

若手・新任教員紹介

X 線 CT × AR × VR

大学院理工学研究科(工学野) 機械システム工学領域 講師 加納 徹



● 自己紹介

はじめまして。2023 年 4 月、茨城大学理工学研究科 機械システム工学領域に着任いたしました、加納徹と申します。私は本学で、「機

械学習」「データ活用」などのデータサイエンス関連の講義を担当しながら、「X 線 CT」「AR (拡張現実)」「VR (仮想現実)」「教育システム」といったキーワードを中心に研究活動を進めています。また、2024 年 4 月には、茨城大学水戸キャンパスに新設される「地域未来共創学環」の教員も兼任する予定です。さらに、本学の情報工学専攻の強化に伴い、情報科学領域への異動も予定しています。異動の関係で少々ドタバタした日々を送っていますが、毎日楽しく教育と研究に従事しております。今回の記事では、私が長年研究テーマとして扱っている「X 線 CT」について、その基礎と応用研究事例を紹介させていただきます。

● X 線 CT

X 線 CT (X-ray Computed Tomography) とは、物体を切ったり壊したりせずに、物体の断層画像 (輪切り図) を得ることができる装置・技術のことです。病院で体内の状態を観察したり、病気を発見したりするために使われる装置としてよく知られています。図 1 は、実際に私が病院で撮影した、私の頭の断層画像です。それでは、どのようにしてこのような画像を得ることができるのでしょうか。鍵は「X 線」です。

X 線 (X-ray) は、電磁波の一種であり、波長が 0.01 ナノメートルから 10 ナノメートル程度のものを指します (1 ナノメートル = 0.000000001 メートル)。1895 年にドイツの物理学者ヴィルヘルム・レントゲンが偶然発見し、全く新しい未知のものということで、「X」と名付けたことが始まり



図 1 加納の頭部断層画像

です。X 線は非常に高いエネルギー (=非常に短い波長) を持つため、多くの物質を通り抜けることができます。ここで、X 線は柔らかい組織 (肉や内蔵など) を通り抜けやすく、骨や金属などの硬い物質は通り抜けにくいという性質を持っています。X 線の持つこの性質を利用することで、体や物体の中を透かして観察することができるというわけです。このように X 線を利用した体内の撮影方法は、「X 線撮影」や「レントゲン」のように呼びます。「X 線撮影」と「X 線 CT」は混同されることもあります。図 2 は、実際に私が病院で撮影した、私の頭の断層画像です。それでは、どのようにしてこのような画像を得ることができるのでしょうか。鍵は「X 線」です。

X 線 CT ではまず、物体の 360 度周囲方向から X 線撮影をします。こうして集めた大量の X 線撮影データ (レントゲン写真) を、コンピュータによって解析することで、断層画像を計算します。コンピュータ (computer) を使って断層画像 (tomography) を得ることから、CT と呼ばれているわけです。また、断層画像を積み重ねることで、三次元的なデータを構築することもでき、単純な X 線撮影よりも多くの情報を正確に把握することが可能となります。X 線 CT は、現代の医療や産業において欠かせない技術となっていますが、その性能には限界があり、「アーチファクト」「解像度」「被ばく」などのさまざまな課題が残されていま

す。この中でも私は、「メタルアーチファクト」に焦点を当てた研究を行っています。ペースメーカーや人工関節、電子基板など、金属を含む対象を撮影すると、メタルアーチファクト (metal artifact) と呼ばれる放射状の激しいノイズが発生してしまいます。私はこの問題に対し、コンピュータの解析手順 (画像再構成手順) を新たに構築することで、図 2 のように大幅にメタルアーチファクトを低減させることに成功しています。現在は、本技術をさらに汎用的な技術にするための多角的な検討を進めています

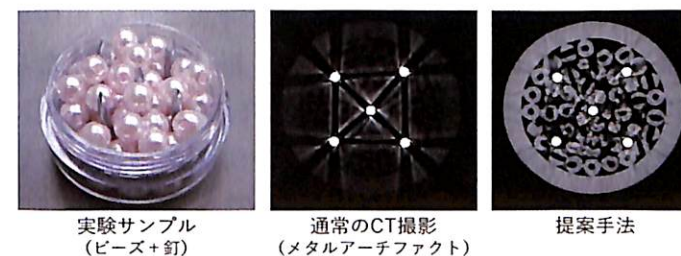


図 2 メタルアーチファクト低減結果

また、最近では ICT (Information and Communication Technology、情報通信技術) や IoT (Internet of Things、モノのインターネット) といった技術を導入することで、X 線 CT で取得した断層画像 (CT データ) を、さまざまな領域に応用する試みに取り組んでいます。以下では、その応用研究事例を 2 つ紹介します。

● CT データ × AR

CT で取得した断層画像は、歯科インプラント治療の現場で既に広く活用されています。歯科インプラントとは、歯を失った人の口腔内に人工の歯根 (インプラント) を埋め込み、その上に人工の歯を取り付ける治療法のことです。歯科インプラントは見た目も機能も優れていることから、近年高い注目を集めています。この治療において最も重要なプロセスは、どういった「位置」「角度」でインプラントを埋め込むかという点にあります。これを決定するために、さまざまな角度からの断面を観察できる CT データが用いられているわけです。CT データに基づいてインプラントを埋め込む位置と角度を決め後は、サージカルガイドと呼ばれる、ドリルを正確に誘導するためマウスピー

ス型の手術補助器具を作製します。しかし、サージカルガイドを使用した治療では、「手術時に大きな開口が求められる」「注水が遮られ骨火傷の恐れがある」などの問題があります。これを解決するために、私は現在歯科医師と連携し、CT データと AR (Augmented Reality、拡張現実) を組み合わせた、新しい手術ナビゲーションシステムの開発に取り組んでいます。AR とは、現実空間に仮想空間のオブジェクトを重ねて表示する技術のことで、教育、医療、産業、エンターテインメントなど、幅広い分野で応用されています。図 3 は、現在開発中のシステム画面です。左側のシミュレーションソフトウェア上でインプラントを埋め込む位置を決定すると、右側の AR 画面上に手術のガイド情報が表示され、医師は AR ガイドを参考しながらドリルを誘導することができます。現在、臨床試験に向けて、AR 表示の精度向上や機能調整を進めています。



図 3 歯科インプラント治療支援システム

● CT データ × VR

三次元的な情報を得ることができる CT データは、VR (Virtual Reality、仮想現実) と相性がよく、さまざまな応用が考えられます。例えば、調理トレーニングシステムです。調理技術を習得・向上させるためには、体験的かつ実践的なトレーニングが欠かせません。しかし、個人の調理トレーニングでは、安全性の確保や食材の準備・片付けなどが必要となり、気軽に繰り返し行うことは困難です。もし、VR 空間上でリアルな調理体験が可能となれば、このような問題は解消され、いつでも気軽に調理技術の向上ができるようにな

ります。そこで私の研究室では、さまざまな食材の CT データを取得し、VR 技術の中でもとくに力覚装置と組み合わせることで、食材を切るトレーニングが可能なシステムの開発に取り組んでいます。力覚装置とは、VR 空間内でユーザが食材を切るなどの操作を行った際に、実際に食材を切ったときと同様の感覚を提示可能な装置のことです。CT データには、食材の内部情報まで正確に含まれているので、これらを組み合わせることで、包丁

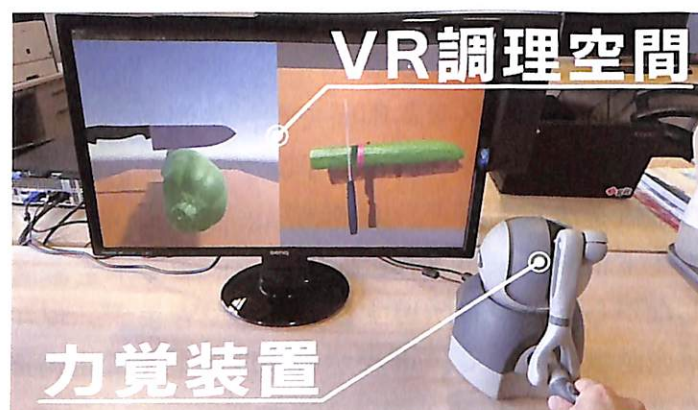


図4 VR 調理トレーニングシステム

若手・新任教員紹介

これまでの研究と今後の抱負について

大学院理工学研究科(工学野) 電気電子システム工学領域 助教 坂根 駿也



2023 年 4 月 1 日に茨城大学大学院理工学研究科の助教として着任した坂根駿也と申します。私は京都府綾部市出身で、大阪大学にて 2020 年 3 月に博士(工学)を取得し、その後中央大学にて 3 年間助教として勤めた後に本学に着任いたしました。

私は生まれも育ちも関西でしたので、当然のように関西弁を喋っていました。中央大学に着任するにあたって東京に引っ越してから関西弁を喋っていたつもりだったのですが、地元に戻ると、友達や親戚から「なんでそんな標準語なん? 関西の心捨てたん?」と煽られるほど喋り方が変わっていたようです。(ちなみに、「~の心捨てたん?」は関西の人しか言わないそうです。) 茨城に引っ越してきてまず初めに思ったのは、ちょっとイン

で食材を切ったときのリアルな感覚を体験することが可能となります。図 4 は、VR 空間上でキュウリを切る体験を可能としたシステムの利用風景です。現状はシンプルに食材を切断する練習の実装にとどまっていますが、今後は魚の三枚おろしや野菜の薄切りなど、絶妙な力加減と技術が必要とされる調理のトレーニングも可能となるよう改良を加えていく予定です。

● おわりに

今回の記事では、私の研究室で取り扱っている X 線 CT について、その基本的な内容と、応用研究事例を紹介しました。CT データ自体はまだ身近なものではありませんが、ICT や IoT の進展に伴い、その活用の可能性は大いに広がってきています。今後も加納研究室では、CT の基礎的な研究に加え、CT データと最先端のさまざまな技術を組み合わせた、独創的で面白い研究に取り組んでいくつもりです。

トネーションが独特やなあということです。後は語尾に「~だっぺ」と付くようです。幸い(?)、研究室には茨城出身でも「~だっぺ」と言う学生はいないので、この方言がうつることはなさそうです。

さて、簡単ではございますが下記にこれまでの研究内容と現在取り組んでいる研究について紹介させていただきます。

大阪大学では、中村研究室にて薄膜の熱電材料の研究を行ってきました。熱電材料は熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換することができる材料で、材料に温度差を与えた時に電圧(熱起電力)が生じるゼーベック効果を利用して発電することができます。特に薄膜の熱電材料は、発電量は小さいですが微小空間で発電できるため、IoT (Internet of Things) センサの自立電源として期待されています。熱電材料には温度差から発電するため熱伝導率が低く電気伝導率の高い材

料が求められます。しかし、これらには互いに相関があるため、同時に実現することは簡単ではありません。私は Si を用いた薄膜に結晶方位を揃えてナノドットを導入することで、Si で電気伝導を促進し、ナノドットで熱伝導を阻害することで、Si 系薄膜の高性能な熱電材料を実現しました [1-3]。このナノドットは分子線エピタキシー法を用いて中村研究室独自の極薄 Si 酸化膜技術を駆使することで作製することができ、原子レベルで精密に界面を制御することで熱電物性の制御を実現することができます。また、バルク複合材料中の温度分布を制御することで熱電性能を向上させることも行ないました [4, 5]。

中央大学では田中研究室にて有機系の熱電材料や光を用いたナノ構造の合成に着手しました。銅ナノ粒子の精密な合成が可能な田中研究室独自の光還元法を応用することで、熱電材料である Cu₂Se ナノワイヤの合成に成功し、導電性高分子と混ぜ合わせることで高い熱電性能を示すことを実現しました [6]。熱電材料の研究以外にも、銅ナノ粒子を用いた触媒 [7] や銅ナノ粒子のプラズモン [8] についての研究も行い、中央大学にて一層幅広い知識と経験を得ることができました。

本学では、半導体研究室を運営している鶴殿教

授と共に研究を進めております。当研究室の分子線エピタキシー装置を立ち上げ、薄膜熱電材料の研究を行なっております。また、自身の研究の幅を広げるため、第一原理計算などの計算科学を用いた研究にも取り組んでいます。これからも上記以外に様々な事にチャレンジし、楽しく研究を進めていきたいと思っています。まだまだ未熟ではございますが、今後ともどうぞよろしくお願いいたします。

最後に、もし学部生の人がこれを読んでくれているなら、是非一緒に研究するっぺ!

参考文献

- [1] S. Sakane, *et al.*, *Mater. Today Energy* **13**, 56-63 (2019).
- [2] S. Sakane, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **115**, 182104 (2019).
- [3] S. Sakane, *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **59**, SFFB01-1-5 (2020).
- [4] S. Sakane, *et al.*, *ACS Appl. Energy Mater.* **3**, 1235-1241 (2020).
- [5] S. Sakane, *et al.*, *J. Mater. Chem. A* **9**, 4851-4857 (2021).
- [6] S. Sakane, *et al.*, *ACS Omega* **7**, 32101-32107 (2022).
- [7] S. Sakane, *et al.*, *ACS Omega* **9**, 970-976 (2024).
- [8] S. Sakane, *et al.*, *Chem. Lett.* **52**, 582-585 (2023).

若手・新任教員紹介

つながりを理解する・つながりから理解する

大学院理工学研究科(工学野) 情報科学領域 助教 水高 将吾



2023 年 4 月に工学部情報工学科に着任した水高将吾です。新任教員紹介の場として今回の執筆機会をいただきましたので、簡単な紹介をしたいと思います。実は、2018 年 4

月からの約 2 年間、理学部数学情報数理コースにて学術振興会特別研究員として在籍していたことがあり、茨城大学に籍を置くのは 2 度目です。以前は北陸先端科学技術大学院大学(石川県)に勤めていました。日本海側は年間を通じて雨の日が多いため、太平洋側に位置し気候が安定している

茨城県の過ごしやすさを改めて感じています。今は、朝の通勤時に穏やかな太平洋を見ることを楽しみにしています。

私の専門分野はネットワーク科学です。ここで言うネットワークとは点と線の繋がりと思ってしまっていて良いです(図 1)。興味のあるシステム・対象が離散要素(点)から成り、それらの間の関係(線)を定義できさえすれば、そのシステムをネットワークと見ることができるため、我々の身の回りの様々なシステムをネットワークとして表現することができます。この紹介文では点をノード、線をリンクと呼ぶことにします。また、ノードのもつリンク数を次数と呼びます。インターネ