

令和 3 年 4 月 25 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K07713

研究課題名（和文）肺癌の組織診断および悪性度予測の為に人工知能（深層学習）システムの確立

研究課題名（英文）Establishment of artificial intelligence (deep learning) system for histological diagnosis and prediction of malignancy in lung cancer

研究代表者

梁川 雅弘 (Yanagawa, Masahiro)

大阪大学・医学系研究科・講師

研究者番号：00546872

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）：本研究では、肺癌の3次元CT画像データから病理組織診断の予測や病理学的浸潤成分による悪性度予測を行う為に人工知能システムを基礎工学部と共同で開発した。開発した人工知能の画像学的診断能を放射線科医の診断能と比較・検討することで、人工知能の使用が放射線科医師の診断能に与える影響についても統計学的に解析した。また、ブラックボックスとされている人工知能の診断過程を、その着目部位をCT画像上にカラー表示することで、視覚的に理解できるようにした。本研究は、放射線科医の為に画像診断補助システムの構築とそれらの技術発展につながる研究である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

肺癌は世界的にも最も致死的な癌の一つであり、早期発見・診断を行い、適切な治療を行う必要がある。臨床の場での肺癌診断の最前線として、画像診断の寄与するところは大きいものの、CT画像のみから病理組織診断や浸潤成分を診断するには限界がある。近年、第三次人工知能（AI）ブームが到来し、医療分野においても人工知能技術の開発は目覚ましい。病理組織診断や病理学的浸潤成分、周囲への浸潤予測など腫瘍の悪性度に関するAIを開発することができれば、CT画像のみから、予後因子との関連性の検討や的確な治療方針の選択に役立てることが可能になると期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, an artificial intelligence system was developed in collaboration with the faculty of engineering to predict histopathological diagnosis and malignant potential based on pathological invasiveness from three-dimensional CT data of lung cancer. By comparing the diagnostic performance between the developed artificial intelligence and with thoracic radiologists, the effect of the artificial intelligence on the diagnostic performance for radiologists was also statistically analyzed. In addition, the diagnostic process of the artificial intelligence, which is regarded as a black box, could be visually understood by displaying the area of interest in color on CT images. This research may lead to the construction of diagnostic imaging assistance systems for radiologists and their technological development.

研究分野：胸部画像診断

キーワード：人工知能 CT 肺癌 病理組織診断 浸潤成分 ニューラルネットワーク

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

肺癌の悪性度や予後を検討した報告は数多くなされてきたが、その手法のほとんどが平面画像データを用いた1~2次元解析であり、客観性に欠けるという欠点があった。一方、近年、CTやソフトウェアの進歩に伴い、3次元解析が容易になり、肺癌の画像定量解析に関する研究が盛んになされ、体積評価、内部濃度やヒストグラム解析、テクスチャ解析など様々な手法を用いた客観性の高い有用な結果が報告されつつある。しかしながら、CT (computed tomography) 画像のみから病理組織診断や病理学的浸潤を予測するには限界がある。また、周囲臓器への浸潤評価においても、画像診断では、未だ、腫瘍との接触部の角度、接触径、接触臓器の肥厚や脂肪層消失などの主観評価を参考に診断しているのが事実である。4D-CTを用いた動的な情報を駆使した周囲臓器との浸潤評価を行った報告もなされているが、撮像技術や被曝増加などの問題もある。

今日、計算機の能力向上、ネットワークの拡大、ビッグデータの登場などにより第三次人工知能ブームが到来し、医療分野においても、沢山の領域で人工知能技術の開発が進んできている。画像診断の分野においても人工知能を用いた研究はトピックスの一つである。畳み込みニューラルネットワーク 3D Convolutional Neural Network (3D-CNN)は人工知能の一つであり、画像識別において現在最も有力な手法である。2012年のImageNet Large Scale Image Recognition Challengeという一般画像認識課題において、優勝したグループが用いたアルゴリズムである。2015年にはエラー率も3%程度となり、人間によるエラー率5%程度を超えるレベルに達し、進化を続けている。最近の研究では、人工知能型の画像診断システムが、従来の特定のアルゴリズムに則ったものよりも優れた診断結果を出すことが分かってきた。本研究では、この3D-CNNを用いた人工知能(深層学習)システム構築を行い、人間には処理できないような莫大な画像データを処理することで、これまで難しいとされてきた病理組織診断や病理学的浸潤評価を行うことに焦点を当てている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、肺癌の3次元CT画像データから病理組織診断の予測や病理学的浸潤成分による悪性度予測を行う為の人工知能システムを基礎工学部と共同で開発し、また、その画像学的診断能を放射線科医の診断能と比較・検討することで、放射線科医の為の画像診断補助システムの構築に役立て、それらの技術発展を目指すことである。

3. 研究の方法

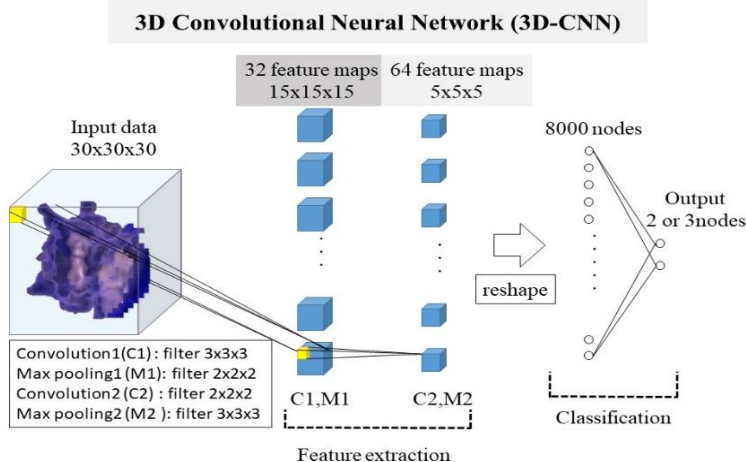
(1) 肺癌のうち、最も多い組織型である肺腺癌に焦点を当て、当施設10年分の肺癌手術症例で、肺腺癌の診断がついた症例の術前CT画像のDICOMデータを後ろ向きに抽出した。

(2) 上記データを人工知能構築の為の訓練用データと解析用データに使用し、分担研究者の協力のもと、肺癌の病理組織診断や病理学的浸潤成分を予測可能とする人工知能システムを構築した。概要は以下の通りである。

CT画像データから肺癌原発巣のみを3次元データとして抽出した。

3D-CNNを用いて、訓練データに対して、2層の畳み込み層と2層のマックスプーリング層を交互に配置し、特徴量を抽出した。図1のような32 feature mapsと64 feature mapsを作成し、最終的に8000 nodesに対し、識別を目的とした2層の全結合層で解析し、2 nodes (浸

潤あり、浸潤なし)もしくは3 nodes (3つの病理組織診断: Adenocarcinoma in situ [AIS], Minimally invasive adenocarcinoma [MIA], Invasive adenocarcinoma (IVA))として出力する



設計とした。層数、node数、フィルター数、活性化関数などのハイパーパラメータの設定を調整し、最適な条件を検討した。

解析用データを用いて、J Thorac Oncol 2016;11:1204-23に基づいた、AIS (病理学的浸潤成分 0mm), MIA (病理学的浸潤成分 5mm 以下), IVA (病理学的浸潤成分 5mm 超)の

組織診断分類を人工知能を用いて評価した。(図1[上図]: 3D-CNNモデル)

経験の異なる放射線科医に、解析用データに対して、これまでにエビデンスの出ている画像診断の報告に基づき、CT画像所見から可能な限り、病理学的浸潤成分の有無について推測し、病理組織診断 (AIS, MIA, IVA) を主観的に評価後、人工知能の結果を参考にしながら、再度、病理組織診断について評価した。上記の結果に対して、正解率、診断感度・特異度、診断能を統計学的に検討した。

当初研究計画として予定してはいなかったが、想定以上に研究が進捗したため、ブラックボックスとされている人工知能の診断過程を、その着目部位をCT画像上にカラー表示することで、視覚的に理解できるように試みた。2017年に提唱された Gradient-weighted Class Activation Mapping (Grad-CAM) を用いて、クラスごとの確率スコアへの影響が大きい画像箇所を微分係数の平均化によって特定することで、その部位をヒートマップとして出力した。人工知能は、16層を有する VGG-16 (転移学習済モデル) をベースに使用し、CT画像の特徴量を抽出し、最終的に AIS、MIA、IVA に分類する仕組みとした。人工知能が分類した各CT画像から、Grad-CAM画像と Guided-BPM (Backpropagation) 画像を作成し、放射線科医師による評価実験も追加した。尚、Guided-BPM画像とは、更に詳しい着眼部位を可視化できる画像である。

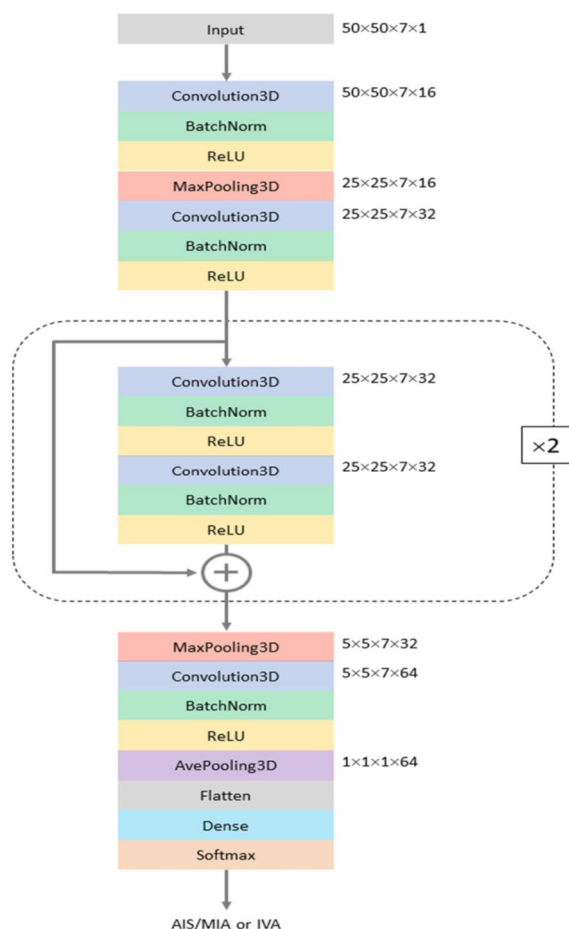
4. 研究成果

(1) 当施設で肺癌のため手術を施行された症例数は197例であり、そのうち術前に他の治療歴がなく、かつ薄層CT画像データがあった肺腺癌の症例数は95例(25例のAIS、20例のMIA、50例のIVA)であった。CT画像パターン別の分布は、限局性すりガラス結節(16例のAIS、3例のMIA、5例のIVA)、部分充実型結節(8例のAIS、12例のMIA、20例のIVA)、充実型結節(5例のMIA、21例のIVA)であった。これらの症例から肺腺癌の原発巣のみを3次元データとして抽出することができた。

(2) 目的の人工知能を構築するためには、症例数が少なかったため、上記95例を85例の訓練データと10例のテストデータを1セットとして、合計9セットを用いた9-fold cross validation法により人工知能の診断能を検討した。各セットから得られた合計90例のテストデータを平均化した人工知能の浸潤成分(MIA/IVA)の診断能は、正確度73%、感度76%、特異度67%であり、AUC値は0.712であった。一方、上記の90例を用いて、経験の異なる3名の放射線科医の視覚的な診断能を評価した結果、経験年数8年の放射線科医では、正確度80%、

感度 96%、特異度 38%、AUC 値 0.665 を呈し、経験年数 9 年の放射線科医では、正確度 74%、感度 94%、特異度 21%、AUC 値 0.574 を呈し、経験年数 26 年の放射線科医では、正確度 83%、感度 97%、特異度 46%、AUC 値 0.714 を呈した。本研究により、少ないデータセットにもかかわらず、放射線科医と同等の正確度を有する人工知能を構築できた。また、AUC 値を比較すると、人工知能は、経験年数 26 年の放射線科医と同等のレベルであることが分かった。特に、今回のデータセットから構築した人工知能は、高い特異度を有していたことが分かった。
(論文化済：引用文献)

(3) 上記(2)の結果を踏まえ、多施設(広島大学放射線科、国立がんセンター中央病院放射線科)から、同じ診断基準で AIS、MIA、IVA の診断がなされた症例を収集し、合計 285 症例の



肺腺癌(75例の AIS、58例の MIA、152例の IVA)を対象に人工知能の精度向上を試みた。CT 画像パターン別の分布は、限局性すりガラス結節(38例の AIS、10例の MIA、6例の IVA)、部分充実型結節(35例の AIS、39例の MIA、69例の IVA)、充実型結節(2例の AIS、9例の MIA、77例の IVA)であった。

多施設の症例といえども症例数は少ないため、訓練データ：バリデーションデータ：テストデータ = 8 : 1 : 1 の割合でランダムに症例を分け、合計 10 セットを用いた 10-fold cross validation 法により人工知能の診断能を再検討した

図 2 ([左図]: 新 3D-CNN モデル)のごとく、新しい人工知能モデルを構築し、正確度 74.2%、感度 80.3%、特異度 67.1%、AUC 値 0.74 の診断能を得た。新しい人工知能モデルが、経験の異なる 3 名の放射線科医の診断能に与える影響は、下表(表 1)の通りであった。

表 1. 経験の異なる 3 名の放射線科医 (R1 : 9 年目、R2 : 14 年目、R3 : 26 年目) の人工知能使用前と使用後の診断能の比較。

評価者	正確度	P 値	感度	P 値	特異度	P 値	AUC	P 値
	%		%		%			
R1 (使用前)	70.0	< 0.05	52.1	< 0.0	90.5	< 0.05	0.71	0.897
R1 (使用後)	72.2		77.1	5	66.7		0.72	
R2 (使用前)	72.2	< 0.05	75.0	0.06	69.0	0.25	0.73	0.889
R2 (使用後)	74.4		85.4		61.9		0.74	
R3 (使用前)	74.4	0.125	89.6	0.50	57.1	0.50	0.73	0.893
R3 (使用後)	74.4		93.8		52.4		0.73	

本研究により、今回開発した人工知能モデルが、肺腺癌の浸潤成分を非侵襲的に予測することが可能であることが分かった。また、モデルのサポート下で放射線科医が診断を行った場合、経験年数の少ない放射線科医の正確度が有意に向上した。本研究では、特異度を犠牲に、感度を向上させるかたちになったが、総合的な診断能には有意な変化は認められなかったといえる。人工知能モデルを使用することで、少なくとも放射線科医の診断結果には何らかの影響が出ると思われる。将来的に、放射線科医への診断能を正確かつ効率良く向上させることのできる人工知能型の診断サポートシステムが開発され、臨床現場に導入されることに期待したい。
(論文化済：引用文献)

(4) 人工知能の着眼部位の視覚化には、術後肺腺癌と診断された73人(男40人、女33人)を対象とした。CT画像パターンは、限局性すりガラス結節が12例、部分充実型結節が34例、充実型結節が27例であった。人工知能は肺癌の浸潤成分を評価する際に、確実に肺結節に着目し、特に、結節外部の特徴を重要視していることが分かった。これは、放射線科医が診断するように、結節の辺縁の不整像や胸膜陥入像を診断の特徴量としている可能性がある。一方、MIAのように熟練した放射線科医でも診断が難しいような症例では、辺縁のみならず結節内部の特徴量(気管支透亮像など)も参考にして、人工知能は結果を出力しようとしていることが分かった。人工知能は診断過程が見えないため、結節とは関係のない情報を利用して、結果を導き出している可能性もあるわけだが、Grad-CAM画像やGuided-BPM画像を用いることで、人工知能が結節そのものの情報から、浸潤成分の判断を行っていることは少なくとも理解できた。ブラックボックスになっている人工知能の診断過程をホワイトボックス化することは、今後取り組むべき一つの課題と思われる。(第79回日本放射線医学総会にて発表済)

<引用文献>

Chae HD, Park CM, Park SJ, et al. Computerized texture analysis of persistent part-solid ground-glass nodules: differentiation of preinvasive lesions from invasive pulmonary adenocarcinomas. *Radiology*. 2014;273(1):285-93.

Yanagawa M, Tanaka Y, Leung AN, et al. Prognostic importance of volumetric measurements in stage I lung adenocarcinoma. *Radiology*. 2014;272(2):557-67.

Choong CK, Pasricha SS, Li X, et al. Dynamic four-dimensional computed tomography for preoperative assessment of lung cancer invasion into adjacent structures†. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015;47(2):239-43.

Hua KL, Hsu CH, Hidayati SC, et al. Computer-aided classification of lung nodules on computed tomography images via deep learning technique. *Onco Targets Ther*. 2015;4;8:2015-22.

Travis WD, Asamura H, Bankier AA, et al. The IASLC Lung Cancer Staging Project: Proposals for Coding T Categories for Subsolid Nodules and Assessment of Tumor Size in Part-Solid Tumors in the Forthcoming Eighth Edition of the TNM Classification of Lung Cancer. *J Thorac Oncol*. 2016;11(8):1204-1223.

Yanagawa M, Niioka H, Hata A, et al. Application of deep learning (3-dimensional convolutional neural network) for the prediction of pathological invasiveness in lung adenocarcinoma: A preliminary study. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(25):e16119.

Yanagawa M, Niioka H, Kusumoto M, et al. Diagnostic performance for pulmonary adenocarcinoma on CT: comparison of radiologists with and without three-dimensional convolutional neural network. *Eur Radiol*. 2021;31(4):1978-1986.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Yanagawa M, Niioka H, Hata A, Kikuchi N, Honda O, Kurakami H, Morii E, Noguchi M, Watanabe Y, Miyake J, Tomiyama N	4. 巻 98
2. 論文標題 Application of deep learning (3-dimensional convolutional neural network) for the prediction of pathological invasiveness in lung adenocarcinoma: A preliminary study.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Medicine (Baltimore)	6. 最初と最後の頁 e16119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/MD.0000000000016119.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 梁川雅弘、富山憲幸	4. 巻 59
2. 論文標題 肺癌の定量的CT診断	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 肺癌	6. 最初と最後の頁 29-36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2482/haigan.59.29	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 梁川雅弘	4. 巻 35
2. 論文標題 CTの被曝低減技術 - 逐次近似再構成法と人工知能を用いた画像再構成法 -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Respiratory medicine	6. 最初と最後の頁 446-454
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 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 Yanagawa M, Tomiyama N.	4. 巻 V3(N2)
2. 論文標題 Using Deep Learning Systems to Radiologically Predict Pathologic Invasiveness in Lung Adenocarcinoma.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IASLC LUNG CANCER NEWS	6. 最初と最後の頁 8,14
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 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 Yanagawa M, Niioka H, Kusumoto M, Awai K, Tsubamoto M, Satoh Y, Miyata T, Yoshida Y, Kikuchi N, Hata A, Yamasaki S, Kido S, Nagahara H, Miyake J, Tomiyama N.	4. 巻 31
2. 論文標題 Diagnostic performance for pulmonary adenocarcinoma on CT: comparison of radiologists with and without three-dimensional convolutional neural network.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Radiology	6. 最初と最後の頁 1978-1986
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00330-020-07339-x.	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24件 (うち招待講演 19件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Hata A, Yanagawa M, Yoshida Y, Miyata T, Kikuchi N, Tsubamoto M, Honda O, Tomiyama N.
2. 発表標題 The Combination of Deep Learning Based Denoising and Iterative Reconstruction on Ultra-Low-Dose Chest CT: Image Quality and Lung-RADS Evaluation.
3. 学会等名 Radiological Society of North America 105th Scientific Assembly and Annual Meeting. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hata A, Yanagawa M, Yoshida Y, Miyata T, Kikuchi N, Honda O, Tomiyama N. The Image Quality of the Newest Deep Learning Image Reconstruction on Chest CT.
2. 発表標題 The Image Quality of the Newest Deep Learning Image Reconstruction on Chest CT.
3. 学会等名 Radiological Society of North America 105th Scientific Assembly and Annual Meeting. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomiyama N.
2. 発表標題 Utility of CT volumetry and AI for the evaluation of pulmonary nodule
3. 学会等名 Qiantang International Conference on Oncology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富山憲幸
2. 発表標題 画像診断の現状と今後：コンピュータ支援診断・人工知能を含めて
3. 学会等名 第60回香川県放射線科医会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梁川雅弘、新岡宏彦、渡邊嘉之、本多修、秦明典、菊地紀子、宮田知、吉田悠里子、三宅淳、富山憲幸
2. 発表標題 Prediction of Prognosis in Part-solid Ground-Glass Nodules using Deep Learning System: Validation Analyses of Prognostic Results by Automated Volumetric Analysis.
3. 学会等名 第78会日本医学放射線学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梁川雅弘
2. 発表標題 人工知能は肺癌のどこを見て診断しているのか？ - ブラックボックスからホワイトボックスへの架け橋
3. 学会等名 Idiopathic Pulmonary Fibrosis Seminar（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梁川雅弘
2. 発表標題 「講演1 テーマ：胸部領域の診断」 胸部腫瘍性病変の画像診断 Up-To-Date
3. 学会等名 第22回 関西Radiology Update講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梁川雅弘
2. 発表標題 「肺腺癌の浸潤を考える」部分充実型結節を示す肺腺癌の浸潤について
3. 学会等名 第45回肺癌診断会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yanagawa M.
2. 発表標題 Quantitative Imaging of Pulmonary Nodules for Chest Radiologists.
3. 学会等名 Imaging in Hawaii（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yanagawa M.
2. 発表標題 Quantitative Imaging of Pulmonary Nodules: Current Status and Future.
3. 学会等名 Korea Congress of Radiology.（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 梁川雅弘、新岡宏彦、大東寛典、田川聖一、本多修、秦明典、菊地紀子、宮田知、三宅淳、富山憲幸
2. 発表標題 人工知能（深層学習）を用いた肺癌の画像診断：上皮内腺癌（AIS）、微少潤性腺癌（MIA）、浸潤性腺癌（IVA）の鑑別
3. 学会等名 第10回呼吸機能イメージング研究会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 梁川雅弘
2. 発表標題 人工知能が導く「肺癌の画像診断」：悪性度や予後予測への応用
3. 学会等名 第14回横断的腫瘍フォーラム（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 梁川雅弘
2. 発表標題 肺癌の画像解析: 定量化や人工知能が導くこれからの画像診断
3. 学会等名 第42回新潟肺癌研究会総会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 梁川雅弘
2. 発表標題 画像定量化や人工知能を用いた肺癌の画像診断
3. 学会等名 胸部腫瘍画像研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yanagawa M
2. 発表標題 KCR-JRS Conjoint Session 'AI for Thoracic Imaging'
3. 学会等名 The 79th Annual Meeting of the Japan Radiological Society（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yanagawa M
2. 発表標題 Resident Seminar 'Thoracic Imaging using AI for Residents'
3. 学会等名 The 79th Annual Meeting of the Japan Radiological Society (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yanagawa M, Niioka H, Yamasaki S, Miyata T, Yoshida Y, Hata A, Satoh Y, Miyake J, Nagahara H, Tomiyama N.
2. 発表標題 Elucidation of a Black Box using Gradient-Weighted Class Activation Maps (Grad-CAMs): What Aspects of CT Images Does Deep Learning See?
3. 学会等名 The 79th Annual Meeting of the Japan Radiological Society
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梁川雅弘
2. 発表標題 胸部画像診断における人工知能応用：悪性度や予後の予測、画質向上など
3. 学会等名 第12回呼吸機能イメージング研究会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梁川雅弘
2. 発表標題 シンポジウム：「肺癌検診及び診断の現状と今後の課題：X線、CT、PET、AIを含めて」：肺癌診断の最前線：CT・AI診断とマネジメント
3. 学会等名 第39回日本画像医学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梁川雅弘
2. 発表標題 死後画像診断学 総論 CT画像の基礎
3. 学会等名 令和元年度死因究明学コース（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梁川雅弘
2. 発表標題 胸部腫瘍におけるAIを用いた画像診断：現状と将来
3. 学会等名 第88回成人病公開講座（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梁川雅弘
2. 発表標題 胸部CT画像の基礎：診断のポイントから最新情報まで
3. 学会等名 放射線技術学会近畿支部ステップアップ臨床セミナー（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 富山 憲幸
2. 発表標題 画像診断の現状と今後：コンピュータ支援診断・人工知能を含めて
3. 学会等名 第34回愛媛放射線科医会総会・学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 富山 憲幸
2. 発表標題 画像診断の現状と今後：コンピュータ支援診断・人工知能を含めて
3. 学会等名 第64回日本呼吸器学会中国四国地方会（WEB開催）（招待講演）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 梁川雅弘、富山憲幸	4. 発行年 2020年
2. 出版社 日独医報	5. 総ページ数 8
3. 書名 マネジメントに苦慮する疾患 2.肺のすりガラス状結節に対するマネジメント	

〔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
研究分担者	新岡 宏彦 (Niioka Hirohiko) (70552074)	大阪大学・データバリティフロンティア機構・特任准教授 (常勤) (14401)	
研究分担者	富山 憲幸 (Tomiya Noriyuki) (50294070)	大阪大学・医学系研究科・教授 (14401)	
研究分担者	本多 修 (Honda Osamu) (80324755)	大阪大学・医学系研究科・講師 (14401)	削除：2019年6月24日

6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	三宅 淳 (Miyake Jun) (70344174)	大阪大学・国際医工情報センター・特任教授（常勤） (14401)	追加：2018年9月27日

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