

# 深層学習を用いたCT画像における骨盤骨折自動検出の基礎的検討

山本吏理亜<sup>1</sup>, 堤香織<sup>2</sup>, 平田健司<sup>3</sup>, 工藤與亮<sup>4</sup>, 杉森博行<sup>2</sup>

1.北海道大学大学院保健科学院 2.北海道大学大学院保健科学研究所 3.北海道大学大学院医学研究院

## 背景および目的

### 『外傷全身CT撮影』

・多発外傷患者の迅速な全身評価を目的としてCT撮影法を用いる手法  
予期せぬ損傷の早期発見および撮影時間の短縮に寄与する  
secondary survey (CT, MRI, 血管造影など) において画像診断の主要な手段

### 『画像診断支援』

・近年, 診療放射線技師の役割が拡大したことに伴い, 診療担当医から異常所見の有無について意見を求められるようになった。  
・夜間診療や救急医療の現場において, 専門性の高い臨床医が常に揃うとは限らない

⇒**撮影担当の診療放射線技師による情報提供が異常所見の見落とし低減につながる**



本研究は, 深層学習を用いた画像診断支援システムの構築を試み, 骨盤領域の分類, 物体検出, 解剖学的セグメンテーションの3手法およびその組み合わせの有用性を評価することを目的とした。

## 方法

### ○使用画像

公開データセット「Japan Medical Image Database (J-MID) [1]」の30人分の全身CT画像

除外規準: 人工骨頭など体内に金属を含む場合・骨治癒・溶骨性

### ○方法

- 全身CT画像から骨盤画像・その他に分類する。骨盤画像の教師画像は105倍に, その他の画像の教師画像は35倍に拡張し, ResNet50を用いて学習を行った。
- ①骨盤領域および骨折部位のROI (Regions of Interest) を作成し, これらのROIを訓練に使用した。  
②ROIに基づいて骨盤領域を抽出し, 骨盤骨折検出の訓練のために画像を224×224[pixel]に変換した。  
③骨盤領域のROIをさらに半分に分割して骨折を検出した
- ④ a.~c.ともに 倍に画像拡張をYOLOXを用いて学習を行った。
- ①解剖学的分類を, 右腸骨, 左腸骨, 右恥骨・恥骨坐骨, 左恥骨・恥骨坐骨, 仙骨尾骨の5つのクラスに分類した。  
②物体検出器により抽出された骨盤領域画像に対して, セグメンテーショントレーニングを実施した。  
③解剖学的分類を3つのクラス (右腰骨, 左腰骨, 仙尾骨) に分類し, 5クラス分類と同様に, 全体画像と骨盤領域に切り出した画像の両方で訓練を実施した。

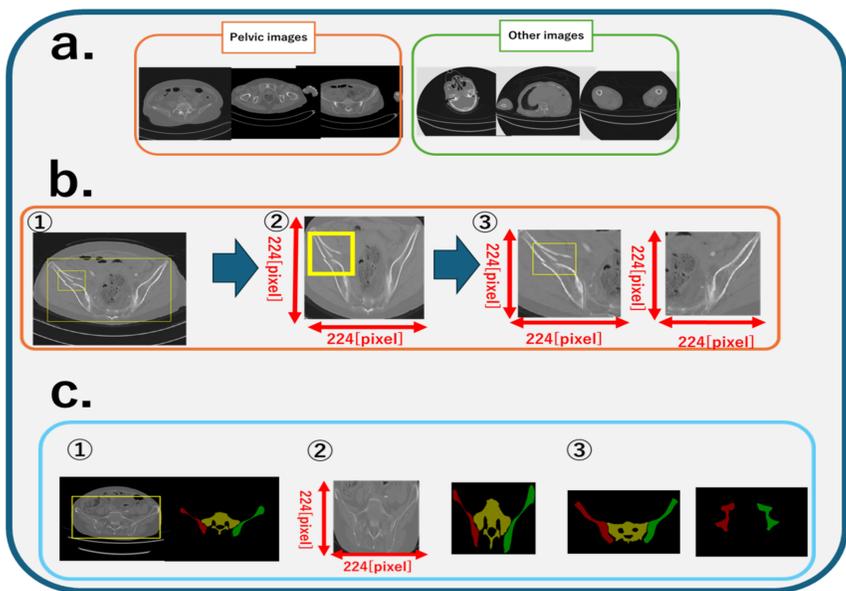


図1 各モデルの例

### ○精度評価の指標

・各分類器の精度評価

Overall Accuracy(OA), Intersection over Union (IoU), Average Precision(AP), Dice Similarity Coefficient (DSC),  
・向上率

$$\frac{(\text{向上した新たな精度}) - (\text{元の精度})}{\text{元の精度}} \times 100$$

## 結果

各分類器・物体検出器・骨盤骨セグメンテーションの精度を表1, 表2に示す。

表1 分類モデル・骨盤骨セグメンテーションモデルの精度

	CL model		SS model	
	5label	5label [crop]	3label	3label [crop]
OA				
fold1	1.0	83.4	87.2	85.8

表2 物体検出器の精度

	OD model			
	Pelvis	Fracture	Fracture [crop]	Fracture [crop1/2]
AP50				
fold1	1.0	0.16	0.22	0.26

骨盤領域を抽出することで骨盤骨セグメンテーションモデル・骨盤骨折検出器ともに**精度が向上した**

## 考察

### ・Object Detection modelについて

- 骨折検出の精度は従来の研究[2]と比べて低かった  
⇒骨盤領域は, 複雑な骨構造であるため, 精度が低かったと考えられる。
- 画像を骨盤領域画像の1/2に限定することで, 骨盤骨折の検出精度が**約63.2%**向上した  
⇒YOLOは, 小さな物体の検出が苦手である[3]ということに起因していると考えられる。

### ・Semantic Segmentation modelについて

- 骨盤骨の解剖を5クラスから3クラスに減少させると, 精度は向上した  
⇒骨盤領域は, 複雑な骨構造であり, 特に断面像のみであると, 腸骨と恥骨・坐骨の境目の判断が難しいのではないかと考えられる。
- 画像を骨盤領域画像の1/2に限定することで, 分類の精度が向上した。  
⇒臓器やカテーテルなどの装置による金属アーチファクトの影響がなくなり, 精度が向上したと考えられる。

### 骨盤領域抽出の有用性

### 今後の展望

- 対象人数を増やすことで, 骨盤骨折検出モデルとセグメンテーションモデルの精度を向上させる
- 改良されたセグメンテーションモデルを適用し, 骨盤骨のマスク画像を生成する。  
⇒マスクを用いた骨折検出精度のさらなる向上を図る。

## 結論

骨盤領域に特化した分類, 物体検出, 解剖学的セグメンテーションにより骨盤骨折検出の精度向上が確認された。各手法とも, 検出対象領域を絞ることで精度改善が得られ, 今後はデータ数の拡充と両手法の統合的最適化が求められる。

## 参考文献

- [1]
- [2] T. Inoue et al, nature(2022)
- [3] J. Redmon et al, IEEE (2016)