

令和 5 年 4 月 13 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K15542

研究課題名（和文）深層学習法を用いた腹部画像診断法の開発

研究課題名（英文）Application of deep learning to abdominal diagnostic imaging

研究代表者

八坂 耕一郎（Yasaka, Koichiro）

東京大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：40779659

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：深層学習の画像診断への応用について研究開発を行った。造影CT門脈相やGd-EOB-DTPA造影MRI肝細胞相の画像を用いた正常肝から肝硬変に至るまでの肝線維化のステージング、CTを用いた骨密度の予測、CTにおける食道癌の検出を行うような深層学習モデルを開発し、研究内容を査読付き国際学術雑誌において原著論文として発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

深層学習の放射線画像診断への応用を行い、様々なモデルを開発することができた。これらの深層学習モデルを用いることで、放射線画像診断医の診断能を向上したり、放射線画像診断による主観的な評価では得ることが困難であった情報を画像から引き出すことが可能となり、診療の質を向上させることが期待される。

研究成果の概要（英文）：We applied deep learning technology to diagnostic imaging by developing models (a) which can stage liver fibrosis based on CT or MRI, (b) which can predict bone mineral density from CT image, and (c) which can identify esophageal cancer on CT. Then, we reported these study results as original articles in academic journals.

研究分野：深層学習の画像診断への応用

キーワード：深層学習

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

人工知能を実現する方法として、近年になって深層学習/ディープラーニングが注目を集めている(LeCun, et al. Nature. 2015;521(7553):436)。深層学習では、古典的機械学習の一手法である neural network を基本に、層を深く多層に重ねることで構成された deep な neural network を用いる。画像に関する課題においては、畳込み層や max pooling 層を組み入れた deep convolutional neural network (DCNN)が用いられ(図 1)、画像の認識やパターン分類において高い性能を発揮することが報告されている(Szegedy, et al. <https://arxiv.org/abs/1409.4842>) (Krizhevsky, et al. <https://papers.nips.cc/paper/4824-imagenet-classification-with-deep-convolutional-neural-networks>)。

深層学習法は医療用画像へも応用可能であることが推定され、我々も、深層学習法を用いることで、肝に発生しうる、古典的肝細胞癌や転移性肝腫瘍といった悪性の腫瘍性病変から、血管腫や嚢胞などといった良性の腫瘍性病変を、dynamic CT 画像に基づき、5つのカテゴリに分類可能なことを示した(Yasaka et al. Deep learning with a convolutional neural network for the differentiation of liver masses on dynamic contrast-enhanced computed tomography: A preliminary study. Radiology. [in press])。この研究を通じて、深層学習法による学習モデルは、肝以外の腹部臓器に発生する腫瘍性病変の鑑別診断や、肝線維化の staging においても高い診断性能を発揮することができるのではないかと、また、CT 画像のみではなく MR 画像を用いた画像診断へも深層学習法を応用することができるのではないかと、考えるに至った。

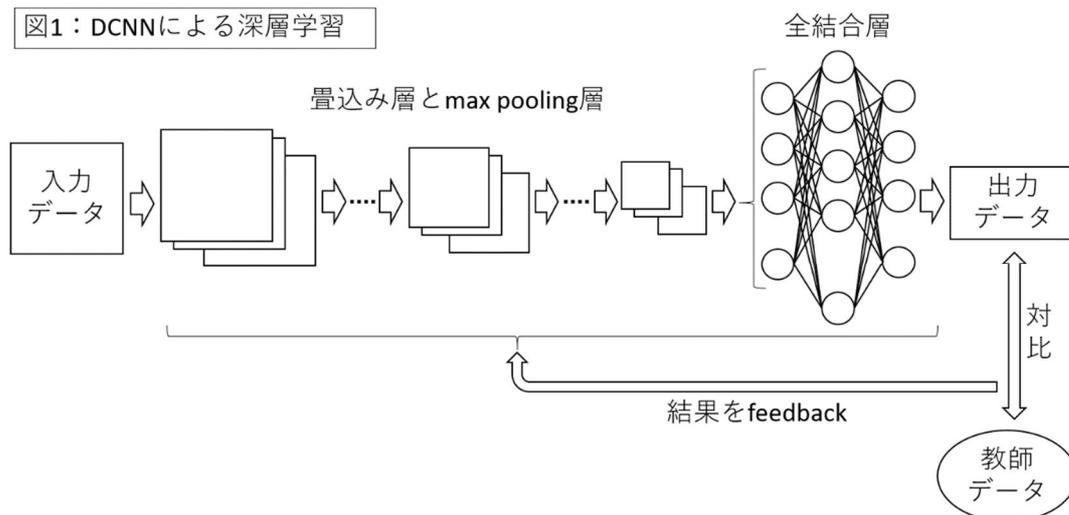
### 2. 研究の目的

本研究は、これまでに文献報告がほとんど見られない、深層学習法の腹部画像診断領域への応用を目的としており、腹部臓器に発生する腫瘍性病変の鑑別診断や肝線維化の staging といった、腹部画像診断において有用な深層学習モデルの開発を行う。

### 3. 研究の方法

本研究は PACS や電子カルテに保存されている既存の医療情報を用いて retrospective に進めた。入力データには、CT や MR の画像を主に用いた。診断性能を向上するために、必要に応じて臨床的背景や採血データなども組み合わせて用いた。教師データには、放射線診断専門医により作成された画像診断レポートや、病理レポートなどを用いた。DCNN を用いた学習は、研究初年度に導入する予定の高性能・大容量の GPU を搭載したワークステーション上で行い、プログラム言語 Python や深層学習用のライブラリである Chainer を利用した。

図1：DCNNによる深層学習



#### 4 . 研究成果

深層学習の画像診断への応用について研究開発を行った。造影 CT 門脈相や Gd-EOB-DTPA 造影 MRI 肝細胞相の画像を用いた正常肝から肝硬変に至るまでの肝線維化のステージング、CT を用いた骨密度の予測、CT における食道癌の検出を行うような深層学習モデルを開発し、研究内容を査読付き国際学術雑誌において原著論文として発表した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yasaka Koichiro, Akai Hiroyuki, Kunimatsu Akira, Kiryu Shigeru, Abe Osamu	4. 巻 30
2. 論文標題 Prediction of bone mineral density from computed tomography: application of deep learning with a convolutional neural network	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 European Radiology	6. 最初と最後の頁 3549 ~ 3557
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00330-020-06677-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 八坂耕一郎	4. 巻 19
2. 論文標題 RSNA2020でのAIの動向	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Rad Fan	6. 最初と最後の頁 23-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 八坂耕一郎	4. 巻 35
2. 論文標題 深層学習を用いたMRI最新技術の現状と展望	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 インナービジョン	6. 最初と最後の頁 22-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 八坂耕一郎	4. 巻 36
2. 論文標題 深層学習の画像診断への応用研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 臨床画像	6. 最初と最後の頁 445-451
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yasaka K, Akai H, Kunimatsu A, Kiryu S, Abe O.	4. 巻 30(6)
2. 論文標題 Prediction of bone mineral density from computed tomography: application of deep learning with a convolutional neural network.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 European Radiology	6. 最初と最後の頁 3549-3557
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00330-020-06677-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yasaka Koichiro, Akai Hiroyuki, Kunimatsu Akira, Abe Osamu, Kiryu Shigeru	4. 巻 28
2. 論文標題 Deep learning for staging liver fibrosis on CT: a pilot study	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Radiology	6. 最初と最後の頁 4578 ~ 4585
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00330-018-5499-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hosoi Reina, Yasaka Koichiro, Mizuki Masumi, Yamaguchi Haruomi, Miyo Rintaro, Hamada Akiyoshi, Abe Osamu	4. 巻 N/A
2. 論文標題 Deep learning reconstruction with single-energy metal artifact reduction in pelvic computed tomography for patients with metal hip prostheses	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Radiology	6. 最初と最後の頁 N/A
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11604-023-01402-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yasaka Koichiro, Hatano Sosuke, Mizuki Masumi, Okimoto Naomasa, Kubo Takatoshi, Shibata Eisuke, Watadani Takeyuki, Abe Osamu	4. 巻 N/A
2. 論文標題 Effects of deep learning on radiologists' and radiology residents' performance in identifying esophageal cancer on CT	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The British Journal of Radiology	6. 最初と最後の頁 N/A
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1259/bjr.20220685	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Okimoto Naomasa, Yasaka Koichiro, Kaiume Masafumi, Kanemaru Noriko, Suzuki Yuichi, Abe Osamu	4. 巻 N/A
2. 論文標題 Improving detection performance of hepatocellular carcinoma and interobserver agreement for liver imaging reporting and data system on CT using deep learning reconstruction	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Abdominal Radiology	6. 最初と最後の頁 N/A
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00261-023-03834-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計13件 (うち招待講演 10件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Yasaka K, Sugawara H, Akai H, Kunimatsu A, Abe O
2. 発表標題 腹部画像診断における深層学習の応用
3. 学会等名 第80回日本医学放射線学会総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 八坂耕一郎
2. 発表標題 AIを用いた画像診断：現状と課題
3. 学会等名 日本脳神経外科学会第80回学術総会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 八坂耕一郎
2. 発表標題 深層学習の放射線医学応用研究におけるコツ
3. 学会等名 第79回日本医学放射線学会総会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Koichiro Yasaka
2. 発表標題 Challenges in MRI Liver Interpretation: Emerging Solutions
3. 学会等名 28th ISMRM Annual Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 八坂耕一郎
2. 発表標題 [シンポジウム] AI時代の放射線診断医 「Methodology of deep learning (深層学習の手法について - 放射線領域への応用を念頭に -)」
3. 学会等名 第78回日本医学放射線学会総会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 八坂耕一郎
2. 発表標題 [ワークショップ] 肝画像診断の進歩：現状の把握と今後の展望 「深層学習の肝画像診断への応用」
3. 学会等名 第55回日本肝臓学会総会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 八坂耕一郎
2. 発表標題 [特別講演] AI・深層学習と放射線画像診断
3. 学会等名 第13回埼玉西部放射線医学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 八坂耕一郎
2. 発表標題 [特別講演] Deep learningの手法と臨床応用
3. 学会等名 第7回金沢兼六画像診断研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 八坂耕一郎
2. 発表標題 [シンポジウム] MRIによる肝線維化診断：深層学習を用いた評価法を中心に
3. 学会等名 第47回日本磁気共鳴医学会大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 八坂耕一郎，赤井宏行，國松聡，桐生茂，阿部修
2. 発表標題 [指定シンポジウム] 医療の近未来とAI 深層学習の放射線画像診断への応用
3. 学会等名 日本脳神経外科学会 第78回学術総会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 八坂耕一郎，赤井宏行，國松聡，桐生茂，阿部修
2. 発表標題 深層学習法によるCT画像からDEXA法骨密度値推定
3. 学会等名 第55回日本医学放射線学会秋季臨床大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasaka K, Akai H, Kunimatsu A, Kiryu S, Abe O
2. 発表標題 肝dynamic造影CTによる肝線維化staging：深層学習法を用いた検討
3. 学会等名 第54回日本医学放射線学会秋季臨床大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 八坂耕一郎
2. 発表標題 [基調講演] 人工知能・深層学習の肝疾患診療へのインパクト
3. 学会等名 第58回肝癌症例検討会（招待講演）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 八坂 耕一郎	4. 発行年 2022年
2. 出版社 北隆館	5. 総ページ数 104
3. 書名 AI時代の放射線医学	

1. 著者名 八坂耕一郎, 赤井宏行, 國松聡, 桐生茂, 阿部修	4. 発行年 2019年
2. 出版社 医学図書出版	5. 総ページ数 114
3. 書名 肝臓クリニカルアップデート 特集 肝疾患を取り巻くAI・技術革新 画像診断とAI・深層学習	

1. 著者名 八坂耕一郎, 赤井宏行, 桐生茂	4. 発行年 2019年
2. 出版社 MEDICAL VIEW	5. 総ページ数 115
3. 書名 臨床画像 特集 肝・胆画像診断のトピックス 腹部領域におけるradiomics	

1. 著者名 八坂耕一郎, 赤井宏行, 國松聡, 桐生茂, 阿部修	4. 発行年 2019年
2. 出版社 科学評論社	5. 総ページ数 370
3. 書名 深層学習の肝画像診断への応用	

1. 著者名 八坂耕一郎, 赤井宏行, 國松聡	4. 発行年 2020年
2. 出版社 MEDICAL VIEW	5. 総ページ数 127
3. 書名 臨床画像 特別企画 放射線科スーパーセレクション2020 深層学習の画像診断への応用研究	

〔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
---------	---------