

スマート情報技術研究センター

TOYOTA TECHNOLOGICAL INSTITUTE

Research Center for Smart Information Technology



学校法人 トヨタ学園

豊田工業大学

TOYOTA TECHNOLOGICAL INSTITUTE



学長
保立 和夫

情報関連技術研究の深化と工学研究の広範な発展を目指して

本学では、機械システム、電子情報、物質工学分野を専門とする研究室が研究・教育を展開し、各分野でのフロンティア開拓と学術基盤の深化を図っています。これら活動に並走させ、本学は研究分野間の学際・融合領域における新たな工学の創成も目指して、4つの研究センターを設置しております。

2021年に開設したスマート情報技術研究センターでは、情報関連技術を専門とする研究室のみならず、機械システム、電気電子、物質工学の分野を専門としつつ人工知能技術などを活用して新たな技術開拓を展開する研究室も加わって、研究活動を展開しております。2003年に米国シカゴ大学構内に設立され、人工知能や情報基礎理論で全米トップクラスの評価を得ている豊田工業大学シカゴ校(TTIC)と本学とは姉妹校の関係にあり、研究と教育の両面で連携を深めています。また、本学では、「モノづくり志向型データサイエンスAI教育プログラム」の運用も開始しています。これまでの情報関連技術研究の蓄積を深化させながら、工学研究の広範な発展も目指して、本研究センターの活動を展開して参ります。



センター長
浮田 宗伯

情報技術分野における「基盤研究」と「その活用研究」の推進

情報技術は、広範な学術分野においてそれぞれの専門家が同時進行的に発展させてきた歴史を有する領域です。この情報技術の中でも、特に最近の機械学習やデータサイエンスは、こうした広範な学術分野において大きく発展しつつあります。

小規模な本学においても、情報技術を専門にする研究室だけでなく、その他分野の研究室においても情報技術によるデータ解析などが推進されています。こうした情報分野の基盤研究と活用研究を発展させることが、本スマート情報技術研究センターの目的です。

スマート情報技術研究センター 概要



知能情報メディア研究室

教授 浮田宗伯

「センサや通信の限界を超えた撮像・計測精度」や「物理的に撮像・計測不可能な未来の予測」などの基盤研究

主な研究テーマ ・画像・映像の拡張の基礎理論 ・複雑な時系列データの予測

主な研究内容・成果

画像・映像の空間超解像と時間超解像の基礎理論

画像・映像の空間解像度および時間解像度（時間分解能）を拡大する超解像は、古い画像・映像や悪通信環境における画像・映像の高解像度化など、多様な応用がある。この超解像を、人が観るための超解像と機械（人工知能）が認識するための超解像の両輪で研究している。



高次元な多関節構造の運動予測

人やヒューマノイドロボットのような多関節構造の動きを予測することは、高次元時系列データの変動予測という難しい問題である。この予測が実現できれば、人の行動を先読みした支援や、ロボット制御への応用などが可能になる。



情報・数理・制御分野



知能数理研究室

教授 佐々木裕 / 准教授 三輪誠

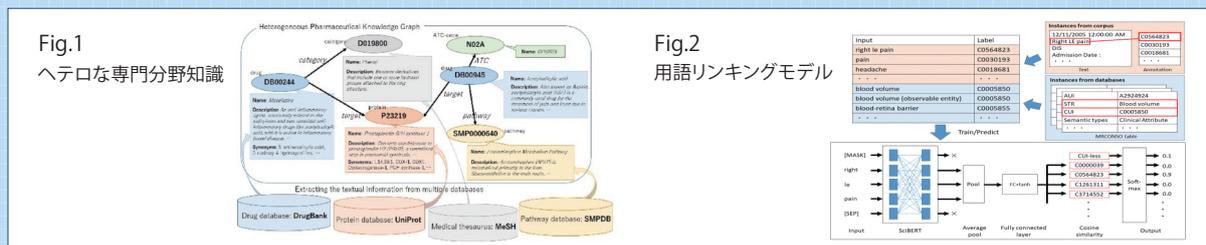
学際的分野における深層言語処理技術の研究開発

主な研究テーマ ・バイオメディカル・インフォマティクス ・マテリアルズ・インフォマティクス
・メカニカル・インフォマティクス ・新しいニューラル計算モデルのパラダイムの構築

主な研究内容・成果

医学・生物学文献からの情報抽出

バイオメディカル・インフォマティクスの研究として、学術論文等の文献からの情報抽出の研究を行っている。特徴として、ヘテロな専門分野知識 (Fig.1) を背景知識としてニューラルモデルに取り込み、文献からの情報抽出の性能を向上させた。また、文献中の用語を分野データベースにリンク (Fig.2) する技術を実現した。



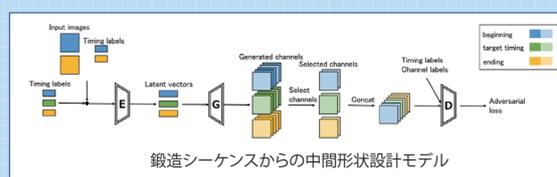
物質工学文献からの超電導情報抽出

マテリアルズ・インフォマティクスの研究として、これまで超電導現象を対象に、専門分野の論文から材料組成やドーピング情報、転移温度等を自動的に抽出する研究を行ってきた。約5万件の文献を自動解析し、超電導現象が起きる条件についての整理を行っている。



深層敵対学習による鍛造型設計

メカニカルインフォマティクスの研究として、過去に設計された鍛造における型のデータから深層学習により中間形状を設計する研究について研究成果のまとめを行い、プレプリントサーバーに論文を発表した。



情報・数理・制御分野





複雑システムのロバスト制御の研究

主な研究テーマ ・ロバスト・マルチエージェント制御理論の開発 ・大規模固有値最適化による制御系設計

主な研究内容・成果

セクター有界不確かさを考慮したロバスト・コンセンサス制御理論

本研究では、IoTなど通信ネットワークにおいて時間遅れや飽和などの不確かさが存在する制約付きコンセンサス問題を、グラフ構造のエッジダイナミクスを用いて冗長性のない低次元なマルチエージェントシステムへと変換し、従来は出来なかった大域的に指数オーダーの収束性を達成するロバストなコンセンサス制御を実現している。

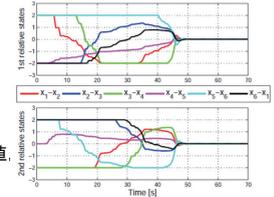
【主結果】

$$\begin{cases} \text{sym}(AX + \sigma_2 \lambda_2 BY) + \epsilon X & \lambda_2 BY + (\sigma_1 - \sigma_2)Z \\ (\lambda_2 BY + (\sigma_1 - \sigma_2)Z)^T & -2Z \end{cases} \leq 0$$

$$\begin{cases} \text{sym}(AX + \sigma_2 \lambda_N BY) + \epsilon X & \lambda_N BY + (\sigma_1 - \sigma_2)Z \\ (\lambda_N BY + (\sigma_1 - \sigma_2)Z)^T & -2Z \end{cases} \leq 0$$

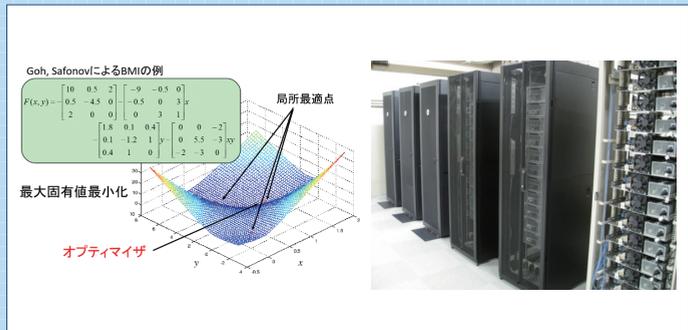
$$X > 0, \begin{bmatrix} Z & X \\ X & \Psi^{-1} \end{bmatrix} \geq 0, \Psi > 0, \epsilon > 0$$

$\lambda_2 \leq \dots \leq \lambda_N$ はグラフラプラシアン L の非ゼロ固有値
制御ゲイン $K = YX^{-1}$



大規模固有値最適化による制御系設計

本研究では、双線形行列不等式などの非凸固有値最適化問題に対して、Beowulfクラスタ計算機、クラウドコンピューティングを用い、分散最適化による大規模な固有値最適化計算によって制御系を設計する研究を行っている、ヒューリスティックな手法による早期収束の問題がなく、大域的最適化法の収束性・計算時間を改善する、ハイブリッド型の最適化について研究を行い新たな手法を開発している。



次世代への応用に向けた誤り訂正符号と格子

主な研究テーマ ・準巡回符号による高性能なDNA符号の探索 ・整数符号と高い球充填密度を持つ格子
・格子上の誤り訂正符号とその通信への応用 ・自己双対符号による量子誤り訂正符号の構成

主な研究内容・成果

中国剰余定理による準巡回符号の構成

多項式行列および中国剰余定理を用いた準巡回符号の構成の基礎理論を与えた。自己直交符号および自己双対符号に対しローカルからグローバルへの高効率な構成が可能となった。従来および提案手法の有限体演算回数についての計算量評価を行い有効性を示した。

$$1 + x^5 = (1+x)(1+x+x^2+x^3+x^4)$$

$$AG = \begin{bmatrix} 1+x^5 & 0 \\ 0 & 1+x^5 \end{bmatrix} \quad A_1 G_1 = \begin{bmatrix} 1+x & 0 \\ 0 & 1+x \end{bmatrix} \quad A_2 G_2 = \begin{bmatrix} 1+x+x^2+x^3+x^4 & 0 \\ 0 & 1+x+x^2+x^3+x^4 \end{bmatrix}$$

$A, G: n_1 \times n_2$ $A_1, G_1: n_1$ $A_2, G_2: n_2$

G is composed of G_1, G_2 by Chinese remainder theorem.

Algorithm 1 (cf. Proof of Proposition 1)

Input $G_1 \in (G_1)_{d_1}, G_2 \in (G_2)_{d_2}$ with $\gcd(d_1, d_2) = 1$
 $G = (G_1)_{d_1 d_2}$ with $LG = LG_1 \cap LG_2$
 $B_1, B_2 \in M(\mathbb{Z})$ with $G = B_1 G_1 = B_2 G_2$

for $j = 1$ to d_1 do
 $g_{1j} = g_{1j}^{(1)} g_{1j}^{(2)}, b_{1j}^{(1)} = g_{1j}^{(1)}, b_{1j}^{(2)} = g_{1j}^{(2)}$
 for $j = 1$ to d_2 do
 $g_{2j} = g_{2j}^{(1)} g_{2j}^{(2)}$ given by (1) and (2)
 end for
 end for

$$g_{1j} = \sum_{k=1}^{d_2} b_{1j}^{(k)} g_{2k}^{(1)} \quad (1)$$

$$g_{2j} = u_{0j}^{(1)} \sum_{k=1}^{d_1} b_{2j}^{(k)} g_{1k}^{(1)} + u_{0j}^{(2)} \sum_{k=1}^{d_1} b_{2j}^{(k)} g_{1k}^{(2)} \pmod{g_{1j}} \quad (2)$$

反転不変符号と自己双対符号との関係性

準巡回符号の生成多項式行列が与えられたとき、その反転符号の生成多項式行列を求めた。また多項式行列を用いた反転不変符号と自己双対符号とのある種の関係性を示した。Best possibleな反転不変かつ自己直交な準巡回符号を計算機により多数発見した。

$$F = \left(\text{diag}[x^{m+d_i}] G \begin{pmatrix} 1 \\ x \end{pmatrix} + (1-x^m) \text{diag}[g_{i,i}^*] \right) J \quad (7)$$

$$J = \begin{pmatrix} 0 & \dots & 0 & 1 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

Theorem 1. The polynomial matrix F given by (7) is a generator polynomial matrix of the reversed code R of C .

r	k	d_{ext}	$G = (g_{ij})$
2	4	12	$g_{11} = 9x^2 + 3x + 3, g_{12} = 3x^2 + 3x + 3, g_{13} = 3x^2 + 3x + 3, g_{14} = 3x^2 + 3x + 3, g_{21} = 9x^2 + 3x + 3, g_{22} = 3x^2 + 3x + 3, g_{23} = 3x^2 + 3x + 3, g_{24} = 3x^2 + 3x + 3$
2	8	24	$g_{11} = 9x^2 + 3x + 3, g_{12} = 3x^2 + 3x + 3, g_{13} = 3x^2 + 3x + 3, g_{14} = 3x^2 + 3x + 3, g_{15} = 3x^2 + 3x + 3, g_{16} = 3x^2 + 3x + 3, g_{17} = 3x^2 + 3x + 3, g_{18} = 3x^2 + 3x + 3, g_{21} = 9x^2 + 3x + 3, g_{22} = 3x^2 + 3x + 3, g_{23} = 3x^2 + 3x + 3, g_{24} = 3x^2 + 3x + 3, g_{25} = 3x^2 + 3x + 3, g_{26} = 3x^2 + 3x + 3, g_{27} = 3x^2 + 3x + 3, g_{28} = 3x^2 + 3x + 3$
4	16	48	$g_{11} = 9x^2 + 3x + 3, g_{12} = 3x^2 + 3x + 3, g_{13} = 3x^2 + 3x + 3, g_{14} = 3x^2 + 3x + 3, g_{15} = 3x^2 + 3x + 3, g_{16} = 3x^2 + 3x + 3, g_{17} = 3x^2 + 3x + 3, g_{18} = 3x^2 + 3x + 3, g_{19} = 3x^2 + 3x + 3, g_{110} = 3x^2 + 3x + 3, g_{111} = 3x^2 + 3x + 3, g_{112} = 3x^2 + 3x + 3, g_{113} = 3x^2 + 3x + 3, g_{114} = 3x^2 + 3x + 3, g_{115} = 3x^2 + 3x + 3, g_{116} = 3x^2 + 3x + 3, g_{21} = 9x^2 + 3x + 3, g_{22} = 3x^2 + 3x + 3, g_{23} = 3x^2 + 3x + 3, g_{24} = 3x^2 + 3x + 3, g_{25} = 3x^2 + 3x + 3, g_{26} = 3x^2 + 3x + 3, g_{27} = 3x^2 + 3x + 3, g_{28} = 3x^2 + 3x + 3, g_{29} = 3x^2 + 3x + 3, g_{210} = 3x^2 + 3x + 3, g_{211} = 3x^2 + 3x + 3, g_{212} = 3x^2 + 3x + 3, g_{213} = 3x^2 + 3x + 3, g_{214} = 3x^2 + 3x + 3, g_{215} = 3x^2 + 3x + 3, g_{216} = 3x^2 + 3x + 3$
4	16	48	$g_{11} = 9x^2 + 3x + 3, g_{12} = 3x^2 + 3x + 3, g_{13} = 3x^2 + 3x + 3, g_{14} = 3x^2 + 3x + 3, g_{15} = 3x^2 + 3x + 3, g_{16} = 3x^2 + 3x + 3, g_{17} = 3x^2 + 3x + 3, g_{18} = 3x^2 + 3x + 3, g_{19} = 3x^2 + 3x + 3, g_{110} = 3x^2 + 3x + 3, g_{111} = 3x^2 + 3x + 3, g_{112} = 3x^2 + 3x + 3, g_{113} = 3x^2 + 3x + 3, g_{114} = 3x^2 + 3x + 3, g_{115} = 3x^2 + 3x + 3, g_{116} = 3x^2 + 3x + 3, g_{21} = 9x^2 + 3x + 3, g_{22} = 3x^2 + 3x + 3, g_{23} = 3x^2 + 3x + 3, g_{24} = 3x^2 + 3x + 3, g_{25} = 3x^2 + 3x + 3, g_{26} = 3x^2 + 3x + 3, g_{27} = 3x^2 + 3x + 3, g_{28} = 3x^2 + 3x + 3, g_{29} = 3x^2 + 3x + 3, g_{210} = 3x^2 + 3x + 3, g_{211} = 3x^2 + 3x + 3, g_{212} = 3x^2 + 3x + 3, g_{213} = 3x^2 + 3x + 3, g_{214} = 3x^2 + 3x + 3, g_{215} = 3x^2 + 3x + 3, g_{216} = 3x^2 + 3x + 3$
7	42	147	$g_{11} = 9x^2 + 3x + 3, g_{12} = 3x^2 + 3x + 3, g_{13} = 3x^2 + 3x + 3, g_{14} = 3x^2 + 3x + 3, g_{15} = 3x^2 + 3x + 3, g_{16} = 3x^2 + 3x + 3, g_{17} = 3x^2 + 3x + 3, g_{18} = 3x^2 + 3x + 3, g_{19} = 3x^2 + 3x + 3, g_{110} = 3x^2 + 3x + 3, g_{111} = 3x^2 + 3x + 3, g_{112} = 3x^2 + 3x + 3, g_{113} = 3x^2 + 3x + 3, g_{114} = 3x^2 + 3x + 3, g_{115} = 3x^2 + 3x + 3, g_{116} = 3x^2 + 3x + 3, g_{117} = 3x^2 + 3x + 3, g_{118} = 3x^2 + 3x + 3, g_{119} = 3x^2 + 3x + 3, g_{120} = 3x^2 + 3x + 3, g_{121} = 3x^2 + 3x + 3, g_{122} = 3x^2 + 3x + 3, g_{123} = 3x^2 + 3x + 3, g_{124} = 3x^2 + 3x + 3, g_{125} = 3x^2 + 3x + 3, g_{126} = 3x^2 + 3x + 3, g_{21} = 9x^2 + 3x + 3, g_{22} = 3x^2 + 3x + 3, g_{23} = 3x^2 + 3x + 3, g_{24} = 3x^2 + 3x + 3, g_{25} = 3x^2 + 3x + 3, g_{26} = 3x^2 + 3x + 3, g_{27} = 3x^2 + 3x + 3, g_{28} = 3x^2 + 3x + 3, g_{29} = 3x^2 + 3x + 3, g_{210} = 3x^2 + 3x + 3, g_{211} = 3x^2 + 3x + 3, g_{212} = 3x^2 + 3x + 3, g_{213} = 3x^2 + 3x + 3, g_{214} = 3x^2 + 3x + 3, g_{215} = 3x^2 + 3x + 3, g_{216} = 3x^2 + 3x + 3, g_{217} = 3x^2 + 3x + 3, g_{218} = 3x^2 + 3x + 3, g_{219} = 3x^2 + 3x + 3, g_{220} = 3x^2 + 3x + 3, g_{221} = 3x^2 + 3x + 3, g_{222} = 3x^2 + 3x + 3, g_{223} = 3x^2 + 3x + 3, g_{224} = 3x^2 + 3x + 3, g_{225} = 3x^2 + 3x + 3, g_{226} = 3x^2 + 3x + 3, g_{227} = 3x^2 + 3x + 3, g_{228} = 3x^2 + 3x + 3, g_{229} = 3x^2 + 3x + 3, g_{230} = 3x^2 + 3x + 3, g_{231} = 3x^2 + 3x + 3, g_{232} = 3x^2 + 3x + 3, g_{233} = 3x^2 + 3x + 3, g_{234} = 3x^2 + 3x + 3, g_{235} = 3x^2 + 3x + 3, g_{236} = 3x^2 + 3x + 3, g_{237} = 3x^2 + 3x + 3, g_{238} = 3x^2 + 3x + 3, g_{239} = 3x^2 + 3x + 3, g_{240} = 3x^2 + 3x + 3$
8	48	240	$g_{11} = 9x^2 + 3x + 3, g_{12} = 3x^2 + 3x + 3, g_{13} = 3x^2 + 3x + 3, g_{14} = 3x^2 + 3x + 3, g_{15} = 3x^2 + 3x + 3, g_{16} = 3x^2 + 3x + 3, g_{17} = 3x^2 + 3x + 3, g_{18} = 3x^2 + 3x + 3, g_{19} = 3x^2 + 3x + 3, g_{120} = 3x^2 + 3x + 3, g_{121} = 3x^2 + 3x + 3, g_{122} = 3x^2 + 3x + 3, g_{123} = 3x^2 + 3x + 3, g_{124} = 3x^2 + 3x + 3, g_{125} = 3x^2 + 3x + 3, g_{126} = 3x^2 + 3x + 3, g_{127} = 3x^2 + 3x + 3, g_{128} = 3x^2 + 3x + 3, g_{129} = 3x^2 + 3x + 3, g_{130} = 3x^2 + 3x + 3, g_{131} = 3x^2 + 3x + 3, g_{132} = 3x^2 + 3x + 3, g_{133} = 3x^2 + 3x + 3, g_{134} = 3x^2 + 3x + 3, g_{135} = 3x^2 + 3x + 3, g_{136} = 3x^2 + 3x + 3, g_{137} = 3x^2 + 3x + 3, g_{138} = 3x^2 + 3x + 3, g_{139} = 3x^2 + 3x + 3, g_{140} = 3x^2 + 3x + 3, g_{141} = 3x^2 + 3x + 3, g_{142} = 3x^2 + 3x + 3, g_{143} = 3x^2 + 3x + 3, g_{144} = 3x^2 + 3x + 3, g_{145} = 3x^2 + 3x + 3, g_{146} = 3x^2 + 3x + 3, g_{147} = 3x^2 + 3x + 3, g_{148} = 3x^2 + 3x + 3, g_{149} = 3x^2 + 3x + 3, g_{150} = 3x^2 + 3x + 3, g_{21} = 9x^2 + 3x + 3, g_{22} = 3x^2 + 3x + 3, g_{23} = 3x^2 + 3x + 3, g_{24} = 3x^2 + 3x + 3, g_{25} = 3x^2 + 3x + 3, g_{26} = 3x^2 + 3x + 3, g_{27} = 3x^2 + 3x + 3, g_{28} = 3x^2 + 3x + 3, g_{29} = 3x^2 + 3x + 3, g_{210} = 3x^2 + 3x + 3, g_{211} = 3x^2 + 3x + 3, g_{212} = 3x^2 + 3x + 3, g_{213} = 3x^2 + 3x + 3, g_{214} = 3x^2 + 3x + 3, g_{215} = 3x^2 + 3x + 3, g_{216} = 3x^2 + 3x + 3, g_{217} = 3x^2 + 3x + 3, g_{218} = 3x^2 + 3x + 3, g_{219} = 3x^2 + 3x + 3, g_{220} = 3x^2 + 3x + 3, g_{221} = 3x^2 + 3x + 3, g_{222} = 3x^2 + 3x + 3, g_{223} = 3x^2 + 3x + 3, g_{224} = 3x^2 + 3x + 3, g_{225} = 3x^2 + 3x + 3, g_{226} = 3x^2 + 3x + 3, g_{227} = 3x^2 + 3x + 3, g_{228} = 3x^2 + 3x + 3, g_{229} = 3x^2 + 3x + 3, g_{230} = 3x^2 + 3x + 3, g_{231} = 3x^2 + 3x + 3, g_{232} = 3x^2 + 3x + 3, g_{233} = 3x^2 + 3x + 3, g_{234} = 3x^2 + 3x + 3, g_{235} = 3x^2 + 3x + 3, g_{236} = 3x^2 + 3x + 3, g_{237} = 3x^2 + 3x + 3, g_{238} = 3x^2 + 3x + 3, g_{239} = 3x^2 + 3x + 3, g_{240} = 3x^2 + 3x + 3$
9	54	378	$g_{11} = 9x^2 + 3x + 3, g_{12} = 3x^2 + 3x + 3, g_{13} = 3x^2 + 3x + 3, g_{14} = 3x^2 + 3x + 3, g_{15} = 3x^2 + 3x + 3, g_{16} = 3x^2 + 3x + 3, g_{17} = 3x^2 + 3x + 3, g_{18} = 3x^2 + 3x + 3, g_{19} = 3x^2 + 3x + 3, g_{120} = 3x^2 + 3x + 3, g_{121} = 3x^2 + 3x + 3, g_{122} = 3x^2 + 3x + 3, g_{123} = 3x^2 + 3x + 3, g_{124} = 3x^2 + 3x + 3, g_{125} = 3x^2 + 3x + 3, g_{126} = 3x^2 + 3x + 3, g_{127} = 3x^2 + 3x + 3, g_{128} = 3x^2 + 3x + 3, g_{129} = 3x^2 + 3x + 3, g_{130} = 3x^2 + 3x + 3, g_{131} = 3x^2 + 3x + 3, g_{132} = 3x^2 + 3x + 3, g_{133} = 3x^2 + 3x + 3, g_{134} = 3x^2 + 3x + 3, g_{135} = 3x^2 + 3x + 3, g_{136} = 3x^2 + 3x + 3, g_{137} = 3x^2 + 3x + 3, g_{138} = 3x^2 + 3x + 3, g_{139} = 3x^2 + 3x + 3, g_{140} = 3x^2 + 3x + 3, g_{141} = 3x^2 + 3x + 3, g_{142} = 3x^2 + 3x + 3, g_{143} = 3x^2 + 3x + 3, g_{144} = 3x^2 + 3x + 3, g_{145} = 3x^2 + 3x + 3, g_{146} = 3x^2 + 3x + 3, g_{147} = 3x^2 + 3x + 3, g_{148} = 3x^2 + 3x + 3, g_{149} = 3x^2 + 3x + 3, g_{150} = 3x^2 + 3x + 3, g_{151} = 3x^2 + 3x + 3, g_{152} = 3x^2 + 3x + 3, g_{153} = 3x^2 + 3x + 3, g_{154} = 3x^2 + 3x + 3, g_{155} = 3x^2 + 3x + 3, g_{156} = 3x^2 + 3x + 3, g_{157} = 3x^2 + 3x + 3, g_{158} = 3x^2 + 3x + 3, g_{159} = 3x^2 + 3x + 3, g_{160} = 3x^2 + 3x + 3, g_{161} = 3x^2 + 3x + 3, g_{162} = 3x^2 + 3x + 3, g_{163} = 3x^2 + 3x + 3, g_{164} = 3x^2 + 3x + 3, g_{165} = 3x^2 + 3x + 3, g_{166} = 3x^2 + 3x + 3, g_{167} = 3x^2 + 3x + 3, g_{168} = 3x^2 + 3x + 3, g_{169} = 3x^2 + 3x + 3, g_{170} = 3x^2 + 3x + 3, g_{171} = 3x^2 + 3x + 3, g_{172} = 3x^2 + 3x + 3, g_{173} = 3x^2 + 3x + 3, g_{174} = 3x^2 + 3x + 3, g_{175} = 3x^2 + 3x + 3, g_{176} = 3x^2 + 3x + 3, g_{177} = 3x^2 + 3x + 3, g_{178} = 3x^2 + 3x + 3, g_{179} = 3x^2 + 3x + 3, g_{180} = 3x^2 + 3x + 3, g_{181} = 3x^2 + 3x + 3, g_{182} = 3x^2 + 3x + 3, g_{183} = 3x^2 + 3x + 3, g_{184} = 3x^2 + 3x + 3, g_{185} = 3x^2 + 3x + 3, g_{186} = 3x^2 + 3x + 3, g_{187} = 3x^2 + 3x + 3, g_{188} = 3x^2 + 3x + 3, g_{189} = 3x^2 + 3x + 3, g_{190} = 3x^2 + 3x + 3, g_{191} = 3x^2 + 3x + 3, g_{192} = 3x^2 + 3x + 3, g_{193} = 3x^2 + 3x + 3, g_{194} = 3x^2 + 3x + 3, g_{195} = 3x^2 + 3x + 3, g_{196} = 3x^2 + 3x + 3, g_{197} = 3x^2 + 3x + 3, g_{198} = 3x^2 + 3x + 3, g_{199} = 3x^2 + 3x + 3, g_{200} = 3x^2 + 3x + 3, g_{201} = 3x^2 + 3x + 3, g_{202} = 3x^2 + 3x + 3, g_{203} = 3x^2 + 3x + 3, g_{204} = 3x^2 + 3x + 3, g_{205} = 3x^2 + 3x + 3, g_{206} = 3x^2 + 3x + 3, g_{207} = 3x^2 + 3x + 3, g_{208} = 3x^2 + 3x + 3, g_{209} = 3x^2 + 3x + 3, g_{210} = 3x^2 + 3x + 3, g_{211} = 3x^2 + 3x + 3, g_{212} = 3x^2 + 3x + 3, g_{213} = 3x^2 + 3x + 3, g_{214} = 3x^2 + 3x + 3, g_{215} = 3x^2 + 3x + 3, g_{216} = 3x^2 + 3x + 3, g_{217} = 3x^2 + 3x + 3, g_{218} = 3x^2 + 3x + 3, g_{219} = 3x^2 + 3x + 3, g_{220} = 3x^2 + 3x + 3, g_{221} = 3x^2 + 3x + 3, g_{222} = 3x^2 + 3x + 3, g_{223} = 3x^2 + 3x + 3, g_{224} = 3x^2 + 3x + 3, g_{225} = 3x^2 + 3x + 3, g_{226} = 3x^2 + 3x + 3, g_{227} = 3x^2 + 3x + 3, g_{228} = 3x^2 + 3x + 3, g_{229} = 3x^2 + 3x + 3, g_{230} = 3x^2 + 3x + 3, g_{231} = 3x^2 + 3x + 3, g_{232} = 3x^2 + 3x + 3, g_{233} = 3x^2 + 3x + 3, g_{234} = 3x^2 + 3x + 3, g_{235} = 3x^2 + 3x + 3, g_{236} = 3x^2 + 3x + 3, g_{237} = 3x^2 + 3x + 3, g_{238} = 3x^2 + 3x + 3, g_{239} = 3x^2 + 3x + 3, g_{240} = 3x^2 + 3x + 3$
10	60	420	$g_{11} = 9x^2 + 3x + 3, g_{12} = 3x^2 + 3x + 3, g_{13} = 3x^2 + 3x + 3, g_{14} = 3x^2 + 3x + 3, g_{15} = 3x^2 + 3x + 3, g_{16} = 3x^2 + 3x + 3, g_{17} = 3x^2 + 3x + 3, g_{18} = 3x^2 + 3x + 3, g_{19} = 3x^2 + 3x + 3, g_{120} = 3x^2 + 3x + 3, g_{121} = 3x^2 + 3x + 3, g_{122} = 3x^2 + 3x + 3, g_{123} = 3x^2 + 3x + 3, g_{124} = 3x^2 + 3x + 3, g_{125} = 3x^2 + 3x + 3, g_{126} = 3x^2 + 3x + 3, g_{127} = 3x^2 + 3x + 3, g_{128} = 3x^2 + 3x + 3, g_{129} = 3x^2 + 3x + 3, g_{130} = 3x^2 + 3x + 3, g_{131} = 3x^2 + 3x + 3, g_{132} = 3x^2 + 3x + 3, g_{133} = 3x^2 + 3x + 3, g_{134} = 3x^2 + 3x + 3, g_{135} = 3x^2 + 3x + 3, g_{136} = 3x^2 + 3x + 3, g_{137} = 3x^2 + 3x + 3, g_{138} = 3x^2 + 3x + 3, g_{139} = 3x^2 + 3x + 3, g_{140} = 3x^2 + 3x + 3, g_{141} = 3x^2 + 3x + 3, g_{142} = 3x^2 + 3x + 3, g_{143} = 3x^2 + 3x + 3, g_{144} = 3x^2 + 3x + 3, g_{145} = 3x^2 + 3x + 3, g_{146} = 3x^2 + 3x + 3, g_{147} = 3x^2 + 3x + 3, g_{148} = 3x^2 + 3x + 3, g_{149} = 3x^2 + 3x + 3, g_{150} = 3x^2 + 3x + 3, g_{151} = 3x^2 + 3x + 3, g_{152} = 3x^2 + 3x + 3, g_{153} = 3x^2 + 3x + 3, g_{154} = 3x^2 + 3x + 3, g_{155} = 3x^2 + 3x + 3, g_{156} = 3x^2 + 3x + 3, g_{157} = 3x^2 + 3x + 3, g_{158} = 3x^2 + 3x + 3, g_{159} = 3x^2 + 3x + 3, g_{160} = 3x^2 + 3x + 3, g_{161} = 3x^2 + 3x + 3, g_{162} = 3x^2 + 3x + 3, g_{163} = 3x^2 + 3x + 3, g_{164} = 3x^2 + 3x + 3, g_{165} = 3x^2 + 3x + 3, g_{166} = 3x^2 + 3x + 3, g_{167} = 3x^2 + 3x + 3, g_{168} = 3x^2 + 3x + 3, g_{169} = 3x^2 + 3x + 3, g_{170} = 3x^2 + 3x + 3, g_{171} = 3x^2 + 3x + 3, g_{172} = 3x^2 + 3x + 3, g_{173} = 3x^2 + 3x + 3, g_{174} = 3x^2 + 3x + 3, g_{175} = 3x^2 + 3x + 3, g_{176} = 3x^2 + 3x + 3, g_{177} = 3x^2 + 3x + 3, g_{178} = 3x^2 + 3x + 3, g_{179} = 3x^2 + 3x + 3, g_{180} = 3x^2 + 3x + 3, g_{181} = 3x^2 + 3x + 3, g_{182} = 3x^2 + 3x + 3, g_{183} = 3x^2 + 3x + 3, g_{184} = 3x^2 + 3x + 3, g_{185} = 3x^2 + 3x + 3, g_{186} = 3x^$

固体力学研究室

准教授 椎原良典

機械学習技術による原子シミュレーション研究の高度化

主な研究テーマ ・機械学習ポテンシャルによる鉄粒界の分子力学 ・ハイエントロピー合金における内部応力の推定

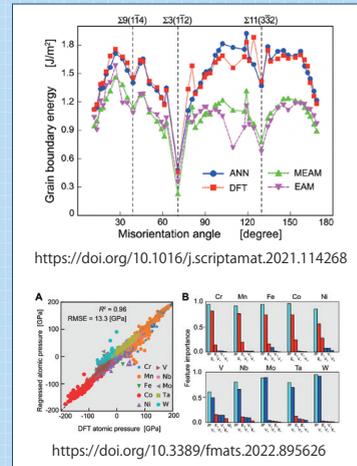
主な研究内容・成果

機械学習ポテンシャルによる鉄粒界の分子力学

鉄は産業上最も重要な材料である。また、材料は多くの結晶粒の集まりからできており、その界面である粒界は材料の全体の力学特性に大きな影響を与える。本研究では、鉄原子の相互作用を記述したニューラルネットワークを用いて、鉄粒界特性の高精度評価を目指した。結果として、従来手法で不可能であった、鉄の粒界エネルギーの評価を量子力学の精度で実現した。

ハイエントロピー合金における内部応力の推定

ハイエントロピー合金は多種の元素から構成される合金である。その特異な構造はこの合金に優れた機械的特性を付与し得る一方で、その機能発現機構の解明を難しくしている。本研究では、ハイエントロピー合金の内部応力状態とその発現機構を解明するために、第一原理原子応力計算法と機械学習手法であるランダムフォレストを併せて適用した。そのことにより、個々の原子で起こる電荷移動と体積変化が内部応力状態を支配することを明らかとした。



情報記録工学研究室

教授 栗野博之 / 准教授 田辺賢士

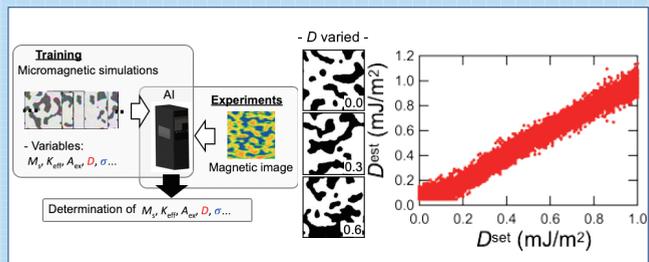
機械学習を用いた磁石の磁気パラメータの抽出

主な研究テーマ ・磁区画像からジャロシンスキー守谷交換定数と異方性分散の推定

主な研究内容・成果

磁区画像からジャロシンスキー守谷交換定数と異方性分散の推定

磁気パラメータは磁石材料の特徴を知るうえで重要な値であり、材料開発研究における指標を与える。しかし、次世代磁気記憶デバイスなどにおいて重要とされる磁気パラメータの中には、評価手段が確立されていないものや、精度よく評価できないものがある。我々は機械学習を用い、強磁性体薄膜の磁区画像から評価が難しい複数の磁気パラメータを同時に取得できることを実証した。



表面科学研究室

教授 吉村雅満 / 准教授 原正則

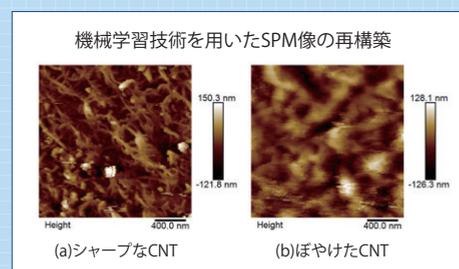
機械学習技術を活用したナノマテリアル材料の開発・評価

主な研究テーマ ・プローブ顕微鏡(SPM)の高分解能化・高機能化 ・ナノカーボン合成プロセス最適化のための条件抽出 ・ナノシート構造体の形状観察による物性予測

主な研究内容・成果

プローブ顕微鏡(SPM)の高分解能化・高機能化

SPM像はプローブ先端と試料表面との相互作用により形成される。プローブ先端が先鋭だと、分解能が高く真の構造を描くことができる。本研究では、データ取得法の改良や機械学習技術を利用し、先端が劣化したプローブで得られるぼやけたCNT構造から、シャープな真の構造を再構築するための要素技術やSPMの高機能化に関する研究を行う。



機械・電子・物質分野



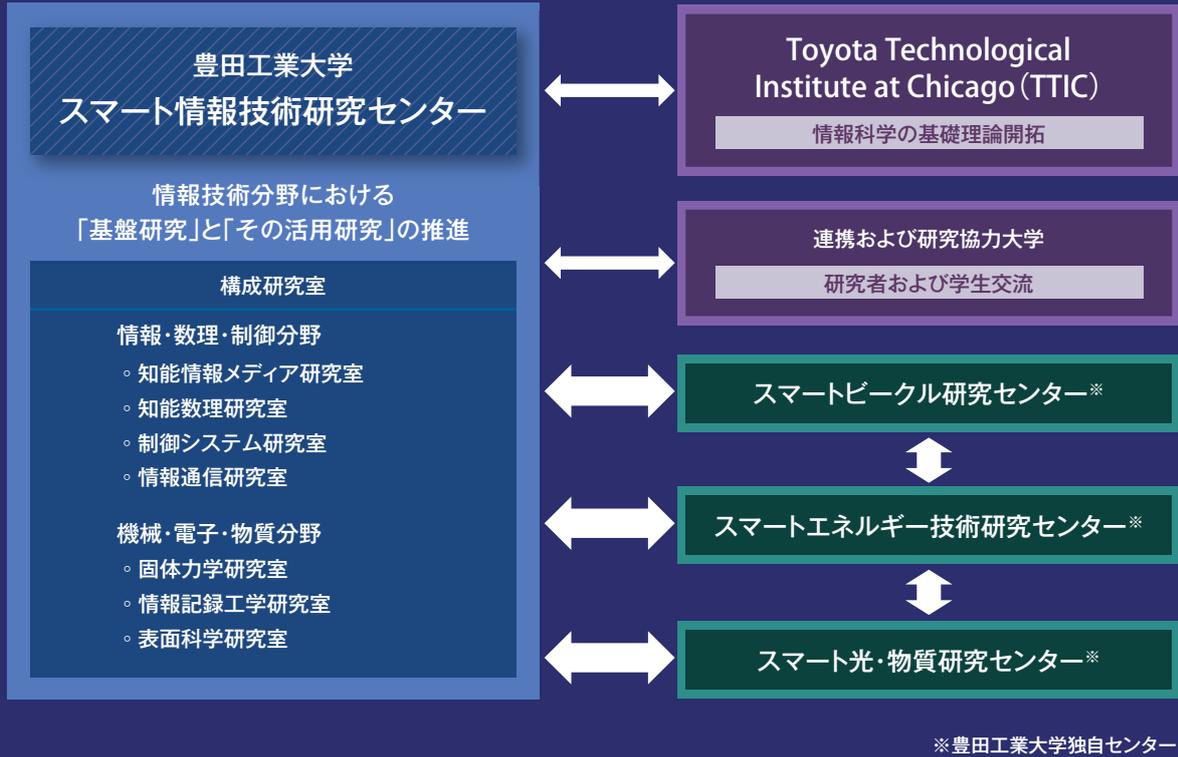
機械・電子・物質分野



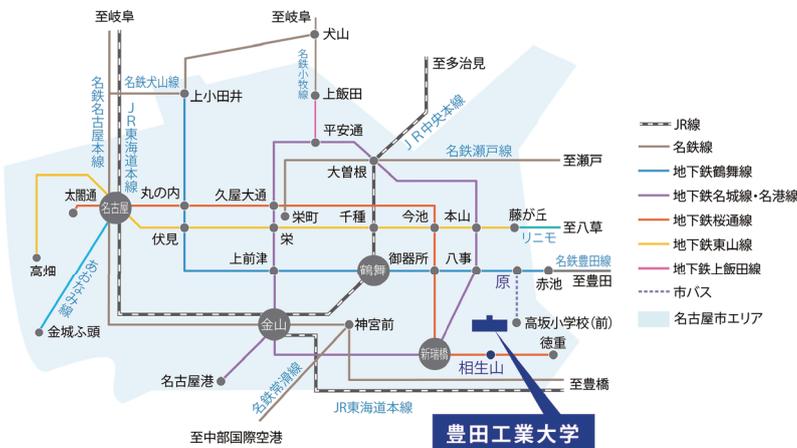
機械・電子・物質分野



研究組織



交通機関図



キャンパス周辺図



主要駅からのアクセス

主要駅	利用交通機関・経路	総所要時間
名古屋・金山駅方面から	地下鉄桜通線「相生山駅」下車、1番出口から徒歩15分	(名古屋駅から) 約50分
豊田・赤池方面から	地下鉄鶴舞線「原駅」下車、2番出口から市バス幹線原1系統(相生山住宅・島田一ツ山行き)「高坂小学校」下車、徒歩10分	(原駅から) 約20分
名鉄鳴海駅から	名鉄バス(平針運転免許試験場行き)「高坂小学校前」下車、徒歩10分	約30分
中部国際空港から	名鉄空港線(名古屋方面行き)「名鉄名古屋駅」下車→地下鉄桜通線「相生山駅」下車、1番出口から徒歩15分	約90分

お車で越しの場合

名古屋第二環状自動車道「鳴海IC」を降りて東海通を相生山方面に進み、「ほら貝東」を右折



学校法人 トヨタ学園

豊田工業大学

TOYOTA TECHNOLOGICAL INSTITUTE



toyota-ti.ac.jp

〒468-8511 名古屋市天白区久方二丁目12-1 Tel:052-802-1111 Fax:052-809-1721
2-12-1 Hisakata, Tempaku-ku, Nagoya 468-8511, Japan Tel:+81-52-802-1111 Fax:+81-52-809-1721

