

数理解析分野 応用数学の新領域 「応用可積分系」を開拓する世界の研究センター

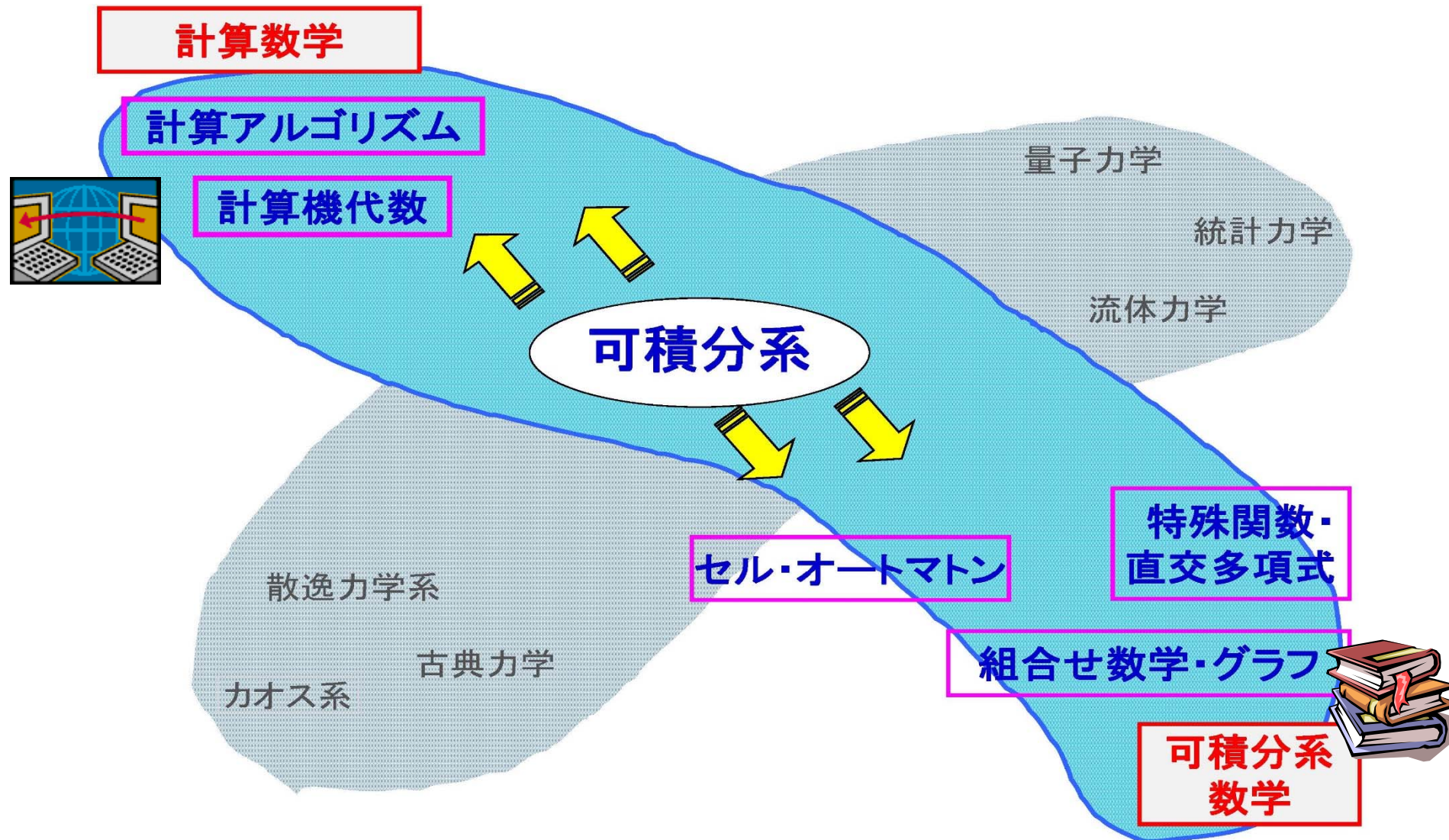


Applied Integrable Systems

●「可積分系数学」と「計算数学」

- ✓中村教授、辻本准教授、木村特定准教授
- ✓上岡助教、關戸特定助教、飯田事務補佐
- ✓博士院生5名(社会人2名)、修士院生8名、学部生
- ✓共同研究: 京都府大、奈良女子大、同志社大、電気通信大、ドネツク工科大学、モントリオール大学他
- ✓学会活動: 応用数理学会「応用可積分系」「行列・固有値」研究部会、数学会「無限可積分系」
- ✓「計算数学研究会」 主催

「応用可積分系」の誕生と進展



“積分できる”系の数学理論

- 古典的：微分方程式の初期値問題が解ける



例：KdV 方程式
(浅水波モデル)

$$u_t + 6uu_x + u_{xxx} = 0$$

無限個の対称性 $\Leftarrow$ 可積分系

この驚くべき性質を解析し、応用したい！

アナログとデジタルを繋ぐ数学

可積分系の理論

微分方程式

$$u_t + 6uu_x + u_{xxx} = 0$$

離散化

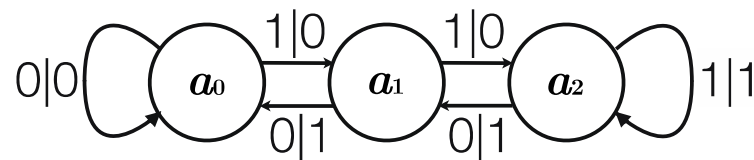
漸化式

$$u_k^{(n+1)} = \frac{1 + \delta^{(n)} u_{k+1}^{(n)}}{1 + \delta^{(n+1)} u_{k-1}^{(n+1)}} u_k^{(n)}$$

超離散化
トロピカル幾何学

Turing 機械

良い性質(可積分性)
を遺伝させる



新しい・おもしろい・役にたつ

漸化式型アルゴリズム

$$x_n = f(x_{n-1})$$

高精度
アルゴリズム

一般の漸化式

$$x_n = f(x_{n-1})$$

おもしろい
漸化式

一般の離散力学系

$$x_n = f(x_{n-1})$$

可積分系

行列を用いたビッグデータ分析

- 例えばコンビニのデータを行列に表して



	商品データ				その他の条件など		
	雑誌	傘	プリン	...	天気は雨	20代	30代
客1	1	0	0	...	0	1	0
客2	0	1	0	...	1	0	0

行列を用いたビッグデータ分析

□ 行列で表されたデータを分析する



$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{商品} \\ \text{1} \end{matrix} & \begin{matrix} \text{商品} \\ \text{2} \end{matrix} & \begin{matrix} \text{商品} \\ \text{3} \end{matrix} & \dots & & \begin{matrix} \text{天気は} \\ \text{雨} \end{matrix} & \begin{matrix} \text{20} \\ \text{代} \end{matrix} & \dots \\ \begin{matrix} \text{客1} \\ \text{客2} \\ \text{客3} \\ \vdots \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & & & \vdots & & & \ddots \end{pmatrix} \end{matrix}$$

行列を用いたビッグデータ分析

□ 固有値分解を用いて解析

対称行列

$$A^T A = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 1 & 0 & \dots \\ 0 & 3 & 0 & 1 & \dots \\ 1 & 0 & 4 & 0 & \dots \\ 0 & 1 & 0 & 2 & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix}$$

サンドイッチと雑誌は
一緒に買われる

プリンを売らないと
〇〇さんが
来なくなる

雨だと傘が
売れる

固有値分解

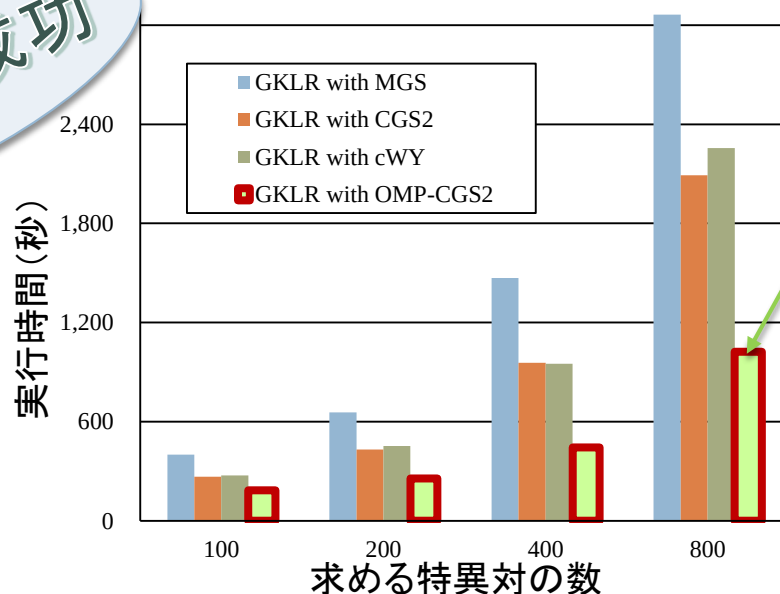
固有値
固有ベクトル

対称行列向け固有値分解アルゴリズムをはじめ
可積分系由来の行列分解アルゴリズムを開発

可積分系由来の行列分解アルゴリズムの例

64000 × 32000の行列の特異値分解

高速化に成功



研究室で
開発した
アルゴリズム

数学(アルゴリズム)の
研究

実装(プログラミング)の
研究

数学と実装の両面から高速・高精度のアルゴリズムを開発

可積分系から数学理論へ

- オートマトンと離散力学系
- 特殊関数・直交多項式
- 組合せ論
- デザイン理論(実験計画法)



純粋数学

応用数学

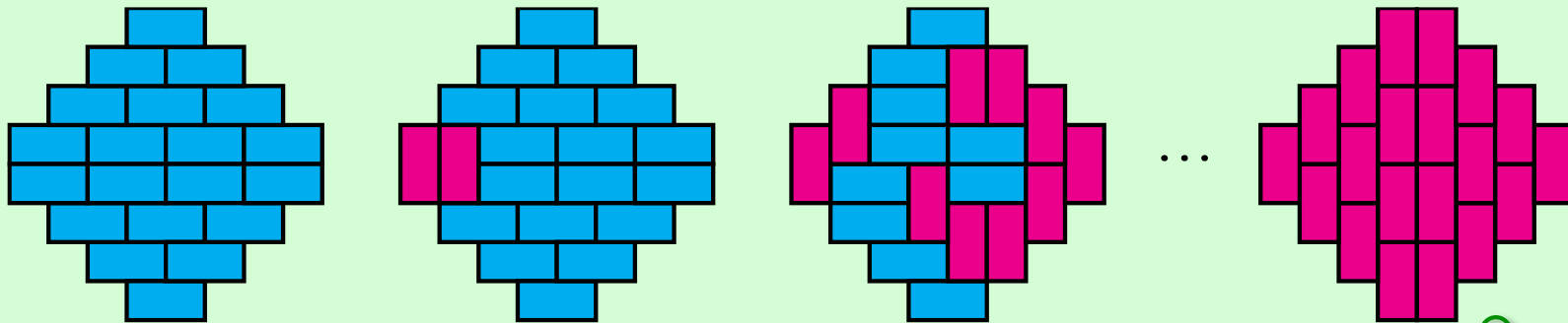
可積分系から数学理論へ

- オートマトンと離散力学系
- 特殊関数・直交多項式
- 組合せ論

純粋数学

応用数学

Q. 可能なタイリングの仕方は何通り？



可積分系から数学理論へのアプローチ

他にも色々やっています

多様な理論・応用研究

- 高速・高精度な数値計算
- オートマトン、交通流
- 非線形波動、ソリトン
- 数え上げ組合せ論
- 実験計画の最適デザイン
- 複雑ネットワーク



過去の卒業論文(抜粋)

- 大次元疎行列の特異値分解アルゴリズムにおける収束判定の改良について
- 2重対角行列の特異値分解のための直交qdアルゴリズムのシフト戦略について
- ピラミッド分割の格子路による解釈とその母関数の行列式表示
- 例外型Laguerre多項式の古典性に関する考察
- 状態数4のオートマトンに属する新しい箱玉系の解析

もっと詳しく知りたい方は...

- 中村佳正・辻本諭等共著
可積分系の応用数理
(裳華房)



- 中村佳正著
可積分系の機能数理
(共立出版)



4回生の年間スケジュール



おわりに

教員と学生の居室

- 工学部1号館3階
 - ▣ 中村佳正(教授):320B室
 - ▣ 辻本諭(准教授):316室
 - ▣ 上岡修平(助教):319室
 - ▣ 大学院生:310、312室
- 文学部東館3階
 - ▣ 木村欣司(特定准教授):360室
 - ▣ 關戸啓人(特定助教):360室
- アポなし訪問OK!

▣ 連絡先:上岡修平
kamioka.shuhei.3w@kyoto-u.ac.jp



お気軽に
お越し下さい