

令和 6 年 6 月 3 日現在

機関番号：32612

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K16772

研究課題名（和文）腎腫瘍画像診断における診断根拠提示可能なAI開発

研究課題名（英文）Explainable AI for differentiating of renal tumor

研究代表者

橋本 正弘（Hashimoto, Masahiro）

慶應義塾大学・医学部（信濃町）・助教

研究者番号：20528393

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、診断根拠を説明可能な腎腫瘍鑑別画像AIである。データとして、国内6施設から、病理診断で診断が確定した腎癌304症例、病理診断（生検含む）で診断が確定した脂肪成分の少ない血管筋脂肪腫12例を収集した。2人の放射線診断専門医が、腎および腫瘍部分のsegmentation教師データを作成された。さらに所見の説明の教師データも作成した。まず、3D-Unetを用い、腎腫瘍部分のsegmentationするモデルを作成した。病理診断の分類タスクではInception-v3、ResNet、3D ResNetでは3D ResNetの精度が高かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

画像診断において、病変検出をサポートするAIは多く販売されているが、病変の診断をサポートするAIはまだ製品化されていない。これはAIの出力に対して診断医が納得できる説明が伴わないことが一因と考えている。本研究で開発したAIは、腎腫瘍の検出とsegmentationをした後に、腎腫瘍の病理診断を予測するモデルであるが、同時にCT画像の所見の説明を出力できる設計とした。病理診断予測は一定程度の精度が得られたものと考えられる。一方、所見の説明精度は実用化には足りないものの、製品化に向けて必要な機能の実現可能性を示す事ができたことは意義深いと考えられる。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study is a renal tumour differential imaging AI that can explain the diagnostic basis. Data were collected from six centres in Japan on 304 cases of renal cancer with a pathologically confirmed diagnosis and 12 cases of angiomyolipoma with a low fat component with a pathologically confirmed diagnosis (including biopsy). Two diagnostic radiologists generated segmentation teacher data for the kidney and tumour area. In addition, teacher data for the description of the findings were generated. First, a model for segmentation of the renal tumour area was created using 3D-Unet. The 3D ResNet was more accurate than Inception-v3, ResNet and 3D ResNet in the pathology classification task.

研究分野：放射線医学

キーワード：AI 人工知能 画像診断

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

腎腫瘍の鑑別診断は、CT・MRI、超音波を統合的に診る必要があり、画像診断の中でも最も高度な専門知識を必要とする領域の1つであった。研究開始当時、他領域では質的診断の標準化が進むようになったが、腎腫瘍の鑑別法についてはいまだに標準化はなされていない。当施設では、腎腫瘍の質的診断に関する研究を国際的にも先導しており、これまでの経験から腎腫瘍の良悪性の鑑別診断を行う上で重要と思われる複数の画像所見の重要因子を叩き出し、診断アルゴリズムを構築していた。しかし、腎細胞癌とオンコサイトーマの鑑別が困難であることや、重要因子の判断が読影者によってばらつくという課題を有していた。

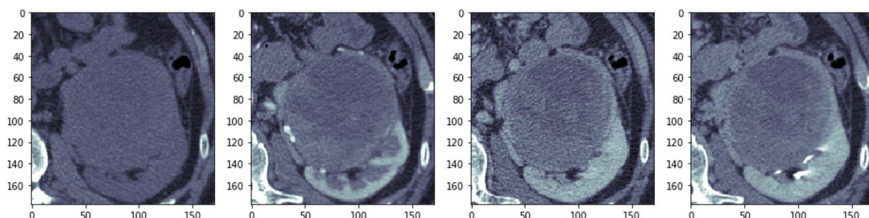
一方、深層学習技術の発展が目覚ましく、画像診断への応用が進んでおり、腎腫瘍の診断においても診断補助としての利用が期待されていた。しかしながら、深層学習ではニューラルネットワーク技術を用いるため、例え高い診断能が得られたとしても診断に至るまでの根拠を提示することが難しいという欠点があった。

### 2. 研究の目的

最終診断のみならず、これらの画像所見における重要因子を教師データとして用い、最終診断に加えて、最終診断に寄与した重要因子を出力できる多層ニューラルネットワークをトレーニングすることで、専門家の暗黙知をAIに継承させることで「診断根拠提示可能なAI」を開発することが本研究の目的である。

### 3. 研究の方法

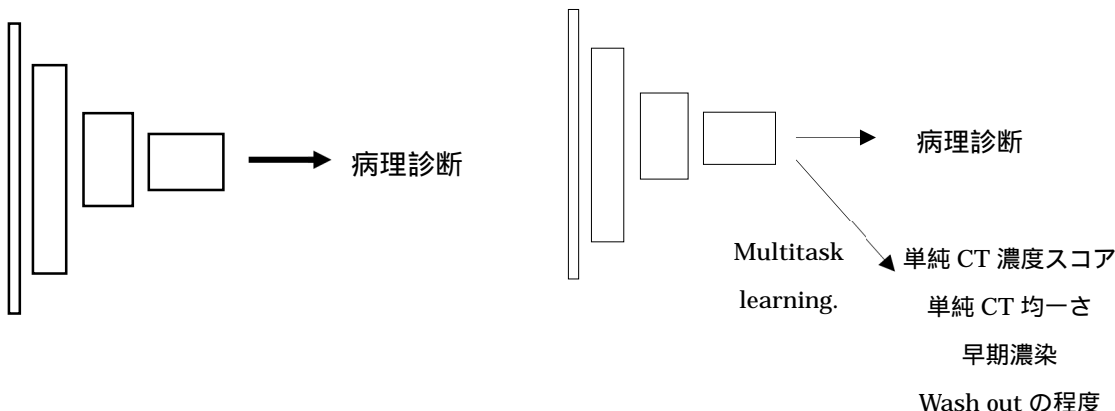
倫理委員会の承認を得て、国内6施設から病理診断で診断された腎細胞癌304症例および脂肪成分の少ない血管筋脂肪腫(fat poor angiomyolipoma)12症例を収集した。これらの画像データに対して、放射線診断専門医2名により腎腫瘍部分のsegmentation教師データを作成した。さらに、放射線診断専門医2名により、単純CTの濃度、均一さ、ダイナミックCTの早期相の濃染の有無、早期相の均一さ、wash outの程度、腎からの突出の程度、嚢胞・壊死の有無、石灰化の有無と種類、粗大脂肪成分の有無について、10段階でスコアリングを行い、教師データ・検証データとして用いた。



Dynamic撮影されたCT画像4相(単純、早期相、後期相、排泄相)を4chとして入力に用いた。既存のCNNモデル(Inception V3、ResNet、3D ResNet)を利用し、病理診断を分類するモデルと、最終層の2層前で出力を分岐し、病理診断分類の他、画像所見8種類のスコアを出力するモデルを作成し、比較を行った。

### 4. 研究成果

腎のsegmentationおよび腎腫瘍のsegmentationモデルの開発に成功した。また、病理診断分類出力に加え、その根拠となる画像所見の出力を得られる深層学習モデル(図2)の開発には成功した。



(1) 通常モデル

(2) 所見説明出力モデル

ただし、Inception V3、ResNet、3D ResNet のいずれにおいても病理診断分類の精度については、画像所見を出力しないモデル（図 1）の精度が高かった。腎臓の segmentation 結果、あるいは腎腫瘍の segmentation 結果を入力に追加したり、TotalSegmentator[1]の出力を入力画像チャンネルに追加したが、傾向に変化は見られなかった。これは multi task learning を用いることで、期待していた効果が得られないばかりか、逆効果が確認されたものと考えられる。

本研究で開発した AI は、腎腫瘍の病理診断予測と同時に CT 画像の所見の説明を出力できる設計とした。病理診断予測は Accuracy 0.83 と一定程度の精度が得られたものと考えられる。一方、所見の説明精度は 0.51-0.73 と実用化には足りないものの、製品化に向けて必要な機能の実現可能性を示す事ができたことは意義深いと考えられる。

一方、研究期間の最終年度において、OpenAI 社により GPT-4 モデルが実用化され、Chat GPT のサービス提供が開始された。さらに、最終年度の終わりの時点では Google 社により Gemini Ultra モデルが開発、サービス提供が開始され、マルチモーダルで複雑なタスクが解決できるようになった。本研究のデータは倫理承認条件の制約から利用出来なかったが、類似のオープンデータで試したところ、病理診断予測ならびに画像所見の説明も出力が可能であることが確認された。今後は CNN を継続開発することよりも、Transformer をベースとした大規模モデルの応用を優先すべきと考えられた。

#### 参考文献

[1] Wasserthal J, Breit HC, Meyer MT, Pradella M, Hinck D, Sauter AW, Heye T, Boll DT, Cyriac J, Yang S, Bach M, Segeroth M. TotalSegmentator: Robust Segmentation of 104 Anatomic Structures in CT Images. Radiol Artif Intell. 2023 Jul 5;5(5):e230024.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 橋本正弘
2. 発表標題 AI研究の現状-泌尿器領域を中心に-
3. 学会等名 泌尿器画像診断・治療技術研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 庄野寛汰、橋本正弘
2. 発表標題 深層学習によるダイナミックCTにおける 腎臓腫瘍のサブタイプ分類
3. 学会等名 日本メディカルAI学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 橋本正弘
2. 発表標題 人工知能技術を活用した放射線画像診断補助ソフトウェアの導入・管理について
3. 学会等名 日本医学放射線学会秋季臨床大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 橋本正弘
2. 発表標題 AI for diagnostic imaging in Japan
3. 学会等名 第81回日本医学放射線学会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 橋本正弘
2. 発表標題 放射線科が関わる医療DX～慶應義塾大学病院の場合～
3. 学会等名 第83回日本医学放射線学会総会（招待講演）
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織			
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)		備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関