

# 実効性のある諸分野連携研究手法の 確立を目指して

坂上貴之 (さかじょうたかし)  
北海道大学大学院理学研究院  
& JST CREST

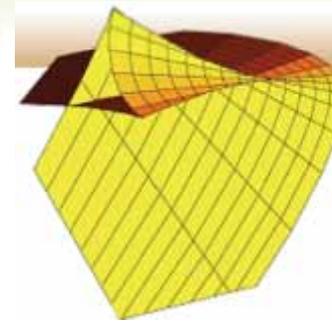
# 講演の概要

- これまでの諸分野連携研究（実例）
- 問題点（共同研究への橋渡し）
- 問題点（情報発信）
- 問題点(国際交流)
- まとめ

# 平成15年科研費基盤研究C（企画調査）

- “**反応拡散系理論と流体理論の融合により展開される新しい非線形問題の調査**”  
「数理流体」と「反応拡散系理論」の融合による応用研究の可能性を調査。  
この中で実効的な学問連携を構築するため様々な試みを行った。
- **（混成チームによる調査）** 数学以外の諸分野（分析化学・環境科学・皮膚科学・理論化学）と数理科学者（数値解析・数理流体・反応拡散系理論・偏微分方程式論）からなる混成チームを構成し、**数学以外の研究者と数学の研究者をペアにして、国内外で行われる関連する研究集会に参加した。** その中で同じ問題について議論し言葉や問題意識の共有化を図ることで、今後の連携研究が進みやすくなるような枠組みおよび信頼関係を構築した。  
HP: <http://www.math.sci.hokudai.ac.jp/~sakajo/Kikaku2003/kikaku2003.html>
- **（本企画調査の成果）**
  - 5件の研究集会を調査検討、各メンバー間の信頼関係が醸成
  - 実験科学者との連携研究（流体のカオス的攪拌と反応粒子混合；数理研講究録掲載）
  - 環境問題において流体と反応・生命物質移流のカップリングは重要なキーワードになるということが判明し、これが**後年の坂上のさきがけ・CREST 研究課題の基礎。**
  - 皮膚科学における数理モデルの重要性の認識が深まった  
**（長山氏のさきがけ・CREST課題）**

# 北海道大学21世紀COE



21世紀COEプログラム

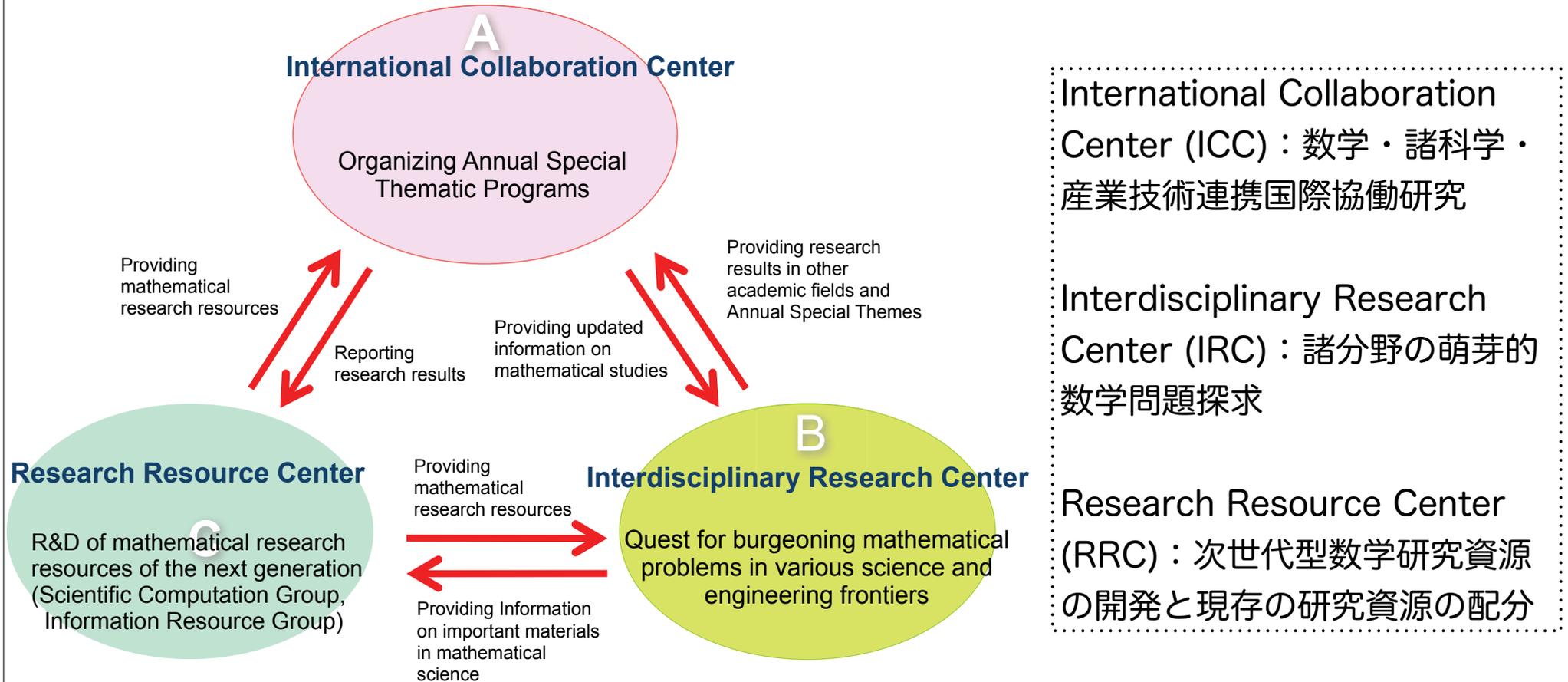
特異性から見た  
非線形構造の数学

北海道大学大学院理学研究科数学専攻

- (拠点形成に向けた実績とノウハウ作り)  
北海道大学数学21世紀COE  
「特異性から見た非線形構造の数学」  
数学研究とその周辺諸分野応用研究の間  
をつなぐための様々な事業を実施 (諸分野連携数学拠点形成のためのノウハウ蓄積)
- (COE プログラム「Special Months」) 数ヶ月から半年に期間, 特定の研究テーマで Special Months プログラムを実施し, 国内外からの研究者の招聘, 彼らによるレクチャー・セミナーなどを集中的に行った.
- (先端研究のための数学センター) HP を通じて他分野の研究者から, それぞれの分野における数学上の質問を受け付け, それにに答えるプロジェクト. 他分野先端研究と数学の間をつなぐことの難しさと面白さを実感するとともに, 効率的にこうした活動を進めるための方策 (チュートリアル・連携ポスドクの雇用) などを模索するきっかけになった.
- (「先端研究のための数学センター」連携セミナー) 最先端の数学理論と他分野の研究者の本格的な連携を可能にする枠組みを確立するために「連携セミナー」を企画・立案した. とりあげた話題は「乱流物理とBesov 空間」5年を経て本格的な研究論文へと昇華

# 北海道大学数学W P I の提案

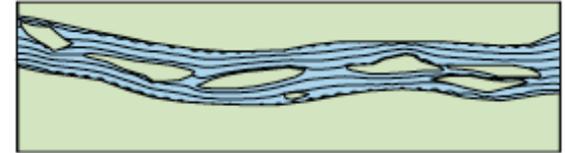
## 諸分野協働研究を推進するための拠点形成の提案（滞在型数学研究拠点）



結果は不採択であったが、こうした諸分野連携を推進するための様々なアイデアが議論された。一方で、これを実現するための人的資源や具体的なノウハウの不足も痛感。以後の坂上の活動は個人としてそれらを実現するために行われている。

# JST さきがけ

- 「**水圏環境力学理論の構築**」 海洋や河川, 湖沼などの水圏における問題に対応するための数学・計算理論の構築を目指す。多くの諸分野との連携活動を行った。
- (国際研究集会 JST さきがけシンポジウム  
「**環境問題における数学の可能性**」実施)  
数学・数理科学者の立場で環境問題にとりくむ研究者の講演・討論を通じて、現在人類が直面する問題の一つである環境問題において数理がどのような役割を果たしうるかについて議論した。 (URL: <http://www.math.sci.hokudai.ac.jp/sympo/080611/>)
- (JST 日米先端工学シンポジウムの招待参加者) 2009年11月米国Irvine. 地球環境科学分野の研究者のセッションに参加。本活動の成果として、国立環境研究所の研究者との連携が生まれ、今後の展開を目指した活動が継続している。
- (豊田中央研究所との交流会) 企業研究所における研究交流を行った。
- **数学領域さきがけが生む相乗効果**：様々な諸分野連携のあり方についてさきがけ研究者との情報交換・連携戦略の多様性などについて情報共有した (最も重要なポイント)



# JST CREST (概要)

- 科学技術振興機構 坂上CREST  
「渦・境界相互作用が創出するパラダイムシフト」  
<http://www.math.sci.hokudai.ac.jp/crest/>
- (CREST 連携セミナー) 諸分野の最先端研究を理解するため、ターゲットになる分野の研究者を招聘し、当該分野の研究現状を聞くとともに、参加者とともに数理的な展開の可能性について考えている。
- (Labo. Stay) 諸分野との実質的な連携に向けて、他分野研究者の研究室に一週間程度滞在して、詳細な研究に触れることで数理モデル構築の可能性や共同研究の方向などについて検討を加えている。 (機動的諸分野連携活動)
- (企業との研究連携) 本プロジェクトにおいてアイシンAW株式会社と連携し本CREST が提案する理論の解析結果の具現化 (ものづくり) に向けた活動を行っている。
- 本活動を通じた周辺諸分野の研究機関や研究者との連携が生まれている。



# JST CREST (諸分野連携活動)

## Labo. Stayの実施例

アイシンAW

(2012. 2. 20-22; 3. 13-15)



 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社

鉄道総合技術研究所, 米原風洞実験センター

(大型の低温風洞による横風試験, 2012. 11. 9)



### アイシンとの連携強化:

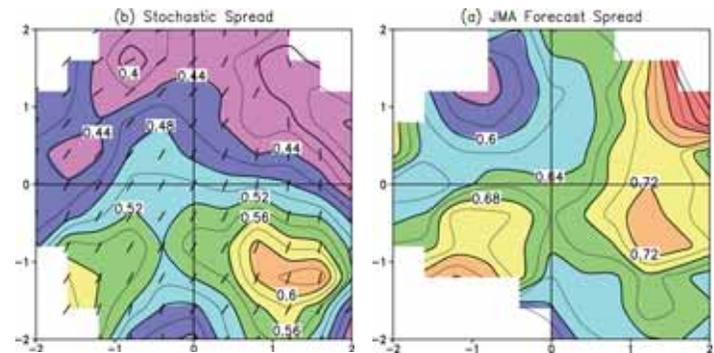
アイデアの具現化に向けた流体実験装置の作成(来年度の目標)  
本コンセプトによる新しい可能性の追求 (最終目的)

# 気象学—数学連携ユニット (MaeT)

- 北海道大学大学院理学研究院自然史部門の研究者と研究連携チーム (MaeT) を結成。地球環境問題に資するための「気象学・気候学」と「数学」の連携研究を行っている。月一回から二回のペースでセミナーを開催して、緊密な連携を進めている



- (連携ポスドク) 偏微分方程式論の数学者を雇用し、両分野をつなぐ中心的な役割を持たせた。これにより気候・気象力学における確率モデル方程式の導出の数学的厳密化、および実データから物理的にも妥当な確率モデルの導出に関する成果を得た。



- (文部科学省WSの主催) 文部科学省主催「数学・数理科学と諸科学・産業技術の連携研究のためのワークショップ」にて研究集会を実施。国内外の有力若手気象研究者と数学者のネットワークを構築
- (北大を超えた連携活動) 本連携チームをコアにして、メリーランド大学、東京大学、京都大学防災研究所、理化学研究所の研究者を含む研究機関の枠組みを越えた連携活動へ

# 問題点（共同研究への橋渡し）

- (具体的な研究につながらない)
  - 短期：双方の研究者は非常に忙しい→研究プロジェクトにしてコミットメント時間を増やす
  - 中期：数学の「連携」ポスドクは極めて有効→こうした数学研究者のキャリアパスの確保
  - 長期：息の長い「価値」の共有と「言葉の翻訳」→本来の諸分野連携研究活動。時代背景や資金的なインセンティブではなく、こうした諸分野連携の重要性なり意義なりを数学や諸分野の研究者が共同できるような活動が結局は重要
- (言葉の壁, 時間の壁, 文化の壁)
  - ◎ その気になれば壁は越えられる。会った時間, 議論した時間に比例して理解は進む。
  - ◎ 若いときに異分野に対する余計な壁を作らないことが重要（これは分野融合ではない）
  - ◎ 壁を越えるための研究（計算機実装の能力や概念提案）
- 科研費, さきがけ, クレスト, 他分野プロジェクトへの展開
  - ◎ どの経費でも自らがやろうと思えばできる（本気度の問題）もちろん「枠」は必要
  - ◎ 研究費ドリブンな連携もあるが, 問題解決のための連携から研究費獲得も可能
- 問題を本当に解決しようとする。その意味ではそうした活動がしやすくなる環境や資金的な支援は必要。また, 連携研究では「チーム」的な研究は不可欠。数学者の集団ではこれまでこうしたチーム研究には不慣れである。連携のためにリーダは様々なことをする必要が  
ある。

# 問題点（情報発信）

- (諸科学・産業において「数学」が役に立つという認知度は低い)
  - ◎ これは正しくない、「数学」ではなく、いまそこに存在している「数学者」が役に立つという認知度が低いのは確かである。
  - ◎ 中身の伴わない見た目だけの連携研究推進は、長い目で見て逆効果である。
  - ◎ (COEの経験から) 実際に数学を使って解決したいと思っている人はいる。ただし、問題に応じて要求される数学のレベルは本当に幅広いスペクトルを持ちうる。しかし、そこから数学者が興味を持つ対象を抽出できそうな問題だけをやっていては、認知度は上がらない。丁寧な仕分けとそれぞれのレベルに応じた対応が必要（まさに北大数学COEや北大WPI計画で目指したもの）
- (単発的な講演会を開催しても効果は少ない?)
  - ◎ 単なる講演会は意味はない。COEでそのことは経験済み。世界の連携研究を行う研究所でも単なる講演会はやっていない。坂上は少なくとも事前に講演者との打ち合わせや資料の提供をもとめ、さらにそれに呼応して話題を提供してくれそうな数学者も巻き込んで講演会前に十分な準備を行っている。必要なら集中的な勉強会も開催している。
  - ◎ 講演会の開催後のケアがとても重要である。結局話題を提供しただけで終わっていることが多い。その後の定期的なケアを行うための関与が必要。
- (諸科学や企業の関心を集めるような事例) まさに現在のクレストはその責務を負っている。

# 国際交流の実際

- 国際的な応用数学研究所での長期滞在

- ◎ IPAM (UCLA) 連携研究推進の拠点 (2000年～2001年滞在)

- ◎ INI (Cambridge) Long term programへの参加 (2008年)

- ◎ それぞれに特色のある数学研究拠点を形成。諸分野連携という意味ではIPAMは積極的。現在の所長は私のホストであった人。その運営方針や考え方には共感を感じる。ここでの経験はその後の北大COE活動を実施する上で大きなインスピレーションを得た。

- 国際研究のネットワーク形成

- ◎ JST 日米先端工学シンポジウム参加 (2009年；今でも強い人的繋がりがある)

- ◎ 国際研究集会の開催 (講演者以外に外国人が来ないという日本特有の問題点)

- ◎ 同分野の研究者ネットワークを積極的につくっていく戦略

- (世界的に国際ネットワークを作ることがもとめられている感じがする)

- 若手研究者の海外派遣について

- ◎ CRESTに参加している若手の助教やポスドクを海外の研究拠点に派遣 (ケンブリッジ大学, メリーランド大学) 経費は様々だが, 帰国後の連携研究推進にプラス

- ◎ CRESTのポスドク3名中2名は外国人になっている。自然に国際ネットワークを形成

# 問題点（国際交流）

- (先行している海外の研究機関・大学などに学ぶにはどうしたらよいか)
  - ◎ 実際にそういった研究機関や大学の行っている事業に参加できる形での**若手研究者の派遣**は意味がある（と思う）。連携研究というのは経験も重要である。
  - ◎ 諸分野連携を行っている研究グループごと先行している研究拠点に派遣
    - 本務を休めるかどうかがキーとなる。
    - 坂上クレストでは最終年度にそれにトライする予定（それを実現するための準備中）
- (単に研究者の派遣・招聘だけで十分か？)
  - ◎ 研究集会と同様にこういった派遣・招聘事業に関しては事前・事後の入念な調整が必要
  - ◎ ミッションを明確にしないと派遣の意味はでない。
  - ◎ こうした派遣に応じた若手研究者のキャリアパスにプラスとなるような方策が必要。
- (海外機関・大学との共同研究プロジェクトは必要か？)
  - ◎ 必要であることは間違いない。
  - ◎ 一方で数学連携研究というところに焦点を当てた場合は、組織力や人材の豊富さにおいて日本はかなり遅れているため「共同」となるかどうかは不明。非対称性の解消が急務。
  - ◎ 日本の数学者ではなく、日本の先端技術や企業は必要と考えている世界の数理科学者は多い気がする。

# 連携研究に効果ある方策

- (連携ポスドク) これは非常に有効な方法であると感じる
- (若い数理科学者の連携研究へ向かわせる展開)
  - ◎ 現在の高度な大学院における数学の専門教育中心だと生まれにくい人材である
    - 数学科に来る学生は「数学」が勉強したい。諸分野への関心の希薄化が著しい。
  - ◎ 数学が進出すべき課題・問題は非常に多い → 研究者のマスが必要
- (日本の諸分野連携研究拠点に数学者を雇用する)
  - ◎ 国研レベルであれば、その研究所における研究の数理的バックアップを行う数学者集団がいても全く不思議でないが、それほどシステム化されて雇用されているわけではない。
  - ◎ NASA, NCAR, NIH...アメリカでは普通のことである。
- (世界に互する数学連携研究拠点形成)

世界のポスドク市場に入り込めるような拠点が必要。内容と形式を同時に世界レベルに引き上げるのは困難ではある。
- (諸分野連携研究推進の教育拠点の形成)

日本には「応用数学科」や「統計数学科」といった学科は極めてすくない。  
海外では「数学」「応用数学」「統計科学」「計算科学」といった学科が存在