二郎	日本オペレーションズ・リサーチ学会 文献賞奨励賞	H22.3	<ul style="list-style-type: none"> ・ A weighted even factor algorithm ・ A weighted kt,t-free t-factor algorithm for bipartite graphs
望月 拓郎	日本学士院賞	H23.6	純ツイスターD-加群の研究
今井 直毅	日本数学会賞建部賢弘奨励賞	H23.9	局所的な手法による Galois 表現の研究
星 裕一郎	井上研究奨励賞	H24.2	有限体上の固有双曲曲線の配置空間の絶対遠アーベルカプス化

京都大学数理解析研究所

熊谷 隆	日本学術振興会賞	H24.2	複雑な系の上の解析学と確率過程論の展開
照井 一成	RTA 2012 - 23rd International Conference on Rewriting Techniques and Applications Best Paper Award	H24.5	Semantic evaluation, intersection types and the complexity of simply typed lambda calculus
望月 拓郎	大阪科学賞	H24.11	調和バンドルと純ツイスターD-加群の研究
荒川 知幸	日本数学会 2013 年度代数学賞	H25.3	無限次元リー代数および W-代数の表現論の研究
谷川 眞一	第 2 回藤原洋数理解析科学賞奨励賞	H25.10	離散最適化理論に基づく組合せ剛性理論の展開
中島 啓	日本学士院賞	H26.7	幾何学的表現論と数理物理学
山田 道夫	2013 年度日本流体力学会賞	H26.9	A coordinate based proof of the scallop theorem (共著：石本健太氏 (京都大学数理解析研究所・博士後期課程 2 年))
牧野 和久	平成 27 年人工知能学会研究会 優秀賞	H27.6	ホーン規則による反マトロイドの表現と教育システム設計への応用
牧野 和久	FIT2015 船井ベストペーパー賞	H27.9	正モジュラ関数の最適化

(平成 28 年 3 月 本研究所調べ)

【資料 5：科学研究費補助金受入状況】

(単位：千円)

科 学 研 究 費	平成 22 年度		平成 23 年度		平成 24 年度		平成 25 年度		平成 26 年度		平成 27 年度	
	金額	直接経費										
		間接経費										
	73,039	57,130	84,175	64,750	88,270	67,900	109,590	84,300	111,800	86,000	113,490	87,300
		15,909		19,425		20,370		25,250		25,800		26,190

(平成 28 年 3 月 本研究所調べ)

【資料 6：競争的外部資金受入状況】

*卓越した大学院拠点形成支援補助金

2010(H22)	2011(H23)	2012(H24)	2013(H25)	2014(H26)	2015(H27)
—	—	5,050	8,320	—	—

※間接経費含む。数理解析研究所連携配分額

(単位：千円)

(平成 28 年 3 月 本研究所調べ)

＊グローバル COE プログラム

「数学のトップリーダーの育成 コア研究の深化と新領域の開拓」

2010(H22)	2011(H23)	2012(H24)	2013(H25)	2014(H26)	2015(H27)
101,280	90,620	93,309	—	—	—

※間接経費含む。数理解析研究所連携配分額

(単位：千円)

(平成 28 年 3 月 本研究所調べ)

特に I に記した本研究所の研究目的の 2 に関しては、従来の幾何学（空間概念）を一新する幾何学の創出を目指し、伝統的な代数学、幾何学、解析学を融合した数学の新分野「量子幾何学」の芽吹きを察知し、平成 24 年 4 月に量子幾何学研究センターを所内に設置した。資料 7 にあるように、平成 26 年には「最先端数学の研究力を強化する新しい幾何学の創造－数学における主導的地位の確立－」が特別経費として採択され、同年度にはプロジェクト研究として「幾何学的表現論の研究」を行うなど、数学イノベーションの鍵となる研究を世界に先駆けて推し進めている。研究目的の 3 に関しては、所員が世界の数学を牽引する多くの業績を挙げている。特に、過去 5 年間の大きなブレイクスルーである「柏原予想の解決」や「ABC 予想」に関する数論幾何学の展開に見られるように、分野融合的研究・新たな空間概念の構築をキーワードに、新しい数学を創造することにより世界の数学史に残る業績を挙げていることは特筆に値する。資料 6 の卓越した大学院拠点形成支援補助金の採択は、このような研究への高い評価の現われの一つと言えよう。(資料 1：数理解析研究所の教員構成、資料 2：発表論文数、資料 3：招待講演数、資料 4：受賞者リスト、資料 5：科学研究費補助金受入状況、資料 6：競争的外部資金受入状況)

【資料 7：特別経費】

＊最先端数学の研究力を強化する新しい幾何学の創造

－数学における主導的地位の確立－

2010(H22)	2011(H23)	2012(H24)	2013(H25)	2014(H26)	2015(H27)
—	—	—	—	20,599	15,449

(平成 28 年 3 月 本研究所調べ)

(単位：千円)

(水準) 期待される水準を上回る

(判断理由) 研究目的欄にも記したが、本研究所は、関係者として全国の大学・研究機関における数学・数理科学の研究者を想定しており、研究活動については、数学・数理科学の分野における我が国の最新・最先端の研究の場にふさわしい、世界の数学を牽引する役割が期待されている。上述したように、「量子幾何学」は数学イノベーションの鍵となる研究を世界に先駆けて進めており、これは資料 7 にある特別経費の採択や、所員による極めて優れた業績に裏付けされている。特に、望月新一による「ABC 予想」に関する論文は、これが発表された際に国内の新聞報道のみならず、権威ある Nature の News (2012 年 9 月 10 日) や New York Times (2012 年 9 月 17 日) などにも取り上げられ、大きな話題となった。また望月拓郎による「柏原予想の解決」は、2014 年に韓国で行われた国際数学者会議 (4 年に一度行われる、数学界で最も権威ある国際会議) での基調講演者に同氏が選ばれる大きな要因になった。これらはいずれも、世界の数学史に残る業績である。このような個々の所員の特筆すべき事例のみならず、所員の研究活動全般が総じて極めて高い水準にあることは、資料 2, 3, 4, 5 が根拠となる。競争的資金についても、資料 5, 6 にある通り、平成 22 年度から 6 年間に所員が受けた科学研究費補助金は総額 580,364 千円 (253 件)、グローバル COE 事業と卓越した大学院拠点形成支援補助金による平成 22 年度から 25 年度の

4年間の補助金総額は298,579千円となっており、これも所員の研究活動の水準の高さを裏付けるデータとなっている。以上より、研究活動について関係者の期待を上回る成果を挙げていると結論できる。

観点 大学共同利用機関、大学の共同利用・共同研究拠点に認定された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) 数理解析研究所(所員39人)の共同利用事業は、RIMS研究集会、RIMS共同研究、長期研究員、プロジェクト研究、を中心としている。毎年、約90件の事業が行われ来訪研究者は約4,500人、うち来訪外国人研究者は約500人であり、これらの訪問者に対して研究所の環境・資源・設備を提供している(資料8:共同利用事業件数および参加者数、資料9:プロジェクト研究のテーマ、別添資料D:国際シンポジウム開催件数および参加者数、別添資料E:来訪外国人研究者数、別添資料F:施設・設備の利用状況、学術資料の利用・提供・整備状況、データベースの作成・公開状況)。

【資料8:共同利用事業件数および参加者数】

	2010(H22)		2011(H23)		2012(H24)		2013(H25)	
	件数	参加者数	件数	参加者数	件数	参加者数	件数	参加者数
RIMS研究集会	58	3,603	52	3,152	58	3,713	62	3,408
RIMS共同研究	18	587	20	578	23	635	18	542
長期研究員	0	0	2	2	3	3	2	2
プロジェクト研究	8	452	5	596	6	389	8	570
合宿型セミナー	6	153	2	37	4	88	3	61
計	90	4,795	81	4,365	94	4,828	93	4,583
	2014(H26)		2015(H27)*					
	件数	参加者数	件数	参加者数				
RIMS研究集会	54	3,007	54	2,825				
RIMS共同研究	22	634	21	534				
長期研究員	1	1	3	3				
プロジェクト研究	4	189	3	692				
合宿型セミナー	2	53	5	113				
計	83	3,884	86	4,167				

*2016年3月末現在 (本研究所調べ)

【資料9:プロジェクト研究のテーマ】

	テーマ	外国人参加者数 (全参加者数)
2010(H22)	1. 変形量子化と非可換幾何学の新展開へむけて	49(250)
	2. 数論における諸関数とその確率論的側面	24(202)
2011(H23)	1. 極小モデルと端射線	66(245)
	2. 作用素環とその応用	146(351)
2012(H24)	1. 離散幾何解析	47(278)

	2. 高精度数値計算法の先端的应用	47(111)
2013(H25)	1. モジュライ理論 2. 大規模流動現象の流体力学 3. 力学系：理論と応用の新展開	59(301) 35(166) 27(262)
2014(H26)	1. 数学と材料科学の新たな融合研究を目指して 2. 幾何学的表現論の研究	17(76) 34(113)
2015(H27)	1. 確率解析 2. 理論計算機科学の新展開	45(203) 330(489)

(平成 28 年 3 月 本研究所調べ)

世界の数理解析学者から注目されているプロジェクト研究を中心に活発な討論・共同研究の場を世界に提供し、その成果は数理解析研究所講究録・講究録別冊として公表され日本の数理解析学界の貴重な財産となっている（資料 10：数理解析研究所講究録刊行号、別添資料 F(2)：学術資料の利用）。また京都大学学術情報リポジトリ KURENAI 等を用いて、過去の刊行分も含めすべての講究録を電子媒体により公開している。さらに、揺籃期から新興期にある研究テーマ（例えば遠アーベル幾何学、量子幾何学、圏論的リー環論、離散幾何解析等）に関しては、当研究所共同利用事業、グローバル COE 事業、特別経費、客員部門、数理解析研究交流センター（平成 24 年度発足）、量子幾何学研究センター（平成 24 年度設置）、数学連携センター（平成 24 年 5 月設置）等を組み合わせて、その育成を図っている（資料 6, 7、別添資料 A-C）。このように共同利用事業と所員の活動が有機的に結合していることが、当研究所の共同利用事業の特色である。このような当研究所の活動は、「数理解析は数学的な研究において傑出しており、また、数学や数理解析において指導的研究センターの一つとして世界的に認知されている」（The External Review Committee of RIMS, 2012）との国際的な評価を得ている。

【資料 10：数理解析研究所講究録刊行数】

	2010(H22)	2011(H23)	2012(H24)	2013(H25)	2014(H26)	2015(H27)*
講究録刊行号数	59	52	43	48	57	50
講究録別冊刊行号数	9	4	9	7	8	0

※講究録の発行部数は 1 号あたり 260 部 *2016 年 3 月末現在

(本研究所調べ)

(水準) 期待される水準を上回る

(判断理由) 上述した、約 90 件の事業（資料 8：共同利用事業参加者数は約 4,500 人、うち来訪外国人研究者は約 500 人）は、理論系の共同利用・共同研究拠点として極めて高い数値である。これらの数値は、事業の質の高さと合わせて、数理解析研究所が国内の数学・数理解析研究のハブとして非常に重要な役割を果たし、研究集会等を通じた研究情報交換の場を形成するという役割において、期待以上の働きをしている事実を裏付ける根拠となる。

(これらの数値は、第 1 期中期目標期間の数値（約 80 件の事業、共同利用事業参加者数約 4,000 人、うち来訪外国人研究者約 320 人）と比較しても明らかに高くなっている。）特に来訪外国人（毎年 470～550 人、別添資料 E）の 3 分の 1 以上が当研究所からの旅費等無支給であることは、当研究所の活動に対する国際的評価の高さを示している。共同利用に関して、数理解析研究交流センター、量子幾何学研究センター、数学連携センター等を設置し、国外の主要研究所等との学術交流に関する協定の締結もいくつも行われる（資料 11）など、現状に留まらず多くの新規事業が進められていることも、特筆すべき点である。

【資料 1 1 : 国外の主要研究所等との学術交流に関する協定の締結】

締結日	協定期間	協定機関	協定国
H22.6.24	H22.8.1～H27.3.31	National Institute for Mathematical Sciences (NIMS)	大韓民国
H23.2.14	H23.2.14～H29.10.30	Hausdorff Center for Mathematics, University of Bonn (HCM)	ドイツ連邦共和国
H23.11.17	H23.11.17～H28.11.16	Center for Advanced Mathematics and Physics, National University of Sciences and Technology (CAMP)	パキスタン・イスラム共和国
H24.4.10	H24.4.10～H29.4.9	International School for Advanced Studies (SCUOLA INTERNAZIONALE SUPERIORE DI STUDI AVANZATI) (SISSA)	イタリア共和国
H25.6.4	H25.6.4 日～H30.6.3	The CAU Nonlinear PDE Center, Chung-Ang University	大韓民国
H26.7.25	H26.7.25 ～H31.7.24	National Center for Theoretical Sciences (NCTS)	台湾

(平成 28 年 3 月 本研究所調べ)

分析項目Ⅱ 研究成果の状況

観点 研究成果の状況(大学共同利用機関、大学の共同利用・共同研究拠点に認定された附置研究所及び研究施設においては、共同利用・共同研究の成果の状況を含めること。)

(観点に係る状況) 資料 1, 2, 3, 4, 5に見られるように、所員は世界の数理科学の第一線の研究成果を挙げており、その評価は受賞記録等により裏打ちされている。各所員の研究成果の質の高さが、結果として組織単位での際立った質の高さとなって現れている。また、共同利用・共同研究拠点としての活動により、資料 8-10、別添資料 D-E にあるように国内外の研究者の高い水準の研究発表の場を形成している。(各分野の研究成果の詳細は「Ⅲ質の向上度の判断」の中に記載する。) 研究成果を学術面から見ると、個々の所員が純粋数学および他の学術への数学の応用研究について卓越した成果を挙げており、これらが有機的に結びつき新しい数学を創造することで、世界の数学史に残る業績を挙げることに成功しているといえる。研究成果に対する外部からの評価も極めて高く、数学や数理科学において指導的研究センターの一つとして世界的に認知されているとの評価を受けている。

(水準) 期待される水準を上回る

(判断理由) 平成 22 年度から 27 年度 11 月までに刊行された所員の査読付論文は 403 編、招待講演数は 428 (うち国際会議招待講演数は 319) であり、資料 4 の受賞者リストにあるように、所員が日本学士院賞、日本学術振興会賞等の大きな賞を受賞するなど、極めて高い研究水準を維持している。共同利用事業においては、研究集会の開催件数、参加者数、外国人参加者数、いずれも高い数値を出しており、共同利用・共同研究から生まれた数理解析研究所講義録は平成 22 年度から 27 年度 11 月までに、337 冊(含別冊 37 冊、資料 10)を刊行した。外部からも、観点 1-2 で述べたように、「数理研は数学的な研究において傑出しており、また、数学や数理科学において指導的研究センターの一つとして世界的に認知さ

れている」という高い評価を受けている。

Ⅲ 「質の向上度」の分析

(1) 分析項目Ⅰ 研究活動の状況

① 事例1 「卓越した大学院拠点形成支援補助金の採択」(分析項目Ⅰ)

伝統的な代数学、幾何学、解析学を融合した数学の新分野「量子幾何学」を構築するため、平成24年4月に量子幾何学研究センターを所内に設置した。特別経費「最先端数学の研究力を強化する新しい幾何学の創造」(資料7)によりセンターに柏原、中島などの強力なメンバーを揃え、平成26年度のプロジェク研究として「幾何学的表現論の研究」(資料9)を行うなど、数学イノベーションの鍵となる研究を推進している。

② 事例2 「数理解析研究所数学連携センター設置」(分析項目Ⅰ)

応用研究を支援する数学連携センターを設置し、東北大学の世界拠点 AIMR と連携し工学的な応用まで視野に入れた共同研究を行った。具体的には、平成26年度のプロジェク研究「数学と材料科学の新たな融合研究を目指して」(資料9)を行い、国際研究集会を開催して数学者と工学者の研究交流を行った。

③ 事例3 「国外の主要研究所等との学術交流に関する協定の締結」(分析項目Ⅰ)

資料11に挙げるように、国外の主要研究所等との学術交流協定を積極的に推進し、研究集会の開催や若手研究者の交換を行っている。第1期中期目標期間においては、アジアを中心に近隣諸国との協定が多かったが、今期はアジア内での協定を強化するとともにヨーロッパの研究機関とも協定を結んだため、以前から世界規模で行われていた交流が枠組みの観点からもよりグローバルになった。特にボン大学のハウスドルフセンターとは、定期的な若手研究者の交換を行い、研究交流を積極的に進めている。

(2) 分析項目Ⅱ 研究成果の状況

④ 事例4 「数論幾何の研究」(分析項目Ⅱ)

本研究所は遠アーベル幾何等、双曲曲線の数論幾何の研究の中心であるが、望月新一による「宇宙際タイヒミュラー理論」の構築とその結果としての ABC 予想の解決は、特筆すべき出来事である。当該論文は現在査読中であるが、望月新一が同理論の概要を解説した業績番号1-(2)(2014)が、講究録別冊として刊行されている。玉川による代数曲線の数論的基本群の1進表現の研究(業績番号1-表(1)(2013))、星による数体および p 進局所体上でのセクション予想の反例の構成(業績番号1-局(3)(2010))も、当研究所の数論幾何の研究文化から生まれた、非常に重要な成果である。

⑤ 事例5 「幾何学・表現論の研究」(分析項目Ⅱ)

理論物理学の研究に動機付けを持ち、幾何学と表現論に関係して行われた研究であり、観点1-1で述べた「量子幾何学」の中核をなす研究である。中島による、偏微分方程式の解のモジュライ空間の研究とその交叉理論への応用(業績番号3-(1)(2011))、小野によるシンプレクティック幾何の代数構造の解析とその系統的応用(業績番号3-(2)(2011)等)、荒川による無限次元リー代数および W 代数の表現論に関する研究(業績番号3-(3)(2012))に代表される研究は、全体としてⅠに記した当研究所の研究目的3だけでなく、2にも適った極めて高水準の研究である。

⑥ 事例6 「代数解析の研究」(分析項目Ⅱ)

代数解析のメッカである本研究所において、当該研究を深化させた顕著な研究として、望月拓郎による「柏原の半単純性予想の解決」(業績番号4-数(2)(2011))と、柏原による「余次元3予想の解決」(業績番号4-想(1)(2014))が挙げられる。望月拓郎のこの研究は、国際数学者会議での基調講演に招待される大きな理由となった。いずれの研究も、大域解析学

と代数解析学の融合がキーワードであり、分野融合的な研究という当研究所の特徴の現れた傑出した成果である。

⑦ 事例7 「計算機科学と最適化」(分析項目 II)

他の学術への数学の応用研究に関しても、さらなる質の向上が見られた。計算機科学への応用については、長谷川によるプログラム意味論と量子トポロジーの新しい関係の開拓(業績番号8-(1)(2012))、照井による、ラムダ計算のブール型プログラム実行にかかる計算量の決定と高速評価法の考案(業績番号8-(2)(2012))が挙げられる。最適化理論への応用については、牧野による単調論理関数の双対化問題に対する乗算法に基づくアルゴリズムの計算量解析(業績番号8-(3)(2010))が挙げられ、いずれも国際的に高い評価を得ている。