

# 逆問題研究推進室

磯崎 洋

# 各メンバーの活動

# 統計分野：青島誠教授

高次元統計解析について

非スパース性に着目すると高次元データに対する完璧な分類(誤分類確率がゼロ)が実現できることの理論的証明。

実用的にも計算コストを大幅に削減。

もしもスパース法を使って高次元データを分類すると、計算コストが膨大になるにも拘らず、完璧な分類は実現できない。

# 解析分野：千原弘之教授

分散型とよばれる偏微分方程式系にしたがう2つの多様体の中の写像流の初期値問題の研究。

古典物理学における渦系のモデルや磁石のモデルは代表例。

解の長時間挙動と問題の幾何学的設定との関係の研究が主な研究対象。

ユークリッド空間上のある種の積分変換を通じた解析学の明快な手法。

曲がった空間上での同様の手法の構築を目指す。

# 解析分野：磯崎洋教授

無限に広がった多様体上の波動方程式に対するハイゼンベルグのS行列から多様体を定める逆問題

格子上のシュレーディンガー方程式に関する逆散乱問題

特にグラフェンの場合のポテンシャル・格子欠損の同定

# 幾何分野：田崎博之准教授

ベクトル空間内の部分ベクトル空間の全体は幾何学の問題にしばしば現れる

重要な空間であり、Grassmann多様体と呼ばれている。

Grassmann多様体の対称性の高さから有限個の点だけで全体がおおまかに

わかるという研究を進めている。

さらにこの有限点集合は組合せ論の観点からも興味深い対象である

# 代数分野：秋山茂樹教授

Pisot 置換規則の生成するタイル張り力学系の一致条件の相互関係

代数的であるが代数的整数でない場合の最終的な結果。

ベータ展開のエルゴード的性質をしらべ、ACIM の唯一性と sofic system となる十分条件を与えた。

# 代数分野：金子元助教

実数や $p$ 進数のディオファントス近似に関する性質を研究している。  
実数のベータ展開におけるdigitの解析。

力学系観点からみても、重要。

組み合わせ論や解析数論など種々の手法を組み合わせる。

応用として、実数の超越性および代数的独立性の判定法を構成。

ある種の無限級数の代数的独立性を研究。

正標数の関数体に関する研究。





# 発表論文

- 青島 Aoshima, M., Yata, K. Asymptotic normality for inference on multisample, high-dimensional mean vectors under mild conditions. *Methodology and Computing in Applied Probability* 17, Issue 2 (2015), 419-439. 他3編
- 千原 Hiroyuki Chihara, Fourth-order dispersive systems on the one-dimensional torus, *Journal of Pseudo-Differential Operators and Applications*, Vol.6 (2015), pp.237-263 他2編
- 秋山 Shigeki Akiyama, Laszlo Aszalós, Lajos Hajdu, Attila Pethő, Correlation clustering of graphs and integers. *Infocommunication Journal*, 6 (2014), 3–12. 他7編
- 田崎 Estimates of antipodal sets in oriented real Grassmann manifolds, *International Journal of Mathematics* 26 no.5 (2015), 1541008-1-12 他5編
- 金子 Explicit algebraic dependence formulae for infinite products related with Fibonacci and Lucas numbers”, *Acta Arith.* 168, 161-186 (2015). 他3編
- 磯崎 H. Isozaki, Y. Kurylev and M. Lassas, Conic singularities, generalized scattering matrix, and inverse scattering on asymptotically hyperbolic manifolds, to appear in *J. Reine Angew. Math.*  
他5編

# 講演

青島 Aoshima, M. HISNPS Meeting ``Biosciences, Medicine, and novel Non-Parametric Methods“, Graz, Austria, July 15, 2015 (基調講演) 他基調講演2

招待講演3

千原 2015年2月9日～2月13日, Geometric and Singular Analysis, Potsdam, Germany 他5

秋山 華中科技大学招聘教授2015/3/17-2015/4/2

華中科技大学招聘教授2015/3/17-2015/4/2 他招待講演9

田崎 部分多様体論・湯沢2015 他4

金子 準結晶の数学的モデルとその周辺、京都大学, 2014年10月27日 他7

磯崎 Control of PDE's and Applications, CIRM Marseille 他招待講演3

# 對外活動



# 連携サロン

2015・6・18 D509

山本洋平(物質工学域) 共役系高分子による球体形成と共鳴発光現象

富安亮子(高エネルギー研) 粉末結晶構造に現れる数学の問題について

千原浩之(数学域) 分散型写像流の幾何解析

2015・12・2 D509

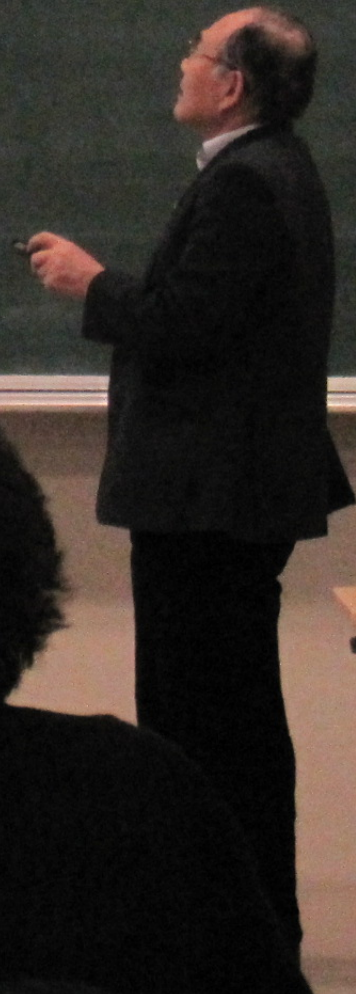
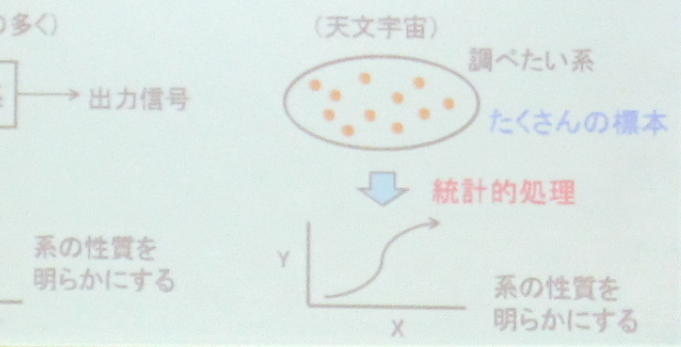
青島誠(数学域) 高次元データの統計数理

中井直正(物理学域) 電波天文学における統計

川野秀一(電通大情報システム) スパース学習における高次元データ解析

# ことって統計数理は極めて重要・必須

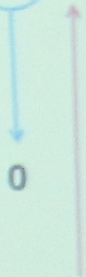
「自然界の構造とそれを支配している法則を明らかにする」





要

$$\beta_4 x_4 + \varepsilon$$



っているため、  
含まれない。  
係数も同時に

、+



# 統計学シンポジウム

基盤研究(A)「大規模複雑データの理論と方法論の総合的研究 (15H01678)」によるシンポジウムを、本年度は4回開催。

ゲノムデータ・金融データ・環境データ・情報工学データ等の大規模複雑データ。それぞれ50名～80名の参加者。

「生命科学データ解析の方法論と健康科学への応用」

東京大学, 2015年10月16-17日

「大規模複雑データの理論と方法論:最前線の動向」

筑波大学, 2015年11月16-18日

「統計学と機械学習における数理とモデリング」

東京工業大学, 2016年2月21-22日

# 解析学の耳囊

2015年1月14日～2015年1月16日,

第1回 解析学の耳袋,

2015年10月28日～2015年10月30日,

第2回 解析学の耳袋,

プラサ ヴェルデ, 沼津,

組織委員会委員: 磯崎洋、竹内潔、木下保、久保隆徹、千原浩之.



# 数論シンポジウム

7/20-7/24 東京大学玉原国際セミナーハウス

数理研合宿型セミナー「数論的アルゴリズムの自然拡大と S-adic システム」

10/19-10/21 京都大学数理解析研究所

「強非周期タイル集合とその周辺」



# 科研費

青島 基盤研究(A)「大規模複雑データの理論と方法論の総合的研究 (15H01678)」

挑戦的萌芽研究「ビッグデータの統計学:理論の開拓と3Vへの挑戦」

秋山 基盤研究(C)「一般置換規則力学系のピゾ予想」

Jean Morlet Chair 2017 後期内定

金子 若手研究(B)「種々の数列のランダム性、およびその超越数論への応用」

田崎 基盤研究 C 「対称空間の対蹠集合の拡張と応用」平成27年

磯崎 基盤研究(B)「多様体上の逆散乱理論の新局面」

基盤研究(S)「偏微分方程式の係数決定の逆問題の革新的解決と応用」分担者

挑戦的萌芽「確率論的方法による離散シュレーディンガー作用素の逆散乱理論」

**数学域の試み　－他分野との接触・連携**

**重要視したい活動として**

**連携サロン  
企業との連携**

# 統計分野：照井章准教授

強調したい研究として

- 数式処理による大学入試問題の求解とその応用の研究

(共同研究者:新井紀子氏(国立情報学研究所)、松崎拓也氏(名古屋大)、岩根秀直氏(富士通研究所))

大学院生(数理物質科学研究科数学専攻、教育研究科数学教育コース)と共同で、以下の究を行った。

- ・大学入試センター試験における数列の試験問題のソルバの開発。
- ・一階述語論理式の簡約アルゴリズムの拡張と実装。
- ・「チャート式」演習問題の、人間にとっての難易度と機械にとっての難易度の関連性、および機械学習による難易度予想。

# STUDY GROUP

複数の大学と複数の企業との共同研究

産業界からの課題解決のためのスタディ・グループ

材料の諸課題を数学で考える！

2015年2月16日-20日  
東京大学 大学院数理科学研究科

新日鐵住金株式会社  
先端技術研究所 数理科学研究部  
中川 淳一

新日鐵住金ソリューションズ株式会社  
システム研究開発センター  
福富 正弘、橋本 秀太郎

# participants

## **Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation**

J. Nakagawa (Presenter), H. Homma

## **NS Solutions Corporation**

M. Fukutomi, S. Hashimoto (Speaker)

## **The University of Tokyo**

Y. Kashima (Coordinator), H. Kodama, A. Sannai,  
M. Yamamoto, T. Oda, T. Abe,  
A. Kawamoto, A. Nakayasu, K. Taguchi, X. Huang

## **Hokkaido University**

T. Kagaya (Speaker), N. Yoshida

## **University of Tsukuba**

H. Isozaki

## **KEK**

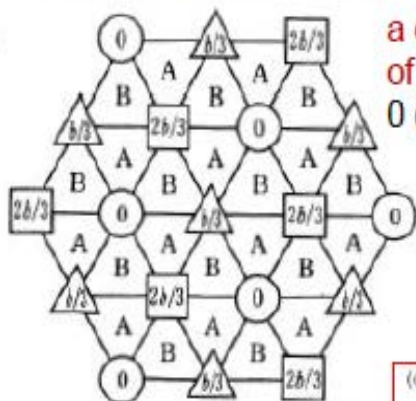
R. Tomiyasu

## **Inha University**

G. Nakamura

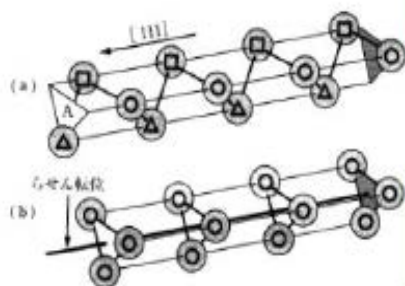
# Task 1: Mathematical Description of Screw Dislocation Movement in BCC Lattices

Atomic arrangement on a (111) plane

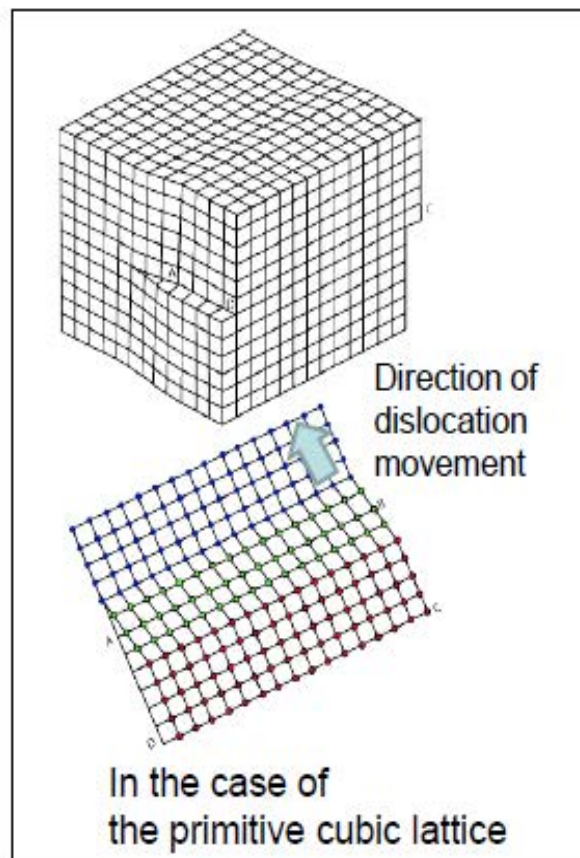


a cyclic structure of 3-layers  
 $0$  ( $b/3$ ) ( $2b/3$ ) ...

$$\begin{aligned} & (\bigcirc + \bigcirc) \rightarrow (\triangle + \triangle) \rightarrow (\square + \square) \\ & = (0 + 0) \rightarrow (b/3 + b/3) \rightarrow (2b/3 + 2b/3) \\ & = 0 \rightarrow 2b/3 \rightarrow 4b/3 = 0 \rightarrow 2b/3 \rightarrow b/3 \\ & = \bigcirc \rightarrow \square \rightarrow \triangle \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} & (\bigcirc + \bigcirc) \rightarrow (\square + \triangle) \rightarrow (\triangle + \square) \\ & = (0 + 0) \rightarrow (2b/3 + b/3) \rightarrow (b/3 + 2b/3) \\ & = 0 \rightarrow b \rightarrow b = 0 \rightarrow 0 \rightarrow 0 \\ & = \bigcirc \rightarrow \bigcirc \rightarrow \bigcirc \end{aligned}$$



In the case of the primitive cubic lattice



# Subject

規則的な結晶格子に生じる乱れが材料の性質を決定する第1原理的な因子となっており、また、個々の事象には観察事実に基づいていくつかの物理的理論が提案されてきた。

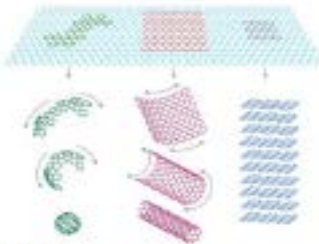
これら個々の観察事実・理論の背後にある問題の本質を、一貫性のある論理で記述する数学的考え方について、材料研究者を交えゼロベースから議論する場としたい。

To describe a series of movements of the screw dislocation in BCC (body-centered cubic) lattices by “think from zero” that is to integrate a series of observed facts and physical theory in material science thorough consistent logic using mathematics !



# 私の研究について

## 六角格子上の逆問題



図は以下より抜粋:

PROPOSAL

for the 'Strategic Innovation Agenda' (SIA) for the EIT  
written by Prof. László P. Biró

Nanostructures Dept. Research Institute for Technical Physics and Materials Science, Budapest, Hungary (<http://www.nanostructure.hu/>)

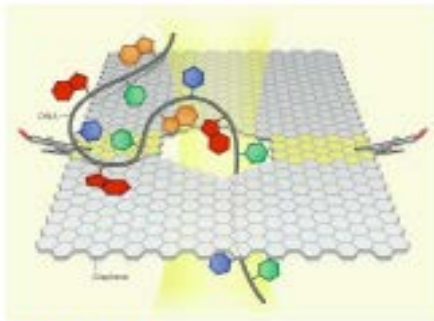
炭素の同素体は正六角形を基本とする様々な構造を持つことが知られています(左図)。特に最近では、二次元構造を持つ「**グラフェン**」が応用上大変注目されています。

フラーレン(0次元)

カーボンナノチューブ(1次元)

グラフェン(2次元)

グラファイト(多層グラフェン)



図は以下より抜粋:

H. Bayley, "Holes with an edge", Nature 467 (2010):15-17

グラフェンは、原子一個分の厚さの非常に薄い“膜”状の物質で、電気をよく通します。この性質を用いて、例えば、各種センサーとしての応用が考えられています。左図は、グラフェンを用いたDNAの塩基配列を効率的に読み取る装置の提案です。

グラフェン平面の真ん中に穴を開け、そこにDNA連鎖を通すと塩基の種類(A, G, T, C)によって電気伝導度に違いが出ます。この違いをグラフェンの端につないだ電極で連続的に読み取ることにより、塩基配列を特定する仕組みです。

グラフェンは、数学的には「**六角格子**」とよばれる離散構造をなしています。この装置の数学的理論は、**六角格子上の逆問題**と書われます。

# これは中村潤二先生の論文ですが

PHYSICAL REVIEW B 86, 035436 (2012)

## Atomic-scale characterization of nitrogen-doped graphite: Effects of dopant nitrogen on the local electronic structure of the surrounding carbon atoms

Takahiro Kondo,<sup>1</sup> Simone Casolo,<sup>2</sup> Tetsuya Suzuki,<sup>1</sup> Taishi Shikano,<sup>1</sup> Masataka Sakurai,<sup>1</sup> Yoshihisa Harada,<sup>3,4</sup> Makoto Saito,<sup>3,\*</sup> Masaharu Oshima,<sup>3,4</sup> Mario Italo Trioni,<sup>5</sup> Gian Franco Tantardini,<sup>2,5</sup> and Junji Nakamura<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8573, Japan*

<sup>2</sup>*Dipartimento di Chimica Fisica ed Elettrochimica, Università degli Studi di Milano, via Golgi 19, 20133 Milan, Italy*

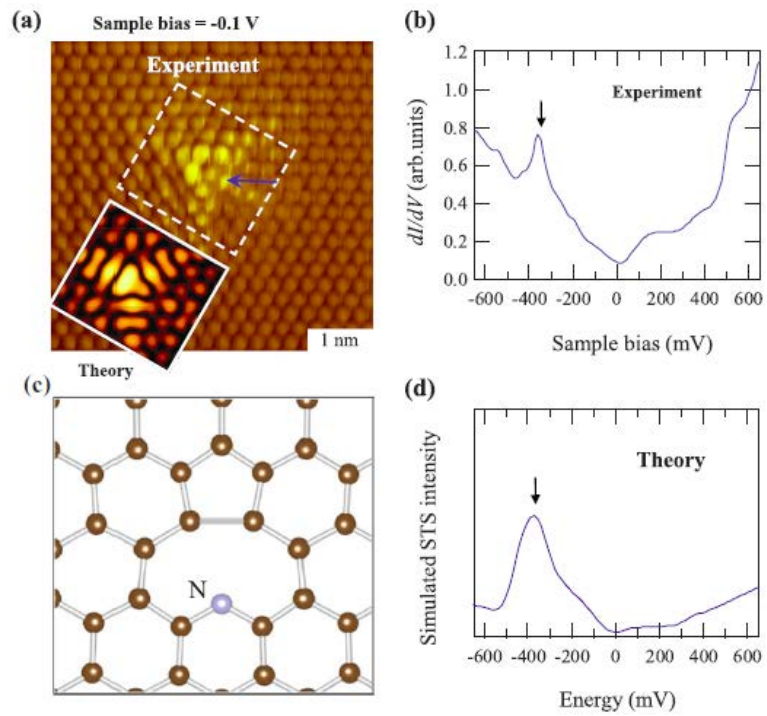
<sup>3</sup>*Department of Applied Chemistry, The University of Tokyo, 7-3-1 Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, Japan*

<sup>4</sup>*The University of Tokyo Synchrotron Radiation Research Organization, 7-3-1 Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, Japan*

<sup>5</sup>*CNR National Research Council of Italy, ISTM, via Golgi 19, 20133 Milan, Italy*

(Received 4 January 2012; published 23 July 2012)

# 格子欠損



# ここに波を送って欠損の位置を同定できるか？

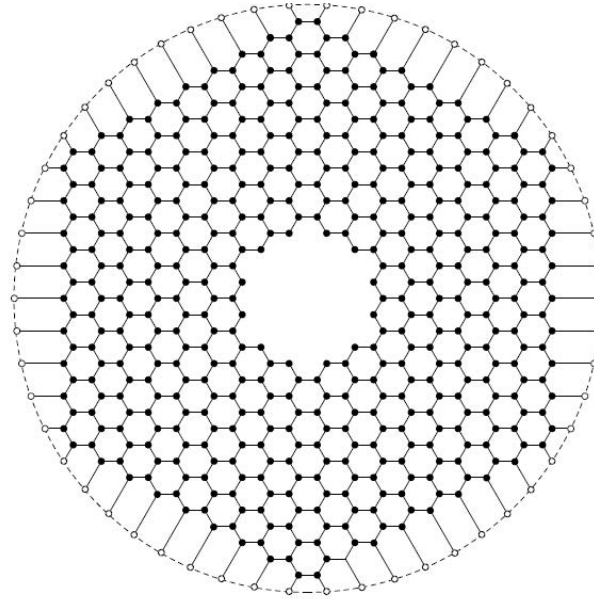


FIGURE 11. Interior domain in the hexagonal lattice