



# 逆問題研究推進室

2014年12月17日

融合科学センター運営協議会

# 何をしようとしているのか？

数理物理的研究は **よく解かれた具体例** を積み重ねるのが重要と思います。

それを知ることのできる例は？

次のようなサイトがあります

- <http://iop.msgfocus.com/q/13XT0pqj8NHkJgqzdBzyU/wv>
- これは Inverse Problem という雑誌を出版している会社 IOP Publishing Limited のサイトですが . . .



# スタッフ紹介

- 室長 磯崎洋 シュレーディンガー方程式 (多様体  
・ 格子上的ラプラシアン)  
千原浩之 幾何解析・多様体上の偏微分方程式  
金子元 数論
- 連携教員  
青嶋誠 統計解析 高次元小標本統計  
(ビッグデータを扱う統計解析)  
秋山茂樹 エルゴード理論 (準結晶の数理)  
田崎博之 積分幾何学 (テンサートモグラ  
フィー)



# 相互に関連しています

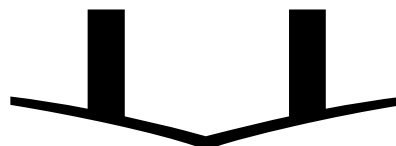
多様体上のラプラシアン  $\longleftrightarrow$  幾何解析

$\longleftrightarrow$  積分幾何・トモグラフィー

格子上的ラプラシアン  $\longleftrightarrow$  準結晶の数理

$\longleftrightarrow$  数論

統計解析



より大きな目標

数値計算



# 互いの研究内容を知りたい

## 第1回 数理連携サロン

2014年11月11日 火曜日 14:45 - 18:00

筑波大学第1エリア 総合研究棟B0110

プログラム

(14:45 - 15:15 ティータイム・自由討論)

15:15 - 15:45 磯崎洋 (筑波大学数理物質系 数学域)  
「格子上的逆散乱問題への数学からのアプローチ」

16:00 - 16:30 西畑英治 (筑波大学数理物質系 物理学域・数理物質融合科学  
センター・TIMS)  
「X線構造計測における逆問題とその解決法」

16:45 - 17:15 遠藤智子 (東京電機大学 情報環境学部 研究員)  
「結晶構造を持つウェーブレットの紹介」

(17:15 - 18:00 ティータイム・自由討論)

数理物質融合科学センター逆問題推進室は、分野横断的な研究交流の一助となることをめざし、数学と他分野の会話を推進するため数理連携サロンを開催します。興味のあるかたはどなたでも気軽にご参加ください。

いくつかのinstituteには、このご案内を先に御送付致しましたが、会場がB0110に変更になりましたので、よろしくお願い申し上げます。

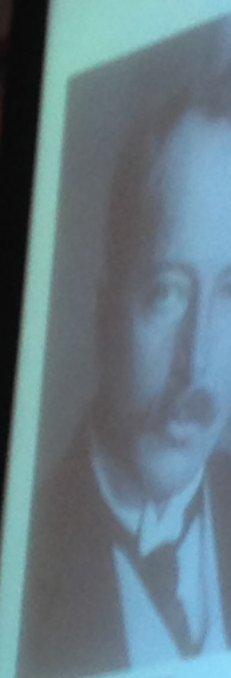












Max von Laue

$$\vec{K} \cdot \vec{a} =$$

$$\vec{K} \cdot \vec{b} =$$

$$\vec{K} \cdot \vec{c} =$$





# はし

- ウェーブレットとは局在する波を表す関数の族のこと  
これを縦横に伸縮したり平行移動したりして得られる関数の族のこと

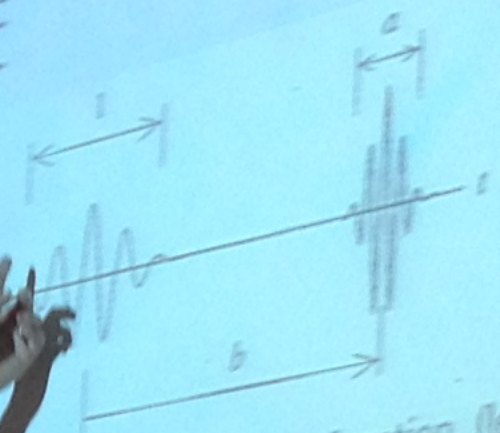


Figure 1.2 part of the Gabor function (left) and its Fourier transform (right)

として1つ選んだ波 $\psi(t)$ をマザーウェーブレットと呼ぶ。これはアナライジングウェーブレットと呼ばれる。時間または関数の座標を表す実数で、 $\psi(t)$ の値をとる。

を線形結合として表すことにより、信号の性質を一つ一つ手掛かりに調べることができる。

## このような試みがなぜ重要なのか？

- 我々の研究内容はどの程度、世の中に理解されているのでしょうか？
- 前にペレルマンがポアンカレ予想を解決したとき、新聞が取材にきたのですが・・・



# 高次元現象を解明する統計数理モデルの創生 (青嶋 誠、矢田和善)

## 1. 大規模複雑データの数理統計学を土台から構築

(幾何学的表現に基づく新たな漸近理論の創生)

## 2. 大規模複 (データの雑データの高精度可視化 (次元圧縮) 法を開発

(ビッグデータを含む多様な高次元データに適用できる手法の開発)

## 3. 大規模複雑データの統計的な信頼性保証付きモデリング

(最適性と信頼性保証の両面からモデル評価法を開発)

## 4. 大規模複雑データを高速に処理するソフトウェアの開発

(データの可視化・モデル化・評価を高速に処理するソフトを開発)

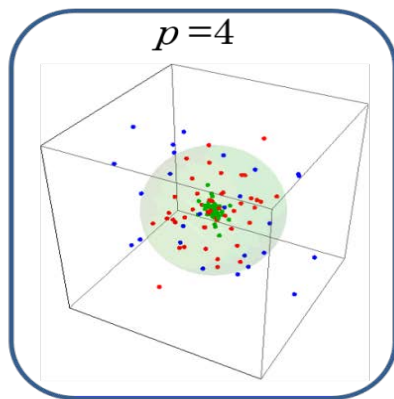


## 5. 生命・自然・社会現象における数理モデルの導出と統計的評価

(遺伝子、医学、生体、環境、年金、金融、経済などの大規模複雑データに潜む潜在モデルを高速で推定し、高精度な統計的推測を実現するパッケージを提供)

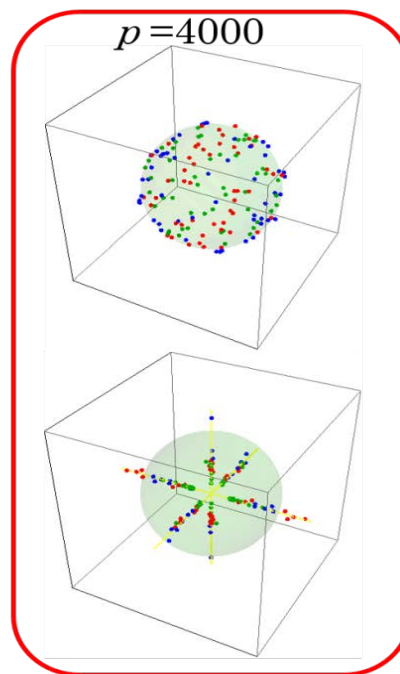


高次元の3次元双対空間における幾何学的表現:  
次元数( $p$ )が増加すると、データ型の境界条件を  
境に、2つの幾何学的表現に分類される。

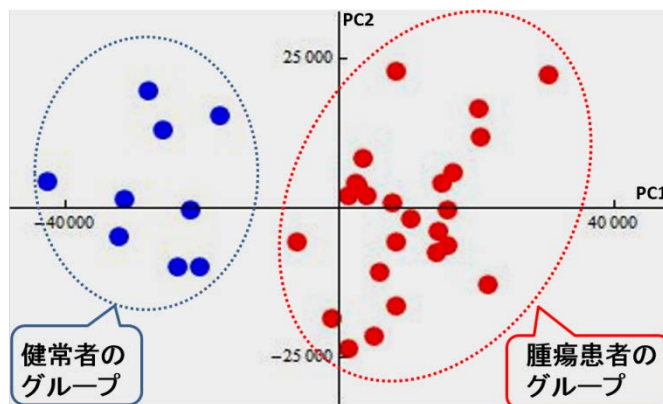


正規型

非正規型



### マイクロアレイデータのクラスター分析の実例



# 統計分野 青嶋・矢田 (3月にも台湾で WORKSHOP を予定)

## Workshop on Statistical Methods for Large Complex Data

November 10-12, 2014

Venue: D509 Institute of Natural Sciences, University of Tsukuba, Japan

Workshop Homepage: <http://www.math.tsukuba.ac.jp/~aoshima-lab/symposium.html>

### Organizers:

Makoto Aoshima (University of Tsukuba)  
Mika Sato-Ilic (University of Tsukuba)  
Kazuyoshi Yata (University of Tsukuba)  
Ming-Yen Cheng (National Taiwan University)



### Supported by

Grant-in-Aid for Scientific Research (B) 22300094

"Theories and Methodologies for High-Dimensional Data Analysis"

(Principal Investigator: Makoto Aoshima)

Grant-in-Aid for Challenging Exploratory Research 26540010

"Statistics for Big Data: Development of Theories and Tackling the 3Vs"

(Principal Investigator: Makoto Aoshima)

### Invited Speakers:

Ming-Yen Cheng (National Taiwan University)  
Ching-Kang Ing (Academia Sinica)  
Mei-Hui Guo (National Sun Yat-sen University)



# 千原（幾何解析）

## 数学的にいえば

- Daubechies の超局所化（相空間のある領域に制限する作用素）とその領域の幾何

## 物理的にいいかえると

- 正準交換関係のある種の積分変換による実現とその解析、関連する逆問題
- これらに関係することも合わせてシンポジウムを予定している





# シンポジウム 解析学の耳囊

## 1月14日～16日 (沼津)

次のような講演があります

- 山田澄夫 (学習院大)  
アインシュタイン方程式とペンローズ型不等式
- 吉野邦夫 (東京都市大)  
Toeplitz 作用素と信号処理
- 中野史彦 (学習院大)  
1次元ランダムシュレーディンガー作用素の準位  
統計とベータアンサンブル



# 秋山先生

- 準結晶=概周期構造（これは数学的な定義はあり、物理的実例も発見されているが）の数学的モデルはあるか？
- 最近の仕事：置換規則を与えた時に、準結晶構造が生成されるか否か、を決定するアルゴリズムの構築



## 金子（数論）

- フランス渡航予定 (Strasbourg)  
乱数に関連した数論  
2015年（早々） 1週間ぐらい  
（前期 Bugeaud） 3、4か月

## 田崎（積分幾何）

秋葉原セミナー(微分幾何) を主催  
積分幾何の本を執筆中





# 磯崎（シュレーディンガー方程式の逆問題）

## ○ 海外共同研究, conference

2014年

5月 Luminy conference (France), 6月(London 大) ,

7月 Madrid conference,

8月 St. Petersburg Conference,

11月 Luminy 共同研究, 12月南京workshop

2015年 2月 Nantes Conference

## 現在の主な研究テーマ

(1) 非コンパクト多様体上の逆散乱理論

(2) 弾性波動

(3) 格子上の逆散乱理論



(1) はここ10年くらい考えてきたこと  
ですが

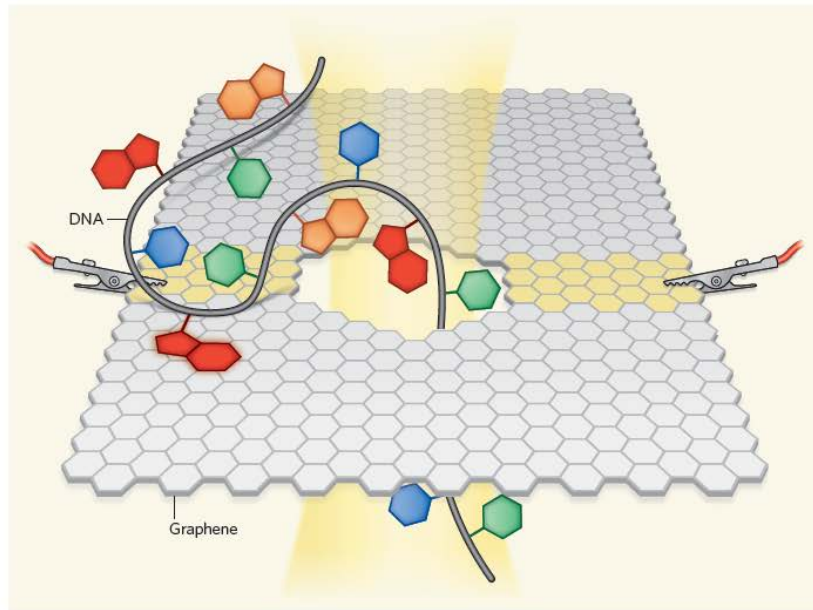
- 最近、やっと基礎的な部分の monograph を出版することができました

H. Isozaki and Y. Kurylev, Introduction to spectral theory and inverse problems on asymptotically hyperbolic manifolds, MSJ Memoire 32, Math. Soc. Japan, World Scientific (2014).



**[ 3 ] は : グラファイトのシートに摂動が加わったとき、波を送ってその摂動を決定できるか？**

**数値計算のアルゴリズムはあるか？**



## 企画していること

特に（３）に関して、国内では研究者が散在していますので

- 離散スペクトル解析と逆問題の研究の組織化
- 海外共同研究の拡大

（研究費獲得が必要です）

