

計算代数統計の話題

竹村 彰通
東大情報理工

項目

1. 前置き
2. 計算代数統計の流れと分野の特徴
3. これまでの研究成果の紹介
4. 関連する話題と今後の展開

前置き

- 謝辞
- 研究のきっかけ (2001年の夏, $3 \times 3 \times 3$)
- 大杉氏, 日比先生との研究交流
- 今後 (JST CREST]) ポスドク 1名

[JSTトップ](#) > [プレス一覧](#) > [科学技術振興機構報 第551号](#) > [資料2](#) > 研究領域: 「数学と諸分野の協働によるブレイクスルーの探索」

資料2

平成20年度 戦略的創造研究推進事業(CREST・さきがけ) 新規採択研究代表者・研究者および研究課題概要(第2期)

【CREST】

戦略目標: 「社会的ニーズの高い課題の解決へ向けた数学／数理科学研究によるブレイクスルーの探索(幅広い科学技術の研究分野との協働を軸として)」

研究領域: 「数学と諸分野の協働によるブレイクスルーの探索」

研究総括: 西浦 廉政(北海道大学 電子科学研究所 教授)

氏名	所属機関	役職	研究課題名	研究課題概要
小谷 元子	東北大学 大学院理学研究科	教授	離散幾何学から提案する新物質創成と物性発現の解明	すぐれた物性機能をもつ新物質創成は安心・安全で豊かな社会を支える基盤であり、従来の経験則を超えて物性の予測をする新理論、計算モデル、シミュレーション技術が強く求められています。本研究では、局所的な性質が大域を制御する仕組みを離散幾何学の知見で解明し、数理モデルの構築、その数理解析およびシミュレーションによる物性予測から化学工学における新物質創成までを貫く新しい指導原理の確立を目標とします。
小林 亮	広島大学 大学院理学研究科	教授	生物ロコモーションに学ぶ大自由度システム制御の新展開	現実の複雑な環境の中を、あたかも生物のごとく、柔らかくしなやかに動きまわることのできるロボットを創り出すためには、ロボットの身体に生物同様の大きな自由度を持たせ、かつそれを巧みに制御する必要があります。本研究では、アメーバ運動から歩行運動にいたるさまざまなロコモーション様式に通底する、しなやかな動きを生み出す制御のからくりを数理的に解明することにより、大自由度ロボットの自

				律分散的制御法の創出を目指します。
日比 孝之	大阪大学 大学院情報科学研究科	教授	現代の産業社会とグレブナー基底の調和	高度に発展した純粋数学の理論と現代の産業社会における先端科学技術との調和を探ることは、社会的な難問の解決に向けての数学の積極的な貢献をもたらします。現代数学の潮流の一つを成すグレブナー基底の探究に携わる代数学者、計算機科学者、統計学者らから構成される共同研究組織を作り、グレブナー基底の最新理論を先端科学技術に応用するとともに、現実問題の要請に答えるべく理論の一層の発展とアルゴリズムの開発をめざします。

(五十音順に掲載)

<総評> 研究総括: 西浦 廉政(北海道大学 電子科学研究所 教授)

本研究領域は、数学研究者が社会的ニーズの高い課題の解決を目指して、諸分野の研究者と協働し、ブレイクスルーの探索を行う研究を対象とするものです。

数学は全科学を推進してゆく最も大きな駆動力であると同時に、研究者ではない多くの国民に理解され、身近なものとして歩むものでなくてはなりません。そのためにこれまで以上に開かれた諸分野とつながる重要な知として大きな期待が寄せられていると思われまます。平成20年度からスタートしたCRESTの本領域は「孤立した知からつながる知」を目指す研究を積極的に取り上げる事にしました。諸分野の研究対象である自然現象や社会現象に対し、数学的手法を応用するだけでなく、それらの数学的研究を通じて新しい数学的概念・方法論の提案を行うなど、数学と諸分野との双方向的研究を重視する研究を対象とし、公募をいたしました。同時に本研究領域の基本的な考えを応募者に伝えるため、これまで日本数学会総合分科会において説明会を2度開催し、ホームページにおいても情報を公開しました。その結果、数学のみならず、他分野を専攻とする研究者からの提案も含め合計44件の応募があり、10名の領域アドバイザーとともに書類選考を行い、12件の面接課題を選び、最終的に3件の提案を採択しました。選考に当たっては、研究提案が数学と諸分野との連携を格段に進めるものであること、研究代表者がリーダーシップを十分に発揮し、期間内に一定の成果が十分期待できるもの、生み出される成果が並置的でなく、提案全体として強いメッセージをもつものを重視しました。結果としてほぼ15倍の難関となり、採択されなかった提案においても優れたものが多くありましたが、本研究領域の趣旨および上記の観点から本年度は不採択とせざるを得ませんでした。当該領域の目指す研究は非常に幅広く、「数学でつながる知」の趣旨をご理解され、今後一層の優れた提案を期待いたします。

JSTトップ > プレス一覧 > 科学技術振興機構報 第551号 > 資料1

資料1

平成20年度(第2期) CREST・さきがけ 応募数および採択数

<研究領域別>

CREST

発足年度	領域名	応募数	採択数
平成20年度	先端光源を駆使した光科学・光技術の融合展開	63	6
	プロセスインテグレーションによる機能発現ナノシステムの創製	32	6
	プロセスインテグレーションに向けた高機能ナノ構造体の創出	67	5
	二酸化炭素排出抑制に資する革新的技術の創出	53	6
	アレルギー疾患・自己免疫疾患などの発症機構と治療技術	47	7
平成19年度	精神・神経疾患の分子病態理解に基づく診断・治療へ向けた新技術の創出	62	4
	ディペンダブルVLSIシステムの基盤技術	11	3
	次世代エレクトロニクスデバイスの創出に資する革新材料・プロセス研究	33	5
	数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索(平成20年度より募集)	44	3
平成18年度	実用化を目指した組込みシステム用ディペンダブル・オペレーティングシステム	9	4
	ナノ界面技術の基盤構築	48	5
	ナノ科学を基盤とした革新的製造技術の創成	33	4
合 計		502	58

さきがけ

発足年度	領域名	応募数	採択数
------	-----	-----	-----

計算代数統計の流れと分野の特徴

二つの流れ

1. マルコフ基底: Diaconis and Sturmfels (1998)
2. 実験計画法: Pistone, Riccomagno and Wynn の本 (2001)

- マルコフ基底は，標本空間が有限集合で，かつ各点の確率が多項式によって表されるようなモデルには必然的に付随する．(例 $p_{ij} = \alpha_i \beta_j$)
 - 代数的には toric ideal とよばれる 2 項式で生成されるイデアルが研究の対象となる．
 - 0 と 1 からなる行列を見ると，最近ではすぐに toric ideal が気になる．[例: 数独]

- 実験計画法では，観測をおこなう“点”（要因の組み合わせ）の集合を 0 次元の代数多様体と見て，すべての点でゼロをとる多項式のなすイデアル (design ideal) を考える．
 - グレブナー基底を求めることにより，パラメータの推定可能性や交絡の様子がわかる．
- 両者の関係？

分野の特徴

- 解ける問題が豊富にある．
- 代数学との相互的な発展がある．
- 計算機で実際に代数計算ができる（定理の予想が立てられる）．
- しかし実際の代数計算は重い．

これまでの研究成果の紹介

(オリジナリティーのある部分を紹介する)

マルコフ基底関連

- 極小性，一意性の考察
 - indispensable move の概念の定義
 - unique minimal basis の特徴づけ
 - indispensable monomial の概念の定義

- 不変性の考察
 - 分割表のモデルなどはしばしば自明な対称性がある。
 - マルコフ基底にもその対称性が現れる。
 - 変換群を用いて不変性を定義できる。
 - 不変性を表す群をいくつか具体的に求めた。
- 配置の「正規性」関連
 - “hole” の有限性の判定基準を与えた。

実験計画関連

- 観測値が (正規分布に従う連続量ではなく) , ポアソン分布や 2 項分布に従う時の一部実施要因計画の正確検定のためのマルコフ基底を求めた . 二つの流れの双方に関連 .
- Pistone & Wynn 流の実験計画についても , 最近研究をはじめた . Pistone & Wynn 流は , 2001 年の本がややわかりにくい , 実は大いに発展性がある . regular fractional factorial design からの脱皮 . 線形符号からの脱皮 (?) .

関連する話題と今後の展開

(順不同で)

- 分割表の階層モデルと部分モデル
 - abstract simplicial complex として考える
 - グラフィカルモデルのみに注目しない
- チューブ法とも関連
 - abstract tube と simplicial complex
 - abstract tube は分割表のモデルとしても有用 (Wynn)
 - Ehrhart 多項式の理論と計算

- Valuation , 超平面配置

- Valuation: 有限加法的測度

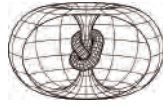
- * 公理は

- $\mu(A \cup B) = \mu(A) + \mu(B) - \mu(A \cap B)$ なの
でつまり包除原理 .

- * あくまで有限加法的 , ただし適用できる集合族
が広い . (“Groemer の拡張定理”)

- * 可算加法的な測度に毒されない (ゲーム論的確
率論も同様の精神)

- オイラー標数も valuation (整数値をとるので加算加法性は無理)
- 超平面配置理論に現れる特性多項式も valuation (来年夏, 北大)



The 2nd MSJ-SI

The Mathematical Society of Japan, Seasonal Institute

Arrangements of Hyperplanes



August 1 - 13, 2009

Conference Hall, Hokkaido University, Sapporo, Japan

Survey Lecturers:

Toshitake Kohno
Hal Schenck
Alexander Varchenko

Peter Orlik
Richard Stanley
Masahiko Yoshinaga

Kyoji Saito
Akimichi Takemura

Invited Speakers:

Kazuhiko Aomoto
Daniel Cohen
Alexandru Dimca
Eva Maria Feichtner
Eduard Looijenga
Mario Salvetti

Christos Athanasiadis
Frederick Cohen
Igor Dolgachev
Akio Hattori
David Mond
Alexandru Suciu

Anders Björner
Corrado De Concini
Michael Falk
Anatoly Libgober
Claudio Procesi

Organizing committee:

Peter Orlik (University of Wisconsin, USA)
Hiroaki Terao (Hokkaido University, Japan, chair)
Masahiko Yoshinaga (Kobe University, Japan)
Sergey Yuzvinsky (University of Oregon, USA)



The Mathematical Society of Japan

今後の展開 (気分)

- マルコフ基底・グレブナー基底関連でブレークスルーを目指す!
- 何事も関係ないと思わない! 遠いと思っていたものが近い.