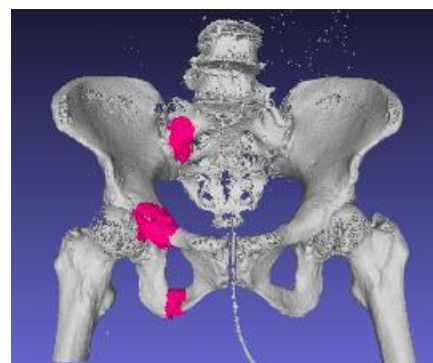




## 世界初・骨盤 CT から骨折を自動検出する人工知能モデルを開発

### 研究成果のポイント

- 高齢者の骨盤骨折は、一般的な高エネルギー損傷での骨盤骨折のズレに比べて、軽微な外力で生じる脆弱性骨折で骨折のズレが小さい事が特徴で、近年の超高齢社会では増加しています。認知症などの合併も多く、受傷の記憶もあやふやで、下肢痛や殿部痛を訴えるため大腿骨頸部骨折を疑いますが、骨盤骨折にまで疑いを向けない事もあります。しかし、骨折を始めに見落とすと、疼痛の持続により寝たきり状態が続き、認知や褥瘡、誤嚥性肺炎、膀胱炎等の併発は必須で、ADL のみならず生命予後にも大きな影響を及ぼします。
- そこで、このような高齢社会での骨盤骨折診断のニーズを支援するために、人工知能(AI)を利用して、CT 画像から自動で骨折を検出する方法を、製鉄記念広畑病院のグループと兵庫県立大学グローリー医工学共同研究講座とが、世界で初めて開発しました。
- 従来、2次元レントゲン画像(単純 X 線画像)からの手首骨折検出などの、AI に基づく検出法は提案されていました。しかし、CT 画像は数百枚の断層画像からなる3次元画像であり、骨折も様々な形状を有します。本研究では、3次元画像を複数方向の断層画像に計算機内で再構築することで、骨折が明瞭に表れる方向の断面で検出を行い、それらを統合することで3次元での骨折検出を可能としました。
- 骨折を有する患者 93 名、骨折がない 112 名の被験者に対して提案法を適用した結果、すべての骨折患者において 100%で1つ以上の骨折を検出、骨折がない被験者においては 96.4%で正しく骨折がないと判定可能で、日常診察にも非常に有用な AI 診断支援となりました。



### CT 骨盤画像の AI 研究の背景

多くの救急病院に CT があり、外傷患者さんに対し、頭から股関節までの外傷全身 CT が撮られる事が増えています。しかし、その撮影枚数は横断像のみでも 1000 枚近くになり、2次画像を含めると膨大な枚数の画像の読影診断が必要になり、読影医の負担は増加しています。さらに、高齢者の脆弱性骨盤骨折等では、外傷を専門とする整形外科医師でなければ、診断に至らない可能性もあります。しかし、全ての救急病院の現場に専門の医師がいるとは限らず、特に高齢者人口が多い地方の救急現場ではその傾向は顕著です。

AI の応用として医療への応用は非常に期待され、多くの研究が進められています。既に、脳 MRA 画像からの脳動脈瘤検出、内視鏡画像からのポリープ検出などの臨床応用が始まっています。今後、医師の診断精度向上による医療の質の向上や、放射線科医師の働き方改革のための負担軽減、見逃しによる医療訴訟を減少させる医療安全のための方法として CT 読影を支援する AI 開発が求められています。

実際の医療画像への AI 応用には、目的とする画像情報に特化した人工知能を開発するする必要があります。その開発には、より多くの正しい情報を学習させる事が AI の精度向上につながります。骨折の検出では、1000 例程度の情報より 2次元のレントゲン画像からの AI モデルが開発されています。しかし、骨盤骨折は四肢の骨折に比べ症例が少なく、診断には CT 画像が多く用いられています。さらに、AI への学習データとしては 1 例で数百枚の CT 画像からなる 3次元画像情報が必要で骨折も様々な形状をしています。そのため教師学習データ作成においても、AI 検出においても従来の方法が適用できませんでした。

## 医工連携研究の歴史と本研究の始まり

2000年頃の話ですが、神戸大学医学部整形外科に在籍していた村津(当院・副院長)は、現・兵庫県立大学副学長の畑教授とファジー理論を用いた人工膝関節の3次元運動解析の研究等で共同研究をしていました。その頃の畑教室の若手のホープが現・兵庫県立大・先端医工学研究センター所長の小橋教授です。

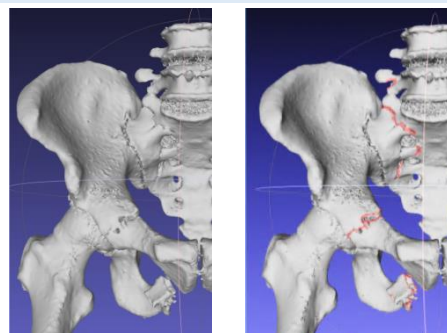
当院が統合する新病院には小橋先生の兵庫県立大学の研究施設が併設される事が決まりました。新病院での共同研究も見据えたプロジェクトを始動させるために、2019年1月に共同研究についての初めての検討会を行い、5月より本プロジェクトが始動しました。当院では、救命救急センターの高岡部長、放射線科の市川部長にも研究の協力をお願いし、core memberとして整形外科の senior staffに加え、CT画像専門家の診療放射線技師の林さんが参加しました。

幸い同年より、兵庫県立大学のAI医療画像解析技術とグローリー株式会社の貨幣・生体などの画像処理技術を融合し、医工学への応用と医療機器の実用化を目指す、兵庫県立大学グローリー医工学共同研究講座(小橋教授が代表)が開設され、当院との共同研究が極めてスムーズに始まりました。

## 教師データ作成 (製鉄記念広畑病院・整形外科の役割)

研究は月1回の検討会で進めましたが、実際の教師データ作成には、当院の整形外科医師が総出(延べ13人)で取り組みました。

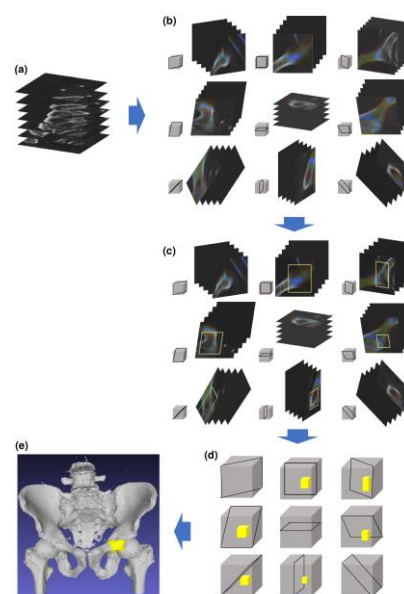
CT画像から教師データを作成するには、数百枚の断面画像のすべてに骨折部位を書き込む事となり、膨大な時間が必要で一般病院の臨床医には時間的に不可能でした。そんな難題にナイスアイデアを当院放射線技師の林さんが発案してくれました。3Dプリンターで一般に用いられている小さな三角メッシュ(STL: standard triangulated language)で3次元骨盤画像を作り、骨折部位に医師がスプレー書きするアイデアです。この方法のおかげで3次元空間での骨折部位をAIに教えることが可能となり、データ作成に要する時間も10分の1くらいになりました。



まず、レジデントが1症例あたり約1時間をかけて3次元骨盤画像に骨折部の色塗りを行い、次に senior staffが見落としのチェックを行い、最後に村津が教師データとしての質をチェックするという3段階で間違いのない教師データ作成に注力しました。忙しい診療の後にコツコツと教師データを作ってくれた整形外科レジデントとスタッフの協力のおかげで、極めて短期間に成果を得ることができました。感謝です。

## 我々のAI骨折検出方法のポイント

作成した学習データは個人情報保護を確保した後、グローリー医工学共同研究講座に送りました。同学習データを用いてAI骨折検出法を考案していただきました。骨盤骨折は3次元的に様々な向きを持つため、当院では骨折部位を見逃さない為に、横断像に加え矢状断や冠状断、さらには骨折の可能性の高い部位の接線方向の断面像の2次画像が作成されますが、通常は3方向断面までです。今回の新たな方法では、撮影された3次元画像から、前後左右斜めを含む9方向の断面画像を生成することで、骨折を確認しやすい断面で骨折検出が行われます。これを統合することで、3次元的に骨折検出が可能になりました。



## 公表情報

タイトル: Detecting pelvic fracture on 3D-CT using deep convolutional neural networks with multi-orientated slab images

著者名: Kazutoshi Ukai, Rashedur Rahman, Naomi Yagi, Keigo Hayashi, Akihiro Maruo, Hirotsugu Muratsu, Syoji Kobashi

掲載誌: Scientific Reports (Nature の姉妹誌、2021 年 6 月 3 日掲載)