

(別添1)

Policy Study No.12

# 忘れられた科学 — 数学

～主要国の数学研究を取り巻く状況及び我が国の科学における数学の必要性～

2006年5月

於：日本学術会議シンポジウム「礎の学問：数学」

文部科学省 科学技術政策研究所

総務研究官 桑原輝隆

## 1. 科学技術政策研究所におけるこれまでの検討

第3期科学技術基本計画策定に資するために科学技術政策研究所が実施した下記の調査によって、諸外国と比べて「忘れられた」日本の数学研究の状況がおぼろげながら分かってきた。

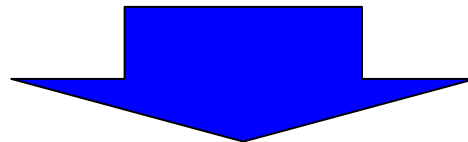
### 基本計画レビュー

- 論文分析
  - ・ 日本の数学は世界の中でのポジションが他の分野と比べると低い。
- 欧米専門家の評価
  - ・ 日本の数学はいくつかの領域でトップクラスであるが、リードする専門家の数が限られており、近年活動のレベルが低下傾向にあるように見える。

### 俯瞰的予測

- シナリオ分析(広中平祐氏、ピーター・フランクフル氏)
  - ・ 新しい領域への展開が必要
  - ・ 中核的な機関が不足

2005年5月のワークショップにおいて、日本の数学研究を取り巻く厳しい状況が報告されるとともに、他分野研究者、企業から日本における数学の今後の発展に対する熱い期待が寄せられた。



各国の統計資料などのデータ収集・分析とともに、日本の各分野の研究者に対してアンケート調査を実施した(Policy Study No.12「忘れられた科学 - 数学」)。

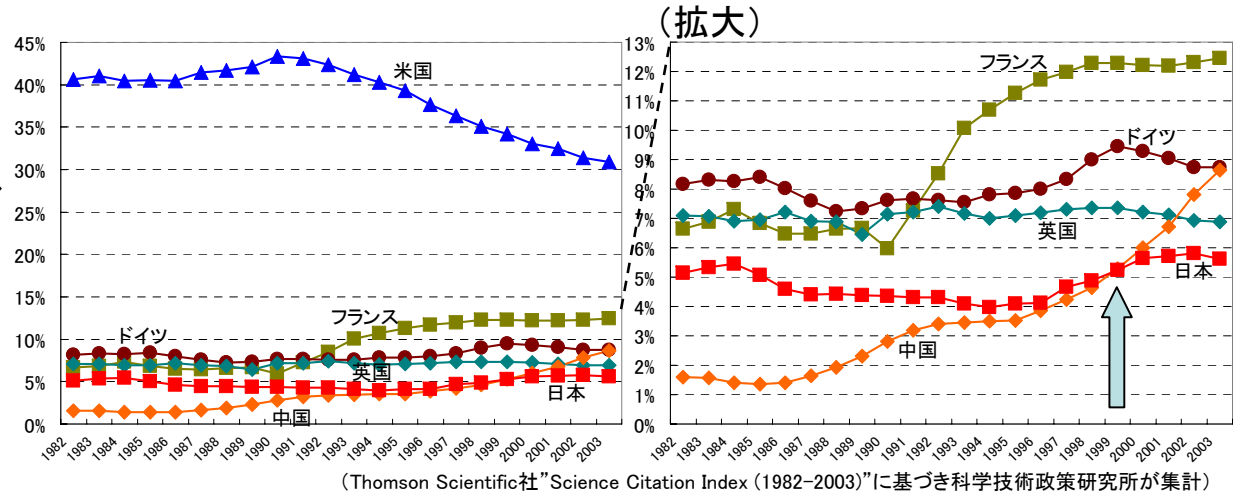
## 2. 世界における数学論文等の状況①

### 【数学研究論文数に関する主要国の世界シェアの推移】

※ 数学研究: 純粋数学、応用数学、統計学、確率論などを含む数理科学 (mathematical science) に関する研究とする。

○ 日本は00年に中国に追い抜かれて現在は**世界第6位**(1位から米国、フランス、ドイツ、中国、英国)(右図)

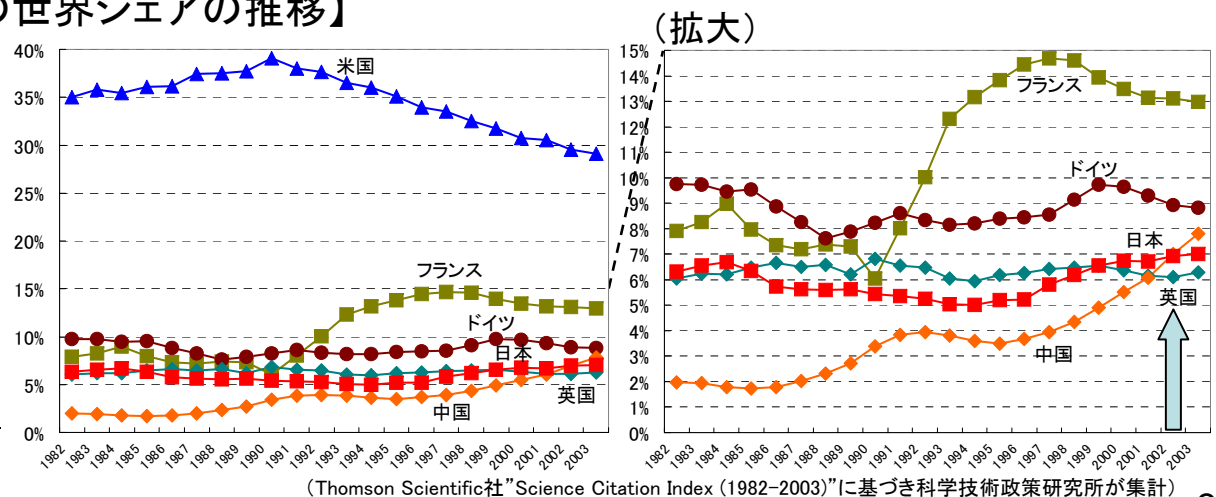
○ 一方、全分野の論文数では日本は米国に次ぐ**世界第2位**



### 【純粋数学論文数に関する主要国の世界シェアの推移】

○ 日本は02年に中国に追い抜かれて現在は**世界第5位**(1位から米国、フランス、ドイツ、中国)(右図)

日本は数学全体と比べると純粋数学のポジションの方が高い。

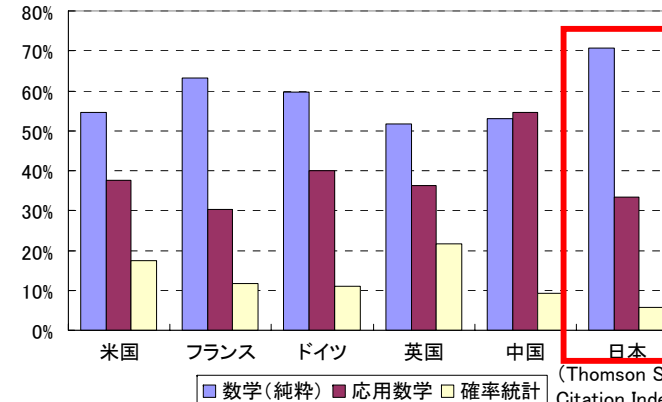


## 2. 世界における数学論文等の状況②

【各国における数学研究論文数に対する数学(純粋)、  
応用数学、確率統計領域の論文数の比率】

- 日本、フランス: 純粋数学が多い。
- 米国、ドイツ、英国: 応用数学、確率統計が比較的多い。

数学研究論文数に対する数学(純粋)、応用数学、確率統計領域の論文数の比率(99-03年)



(Thomson Scientific社"Science Citation Index (1982-2003)"に基づき  
科学技術政策研究所が集計)

【世界シェア比率と国内総研究開発費の関係】

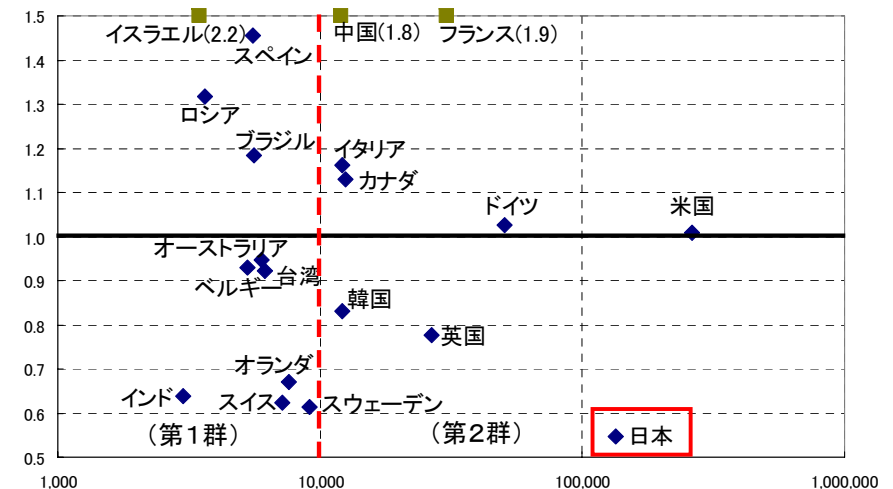
○ (数学研究論文数の世界シェア)/(全分野論文数の世界シェア) という世界シェア比率

○ 国と地域を国内総研究開発費100億ドルを境に2つの群に分類(右図)。

○ 第1群では、数学研究論文数の世界シェア比率の高低が幅広く、シェア比が1より小さい国が多い(7/11)。第1群における平均シェア比は1.05

○ 第2群でも、数学研究論文数の世界シェア比率の高低が分散するが、シェア比が1より大きい国が多い(6/9)。第2群における平均シェア比は1.13

(数学研究論文数の世界シェア)/(全分野論文数の世界シェア) (縦軸、横軸ともに98-03年平均)



※ 全分野論文数上位20の国と地域が対象

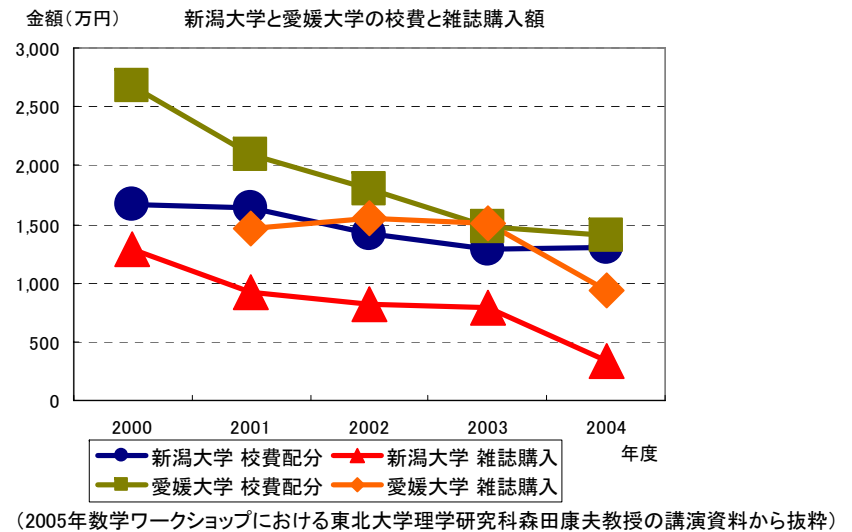
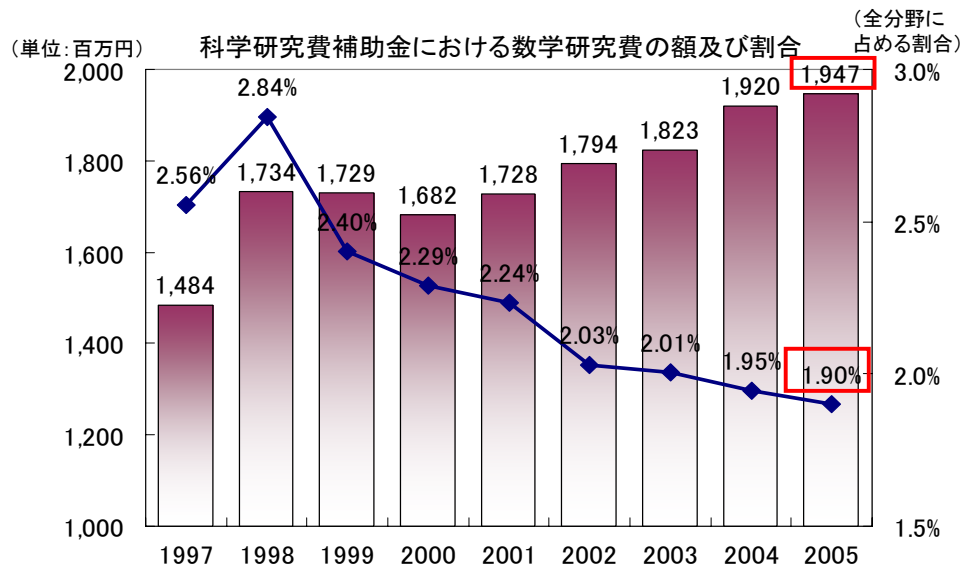
国内総研究開発費  
(単位: 百万ドル)

(Thomson Scientific社"Science Citation Index (1982-2003)"に基づき  
科学技術政策研究所が集計)

世界第2位の研究開発費を擁する日本の世界シェア比が非常に小さくてよいのか？

### 3. 数学研究に関する各国の状況及び政府の取り組み【日本①】

- 科学研究費補助金の助成額及び一部の大学校費の状況(下図)、研究教育拠点形成を目的とする「21世紀COEプログラム」などから、政府の数学研究費の総額は**数十億円程度**と推測される。これは米国などと比べて低いと考えられる。



- 一方、日本は**大学等で3,000~4,000人**(フランス、ドイツよりやや少ない規模)の数学研究者を擁していると推測される。

- 科学技術基本計画などで数学研究振興を明示的に示す文言はなく、数学研究者と行政との関わりも弱かった。  
 ⇒ **分野別推進戦略(平成18年3月、総合科学技術会議)**の情報通信分野に「**数学研究者の育成強化は、情報通信技術や他の科学技術の進展に必須の政策**」旨の記述。

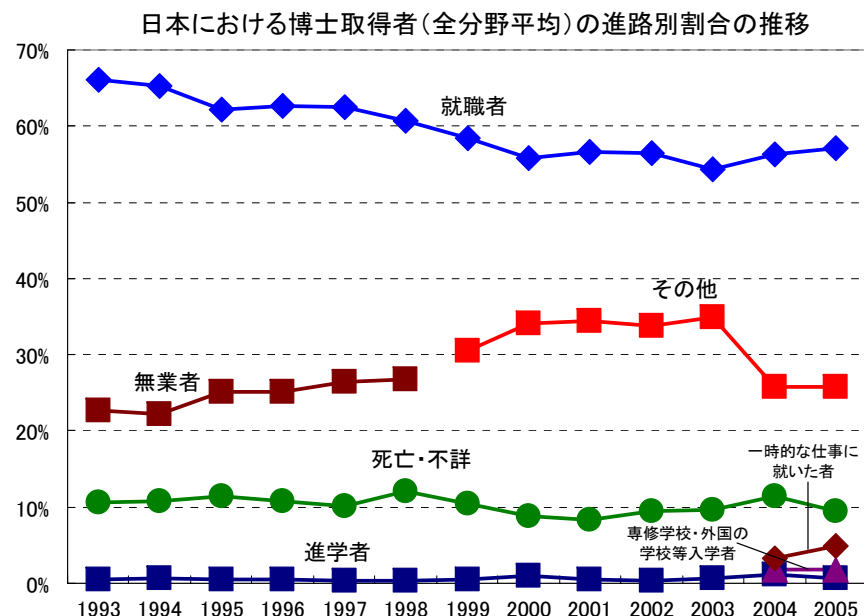
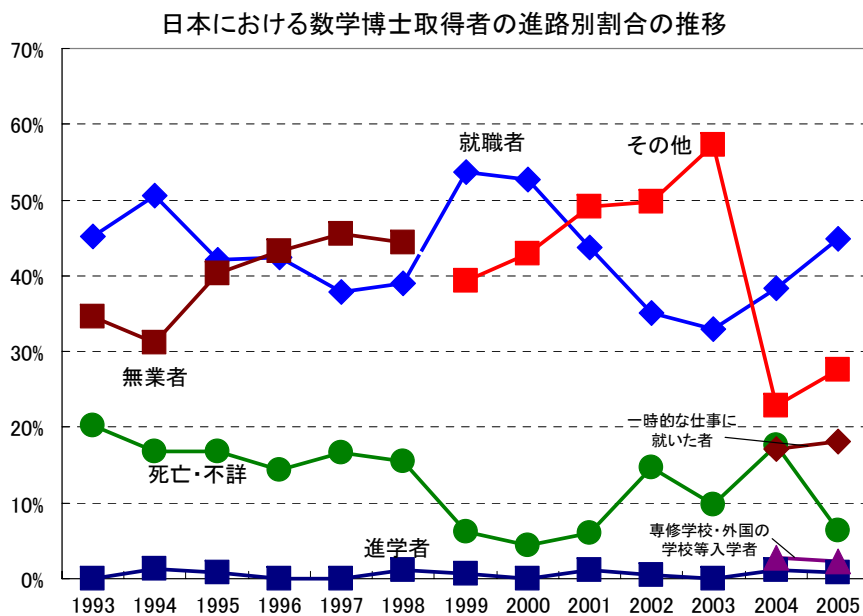
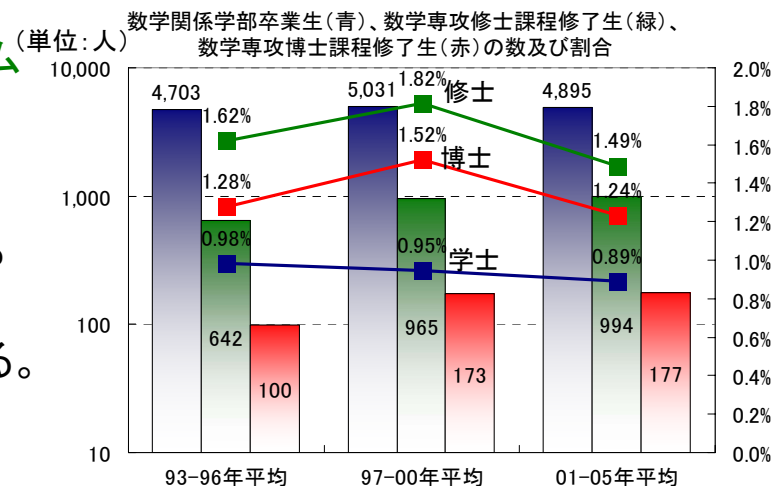
日本における数学研究関連学協会の場合

学協会名	会員数
(社)日本数学会	約5,000
日本数学協会	869
日本応用数理学会	約1,800
日本統計学会	1,546

### 3. 数学研究に関する各国の状況及び政府の取り組み【日本②】

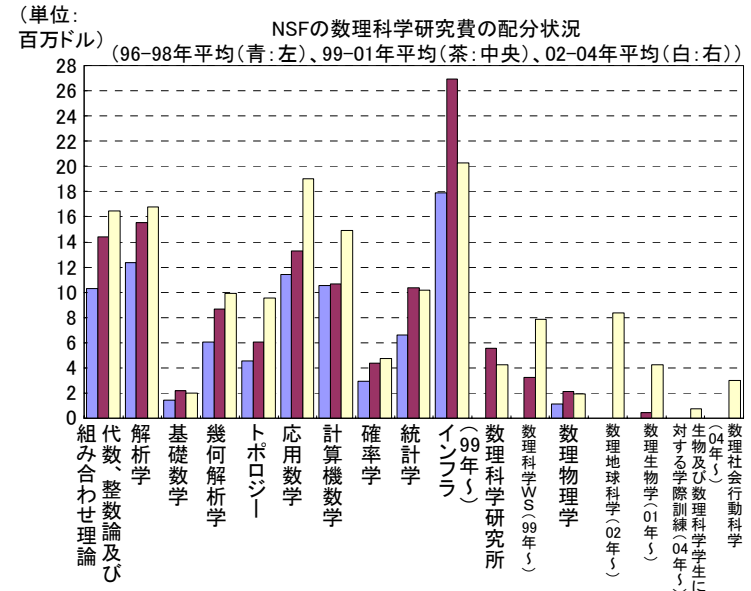
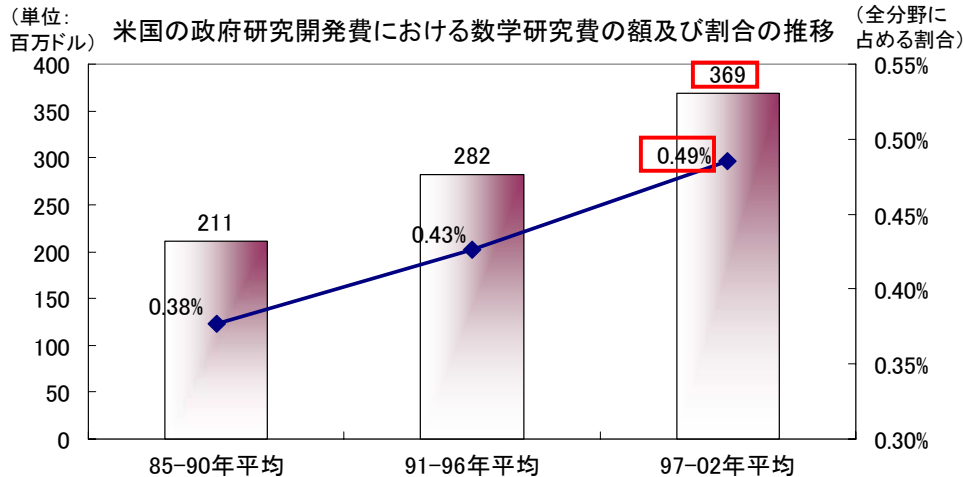
○ 日本国内で確認された数学研究所等は情報・システム研究機構統計数理研究所や京都大学数理解析研究所など8つ。

○ 数学博士取得者(約180人。全分野の1.2%) (右図)やその就職率(45%) (下図)などから、日本の数学博士取得者の置かれる環境は他分野より厳しいと推測される。



### 3. 数学研究に関する各国の状況及び政府の取り組み【米国①】

- 米国における数学研究費は調査対象国の中で最も大きく(約440億円)、増加している(左下図)。NSF、DOEなど複数の連邦政府省庁が数学研究予算を有し、数学研究振興を専任する課がある。



- 98年にはオドム・レポート(全米研究会議)がとりまとめられた。

- ・米国数学の状況は旧ソ連など外国出身の研究者に依存しており脆く、数学研究資金は不足。
- ・学術数学と大学外における数学研究や他分野との連結は不十分。
- ・極度に複雑な未来の科学的問題には、数学モデル、シミュレーション、視覚化等の導入が必要。
- ・資金配分機関が分野融合活動を認識し、それに資金援助を行うことが必要。加えて、分野融合の遂行には長い時間が必要。

- 98年頃からNSFの数理科学研究予算は急速に増加(97-06年平均で年間増加率10%)し、インフラ(基盤経費)や研究所経費、融合分野の研究費などが増加(右上図)。

また、現在でもDOEがマルチスケール数学に関する国家プロジェクト(05年度から、約24億円)を実施するなど、数学研究の振興に対する同国政府の関心は高い。

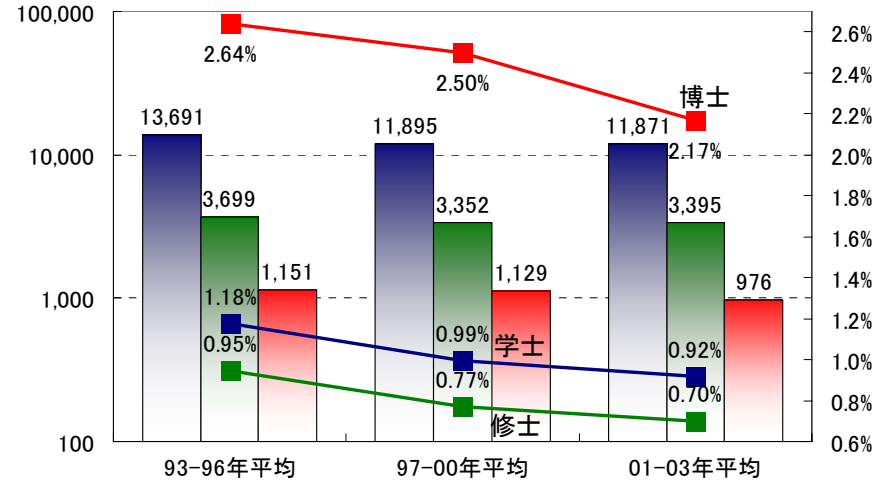
### 3. 数学研究に関する各国の状況及び政府の取り組み【米国②】

- 数学研究者数は産業界も含めて**1万人から数万人**と推測(左下表)。一方、同国で確認された数学研究所等は**ミネソタ大学数学・数理応用研究所、プリンストン高等研究所、スタンフォード大学数学研究センター**など**25**。

米国における数学研究関連学協会の例

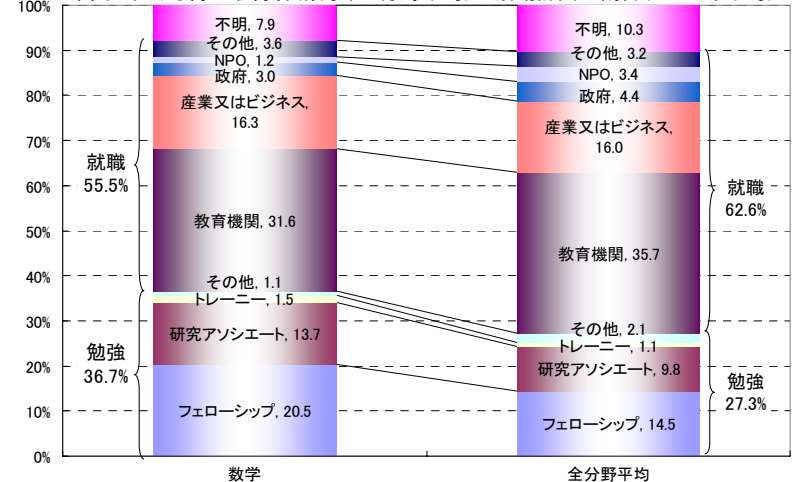
学協会名	会員数
米国数学会	29,000
米国応用数理学会	10,000
米国統計学会	16,000

米国の数学又は統計学関係学部卒業生(青)、数学又は統計学専攻修士課程修了生(緑)、数学又は統計学専攻博士課程修了生(赤)の数及び割合の推移



- 数学博士取得者の就職率は**56%**。全分野平均(63%)との差は主に教育機関で働く割合の差。同国特有の事情として、数学又は統計学博士取得者(約**980人**、全分野の**2.2%**、右上図)に対する外国人学生の寄与が大きい(約5割)。彼らの8~9割は博士号取得後も同国内に滞在しており、同国の数学研究力の大きな源泉となっていると思われる。

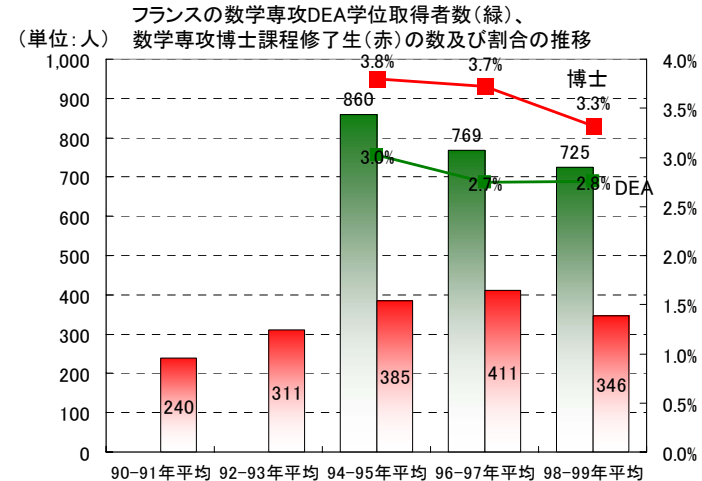
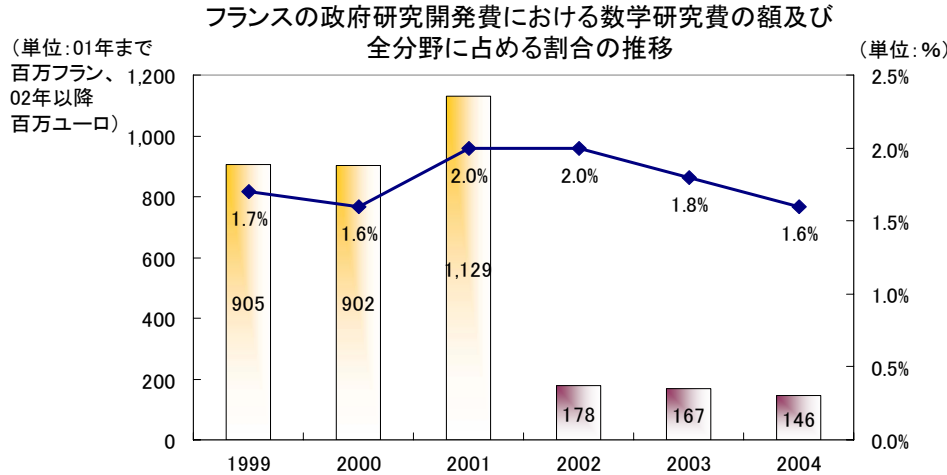
米国における博士取得者(数学、全分野平均)の活動計画の割合(01-03年平均)





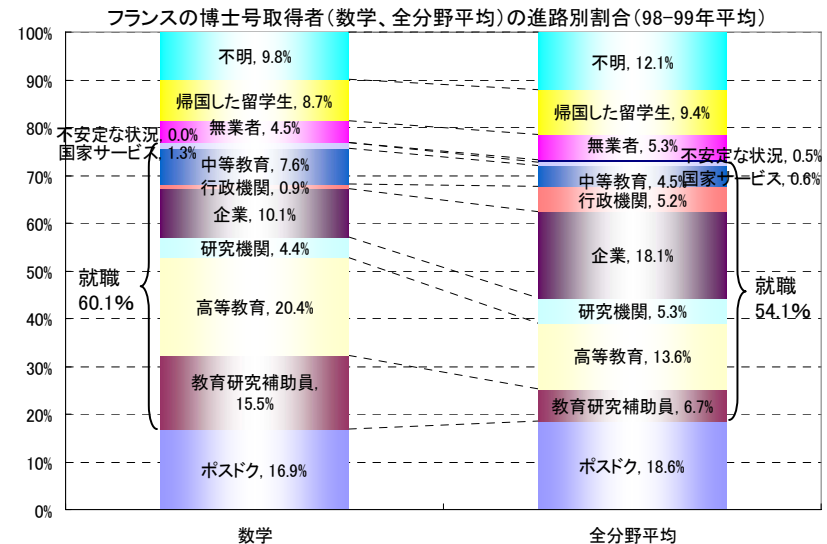
### 3. 数学研究に関する各国の状況及び政府の取り組み【フランス】

○ 政府の数学研究費は約**190億円**(左下図)。同国は全分野に占める数学研究の割合(研究費は**1.6%**、学生数は**2.5%**)が極めて高いことが特徴。



○ 同国では**31**の数学研究所等が確認され、**学術界に4,000人、産業界に2,000人**の数学研究者が活躍。

○ 数学博士取得者は減少傾向だが、その数は多い(約**350人**、全分野の**3.3%**、右上図)。  
 ・米国ほどではないが、数学博士取得者に対する外国人学生の割合は高く(約3割)、彼らの7~8割は博士取得後もフランスに滞在する模様。  
 ・数学博士取得者の就職率は**60%**と全分野平均より高い(右図)。

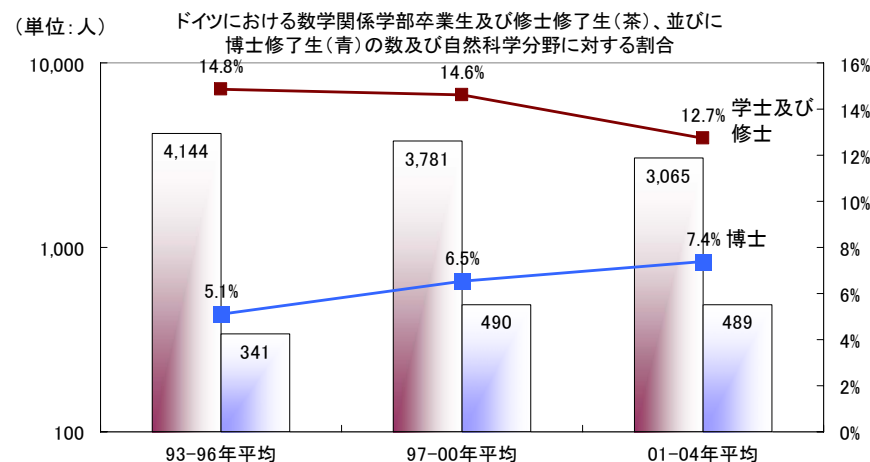
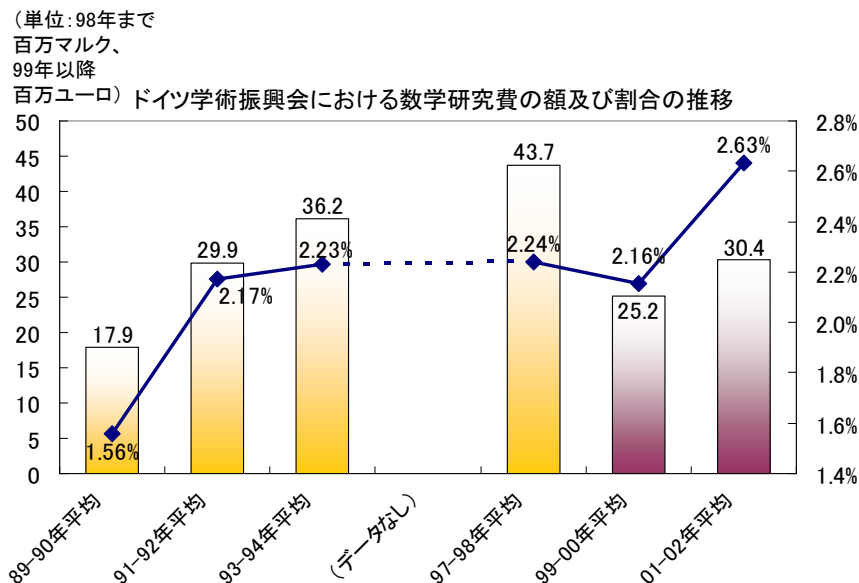


同国では数学研究の意義が広く認められ、社会的地位が高いと推測される。

### 3. 数学研究に関する各国の状況及び政府の取り組み【ドイツ】

○ 政府の数学研究費の全貌は不明だが、ドイツ学術振興会のグラントの数学研究費は**約36億円** (グラント全体の**2.6%**、左下図)。

同国では93年から数学研究に関する国家プログラムが実施されており、現在は第4期の「産業及びサービスのイノベーションのための数学」プログラム (**約13億円**、連邦教育研究省) を実施中。



○ 同国では近年、分野横断や大学と企業との連結強化を目的として、**フラウンホーファー産業数学研究所** (01年)、**ベルリン工科大学「キーテクノロジーのための数学」研究センター** (02年、連邦教育研究省から年間**約6.5億円**の資金供与) を新設。

○ 同国の大学における数学研究者数は**約4,000人**。数学博士取得者数は**約490人**で増加中であり (右上図)、このうち外国人学生は15%程度である。

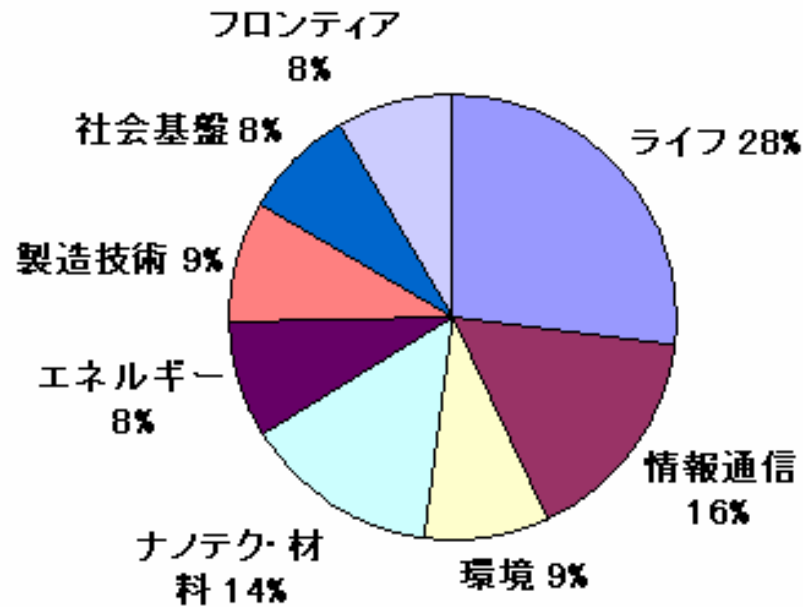
数学博士取得者数の多さから、数学研究者の社会的な活躍の受け皿が充実している可能性がある。 10

## 4. 日本における数学研究ニーズに関するアンケート調査結果①

### ○ 調査方法

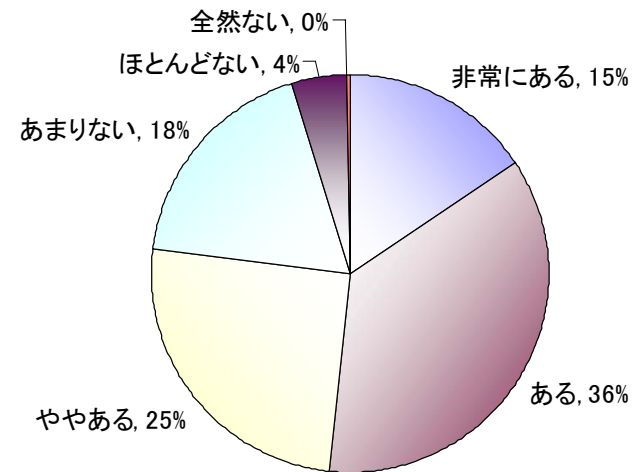
科学技術政策研究所の専門家ネットワークのメンバーにアンケートを実施し、402名から回答（調査期間は05年10月5日～05年10月26日）。

### ○ 回答者の専門分野の人数割合



- ・ ライフサイエンス(28%)、情報通信(16%)、ナノテクノロジー・材料(14%)の順に多い。

### Q あなたの研究と数学との関わりの程度は？



### (結果)

- ・ 回答者の77%が「非常にある」、「ある」又は「ややある」と回答。
- ・ 回答者の専門分野で見ると、情報通信、フロンティアでは高く(90%以上)、ライフサイエンスでは若干低い(76%)ものの、極端に低い分野はない。

## 4. 日本における数学研究ニーズに関するアンケート調査結果②

Q あなたの研究チームに数学をバックグラウンドに持つ人は含まれていますか？



Q あなたのライバルとなる欧米の研究チームに数学をバックグラウンドに持つ人は含まれていますか？



Q 将来的にあなたの研究チームに数学をバックグラウンドに持つ人は必要ですか？



Q あなたの研究において数学の貢献を期待したい課題がありますか？



## 4. 日本における数学研究ニーズに関するアンケート調査結果③

### ○ 結果のまとめ(続き)

- ・ その他数学に関連する主な意見
  - ～ 基礎科学としての数学の重要性を認識することが必要
    - ・ 短絡的に数学の有用性や経済性のみを考えないで数学を推進すべき
    - ・ 応用数学の基盤として純粋数学も必要
  - ～ より多くの数学研究者が応用分野や実学に興味をもって欲しい
  - ～ 応用分野や実学に取り組む数学研究者の育成が必要
  - ～ 数学研究者と他分野研究者が交流する場が必要
  - ～ 数学以外の分野を専攻する大学生に対する数学教育の改善と充実が必要
  - ～ 初等・中等教育における数学教育の改善が必要

## 5. 結 論

- 日本の数学研究を取り巻く状況
  - 米、仏、独などと比較して、日本の数学を取り巻く状況は楽観できない。
  - 米、仏、独などは数学を振興するとともに、その応用も重視し、数学と他分野科学、産業界との連携を強化。
  - 日本でも、ライフサイエンス、情報工学、ナノテクノロジー等の多くの分野の研究者は、今後の研究発展に対する数学の必要性を痛感。
  
- 数学研究の振興の必要性
  - 数学研究の振興は、イノベーションの可能性を増加させるという意味でも重要である。
    - 「モノや構造を支配する原理を見出す」ことによるブレークスルー
    - 金融工学、サービスサイエンスなど新たな産業的展開
  - 日本が広範な分野の研究開発を推進していく上で、数学研究はその基盤となる。
  
- 数学研究振興の視点
  - 基礎となる数学自体を強化しつつ、数学と他分野の融合研究をいかに推進するか。
  - 数学研究者が活発に「思考を巡らす」ことを可能とするために必要なことは何か。
  - 基礎的な数学研究から短期間に具体的効果を求めることができない場合もある。