

US Federal Support for Mathematical Sciences – An NSF Perspective

University of Tokyo
22 February 2010

Tony F Chan
President, HK University of Science & Technology



My Experience is based on:

- Assistant Director for Directorate of Math & Physical Sciences, NSF 2006-2009
- Dean of Physical Sciences, UCLA 2001-2006
- Director, Institute for Pure & Applied Math, UCLA (NSF supported) 2000-2001
- Chair, Math Dept, UCLA 1997-2000
- NSF grantee for close to 30 years
- AMS, SIAM boards and committees
- None of this, including US system, may apply in Japan

Why Should Society Support Math Sci Research?

- Government:
 - Investment in basic science, with long term return for society
 - National needs: economy, health, energy, climate, defense, disasters
 - Globally competitive S&T workforce
 - Intellectual achievements alone insufficient
 - “Interdisciplinary” necessary, but also insufficient
- Industry:
 - Basic R&D, supports other units in company
 - Mathematicians is a good talent pool, versatile.
- Private Philanthropy:
 - Intellectual interest; “truth”, “beauty”, “applicability”
 - Appreciates one of highest forms of human achievements
 - Legacy, history
- Math is inexpensive: good return on investment!!

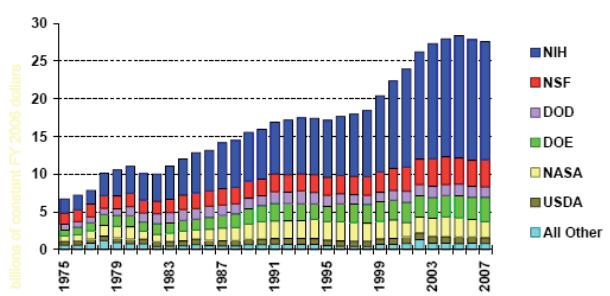
Math has an Image Problem

- Math is hard!
- Math is removed from everyday life.
- Math is static.
- Mathematicians --- super-smart but
- Math is subsumed in other popular terms: “software”, “algorithms 算法”, “computers”,...
- Mathematicians have no monopoly on the practice of math --- everyone (especially in S&T) does it.
- Math is most often “behind-the-scene”

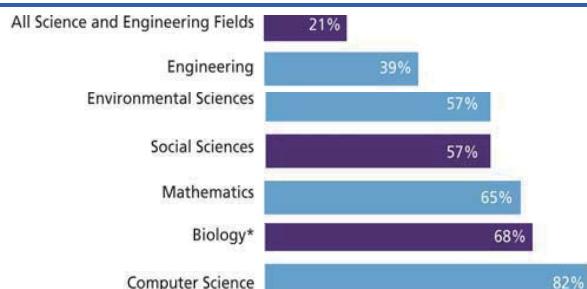
US Government Support for Math Sci

- National Science Foundation (DMS, CISE,...) 46%
 - Only agency supporting basic math sci research
 - Primarily source of \$ for academic research
- Dept of Defense (AFOSR, ARO, ONR, DARPA) 20%
- Dept of Energy (ASCR, SciDAC) 18%
- National Institute of Health (NIGMS, NIBIB,...)
- Intelligence agencies: NSA, NGA, CIA,..
- Total = \$537M in FY2010

Trends in Basic Research by Agency FY 1975-2007



NSF Support as a Percentage of Total Federal Support of Academic Basic Research



UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

7 CPA-29

The Political Budget Process

- Presidential initiatives
- Internal NSF budget process
- OSTP, OMB
- Congress Committees (hearings etc)
- Lobbyists (hired by professional societies, universities, etc)
- Science community input (NRC etc)

THE HONG KONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

8

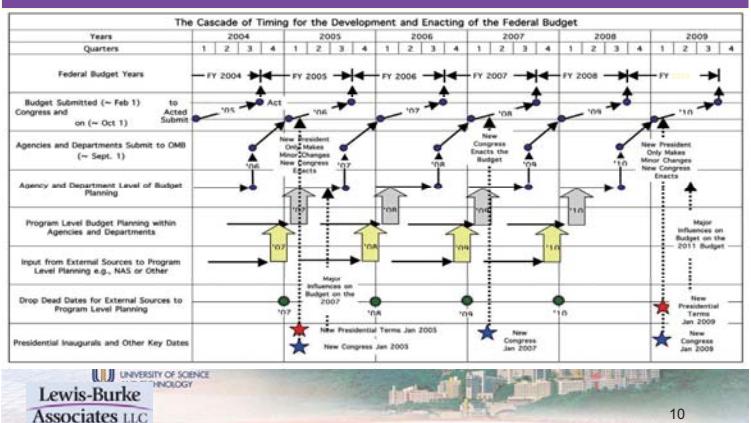
The Fundamental Principle

- "If you expect the public and elected officials to support your research, you have an obligation to help them understand why it is in **their – not your** interest to do so" -- from Lewis Burke (a DC lobbying firm)

THE HONG KONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

9

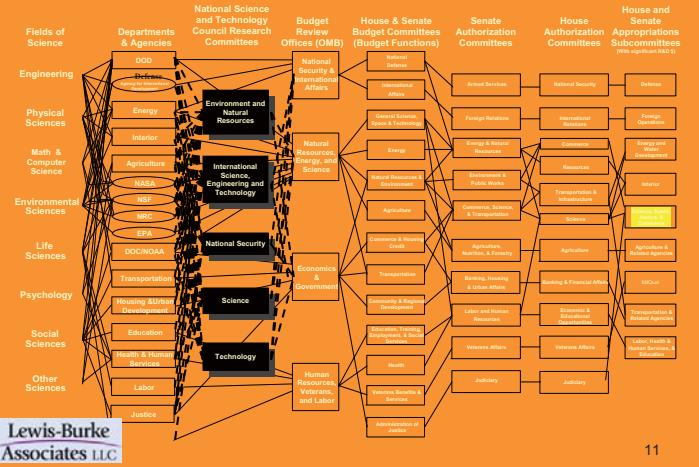
Agency Process for Developing Budget and Program Proposals



UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY
Lewis-Burke
Associates LLC

10

Funding for Science & Engineering



Lewis-Burke
Associates LLC

11

Community Inputs

- Decadal surveys
- NRC Studies
- Interagency Committees/Working Groups (AAAC, HEPAP, NSAC, BPA,...)
- Professional Societies, University Groups
- NSF Workshops, panels
- MPS Advisory Committee
- Committee of Visitors
- Outreach: NSF staffs visit universities, confs
- Math Sciences does relatively little of this.

THE HONG KONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

12

Example of Recent Community Report and Presidential Initiative



- Increase US talent pool
- Strengthen basic research
- Develop, recruit & retain best/brightest
- Ensure innovation in America

- From fundamental discoveries to marketable technologies.
- Facilities and instrumentation
- World class science and engineering workforce
- Focus on Phys Sci & Engineering
- Doubles NSF, DOE-OS, NIST over 10 years

13



THE HONG KONG
UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

OCI Example Cyber-enabled science: key part of NSF strategic plan

Supporting Workshops/Reports:

- Mathematical and Physical Sciences and Their Cyberinfrastructure Needs, 2004
- CHE Cyber Chemistry Workshop, 2004
- Computation as a Tool for Discovery in Physics, 2002
- Cyber infrastructure for the Atmospheric Sciences in the 21st Century, 2004
- Petascale Computing in the Biological Sciences, 2006



Two Import Math Sci Reports

- Renewing U.S. Mathematics: Critical resources for the Future (Edward David, 1984)
- Report of the Senior Assessment Panel of the International Assessment of the U.S. Mathematical Sciences (William Odom, 1998)

If we wake up to discover that we have allowed the dominant position of U.S. mathematics to erode, we will pay a heavy price in foregone progress in technology, science, and economic productivity. Only if policymakers, legislators, and the mathematics community understand this danger alike can they act effectively to avoid it. At least two actions are clearly urgent: (a) providing more resources for mathematics and (b) using resources in more effective ways."

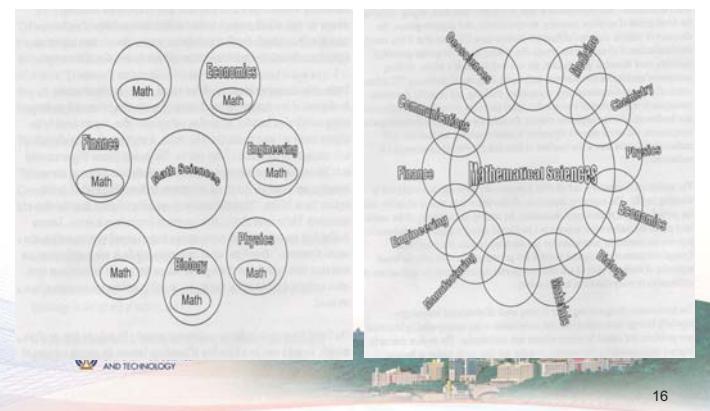


**William Odom, Lt. Gen. (Ret)
Former Director of NSA**

THE HONG KONG
UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

15

Which model best for Math?



16

Opinion

Sustaining the Momentum

I was asked to explain (in) why I have been an active exponent of the mathematical community (lit what I have done) and how it has been important for the future of the mathematical sciences at the National Science Foundation.

The answer is why in this example. While acting as the director of the National Security Agency (NSA), the world class mathematics devoted to cryptology andryptography had to be maintained and expanded. I reflected what I made aware that continuing advances in science and technology were important for the security of a nation and its borders.

Thus, I believed that the future of mathematics in mathematics had already been assured, while they had opportunities to expand their reach into other sciences. In fact, this belief is wrong. The proof of the matter is that the NSA's budget for mathematics had also a new one, with little apparent practical relevance to the security of the nation. In this case, the NSA's mathematics suddenly became irrelevant.

For mathematicians do make significant contributions to other branches of sciences can be enormous, not to mention that they have applications to other areas of science and technology. This was a dramatic realization for me, and I soon learned that the NSA's budget for mathematics had already been assured, while they are limited by related sciences and not mathematics. I believe that the NSA's budget leading to major advances in their work. As a result, there was no suffering from declining financial support. It's a nice example of how a small budget can sustain the scientific and the military health of the nation. This is why I believe that the future of mathematics is assured.

I was asked to share that a mathematics investment panel for the NSF, I said, "What I am not a mathematician, but I am a scientist, and I have been involved in this area since the head of the National Institute of Mathematical Sciences (NIMS) was created. It was a great investment for me. The panel suggested a mathematician in order to evaluate the proposal. I agreed, and the panel's findings were quite good. I had the privilege of working with the extraordinary group of mathematicians who were involved in the evaluation of many proposals in the field."

The panel's findings conclude that U.S. mathematics, although dominant in the world at the time, was losing its pre-eminence in certain fields & was not using its resources. Armed with the strong arguments that the

mathematics community has an incredible case to make, the panel recommended that the National Research Council should do more to support mathematics, but all the science and society are in great need from mathematics.

—General William E. Dahlgren (US Army Ret.)
Senior Fellow, Hudson Institute

November 2002

Notes on the ANS

ANS

REVEALING THE HIDDEN NATURE OF SPACE AND TIME

Charting the Course for Elementary Particle Physics



Committee on Elementary Particle Physics in the 21st Century

Board on Physics and Astronomy

Division on Engineering and Physical Sciences

NATIONAL RESEARCH COUNCIL
OF THE NATIONAL ACADEMIES

THE NATIONAL ACADEMIES PRESS
Washington, D.C.
www.nap.edu

Copyright © National Academy of Sciences. All rights reserved.

COMMITTEE ON ELEMENTARY PARTICLE PHYSICS
IN THE 21ST CENTURY

HAROLD T. SHAPIRO, Princeton University, Chair
KALLY DAVIDSON, Brookhaven National Laboratory, Vice Chair
NORMAN R. AUBREY, Lehigh University Corporation (retired)
JONATHAN A. BAGGER, Johns Hopkins University
PHILIP N. BURROWS, Oxford University
SANDRA M. FABER, University of California Observatories
SYLVIA H. GOLDBECK, University of California at Berkeley
JEROME I. FRIEDMAN, Massachusetts Institute of Technology
DAVID J. GROSS, Kavli Institute for Theoretical Physics
JOSEPH S. HEZIR, EDP Group, Inc.
NORBERT H. KEENLYSIDE, Max-Planck-Institut für Meteorologie
TAKAKI KAITA, Japan Atomic Energy Agency
NEAL F. LANE, Rice University
NIGEL LOCKHART, University of Pennsylvania
SIDNEY R. NAGEL, University of Chicago
HOMER P. NEARY, University of Illinois
J. RITCHIE PATTERSON, Cornell University
HELEN QUINN, Stanford Linear Accelerator Center
CHARLES V. SHANK, Lawrence Berkeley National Laboratory
PAUL W. SPINRAD, University of Michigan
HAROLD E. VARMUS, Memorial Sloan-Kettering Cancer Center
EDWARD WITTEN, Institute for Advanced Study

Staff

DONALD C. SHAPIRO, Director
TIMOTHY J. MEYER, Senior Program Officer
DAVID J. FANG, Research Associate
VAN AN, Financial Analyst
STEVE OLSON, Consulting Editor

Mathematical Sciences 2025

Where are we now? The first decade of the new century is witnessing a rapid increase in the pace of mathematical discovery. The proof of the Poincaré Conjecture in topology, the proof of Fermat's Last Theorem, the proof of the Ramanujan Conjecture, the invariant scaling limits in probability, and the Green-Tao proof of arbitrarily long arithmetic progressions in the primes are vivid examples that quickly spring to mind.

Simultaneously there has been a significant shortening of the timescale over which new discoveries have impact on science, technology, and society. For example, a 2006 *BusinessWeek* cover story describes how algorithms derived from recent research in mathematics are enabling breakthroughs in medical imaging, financial modeling, and cybersecurity. A particularly dramatic illustration is the speed with which the theorems of Donoho, Candès, and Tao on compressed sensing enabled development of new technologies for medical imaging, communications, and data storage. Just three years after publication of their ideas in 2004, compressed sensing was named by *Technology Review* as one of the top 10 emerging technologies of 2007.

Increasingly, the old distinction between pure and applied mathematics becomes a distinction without a difference. On one hand, the geometric flow techniques developed by Hamilton and Perelman have led to major breakthroughs in pure mathematics that have been incorporated into computational algorithms for imaging and visualization. And on the other hand, analysis of sensor networks and large data sets is driving research not only in applied mathematics but also in pure mathematics. The two fields are now much more entwined than the disparate. Soon, the juxtaposition of homology and data will seem no more startling than the juxtaposition of martingales and finance or elliptic curves and cryptology.

As these examples show, the boundaries of the mathematical sciences have changed over the past few years, due in part to the use of mathematics and statistics in science, technology, and the economy. This heightened interest creates opportunities in the mathematical sciences that have greatly expanded and the discipline has become ever more highly internationalized.

A vision for the mathematical sciences suited to this new landscape can be articulated under the heading: discovery, connectivity, community. Here, discovery refers to basic research in the mathematical sciences in its traditional sense. Connectivity refers to exploring research opportunities at boundaries of the mathematical sciences to promote the progress of science, to enhance national security, and to strengthen education. Community refers to the need to support the mathematical sciences, students, and professionals of sufficient breadth, depth, and diversity to sustain the Nation's mathematical sciences enterprise in the 21st century.

Where are we going? It is appropriate for the National Science Foundation (NSF) periodically to solicit input in the form of a report from individual experts, professional organizations, and other stakeholders in the mathematical sciences to inform it serves. The most recent such report in the mathematical sciences was the *Report of the Senior Assessment Panel for the International Assessment of the U.S. Mathematical Sciences* (Odom Report) a decade ago. Since that report much has changed at NSF including a doubling of the Division of Mathematical Sciences budget, significant

diversification of its portfolio of research and training awards, and increased connectivity of its funded projects with the larger science and engineering enterprise.

Given the changes in the National Science Foundation, and the fast moving changes in the mathematical sciences landscape, it seems an appropriate time to solicit a report as an aid to NSF's strategic planning. In addition, one can expect such a report will be used by the mathematical sciences community, including the mathematical sciences administrators; for the mathematics and statistics communities; for the science and engineering community more broadly; and for the leadership of business, industry, government laboratories, and federal mission agencies.

Accordingly, NSF/DMS solicits a forward-looking report by the National Academy of Sciences (or other entity) that reviews the mathematical sciences, assesses the current state of the mathematical sciences and surveys emerging trends that will affect the discipline and its stakeholders as they look ahead to the quarter century mark. In that context, the report would address two broad but critical areas and other recommendations to include:

- The vitality of research in the mathematical sciences; its unity and coherence; new developments, frontiers and emerging trends
- The role of mathematics in the sciences, in applications on science and engineering, on industry and technology, on innovation and economic competitiveness, on national security and other areas of national interest

These critical areas – vitality and impact of the mathematical sciences – speak directly to two of NSF's Strategic Investment Priorities for Discovery, as articulated in the Foundation's FY 2008 Budget Request:

- Advance fundamental research in computational science and engineering, and in fundamental, applied and interdisciplinary mathematics and statistics
- Further U.S. economic competitiveness

Project Desiderata A report assessing the vitality and the impact of the mathematical sciences – in conjunction with one another rather than in isolation from one another – will be the cardinal feature of the project.

The report will be limited in size, perhaps 100 to 200 pages at most.

The report committee chair will be a high visibility public figure from business, government or academia – not necessarily a mathematical scientist but a highly credible figure with an interest in mathematics and experience in science policy.

The committee will seek broad based input from all stakeholders in the mathematical sciences.

The report proposal should include a budget for (1) a staff director, and (2) a science writer. The staff director position will support the report committee and the chair, and his/her involvement may phase in over time, becoming full time as the project takes shape. The position should be filled, perhaps, by a high level research mathematician, with working experience both in the academy and outside. The science writer will be involved in the final drafting of the report.

FY 2009 NSF R&RA Request

(Dollars in Millions)

	FY 2007 Actual	FY 2008 Estimated	FY 2009 Request	Change over FY 2008 Estimated Amount	Percent
BIO	\$608.54	\$612.02	\$675.06	\$63.04	10.3%
CISE	526.68	534.53	638.76	104.23	19.5%
ENG (less SBIR/STTR)	521.33	527.50	632.33	104.83	19.9%
SBIR/STTR	108.67	109.37	127.00	17.63	16.1%
GEO	745.85	752.66	848.67	96.01	12.8%
MPS	1,150.73	1,167.31	1402.67	235.36	20.2%
SBE	214.54	215.13	233.48	18.35	8.5%
OCI	182.42	185.33	220.08	34.75	18.8%
OISE	40.36	41.34	47.44	6.10	14.8%
OPP	438.43	442.54	490.97	48.43	10.9%
IA	219.45	232.27	276.00	43.73	18.8%
US Arctic Research Comm.	1.45	1.47	1.53	0.06	4.1%
Total, NSF	\$4,758.45	\$4,821.47	\$5,593.99	\$772.52	16.0%

Totals may not add due to rounding.



ACI

23

FY 2009 Budget Request by Division

Mathematical and Physical Sciences Funding
(Dollars in Millions)

	FY 2007 Actual	FY 2008 Estimated	FY 2009 Request	Change over FY 2008 Estimated Amount	Percent
Astronomical Sciences	\$215.39	\$217.86	\$250.01	\$32.15	14.8%
Chemistry	191.22	194.22	244.67	50.45	26.0%
Materials Research	257.27	260.22	324.59	64.37	24.7%
Mathematical Sciences	205.74	211.79	245.70	33.91	16.0%
Physics	248.47	250.52	297.70	47.18	18.8%
Multidisciplinary Activities	32.64	32.70	40.00	7.30	22.3%
Total, MPS	\$1,150.73	\$1,167.31	\$1,402.67	\$235.36	20.2%

Totals may not add due to rounding.

NSF:
\$6.854 B,
+13.0%

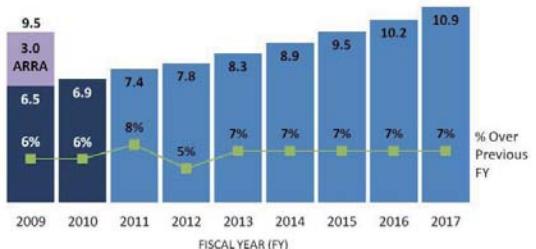


-392-

24

2011 NSF Budget Request: On the Doubling Path

Total NSF Funding: President's Plan for Science and Innovation
FY 2009-FY 2017 (dollars in billions)



UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

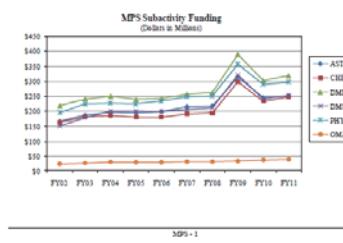
DIRECTORATE FOR MATHEMATICAL
AND PHYSICAL SCIENCES (MPS)
\$1,409,910,000
+\$58,070,000 / 4.3%

MPS Funding (Dollars in Millions)							
	FY 2009		FY 2010		Change Over		
	Original	Actual	Actual	Estimated	Request	Amount	Percent
Astronomical Sciences	422.00	422.00	420.50	418.00	417.50	-1.25	-2.7%
Chemistry ²	211.87	177.56	233.73	247.56	13.83	5.9%	
Materials Research	282.32	108.17	302.87	319.37	16.70	5.9%	
Mathematical Sciences	274.84	97.74	241.38	251.48	12.68	5.0%	
Physics	242.45	95.74	246.00	246.87	1.87	3.2%	
Office of Multidisciplinary Activities	31.70	23.00	28.23	39.56	1.23	3.2%	
Total MPS	\$1,242.88	\$474.47	\$1,409.93	\$480.47	+\$58,070.000	4.3%	
Research	846.82	337.10	631.00	672.35	41.26	6.7%	
Education	45.48	44.14	44.44	44.84	0.36	4.5%	
Infrastructure ³	372.58	75.76	353.73	349.10	-4.63	-1.3%	
Stewardship	18.30	-	23.48	21.45	1.97	9.2%	

Total may not add due to rounding.

All but a portion of FY 2010 ARRA funding was carried over into FY 2010.

MPS supports a broad portfolio of investments in fundamental research, facilities, and infrastructure that contribute to the development of the science and engineering workforce. The portfolio includes MPS participation in NSF-wide and interagency research and education, and emphasizes discovery, innovation, and learning aligned with the overall goals of the Administration and NSF's mission and vision.



MPS - 1

NSF by Account	FY 2009 Ongoing Actual	FY 2009 ARRA Actual	FY 2010 Estimate	FY 2011 Request	FY 2011 Request over FY 2010 Estimate		
					Amount	Percent	Amount
RIO	\$56,653	\$2,600	\$714,54	\$111,19	16.9%	5.3%	3.7%
CISE	315.30	235.00	312.83	284.21	11.0%	10.7%	6.1%
DIBS	44.64	43.00	44.64	44.64	0.0%	0.0%	0.0%
ESS Program	174.68	211.00	418.78	482.81	188.21	18.0%	48.6%
IIS-PIPER	80.39	49.81	123.77	142.88	32.47	32.0%	18.0%
OEO	808.53	347.00	889.64	955.29	144.65	16.7%	7.4%
SSP	212.30	18.00	243.00	1,000.00	757.70	322.6%	22.0%
SBE	240.58	84.07	255.23	265.79	20.23	11.7%	3.3%
OCI	199.23	80.00	214.58	228.07	28.58	14.5%	6.4%
OPR	47.43	13.93	47.63	53.26	5.83	12.2%	5.4%
OPP	473.11	171.80	519.14	527.78	11.64	11.9%	7.0%
PA	241.90	129.81	279.02	289.61	47.71	17.9%	3.5%
U.S. Arctic Research Commission	1.70	-	1.18	1.00	0.10	0.02	1.3%
Research & Related Activities	\$58,182.09	\$2,062.64	\$64,643.92	\$6,918.83	\$586.44	14.8%	\$444.93
Education & Human Resources	\$849.82	\$59.00	\$972.79	\$592.09	\$44.66	4.8%	\$324.24
Major Research Equipment & Facilities Construction	\$130.94	\$34.00	\$184.49	\$111.63	\$30.43	22.9%	\$20.00
Agency Operations & Award Management	\$394.06	-	\$300.00	\$329.19	\$34.10	11.9%	\$20.19
National Science Board	\$4.92	-	\$4.94	\$4.94	\$0.82	20.3%	0.6%
Office of Inspector General	\$11.89	\$0.82	\$14.00	\$14.00	\$2.16	28.7%	2.9%
Total, Non- ⁴	\$6,468.76	\$2,481.66	\$6,877.93	\$7,424.49	\$595.44	8.4%	\$651.89

¹ Total may not add due to rounding

² Funding for FY 2010 excludes a one-time appropriation transfer of \$54.0 million to U.S. Coast Guard per P.L. 111-117.

³ Total may not add due to rounding

⁴ Total may not add due to rounding

FT 2011 NSF Budget Request to Congress

DIVISION OF MATHEMATICAL SCIENCES (DMS)
\$253,460,000
+\$12,600,000 / 5.0%

DMS Funding (Dollars in Millions)	FY 2009 Original	FY 2009 Actual	FY 2010 Actual	FY 2010 Estimate	FY 2011 Request over FY 2010 Estimate		
					Amount	Percent	Amount
DMS	\$214.84	\$97.24	\$201.20	\$252.46	\$32.66	8.5%	
Research	194.82	79.11	200.52	233.17	13.45	6.8%	
Career for Analysis and Synthesis	0.10	-	0.09	0.10	-	-	
Education	25.56	22.23	27.15	25.05	-2.10	-7.7%	

NSF plays a critical role in the mathematical sciences, as it provides more than 60 percent of all federal support for basic research in the Nation's colleges and universities. In certain core areas of the mathematical sciences this percentage is even higher, since NSF supports a broader range of fundamental and interdisciplinary research topics than does the federal agencies.

DMS supports research in the fields of foundations, applied and computational mathematics, and statistics, provides dissemination of related information, and advances engineering – especially those generating large data sets or that are driven by powerful computing environments – requires development of ever more sophisticated mathematical tools. DMS plays a key role in training the Nation's scientific and engineering workforce.

DMS supports research programs in algebra & number theory; analysis; applied mathematics; discrete mathematics; logic; probability; statistics; topology; and foundations; and statistics. In addition, DMS supports national mathematical sciences research institutes; postdoctoral, graduate and undergraduate training opportunities; and infrastructure, such as workshops, conferences, and equipment.

In general, 60 percent of the DMS portfolio is available for new research grants. The remaining 40 percent is used primarily to fund continuing grants made in previous years.

In FY 2009, DMS received 2,106 research proposals and made 844 awards using the FY 2009 appropriation and ACRRA funds for a funding rate of 37 percent.

Factors Influencing the Allocation Across DMS Programs

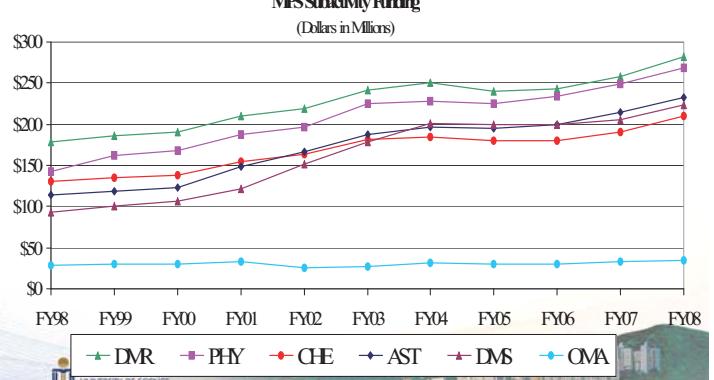
- Care Research Program (+\$11.55 million as a total of \$210.74 million). Maintaining adequate support for investigator-initiated research in the mathematical sciences is the division's top priority. DMS continues support for Mathematical Sciences Research Institutes in FY 2011.
- Engineering and Education for Sustainability (SEES) portfolio. DMS will support development of potentially transformative mathematical, statistical, and computational methods needed for analysis and simulation of energy models and will increase its investment in the CHE-CISE-DMS Solar Energy Institute (SEI), which is a joint effort among three major energy-related units engaged in research on the efficient harvesting, conversion, and storage of solar energy.
- Science and Engineering Beyond Moore's Law (SEBML). continues the algorithmic "Moore's Law". In parallel with Moore's Law for hardware, SEBML continues the algorithmic "Moore's Law", i.e.,

MPS - 15

MPS Ten-Year Funding History

MPS Subactivity Funding

(Dollars in Millions)



Directorate for Mathematical and Physical Sciences

the exponential increase in speed of basic computations due to innovative new algorithms, and develops new mathematical frameworks for computation.

- MPD-Lab Science Initiative (+\$2.37 million to a total of \$2.59 million). This interdisciplinary program develops new research areas in mathematical and computational biology.
- Consolidation of Workforce and Infrastructure Portfolio (Net reprogramming of \$15.34 million). DMS will terminate the following program: Virtual Integration in Research, Education, and Education (VIRE) and the Geosciences Research Institute (GRDI). Scientific Computer Research Environments in the Mathematical Sciences (SCREMS); Interdisciplinary Grants in the Mathematical Sciences (IGMS); University-Industry Cooperative Research Programs in the Mathematical Sciences; and Computer Science Training for Undergraduates in the Mathematical Sciences (CSUMS). The Division will re-award grants of this consolidation in higher priority workforce and infrastructure programs.

MPS - 16

Research infrastructure

- Mathematical Sciences Institutes
 - ARCC, IAS, IMA, IPAM, MBI, MSRI, SAMSI
 - BIRS, IHES, MFO (*Oberwolfach*)
- CBMS conferences
- SCREMS
 - *Scientific Computing Research Environments for the Mathematical Sciences*
- MRI
 - *Major Research Instrumentation*
- *et cetera*



DMS' Guiding principles

- Understand wider context of DMS
- Articulate priorities to build budgets
- Balance portfolio

33

35

Mathematics

In Numbers Is Strength To Dispute Over Policy

By GINA BARIROLA

WASHINGTON — The mathematics community is in an uproar over a National Science Foundation proposal to fund a new institute in the mathematical sciences. Mathematicians have engaged in maneuvering and armchair debate, based on a proposal that has raised questions about the need for another institute and whether it would duplicate existing ones.

The ultimate issue is money: How can money best be used to support research? The proposed institute would receive \$10 million annually from the budget of the N.S.F.'s annual mathematics budget. But the debate continues over how much money is needed to support the discipline and the momentum of a bright idea over it is

The notion of a mathematics institute did not spring from the imagination of mathematicians. Some critics have suggested that a research institute could provide an outlet for the most prominent mathematicians to emulate Princeton's Institute for Advanced Study, where some of the world's top mathematicians work, or one from the IAS and IHES.

When leading researchers began to complain,

The N.S.F. first began seriously talking about an institute last year, after a panel of the National Research Policy Committee of the American Mathematical Society, a 11,000-member body to which most mathematicians belong.

But the society issued a scathing report saying the limited N.S.F. funds could be administered more effectively in other ways.

The foundation did not give up. It spread the word that the committee would be a good target for a proposal to the National Science Board if it more aggressively pursued its ideas.

When the society rebuffed the foundation's request, the staff behavior is typical of bureaucrats who have prepared a proposal for years, only to be told that the National Science Board, then saying a request for proposals was not needed, wanted the institute, then reworded its request, wanted an institute on one's own behalf. In fact, they had been told that the proposal was not needed.

As the staff presenting it has an emotional commitment to it,

Blocked due to copyright.
See full page image or
microfilm

Some Mathematicians Say Math Institute Doesn't Compute

Reputations within the agency hinge in part on the grants being approved. Open discussion on the merits of the institute is not welcome.

But the merits of the mathematics institute were never in question. The board voted to approve the institute in June, 2007, after the N.S.F. staff had explained that the foundation's policy-making body, on recommendation of the University of Illinois, asked the N.S.F. staff to examine the institute down mathematical "strengths" and to determine what the N.S.F. could do and why they thought an institute would be a good thing for mathematics. William Thurston, a mathematician at Cornell University, was a main driving force behind the proposal. He is one of the leading operators of the N.S.F., and he was asked to lead the institute, and it has since been funded.

Supporters of the institute say that funding the major programmatic activities of the institute will have a major impact in the mathematics community. Although the idea of the institute may not be new, the mathematics community has not been able to find a way to make it work.

Mathematics runs high in the debate. The opponents argue that the institute would divert too many resources away from basic research, and the supporters argue that the institute would not be less expensive without one. They point to the success of the IAS and IHES, and argue that the institute should be established.

"If the mathematics society can be said to have a single goal, it is to further the development of mathematics, then, that is no doubt for the alternative," William Gray, a mathematician at the University of Pennsylvania, says. "I think that is what it is."

Supporters of the institute say that funding the major programmatic activities of the institute will have a major impact in the mathematics community. Although the idea of the institute may not be new, the mathematics community has not been able to find a way to make it work.

Irreversibly, supporters and opponents of the institute accuse each other of being closed-minded. Many supporters come from schools such as the University of Illinois, Cornell University, the University of Michigan, and a group of business-oriented universities comprising of Harvey Mudd College, Claremont McKenna College, Pitzer College, and Pomona College.

"The foundations says that it is not yet clear how it will affect the mathematics community, and we are not yet sure if it will appear a point of diminished mathematics," says Michael Stillman, a mathematician at Cornell University, who is one of the main opponents from Princeton University, which has its Courant Institute of the Mathematics.

In all likelihood, the institute proposals would have been considered. The mathematics community had not been so under-funded. The National Science Foundation receives nearly half as much money as the N.S.F. is, and the National Science Foundation is the only agency that funds mathematics research.

The foundations says that it is not yet clear how it will affect the mathematics community, and we are not yet sure if it will appear a point of diminished mathematics. At this point, the institute appears to be a dead end.

"At least let there be a fair competition,"

Gina Bari Kolata is a writer for Science, the journal of AAAS, the science society that publishes the New York Times.

New York Times
Sunday, August 1, 2007
Copyright © The New York Times

Context: NSF investment priorities

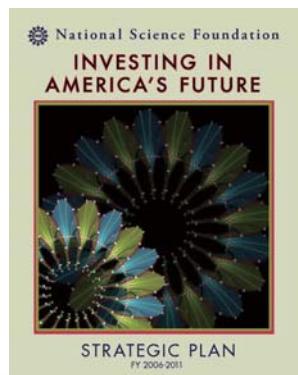
Promote transformational,
multidisciplinary research

Investigate the human and social dimensions of knowledge and technology

Further U.S. economic competitiveness

Foster research that improves our ability to live sustainably on Earth

Advance fundamental research in computational science and engineering, and in fundamental, applied and interdisciplinary mathematics and statistics



36

Balance is delicate

DMS investment priorities

- Discovery
 - advance the frontiers of research
- Connections
 - between sub-disciplines of mathematics and statistics
 - among mathematical and physical, biological, engineering, and social sciences
- Community
 - cultivate a rich and diverse community of researchers, teachers, students, knowledge workers, and citizens



Research: by faculty,
postdocs, students

Training: of postdocs,
graduate students,
undergraduates

Education: of
undergraduates,
teachers, public



Outreach: to other
disciplines, decision
makers, business leaders

Breadth: intellectual scope,
diversity of institutions, age,
ethnicity, gender, geography



Depth: of ideas, strongest
groups, strongest
individuals

THE HONG KONG
UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Balance is dynamic

Core areas of the
mathematical sciences

Emerging areas in the
mathematical sciences

Opportunities at the
interfaces between
core areas

Opportunities at the
interfaces with other
disciplines

Training the next
generation of
mathematical scientists

Supporting established
researchers engaged in
cutting-edge work

THE HONG KONG
UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY



Proactive Actions by Math Sci Community

- Understand and play in the political process
 - SIAM Sci Policy Committee; AMS DC Rep Sam Rankin
- Articulate relevance of math sci to society
- Present a unified and consistent message
- Be "inclusive" in what is Math Sci
- Partner with other disciplines
- Emphasize intellectual depth, enabling nature to other fields and workforce training
- Consider international benchmarking
- Cultivate public interest in math sci

THE HONG KONG
UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

40

Contact Us Site Map Join SIAM My Account

Society for Industrial and Applied Mathematics

CAREERS >

Math Matters, Apply It!

Math Matters, Apply It! is an applied mathematics awareness campaign, created for anyone who wants to know more about the mathematics behind everyday life and the technologies we encounter. Currently, there are 16 different PDFs available for download and SIAM is in the process of producing more. Please feel free to share your ideas with us and let us know what you think! Send your comments and suggestions to siam@ams.org.



AMS American Mathematical Society
MathSciNet Books Journals

Mathematical Moments

A series of posters that promote appreciation and understanding of the role mathematics plays in science, nature, technology, and human culture.



Thank you so much for producing and distributing the wonderful Mathematical Moments. They bring the excitement of contemporary mathematical thought to students in an immediate way and highlight the connections between mathematics and modern society.

Featuring



Knowing How to Fold Them

How math is involved in understanding the complex behavior of proteins

- See all Mathematical Moments
- See the latest Mathematical Moments
- [Read moments related to science](#)

Listen Up!



Resisting the Spread of Disease

Mac Hyman talks about H1N1, the swine flu, "the first major pandemic of the century." [Hear More](#)

[Previous Podcast](#) [Next Podcast](#)

Math in the Media: Public is fascinated by Math

What's Math got to do it?

- Hedge funds (對沖基金)
- Google, GPS (全球定位系统), JPEG2000, MP3, cell phones...
- E-commerce (e.g. RSA加密演算法)
- *Titanic*, *Perfect Storm*, *Terminator 3*, *Cars*, ...
- Medical imaging: CAT (電腦軸切面斷層影像) , MRI (磁共振影像), PET(正電子發射計算機斷層掃描),...
- Recent Nobel Prizes: 1997 Economics (Finance), 2002 Chemistry (NMR 核磁共振), 2003 Medicine (MRI), 2009 Physics (fibre optics)
- Landlocked Switzerland winning the America Cup



43



44

Brett Brundage studies from trade associations and Mr. Krantz's own expertise.

According to the study, mathematicians fared best in part because they typically work in favorable conditions – indoors and in places free of toxic fumes or noise – unlike those toward the bottom of the list like sewage-plant operator, painter and bricklayer. They also aren't expected to do any heavy lifting, crawling or crouching -- attributes associated with occupations such as firefighter, auto mechanic and plumber.

The study also considers pay, which was determined by measuring each job's median income and growth potential. Mathematician annual income was pegged at \$94,160, but Ms. Courter, 38, says her salary exceeds that amount.

The Best and Worst Jobs

Of 200 Jobs studied, these came out on top -- and at the bottom:

The Best	The Worst
1. Mathematician	200. Lumberjack
2. Actuary	199. Dairy Farmer
3. Statistician	198. Taxi Driver
4. Biologist	197. Seaman
5. Software Engineer	196. EMT
6. Computer Systems Analyst	195. Rooter
7. Historian	194. Garbage Collector
8. Sociologist	193. Welder
9. Industrial Designer	192. Roustabout
10. Accountant	191. Ironworker
11. Economist	190. Construction Worker
12. Philosopher	189. Mail Carrier
13. Physicist	188. Sheet Metal Worker
14. Parole Officer	187. Auto Mechanic
15. Meteorologist	186. Butcher
16. Medical Laboratory Technician	185. Nuclear Decontamination Tech
17. Paralegal Assistant	184. Nurse (LN)
18. Computer Programmer	183. Painter
19. Motion Picture Editor	182. Child Care Worker
20. Astronomer	181. Firefighter

Her job entails working as part of a virtual team that designs mathematically based computer programs, some of which have been used to make films such as "The Matrix" and "Speed Racer." She telecommutes from her home and rarely works overtime or feels stressed out. "Problem-solving involves a lot of thinking," says Ms. Courter. "I find that calming."

Other jobs at the top of the study's list include actuary, statistician, biologist,

Wall Street Journal 1/29/09

People Who Viewed This Also Viewed...

On WSJ.com In My Network

Real-Estate Executive Is Found Dead

New Frugality Worsens Downturn

iTunes to Change Pricing Strategy

Job Hunters Seek High-End Help

Executive Lives at the Gym in Two States

Video :



More in Careers Main

Grim Milestone: Jobless Rate Tops 10%

When Age Is an Issue in the Job Hunt

Greatest Generation (of Networkers)

Relocating While Caring for an Ill Parent

Schools Attract Government Clients

Most Popular in Asia -

The End – Thank you!

And Good Luck!



46

-つながる知を目指して- 数学と諸分野の協働

JST数学領域さきがけ・CRESTの活動

西浦廉政
北海道大学

拡がっていく数学 - 社会からの期待:東大駒場 Feb.23, 2010

A BIG CHALLENGE

- 人類が抱える諸問題に立ち向かう数学者の育成
- 複雑化する社会の新たなデザインに貢献できる数学者
 - 20世紀の「質的」変化から
21世紀の「量的」変化にどう対応していくのか

予測しえないものを予測する

・イースター島(フラスコの中の地球)

- イースター島は面積は佐渡島の4分の1で180平方キロ。この社会は突然崩壊した(17世紀頃?)。主な原因是人口増加に伴う大規模な森林破壊でした(当時の森林破壊は、今日の大量消費および資源の枯渇に同定される)。その森林破壊は土壌の劣化と流出をもたらし、同時に、漁業に使用するカヌーの調達を不可能にし、結果として食糧不足の深刻化、さらに枯渇する資源を巡って、争いは日増しに激しくなり、ついには人食いが始まり、崩壊してしまう。



・森林火災

- 小さな山火事は初期消火が肝心
- 人間の手に負えない大規模火災の頻発
- 結論: そのまま燃やしてください



パーコレーション: 大きなクラスターの形成

「10の難問」

新興・融合分野研究検討報告書 (2009)

CRDS
Center for Research and Development Strategy

- 地球環境、自然災害、疫病(感染症)
- 生命現象、精神現象の解明
- エネルギー・食料・水
- 経済・金融および信用・リスク管理
- ネットワーク・サービス・情報の安全安心
- 新機能材料 など

現代の不確実性はどこから来るのか?

- 有限の地球での人間の欲望の飛躍的増大と衝突
- 我々の生き方に制約を与える主体が「目に見えるもの」から「見えないもの」に移行している。
 - 地球温暖化、経済変動、リスクマネジメント、育種学、無差別殺人、..
- 単純な「原因・結果」という枠組みの限界
 - 複合的因果関係及びフィードバックループ、相互依存性
 - 加害者と被害者が不分明あるいは同じ。
- 時空間スケールと認識の乖離
 - 非常にゆっくりとした変化は認識できない。
 - 局所的变化が大域的変化につながる。
- 人間は線形思考、しかし現実は非線形
 - 今の傾向がこのまま続く vs いつ破綻が起きてても不思議ではない

なぜ社会は過ちを犯すのか

Jared Diamond

著書:「銃・病原菌・鉄」



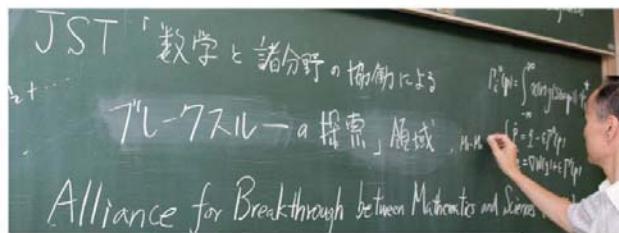
・4つの原因

- 問題を予測できなかった。
- 問題が生じたことを感知できなかった。
- 問題は感知したが、対応策をとらなかった。
- 問題を感知し対応策もとったが、それが間違っていた。

イースター島 → 1. 森林火災 → 4.
予兆を感知する数理的世界観の欠落も大きな一因

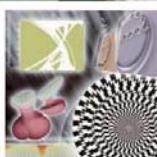
「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」

数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索



西浦 康次

■協働の実績
本研究会議は、数学研究者と社会科学における新しい課題の解決を目的として、純然たる研究者と指導し、ブレークスルーの実現を目指すものです。第1回は2013年に開催され、アカデミーの数学と社会科学による「社会的問題解決のための協働研究会議」が開催されました。第2回は2014年2月に開催され、「数学と社会科学による「社会的問題解決のための協働研究会議」」が開催されました。この会議では、数学と社会科学の協働による新しい課題の解決を目指す取り組みが行われました。



JST Basic Research Programs

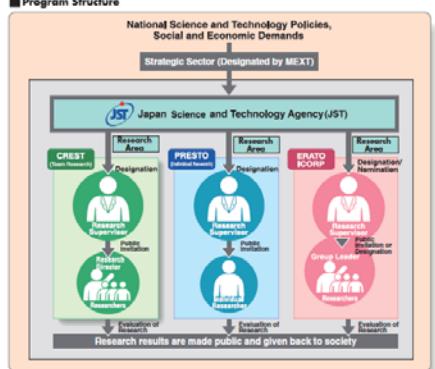


PRESTO(Precursory Research for Embryonic Science and Technology)

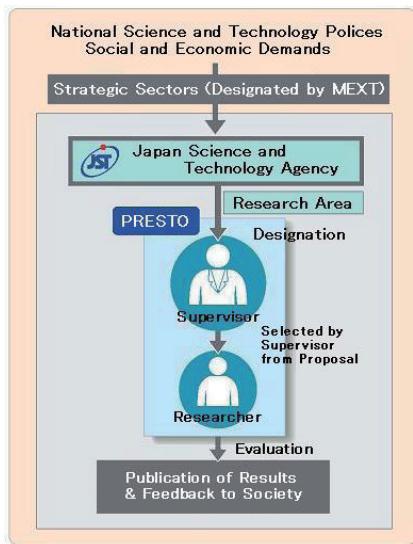


National Science and Technology Policies, Social and Economic Demands

Strategic Sector (Designated by MEXT)



PRESTO(Precursory Research for Embryonic Science and Technology) aims to promote fundamental research in the field where a strategic focus is placed, as a part of a system that induces innovations leading to social and economic revolution, and to generate new innovative technology that leads to the development of scientific technology and the creation of new industries.



世有伯樂，然後有千里馬

• 雜說·韓愈(768-824)

世有伯樂、然後有千里馬。
千里馬常有。而伯樂不常有。
故雖有名馬、祇辱於奴隸人之手、
驕死於槽櫪之間、不以千里稱也。
馬之千里者、一食或盡粟一石。
食馬者、不知其能千里而食也。
是馬也、雖有千里之能、食不飽、
力不足、才美不外見。
且欲與常馬等、不可得。
安求其能千里也。
策之不以其道。食之不能盡其材。
鳴之而不能通其意。
執策而臨之曰、天下無馬。
嗚呼、其真無馬邪、其真不知馬也。

適切な環境で開発
外的刺激で広汎な視野



なぜ「さきがけ」なのか？

・開かれた双方向型研究者ネットワーク

- 総括＋アドバイザーおよび多様な分野の研究者群が一同に

- つながる知の連鎖(孤立しない研究者)

・異分野研究者グループの自発的創出

- Generalistの背景をもつSpecialistの育成

・領域会議, サイトビジット, さきがけ数学塾

・柔軟な予算運営

・今後はCRESTチームとの様々な交流も。

- > 領域会議:研究者交流
- > サイトビジット
- > 様々な研究集会



ALLIANCE FOR BREAKTHROUGH BETWEEN MATHEMATICS AND SCIENCES (ABMS)



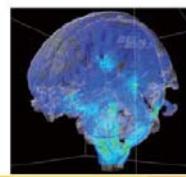
Sapporo Winter School , Feb.2009

臨床医療への挑戦



臨床医療診断の現場
と協働する数理科学

数学領域さきがけ研究者／岡山大学
水藤 寛



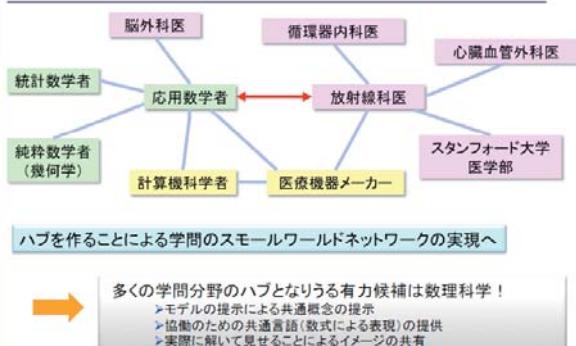
挑戦するさきがけ研究者

経験的知識の蓄積という面が強い臨床医療に対して、数理モデルによる因果関係の抽出、及びそれを解くことによる予測ツールを提供する。

高齢化社会に向けて、均質で高い医療レベルの実現と医師の負担の軽減に貢献すると同時に、それによる数理科学自身の発展も目指す。



協働研究者関係図(現在進行中のさきがけ研究における例)



渋滞との闘い 一車から分子まで

渋滞学 社会見通す

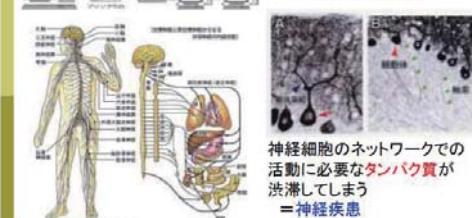
西成東大准教授 車や人の流れ分析

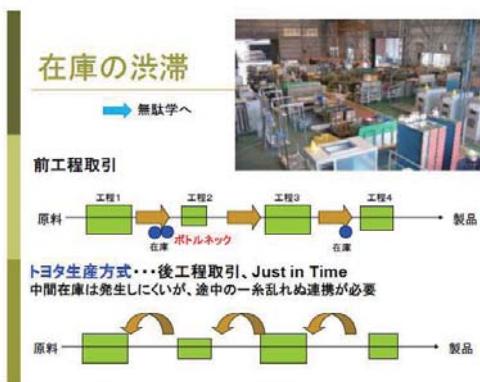


輸送と渋滞に関する諸現象の統一的解析と渋滞解消

西成 洋裕
日本大学理系研究会数理セミナー 教授
この講義は社会現象の大規模な渋滞についています。都市環境で安全や快適な移動を保証するためには、車や人の流れを理解する必要があります。そこで、車や人の流れを統一的に扱うための「渋滞学」としては、長い歴史があります。しかし、これまでの渋滞研究は、車や人の流れを扱うのが主な目的でした。一方で、車や人の流れを扱うのが主な目的ではありませんでした。

インターネット、神経ネットワーク





組織における渋滞

□ ワークフローの渋滞
申請者→部長→役員→経理部(発注)などの流れ
稟議書渋滞
→ ボトルネック部長



□ 人事の渋滞
長年にわたる序列の固定化、人事渋滞
→ 追い越し禁止
車線変更による追い越し

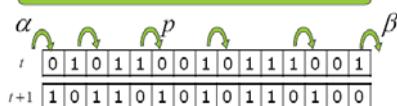


渋滞を考えるための新しい数学

ASEP (非対称単純排除過程)

Asymmetric Simple Exclusion Process

ルール：前が空いているときだけ進む



このモデルにより渋滞のできる様子が
より正確に分かるようになった(1993~)



まとめ

「流れがあれば渋滞あり」

数学を用いて統一的に扱う

学際的・分野横断的：

数学・物理学・生物学・心理学・情報学・経済学 etc

社会的インパクト

道路の渋滞損失=年間12兆円

都市部の混雑ストレスの緩和

企業の生産性向上

病気の治療など

感染症と闘う

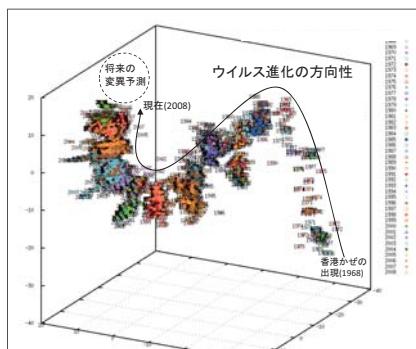
インフルエンザウイルスの変異予測
伊藤公人(北海道大学人獣共通感染症リサーチセンター)



インフルエンザ
ウイルス



過去40年分のHA遺伝子データ
(約3700株分)

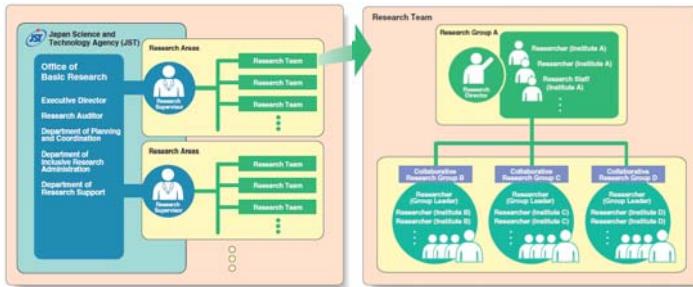


金融・経済、統計、通信、...





CREST : JST's Funding Program for Team-based Basic Researches



▶ 平成20年度採択分 離散幾何学と新物質創成

生物ロコモーションに学ぶ大自由度システム制御の展開

小谷 元子 東北大学大学院理学研究科准教授、理博
離散幾何学から提案する新物質創成と物性発現の解明
「これまで幾何学は、主として平面や曲面などの幾何学的構造を扱うものとして、多くの方たちの想像を離れていました。しかし、近年では、離散幾何学が、複雑な構造を扱うための数学として注目されています。本研究では、離散幾何学の知識を用いて、新しい物質構造を提案し、その物性を予測する方法を開発することを目指します。」
離散幾何学の応用、その実用化によるユニークな新物質創成を目指す新しい研究開拓を確立したい。

小林 康之 旭化成工業株式会社技術開発部、理博
生物ロコモーションと大自由度システム
「生物のロコモーションは、多様な形態と機能を持っています。しかし、その複雑な運動機構を理解することは、非常に難しく、また、その実現には多くの技術が必要です。そこで、本研究では、生物の運動機構をモデル化し、それを基にした大自由度システムの開発を目指します。」
生物の運動機構をモデル化するためには、生物の運動機構を理解する必要があります。そのため、まず、生物の運動機構を観察し、その構造や動作原理を理解する必要があります。その後、その構造や動作原理を基にした大自由度システムの開発を目指します。

田辺 幸之 人間大脳科学研究会会員、理博
現代の産業社会とグレブナー基底の調和
「高齢化社会と経済成長が同時に現代の産業社会における問題を抱えています。そこで、本研究では、高齢者に対する支援技術の開発を目指します。また、高齢者の行動特性や、高齢者の行動特性に対する支援技術の開発を目指します。」
高齢者に対する支援技術の開発は、高齢者の行動特性を理解する必要があります。そのため、高齢者の行動特性を観察し、その特徴を把握する必要があります。その後、その特徴を基にした支援技術の開発を目指します。

2008年度 上記3チーム
2009年度 5チーム発足
2010年度 まもなく公募開始 最終公募年!!

数学化する現代

- ・複合的ネットワーク・階層性
- ・多重時空間スケール
- ・動的変化・進化・遷移
- ・「経験・勘」から「数理モデル予測へ」

単なる予測から

予兆(を予測する)数理科学

まとめ

- ・不確実さ、不安定さ、不公平感...
 - これらの主観的議論にありがちな問題を定量化できるのは数学のみ
 - 不安定・不確実性を逆に発展・進化の好機と見る数理的視点の獲得
- ・合意言語としての数学
 - 人文科学・社会科学との相性もよい。
- ・トレンドにぶれない思考の軸としての数学
- ・数学を基本とした「知恵作りの国」というブランド
- ・複雑ネットワーク化する新たな社会のデザインに
 数学は不可欠
- ・JST数学領域はそのような人材育成に貢献



IBMコーポレーション

概要

創業: 1911年



事業展開: 170カ国

従業員数: 約40万人

CEO: Samuel J. Palmisano

本社: 米国ニューヨーク州 アーモンク

事業内容: ハードウェア、ソフトウェア、ITサービス・コンサルティング

世界最大のIT会社のうちの一社

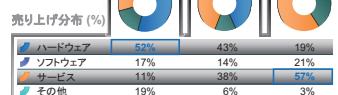
総売上高: 1,036 億ドル

純利益: 123 億ドル

研究開発費: 63 億ドル

(出典: 2008 Annual Report)

1992 2000 2008



ビジネスの競争力を左右する技術 - 産業界における数理科学応用の拡がり -

日本IBM 東京基礎研究所 所長 森本 典繁



© 2010 IBM Corporation

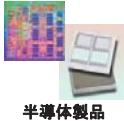
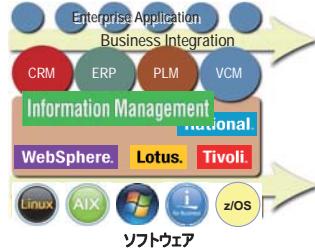
2 2010/02/23

© 2010 IBM Corporation

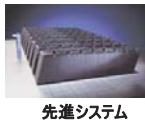
IBM の主な製品群



システム z/x パワーシステムズ ストレージ POS



半導体製品



先進システム



業務特化システム

© 2010 IBM Corporation

3 2010/02/23

IBM Research (基礎研究部門)

世界6ヶ国に8つの研究所(12のサイト)があり、約3,000名が基礎研究に従事しています



© 2010 IBM Corporation



IBM基礎研究部門のストラテジー・エリア



© 2010 IBM Corporation

5 2010/02/23

数理科学への期待の背景(1) – 情報量の爆発的増加

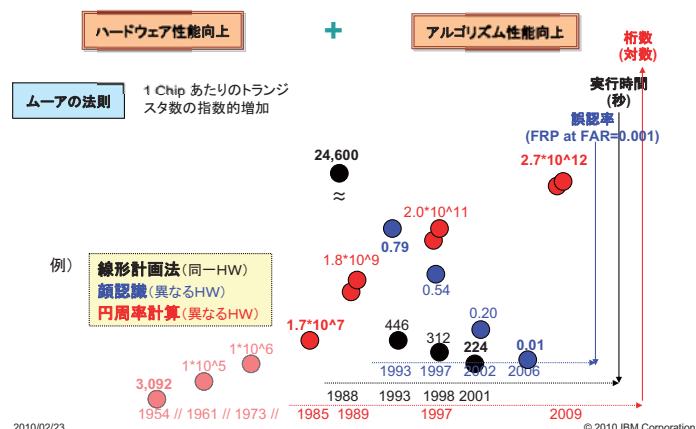
既に個人や企業は、多様化・肥大化・複雑化した情報に埋もれ、分析すべきデータは増加、複雑化し、その種類も増加しています

→ それらの情報を"より賢く"利用する技術が必要とされています



© 2010 IBM Corporation

数理科学への期待の背景(2) – 数理科学ソフトウェアの飛躍的な性能向上



7 2010/02/23

数理科学が支えるビジネス



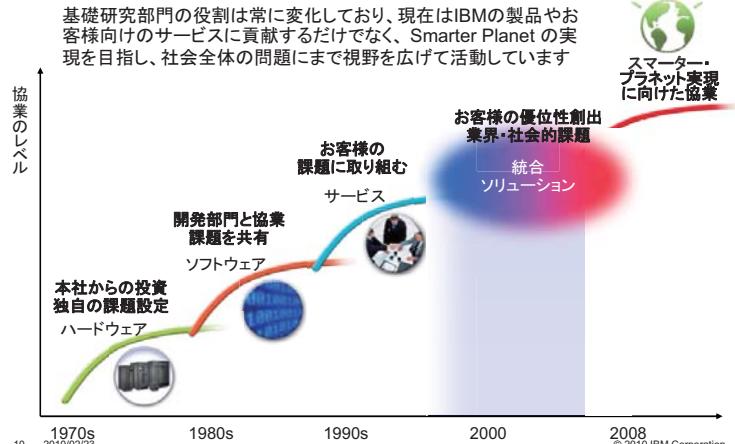
8 2010/02/23

数理技術でビジネスを差別化する組織「BAO」を設立 (2009年4月)



9 2010/02/23

IBM基礎研究部門の役割の変遷と進化



10 2010/02/23

Smarter Planet – IBMのビジョン



Smarter Planet を実現するイノベーション

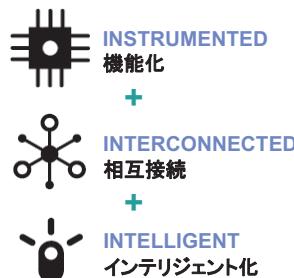


IBMは、以下の12のエリアを中心に、Smarter Planetを実現するイノベーションを実践していきます



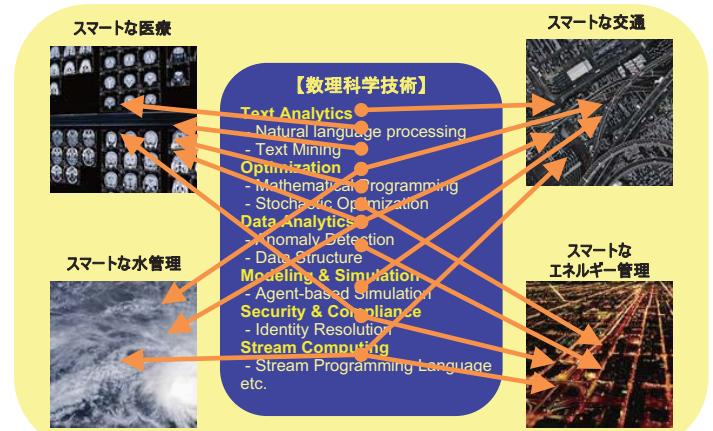
11 2010/02/23

12 2010/02/23



11 2010/02/23

Smarter Planet の実現を支える数理科学技術



13 2010/02/23

ビジネスを支える数理技術の例

数理技術の応用例

研究対象の数理技術

Hybrid Computing向けコンパイル
異種混合の計算資源を最適に利用するコードの生成

Dynamic Programming
(動的計画法)

ブログソポーター機能
有名人のブログ上に熱心な読者を表示

Succinct Data Structure
(簡潔データ構造)

製鉄所の操業スケジューリング
品質、納期、効率を考慮して、ほぼ全ての製鉄工程をスケジュール

Mixed Integer Programming
(混合整数計画法)

自動車の常時メンテナンス
走行中の自動車から取得するセンサデータから異常の兆候を検知

Correlation Anomaly Detection
(相関異常検知)

14 2010/02/23

© 2010 IBM Corporation

新しい研究戦略の一例 - コラボラトリー

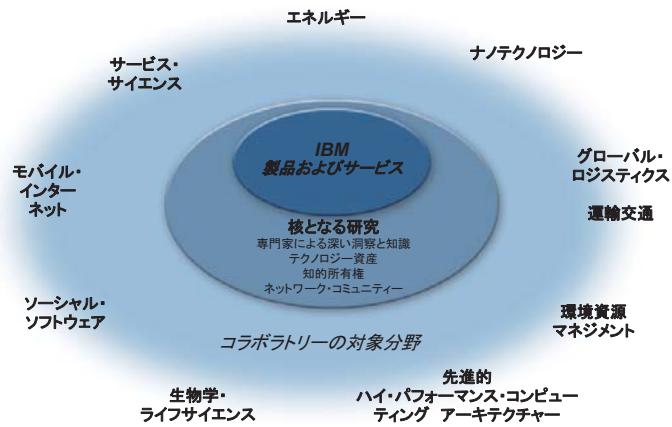
“Collaboratory” = Collaboration + Laboratory

グローバルで大規模な研究活動を変革するために、適切な地域で、適切なパートナーと協業して新しい研究分野を興すモデル、「コラボラトリー(Collaboratory)」を開始しました



15 2010/02/23

コラボラトリーによって広がるIBMの研究領域



16 2010/02/23

© 2010 IBM Corporation

数学とシステム制御理論

木村 英紀(理研BTCC, JST)

1. 数学と制御工学の最初の出会い
2. 私の経験1(固有値配置問題)
3. 私の経験2(ロバスト安定化問題)
4. 数学と数理

cf: 木村, 「制御と数理」, 応用数理 Vol. 1, No. 1, 1991

代数方程式

$$x^n + a_1 x^{n-1} + \cdots + a_n = 0$$

の解の実部がすべて負であるための a_1, \dots, a_n に対する条件をもとめよ

(解)

$$n=2 \Rightarrow a_1 > 0, a_2 > 0$$

$$n=3 \Rightarrow a_1 > 0, a_2 > 0, a_3 > 0, a_1 a_2 - a_3 > 0$$

$$n=4 \Rightarrow a_1 > 0, a_2 > 0, a_3 > 0, a_4 > 0, a_1 a_2 - a_3 > 0$$

$$a_3(a_1 a_2 - a_3) - a_1^2 a_4 > 0$$

$n=3$ C. Maxwell が証明(1867)

$n=4, 5$ で Maxwell は必要条件を部分的に導出

Routh (1872) と Hurwitz (1877) が独立に一般の場合を解決

Hermite の根分布論
Sturm の関数系列論 } 当時の数学の新しい結果

Lyapunov の定理(1893)

次の2つの命題は等価である

- (1) 行列 A の固有値の実部はすべて負である
- (2) 行列方程式 $PA + A^T P = -I$ の解 P は正定行列である

[1] 出力フィードバックによる極配置問題

制御理論における対象の数学的表現

$\dot{x} = f(x, u)$	x : 状態, u : 入力
$y = g(x)$	y : 出力

(例) 発電用ボイラー

u … 給水量, 燃料供給量 など

y … 発生蒸気量, 蒸気温度 など

x … 液面高さ, 泡の量, 泡発生速度, 壁温, 再熱流量 など

制御則の数学的表現

$u = k(x)$	状態フィードバック
$u = k(y)$	出力フィードバック

線形の対象の場合

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu & A : n \times n, & B : n \times r \\ y &= Cx & C : m \times n \end{aligned}$$

線形出力フィードバック

$$u = Ky \quad K : r \times n$$

閉ループ系

$$\dot{x} = (A + BKC)x$$

固有値の任意配置が可能か?

Eigenvalue Assignment 問題

問題

任意の n 個の複素数 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ が与えられたとき、それらが $A + BKC$ の固有値となるような行列 K を見つけられることが出来るか?

(もちろん複素数は共役数とペアになっていなければならない)

$C = I$ (状態フィードバック) のとき、上記問題が可解であるための必要十分条件は

$$\text{rank} \begin{bmatrix} B & AB & \cdots & A^{n-1}B \end{bmatrix} = n \quad (\text{可制御性})$$

問題

$A \rightarrow A + BKC$ (K は任意) で何が達成出来るか?

出力フィードバックのとき

上記問題が可解であるための十分条件は
 $n \leq m + r - 1$
 (状態数 \leq 出力数 + 入力数 - 1)

Kimura (1975)

この論文のcitation number は 258

明らかな必要条件は $mr \geq n$
 もち論 $mr \geq m + r - 1$
 大きなギャップ

これを埋めるために多くの研究者が挑戦

R. Hermann ら

代数幾何学の手法を用いて、複素ゲインを使ってよく、かつ “generic” に条件をゆるめれば

$$n \geq mr$$

が必要十分であることを示した

rational map の submersion 理論

Byrnes C.I. ら

閉ループ系の伝達関数を射影空間のGrassmann多様体ととらえ、フィードバックゲインが変動するときそれを射影空間内の「曲線」と考える。「Schubert Calculus」を用いて、もし固有値配置が可能であれば、それを実現するゲインの個数は有限で

$$\frac{1!2!\cdots(r-1)!1!2!\cdots(m-1)!(mr)!}{1!2!\cdots(m+r-1)!}$$

に等しいことを示した。

現在の最良の結果 (Wang, 1995)

$$n \geq mr-1$$

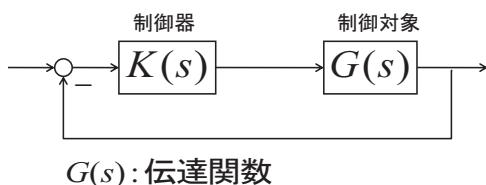
であれば generic に固有値配置が可能である

証明は代数幾何学を正面から使っている

その後幾つかの「初等的証明」がなされたが
 それでも難しい

[2] ロバスト安定化問題

フィードバック制御系



安定 \Leftrightarrow ループに加わる外乱が時間と共に減衰

問題

伝達関数の $G(s)$ が未知の擾動 $\Delta(s)$ を受けて実際の伝達関数が

$G(s) + \Delta(s)$
 になった。ただし

$$\max_{\omega} |\Delta(j\omega)| \leq r(j\omega).$$

このとき上式を満たす任意の $\Delta(s)$ に対して閉ループ系を安定に保つ制御器 $K(s)$ は存在するか？

N-P補間問題(1914-18)

2l個の複素数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_l; \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_l$ が与えられ

以下の条件を満足する。

$$\operatorname{Re}[\alpha_i] > 0, \quad |\beta_i| < 1, \quad i = 1, 2, \dots, l.$$

このとき、補間条件

$$f(\alpha_i) = \beta_i, \quad i = 1, 2, \dots, l$$

を満足し、複素右半平面 ($\operatorname{Re}[s] > 0$) を単位円 ($|w| < 1$) に写像する

関数 $f(s)$ が存在するための α_i, β_i に関する条件をもとめよ

Schwarzの補題の一般化

Pickが問題提起、必要条件を出し、Nevanlinna
が十分条件と補間関数の構成法を与えた

必要十分条件

$$\left(\frac{1 - \beta_i \bar{\beta}_j}{\alpha_i + \bar{\alpha}_j} \right)_{i,j=1,\dots,l} > 0$$

⇒ 解析的作用素論、モーメント問題 etc.

ロバスト安定化問題

α_i として $G(s)$ の右半平面にある極をとる

β_i として $\beta_i = \frac{r(\alpha_i)}{\tilde{G}(\alpha_i)}$ をとる

ただし $\tilde{G}(s)$ は α_i の代りに $-\bar{\alpha}_i$ をおきかえたもの

N-P条件が直ちにロバスト安定化器の
存在条件になる！

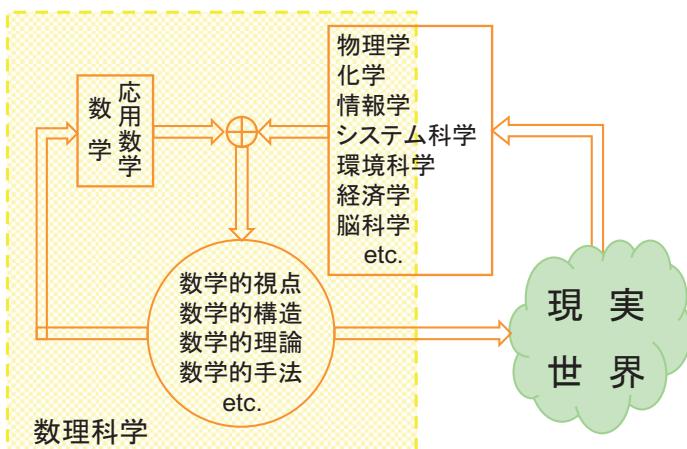
この結果のインパクト

- のちの H^∞ 制御理論の先駆
- ロバスト制御の構成的側面を最初に発掘
- 数多くの拡張を生む

IEEE CSS George Axelby Award 受賞

Citation Number 146

数学と数理



数学シンポジウム 2010.2.23

「経済・経営・金融の諸分野と数学・統計学の研究・教育の役割
: ノーベル経済学賞を題材に」
国友直人(東京大学大学院経済学研究科)

1. 経済・経営・金融・統計学の視点 :

話題提供者は幸いにも日本・米国における経済学部、経済学研究科・統計学科の大学院教育を受ける機会に恵まれ、さらに米国・日本での若干の教師生活の経験がある。数学については必要に応じて日本の経済学部、米国の統計学科などで(立派な)数学者による教育をほんの少し受けたことがあったが、系統的な数学教育は全く受けていないし、日本数学会にも参加していない。専攻分野と聞かれると最近では「統計学、計量経済、数理・計量ファイナンス」と答えている。こうした研究者からの意見も日本における今後の数学・統計学に関する研究・教育の展開を考える上で無駄ではなかろう、と考え、話題を提供することとした。

なお、以下の議論は主として経済学研究科における経済学・専門家教育を念頭に置いている。(経済学研究科には話題提供者が属する経済理論専攻「統計学コース」という組織が存在するがここでの議論では残念ではあるが捨象する)。例えば物理学における力学の法則の表現や説明は学部教育と大学院教育で異なる、と云う多くの参加者は違和感を抱くであろう。こうしたことは直観的な(しばしば曖昧な)言葉・図、さらに数理的議論を併用する理論経済学などの分野ではごく常識的である、という事実から出発しよう。ある分野の常識は他分野では非常識となる可能性があり、それぞれに十分な理由がある。

2. 大学院教育のある種のグローバル・スタンダードと数学の役割 :

経済・経営・金融という範疇には様々な異なる研究分野が包摂されるが、主要な分析方法としては大きく歴史的アプローチと数理・計量的アプローチがあり得る。むろん、一般にもよく知られているとは思われるが、例えばマクロ経済学といっても様々な異なる考え方方が並立している。しかしながら、ここではあえて意図的に議論を単純化して論じ、2010年を現在時点として、欧米の主要大学の経済学研究科(Department of Economics)を中心とする大学院1年次教育のスタンダードとして、3つの分野、(i)マイクロ経済学、(ii)マクロ経済学、(iii)計量経済学(統計学)、がよく挙げられていることに注目する。これら3つの分野の大学院教育においてかなり利用されている教科書の例として、

(i) Mas-Colell, Whinston and Green(1995) "Microeconomic Theory"(Oxford),
(ii) Ljungqvist and Sargent (2004) "Recursive Macroeconomic Theory" (MIT UP),
(iii) Hayashi (2000) "Econometrics" (Princeton UP)

を取りあげてその中味を目次を通して垣間見てみよう。(なお、著者はいずれも欧米の主要大学ではそれなりに評価されている研究者である。)

ここで挙げた教科書の内容・数学付録の項目を概観すると、いずれの書物でも内容の理

解にはかなりの数理的素養が要求されることに気が付くであろう。研究者を目指して毎年入学してくる院生がどの程度までその数理的内容を理解できるかはともかく、現代の経済学研究科のかなりの大学院生は多かれ少なかれ、こうした書籍で議論されている数理的内容にさらされている。コアと呼ばれる3科目に加えて、(経済学専攻では必修でもないが)さらに金融関係の教科書として、

(iv) Duffie (2001) "Dynamic Asset Pricing Theory" (Princeton UP)

の数学付録、などを追加的にみると、話題提供者が院生だった頃よりもさらに数理化が進んでいる印象である。なお、これらの文献で議論されている内容の鍵となる数学上の重要な貢献が von Neumann, S. Kakutani, K. Ito などの数学者によりなされたことは興味深い。

3. ノーベル経済学賞を題材に

こうして数学が経済・経営・金融などに関わる様々な応用分野の研究において日常的に利用されているとき、その応用上の役割の客観的評価は容易ではなかろう。そこでさらなる手がかりとしてノーベル経済学賞に例えてみる。ここで物理学などの分野と異なるのは、ノーベル経済学賞は元々、スエーデン国立銀行が1969年に創設した賞であること、日々は受賞対象・受賞者を巡って議論が起きることであるが、一般に分かり易い(あるいは誤解を生じさせやすい)例としてここでは利用する。念のために受賞者リストを電子辞書より転載しておく。

ここで恩師をはじめ受賞者リストに出ている個々の人物や業績について説明するときりがないが、その一端は既に挙げた文献を読んでいただくこととして、総じて幾つかの事実が浮かび上がってくる。第一に受賞内容として数理的な議論がかなり関係しそうな業績説明が数多く見られることである。第二には数学に関係しそうな分野の中では統計学とも受け取られる計量経済分野に関する内容が数多く見られることである。そして第三には、受賞者の所属国は米国ばかり偏っていることなどである。ただし、受賞者の名前から容易に想像できるように実は所属国の定義はそれほど意味がない。さらに受賞者の出身学部を調べると、純粹に文科系と目される人はかなり少なく、学部卒業時点では数学・物理などいわゆる理系出身者が大部分と言っても過言ではない。

4. 若干の考察 : 文科 vs. 理科、数学 vs. 統計学

日本の教育、とりわけ高校から始まり学部・大学院での教育体制を比較すると、日本では今でも「文科系・理科系」の区別が重要であるらしい。この区別の鍵が「数学の有無」、あるいは「数学教育の分量」、という観点であるならば、まずこの区別の研究・教育上の功罪、今後の改善可能性について議論すべきであろう。

話題提供者は米国の大規模において日本には存在しない統計学科において有能な統計学者(その多くは数学科出身者)から大学院教育を受ける機会に恵まれた。日本以外の先進国、さらには中国・韓国・インドをはじめとする世界の主要大学に当たり前のように存在する統計学科(Department of Statistics)が、2010年時点においてもなぜ日本に存在しないのか、より深い議論が必要であろう。欧米では1945年頃から幾つかの理由から数学科より独立し

て統計学科が存在するようになったが、欧米の統計学科の役割と評価については、それ自体が興味深い重要な話題である。

ここで将来への展望にとって明るい要素もすぐに見つかるこを指摘したい。例えば経済学関係者がよく耳にする数学者3名を取りあげたが、そのうちの2名はいずれも現在の独立行政法人・統計数理研究所の云わば OB である。今では日本の数学レベルを代表する数学者として経済・金融分野などでも著名となった、故 K. Ito 氏は「統計数理」という名前の下に現代の金融において派生証券(derivatives)論の基礎として広範に利用され(時には悪用され)ている「確率微分方程式(SDE)の理論」を構築していたのである。こうした瞬間にても第二・第三の K. Ito 氏が研究に成果を挙げつつあることを期待したいし、そうした人材の研究・教育の環境づくりこそ真に重要と考えられる。

最後に、ここでとりあげた数学自体とは異なる視点からの数学を巡る論点が、2010年時点の日本における純粋数学と応用数学、応用数学と統計学・統計科学における今後の研究・教育体制を考える上での一助になることを期待したい。

<付録 : ノーベル経済学賞のリスト>
BIGLOBE 百科事典より転載

1960年代

年	名前	受賞理由
1969年	ラグナル・フリッッシュ、 ヤン・ティンバーゲン	経済過程の分析に対する勤勉的モデルの発展と応用を称えて

1970年代

年	名前	受賞理由
1970年	ポール・サミュエルソン	静学的および動学的経済理論の発展に対する業績と、経済学における分析水準の向上に対する積極的貢献を称えて
1971年	サイモン・クズネット	経済および社会の成長に関する構造および過程を深く洞察するための経済成長に関する理論を実証的手法を用いて構築した功績を称えて
1972年	ジョン・ヒックス、 ケネス・アロー	一般的経済均衡理論および厚生理論に対する先駆的貢献を称えて

1973年	フシリー・レオンチュフ	投入産出分析の発展と、重要な経済問題に対する投入産出分析の応用を称えて
1974年	グンナー・ミュルダール、 クリードリヒ・ハイエク	貨幣理論および経済変動理論に関する先駆的業績と、経済現象・社会現象・組織現象の相互依存関係に関する鋭い分析を称えて
1975年	レオニード・カントロビッチ、 チャーリング・クーブマンス	資源の最適配分に関する理論への貢献を称えて
1976年	ミルトン・フリードマン	消費分析・金融史・金融理論の分野における業績と、安定化政策の複雑性の実証を称えて
1977年	ペルティル・オリーン、 ジェイムズ・ミード	国際貿易に関する理論および資本移動に関する理論を開拓した業績を称えて
1978年	ハーバート・サイモン	経済組織内部の意思決定プロセスにおける先駆的な研究を称えて
1979年	セオドア・シュルツ、 アーサー・ルイス	発展途上国問題の考察を通じた経済発展に関する先駆的研究を称えて

1980年代

年	名前	受賞理由
1980年	ロレンス・クライン	景気変動・経済政策を分析する上の経済的なモデル・手法の開発に対して
1981年	ジェームズ・トーピン	金融市場とその支出決定・雇用・生産・價格との関連性の分析を称えて
1982年	ジョージ・スティグラー	産業構造や市場の役割・規制の原因と影響についての独創的な研究を称えて
1983年	ジェラール・ドブルー	一般均衡理論の徹底的な改良と経済理論に新たな分析手法を組み込んだことを称えて
1984年	リチャード・ストーン	国民勘定のシステムの発展に対する基本的な貢献と実証的な経済分析の基礎の多大な改良を称えて
1985年	フランコ・モディリアーニ	貯蓄と金融市场の先駆的な分析に対して
1986年	ジェームズ・M・キャナン	公共選択の理論に於ける契約・書面面での基礎を築いたことを称えて

<u>1987年</u>	ロバート・ソロー	経済成長理論への貢献を称えて
<u>1988年</u>	モーリス・アレ	市場と資源の効率的な利用に関する理論の先駆的な貢献を称えて
<u>1989年</u>	トリグヴェ・ホーヴェルモ	計量経済学の確率基礎理論の解明と同時発生的経済構造の分析を称えて

1990年代

年	名前	受賞理由
<u>1990年</u>	ハリー・マーコウイツ、マートン・ミラー、ウィリアム・シャープ	資産形成の安全性を高めるための一般理論形成を称えて
<u>1991年</u>	ロナルド・コース	制度上の構造と経済機能に於ける取引費用と財産権の発見と明確化を称えて
<u>1992年</u>	ゲーリー・ベッカー	非市場に於ける行動を含めた広範にわたる人間の行動と相互作用へのミクロ経済学分析の応用を称えて
<u>1993年</u>	ロバート・フォーゲル、ダグラス・ノース	経済理論と計量的手法によって経済史の研究を一新したことを称えて
<u>1994年</u>	ラインハルト・ゼルテン、ジョン・ナッシュ、ジョン・ハーサニ	非協力ゲームの均衡の分析に関する理論の開拓を称えて
<u>1995年</u>	ロバート・ルーカス	合理的期待仮説の理論を発展、応用し、1970年代以降の財政・金融政策などマクロ経済理論に大きな影響を与えた事を称えて
<u>1996年</u>	ジェームズ・マーリー、ウィリアム・ヴィックリー	「情報の非対称性のもとでの経済的誘因の理論」に対する貢献を称えて
<u>1997年</u>	ロバート・マートン、マイロン・ショールズ	「金融派生商品(デリバティブ)価格決定の新手法(a new method to determine the value of derivatives)」に対して。オプション評価モデルであるブラック・ショールズ方程式の開発と理論的証明
<u>1998年</u>	アマルティア・セン	所得分配の不平等にかかる理論や、貧困と飢餓に関する研究についての貢献を称えて

<u>1999年</u>	ロバート・マンデル	さまざまな通貨体制における金融・財政政策(「マンデル・フレミング・モデル」と、「最適通貨圏」)についての分析を称えて
--------------	-----------	--

2000年代

年	名前	受賞理由
<u>2000年</u>	ジェームズ・ヘックマン、ダニエル・マクファデン	ミクロ計量経済学において、個人と家計の消費行動を統計的に分析する理論と手法の構築を称えて
<u>2001年</u>	ジョージ・アカロフ、マイケル・スペンス、ジョセフ・E・スティグリツ	情報の非対称性を伴った市場分析を称えて
<u>2002年</u>	ダニエル・カーネマン、バーン・スミス	行動経済学と実験経済学という新研究分野の開拓への貢献を称えて
<u>2003年</u>	ロバート・エングル、クリス・グレンジャー	時系列分析手法の確立を称えて
<u>2004年</u>	フィン・キドランド、エドワード・ブレスコット	動力学的マクロ経済学への貢献:経済政策における動力学的不整合性の指摘と、リアルビジネスサイクル理論の開拓を称えて
<u>2005年</u>	ロバート・オーマン、トーマス・シェリング	ゲーム理論の分析を通じて対立と協力の理解を深めた功績を称えて
<u>2006年</u>	エドモンド・フェルブル	マクロ経済政策における異時点間のトレードオフに関する分析を称えて
<u>2007年</u>	レオニード・ハーヴィッツ、エリック・マスキン、ロジャー・マイヤーソン	メカニズムデザインの理論の基礎を確立した功績を称えて
<u>2008年</u>	ポール・クルーガー	貿易のパターンと経済活動の立地に関する分析の功績を称えて
<u>2009年</u>	エリノア・オストロム、オリヴァー・ウィリアムソン	経済的なガバナンスに関する分析を称えて

拡がっていく数学 -社会からの期待

青木 玲子

一橋大学経済研究所 教授
総合科学技術会議 議員

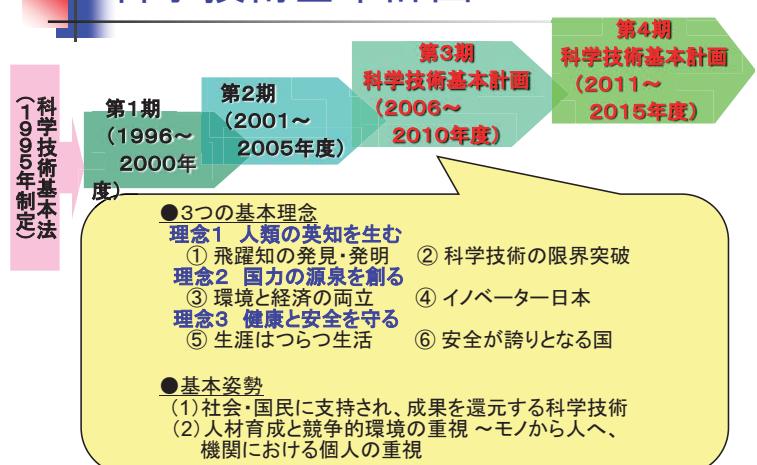
はじめに

- 経済学をやっている（産業組織論）
 - 現在使っている数学 応用ゲーム理論
 - USのPhD教育で使った数学
 - Constrained Optimization, Dynamic Optimization
 - 一般均衡理論（不動点定理、Separating Hyperplane Th）
 - 確率論、統計学
- 学部は日本の数学科
 - PhD課程の同級生と比べて国際的に一流の知識が身についていた
- 日本の数学教育（1960－70年代）に深く感謝

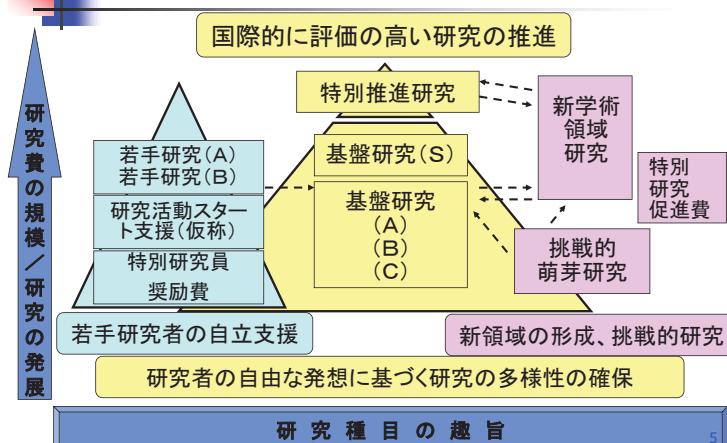
Outline

- 第4期の位置づけ
 - 科学基本法、基本計画
- 産学連携
 - 基礎研究
 - 人材育成
- 当面の課題
 - グリーン
 - ライフ
 - 基盤・制度整備（サポート体制整）

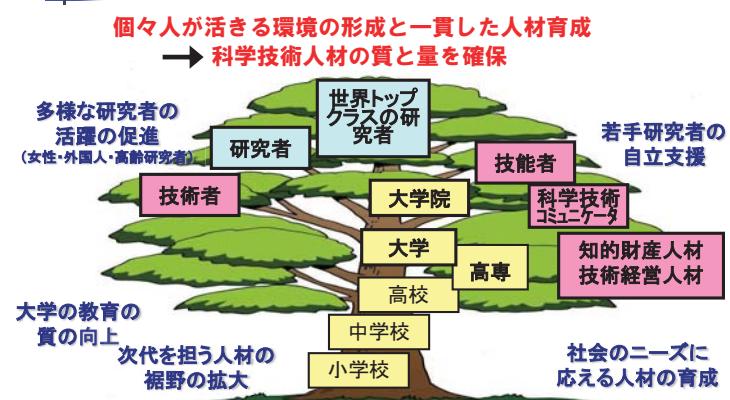
科学技術基本計画



科学研究費補助金の研究費目(平成22年度)



人材の育成、確保、活躍の促進



産学官連携拠点の形成支援について (平成21年度 文部科学省・経済産業省施策)

○産学官連携拠点の関連施策

文部科学省：135億円
経済産業省：129億円

地方公共団体の
クラスター形成活動を支援

大学等の体制整備を支援
・知的クラスター創成事業
・都市エア産学官連携促進事業

産学官連携戦略展開事業
(戦略展開プログラムの一部)

個別の研究開発を支援

研究成果最適展開支援事業

大学発事業創出実用化研究開発事業

地域イノベーション創出研究開発事業

企業間・拠点間
ネットワーク形成を支援
産業クラスター計画補助事業

産学連携施設の
整備を支援

地域企業立地促進等
共用施設整備事業

研究開発の連携を支援
地域イノベーション創出
共同体形成事業

TLOを支援
創造的産学連携事業

(文部科学省 経済産業省 資料より作成)

当面の重要課題

- グリーン イノベーション
- ライフ イノベーション
- 基盤・制度整備（サポート体制整備）
 - 基礎研究の強化
 - 戰略的技術の研究開発の産学一体推進
 - 次世代を担う科学・技術系人財の育成
 - 国際ネットワークの中での研究開発・イノベーションの推進

8

個人的意見

- 学会・学会協へ期待
 - 教育・研究・実務を網羅している
- 産学そのものである
- 専門家の供給と需要サイドの両方
- コミュニケーションの推進
- 産学のフィードバック、コミュニケーションの
担い手

- 以下、ディスカッション中に必要に応じて

9

科学技術基本政策の検討体制

総合
科学
技术
会
議

基本
政
策
專
門
調
査
會

分野別推進戦略
総合PT
iPS細胞研究
WG
基礎研究強化に
向けた長期方策
検討WG
大学院における
高度科学技術人
材の育成強化策
検討WG
研究開発
システムWG

ライフサイエンスPT
ものづくり技術PT
情報通信PT
社会基盤PT
環境PT
フロンティアPT
ナノテクノロジー・材料PT
エネルギーPT

森重文

北城 信太郎

将来の産業社会の基盤を支える 科学技術系大学院生のための教育改革 -大学院教育の「見える化」による改革の推進-

総合科学技術会議 基本政策専門調査会WG

今後の展開

- 大学院教育の充実に向けた改革は、「実行」が加速される時
- 多様化された各大学院の教育の「見える化」の推進は、各大学の責務
- 課題解決には、政策の一体的推進が必要

提言

- 総合科学技術会議として取り組むべきこと
 - 「産学官の相互理解を深める常置体制」の新たな構築
 - 文部科学省に対して
 - 大学院教育改革への誘導政策と、その進展状況の検証、公表及び「共通プラットフォーム(大学院教育に関する情報を俯瞰する仕組み)」の構築
 - 「国際的通用性」をもった「体系的カリキュラム」の構築の加速
 - 学生の社会的自立を促す経済支援の充実
 - 教員の教育活動の充実強化及びその努力、成果の適切な評価
 - 大学院修了者の「質の保証」システムと達成度評価等の公表

基礎研究強化に向けて講すべき 長期の方策について —基礎研究を支えるシステム改革—

総合科学技術会議 基本政策専門調査会WG

1. 基礎研究強化に向けた研究資金の改革

- 運営費交付金等の確保
- 科学研究費補助金をはじめとする競争的資金の拡充等
- 研究に対する支援体制

2. 基礎研究強化に向けた研究人材の育成

- 若手研究者への支援の充実
(特にスタートアップ時への配慮)
- キャリアパスとしての「新しいテニュア・トラック制」

3. 國際競争力の強化を目指した拠点の形成

- 國際に卓越した拠点の形成を目指して
- 特色を持った「多様な拠点」形成
- 拠点における「システム改革」への取組

行政刷新会議ワーキンググループ (いわゆる事業仕分け)での議論

地域科学技術・産学官連携の分野では、文部科学省の地域科学技術振興・産学官連携施策が対象に

評価結果：廃止

とりまとめコメント

地域科学技術振興・産学官連携については、そのこと自体の必要性を認めていないわけではないが、予算要求の縮減2名(半額縮減1名、その他1名)、予算計上見送り1名、自治体の判断に任せせる3名、廃止5名となっており、国としてはやる必要がないということで廃止とする。

総合科学技術会議による 施策の優先度判定(H21.12.8)

平成22年度の科学技術関係予算の概算要求に対し
科技政策担当大臣および総合科学技術会議有識者議員が、個別施策について優先度判定を実施。

- 地域科学技術・産学官連携に関する各省の施策のうちほとんどを「重要で着実に実施すべき」、「必要な施策であり、効果的・効率的に実施すべき」と評価。
- パブリックコメントでは、地域科学技術・産学官連携施策への意見のほとんど全てが「賛成」。

平成22年度予算(政府案)

各省の地域科学技術に関係する施策については、
717億円(▲52億円、前年度比0.93)

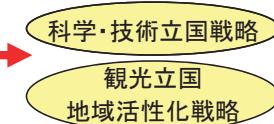
事業仕分けの対象となった文部科学省の関連策については、

400億円(▲82億円、前年度比0.83)

新規着手は見送るとしているものの、継続事業
については引き続き予算計上されている。

新成長戦略(基本方針) (H21.12.30閣議決定)

新成長戦略で示され「6つの戦略分」
のうち地域科学技術・産学官連携に
関連の深い項目



「科学・技術立国戦略」の項目には

- 「科学・技術力を核とするベンチャー創出や、産学連携など大学・研究機関における研究成果を地域の活性化につなげる取組を進める」
- 「2020年までに、世界をリードするグリー・イノベーション(環境エネルギー分野革新)やライフ・イノベーション(医療・介護部分野革新)等を推進し、独自の分野で世界トップに立つ大学・研究機関の数を増やす」
- 「中小企業の知財活用を促進する」

等の記載あり

機械工学専攻の院生の質問

話題提供

– パネルディスカッションのために –

三井 畿友

(同志社大学理工学部数理システム学科)

MathSurvey 10 – p.1/i

MathSurvey 10 – p.2/i

ある事例 – 関数概念をめぐって

機械工学専攻の院生の質問

熱工学研究室でのテーマ

ある事例 – 関数概念をめぐって

機械工学専攻の院生の質問

1次元逆問題

MathSurvey 10 – p.2/i

MathSurvey 10 – p.2/i

ある事例 – 関数概念をめぐって

機械工学専攻の院生の質問

1次元逆問題

$0 < x < 1$ 上で初期関数 (温度分布) $f_0(x)$ から出発して

機械工学専攻の院生の質問

1次元逆問題

$0 < x < 1$ 上で初期関数 (温度分布) $f_0(x)$ から出発して

$$f_{n+1}(x) = \int_0^x K(\xi, x) f_n(\xi) d\xi \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

MathSurvey 10 – p.2/i

MathSurvey 10 – p.2/i

ある事例 – 関数概念をめぐって

機械工学専攻の院生の質問

1次元逆問題

$0 < x < 1$ 上で初期関数（温度分布） $f_0(x)$ から出発して

$$f_{n+1}(x) = \int_0^x K(\xi, x) f_n(\xi) d\xi \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

によって、 $\{f_n(x)\}$ の振舞いを観察したい。

MathSurvey 10 - p.2/i

ある事例 – 関数概念をめぐって

機械工学専攻の院生の質問

1次元逆問題

$0 < x < 1$ 上で初期関数（温度分布） $f_0(x)$ から出発して

$$f_{n+1}(x) = \int_0^x K(\xi, x) f_n(\xi) d\xi \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

によって、 $\{f_n(x)\}$ の振舞いを観察したい。

積分核 $K(\xi, x)$ は指指数的減少

MathSurvey 10 - p.2/i

ある事例 – 関数概念をめぐって

機械工学専攻の院生の質問

1次元逆問題

$0 < x < 1$ 上で初期関数（温度分布） $f_0(x)$ から出発して

$$f_{n+1}(x) = \int_0^x K(\xi, x) f_n(\xi) d\xi \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

によって、 $\{f_n(x)\}$ の振舞いを観察したい。

積分核 $K(\xi, x)$ は指指数的減少

二つの方向：

MathSurvey 10 - p.2/i

ある事例 – 関数概念をめぐって

機械工学専攻の院生の質問

1次元逆問題

$0 < x < 1$ 上で初期関数（温度分布） $f_0(x)$ から出発して

$$f_{n+1}(x) = \int_0^x K(\xi, x) f_n(\xi) d\xi \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

によって、 $\{f_n(x)\}$ の振舞いを観察したい。

積分核 $K(\xi, x)$ は指指数的減少

二つの方向：

(1) 解析的な積分（computer algebra など）による

MathSurvey 10 - p.2/i

ある事例 – 関数概念をめぐって

機械工学専攻の院生の質問

1次元逆問題

$0 < x < 1$ 上で初期関数（温度分布） $f_0(x)$ から出発して

$$f_{n+1}(x) = \int_0^x K(\xi, x) f_n(\xi) d\xi \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

によって、 $\{f_n(x)\}$ の振舞いを観察したい。

積分核 $K(\xi, x)$ は指指数的減少

二つの方向：

(1) 解析的な積分（computer algebra など）による

MathSurvey 10 - p.2/i

ある事例 – 関数概念をめぐって (2)

質問の要点：数値積分をどう実行するか

MathSurvey 10 - p.3/i

ある事例 – 関数概念をめぐって (2)

質問の要点：数値積分をどう実行するか
「関数の概念」が十分理解できていない

ある事例 – 関数概念をめぐって (2)

質問の要点：数値積分をどう実行するか
「関数の概念」が十分理解できていない
 $x \in [0, 1] \rightarrow f_n(x)$ という写像としてとらえる

ある事例 – 関数概念をめぐって (2)

質問の要点：数値積分をどう実行するか
「関数の概念」が十分理解できていない
 $x \in [0, 1] \rightarrow f_n(x)$ という写像としてとらえる
これは同時にプログラミング（ソフトウェア）にも生きる概念

ある事例 – 関数概念をめぐって (2)

質問の要点：数値積分をどう実行するか
「関数の概念」が十分理解できていない
 $x \in [0, 1] \rightarrow f_n(x)$ という写像としてとらえる
これは同時にプログラミング（ソフトウェア）にも生きる概念
 x を入力すれば $f(x)$ が出力される

ある事例 – 関数概念をめぐって (2)

質問の要点：数値積分をどう実行するか
「関数の概念」が十分理解できていない
 $x \in [0, 1] \rightarrow f_n(x)$ という写像としてとらえる
これは同時にプログラミング（ソフトウェア）にも生きる概念
 x を入力すれば $f(x)$ が出力される
[0, 1] を等間隔分割 $x_k = k\Delta x$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) して

ある事例 – 関数概念をめぐって (2)

質問の要点：数値積分をどう実行するか
「関数の概念」が十分理解できていない
 $x \in [0, 1] \rightarrow f_n(x)$ という写像としてとらえる
これは同時にプログラミング（ソフトウェア）にも生きる概念
 x を入力すれば $f(x)$ が出力される
[0, 1] を等間隔分割 $x_k = k\Delta x$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) して

$$\bar{f}_{n+1}(x_k) = \sum_{j=0}^{k-1} K(\xi_j, x_k) \bar{f}_n(\xi_j) \Delta x$$

ある事例 – 関数概念をめぐって (2)

質問の要点：数値積分をどう実行するか

「関数の概念」が十分理解できていない

$x \in [0, 1] \rightarrow f_n(x)$ という写像としてとらえる

これは同時にプログラミング（ソフトウェア）にも生きる概念

x を入力すれば $f(x)$ が出力される

$[0, 1]$ を等間隔分割 $x_k = k\Delta x$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) して

$$\bar{f}_{n+1}(x_k) = \sum_{j=0}^{k-1} K(\xi_j, x_k) \bar{f}_n(\xi_j) \Delta x$$

数列 $\{f_n(x_k)\}$ から $\{f_{n+1}(x_k)\}$ からへの写像

ある事例 – 関数概念をめぐって (3)

こんな簡単な計算で済むか？

MathSurvey 10 – p.3/

MathSurvey 10 – p.4/

ある事例 – 関数概念をめぐって (3)

こんな簡単な計算で済むか？

もちろん No!

ある事例 – 関数概念をめぐって (3)

こんな簡単な計算で済むか？

もちろん No!

これから出発して、より高度なシミュレーションに移ることができるだろう

MathSurvey 10 – p.4/

MathSurvey 10 – p.4/

日本の数学
—どこで誤解が生じたのか?—

博士の愛した数式
第一回大賞受賞者: 森田康夫

数学は美しい!

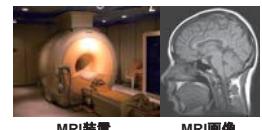
森田康夫
東北大学教養教育院

ガウス賞の発表

ガウス賞は、国際数学連盟が社会の技術的発展と日常生活に対して優れた数学的貢献をした研究者に贈る賞である。



数学と社会



モヘンジョダロ遺跡

- 数学(算数)は文明と共に生まれ、経済を始め社会生活の様々な面で役立ってきた。

- デカルトとニュートンにより、数学の「科学を語る言葉」としての役割が確定した。
- 最近は暗号、通信、画像診断等の先端科学と関係して、様々な数学が使われている。
- しかし日本社会では科学技術、とくに数学の評価は低く、「数学は役に立たない」、「数学者は清貧に耐えて行かなければならない」と思われている。

日本と数学

1867年 五箇条の御誓文
1872年 学制公布
1886年 帝国大学令公布
1889年 大日本帝国憲法発布
1895年 日清戦争に勝つ
1905年 日露戦争に勝つ

- 日本では読み、書き、そろばんが重視され、寺子屋などで庶民も教育を受けていた。
- 和算の伝統もあった。
- 明治政府が日本の近代化を行おうとしたとき、このことが役立ち、短期で欧米の列強に追いつくことが出来た。 2年後の1874年の小学校就学率は、男児48%、女児17% もあった。
- 高度成長期には大学入学歴で人生が決ったため、入学試験が数学を学習する動機となり、数学嫌いを増やした。

数学は嫌いだが、ある程度出来るという人が沢山いた。これが崩れかけている。

数学についての誤解

- 「数学は美しいが、世の中の役に立たない」との俗説が日本では支配的である。
- 整数論を研究していた私は、「数学以外のことを考えるのは、不純である」と教えられた。
- 1970年頃に高度経済成長に伴い講座増が行われたが、数学は物理や化学に比べ講座増は少なく、応用数学分野には余り配分されなかつた。
- 企業の人は、その頃より計算機の発達と関係した数学の重要性を理解していた。

銀行屋の私の叔父は知っていた。

理由を調べたが、よく分からなかった。
少人数で居心地の良い教室をめざした?

高木貞治の取り巻きの誰かが間違ったことを広めた?

高木貞治
(1875. 4. 21 - 1960. 2. 28)

- ゲッチンゲン大学に留学し、ヒルベルトの下で整数論の研究を開始した。
- 1901年の帰国後、東京帝国大学で教えた。
- 第1次世界大戦でヨーロッパの雑誌が届かなくなってしまったのを契機に、以前から考えていた研究に没頭し、類体論を建設した。
- 数学普及にも熱心で、解析概論や近世数学史談を始め多数の本を書いた。
- 高木は、日本とは異なり、ヨーロッパでは数学の応用が盛んなことを知っていた。

委託業務成果報告書の無断複製等禁止の標記について

委託業務に係る成果報告書の無断複製等の禁止の標記については、次によるものとする。

本報告書は、文部科学省の平成 21 年度科学技術調査資料作成委託事業による委託業務として、国立大学法人九州大学、国立大学法人東京大学、社団法人日本数学会、新日本製鐵株式会社が実施した「数学・数理科学と他分野の連携・協力の推進に関する調査・検討～第 4 期科学技術基本計画の検討に向けて」の成果を取りまとめたものです。

従って、本報告書の著作権は、上記 4 機関に帰属しており、本報告書の全部又は一部の無断複製等の行為は、法律で認められたときを除き、著作権の侵害にあたるので、これらの利用行為を行うときは、上記 4 機関の承認手続きが必要です。

但し、文部科学省が求めた場合は委託調査の結果を無償で使用することを許可します。また、引用など使用する際には、委託業務の成果であることを明示することとします。