

調査資料 No. 131

米国の数学振興政策の考え方と数学研究拠点の状況

2006年10月

文部科学省 科学技術政策研究所

科学技術基盤調査研究室

科学技術動向研究センター

細坪 護拳

桑原 輝隆

本調査資料の内容は、執筆者個人の見解に基づいてまとめられたものである。

Basic Policy for the Promotion of Mathematics and
Conditions of Mathematics Research Centers in USA

October 2006

Moritaka Hosotsubo
Terutaka Kuwahara

Research unit for Science and Technology Analysis and Indicators
Science and Technology Foresight Center
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan

目 次

概要	2
1. 趣旨	4
2. 米国における調査	4
2-1. 調査対象	4
2-2. 調査団の構成	4
2-3. 日程	5
2-4. 現地調査結果	5
3. 日本における調査	13
3-1. 調査対象	13
3-2. 調査結果	13
4. 調査結果の分析と日本に対する政策的含意	21
4-1. 米国における「数学」振興の基本	21
4-2. 米国連邦政府関係者による世界の数学研究の状況認識	21
【主要国政府における数学研究費に関する追加分析】	23
【国際数学会議の基調・招待講演者数に関する調査分析】	26
4-3. 米国の数学研究拠点の状況と日本に対する政策的含意	28
5. あとがき	31
6. 謝辞	32
(参考)	33
1. 質問項目	33
2. ミネソタ大学数学・応用研究所 (Institute for Mathematics and its Applications: IMA) の概要	36
3. カリフォルニア大学ロサンゼルス校純粋・応用数学研究所 (Institute for Pure and Applied Mathematics: IPAM) の概要	46
4. ニューヨーク大学クーラント数理科学研究所 (Courant Institute of Mathematical Sciences: CIMS) の概要	56

米国の数学振興政策の考え方と数学研究拠点の状況

【概要】

本報告書は、2006年5月に公表した「忘れられた科学—数学」(Policy Study No.12)を踏まえ、米国の数学振興政策の考え方と数学研究拠点の状況を明らかにするために、米国連邦政府のNSFやDOE関係者、数学研究所長、数学者などに対してインタビュー調査を行うとともに、日本の数学研究関係者に対しても意見聴取を行った結果をとりまとめたものである。

1. 米国における「数学」振興の基本

- (1) 米国連邦政府や数学研究所では、数学を純粋数学、応用数学を含む広範な科学として捉えている。更に、このような数学に、基礎工学的な科学も加えた数理科学 (mathematical science) も重視されている。
- (2) 数学のどの領域が将来ブレークスルーを起こすかは予測不可能であるため、米国連邦政府は政策として数学の特定の領域を限定して振興することは危険であると認識している。
- (3) 連邦政府や数学研究所は、①数学内の異領域間の交流 (interface)、②純粋数学と応用数学の交流、及び③数学と他の科学分野の交流のそれぞれを重視している。

2. 米国連邦政府関係者による世界の数学研究の状況認識

- (1) 1990年代より、米国をはじめ世界の多くの国において数学研究所が次々と新設されるなど、数学研究の強化が世界的に進展している。米国においても、近年、NSFの数学研究予算がNSF予算全体の増加率を超える割合で増加していることに見られるように、連邦政府として数学に注力している。
- (2) 数学研究について、近年、特に中国の台頭が著しく、中国政府の数学研究予算は年率25～30%と急激に増加している。これに対して米国は強い危機感を抱いている。
- (3) 日本の状況に関する認識
 - ① 日本では明らかに数学に対する投資が十分ではなく、10～20年ほど前と比較して日本の数学研究は活気を失っているように見える。日本も数学研究拠点を整備すべきである。
 - ② 大きな産業を擁する日本では、多くの分野の研究機関や産業からの応用数学に対する需要を有しているはずである。
 - ③ 日本の政府は、数学が持つ魅力や可能性を一般の人々や産業に伝える活動を拡大すべきである。

3. 米国の数学研究拠点の状況と日本に対する政策的含意

(1) 米国をはじめ世界において、常勤研究者が主体となる研究拠点とともに、滞在型の数学研究拠点が次々と設立されている。この滞在型研究拠点においては、数学のテーマや他分野との融合テーマを毎年決定し、これに関する内外の一流研究者を結集して、集中的に研究や議論を行うといった運営形態をとっている。

近年設立された数学に関する滞在型研究拠点の例(日本の数学研究者からの聞き取り調査による)

米国:ミネソタ大学数学・応用研究所(1982年設立)

カリフォルニア大学ロサンゼルス校純粋・応用数学研究所(2000年設立)

ドイツ:マックス・プランク科学数学研究所(1996年設立)

英国:アイザック・ニュートン数理科学研究所(1992年設立)

カナダ:バンフ数学イノベーション・発見国際研究ステーション(2003年設立)

中国:浙江大学数学科学研究中心(2002年設立)

台湾:台湾清華大學国家理論科学研究中心(1997年設立)

韓国:韓国基礎科学支援研究院国家数理科学研究所(2006年設立)

(2) 滞在型研究拠点の構築・運営の重要なポイント

- ① 最も重要なことは、優秀な研究者からの信用(credibility)を得ること。高い研究の質を確保することによって、優秀な研究者がそこに行きたいと思うような信用を得る必要がある。
- ② 数学研究では研究者間の議論が極めて重要であるため、彼らが互いに容易に議論をすることができる環境が整備されていること。同時に、数学内の異領域間、純粋数学と応用数学間、数学と他分野間における交流機能を有すること。特に応用数学の場合には、産業との強い相互作用も保持すること。拠点に研究者が集まることにより、ある課題に関心を持つ多くの分野の研究者や異なる領域の研究者が議論を交わすことが容易になる。この際、なるべく広い数学領域の研究者を含めることが重要である。
- ③ そのような流動性を確保するため、多くの訪問研究者(visitor)が行き来するシステムを構築すること。その一貫として国際性も不可欠である。米国では、研究拠点に来る研究者の旅費を研究拠点が支払うことによって、研究環境が整っていない小さな大学の研究者でも研究拠点で最新の研究に触れることを可能としている。また、数学研究者が研究プロジェクトなどに参加する際には、その資金から当該数学研究者の教育業務の一部を別の人に肩代わりしてもらって経費が支払われている。
- ④ 行政や研究機関の管理者は、実験科学と比べて数学の発展や産業への数学の展開には時間を要する場合が多いことに注意すべきである。しかし、他分野が数学を必要とするようになってから数学研究者をその分野の研究に参加させるのでは遅い。そして、数学研究者と他分野研究者には、分野間の専門用語の違いなど「異文化間の溝」を乗り越えるための根気と寛容さが求められる。

以上のことから、今後、日本が数学に関する研究拠点を整備する場合、米国の経験や日本に対するメッセージをよく考慮して、日本に適したものを生み出す必要がある。

1. 趣旨

2006年5月に当研究所がとりまとめた Policy Study No.12「忘れられた科学－数学」(<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/pol012j/idx012j.html>にて全文及び概要公表)では、主要国における数学研究に関する統計資料等の収集・分析、及び他分野研究者に対するアンケートといった手法を通じて、数学振興政策や数学研究環境、他分野における数学のニーズなどに関する調査分析を実施した。しかし、調査手法の限界から、数学振興政策の考え方や数学研究拠点の状況などを把握するまでには至らなかった。また、我が国の科学技術行政では、数学研究のような特別な設備を必要としない、人材中心型の研究に焦点を絞った施策に対するノウハウはこれまで十分には蓄積されていないと思われ、このままでは数学研究や数学-他分野融合研究に関する施策が効果的に実施されない可能性があるかと懸念される。

そこで、数学研究や数学-他分野融合研究に関する施策立案やその実施を支援するため、国内の数学研究者の協力を得て、数学研究に関する取り組みが進んでいる米国において、連邦政府関係者や研究所のマネージャーなどに対して聞き取り調査を実施した。

本報告は、この米国調査と Policy Study No.12 以降に実施した調査分析の結果をとりまとめたものである。

2. 米国における調査

2-1. 調査対象

まず、米国連邦政府の数学研究費の大きな割合を占める国立科学財団(NSF)(37%)、エネルギー省(DOE)(30%)(割合は02年)の数学政策担当者のインタビューを行った。

今回は、日本ではまだそれほど活発ではない数学-他分野融合研究に主眼を置いて調査を実施した。そこで、米国で最も数学-他分野融合研究が活発と思われるミネソタ大学数学・応用研究所(IMA)、IMA に次いで数学-他分野融合研究が活発であり、比較的最近に設置されたカリフォルニア大学ロサンゼルス校純粋・応用数学研究所(IPAM)、そして米国の数学-他分野融合研究所として最も長い歴史を擁し、かつ規模が最も大きいニューヨーク大学クーラント数理科学研究所(CIMS)を選定し、それぞれ所長など管理的業務に携わる関係者から意見を聴取した。

更に、上記大学のうち、DOE が実施する数学研究に関する国家プログラム”Multiscale Mathematics”に参加する主任研究員などに対してもインタビューを実施した。

2-2. 調査団の構成

本調査では北海道大学の協力を得て、科学技術政策研究所の数学担当者2名を含む以下の4名が米国に赴いた。

- ・ 科学技術政策研究所 科学技術動向研究センター 伊藤裕子主任研究官
- ・ 科学技術政策研究所 科学技術基盤調査研究室 細坪護挙研究官

- ・ 北海道大学大学院理学研究院数学部門 小野薫教授
- ・ 北海道大学大学院理学研究院数学部門 利根川吉廣助教授

2-3. 日程

出張期間:2006年7月2日(日)~7月9日(日)の7泊8日(機内泊含む)

旅程:

- 7月3日(月) DOEの数理情報計算科学(MICS)課のAnil Deaneプログラム・マネージャーへのインタビュー(於:メリーランド州)
- 7月4日(火) (独立記念日)
- 7月5日(水) NSFの数理科学課(DMS)のWilliam Rundell課長及びDeborah Frank Lockhartエグゼクティブ・オフィサーへのインタビュー(於:ヴァージニア州)
 ニューヨーク大学クーラント数理科学研究所(CIMS)のCharles M. Newman 所長、Robert V. Kohn 教授、Leslie F. Greengard 教授及びLai Sang Young 教授へのインタビュー(於:ニューヨーク州)
- 7月6日(木) ミネソタ大学数学・応用研究所(IMA)のDouglas N. Arnold 所長及び同大学のMitchell Luskin 教授へのインタビュー(於:ミネソタ州)
- 7月7日(金) カリフォルニア大学ロサンゼルス校純粋・応用数学研究所(IPAM)のMark L. Green 所長、Stanley Osher 元所長、同大学のRussel E. Caflish 教授及びTony F. Chan 教授(※ 2006年10月にNSFの数学・物理系科学局(Directorate for Mathematical and Physical Sciences)のAssistant Directorに就任予定)へのインタビュー(於:カリフォルニア州)

2-4. 現地調査結果

(質問項目は参考1参照)

(1) NSFの数理科学課(DMS)のWilliam Rundell 課長及びDeborah Frank Lockhart エグゼクティブ・オフィサー

インタビューを行った結果、両氏の意見は次のとおり。

- ① 世界的に優れた数学研究拠点は米国、フランス、ドイツ、英国、カナダ、スウェーデンなどにある。【日本の拠点の名前は出なかった】

ここ10年間程で数学の強さを有する国のほとんどにおいて、数多くの数学研究所が作られた。

NSFは、米国外のドイツのOberwolfach 数学研究所(図表1)、フランス高等科学研究所(IHES)、カナダのBanff 国際研究ステーション(図表1)に対しても投資している。



図表 1 ドイツの Oberwolfach 数学研究所 (左の写真) 及びカナダの Banff 数学イノベーション・発見国際研究ステーション (BIRS、右の写真) の様子 (両研究所の web <http://www.mfo.de/> 及び http://www.pims.math.ca/birs/about_us から抜粋)

- ② 数学及び自然科学全般は国家の競争力とも関係する。最近の動向としては、中国では数学研究に対する国からの投資が年率 25~30%程度増加しており(大学の施設費は含まない)、数多くの研究所を設立している。中国の地方の数学研究者の数やレベルも向上しており、夏の北京は最も活気に満ちた場所である。そこでは数多くの研究集会が開催され、研究者に旅費が支払われている。米国に滞在する中国系数学研究者の動向にもよるが、15 年後には数学研究において中国が米国を凌ぐ程の優位性を持つもおかしくない。
- ③ 日本は明らかに数学に対する投資が十分ではない(under-investing)。これが何故なのかは全く分からない。10~20 年ほど前と比較して日本の数学研究は活気に満ちている(vibrant)ようには見えない。日本も数学研究の拠点を持つべきである。
- ④ 2000 年から 2004、2005 年までの間に NSF の予算全体が 60-70%増加した一方、数学では 100%増加、つまり倍増した。NSF の数理科学振興に対して、Odom Report (1998 年)は大きな影響力があった。このように NSF では数学研究に対して予算を増やすとともに、その評価も適切に実施している。研究機関の評価においては大量の具体的データが必要となる。NSF は研究機関がデータを用意するためのサポートスタッフを雇う予算を出している。
- ⑤ 我々は国家的な政策として数学のどの領域を振興するかを限定するのは大変危険だと考えている。10 年後にどの領域でブレークスルーがあるか予想できないからだ。そのため、NSF ではワークショップを開いて様々な専門家や数学コミュニティーの意見を聞き、それによって予算などを決める。我々はコミュニティーの意見に従うようにし、我々自身が政策を決めないようにしている。
- ⑥ 政府が多くの研究者に直接小さいグラントを与えることは非効率であるが、研究拠点があればそこから旅費などの形で研究者に小さいグラントを与えることができる。これが研究拠点をつくる利点である。また、研究環境が整っていない小さい大学などの研究者が最新の研究に触れるこ

とができるという知的な利点もある。

- ⑦ 仮に数学の研究拠点を設立するのであれば、最も重要なことは訪問研究者(visitor)にとって魅力的かどうかである。研究拠点の立地条件とともに内部スペースの確保なども重要である。

(2) DOE の数理情報計算科学(MICS)課の Anil Deane プログラム・マネージャー

個人的見解であるとした上、同氏の意見は以下のとおり。

- ① 科学技術政策研究所がとりまとめた Policy Study No.12 の概要の内容に異論はない。
- ② DOE の理解では、応用数学とは、純粋数学と物理科学などの基礎科学との中間的な位置を占める学問である。【同氏は数学－他分野融合研究は応用数学の一部という認識】
- ③ 世界クラスのトップレベルの数学研究拠点の条件は豊富な資金、人材などを擁することである。
- ④ 数学における研究拠点形成の意義は大きく4つある。
- ・ 研究者が互いに容易に議論をする(communicate)ことができ、また、数学の研究所や大学などが相互に密接に結びついている状況をつくること。拠点があれば、研究者自らが議論したい課題に関連する他の分野や他の数学領域の専門家が容易に見つかる。
 - ・ 特に数学の発展のためには、数学研究者集団の一定の割合が、例えば数ヶ月から数年間のサイクルで研究場所を変えていくことも重要である。そういった流動性を確保するため、多くの訪問研究者(visitor)が研究場所を行き来するシステムを構築することが必要であり、彼らの受入れ先として研究拠点は効果的である。また、学生やポスドクを含む若手研究者が自らの研鑽のために訪問研究を行う場所として、研究拠点の役割は重要である。
 - ・ 純粋数学と応用数学の交流(interface)の機能を有する場として必要である。
 - ・ 特に応用数学の場合、ビジネスと大学間の強い相互作用を有するべきである。
- ⑤ DOE における数学研究の課題選定に当たっては、課題に対する科学コミュニティの評価を最も重視する。そのために、ワークショップを開催して、政府関係者と研究者が研究課題について話し合う。
- ⑥ 数学研究機関の評価ではピアレビューを行っている。その際の評価基準として最も重視されるのが仕事の質(quality of the work)である。また、応用数学であっても、その研究成果を「何に使えるのか」で評価しないことが重要である。最も重要なことは研究の質である。
- ⑦ DOE の数学研究費は主に学生とポスドクの給与(salary)に使用されている。研究者の旅費(travel expense)も大きい。DOE では施設、supporting staff や雑誌類(journal)に関する経費を直接的には支出しないが、研究機関への配分資金の overhead の中で賄われているかもしれない。
- ⑧ 日本は、工学などの応用領域はよくやっている(well-done)と思うが、数学の状況は分からない。日本も純粋数学と応用科学が交流する研究所を持つべきである。しかし、それは数学が他

分野にサービスするという意味ではなく、政府は数学と他分野間で双方向の協力が実現するように注意すべきである。

(3) ミネソタ大学数学・応用研究所(IMA、参考2参照)の Douglas N. Arnold 所長

IMA における研究室は一つ当たり8畳前後で1~4人の研究者が入っている。同所全体の広さは文部科学省ビルのフロア1階分の半分程度と思われる。インタビューを行った結果、Arnold 所長の意見は次のとおり。

- ① IMA は常勤研究者(permanent faculty)を擁さず、訪問研究者を中心とした(visitor-based) 数学-他分野融合研究(interdisciplinary mathematical sciences)の世界的な研究拠点である。毎年特定の課題を中心とする研究を実施するとともに、当該課題に関連する具体的テーマについて2週間程度の集中的な研究集会も開催している。世界的な数学研究拠点の criteria は、一流の研究者の間で信用(credibility)があるかどうかである。そしてそれは数学の世界だけの信用ではなく他分野からの信用も得なければならない。具体的には、著名な研究者が、他所からより多い滞在費を提示されても、それを断るほど行きたいと思い実際に行く研究所であるかどうかである。
- ② IMA 設置の背景には、数学自体の専門化が進んだため他の科学分野からの距離が離れ、このままだと数学が世間から見放されて衰退する恐れがあったことがある。
- ③ IMA の大きな成功要因の一つに、IMA におけるポストクの積極的な活用、並びに IMA から出たポストクが社会で非常に活躍していることがある。彼らは学科の主任、研究グループのリーダー、国際的な科学者、産業のリーダーなどになっており、ポルトガルの文部大臣 Louis Malta もその一人である。
- ④ IMA は数学全体を学際的な方向に牽引する役割も果たしている。数学全体にとって良かったのは、IMA の成功によって NSF の数学研究予算が大幅に増加したこと、そして参加者の経費やポストクの給与という形で IMA から多くの研究者に小さなグラントを支給していることである。
- ⑤ IMA には所長1人、副所長(assistant director)2人と supporting stuff(コンピュータースタッフと秘書を含む)12 人がいる。基本的にこの supporting stuff は訪問研究者対応などの事務を行う。
- ⑥ IMA の予算は、NSF から3.9百万ドル(全体の70%)、ミネソタ大学から百万ドル、約50の提携機関(affiliates、31の大学と20の企業。参考2.(6)参照)から50万ドルなど計5.5百万ドルである。支出では、訪問研究者の給与が1.9百万ドル、旅費や参加経費が2.4百万ドル、PC(スパコンはない)などの設備費が80万ドルなどとなっている。IMA の予算の3分の2は年間延べ1,000人以上に及ぶ訪問研究者のために使用される。
- ⑦ IMA の提携機関は年間1万ドルを IMA に支払う。提携機関にとっては、IMA の活動に関する情報を優先的に入手できること、提携機関に属する研究者は IMA の研究集会などに行く旅費を IMA に賄って貰えること、IMA が実施する大学院生に対する集中講義に参加することができ

るといふ利点を有する。ミネソタ大学にとつて IMA をホストすることの利点は、大学の知名度が上がり、良質な研究者を雇いやすくなることである。また、大学院生やポスドクにとつても魅力的である。【日本の提携機関としては日立製作所(1990年)、富士通(1994年)があつた模様】

- ⑧ 研究課題の選出は実施年の5年ほど前に行う。そのためには、提携機関からの意見を取り入れた案を理事会(board of governors、大学12名、企業2名の計14名の外部の専門家により構成)で検討する。その際にはなるべく広い分野を視野に入れ、その研究課題に関連する世界一流の幹事役7~8名を選出する。その幹事役にカギとなる重要な研究者(very important visitors: VIV)を挙げてもらう。所長は、VIVに連絡を取り、IMAに長期滞在してもらうよう交渉する。その後、そのVIVに更に50名程度の講演者を選んでもらう。ある程度のレベル以上のVIVを中心にすると、その後の講演者の招待もスムーズに進む。IMAでは研究課題の参加者の約半数は数学研究者、その他が数学以外の研究者である。
- ⑨ 数学-他分野融合研究の実施に当たって困難な点として、研究進捗の時間スケールが分野によって異なること、即ち、実験科学と比べて数学の発展には時間を要する場合が多いことが挙げられる。また、幹事役には研究に専念してもらうことが重要であり、事務的な負担をかけないよう注意している。
- ⑩ 数学-他分野融合研究の実施に当たって注意すべきこととしては、数学と産業との関係は常に難しいということである。産業では短期的な視点で研究を行っているが、通常、数学ではそのような視点はなじまない。しかし、産業にとつても数学が重要であることは明らかである。例えば、工学的な工夫によって10%の改善がなされるかもしれないが、数学の革新によって1つの産業を創成できるかもしれない。
- ⑪ IMAでは純粋数学も含めた数学全体の活用に取り組んでおり、これは応用数学という狭い言葉で表現すべきではない。現に、IMAの研究活動に参加している純粋数学者は確実にいる。
- ⑫ 最近、IMAの研究活動に興味を示し、日本のほかに調査に訪れた国は、オーストラリア、ニュージーランド、シンガポール、韓国である。

(4) カリフォルニア大学ロサンゼルス校純粋・応用数学研究所(IPAM、図表2、参考3参照)の Mark L. Green 所長

IPAMにおける研究室は一つ当たり6~8畳前後で1~2人の研究者が入っている。同所全体の広さは文部科学省ビルのフロア1階分程度と思われる。インタビューを行った結果、Green所長の意見は次のとおり。

- ① IPAMでは40人ほどの参加者を招待する3ヶ月間のプログラムを年に2回行う。初日は大学の施設で懇親会を行い、最初の一週間はチュートリアルを行う。そして最後の一週間は保養所で合宿を行う。数学研究者とそうでない研究者との適度な混合を意識的に行う。また、冬の1~2月には4つのショートコースを行う。これはその研究課題について3ヶ月間のプログラムを行うべ

きかどうか判断するためという意味もある。



図表2 カリフォルニア大学ロサンゼルス校純粋・応用数学研究所(IPAM)の様子(研究所の web <http://www.ipam.ucla.edu/photos.aspx> から抜粋)

② IPAM には、常勤の研究者は所長、副所長、特任所長(director special)しかいない。

スタッフは、プログラミングのためのスタッフが4人、経理係が2人(うち補助1人)、コンピュータシステムマネージャーが3人(うち補助2人)である。これらの全てが常勤である。

③ IPAM には2つの委員会がある。一つは所長及び他の著名な科学者など12人程で構成される科学助言委員会(science advisory board)である。科学助言委員会は、所長、副所長らが提案した研究課題についてブレインストーミングを行って具体案を決定する。もう一つの委員会は理事会(board of trustee (governance))であり、これは所長の選任や資金面での決定を行う。共に年一度以上の頻度で会合を開催する。

④ 予算について、IPAM は00~04年度にNSFから2.5百万ドル、05~10年度に3.4百万ドル受け取っている。また、UCLAから6万ドル、学部長から6万ドルがIPAMに与えられている。

IPAM では参加研究者の航空券代と宿泊代を支払う一方、日当(per diem)は支払わない。百万ドルがスタッフ関係、1.6百万ドルが参加者のコストに充てられる。研究者を呼ぶときに相手側大学に支払う費用(replacement buy-out)とは、研究者不在によるteachingのオブリゲーションを別の人に肩代わりしてもらったコストであり、3ヶ月で1万5千~1万8千ドルを支払う。UCLA内であれば9千ドルほど支払う。【このような「肩代わり」はDOEのMultiscale Mathematicsプログラムなどでもなされている】

⑤ 拠点としては、他の学部の協力を求めることが重要であるとともに、多数のサポートスタッフを擁すること、研究スペースに配慮することも重要である。

(5) ニューヨーク大学クーラント数理科学研究所(CIMS、図表3、参考4参照)のCharles M. Newman 所長、Robert V. Kohn 教授、Leslie F. Greengard 教授及びLai Sang Young 教授

CIMSにおける研究室は一つ当たり8~10畳前後で1~2人の研究者が入っている。同所は13階

建のビル全てを占め(7階は全て図書館、13階の半分はラウンジ)、全体の広さは IMA や IPAM より遥かに大きい。インタビューを行った結果、四氏の意見は次のとおり。



図表3 ニューヨーク大学クーラント数理科学研究所(CIMS)の様子(ニューヨーク大学数学科の web <http://math.nyu.edu/> から抜粋)

- ① クーラント数理科学研究所の研究者はニューヨーク大学に所属する教員であり、大学院教育も行っている。また専門構成は、純粋数学、応用数学で半々となっている。
- ② 数学研究拠点として重要なことは、ラウンジや小さな講義室などの研究者同士のアクセシビリティを確保するとともに、交通の便が確保できる場所に立地する必要がある。
- ③ ここでは研究者の採用は、学部委員会 (department committee) が決定し、採用に当たっては研究分野のバランスなどを配慮する。
- ④ 数学-他分野融合研究を実施するに当たっては、数学と他分野で研究の進捗スピードが異なることに注意しなければならない。しかし、他分野が数学を必要とするようになってから数学研究者をその分野の研究に参加させるのでは遅い。

(6) カリフォルニア大学ロサンゼルス校数学科の Tony F. Chan 教授(※ 2006 年 10 月に NSF の数学・物理系科学局 (Directorate for Mathematical and Physical Sciences) の Assistant Director に就任予定)、Stanley Osher IPAM 元所長

インタビューを行った結果、両氏の意見は次のとおり。

- ① 近年、NSF はパリ、東京に続き、中国の北京に海外事務所を設置した。中国は数学で多くの人々をひき付けており、それはもはや中国人だけではない。今や北京はパリのようだ。我々が抱える優秀な学生は全て中国、北京、台北に関係がある。
- ② 中国では応用数学が歴史的に強く、優秀な学生が応用数学を学ぶ。これはおそらく日本では見られない。日本は大きな産業を有しており、応用数学に対して公的研究所や産業部門からの需要があると思う。
- ③ 数学を取り巻く状況はここ 20 年間で劇的に変化し、数学の教員数は大きく増加した。30 年前

には UCLA でも応用数学に関するものは何もなかった。

しかし、近年、最も優秀な学生は科学に行かない。このことは、米国社会とその競争力が科学技術に依存していることを考えると重大な問題である。日本でもそうだろう。そのため米国では外国人の能力を活用することにしたのである。

- ④ 日本は数学に対する見方や考え方を変えなければならない。日本の政府は、数学を、人々が知りたい、刺激的であると思うような魅力的なものにする必要がある。
- ⑤ ここ5、6年間で NSF の数学研究費が倍増した背景には、NSF のコミットによって全米アカデミーが報告書 Odom report を書いたことがある。Odom 氏は軍人出身(退役中將)だが、彼はこの議論をアカデミアや産業界まで広めた。

一方、政治家は2つのことに関心がある。一つは経済影響であり、もう一つは教育(training of people)である。技術者数では米国は中国やインドにかなわない。しかし、我々が教育する人々は革新者(innovator)である。

そういった意味で、Odom report による影響は非常に大きかった。数学研究者へのサポートは、物理学者、化学者、生物学者の半分に過ぎないことが分かった。この報告書は何処に学際的機会が存在するのかを明らかにし、NSF や議会に伝えるという重要な役割を果たした。

- ⑥ 近年、米国では国立衛生研究所(National Institute of Health: NIH)も年間 22 百万ドルの数学研究費を計算生物学センター(年間4百万ドル)など数学が大きな役割を果たす4つの組織に支出している。
- ⑦ 米国でも数学科の規模は小さく、数学研究者の主な業務(duty)は教育である。また、数学研究者に研究費を十分配分するには NSF の資金では足りない。そこで NSF は、多くの研究者が高いレベルの数学研究に参加することができるように数学研究拠点を形成している。確かに研究者全てにグラントを配るとなると多額となるが、研究者が研究所に来る旅費を研究所が支払うだけならそれほど高額にはならず、多くの研究者が研究活動に参加することができる。多くの数学研究者にとって研究世界に繋がる唯一の手段は数学研究所に来ることとなっている。
- ⑧ 自分は日本の数学研究の状況について詳しくはないが、例えば、シンガポールでは応用数学者が多いわけではないものの、政府の出資によって数理科学研究所がある。シンガポールは遠く大変行きにくいだが、最も優秀な数学研究者にとって魅力的であり得る。また、彼らは米国だけでなくヨーロッパとも関係が深い。
- ⑨ 日本でも保険数理の一部や地球科学における数学で非常に良い論文がある。ただ、これらは数学研究者ではなく、物理学者や工学者の仕事だったと思うが。しかし、諦めてはいけない。

日本は米国から見ても非常に高い工業力を持った先進国である。日本で数学の研究所を作るのであれば素晴らしいと思う。また、それは国際的なものにするべきである。というのは、数学研究所の標準として国際性が不可欠だからである。日本は北京に近いので、日本の研究所に立ち寄る研究者は多いはずである。もし日本の研究所がアジアやその他の国々の数学研究者

を受け入れる国際性を有するのであれば、非常に魅力的であり自分も行ってみたいと思う。

3. 日本における調査

3-1. 調査対象

米国の場合(参考1参照)とほぼ同様の設問について、以下の4名に対してメールによる意見聴取を行った。

- (1) (社)日本数学会の小島定吉理事長(東京工業大学教授)
- (2) 日本応用数理学会の小柳義夫会長(工学院大学情報学部長)
- (3) 京都大学数理解析研究所の高橋陽一郎所長
- (4) 北海道大学大学院理学研究院数学部門 21 世紀 COE プログラム「特異性から見た非線形構造の数学」の小澤徹拠点リーダー(北海道大学教授)

3-2. 調査結果

(1) (社)日本数学会の小島定吉理事長

小島理事長の意見は以下のとおり。

- ① 世界トップクラスの数学研究拠点は大学と研究所にある。大学では、例えば米国のプリンストン大学や英国のオックスフォード大学は超一流である。日本では東京大学、京都大学が力強い。拠点となる大学では伝統が重要なファクターの一つであり、優秀な数学者をスカウトでき、結果として優れた業績を残している。そのため、優れた学生が集まり、それが良い後継者を集めたい数学者を引き寄せるといふサイクルになる。

一方、数学では常勤研究者が殆どいない研究所の存在感が非常に高い。ここでは常勤研究者を殆ど擁さない、トップクラスの研究所を挙げる。米国の NSF がサポートする7つの研究所(米国数学研究所(AIM)、プリンストン高等研究所(IAS)、数学・応用研究所(IMA)、純粋・応用数学研究所(IPAM)、数理生物科学研究所(MBI)、数理科学研究所(MSRI)、統計応用数理科学研究所(SAMSI)、<http://mathinstitutes.org/> を参照)はいずれもトップクラスといえる。これらはそれぞれ特徴があり、全体で現代の数学のニーズとシーズをほぼ網羅している。また、カナダには Banff 国際研究ステーション、Fields 数理科学研究所、太平洋数理科学研究所(PIMS)、英国では Isaac Newton 数理科学研究所、フランスにはフランス高等科学研究所(IHES)、Henri Poincaré 研究所(IHP)、ドイツには Max Planck 数学研究所(MPIM)、Oberwolfach 数学研究所、イタリアには理論物理学国際センター(ICTP)がある。更に、ドイツの大学附置の時限研究機関である SFB も重要な役割を担っている。スウェーデンの Mittag-Leffler 研究所、インドの Tata 基礎研究所(TIFR)、ブラジルの国立純粋・応用数学研究所(IMPA)なども有名である。韓国や中国にも研究所はあるが、現在のところいずれも存在感は大きくない。

常勤研究者が殆どいない研究所の質は、集まる数学者の能力の高さによって決まる。上記の

拠点は全てこの点を満足している。もちろん、能力の高い数学者を集めるプログラムがあつての話で、研究所が場所を提供するだけでは拠点にはなりえない。

上記と比較できる日本の数学関係の研究所は、規模の上では京都大学数理解析研究所と統計数理研究所の2カ所であるが、いずれも設置形態が異なり、常勤研究者が多数を占めており比較は難しい。

拠点研究所の運営に関して、例えば、Banff と Oberwolfach では、年間を50週に分け、1週間単位の泊まり込み研究集会を50回開催することを主活動としている。特に Banff は数学者からのこのような形態の研究所設置要求が非常に強いことを背景に MSRI と PIMS が共同して設置したものである。

- ② 上記のように常勤研究者を殆ど擁さない研究所の活動は、数学研究の上で非常に大きな意味を持っている。その背景には、数学が国や地域に依存しない普遍性を有するとともに、数学の研究領域が細分化していることがある。数学研究者間に共通した研究課題を見つけることは難しいが、研究対象に対する数学研究者の感覚は共通しているため、とりあえず数学研究者が集まると話が進むということは多い。こうしたことを数学研究者はよく知っていて、数学のニーズに合致した研究所が設置されてきた。

常勤研究者を殆ど擁さない拠点研究所の設置におけるデメリットは数学界では考えられない。残念ながら、日本ではそのような研究所を制度的に設置しにくい環境にあると思う。

- ③ 日本では、90年代から始まった大学改革を通じて、数学の地位は大きく揺れ動いてきたと認識している。全国で数学系の独立研究科が三つ設置され、大学院学生数もかなり増加したが、博士課程修了生の就職事情は大変厳しく、ポスドク枠は大変な激戦である。一方、科学技術における重点化政策は、なかなか数学研究には結びつかず、数学者は政策からスポイルされた感を持ち始めている。数学研究者が申請できる研究費は科研費等の一部に限られ、しかもその競争は熾烈であるため、閉塞感が生じている。数学は全ての科学の基盤となる学問であることを考えれば、独立の予算配分基準を考えるなどの措置が必要だと思う。
- ④ 軍事研究以外の数学研究の振興に当たっては、トップダウンではおそらく新しいものは生まれないだろう。しかし、数学-他分野融合研究では、トップダウン方式の方が推進できる可能性が高い。
- ⑤ 上記の拠点研究所を念頭におくと、数学研究者が集まるための場所、数学研究者が滞在するための費用、数学研究者が利用する文献リソース整備に対する資金支援が必要である。また、大学が拠点となる場合には、研究時間を捻出するための代替教員の経費や学生及びポスドクに対するケアが加わる。
- ⑥ この10年間で中島啓氏がコール賞、平地健吾氏がバーグマン賞を受賞するなど、米国における日本人の数学研究者の存在感は非常に大きくなっているといえる。

数学には様々な分野があり、日本が存在感を示すことができるのはもちろん全てではない。し

かし、私個人としては世界の数学界における日本の存在感はそれなりのものがあると感じている。

(2) 日本応用数理学会の小柳義夫会長

小柳会長の意見は以下のとおり。

- ① 応用数理学は数学と関連はあるが、数学そのものではない。
- ② 数学の視点では分からないが、応用数理学の観点では、数学や情報学のようなメタな科学と理工学・医学・社会科学などの応用諸分野との間に「相互に」交流があることが重要だと思う。数学や情報学を諸分野に活かすという視点はどこにもあるが、逆に諸分野から数学や情報学へのフィードバックを意識しているところは必ずしも多くない(特に日本では)点は問題だと思う。

その観点で世界トップクラスの研究拠点としては、米国のローレンス・バークレイ国立研究所(LBNL)、オークリッジ国立研究所(ORNL)、アルゴンヌ国立研究所(ANL)などの DOE 関係の研究所が挙げられる。欧州では、英国の Harwell 研究所、フランスの INRIA、ドイツの Max Planck 研究所のいくつかなどが挙げられる。特に、米国の DOE の研究部門の責任ある地位で、このような分野にビジョンのある人がリーダーシップを取っていることは羨ましく思う。

- ③ 応用数理学の観点では、数学的な発想と応用諸分野とが、意味ある相互交流を密に行うことができるような研究拠点が形成されることが望ましいと思う。
- ④ 応用数理学の視点からは、コンピュータの発達が数学的な思考の重要性を認識させたという点が大きいと考えられる。

本会で出た議論の一つは、日本の数学者の視野の狭さである。数学者の発想の独善性が、社会的地位が向上しない原因ではないのか、という指摘もあった。

- ⑤ 基本的に研究活動は学問の内的な必然性に基づいて振興すべきであり、近視眼的な有用性のみで判断すべきではない。数学や基礎物理学などの基礎科学では特にそうである。しかし、社会的な投資を必要とするため、社会に対する説明責任は存在する。他分野と融合した研究は今後ますます必要性を増し、これが数学自体の発展にも寄与すると思われる。

(3) 京都大学数理解析研究所の高橋陽一郎所長

高橋所長の意見は以下のとおり。

- ① 純粋数学における世界トップクラスの研究拠点としては、米国のプリンストン高等研究所(IAS)が挙げられる。また、米国の数理科学研究所(MSRI)、ドイツの Max Planck 数学研究所(MPIM)などに加えて、フランスのパリでは、Ecole Normale Supérieure、Ecole Polytechnique をはじめ、以前パリ大学だった各大学が分野毎に有機的に連携して一大拠点を形成している。

応用数学では、米国の数学・応用研究所(IMA)、純粋・応用数学研究所(IPAM)、Courant 数理科学研究所(CIMS)が代表的な研究拠点である。なお、CIMS では現在教育機能が重視さ

れていると思う。

数学-他分野融合研究はテーマ毎に行われてきており、恒常的に行っている組織は見当たらない。

これらの他に欧米では、ドイツの Oberwolfach に始まり、パーマネントスタッフをほとんど擁さない、「研究集会拠点」的な研究所が多数設立されている。

② 世界トップクラスの数学研究拠点が満たすべき条件とは、魅力的なパーマネントスタッフを擁し、外部の研究者にとって訪問すればレベルの高い最先端研究の動向が掴めるとともに、自分の研究の進展が期待できるため、アクティブな長期滞在型訪問研究者が多数集まること。また、これを支える図書室機能やコンピュータネットワーク機能等が整い、研究支援体制が充実していること。

③ 数理解析研究所は所員による研究、国内共同研究(全国共同利用)、国際共同研究拠点を中心として、独自の大学院教育も行っている。対象分野としては、純粋数学を核に、応用数学、数理物理学に加えて、理論コンピュータサイエンス、数理工学などにも広がっている。また、国内有数の図書室を共同利用に供しており、独自のコンピュータシステムも維持している。更に、共同利用研究集会等のプロシーディングである『数理解析研究所講究録』は既に 1477 号を数え、数学専門誌「Publication RIMS」も編集・発行している。米国数学会(AMS)の Notices において、数理解析研究所は「数学研究に関する全ての機能を持つ」と評された。

しかし、研究所運営に当たっては研究基盤整備経費、特に専門誌購入費の確保に苦勞している。他の数学教室で購入を取り止めた専門誌を本研究所で切り捨てることは国内からの当誌の消失を意味しており、全国からの要請もあり苦慮している。

国内・国際共同研究に関しても資金が絶対的に不足している。研究集会や国際共同研究における参加者や講演者の旅費・滞在費に対する研究所からの配分額はしばしば不十分であり、不足分は共同研究者などの科研費に依存している。

所員各自の研究資金は全面的に科研費等に依存しており、研究所からの配分はない。

更に、人件費削減によって、優秀な研究者にポストを与えて迎えることが困難となり、研究者の流動性を妨げる結果となっている。研究の活性化、他教室への人材供給の観点から、研究者の流動性の確保は研究所の生命線である。

④ 本研究所のような数学研究拠点を形成することにより、

- ・ 所員の研究に関して、萌芽期にある有望な研究者を招聘して研究に専念してもらうことによって、大きな研究成果がもたらされた。
- ・ 国内共同研究に関して、研究集会や共同研究を実施することによって、新興の数学領域の形成とその後の発展に大きく寄与してきた(例えばカオス、ソリトンについて研究資金の獲得に至る前の段階で共同研究の場を提供した)。
- ・ 国際共同研究に関して、年間約 200 名の海外の最先端研究者を招聘することによって、

日本全国の数学研究活動の活性化を図ることができた。また、研究支援体制が組織的に確立されたことも重要である。本研究所の図書室は全国の研究者に開かれ、大きな貢献をしてきた。

数学研究は基本的に個人単位であり、研究者相互の討論、情報交換及び研究資源活用が必要である。このため、地域・領域毎に毎週開催されるセミナーや、特に年に1、2回海外研究者も交えて全国の研究者が直接対話する場の設定は極めて重要である。

一方、日本に数理解析研究所しか数学研究所が存在しないために、活発な研究者が本研究所に局在化してしまい、その結果、全国的に研究の方向性に偏在化を生じ、将来の研究の芽となるべき地道な研究とその多様性を損なってしまう可能性が考えられる。

- ⑤ 自らの機関を評価するときには、研究分野の選択等の戦略的な視点も重視している。

本研究所における教官及びその他の研究者の人事は教授会が行っている。研究者の評価に当たっては主として国際的な活動実績を基準としている。教員の任期制は導入していないが、教授レベルの研究者でもかなりの流動性がある。

- ⑥ 本研究所では、教員(教授、助教授、助手及び講師)41名(2)、客員教授5名(3)、雇用研究者13名(5)、非雇用長期研究員4名の数学研究者63名(10)に対し、研究秘書室8名、共同利用・交流室7名、図書室6名、事務職員12名のサポータースタッフ33名を擁している(定員外職員、派遣、休職者など23名を含む。06年5月末日現在。括弧内は外国人の内数)。

- ⑦ 外部研究機関との関係について、本研究所の運営委員会や専門委員会では日本学術会議の推薦に基づき外部有識者を委員としている。また、2006年度より所内に数理解析先端研究センターを設置し、例えば、サバティカル制度を利用した長期滞在研究者を特任教員として受け入れることができるようにした。

- ⑧ 本研究所では、研究集会、国内共同研究などの研究課題は全て公募している。そのうち、数学-他分野融合型研究も採択されており、いくつかの研究集会では企業の研究所等からの参加者も多い。

個人的な経験では、将来の可能性が感じられた課題は公募で前広に採択して、研究集会を開催してもらってきたことが長期的にかなりの貢献をもたらしたように思う。

- ⑨ 本研究所の予算総額は約10億円。収入総額の8割が運営費交付金であり、残り2割の大部分は21世紀COE及び科研費。一方、支出総額の7割が人件費であり、更にその7割が教員及び研究者の雇用費。その他の主なものとして、旅費等(招聘外国人滞在費を含む)が約1億円、図書費が8,000万円強、コンピュータ関係費が約5,000万円、出版経費が約2,000万円となっている。

- ⑩ 日本の数学研究状況について、特に統計学の理論研究を憂慮しており、数理統計関係の研究集会を数理解析研究所で開催している。

また、学生の学力低下を補うための全学教育、専門教育のコマ数の増加や、ポスドク期間に

おける若手研究者の実績が必須となったことに伴う指導量の増加によって、数学に携わる大学教員は多忙となり、小粒の研究が多くなっている。

他方、例えば、UCLA の純粋・応用数学研究所 (IPAM) における研究課題の多くは、日本では工学研究科などに所属している数学者によって行われてきたように思うが、このような分野でも若手が小粒になっており、このままでは分野融合はより難しくなる危惧がある。

更に、近年の国内情勢から、数学者の教育への負担(入試等を含む)は増大する傾向にあり、事務員数の減少に伴う管理運営業務の増加と相まって、数理解析研究所を含めて全国的に研究に専念できる時間が減少傾向にあることは憂慮すべき事態である。

(4) 北海道大学大学院理学研究院数学部門 21 世紀 COE プログラム「特異性から見た非線形構造の数学」の小澤徹拠点リーダー

一部を除き個人的見解であるとした上、同氏の意見は以下のとおり。

① 純粋数学に関する世界トップクラスの研究拠点は次のとおり。

- ・ 米国のプリンストン高等研究所 (IAS) : フィールズ賞受賞者を多く所員に持ち、トップレベルのプリンストン大学数学物理学科の近くに立地。世界最高水準の紀要 *Annals of Mathematics* を出版
- ・ フランス高等科学研究所 (IHES) : 所員数は少ないが世界最高クラスとして尊敬を集める。トップクラスの数学研究拠点であるパリ第 11 大学 (オルセー) の近くに立地し、良い関係を保っている。ここの紀要も非常に水準が高い。
- ・ スウェーデンの Mittag-Leffler 研究所 : 滞在型研究所で常勤は所長のみ。毎年一つ研究課題を決める。その組織委員には北欧 (四ヶ国) から一人以上入ることが求められる。世界最高レベルの研究者を集めている。世界最高水準の雑誌 *Acta Mathematica* と高水準の雑誌 *Arkiv für Mathematics* を紀要として出版している。

② 数学-他分野融合研究に関する世界トップクラスの研究拠点は次のとおり。

- ・ Courant 数理科学研究所 (CIMS) : 応用数学指向が強いが純粋数学も融合研究も盛んである。所員数が大変多い。研究活動が教育活動と有効に連携している。世界最高水準の雑誌 *Communications on Pure and Applied Mathematics* を紀要として出版している。
- ・ 数学・応用研究所 (IMA) : 数学-他分野融合研究の最先端である。特定のテーマの下、純粋数学者、他分野研究者、産業界の研究者が集まり、新分野を開拓し世界に発信し続けている。紀要は最高水準とまでは言えないが一定レベルは保っている。

③ 世界トップクラスの数学研究拠点の満たすべき条件は次のとおり。

- ・ (常勤・非常勤・滞在者を問わず) 世界トップクラスの研究者を数多く集めていること
- ・ 世界トップクラスの研究者の周囲に、大学院生、ポストドクが世界中から集まっていて、研究活動がグループとして活発であること

- ・ 世界トップクラスの研究者が短期でも来たがる環境を整えていること
- ・ セミナーや研究者同士の議論などを通じて、世界トップクラスの研究がどの様に形成されていくのか、その拠点にいれば肌で感じ取れること
- ・ 世界トップクラスの雑誌を発行していること
- ・ 以上の活動を支える強力な支援体制が備わっていること

④ 北海道大学数学 COE の特徴やセールスポイントは次のとおり

- ・ 数学を大変広い学問と位置付けていること(これは欧米では普通であり特に特徴ではないが、日本では特徴である)
- ・ セミナー、研究集会、各種講演会、プレプリント、研究者紹介、訪問者などを web で見ることができ(これは欧米では普通であり特に特徴ではないが、日本では特徴である)
- ・ 学内他分野研究者が気軽に数学上の質問ができるシステムがあること
- ・ ポスドク応募者が多いこと。毎年数名の公募に対して、国内から 60 名以上、国外から 70 名以上の応募がある。
- ・ 日本で一番良い研究支援体制が整っていること

また、北海道大学数学 COE の運営に当たって苦勞する点としては、

- ・ 資金集めと学内制度の問題から、研究支援体制を維持すること
- ・ 研究スペースを確保すること。セミナー室の需要は増える一方であり、ポスドクや訪問者の研究場所も必要である。
- ・ 数学教室が出版する雑誌のレベルを向上すること

⑤ 数学の研究拠点を形成することによって、国内外から研究者が集まることができる。数学研究では、単独研究でも、人と話をすることによって思いがけない飛躍がしばしば起こる。海外の滞在型研究所において、多くの日本人研究者がこうした恩恵にあずかっている。

研究拠点運営についてのチェック機能を整備しておくことは必要だろう。

⑥ 北海道大学数学 COE の数学研究者の雇用は原則公募である。年度毎に領域のバランスを考慮した人事委員会を組織し、応募者毎に担当委員を付け、担当委員は応募者の専門、業績紹介を行い評価する。更に、委員会で質疑応答などを繰り返しながら採用を決める。選考基準としては研究成果の質を最も重視するが、論文数、論文掲載雑誌の水準や種類、論文ページ数、共著者数、国際研究集会招待講演回数、研究費獲得状況などのデータや論文毎のレビュー(主として米国数学会(AMS) Reviews の評価)の内容や推薦書の内容も重視する。

⑦ 北海道大学の数学教室構成員(電子科学研究所協力講座・高等教育センター関係者を含む。北海道大学数学 COE の構成員とほぼ同じ)などは次のとおり(2006 年 6 月現在)

- ・ 教官 51 名:うち数学部門 44 名、他部局※6 名、北海道大学数学 COE 雇用 1 名
- ・ 学部生(2 回生~4 回生)178 名、大学院生(修士及び博士課程)145 名
- ・ 研究員 26 名:うち受入 PD11 名、科研費雇用 3 名、北海道大学数学 COE 雇用 12 名

- ・ 事務員 12 名:うち契約職員 2 名、パート職員 1 名、北海道大学数学 COE 雇用 8 名、派遣契約 1 名
- ・ 図書館員 5 名:うち正規職員 2 名、パート職員 1 名、科研費雇用 1 名、派遣契約 1 名
- ・ 秘書 3 名(全て科研費):うち数学部門 1 名、他部局※2 名

※ 他部局:他部局での業務を主とする者

サポーティングスタッフの経費の大半は北海道大学数学 COE と科研費に頼っている(大学の資金で賄われているのは、事務員 3 名(契約とパート)と図書館員 3 名(正規とパート)分のみ)ものの、研究支援体制は日本で最も充実していると思われる。

- ⑧ 北海道大学数学 COE の活動には、北日本を中心に多くの数学者が COE 協力研究員として参加している(北海道工業大学、公立はこだて未来大学、北見工業大学、室蘭工業大学、金沢大学の教官など。COE 協力研究員一覧:

<http://coe.math.sci.hokudai.ac.jp/interactions/collaborate/index.html.ja>)。この協力研究員は北海道大学数学 COE 本部に滞在中、内部研究者と同等の研究環境が与えられるほか、本務の研究機関においても COE 本部の文献サービスを利用でき、プレプリントシリーズに投稿することができる。

- ⑨ 数学の研究課題の選択やその実施方法は研究者個人又は少人数の研究グループの判断で自由に行われている。数学-他分野融合研究については「先端研究のための数学センター」に持ち込まれた質問をきっかけに始まることが多い。その場合、数学者は質問者とのコミュニケーションを上手に取りつつ、数学的本質を探る作業の中で研究形態を決めることとなる。

- ⑩ 北海道大学数学教室及び北海道大学数学 COE の収支総額は約 24,000 万円(2005 年度実績、常勤教員の人件費は除く)

- ・ 収入内訳:科研費(直接経費のみ)9,000 万円、21 世紀 COE 拠点形成費 9,000 万円、校費等(科研費間接経費を含む)6,000 万円
- ・ 支出内訳:人件費(特任教授、ポスドク、研究支援員、事務、秘書)8,100 万円、旅費(国内外)7,900 万円、図書費 2,300 万円、消耗品 1,900 万円、PC 等備品 1,500 万円、謝金 500 万円、その他(印刷費、諸経費、予備費)1,800 万円

- ⑪ 数学-他分野融合研究の実施に当たっては、他分野研究者が用いる専門用語は数学では何に相当するのか、といった言語レベルの相互理解から始めなければならない、多大な時間がかかることを互いに覚悟する必要がある。また、質疑の応酬が続く居心地の悪さに耐え続けなければならない。数学者は、必要に応じて、他分野の問題意識や背景にある論理関係の抽出を行いつつ、数学の知識や考え方を他分野研究者に分かりやすく説明しなければならない。

- ⑫ 日本の数学者の研究状況について、良い研究をしている日本人数学者は多いと感じる。国際学術雑誌の編集委員や国際研究集会の組織委員を務める日本人数学者は確実に増加している。しかし、研究環境は確実に悪化していて、地方の小規模な大学ほど酷くなっている。大学

院重点化とともに大規模な大学の大学院生が一時期増加し、その能力も多様化した。が、学位取得者が能力を活かせるポストは減少してしまった。日本学術振興会特別研究員の数も増えていないことを大変心配している。

4. 調査結果の分析と日本に対する政策的含意

今般の米国現地調査において、2006年5月に公表した報告書「忘れられた科学－数学」(Policy Study No.12)の概要版の英語仮訳をNSF関係者やDOE関係者、数学研究所長などに示したが、目立った異論はなかった。米国の数学関係者にとってそれなりに納得できる内容だったのではないと思われる。

以上から「忘れられた科学－数学」(Policy Study No.12)を踏まえ、米国の数学振興政策の考え方と数学研究拠点の状況を明らかにするために、今般の意見聴取の結果をとりまとめる。

4-1. 米国における「数学」振興の基本

- (1) 米国では、純粋数学と応用数学はどこかで区別されて振興されるべきである、とは考えられていないように思われた。米国連邦政府や数学研究所では、数学を純粋数学、応用数学を含む広範な科学として捉えている。更に、このような数学に、基礎工学的な科学も加えた数理科学 (mathematical science)も重視されている。
- (2) 数学のどの領域が将来ブレークスルーを起こすかは予測不可能であるため、米国連邦政府は政策として数学の特定の領域を限定して振興することは危険であると認識している。
- (3) 連邦政府や数学研究所は、①数学内の異領域間の交流 (interface)、②純粋数学と応用数学の交流、及び③数学と他の科学分野の交流のそれぞれを重視している。そのため、純粋数学研究者、応用数学研究者などに、数学の他領域や他分野への関心を強めるようなインセンティブを与え、それぞれの研究能力を最大限に発揮してもらおう、という政策的方針があると思われる。

1998年のオドム・レポート(Policy Study No.12 参考資料 3-1 参照)では次のように述べている。『多くの数学者は外の世界を参考にすることなく自己の主題を純粋論理構造として発展させるが、いかに純粋に見えようとも数学のどの領域でも重要な応用がある。優れた純粋数学は常に助成に値する。しかし国と米国数学界の利益のためには、数学者と数学の利用者との間でもっと効果的な交流が必要である。数学に関与する者すべてがこの交流を改善させる責任を分かち合わなければならない。』

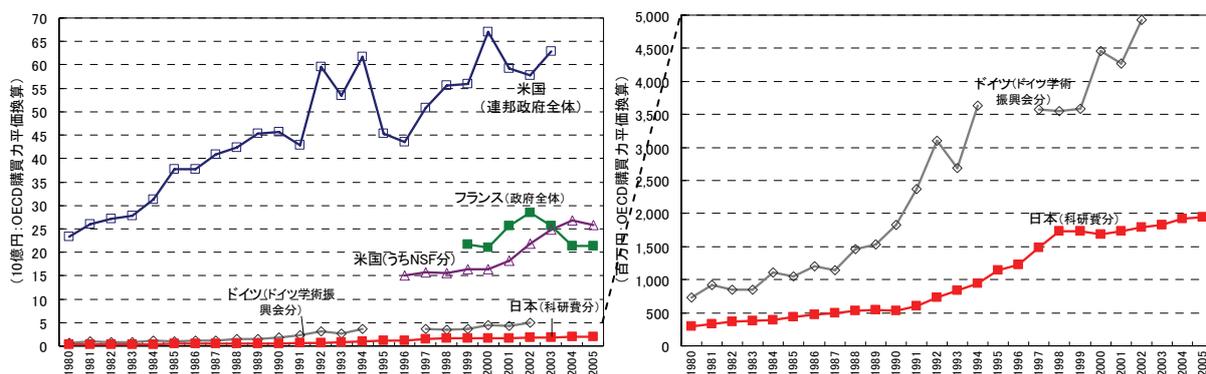
4-2. 米国連邦政府関係者による世界の数学研究の状況認識

- (1) 1990年代より、米国をはじめ世界の多くの国において数学研究所が次々と新設される(図表 4)など、数学研究の強化が世界的に進展している。米国においても、2000年～2004、2005年において、NSFの予算全体が60～70%増加し、そのうち数学では100%増加、つまり倍増した(図表 5)。

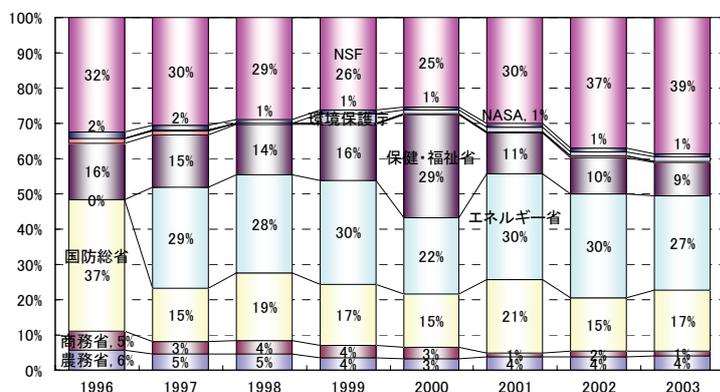
この図表では、各国の比較のため OECD 購買力平価で日本円に換算しており、2倍にはなっていない)ことに見られるように、連邦政府として数学に注力している(図表 5、図表 6)。インタビューでは言及されなかったが、データを見ると米国連邦政府は特に数学の基礎研究に力を入れているようである(図表 7)。

国名	研究所数	設立年	国名	研究所数	設立年
米国	10	1930, 1982, 1982, 1989, 1994, 1998, 2000, 2001, 2002, 2002	シンガポール	1	2000
フランス	4	1928, 1958, 1975, 1996	スイス	1	-
ドイツ	4	1944, 1980, 1992, 1996	スウェーデン	1	1916
英国	4	1965, 1990, 1992, -	スペイン	1	1984
カナダ	4	1969, 1992, 1996, 2003	ニュージーランド	1	2002
イタリア	3	1939, 1964, 2001	ノルウェー	1	2002
オランダ	3	1946, 1992, 1997	ハンガリー	1	1949
オーストラリア	2	2002, -	ブラジル	1	1952
オーストリア	2	1993, 2003	ポーランド	1	1972
インド	2	1945, 1962	ポルトガル	1	1993
ロシア	2	1934, 1988	中国	1	1985
日本	1	1963	南アフリカ	1	2003
			合計	53	

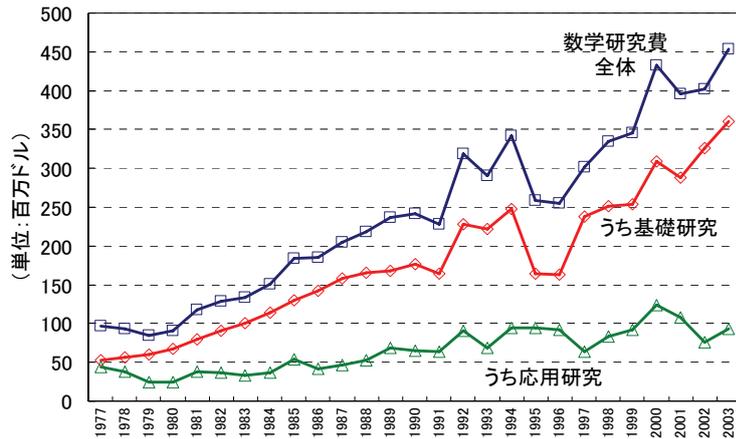
図表 4 近年、国際数学者会議(ICM)において活動実績があると思われる国別数学研究所数(科学技術政策研究所作成。太字は90年以降の設立年、-は設立年不明を示す。90年以前のロシアは旧ソ連とみなし、ドイツは旧東ドイツを含まない(以下同じ))



図表 5 主要国政府における数学研究費の推移(右図は左図の拡大、日本: 科学研究費補助金採択課題・公募審査要覧、米国: Federal Funds for R&D、フランス: Recherche et développement en France、ドイツ: Bundesbericht Forschung 及び Faktenbericht Forschung から作成)



図表 6 米国連邦政府における数学研究費の省庁別割合の推移(Federal Funds for R&D から作成)

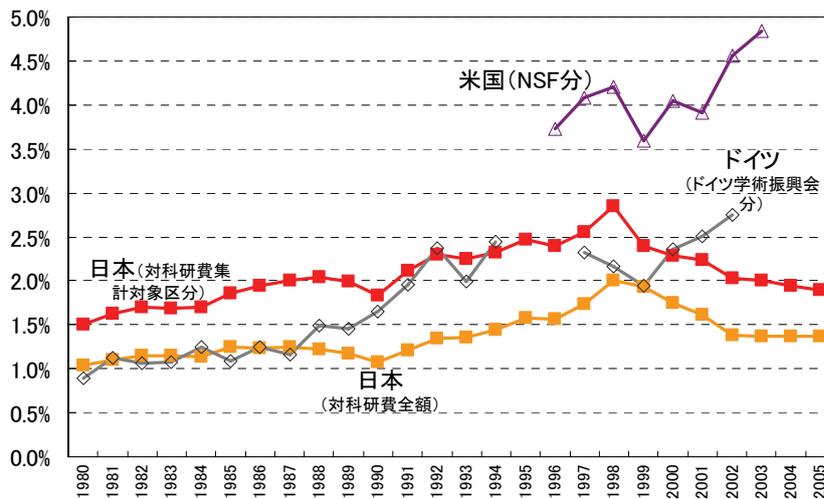


図表 7 米国連邦政府における数学研究費の性格別推移 (Federal Funds for R&D から作成)

【主要国政府における数学研究費に関する追加分析】

主要国政府における数学研究費の調査分析は Policy Study No.12 でも実施したが、ここではその追加分析結果を述べる。

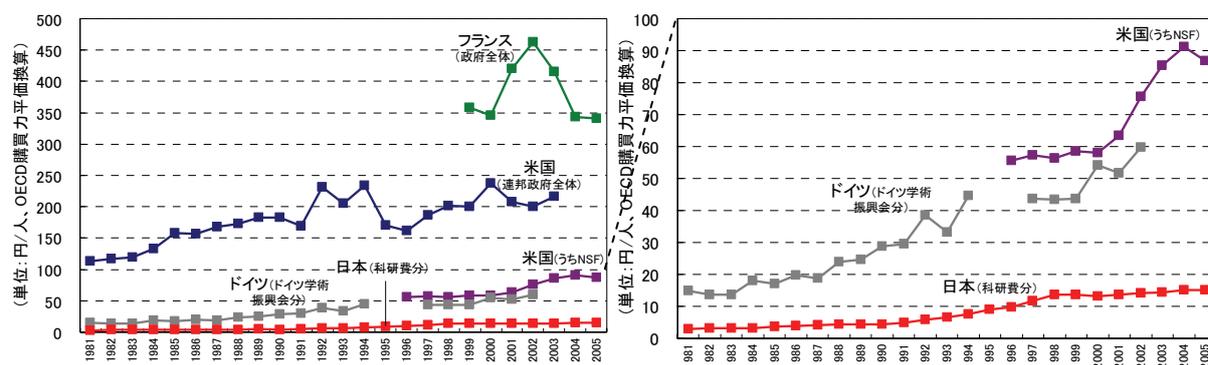
主要国政府における数学研究費 (図表 5) のうち、日本 (科研費分)、ドイツ (ドイツ学術振興会分) 及び米国 NSF それぞれの全グラントを分母とした場合の数学研究費の割合の推移を示すと図表 a となる。日本では、98 年まで科研費に占める数学研究費の割合は増加傾向だったが、それ以降減少傾向に転じている。米国及びドイツでは、それぞれのグラント全体に占める数学研究費の割合は長期的に増加傾向にある。現在、数学研究費の割合は日本が約 1.9%、米国 NSF が約 4.8%、ドイツが約 2.8% である。



図表 a 主要国における数学研究費の割合の推移 (図表 5 の出典資料から作成)

また、主要国における国民一人当たりの数学研究費 (図表 b) を見ると、米国、ドイツ、日本では長期的な増加傾向にあることが分かる。現在、国民一人当たりの数学研究費は、日本 (科研費分) で約 15 円、米国で約 200

円(うち NSF 分が約90円)、フランスで約340円、ドイツ(ドイツ学術振興会分)で約60円である。



図表 b 人口当たりの政府の数学研究費の推移(右図は左図の拡大、図表 5 の出典資料、及び Main Science and Technology Indicators 2006-1(OECD) から作成)

以上から、日本の数学研究費(科研費分)は増加しているものの、その割合は減少している。日本では数学研究などの基礎・基盤的な研究の研究費は、科研費に大きく依存していると推測されるため、数学研究費全額も主要国と比べて圧倒的に少ないと考えられる。

(2) 数学研究について、近年、特に中国の台頭が著しく、米国は強い危機感を抱いている。中国政府の数学研究予算は年率 25~30%と急激に増加していること、中国内に数学研究所が多く設立されていること、北京などでは頻繁に大規模な数学研究集会などが開催され、それに伴い数多くの著名な外国人数学研究者が招聘されて、活気に満ちていることがインタビューの話題になった。

確かに、フィールズ賞受賞者や国際数学会議(ICM)や国際産業応用数学会議(ICIAM)における基調・招待講演者など極めて優秀な研究者の規模という意味では、中国の数学研究能力はまだ日本に及ばないと考えることができる(図表 8、図表 9)。しかし、数学研究の論文数では既に日本を追い抜いていることを示すデータもあり(Policy Study No.12 図表 2-1 参照)、数学研究者全体の層の厚みでは既に日本を凌いでいると考えられる。

(3) 日本の状況に関しては主に次のような認識であった。

- ① 理由は分からないが、日本では明らかに数学に対する投資が十分ではなく、10~20年ほど前と比較して日本の数学研究は活気を失っているように見える。日本も数学研究拠点を整備すべきである。
- ② 日本は大きな産業を擁しており、多くの分野の研究機関や産業からの応用数学に対する需要を有しているはずである。
- ③ 日本の政府は、数学が持つ魅力や可能性を一般の人々や産業に伝える活動を拡大すべきである。

また、優秀な研究者の例として日本人研究者の氏名が挙げられることはあったが、研究機関名

が挙げられることはほとんどなかった。しかし、今回の調査では数学-他分野融合研究に関する調査を中心としていたため、調査対象を純粋数学とすれば、比較的純粋数学が盛んな日本 (Policy Study No.12 図表 2-b 参照) について異なる回答が得られた可能性はある。

	国名	1986年(於:米国)	1990年(於:日本)	1994年(於:スイス)	1998年(於:ドイツ)	2002年(於:中国)	2006年(於:スペイン)
1	米国	(66)	63	78	90	78	89
2	フランス	18	19	21	23	26	28
3	ロシア	35	19	8	2	7	3
4	ドイツ	10	7	9	(15)	9	10
5	英国	5	7	7	8	7	13
6	イスラエル	5	4	4	9	10	6
7	日本	3	(24)	3	7	6	7
8	スイス	2	1	(5)	4	7	6
9	イタリア	5	1	1	5	5	4
10	カナダ	1	3	5	3	3	5
11	オランダ	4	1	1	5	1	4
12	オーストラリア	0	1	2	1	6	1
13	スウェーデン	1	1	0	3	3	1
14	デンマーク	0	1	2	1	2	2
14	インド	0	1	3	1	1	2
14	ハンガリー	2	2	1	1	1	1
17	ブラジル	1	1	2	2	1	0
18	ベルギー	1	0	1	2	2	0
19	ポーランド	1	0	0	1	1	2
19	フィンランド	0	0	1	2	1	1
21	中国	1	0	2	0	(16)	1

図表 8 国際数学会議(ICM)における基調・招待講演者数の国別推移

(ICM Proceedings 及び国際数学会議の WEB から科学技術政策研究所が作成。括弧は当該年の会議のホスト国。国順は 86~06 年の基調・招待講演者数平均による(ホスト国の場合を除く))

		1999年(於:英国)	2003年(於:オーストラリア)	2007年(於:スイス)
1	米国	10	10	13
2	ドイツ	4	3	3
3	英国	(5)	2	1
4	フランス	2	2	3
5	日本	3	1	2
6	カナダ	1	0	3
7	中国	1	1	1
7	イタリア	1	1	1
7	オーストラリア	1	(2)	0
10	オーストリア	1	1	0
10	オランダ	1	1	0
10	ロシア	1	1	0
13	ブラジル	0	0	1
13	イスラエル	0	0	1
13	ベルギー	0	1	0
13	シンガポール	0	1	0
13	スペイン	1	0	0
13	スウェーデン	1	0	0

図表 9 国際産業応用数学会議(ICIAM)における基調・招待講演者数の国別推移

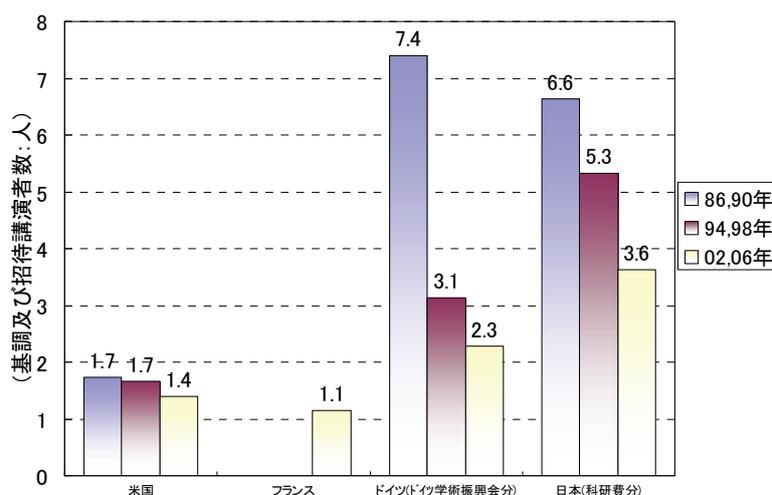
(国際産業応用数学会議の WEB から科学技術政策研究所が作成。括弧は当該年の会議のホスト国。国順は 99~07 年の基調・招待講演者数平均による)

【国際数学会議の基調・招待講演者数に関する調査分析】

4年に一度開催される国際数学会議(ICM)において、基調講演や招待講演に招かれる数学者(毎年約150~200名、図表8)はトップレベルであると考えられる。ここでは、数科学研究のアウトプット指標としてこの人数を使用する。但し、会議開催時のホスト国は、自国の基調講演者や招待講演者を通常より多くする場合があるため、会議開催時のホスト国の人数(図表8の括弧内の数字)は分析に使用しない。

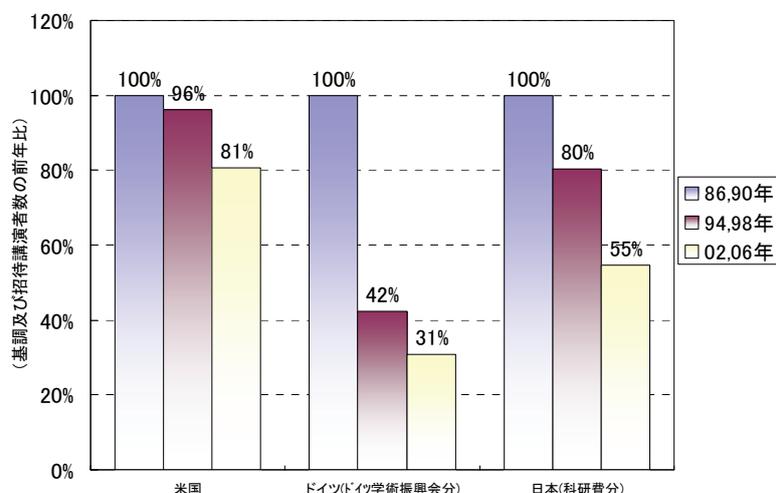
なぜ国際数学会議の基調・招待講演者数で分析するのか。確かに、数科学研究で最も権威あるフィールズ賞受賞者数で分析することも考えられるが、各国の動向を時系列で分析するためには数が不十分である。また、国際数学会議以外に国際産業応用数学会議(ICIAM)における基調・招待講演者数(図表9)を分析に使用することも考えられるが、ICIAMは全体で30人前後と数があまり多くないことから、各国の動向分析にはあまり適していないものと思われる。

まず、主要国政府の数科学研究費(図表5)当たりの国際数学会議の基調・招待講演者数(図表8)の推移を調べる(図表c)。図表cから、米国やフランスでは日本やドイツより数科学研究費当たりの基調・招待講演者数が比較的多い。これは、日本とドイツでは数科学研究費の全体額が不明であり、それぞれ科研費分とドイツ学術振興会分のみ判明しており、日本とドイツでは図表cの分母となる数科学研究費が小さくなってしまったためと考えられる。逆に、米国やフランスといった数科学研究で先進的な国々の基調・招待講演者数を鑑みると、日本の数科学研究費全体額が科研費の配分額(約19億円)の約3倍近くでもおかしくはないと考えられるが、一部の大学の基盤校費の状況(Policy Study No.12 図表3-3 参照)から推測する限りでは、実際にはそれほど数科学研究費はないと思われる。また、日本、米国、ドイツのいずれでも数科学研究費当たりの基調・招待講演者数は減少傾向にある。しかし、研究費全体が判明している国(米国、フランス)とそうでない国(日本、ドイツ)の傾向比較には限界があり、各国における時系列の比較が有効であると考えられる。



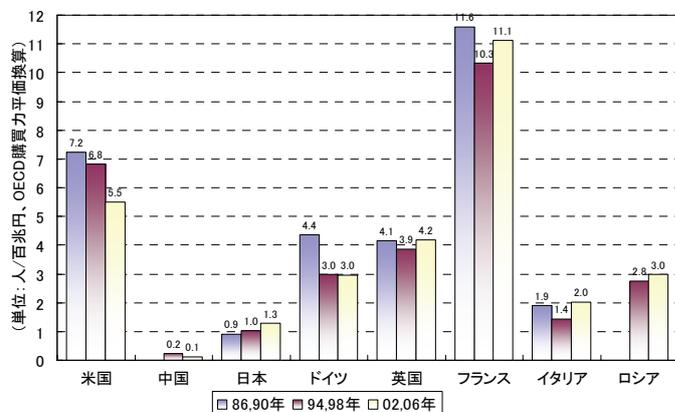
図表c 数科学研究費10億円(OECD購買力平価換算)当たりの国際数学会議の基調・招待講演者数の推移(図表5、図表8から作成。86,90年平均の基調・招待講演者数に対しては82-89年平均の数科学研究費、94,98年平均の基調・招待講演者数に対しては90-97年の数科学研究費、02,06年平均の基調・招待講演者数に対しては98-05年平均の数科学研究費とする。)

そのため、図表 c において各国の 86,90 年の平均値を 100%とした場合の経年変化(図表 d)を調べると、長期的には米国では比率があまり下がっていない一方、日本やドイツでは比率が大きく下がっている。これは、90 年のソ連崩壊に伴う研究環境の悪化によって、ロシアの優秀な数学研究者の多くが米国に移動したことが関係するのではないかと推測される(図表 8)。また、ドイツにおける 86,90 年平均値から 94,98 年平均値への大きな減少率(58%)は、ドイツの数学研究費が 90 年代初頭から大きく増加してきたこと(図表 5)や、89 年の東西ドイツ統合に伴って数学研究者数が増加したことが考えられる。ここで 94,98 年平均から 02,06 年平均への比率低下について、米国では 15%、ドイツでは 11%であるが、日本では 25%となっており、日本の比率低下が比較的大きい。このことは、現在の日本の数学研究費の規模では、日本の数学研究全体を振興するには力不足であることを示している可能性があると考えられる。

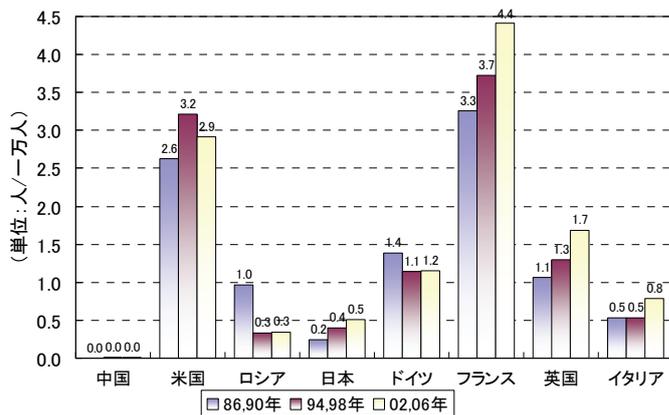


図表 d 図表 c について各国の 86,90 年平均値を 100%とした場合の経年変化(図表 c から作成)

この点については、主要国の GDP や人口に対する基調・招待講演者数の割合からも裏付けられると思われる(図表 e、図表 f)。図表 e、図表 f から、日本における基調・招待講演者数の伸びは GDP や人口の伸びよりも大きいものの、割合自体は他国より少ない。日本より割合が少ない主要国は中国とロシアだけである。つまり、国の規模と比較して日本の基調・招待講演者数は少ない。



図表 e 主要国の GDP に対する国際数学会議の基調・招待講演者数の割合の推移(図表 8 と Main Science and Technology Indicators 2006-1(OECD) から作成。横軸は近年の GDP(OECD 購買力平価換算)の大きい国順)



図表 f 主要国の人口に対する国際数学会議の基調・招待講演者数の割合の推移(図表 8 と Main Science and Technology Indicators 2006-1 (OECD)、及び世界人口年鑑 1990 (国際連合) から作成。横軸は近年の人口の大きい国順)

このようなことから、純粋数学も含めた日本の数学界全体の底上げに必要な施策が求められると考えられる。

4-3. 米国の数学研究拠点の状況と日本に対する政策的含意

(1) 米国をはじめ世界において、常勤研究者が主体となる研究拠点とともに、滞在型の数学研究拠点が次々と設立されている。

近年設立された数学に関する滞在型研究拠点の例(日本の数学研究者からの聞き取り調査による)

米国: ミネソタ大学数学・応用研究所 (IMA、82 年設立、参考2参照)

カリフォルニア大学ロサンゼルス校純粋・応用数学研究所 (IPAM、00 年設立、図表 2、参考3参照)

ドイツ: マックス・プランク科学数学研究所 (96 年設立、図表 10 参照)

英国: アイザック・ニュートン数理科学研究所 (92 年設立、図表 10 参照)

カナダ: バンフ数学イノベーション・発見国際研究ステーション (03 年設立、図表 1 参照)

中国: 浙江大学数学科学研究中心 (02 年設立、図表 10 参照)

台湾: 台湾清華大學国家理論科学研究中心 (97 年設立)

韓国: 韓国基礎科学支援研究院国家数理科学研究所 (06 年設立)



図表 10 ドイツのマックス・プランク科学数学研究所(左の写真)、英国のアイザック・ニュートン数理科学研究所(中央の写真)及び中国の浙江大学数学科学研究中心(右の写真)の様子(各研究所の web <http://www.mis.mpg.de/>、<http://www.newton.cam.ac.uk/>、<http://www.cms.zju.edu.cn/>から抜粋)

これらの滞在型研究拠点においては、数学のテーマや他分野との融合テーマを毎年決定し、これに関する内外の一流研究者を結集して、集中的に研究や議論を行うといった運営形態(参考2、参考3参照)をとっている。

- 例:ミネソタ大学数学・応用研究所(IMA)における年間課題プログラム(参考2参照)
- 2004年度:材料及び巨大分子の数学(Mathematics of Materials and Macromolecules)
- 2005年度:画像化(Imaging)
- 2006年度:代数幾何学の応用(Applications of Algebraic Geometry)
- 2007年度:分子・細胞生物学(Molecular and Cellular Biology)
- 2008年度:数学と化学(Mathematics and Chemistry)

これらの研究テーマを具体的に設定する際には、数名の組織委員が中心となることが多い。IMA と IPAM における主要な研究テーマに関する組織委員の人数を見ると(図表 11)、米国の研究者が中心となっており、外国研究者は全体でも1~2割である。しかし、そのうち日本の研究者の存在感は大きくない。また、図表 12 から組織委員のうち8~9割は大学関係者が占めているが、IMA の夏季プログラムの設定では企業関係者が組織委員の約2割となっており、企業からの意見を重視している部分もある。

	組織委員の 所属組織の 所在国	IMA 年間 プログラム (年1回、1回に つき10ヶ月間)	IMA 夏季 プログラム (年1回、1回に つき2-7週間)	IPAM 学期 プログラム (年2回、1回に つき3ヶ月間)	IPAM 短期 プログラム (年4.5回、1回 につき1週間)
1	米国	68	42	77	148
2	英国	0	1	3	4
3	ドイツ	1	0	3	2
3	イスラエル	0	0	1	5
5	フランス	0	0	3	1
6	カナダ	1	1	1	0
6	オーストリア	0	1	1	1
8	オーストラリア	0	1	1	0
8	スイス	1	0	1	0
8	日本	0	0	1	1
11	オランダ	1	0	0	0
11	イタリア	0	0	1	0
	合計	72	46	93	162

※ IMA 年間プログラム、IMA 夏季プログラムでは 96-06 年の間、IPAM 学期プログラム、IPAM 短期プログラムでは 01-07 年の間に開催されるものが対象
 図表 11 ミネソタ大学数学・応用研究所(IMA)とカリフォルニア大学ロサンゼルス校純粋・応用数学研究所(IPAM)における近年の主な研究プログラムに関する組織委員数の国別累積数(IMA の web <http://www.ima.umn.edu/> 及び IPAM の web <http://www.ipam.ucla.edu/> から作成。国順は組織委員数による。各プログラムの内容については参考2、参考3参照)

組織委員の 所属組織	IMA 年間 プログラム (年1回、1回に つき10ヶ月間)	IMA 夏季 プログラム (年1回、1回に つき2-7週間)	IPAM 学期 プログラム (年2回、1回に つき3ヶ月間)	IPAM 短期 プログラム (年4.5回、1回 につき1週間)
大学	60	35	78	132
企業	8	9	4	8
公的研究機関等	4	2	11	22
合計	72	46	93	162

※ IMA 年間プログラム、IMA 夏季プログラムでは 96-06 年の間、IPAM 学期プログラム、IPAM 短期プログラムでは 01-07 年の間に開催されるものが対象
 (図表 11 と同じ)
 図表 12 ミネソタ大学数学・応用研究所(IMA)とカリフォルニア大学ロサンゼルス校純粋・応用数学研究所(IPAM)における近年の主な研究プログラムに関する組織委員数の組織別累積数(IMA の web <http://www.ima.umn.edu/> 及び IPAM の web <http://www.ipam.ucla.edu/> から作成。各プログラムの内容については参考2、参考3参照)

(2) これらの数学に関する滞在型研究拠点の構築・運営の重要なポイントは、次のように整理される。

- ① 最も重要なことは、優秀な研究者からの信用 (credibility) を得ること。高い研究の質を確保することによって、優秀な研究者がそこに行きたいと思うような信用を得る必要がある。

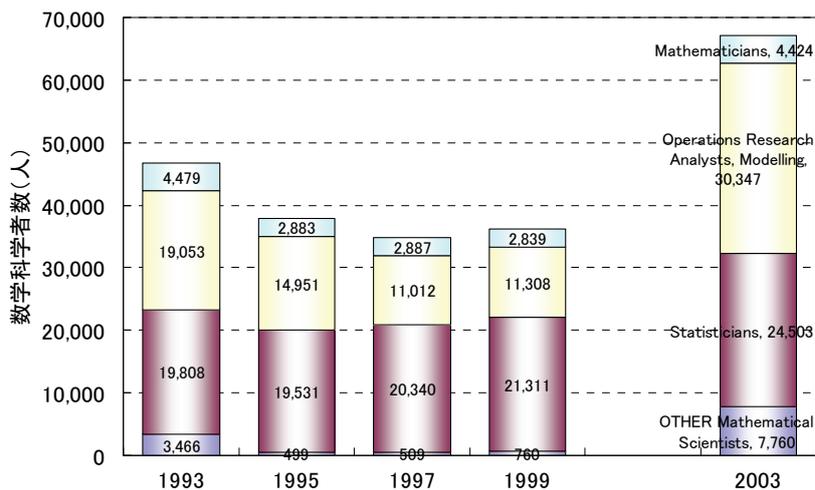
例えば、優秀な研究者が中心となった組織委員会で、挑戦的で優秀な研究者の知的好奇心を喚起する研究課題を設定し、かつ優秀な研究者が招聘されるような場であれば、他の研究者も自らの研究課題の新たな展望を得る見込みがあるかもしれないと思い、その場に自ら進んで参加する可能性が大きいと期待される。

- ② 数学研究では研究者間の議論が極めて重要であるため、彼らが互いに容易に議論をすることができる環境が整備されていること。同時に、数学内の異領域間、純粋数学と応用数学間、数学と他分野間における交流機能を有すること。特に応用数学の場合には、産業との強い相互作用も保持すること。数学研究の世界は将来の見通しが立ちにくいと思われる。しかし、産業にとっても数学が重要であることは明らかである (図表 13、図表 14)。拠点に研究者が集まることにより、ある課題に関心を持つ多くの分野の研究者や異なる領域の研究者が議論を交わすことが容易になる。この際、なるべく広い数学領域の研究者を含めることが重要である。米国のミネソタ大学数学・応用研究所 (IMA) の所長は、自分達は純粋数学も含めた数学全体の活用に取り組んでおり、現に、IMA の研究活動に参加している純粋数学者は確実にいると述べていた。

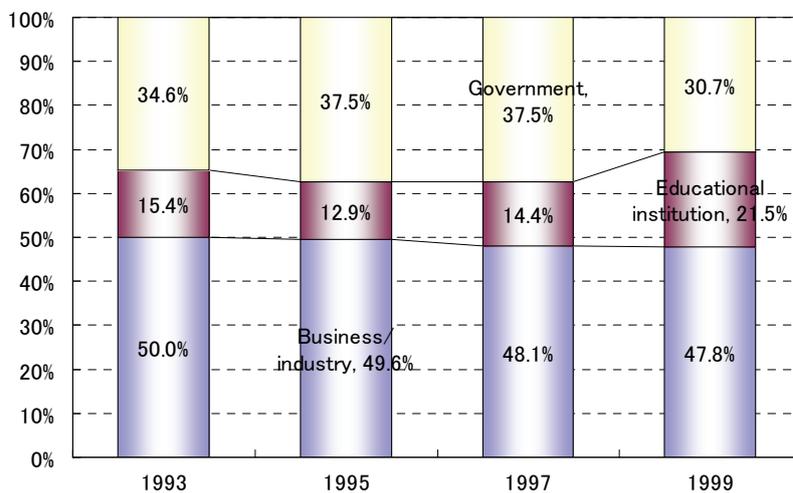
- ③ このような観点から、例えば、数学研究者集団の一定の割合が数ヶ月から数年間のサイクルで研究場所を変えていくというような流動性も重要である可能性がある。そのような流動性を確保するため、多くの訪問研究者 (visitor) が行き来するシステムを構築すること。そのためには外国人を含む訪問研究者も必要であり、そういう意味で数学研究拠点には国際性が不可欠である。米国では、研究拠点の建物にラウンジや小さな講義室などを設けるとともに、研究拠点に来る研究者の旅費を研究拠点が支払うことによって、研究環境が整っていない小さな大学の研究者でも研究拠点で最新の研究に触れることを可能としている。また、数学研究者が研究プロジェクトなどに参加する際には、その資金から当該数学研究者の教育業務の一部を別の人に肩代わりしてもらい経費が支払われている (replacement buy-out)。

- ④ 行政や研究機関の管理者は、実験科学と比べて数学の発展や産業への数学の展開には時間を要する場合が多いことに注意すべきである。しかし、他分野が数学を必要とするようになってから数学研究者をその分野の研究に参加させるのでは遅い。そして、数学研究者と他分野研究者には、分野間の専門用語の違いなど「異文化間の溝」を乗り越えるための根気と寛容さが求められる。

以上のことから、今後、日本が数学に関する研究拠点を整備する場合、米国の経験や日本に対するメッセージをよく考慮して、日本に適したものを生み出す必要がある。



図表 13 米国における数学科学者数の推移 (NSF SESTAT データベースから作成)



図表 14 米国における数学科学者の雇用機関別割合の推移 (NSF SESTAT データベースから作成)

5. あとがき

今回の米国における数学-他分野融合研究の関係者へのインタビューでは、日本の数学研究者個人の名前は何度か挙げられたものの、研究拠点名はほとんど出ることがなく、今や日本の数学研究組織は彼らの眼中にはないと感じられた。

また、数学研究における中国の急速な台頭とともに、米国における数学研究に対する考え方や数学研究政策、そして数学研究環境の充実ぶりは予想を大きく上回るものであった。また、NSF の数理科学課長や DOE のプログラム・マネージャーは、それぞれ大学の数学研究者でありながら、インタビュー調査における応答からでは高度なバランス感覚と見識を備えた有能な行政官でもあると推測され、米国の研究者層が厚いことを痛感した。

更に、近年、米国の IMA には、オーストラリア、ニュージーランド、シンガポール、韓国からの調査

団が既に訪れたと聞いた。今般のインタビュー調査では日米の関係者のみが対象だったが、その他の国々でも、米国と同様に戦略的な数学研究振興方策を既に講じている可能性がある。

数学は様々な科学の発展の基盤となる学問である。我が国においても、数学研究のような「科学技術発展のための科学」を戦略的に実施していく必要がある。そうしなければ、我が国の科学技術の「芯」の部分が痩せ細ってしまうおそれがある。

2006年6月に総合科学技術会議が策定した「イノベーション創出総合戦略」では、我が国が構築すべき世界トップレベルの研究拠点の分野例として数学が挙げられている。このように、科学技術政策の文脈における重要分野として数学を振興すべきという政策メッセージが示されたことの意義は極めて大きい。

また、2006年8月に公表された文部科学省の概算要求資料では、新興・融合分野として数学と他分野の連携等を主軸とする施策が要求されている(異分野融合研究プログラム)。

これまで我が国では、数学研究のような特別な設備を必要としない、人材中心型の理論科学に焦点を絞った施策は展開されてこなかった。今後は数学研究に対して、実験科学とは様々な面で異なることを意識した具体的施策が展開されることが求められる。

6. 謝辞

本報告書のとりまとめに当たって、多くの方々から御助言と御協力を戴いた。

小野薫 北海道大学教授、利根川吉廣 北海道大学助教授、伊藤裕子 主任研究官(科学技術政策研究所)には、米国出張の際、連邦政府関係者や研究所長に対するアポイントメントや専門的知見など、様々な面について大変お世話になった。

また、小島定吉 (社)日本数学会理事長(東京工業大学教授)、小柳義夫 日本応用数理学会長(工学院大学情報学部長)、高橋陽一郎 京都大学数理解析研究所長、小澤徹 北海道大学教授には、日本の数学を取り巻く状況などについてメールでインタビューに快く応じていただいた。

そして、米国連邦政府のNSF、DOEの関係者、数学研究所の所長、数学研究者の方々には貴重な時間を割き、インタビューに快く応じていただいた。また、NSF 東京事務所の方々にもインタビューのアポイントメントに御助力いただいた。

ここに謝意を表す。

1. 質問項目

【連邦政府 国立科学財団(NSF)数理科学課(DMS)に対する質問】

- 1) NSF が考える世界トップクラスの数学(純粋数学、応用数学、数学-他分野融合研究のそれぞれ) 研究拠点はどこか。また、世界トップクラスの数学研究拠点は具体的にどのような条件を満たすべきと考えるか。
- 2) 数学研究では大規模設備は必要ないため、研究所などの研究拠点がなくても研究活動はできる。そこで敢えて数学研究者を集めて数学研究拠点を形成することのメリット、デメリットは何か。
- 3) NSF において、数学研究と数学-他分野融合研究を振興する場合で、基本的な方針や執られる方策に違いがあれば教えてほしい。例えば、数学研究では領域に拠らずに多様性を重視するとか、数学-他分野融合研究では何らかの基準により重要なテーマに絞るとか。また、数学研究課題は具体的にどのような基準や方法によって選ばれるのか。
- 4) NSF が数学研究機関を評価する場合、どのようなロジックを使用しているのか。
- 5) 最近 10 年間では NSF の数理科学予算は他分野よりも大きな伸びを示している(報告書図表 3-12)。これにより、NSF の科学政策全般における数学の地位は向上してきたのか。また、その背景にはどのような方針の変化があったのか。我々は NRC による 98 年の Odom Report (報告書参考資料 3-1) が数学の地位向上の契機となったと推測しているがどうか。
- 6) 80 年代以降、全米アカデミーや National Research Council などから数学に関する報告書が多く発行されている。Odom Report 以外のこれらのうち、NSF の数学研究政策が大きな影響を受けた報告書は何か。
- 7) NSF の数学研究費は、主に何(例:研究者や秘書の人的費、PC などの設備費、研究者の旅費、書籍・雑誌費、施設費)に使われているのか。配分額の大きいものを教えてほしい。
- 8) NSF Award Search System における数理科学予算の配分額から(報告書図表 3-13)
 - a) 2000 年前後にインフラ経費が急増していたことが分かった。これは具体的にどのような措置(例:施設の設置・更新、書籍や PC の購入など)を行ったのか。
 - b) 2002-2004 年には、数理地球科学や数理生物学などの数学-他分野融合研究が増加し始めている。これは近年 NSF が数学-他分野融合研究を重視しているためなのか。
- 9) NSF が数学-他分野融合研究を振興するに当たって、研究がうまくいくために特に留意していることは何か。また、数学-他分野融合研究がうまくいかなかったことがあれば、その原因は何か。
- 10) ミネソタ大学 IMA の Annual Report には、NSF は IMA の取り組みを高く評価していると記述されている。NSF は IMA のような数学-他分野融合研究の研究所を今後増やしていく方針なのか。IMA で行われているような研究について、NSF は今後どのような方針で臨むのか。
- 11) 貴方は日本の数学研究の状況をどう思うか。現在の日本の数学研究者の研究レベル、研究環

境、最近 10-20 年間の変化などについて見たり聞いたりしたこと、感じたことを教えてほしい。

- 12) 国が数学と他分野との連携を推進するに当たって、注意すべきことや念頭に置くべきことがあれば、先達として教えてほしい。

【連邦政府 エネルギー省(DOE)数理情報計算科学課(MICS)に対する質問】

- 1) DOE が考える世界トップクラスの数学(純粋数学、応用数学、数学-他分野融合研究のそれぞれ)の研究拠点はどこか。また、世界トップクラスの数学研究拠点は具体的にどのような条件を満たすべきと考えるか。
- 2) 数学研究では大規模設備は必要ないため、研究所などの研究拠点がなくても研究活動はできる。そこで敢えて数学研究者を集めて数学研究拠点を形成することのメリット、デメリットは何か。
- 3) DOE において、数学研究と数学-他分野融合研究を振興する場合で、基本的な方針や執られる方策に違いがあれば教えてほしい。例えば、数学研究では領域に拠らずに多様性を重視するとか、数学-他分野融合研究では何らかの基準により重要なテーマに絞るとか。また、数学研究課題は具体的にどのような基準や方法によって選ばれるのか。
- 4) DOE が数学研究機関を評価する場合、どのようなロジックを使用しているのか。
- 5) 連邦政府の数学研究費において DOE は NSF に次ぐ大きな割合を占めている。DOE の科学政策全般における数学の地位は向上してきたのか。また、その背景にはどのような方針の変化があったのか。
- 6) 80 年代以降、全米アカデミーや National Research Council などから数学に関する報告書が多く発行されている。このうち、DOE の数学研究政策が最も大きな影響を受けた報告書は何か。
- 7) DOE の数学研究費は年間約 120 百万ドル(03 年)となっている。我々は Multiscale Mathematics Program の資料を調査し、概ねその全貌を把握している(報告書図表 3-14、参考資料 3-2)が、DOE ではそれ以外に数学研究に関してどのような国家プログラムを実施しているのか。概要を教えてください。
- 8) DOE が数学-他分野融合研究を振興するに当たって、研究がうまくいくために特に留意していることは何か。また、数学-他分野融合研究がうまくいかなかったことがあれば、その原因は何か。
- 9) DOE の数学研究費は、主に何(例:研究者や秘書の人件費、PC などの設備費、研究者の旅費、書籍・雑誌費、施設費)に使われているのか。配分額の大きいものを教えてほしい。また、特に Multiscale Mathematics Program では主に何に使われているのか。
- 10) 貴方は日本の数学研究の状況をどう思うか。現在の日本の数学研究者の研究レベル、研究環境、最近 10-20 年間の変化などを見たり聞いたりしたこと、感じたことを教えてほしい。
- 11) 国が数学と他分野、産業技術との連携を推進するに当たって、注意すべきことや念頭に置くべきことがあれば、先達として教えてほしい。

【学会、数学研究所に対する質問】

- 1) 私達は貴研究所を世界トップクラスの数学研究拠点であると考えているが、貴研究所以外の世界トップクラスの数学(純粋数学、応用数学、数学-他分野融合研究のそれぞれ)研究拠点はどこか。また、世界トップクラスの数学研究拠点は具体的にどのような条件を満たすべきと考えるか。
- 2) 貴研究所の特徴、セールスポイントは何か。また、その特徴を踏まえ、貴研究所では何に最も苦勞しているのか。また、何が最も難しいのか。
- 3) 数学研究では大規模設備は必要ないため、研究所などの研究拠点がなくても研究活動はできる。そこで敢えて数学研究者を集めて貴研究所のような特徴を有する数学研究拠点を形成することのメリット、デメリットは何か。
- 4) 貴研究所が自らの機関を評価する場合、どのようなロジックを使用しているのか。
- 5) 貴研究所で働く数学研究者はどのような基準や方法によって選ばれるのか。また、研究者の任期はどのような基準で決められているのか。更に、貴研究所において数学研究者を評価する場合、どのようなロジックを使用しているのか。
- 6) 現在、貴研究所で働いている数学研究者、サポーティングスタッフ(秘書、事務員、図書館員など)、学生、大学院生、ポスドクそれぞれの概数を教えてほしい。
- 7) 貴研究所における研究活動に対して、外部の数学研究機関がネットワークなどにより正式に寄与することがあるのか。貴研究所において、彼らが研究活動に対するアドバイスや実際の研究活動を実施することがあるのか。
- 8) 米国の数学研究界や貴研究所において、数学研究を実施する場合と数学-他分野融合研究を実施する場合の間で、基本的な方針や執られる方策に違いがあれば教えてほしい。例えば、数学研究では領域に拠らない多様性を重視するとか、数学-他分野融合研究では何らかの判断により重要なテーマに絞るとか。また、数学研究課題は具体的にどのような基準や方法によって選ばれるのか。
- 9) 貴研究所の研究資金は連邦政府、州政府、民間からの寄附などから得られていると思われるが、それぞれの割合の概算を教えてほしい。また、貴研究所における数学研究費は、主に何(例:研究者や秘書の person 費、PC などの設備費、研究者の旅費、書籍・雑誌費、施設費)に使われているのか。配分額の大きいものを教えてほしい。
- 10) 数学-他分野融合研究を実施するに当たって、研究がうまくいくために特に留意していることは何か。また、数学-他分野融合研究がうまくいかなかったことがあれば、その原因は何か。
- 11) 貴方は日本の数学研究の状況をどう思うか。現在の日本の数学研究者の研究レベル、研究環境、最近 10-20 年間の変化などを見たり聞いたりしたこと、感じたことを教えてほしい。
- 12) 国が数学と他分野、産業技術との連携を推進するに当たって、注意すべきことや念頭に置くべきことがあれば、先達として教えてほしい。

2. ミネソタ大学数学・応用研究所 (Institute for Mathematics and its Applications: IMA) の概要

(1) 任務

数学・応用研究所は国家コンペの結果、NSF によって 1982 年に設立された。IMA の主な任務は、他分野や産業からの最高品質かつ最重要の科学技術問題の数学を連結して、真に学際的な性質を促進することによって数学の影響を増加させることである。この任務に関連して、IMA はこのような問題に適用される又は関連している数学研究に従事する才能基盤を拡大し強化することも目指す。

(2) 戦略

IMA は自らの任務を進めるため、様々な戦略を遂行する。

- IMA は、数理科学における情報ハブとして自らを位置付ける。我々は新しい数学における重要な研究領域と問題を特定し、それらを高い質の数学者に伝える。我々は新しい数学的開発をユーザーと潜在的ユーザーに知らせ、教える。我々は、数学者と科学者双方の集団に貢献するかもしれない解決法を有する重要な問題について議論するために数学者と科学者を集める。
- IMA は、研究、協力及びコミュニケーションに非常に役立つ問題と環境を提供する。
- IMA は、長続きする新しい学際的な研究共同体を構築するために働く。
- IMA は、特に伝統的に抽出が不十分な集団を考慮して、可能な限り広く様々な背景を有する数学者と科学者を探し出し、有意義に雇用する。
- IMA は、キャリアの初め及び実績ある数学者を教育する。そのプログラムは、彼らの数学者の専門的技術を広げることを助けるだけでなく、科学技術における数学の有用性及び影響に関する展望を広げることも助ける。それは、数学者が学際的協力における不可欠な参加者となることを可能にする。
- IMA は、数学の役割の広々とした展望を大学院生に紹介することによって、次世代の数理科学者の教育を豊かにする。

(3) 仕組み

IMA は様々なプログラムの仕組みを採用している。これらのうち、

- アカデミア、産業及び政府からの、長期・中期・短期の訪問研究者も併せて 1,000 人規模の参加者が関わる 10 ヶ月間継続の年間課題プログラム (Annual Thematic Programs)。それぞれの年は、より組織化されていない相互作用や研究の期間とは別に、ワークショップやチュートリアル、パネルディスカッション、公開講座といった、多くの期間の熱心な活動を含む。
- 通常 2~7 週間続いて、100 人規模の参加者が関わる夏季プログラム (Summer Programs)
- 特定の興味や機会の領域に応じるために必要に応じて早急に実施することができる特別ワークショップ、ホット・トピックに関するワークショップ、短いプログラム (Special workshops and Hot Topics Workshops, short programs)

- ・ 関連の研究所集会 (Participating Institution Conferences)
- ・ 大学院生のための関連研究所の夏季プログラム (Participating Institution Graduate Student Summer Programs)
- ・ 大学院生に対する産業数学モデル (Industrial Math Modeling for Graduate Students)
- ・ IMA ポスドク特別研究員及び IMA 産業ポスドク特別研究員
- ・ IMA への参加企業及び参加研究所プログラム (Participating Corporations and Participating Institutions program)
- ・ IMA のウェブサイト及び IMA の出版物
- ・ 様々なセミナー及び一連のセミナー
- ・ IMA の所長、ポスドク及び関連教授陣による対象者の裾野を広げる様々な活動

数学・応用研究所 (IMA) はミネソタ大学のツイン・シティーのキャンパスにあるリンド・ホールの4階にある。IMA は数学科、技術研究所及びミネソタ産業数学センターと緊密に連携している。

(4) 年間課題プログラム (Annual Thematic Programs)

① 年間課題プログラムの課題及び組織委員の構成 (判明分のみ)

- 1982 年度: 相転移に対する連続体的・統計的アプローチ (Continuum and Statistical Approaches to Phase Transition)
- 1983 年度: 分散資源配分の経済に対する数学モデル (Mathematical Models for the Economics of Decentralized Resource Allocation)
- 1984 年度: 連続体物理と偏微分方程式 (Continuum Physics and Partial Differential Equations)
- 1985 年度: 確率微分方程式とその応用 (Stochastic Differential Equations and their Applications)
- 1986 年度: 科学計算 (Scientific Computation)
- 1987 年度: 応用組合せ論 (Applied Combinatorics)
- 1988 年度: 非線形波 (Nonlinear Waves)
- 1989 年度: 力学系とその応用 (Dynamical Systems and their Applications)
- 1990 年度: 相転移と自由境界 (Phase Transitions and Free Boundaries)
- 1991 年度: 応用線形代数 (Applied Linear Algebra)
- 1992 年度: 制御理論とその応用 (Control Theory and its Applications)
- 1993 年度: 確率論の新興応用 (Emerging Applications of Probability)
- 1994 年度: 波と散乱 (Waves and Scattering)
- 1995 年度: 材料科学の数学的方法 (Mathematical Methods in Materials Science)
 - ・ 組織委員: ミネソタ大学1名、ユタ大学1名、アリゾナ大学1名、カナダ トロント大学1名

- 1996 年度: 高性能計算の数学(Mathematics of High Performance Computing)
 - ・ 組織委員: ノルウェー バーゲン大学1名、ミネソタ大学1名、メリーランド大学1名、ヒューレット・パッカード1名、ハウストン大学1名
- 1997 年度: 力学系の新興応用(Emerging Applications of Dynamical Systems)
 - ・ 組織委員: テキサス大学オースチン校1名、カナダ コンコーディア大学1名、ハウストン大学1名、コーネル大学1名、プリンストン大学1名、国立保健研究所1名
- 1998 年度: 生物学における数学(Mathematics in Biology)
 - ・ 組織委員: チュレーン大学1名、プリンストン大学1名、ワシントン大学1名、ロスアラモス国立研究所1名、デューク大学1名
- 1999 年度: 反応流と輸送現象(Reactive Flow and Transport Phenomena)
 - ・ 組織委員: ピッツバーグ大学1名、レンセラー工科大学1名、アリゾナ大学1名、アリゾナ州立大学1名
- 2000 年度: マルチメディアにおける数学(Mathematics in Multimedia)
 - ・ 組織委員: ジョージア工科大学1名、コーストコム1名、ピクサー1名、ブラウン大学1名、ミネソタ大学2名、カーネギーメロン大学1名、バンダービルト大学1名
- 2001 年度: 地球科学における数学(Mathematics in Geosciences)
 - ・ 組織委員: UCLA3名、カリフォルニア大学バークレイ校1名、ロスアラモス国立研究所1名、ライス大学1名、コーネル大学1名、テキサス大学1名
- 2002 年度: 最適化(Optimization)
 - ・ 組織委員: ノースウエスタン大学1名、ジョージア工科大学1名、IBM リサーチ2名、コロンビア大学1名、ベリティ1名
- 2003 年度: 複雑系における確率論と統計学(Probability and Statistics in Complex Systems)
 - ・ 組織委員: ウィスコンシン大学マディソン校2名、ニューヨーク大学1名、イリノイ大学アラバマ校1名、カリフォルニア大学バークレイ校1名、ロスアラモス国立研究所1名、マサチューセッツ工科大学1名、サザンカリフォルニア大学1名、AT&T 研究所1名
- 2004 年度: 材料及び巨大分子の数学(Mathematics of Materials and Macromolecules)
 - ・ 組織委員: ミネソタ大学3名、ニューヨーク大学1名、スイス ローザンヌ連邦工科大学1名、カリフォルニア工科大学1名、コーネル大学1名、フォード研究所1名
- 2005 年度: 画像化(Imaging)
 - ・ 組織委員: レンセラー工科大学1名、ジョン・ホプキンス大学1名、カリフォルニア大学バークレイ校1名、メリーランド大学1名、オランダ ユトレヒト大学1名、ドイツ ミュンスター大学1名、スタンフォード大学1名
- 2006 年度: 代数幾何学の応用(Applications of Algebraic Geometry)
 - ・ 組織委員: マサチューセッツ工科大学3名、コーネル大学1名、カリフォルニア大学バークレイ

イ校1名、ワシントン大学1名

○ 2007 年度: 分子・細胞生物学(Molecular and Cellular Biology)

- ・ 組織委員:カリフォルニア大学デービス校2名、ミネソタ大学1名、ニューヨーク大学2名、フロリダ州立大学1名

○ 2008 年度: 数学と化学(Mathematics and Chemistry)

② 最近の年間課題プログラムのイベント

○ 2001 年度: 地球科学における数学(Mathematics in Geosciences)

- ・ 01 年 9 月 24 日 チュートリアル:地球科学における時間空間パターン
- ・ 01 年 9 月 25～29 日 ワークショップ1:地球科学における時間空間パターン
- ・ 01 年 10 月 5～6 日 特別行事:ケイリス-ボロック 80 歳誕生日祝賀論文集
- ・ 01 年 10 月 8～12 日 ワークショップ2:地球物理系における複雑性
- ・ 01 年 10 月 29 日～11 月 2 日 ワークショップ3:天体力学と気象力学の力学系
- ・ 01 年 11 月 8～11 日 ジェームス・セリン・シンポジウム
- ・ 01 年 11 月 12～16 日 ワークショップ4:地球物理系に対する時系列分析と応用
- ・ 02 年 1 月 7～11 日 ワークショップ5:水面下過程における不確実性とマルチスケール現象の定量化
- ・ 02 年 2 月 11～15 日 ワークショップ6:結合 GFD 系の減少記述(海洋と大気における遅い多様体)
- ・ 02 年 2 月 18～20 日 短期コース:地震学におけるウェーブレット法
- ・ 02 年 3 月 4～6 日 講座:弾性波方程式に対する放射理論
- ・ 02 年 3 月 13～15 日 小シンポジウム7:地球科学における数値的方法
- ・ 02 年 3 月 18～22 日 ワークショップ8:非線形連続体力学、レオロジー及び発電機
- ・ 02 年 4 月 5～7 日 第 5 回解析学と偏微分方程式に関するリビエレーファース・シンポジウム
- ・ 02 年 4 月 12～13 日 特別シンポジウム:生物学的侵略の進化論的結果
- ・ 02 年 4 月 19 日 チュートリアル:逆問題とデータ同化
- ・ 02 年 4 月 22～26 日 ワークショップ9:逆問題と不確実性の定量化
- ・ 02 年 4 月 29 日～5 月 3 日 ワークショップ 10:海洋、大気科学におけるデータ同化
- ・ 02 年 5 月 13 日 チュートリアル:地震確率モデルと予測
- ・ 02 年 6 月 10～14 日 ワークショップ 11:統計学の一点過程モデル化と地震学への応用

○ 2002 年度: 最適化(Optimization)

- ・ 02 年 9 月 9～13 日 チュートリアル:サプライ・チェーンとロジスティクス最適化

- 02年9月23～27日 ワークショップ1: サプライ・チェーン管理における最適化の役割
 - 02年9月28日 ホット・トピックスワークショップ: 運営上のモデル化と生体防御: 問題、技術及び機会
 - 02年10月14～19日 ワークショップ2: 大規模整数問題に対する計算方法
 - 02年10月16日 公開講座: 巡回セールスマン問題
 - 02年11月11～15日 ワークショップ3: 旅行と輸送
 - 02年12月2～6日 モントリオール大学 IMA・CRM 合同ワークショップ: 流通制度: 位置と乗物のルート設定
 - 02年12月4～6日 ホット・トピックスワークショップ: データ駆動型制御と最適化
 - 03年1月6～7日 短期コース: 産業力最適化
 - 03年1月8日 チュートリアル: シミュレーションの基礎となるモデルにおける最適化
 - 03年1月9～16日 ワークショップ4: シミュレーションの基礎となるモデルにおける最適化
 - 03年3月11日 チュートリアル: 半固定プログラミングとロバスト最適化
 - 03年3月12～19日 ワークショップ5: 半固定プログラミングとロバスト最適化
 - 03年4月6日 チュートリアル: ネットワーク管理と設計
 - 03年4月7～11日 ワークショップ6: ネットワーク管理と設計
 - 03年5月5日 チュートリアル: データ解析と最適化
 - 03年5月6～9日 ワークショップ7: データ解析と最適化
 - 03年5月6日 公開講座: 全ゲノム配列の進歩
 - 03年6月5日 公開講座: 数学とコンピュータ・シミュレーションにより明らかにされた心臓の秘密
 - 03年6月6～7日 会議「IMA20周年: 数学とそのインパクト」
- 2003年度: 複雑系における確率論と統計学(Probability and Statistics in Complex Systems)
- 03年9月15～19日 チュートリアル: 複雑系に関するゲノム科学、情報統合技術におけるモデルとデータ統合のためのツール
 - 03年9月15日 公開講座: ヒトゲノム計画の後: システム生物学、予言的、予防的、個人的医療
 - 03年9月29日～10月3日 ワークショップ1: 遺伝子発現の統計的手法: マイクロアレイとプロテオミクス
 - 03年10月20～24日 ワークショップ2: 比較ゲノミクスに関する IMA・RECOMB 衛星ワークショップ
 - 03年11月3～6日 ホット・トピックスワークショップ: エージェント・ベースのモデル化とシミュレーション

- 03年11月17～21日 ワークショップ3: 病気伝染のネットワークと人口動学
- 03年11月20日 IMA 公開講座: 最高速度の数学: ドラッグレース俗説の神話崩壊
- 04年1月7～9日 短期コース: 数学者のためのインターネット
- 04年1月7日 IMA 公開講座: 自然発生的なオーダーが出現する科学
- 04年1月11日 チュートリアル: インターネットの計測、モデル化及び解析
- 04年1月12～16日 ワークショップ4: インターネットの計測、モデル化及び解析
- 04年2月8日 チュートリアル: ロバストネスとインターネット: 設計、発展及び理論的基礎
- 04年2月9～13日 ワークショップ5: 複雑系におけるロバストネス
- 04年3月7日 チュートリアル: コミュニケーションとパワー・ネットワークにおける制御と価格設定
- 04年3月8～13日 ワークショップ6: コミュニケーションとパワー・ネットワークにおける制御と価格設定
- 04年3月29日～4月2日 短期コース: 金融・資産価格設定におけるモデル化とデータ解析のためのツール
- 04年3月30日 IMA 公開講座: 行動金融-閉鎖式資金パズル
- 04年4月12～16日 ワークショップ7: 金融におけるリスク管理とモデル仕様問題
- 04年4月26～27日 ホット・トピックスワークショップ: 数学探索の高度化
- 04年5月3～7日 ワークショップ8: モデル実装、アルゴリズム及びソフトウェア問題
- 04年5月11～15日 ホット・トピックスワークショップ: 偏微分方程式に対する互換的空間離散化
- 04年5月24～28日 ワークショップ9: 金融データ解析及び応用
- 04年6月27～30日 ホット・トピックスワークショップ: 適応型センシングとマルチモードデータ反転

○ 2004年度: 材料及び巨大分子の数学 (Mathematics of Materials and Macromolecules)

- 04年9月20～24日 チュートリアル: 材料の数学
- 04年9月27日～10月1日 ワークショップ: 軟物質のモデル化
- 04年10月5日 IMA 公開講座: 数学は世界を制するか?
- 04年10月25～29日 ワークショップ: 材料の特異点
- 04年11月5～6日 シンポジウム: ジェリー・エリクソン氏 80歳誕生日を迎え数学と機械学の展望
- 04年11月18～20日 ワークショップ: マルチスケールのモデル化とシミュレーションにおける将来の挑戦
- 04年11月18日 IMA 公開講座: 結婚方程式: 離婚予測の実用理論と科学ベースの結婚療

法

- 05年2月4～5日 数理科学における女性の職業選択
- 05年2月7～9日 チュートリアル/ワークショップ:化合物:数学が産業に出会う場所
- 05年2月9日 IMA 公開講座:カーテンの背後の数学 ピクサーにおける力学的シミュレーション
- 05年3月28～30日 チュートリアル/ワークショップ:計算における新しいパラダイム
- 05年3月30日 IMA 公開講座:コンピュータと数学証明の将来
- 05年4月11～15日 ワークショップ:巨視的なモデルへの原子の動き:物質において本質的に異なる一時かつ空間スケールの問題
- 05年4月22～24日 少数派と応用数学に関する職業ワークショップ
- 05年5月2～6日、16～20日 ワークショップ:物理生物学パートI及びIIにおける実験
- 05年5月7～8日 特別ワークショップ:連続依存したDNA力学のモデル化:3番目のABCの質問
- 05年5月24～25日 特別ワークショップ:液晶弾性物質の力学のモデル化
- 05年6月8～11日 ワークショップ:材料及び巨大分子に対する有効な理論
- 05年6月13日～7月1日 大学院生のための関連研究所の夏季プログラム:ワイオミング大学確率偏微分方程式、及び環境と地球物理学のモデル化
- 05年6月22日～7月1日 夏季プログラム:無線通信
- 05年7月25～29日 ホット・トピックに関するワークショップ:混合整数プログラミング
- 05年8月5～6日 ホット・トピックに関するワークショップ:確率論における新しい方向
- 05年8月1～10日 産業における数学モデルー大学院生に対するワークショップ
- 05年8月15～26日 新方向短期コース:量子計算

○ 2005年度: 画像化(Imaging)

- 05年9月19～23日 チュートリアル:レーダーと光学画像化
- 05年10月17～21日 ワークショップ:波動からの画像化
- 05年11月7～11日 ワークショップ:画像化におけるフロンティア
- 05年12月5～9日 ワークショップ:センシングと処理の統合
- 05年12月8日 IMA 公開講座:数学は脳に重要か?
- 06年1月9～12日 ワークショップ:立体画像解析のための新しい数学とアルゴリズム
- 06年2月6～10日 ワークショップ:数学とフィルム編集と復元の技能
- 06年2月8日 IMA 公開講座:数学と芸術
- 06年3月6～10日 ワークショップ:自然な画像
- 06年3月22日 IMA 公開講座:重力の宇宙影:数学的解明

- 06年4月3～7日 ワークショップ:形の空間
- 06年4月19日 IMA 公開講座:数学と手品
- 06年5月15～17日 米国工業応用数学会(SIAM)会議:画像化科学 2006
- 06年5月22～26日 ワークショップ:視覚学習と認識
- 06年6月19～30日 新方向短期コース:生物流体力学
- 06年7月17日～8月4日 夏季ワークショップ:偏微分方程式の対称性と過剰決定系
- 06年8月9～18日 産業Xにおける数学モデル—大学院生に対するワークショップ

○ 2006年度: 代数幾何学の応用(Applications of Algebraic Geometry)

- 06年9月15～16日 チュートリアル:工学における代数幾何的方法
- 06年9月18～22日 ワークショップ:代数幾何におけるアルゴリズム
- 06年10月2～4日 ホット・トピックに関するワークショップ:負値行列
- 06年10月23～27日 ワークショップ:代数幾何に関するソフトウェア
- 06年11月3～4日 特別ワークショップ:ブラックウェル-タピア会議
- 06年12月8～9日 ホット・トピックに関するワークショップ:電子図書館時代の数学コミュニケーションの発展
- 07年1月12～13日 チュートリアル:最適化における代数的アルゴリズム
- 07年1月16～20日 ワークショップ:最適化と制御
- 07年3月5～9日 ワークショップ:生物学、力学及び統計学における応用
- 07年4月13～14日 チュートリアル:代数幾何学とは何か?
- 07年4月16～20日 ワークショップ:複雑性、コード化及びコミュニケーション
- 07年5月29日～6月2日 ワークショップ:非線形計算幾何学

○ 2007年度: 分子・細胞生物学(Molecular and Cellular Biology)

- 07年9月13～14日 チュートリアル:核酸の数学
- 07年9月17～21日 ワークショップ:核酸の数学と生物学
- 07年10月29日～11月2日 ワークショップ:生物学、生物工学及びナノテクノロジーにおけるRNA
- 08年1月10～11日 チュートリアル:タンパク質の数学
- 08年1月14～18日 ワークショップ:タンパク質の折重なり
- 08年3月3～7日 ワークショップ:生物学的ネットワーク組織
- 08年4月17～18日 チュートリアル:ネットワーク力学と細胞生理学
- 08年4月21～25日 ワークショップ:生物系の設計原則
- 08年5月26～30日 ワークショップ:細胞運動性と走化性への定量的アプローチ

(5) IMA 夏季プログラム(Summer Programs)の課題、時期及び組織委員の構成(判明分のみ)

- 1987年8月3～28日:ロボティクス(Robotics)
- 1988年7月27日～8月5日:信号処理(Signal Processing)
- 1989年7月10日～8月4日:ロバスト統計と診断学(Robust Statistics and Diagnostics)
- 1990年6月18日～7月29日:レーダーとソナー(Radar and Sonar)
- 1990年7月2～27日:時系列分析の新方向(New Directions in Time Series Analysis)
- 1991年7月15日～8月9日:半導体(Semiconductors)
- 1992年7月6～31日:環境研究:数学的、計算的及び統計的解析(Environmental Studies: Mathematical, Computational, and Statistical Analysis)
- 1993年7月6～23日:適応型数値法(Adaptive Numerical Methods)
- 1994年7月1～31日:分子生物学(Molecular Biology)
- 1995年7月10～28日:大規模最適化(Large Scale Optimization)
- 1996年7月15～26日:数論の新興応用(Emerging Application of Number Theory)
 - ・ 組織委員:ミネソタ大学1名、カナダ ブリティッシュ・コロンビア大学1名、IBM ワトソン研究センター1名、AT&T ベル研究所1名
- 1997年7月7日～8月21日(8月11～15日を除く):健康科学における統計学(Statistics in the Health Sciences)
 - ・ 組織委員:デューク大学1名、ミネソタ大学3名、カーネギーメロン大学1名、エモリー大学1名、ハーバード・メディカルスクール1名、ノースカロライナ大学1名、ジョン・ホプキンス大学1名、ハーバード大学1名
- 1998年7月6～18日:暗号化と暗号研究(Coding and Cryptography)
 - ・ 組織委員:ヒューレット・パッカード研究所1名、AT&T 研究所2名、イリノイ-シカゴ大学1名
- 1999年8月2～13日:暗号、システム及びグラフモデル(Codes, Systems and Graphical Models)
 - ・ 組織委員:マサチューセッツ工科大学1名、IBM アルマデン研究センター1名、ノートルダム大学1名、カリフォルニア大学サンディエゴ校1名
- 2001年7月16～27日:逆問題及び偏微分方程式制御における幾何的方法(Geometric Methods in Inverse Problems and PDE Control)
 - ・ 組織委員:ペンシルバニア大学1名、バージニア大学1名、ワシントン大学1名、ラトガー大学1名
- 2002年7月22日～8月2日:デジタル時代の特殊関数(Special Functions in the Digital Age)
 - ・ 組織委員:ペンシルバニア州立大学1名、ウィスコンシン大学マディソン校2名、英国 ケンブリッジ大学1名、標準・技術院2名、ミネソタ大学2名、オーストリア リンツ大学1名
- 2003年7月21日～8月1日:現代応用数学における確率論と偏微分方程式(Probability and

Partial Differential Equations in Modern Applied Mathematics)

- ・ 組織委員:オレゴン州立大学1名、イリノイ工科大学1名
- 2004年7月7～18日:nカテゴリー:基礎と応用(n-Categories: Foundations and Applications)
 - ・ 組織委員:シカゴ大学1名、カリフォルニア大学リバーサイド校1名
- 2005年6月22日～7月1日:無線通信(Wireless Communications)
 - ・ 組織委員:アウバーン大学1名、ルーセント・テクノロジーズ ベル研究所2名、モトローラ社1名、ウェイン州立大学1名
- 2006年7月17日～8月4日:偏微分方程式の対称性と過剰決定系(Symmetries and Overdetermined Systems of Partial Differential Equations)
 - ・ 組織委員:オーストラリア アデレード大学1名、ミネソタ大学 IMA1名

(6) 提携機関

IMA の活動に協力・参加するとともに、IMA に情報提供を行う委員会を構成する提携機関は次のとおり。

○ 大学

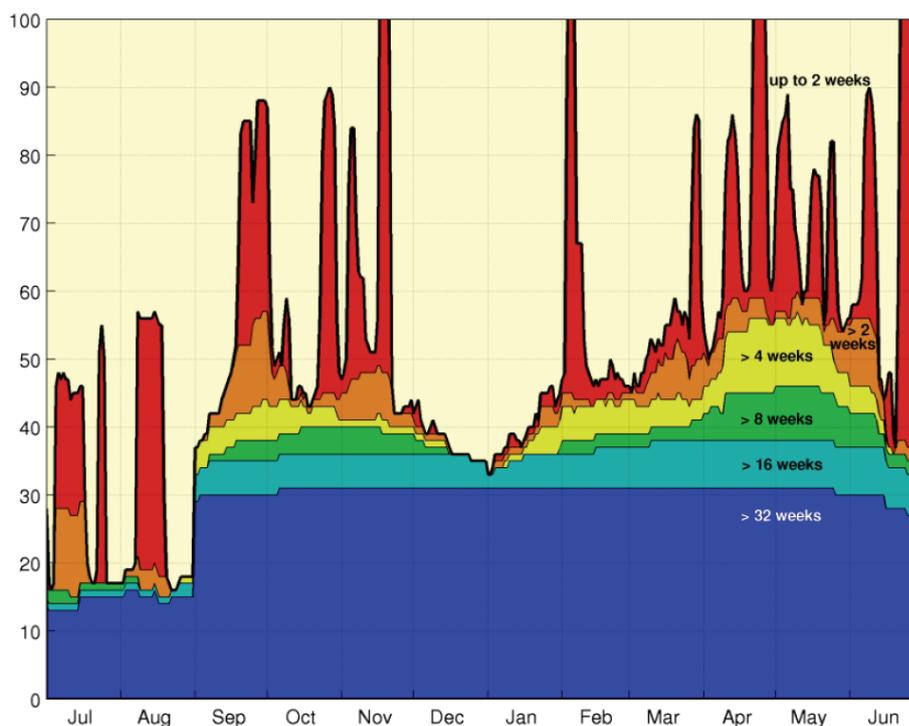
カーネギーメロン大学、ジョージア工科大学、インディアナ大学、アイオワ州立大学、ケント州立大学、ミシガン州立大学、ミシシッピ州立大学、ミズーリ州立大学、北イリノイ大学、オハイオ州立大学、ペンシルバニア州立大学、パーデュー大学、ライス大学、ルトガー大学、テキサス A&M 大学、シカゴ大学、シンシナティ大学、デラウェア大学、ヒューストン大学、イリノイ大学アラバマ校、アイオワ大学、ケンタッキー大学、メリーランド大学、ミシガン大学、ミネソタ大学、ノートルダム大学、ピッツバーグ大学、テキサス大学オースチン校、ウィスコンシン大学マディソン校、ワイオミング大学、ウェイン州立大学(以上31校)

○ 企業等

空軍研究所、テルコーディア・テクノロジーズ、IBM、モトローラ、シーメンス、ジョンソン&ジョンソン、ローレンス・リバモア国立研究所、フォード・モーター、GM、エクソンモービル、3M、メドトロニック、GE、ロッキード・マーティン、コーニング、ハネウェル、ロスアラモス国立研究所、ボーイング、シュランベルジェ・ドール・リサーチ、サンディア国立研究所(以上20機関)

(7) 訪問実績

2004年7月から2005年6月までに、999名の訪問者による約1,227回のIMAの活動への参加があった(下図参照)。これらの訪問者の約2/3はIMAから何らかの資金援助を受けた。このうち、大学院生はIMAの活動に232回参加した。



2004年7月から2005年6月までのIMAへの訪問者数。滞在日数によって色が異なる。

((1)~(5)はIMAのweb <http://www.ima.umn.edu/> から、(6)、(7)は”IMA Annual Report”から作成)

3. カリフォルニア大学ロサンゼルス校純粋・応用数学研究所 (Institute for Pure and Applied Mathematics: IPAM) の概要

(1) 任務

純粋・応用数学研究所 (IPAM) の全体的な任務は、数学者と科学者の広いスペクトルの間で関係を構築すること、新しい協力を開始すること、学際的問題に関して数学者と科学者によりよく知らせること、そして数学が使用される適用の範囲を拡大することである。

毎年、IPAM は2つの長い、学期の長さの科学プログラムを提供する。これらのプログラムでは、シニア及び若手の数学者、及びそのプログラムに関連する科学分野からの科学者や技術者を集める。更に、IPAM は、IPAM のプログラムやワークショップへの参加を促すため、大学院生やポスドク、若手研究者を支援する。

プログラムは3つのフェーズで構成される。両方の流れからのチュートリアルが最初に提供される。これらに、プログラムのテーマ全体に関連した特定のトピックに焦点を当てた3~4週間のワークショップが続く。プログラムは、アローヘッド湖の UCLA 会議センターでの1週間のドイツのオーベルヴォルバッハのようなワークショップに達する。

学期プログラムに加えて、IPAM は年間を通じて広範な科学的テーマに関する1週間のワークショップを後援する。夏の間、IPAM は、大学院生に対するサマースクールとともに、産業問題に焦点を当てた学部生に対する研究プログラム(”RIPS”)を開催する。その大学院生サマースクールは数学の

関心の問題に関する重要な科学的テーマに捧げられる。

IPAMの究極の目標は、全範囲の数学的方法を活用して我々の時代の偉大な科学的挑戦に影響すること、他の科学に動機付けられた新しい問題によっておもしろく新しい数学を刺激すること、そして、これをする人々を訓練することである。IPAMは独自の地位を占める。

(2) 学期プログラム(Semester Programs)

① 学期プログラムの課題及び組織委員会の構成

- 2000年秋季 機能ゲノミクス(Functional Genomics)
- 2001年春季 幾何学的運動(Geometrically Based Motions)
 - ・ 組織委員会:フランス高等師範学校1名、IPAM1名、テキサス大学オースチン校1名
- 2001年秋季 共形場理論と応用(Conformal Field Theory and Applications)
 - ・ 組織委員会:UCLA2名、マサチューセッツ工科大学1名、日本 京都大学数理解析研究所1名、英国 ウェールズ大学スウォンジー校1名、コロンビア大学1名、プリンストン高等研究所1名
- 2002年春季 大規模コミュニケーション・ネットワーク(Large Scale Communication Networks)
 - ・ 組織委員会:スタンフォード大学1名、カリフォルニア工科大学1名、UCLA1名、サザンカリフォルニア大学1名、AT&T 研究所1名
- 2002年秋季 ナノ科学技術における数学(Mathematics in Nanoscale Science and Engineering)
 - ・ 組織委員会:UCLA2名、ミネソタ大学1名、ロスアラモス国立研究所1名、AT&T 研究所1名
- 2003年春季 シンプレクティック幾何学と物理学(Symplectic Geometry and Physics)
 - ・ 組織委員会:メキシコ大学1名、フランス エコール・ポリテクニーク1名、ニューヨーク大学2名、英国 ロンドン大学インペリアル・カレッジ1名、カリフォルニア大学アーバイン校1名、フランス 高等科学研究所1名、UCLA1名、ペンシルバニア大学1名
- 2003年秋季 逆問題:計算的方法と新興的適用(Inverse Problems: Computational Methods and Emerging Applications)
 - ・ 組織委員会:オーストリア ヨハネス・ケプラー大学1名、イタリア ジェノバ大学1名、UCLA1名、スタンフォード大学1名、ドイツ ザールラント大学1名、レンセラー工科大学1名、イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校1名、英国 ロンドン大学キングス・カレッジ1名、ケント州立大学1名、ワシントン大学1名
- 2004年春季 プロテオミクス:連続、構造、機能(Proteomics: Sequence, Structure, Function)
 - ・ 組織委員会:サザンカリフォルニア大学2名、UCLA2名、カリフォルニア工科大学1名、ケック 応用科学大学院1名
- 2004年秋季 高次元のマルチスケール幾何と解析(Multiscale Geometry and Analysis in High

Dimensions)

- ・ 組織委員会:カリフォルニア工科大学1名、エール大学2名、スタンフォード大学1名、コロラド大学1名、カリフォルニア大学デービス校1名、フランス原子力研究所1名
- 2005 年春季 計算天体物理学における壮大な挑戦的問題(Grand Challenge Problems in Computational Astrophysics)
 - ・ 組織委員会:スイス 物理学研究所1名、ローレンス・バークレイ国立研究所1名、カリフォルニア大学バークレイ校1名、UCLA2名、IPAM1名、オーストラリア モナッシュ大学1名、ブラウン大学1名、カリフォルニア工科大学1名
- 2005 年秋季 材料科学と生物物理学における時間と長さスケールの架橋(Bridging Time and Length Scales in Materials Science and Bio-Physics)
 - ・ 組織委員会:UCLA2名、ライス大学1名、プリンストン大学2名、ペンシルバニア大学1名、ドイツ マックスプランク・フリッツ・ハーバー研究所2名、イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校1名
- 2006 年春季 細胞と材料:数学、生物学及び工学間の学際領域において(Cells and Materials: At the Interface between Mathematics, Biology and Engineering)
 - ・ 組織委員会:UCLA2名、IPAM1名、ミシガン大学1名、ユタ大学1名、カリフォルニア大学アーバイン校1名、ノースカロライナ州立大学1名、バクスター・バイオサイエンス1名
- 2006 年秋季 サイバースペースの安全確保:暗号研究とコンピュータセキュリティの応用と基礎(Securing Cyberspace: Applications and Foundations of Cryptography and Computer Security)
 - ・ 組織委員会:UCLA2名、スタンフォード大学1名、マサチューセッツ工科大学1名、イスラエル工科大学1名、ルーセント・テクノロジー ベル研究所1名、ブラウン大学1名
- 2007 年春季 ランダム図形(Random Shapes)
 - ・ 組織委員会:エール大学3名、カナダ ブリティッシュ・コロンビア大学1名、IPAM1名、ワシントン大学1名、フランス エコール・ポリテクニク1名、ニューヨーク州立大学1名
- 2007 年秋季 知識と検索エンジンの数学(Mathematics of Knowledge and Search Engines)
- 2008 年春季 最適な輸送(Optimal Transport)

② 学期プログラムのイベント

- 2002 年春季 大規模コミュニケーション・ネットワーク(Large Scale Communication Networks)
 - ・ 02 年 3 月 11 日 オリエンテーション
 - ・ 02 年 3 月 12~15 日 チュートリアル
 - ・ 02 年 3 月 18~22 日 ワークショップ1:「大規模コミュニケーション・ネットワーク:トポロジー、経路指定、通信量及びコントロール」

- 02年4月15～19日 ワークショップ2:「大規模工学ネットワーク:ロバストネス、照合可能性及び収束性」
 - 02年4月23日 「ネットワークの進歩:混雑制御のためのプロトコル設計」
 - 02年5月9日 「ネットワークの進歩:混雑制御のためのプロトコル設計2」
 - 02年5月13～17日 ワークショップ3:「莫大に広範囲の自己組織化ネットワーク」
 - 02年6月9～14日 アローヘッド湖における結果会議
- 2002年秋季 ナノ科学技術における数学(Mathematics in Nanoscale Science and Engineering)
- 02年9月17～20日 チュートリアル
 - 02年9月30日～10月3日 ワークショップ1:代替計算
 - 02年10月21～23日 ワークショップ2:量子計算に関するIPAM・MSRI合同シンポジウム
 - 02年11月4～6日 ワークショップ3:データ解析及び画像化
 - 02年11月15～16日 CIMMS・IPAMワークショップ 分子モデル化と計算:見通しと挑戦
 - 02年11月19～22日 ワークショップ4:材料に関するモデル化とシミュレーション
 - 02年12月8～13日 アローヘッド湖における最終検討
- 2003年春季 シンプレクティック幾何学と物理学(Symplectic Geometry and Physics)
- 03年3月17日 オリエンテーション
 - 03年3月18～21日 チュートリアル
 - 03年3月24～28日 ワークショップ1:シンプレクティック幾何学
 - 03年4月14～18日 ラグランジアン部分多様体幾何学
 - 03年4月29日～5月2日 G2多様体の幾何学と物理学
 - 03年5月19～23日 ワークショップ2:カオス力学
 - 03年6月2～6日 ワークショップ3:シンプレクティック幾何学とひも理論
 - 03年6月8～13日 アローヘッド湖における最終ワークショップ
- 2003年秋季 逆問題:計算的方法と新興的適用(Inverse Problems: Computational Methods and Emerging Applications)
- 03年9月8日 オリエンテーション
 - 03年9月9～12日 チュートリアル
 - 03年9月15～18日 産業問題勉強グループ
 - 03年10月3～4日 生物学的、人工的群衆
 - 03年10月16～23日 逆問題ワークショップ・シリーズ1

- 03年11月5～6日 逆問題の統計的手法
 - 03年11月12～20日 逆問題ワークショップ・シリーズ2
 - 03年12月7～12日 アローヘッド湖における最終ワークショップ
- 2004年春季 プロテオミクス:連続、構造、機能(Proteomics: Sequence, Structure, Function)
- 04年3月8日 オリエンテーション
 - 04年3月9～12日 チュートリアル
 - 04年3月22～26日 ワークショップ1:高処理能力技術と分析法
 - 04年4月19～23日 ワークショップ2:医療応用とタンパク質ネットワーク
 - 04年5月10～14日 ワークショップ3:構造的プロテオミクス
 - 04年5月24～28日 ワークショップ4:分子機械
 - 04年6月6～11日 アローヘッド湖における最終ワークショップ
- 2004年秋季 高次元のマルチスケール幾何と解析(Multiscale Geometry and Analysis in High Dimensions)
- 04年9月7日 オリエンテーション
 - 04年9月8～15日 チュートリアル:2セッション
 - 04年9月20～24日 ワークショップ1:画像処理とコード化におけるマルチスケール幾何学
 - 04年10月19～23日 ワークショップ2:科学計算におけるマルチスケール幾何学
 - 04年10月25～29日 ワークショップ3:高次元データ解析におけるマルチスケール構造
 - 04年11月8～12日 ワークショップ4:天文学データ解析におけるマルチスケール幾何的方法
 - 04年11月15～19日 ワークショップ5:数学分析とマルチスケール幾何的解析
 - 04年11月29～30日 限定周波数関数、PSWF 及び高次元法に関する小ワークショップ
 - 04年12月12～17日 アローヘッド湖における最終会議(招待者のみ)
- 2005年春季 計算天体物理学における壮大な挑戦的問題(Grand Challenge Problems in Computational Astrophysics)
- 05年3月7日 オリエンテーション(招待者のみ)
 - 05年3月8～11日 チュートリアル
 - 05年4月4～9日 ワークショップ1:天体物理学の流体力学
 - 05年4月18～22日 ワークショップ2:天体物理学の多体問題
 - 05年5月2～6日 ワークショップ3:相対論的天体物理学
 - 05年5月16～20日 ワークショップ4:遷移現象

- ・ 05年6月5～10日 アローヘッド湖における最終会議(招待者のみ)
- 2005年秋季 材料科学と生物物理学における時間と長さスケールの架橋(Bridging Time and Length Scales in Materials Science and Bio-Physics)
- ・ 05年9月12日 オリエンテーション(招待者のみ)
 - ・ 05年9月13～16日 チュートリアル
 - ・ 05年9月26～30日 ワークショップ1:軟物質と生物物理学におけるマルチスケール・モデル化
 - ・ 05年10月17～20日 ワークショップ2:凝縮物質と材料科学におけるマルチスケール・モデル化
 - ・ 05年10月21～22日 小ワークショップ:原子シミュレーションにおける時間加速法
 - ・ 05年10月30日～11月5日 ワークショップ3:材料及び生物分子の特性及び機能のモデル化に関する密度関数理論計算-実地コンピュータコース
 - ・ 05年11月14～16日 ワークショップ4:マルチスケール解析及び計算
 - ・ 05年11月17～18日 カリフォルニア工科大学におけるCIMMS(米国大気海洋局中規模気象現象研究所)衛星ワークショップ:マルチスケール・モデル化と計算-基礎理論と地球科学
 - ・ 05年12月11～16日 アローヘッド湖における最終ワークショップ(招待者のみ)
- 2006年春季 細胞と材料:数学、生物学及び工学間の学際領域において(Cells and Materials: At the Interface between Mathematics, Biology and Engineering)
- ・ 06年3月14～17日 チュートリアル
 - ・ 06年3月20日 予備検討(招待者のみ)
 - ・ 06年3月27～31日 ワークショップ1:膜状タンパク質の科学技術
 - ・ 06年4月18～22日 ワークショップ2:自然の微小流と微小流技術
 - ・ 06年5月8～12日 ワークショップ3:血管発生、脈管形成及び形態形成
 - ・ 06年5月22～26日 ワークショップ4:システム生物学及び分子モデリング
 - ・ 06年6月11～16日 アローヘッド湖における最終検討(招待者のみ)
- 2006年秋季 サイバースペースの安全確保:暗号研究とコンピュータセキュリティの応用と基礎(Securing Cyberspace: Applications and Foundations of Cryptography and Computer Security)
- ・ 06年9月12～15日 チュートリアル
 - ・ 06年9月18日 予備検討(招待者のみ)
 - ・ 06年10月9～13日 ワークショップ1:数論及び暗号研究-明らかな問題

- 06年10月25～28日 ワークショップ2:局所的に解読可能な暗号、個人情報検索、プライバシーを維持したデータマイニング、及び特別な性質を有する公開鍵暗号
- 06年11月13～17日 ワークショップ3:安全なマルチパーティ計算、ゼロ知識の基礎及びその応用
- 06年12月4～8日 ワークショップ4:暗号のための専用ハードウェア:攻撃と適用
- 06年12月10～15日 アローヘッド湖における最終検討(招待者のみ)

○ 2007年春季 ランダム図形(Random Shapes)

- 07年3月13～16日 チュートリアル
- 07年3月26～30日 ワークショップ1:ランダム図形、表現理論及び共形場理論
- 07年4月16～20日 ワークショップ2:ランダム曲線、表面及び輸送
- 07年5月7～11日 ワークショップ3:ランダムで動的なグラフ及びネットワーク
- 07年5月21～25日 ワークショップ4:ランダム図形のための画像処理:脳のマッピング、地球物理学及び天体物理学への適用
- 06年6月10～15日 アローヘッド湖における最終検討(招待者のみ)

(2) 短期プログラム(Short Programs)

① 短期プログラムの課題、時期及び組織委員会の構成

- 2000年9月6～8日 画像処理:理論、解析及び応用(Image Processing: Theory, Analysis, and Applications)
 - 組織委員会:サウスカロライナ大学1名、海軍研究室1名、ミネソタ大学1名、国防総省高等研究計画局1名、メーランド大学1名
- 2001年1月3～12日 金融数学:リスク管理、モデル化及び数値方法(Financial Mathematics: Risk Management, Modeling and Numerical Methods)
 - 組織委員会:コロンビア大学1名、サザンカリフォルニア大学1名
- 2001年3月19～23日 振動性積分・分散方程式(Oscillatory Integrals and Dispersive Equations)
 - 組織委員会:カリフォルニア大学バークレイ校1名、プリンストン大学1名、UCLA2名、メーランド大学1名
- 2001年12月3～5日 超大規模集積回路計算設計支援(VLSICAD)のマルチレベル最適化(Multilevel Optimization in VLSICAD)
 - 組織委員会:イスラエル ワイツマン科学研究所1名、UCLA2名
- 2002年1月9～13日 暗号研究の現代の方法(Contemporary Methods in Cryptography)
 - 組織委員会:UCLA3名

- 2002 年 1 月 14～18 日 科学的データマイニングにおける数学的挑戦 (Mathematical Challenges in Scientific Data Mining)
 - ・ 組織委員会: パーデュー大学1名、ローレンス・リバモア国立研究所1名、カリフォルニア大学サンタバーバラ校1名、カリフォルニア大学アーバイン校1名
- 2002 年 1 月 28 日～2 月 5 日 大気及び海洋の流れにおけるサブグリッドスケール現象の数学 (Mathematics of Subgrid-Scale Phenomena in Atmospheric and Oceanic Flow)
 - ・ 組織委員会: マサチューセッツ工科大学1名、マサチューセッツ大学1名、ニューヨーク大学1名、UCLA1名
- 2002 年 2 月 11～15 日 遺伝子、民族及び言語 (Genes, Peoples and Languages)
 - ・ 組織委員会: スタンフォード大学1名、サザンカリフォルニア大学3名
- 2002 年 4 月 1～4 日 線形スケールの電子構造法 (Linear Scaling Electronic Structure Methods)
 - ・ 組織委員会: 英国 ケンブリッジ大学1名、イスラエル ヘブライ大学1名、コロラド大学1名、イスラエル ワイツマン科学研究所1名、UCLA1名、ミネソタ大学1名
- 2002 年 4 月 5～7 日 科学計算、偏微分方程式及び画像処理に関する国際会議 (International Conference on Scientific Computing, Partial Differential Equations and Image Processing)
 - ・ 組織委員会: UCLA2名、プリンストン大学1名、ブラウン大学2名、カリフォルニア大学デービス校1名、ミネソタ大学1名、カリフォルニア大学アーバイン校1名
- 2002 年 5 月 4 日 第2回南カリフォルニア応用数学シンポジウム (SoCAMS-II) (2nd Southern California Applied Mathematics Symposium (SoCAMS-II))
 - ・ 組織委員会: カリフォルニア大学サンディエゴ校1名、カリフォルニア工科大学1名、クレアモント大学院大学1名、IPAM1名、カリフォルニア大学サンタバーバラ校1名、サザンカリフォルニア大学1名、カリフォルニア大学アーバイン校1名
- 2002 年 6 月 3～5 日 相転移とアルゴリズム的複雑性 (Phase Transitions And Algorithmic Complexity)
 - ・ 組織委員会: ロスアラモス国立研究所1名、マイクロソフト・リサーチ3名、英国 ケンブリッジ大学1名、コーネル大学1名、メンフィス大学1名
- 2002 年 10 月 28～31 日 PECS-IV: フォトニック、電磁氣的結晶構造に関する国際ワークショップ (PECS-IV: International Workshop on Photonic and Electromagnetic Crystal Structures)
 - ・ 組織委員会: サンディア国立研究所2名、マサチューセッツ工科大学1名、UCLA1名、日本横浜国立大学1名、NASA1名、アイオワ州立大学1名、英国 グラスゴー大学1名、ミネソタ大学1名、カリフォルニア工科大学1名
- 2003 年 1 月 13～17 日 マルチスケールの幾何的解析: 理論、ツール及び応用 (Multiscale

Geometric Analysis: Theory, Tools, and Applications)

- ・ 組織委員会:カリフォルニア工科大学1名、スタンフォード大学1名、エール大学1名、フランス原子力研究所1名
- 2003年2月3～7日 非線形シュレーディンガー方程式の新興応用 (Emerging Applications of the Nonlinear Schrödinger Equations)
 - ・ 組織委員会:イスラエル テルアビブ大学1名、ウィスコンシン大学1名、スタンフォード大学1名
- 2003年2月18～21日 細胞と材料:組織工学の学際領域において (Cells & Materials: at the Tissue Engineering Interface)
 - ・ 組織委員会:UCLA4名、IPAM1名、スタンフォード大学1名、バクスター生物科学1名
- 2003年5月18～23日 応用逆問題:理論的、計算的側面 (Applied Inverse Problems: Theoretical and Computational Aspects)
 - ・ 組織委員会:レンセラー工科大学1名、ケース・ウェスタン・リザーブ大学1名、オーストリア ヨハネス・ケプラー大学1名
- 2004年1月22～24日 適応光学における評価・制御問題 (Estimation and Control Problems in Adaptive Optics)
 - ・ 組織委員会:国立光学天文台1名、カリフォルニア大学サンタクルス校1名、UCLA2名、IPAM1名、モンタナ州立大学ボーズマン校1名
- 2004年1月26～30日 天文学の画像化における数学的挑戦 (Mathematical Challenges in Astronomical Imaging)
 - ・ 組織委員会:UCLA1名、IPAM1名、ユークリッド科学1名、国立電波天文台1名、国立光学天文台1名、ローレンス・リバモア国立研究所1名、宇宙望遠鏡科学研究所1名、ハーバード大学1名、カリフォルニア大学アーバイン校1名
- 2004年2月9～13日 自動変形、群論及びグラフ拡張 (Automorphic Forms, Group Theory and Graph Expansion)
 - ・ 組織委員会:オレゴン大学1名、イスラエル ヘブライ大学1名、UCLA1名、カリフォルニア大学サンディエゴ校1名、プリンストン高等研究所1名
- 2004年2月23～27日 幾何学的流れ:理論と計算 (Geometric Flows: Theory and Computation)
 - ・ 組織委員会:UCLA1名、カリフォルニア大学サンディエゴ校1名、コロンビア大学2名、ドイツ アルバート・アインシュタイン研究所1名、カリフォルニア大学アーバイン校1名
- 2005年1月10～14日 核融合プラズマにおけるマルチスケール・プロセス (Multiscale Processes in Fusion Plasmas)
 - ・ 組織委員会:UCLA2名、メリーランド大学2名、テキサス大学1名、ロスアラモス国立研究所1

- 名、ニューヨーク大学1名、プリンストン大学2名、ローレンス・リバモア国立研究所1名、ウィスコンシン大学1名
- 2005年1月24～28日 認識力の確率モデル:心の数学(Probabilistic Models of Cognition: The Mathematics of Mind)
 - ・ 組織委員会:UCLA1名、マサチューセッツ工科大学1名
 - 2005年1月31日～2月2日 耳と音響信号処理の数学(Mathematics of the Ear and Sound Signal Processing)
 - ・ 組織委員会:テキサス大学オースチン校1名、マイクロソフト・リサーチ1名、IPAM1名、クアルコム1名、ニュージーランド オークランド大学1名
 - 2005年2月22～25日 地球物理系に対するデータ同化における数学的問題と挑戦:学際的見通し(Mathematical Issues and Challenges in Data Assimilation for Geophysical Systems: Interdisciplinary Perspectives)
 - ・ 組織委員会:ノースカロライナ大学1名、UCLA1名、オレゴン州立大学1名、国立大気研究センター1名
 - 2005年11月21～22日 材料科学に対する原子間ポテンシャル(Interatomic Potentials for Materials Sciences)
 - 2006年1月9～13日 システム生物学に向けた連続解析学(Sequence Analysis Toward System Biology)
 - ・ 組織委員会:ハーバード大学1名、UCLA1名
 - 2006年1月23～27日 文書空間(Document Space)
 - ・ 組織委員会:ジョン・ホプキンス大学2名、エール大学1名、海軍海上戦争センター1名
 - 2006年2月6～10日 心臓モデル化:イメージ獲得 分割、モデル化及び解析(Heart Modeling: Image Acquisition, Segmentation, Modeling and Analysis)
 - ・ 組織委員会:ラトガー大学1名、ニューヨーク大学1名、エール大学1名、ジョン・ホプキンス大学1名
 - 2006年2月27日～3月3日 自然及び故意の集合(Swarming by Nature and by Design)
 - ・ 組織委員会:UCLA1名、ワシントン大学1名、メリーランド大学1名、海軍研究所1名
 - 2007年1月8～12日 センサネットワークにおける数学的挑戦と機会(Mathematical Challenges and Opportunities in Sensor Networking)
 - ・ 組織委員会:ライス大学1名、UCLA1名、ウィスコンシン大学マディソン校1名
 - 2007年1月29日～2月2日 犯罪ホットスポット: 行動的、計算的、数学的モデル(Crime Hot Spots: Behavioral, Computational and Mathematical Models)
 - ・ 組織委員会:UCLA3名、英国 ロンドン大学ユニバーシティ・カレッジ1名、テンプル大学1名、カリフォルニア大学アーバイン校1名

- 2007年2月12～16日 小規模で極端な事象:ハリケーン(Small Scales and Extreme Events: The Hurricane)
 - ・ 組織委員会:UCLA2名、ドイツ コンラート・ツーセ情報工学センター1名、ニューヨーク大学1名、コロラド州立大学1名、国立大気研究センター1名
- 2007年2月26日～3月2日 トポロジー的な量子計算(Topological Quantum Computation)
 - ・ 組織委員会:マイクロソフト・リサーチ1名、UCLA1名、インディアナ大学1名
- 2007年5月30日～6月1日 短期コース:分散表現と高次元幾何学:米国数学会2007年フォン・ノイマン・シンポジウムに関連して(Short Course: Sparse Representations and High Dimensional Geometry : In conjunction with the AMS 2007 Von Neumann Symposium)
 - ・ 組織委員会:ミシガン大学1名、ユタ大学1名

(IPAMのweb <http://www.ipam.ucla.edu/> から作成)

4. ニューヨーク大学クーラント数理科学研究所(Courant Institute of Mathematical Sciences: CIMS)

の概要

(1) 概要

クーラント数理科学研究所は、ニューヨーク大学の数学科、計算科学科及び大気・海洋科学センターのホームである。それは、流体及びマルチメディアを含む、我々の研究と教育、学際的研究部局及び様々な実験室にとってのホームである。1935年にリチャード・クーラントによって設立されたその研究所は、伝統的な研究科では通常見つけられなかった科学技術の基本的な問題に取り組んできた歴史がある。

(2) 所長コメント

ニューヨーク大学クーラント数理科学研究所は、数学と計算科学の研究と教育のための指導的なセンターである。50年間以上、本研究所は統一的な分野として数理科学、計算科学の統合的な視点を促進することによって、米国と国際科学に貢献してきた。その研究活動は、理論から応用まで及ぶ。それは、生物科学、物理科学及び経済科学への数学と計算の応用と同様に、純粋数学と計算科学を含む広いスペクトルをカバーしている。

クーラント研究所は、応用数学、解析学、計算科学及び微分方程式の開発において中心的な役割を果たしてきた。我々は、多くの国家的、国際的な賞によって認識されてきた自らの学部の並外れた研究達成を誇りに思う。同時に、我々は現在、世界中の大学、政府研究所及び企業で指導力を提供する自分達の元学生と博士号を取得した同僚を誇りに思う。

計算科学、数学及びそれらの応用は発展する一方、クーラント研究所も発展する。しかし、数理科学や、近代科学及び近代社会に対するそれらの重要性に関する我々の統一見解は変わらない。現在、数学において我々は解析学、偏微分方程式、確率論、幾何学、トポロジー及び数論で

偉大な深遠さを提供する。計算科学では、我々の強さはマルチメディア、プログラミング言語とシステム、分散・並列計算、及びアルゴリズム解析を含む。我々の統一見解では、特に科学計算、数値解析、コンピュータグラフィックス及び計算幾何学の領域における数学と計算科学間の境界において自分達は特に強い。数学と計算科学間の境界面におけるこの強さは、材料科学、生物物理学、遺伝学、大気/海洋科学、コンピュータ映像、流体力学及び金融数学といった領域における我々の学際的研究にとって特に重要である。それは、金融数学と科学計算における我々の専門的修士プログラムにとっても重要である。

数学と計算科学の発展は、科学の発展と我々の国会の技術的競争力に対する本質である。実際、計算/モデル化は、室内実験や解析的理論とともに、生物科学及び物理科学両方において、急速に同等なパートナーとなりつつある。クーラント研究所は、この重要な努力において継続的な科学的指導力と方向性を提供することを期待している。

(3) 組織

2004-2005 年度における計算科学科と数学科の全教職員数は次のとおり。

	職員数	うち数学関係者数
教授	57	45
助教授	16	8
准教授	16	8
客員助教授	3	0
客員准教授	3	0
講師	1	0
合計	96	61

これらの数学関係の教職員の専門分野の例を以下に挙げる。

確率論、計算流体力学、推計過程、代数幾何学、地球物理流体力学、物理・生物系における非線形推計行動、代数幾何トポロジー、微分幾何学とそのトポロジー及び解析学への接続、数値分散理論、統計学と比較ゲノミクス、流体力学、微分幾何学、数理物理学、科学計算、函数解析、リーマン多様体、調和解析、電磁流体力学、非標準解析、シンプレクティック幾何学、海洋モデルと循環理論、数学モデル、気象力学、弾性学、偏微分方程式、応用数学、ゲノミクス、統計物理学、解析学、数値最適化、物理化学、心臓流体力学、離散幾何学、計算神経科学、離散数学、理論凝縮系物理学、数値解析、数論解析、力学系とエルゴード理論、非線形物理学とカオス、実験物理学

また、クーラント研究所におけるスタッフは30名以上。その職種の例を挙げると、

事務補助、システム支援、数学タイピング、後援プロジェクト事務、予算分析、コンピュータシステム監督、システム・プログラマー、給与支払・時間管理、財政管理、特別行事・住居コーディネー

ト、人的資源管理、ネットワーク技術
(クーラント数理科学研究所の web <http://www.cims.nyu.edu/> から作成)