

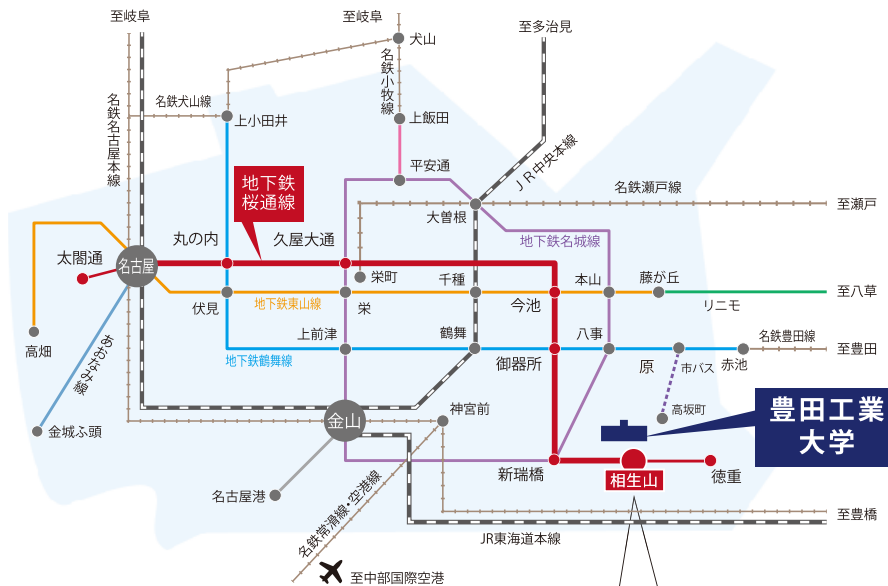


TOYOTA TECHNOLOGICAL INSTITUTE
Research Center for Smart Information Technology

スマート情報技術研究センター



学校法人 トヨタ学園
豊田工業大学
進むなら、足跡のない方へ。



※南門は、徒歩及び自転車のみ通行可能です。



学校法人 トヨタ学園
豊田工業大学
 進むなら、足跡のない方へ。

〒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



toyota-ti.ac.jp



研究課題

機械・電子・物質分野

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

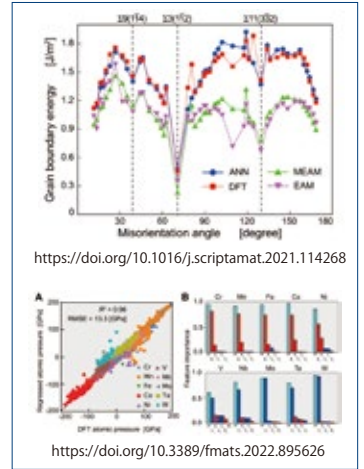
主な研究内容・成果

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する一方で、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。



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

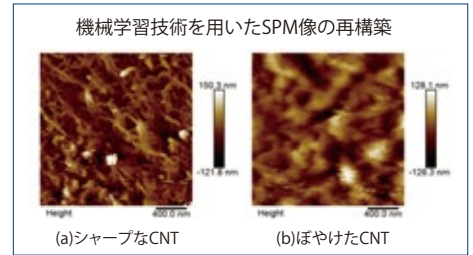
主な研究テーマ

・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。



研究組織



情報技術分野における「基盤研究」と「その活用研究」の推進

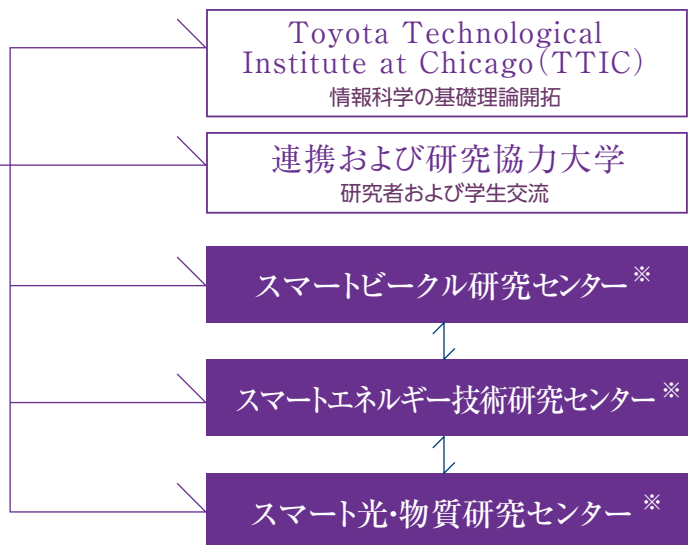
■ 構成研究室

情報・数理・制御分野

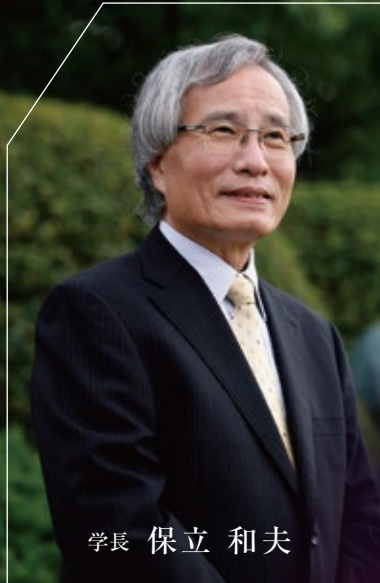
- 知能情報メディア研究室
- 知能数理研究室
- 知識データ工学研究室
- 制御システム研究室

機械・電子・物質分野

- 固体力学研究室
- 表面科学研究室



※豊田工業大学独自センター



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。

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。



センター長 浮田 宗伯

S U M M A R Y 【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。



知能数理研究室



教授 佐々木 裕

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
- ・メカニカル・インフォマティクス
- ・マテリアルズ・インフォマティクス
- ・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。

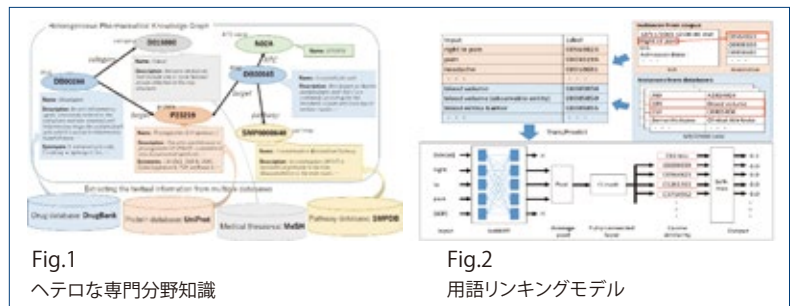
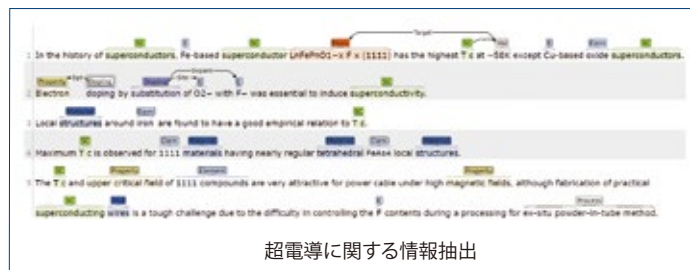


Fig.1
ヘテロな専門分野知識

Fig.2
用語リンクモデル

物質工学文献からの超電導情報抽出

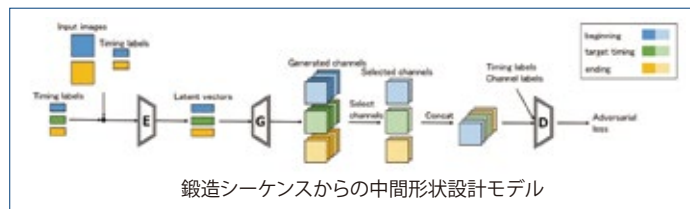
マテリアルズ・インフォマティクスの研究として、これまで超電導現象を対象に、専門分野の論文から材料組成やドーピング情報、転移温度等を自動的に抽出する研究を行ってきた。約5万件の文献を自動解析し、超電導現象が起きる条件についての整理を行っている。



超電導に関する情報抽出

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。



鍛造シーケンスからの中間形状設計モデル

知識データ工学研究室



教授 三輪 誠

知識・情報・データを繋ぐマルチモーダル深層学習技術の研究

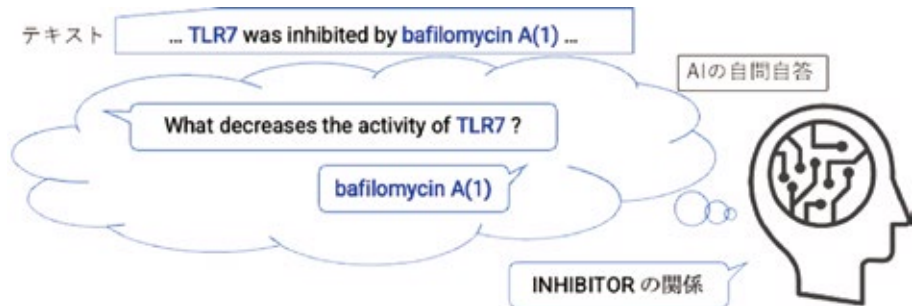
主な研究テーマ

- ・文書からの情報抽出
- ・知識グラフ上の表現学習

主な研究内容・成果

大規模言語モデルを用いた質問応答による情報抽出

文書に記述された情報を構造化して整理する情報抽出技術は、日々文書に蓄えられ続けている様々な情報を活用する上で、重要な要素技術である。本研究では、言語の解析において大きな進展を見せている大規模言語モデルを用いて、様々な観点・角度からの文書に関する質問を行うことで、その応答をもとに文書からの情報抽出を実現する研究を行っている。



2項関係を越えた知識グラフ上での表現学習

現在、様々な分野において、2つの要素とその間の関係(トリプル)として、全てのデータを表現した知識を集約する方法が広く用いられている。トリプルを用いることでデータの表現や処理が容易になる一方で、3つ以上の項の間の関係や要素・関係の属性情報など多くの情報の利用が困難になっている。本研究では、トリプルを超えた要素間の関係やその属性を考慮した表現学習手法の研究を行っている。

制御システム研究室



准教授 川西 通裕

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。

Goh, SafonovによるBMIの例

$$F(\lambda, \mu) = \begin{bmatrix} 10 & 8.5 & 2 & -9 & -0.5 & 0 \\ -0.5 & 4.5 & 0 & -0.5 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1.0 & 0.1 & 0.4 & 0 & 0 & -2 \\ -0.1 & 3.2 & 1 & 0 & 5.5 & -3 \\ 0.4 & 1 & 0 & -2 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

局所最適点

最大固有値最小化

最適マイザ