

補助事業番号 2024M-525

補助事業名 2024年度 深層学習を用いたカスタムメイド型骨用プレートシステムの研究開発  
補助事業

補助事業者名 岩手県立大学・教授・戴 瑩

## 1 研究の概要

本研究では、深層学習を用いて骨折CT画像から骨領域を自動抽出し、骨折部位の検出、自動修復、カスタムメイド型骨用プレートの設計、応力解析までを一連の流れで支援するシステムの研究開発を行った。研究期間中に、骨折部位の自動検出・修復機能、患者ごとの骨形状に適合したプレート設計機能、設計結果を評価する応力解析機能を統合し、共同研究者である医師が使用できるレベルのプロトタイプシステムを構築した。

## 2 研究の目的と背景

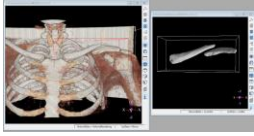
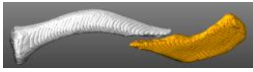
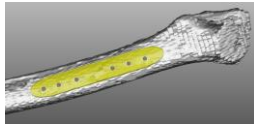
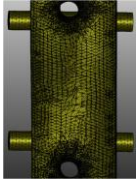
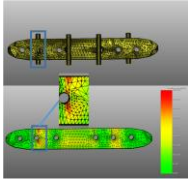
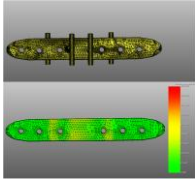
骨折治療では、患者ごとの骨形状や骨折状態に応じた適切なプレート選択・設計が重要である。しかし、従来の既製品プレートでは、複雑な骨折形状や個人差の大きい骨形状に十分対応できない場合がある。また、CT画像から骨折部位を把握し、修復後の骨形状やプレート形状を検討する作業には専門的知識と多くの時間を要する。そこで本研究では、深層学習による画像認識技術と三次元形状処理技術を組み合わせ、骨折CT画像から骨折部位を自動的に認識・修復し、患者に適合したカスタムメイド型骨用プレートを設計するシステムの構築を目的とした。

## 3 研究内容

本研究では、まず骨折CT画像から骨領域を自動抽出する手法を検討し、深層学習に用いる学習データの整備を行った。次に、骨折部位の自動検出および自動修復に関する基礎検討を進め、骨片の位置関係や欠損部位を推定するための学習器を構築した。

さらに、修復後の骨形状をもとに、患者ごとの骨表面に適合するカスタムメイド型骨用プレートの設計手法を検討した。プレート形状、固定位置、スクリュー配置等を調整できる設計機能を実装するとともに、設計したプレートの力学的妥当性を確認するため、応力解析機能の基礎検討、実装、テストを行った。

最終的に、これらの要素技術を統合し、骨折CT画像の入力から骨折部位の自動修復、カスタムメイド型骨用プレート設計、応力解析評価までを支援するプロトタイプシステムを開発した。

 <p>図1 骨折 CT 画像のポリュームレンダリングと骨領域の自動抽出(鎖骨骨折症例)</p>	 <p>図2 深層学習で抽出された骨折部位の三次元メッシュデータ(鎖骨)</p>	 <p>図3 修復後の骨形状にフィットするカスタムメイド型骨用プレートの自動配置</p>
 <p>図4 FEM 応力解析用にメッシュ化したチタン合金(Ti-6Al-4V)製プレート</p>	 <p>図5 4点曲げ試験の応力解析(荷重位置変更前): スクリュー穴近傍に応力集中</p>	 <p>図6 4点曲げ試験の応力解析(荷重位置変更後): 応力分散により低応力化を確認</p>

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究で開発したシステムは、整形外科領域における術前計画支援、骨折部位の三次元的把握、患者ごとの骨形状に適合したプレート設計に活用できる可能性がある。医師がCT画像から骨折状態を把握し、修復後の骨形状やプレート設計案を検討する作業を効率化することで、治療計画の精度向上や検討時間の短縮が期待される。

また、応力解析機能を組み合わせることにより、設計したプレートの固定性や力学的安全性を事前に評価できるため、より安全で適合性の高い治療支援につながる可能性がある。将来的には、臨床評価を重ねることで、カスタムメイド型医療機器設計、術前シミュレーション、若手医師の教育支援などへの応用も期待される。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本研究は、これまで取り組んできた医用画像処理、三次元形状処理、深層学習、可視化技術、システム開発に関する研究成果を、整形外科領域の実用的な医療支援システムへ発展させる位置づけにある。従来の研究では、画像・三次元データの解析、認識、可視化、設計支援に関する基盤技術を蓄積してきた。本研究では、それらの技術を骨折CT画像解析とカスタムメイド型骨用プレート設計に応用し、医師が利用できる具体的なシステムとして統合した点に特徴がある。

したがって、本研究は、これまでの情報工学・画像処理・三次元モデリング分野の研究成果を、医療現場の課題解決に結びつける実践的研究であり、今後のAI医療支援システム開発につながる重要な研究と位置づけられる。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- 1) Guangxin Hua, Mengbo You, Kouichi Konno, and Akio Doi, “A Study on Boundary Segmentation and Assembly of Fractured Bone Fragments Using Measured Point Clouds”, IWAIT2026, 2026/1.
- 2) Ziyi Zhu, Ying Dai, “Improving Food Segmentation Through Selecting Suitable Feature Representations of Image Pixels”, [https://doi.org/10.1007/978-3-031-88217-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-88217-3_3), 2025/9..
- 3) Ying Dai, “Exploring latent feature representations of image pixels via convolutional neural network to enhance food segmentation”, <https://ieeexplore.ieee.org/document/11175131>, 2025/5.
- 4) Gao Zhi Yi, Akio Doi, Hiroki Takahashi, Toru Kato, Meguru Yamashita, “Development of a Multimodal Dialogue System Integrating Speech Recognition, Knowledge Reasoning, and TTS via Multimodal Large Language Models”, The 28-th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS-2025), September 2025.
- 5) Toru Kato, Hiroki Takahashi, Meguru Yamashita, Akio Doi, Takashi Imabuchi, “CAD-based labeling of point cloud data using deep learning and its evaluation”, 30th International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB 30th 2025), pp. 1358-1361(OS13-3), B-Con PLAZA, Beppu, 22-24 January, 2025.
- 6) 加藤徹, 高橋弘毅, 山下圏, 土井章男, 馬渡太郎, 綿貫宗則, 萩原嘉廣, “骨折CT画像からの半自動骨整復およびカスタム型骨折プレートデザインシステムの研究開発”, 画像電子学会 第 313 回研究会 in 長野, セッション 4(医療・可視化), 2025/06/30-07/01.
- 7) 吉田麻衣子, 小川一, 橋本隆, 橋綾子, 土井章男, “エコー装置による後頭下筋の安全刺鍼深度について—MRI画像および 3D画像との深さの比較—”, 令和 7 年度全日本鍼灸学会名古屋大会, 012-Sat-P1-15:12, 2025/5/30-6/1.
- 8) 小川一, 菊池友和, 五十嵐久佳, 山口智, 土井章男, “頸部経穴の内部の可視化及び 3Dモデルの製作(第 3 報)— 椎骨動脈に対する危険深度の立体的認識 —”, 令和 7 年度全日本鍼灸学会名古屋大会, 011-Sat-P1-15:00, 2025/5/30-6/1.
- 9) Gao Zhi Yi, 土井 章男, 高橋弘毅, 加藤徹, 山下圏, “多端末適応型音声対話システムの設計と実装: 音声認識・大規模言語モデル・音声合成を統合したWebプロトタイプの研究開発”, 日本バーチャルリアリティ学会第 56 回テレマージョン技術研究会, 2025/06/19, 20.

## 7 補助事業に係る成果物

### (1) 補助事業により作成したもの

[http://advancedvislab.com/?page\\_id=226](http://advancedvislab.com/?page_id=226) (URL)

### (2) (1) 以外で当事業において作成したもの

[http://advancedvislab.com/?page\\_id=226](http://advancedvislab.com/?page_id=226) (URL)

## 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 岩手県立大学(イワテケンリツダイガク)

住 所: 〒020-0693

岩手県滝沢市巣子 152-52

担 当 者: 岩手県立大学・教授・戴 瑩(Ying Dai)

担当部署: ソフトウェア情報学部(ソフトウェアジョウホウガクブ)

E - m a i l: [dai@iwate-pu.ac.jp](mailto:dai@iwate-pu.ac.jp)

U R L: <http://p-www.iwate-pu.ac.jp/~dai/>