

Title	画像自動解析を併用した非小細胞肺癌治療の革新的患者意思決定支援AIシステムの開発
Sub Title	Innovative patient-centered AI decision support system for non-small cell lung cancer therapy with integrated automated imaging analysis
Author	根本, 貴文(Nemoto, Takafumi)
Publisher	
Publication year	2025
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2024.)
JaLC DOI	
Abstract	現在、早期非小細胞肺癌（ NSCLC ）の治療は手術が第一選択であるが、ピンポイントの治療である定位放射線治療（ SBRT ）も普及してきている。しかし、手術とSBRTを比較したランダム化比較試験のような高いエビデンスの報告はなく、また各々に長所と短所があるので、特に手術可能な境界領域の患者にとっては患者と医師の相談できめていくこと（ Shared Decision Making ）が望ましい。我々は深層学習を用いて治療後の生存率や再発率を客観的に予測し、患者が理解しやすい意思決定支援ツール構築を目指す。 Surgical resection is the first-line treatment for early-stage non-small cell lung cancer (NSCLC), but stereotactic body radiation therapy (SBRT), a pinpoint radiation treatment, has also become increasingly common. However, there is a lack of high-level evidence such as randomized controlled trials comparing surgery and SBRT, and each treatment has its own advantages and disadvantages. Therefore, for patients on the borderline of surgical eligibility, shared decision-making between the patient and physician is essential. We aim to develop a decision support tool that objectively predicts post-treatment survival and recurrence rates using deep learning and presents the information in a way that is easy for patients to understand.
Notes	研究種目：研究活動スタート支援 研究期間：2023～2024 課題番号：23K19549 研究分野：放射線治療学
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_23K19549seika

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

令和 7 年 5 月 8 日現在

機関番号：32612

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2023～2024

課題番号：23K19549

研究課題名（和文）画像自動解析を併用した非小細胞肺癌治療の革新的患者意思決定支援AIシステムの開発

研究課題名（英文）Innovative Patient-Centered AI Decision Support System for Non-Small Cell Lung Cancer Therapy with Integrated Automated Imaging Analysis

研究代表者

根本 貴文（Nemoto, Takafumi）

慶應義塾大学・医学部（信濃町）・助教

研究者番号：50836468

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000 円

研究成果の概要（和文）：現在、早期非小細胞肺癌（NSCLC）の治療は手術が第一選択であるが、ピンポイントの治療である定位放射線治療（SBRT）も普及してきている。しかし、手術とSBRTを比較したランダム化比較試験のような高いエビデンスの報告はなく、また各々に長所と短所があるので、特に手術可能かの境界領域の患者にとっては患者と医師の相談できめていくこと（Shared Decision Making）が望ましい。我々は深層学習を用いて治療後の生存率や再発率を客観的に予測し、患者が理解しやすい意思決定支援ツール構築を目指す。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今後、深層学習による予後予測の研究はさらに発展していくと考えられる。しかし、医療データは必ずしも学習にすぐ使用できる状態ではなく、学習に利用するには、データの収集、構造化、前処理、アノテーションが必要である。本研究で使用した最小限の臨床情報は、比較的容易に取得可能であり、電子カルテから自動的に抽出できるレベルのものである。本研究では、そのような臨床情報を画像情報に追加するだけで予測精度が向上することを示した。これは、今後の深層学習を用いた予後予測研究において重要な知見となる。

研究成果の概要（英文）：Surgical resection is the first-line treatment for early-stage non-small cell lung cancer (NSCLC), but stereotactic body radiation therapy (SBRT), a pinpoint radiation treatment, has also become increasingly common. However, there is a lack of high-level evidence such as randomized controlled trials comparing surgery and SBRT, and each treatment has its own advantages and disadvantages. Therefore, for patients on the borderline of surgical eligibility, shared decision-making between the patient and physician is essential. We aim to develop a decision support tool that objectively predicts post-treatment survival and recurrence rates using deep learning and presents the information in a way that is easy for patients to understand.

研究分野：放射線治療学

キーワード：非小細胞肺癌 定位放射線治療 SBRT 予後予測 意思決定支援 人工知能 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。

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

早期非小細胞肺癌 (NSCLC) の標準治療は外科的切除であるが、手術困難な患者には定位放射線治療 (SBRT) が施行され、近年その普及が進んでいる。しかし、手術と SBRT を直接比較したランダム化比較試験のような高いエビデンスは不足しているため、特に手術適応の境界にある患者では医師と患者が話し合いながら治療法を決定する Shared Decision Making が重要である。一方で、患者側には基本的に十分な情報がなく、医師の経験を基に判断の材料を提供しても主観的、時には恣意的ととられかねない。

我々は過去に、SBRT を受けた NSCLC 患者の予後を分析し、胸膜接触や固形成分径の長さが癌特異的死亡率や全生存率の悪化に関連することを明らかにした。さらに、臨床データ (年齢、性別など) と医師が手動計測した画像データ (腫瘍径、胸膜接触の有無など) を用いて Neural Networks による予測モデルを構築し、良好な精度を得た。深層学習 (Deep Learning) は画像認識能力に優れているため、画像情報を自動的に評価することで測定の差異を軽減し、より客観的かつ自動的な予後予測が可能になる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、深層学習を用いて SBRT を受ける NSCLC 患者の治療成績 (生存率や再発率) を高精度で予測し、治療法的意思決定を支援することである。予測のブラックボックス化を防ぐため、意思決定プロセスが明確で説明可能なモデルの構築を目指す。

3. 研究の方法

SBRT を受けた連続患者のうち、clinical Tis-T4N0M0 NSCLC 患者を retrospective に同定した。SBRT 後のリンパ領域再発 (RR) と遠隔転移 (DM) を予測するための深層学習モデルを構築し、自施設と他施設の両方のテストセットを用いて精度を検証した。入力には SBRT 前の CT 画像と臨床情報を組み合わせた。入力情報によって、以下の 3 つのカテゴリに分けた。

- A. Image information only
- B. Image information + Minimal clinical information
- C. Image information + Comprehensive clinical information

全ての SBRT 前 CT 画像をウィンドウレベル -600 HU、ウィンドウ幅 1600 HU に設定し、横断面で腫瘍最大面にバウンディングボックスを設置した。バウンディングボックスの中心から 6 cm * 6 cm (横断面上) * 5 cm (頭尾方向) を 150 * 150 * 40 pixels として切り出し、入力する画像情報とした。モデルは Non-local Gate、Feature-wise Linear Modulation、Multimodal Co-Attention Transformer を試し、畳み込みは 2 次元と 3 次元の両方を試した。評価指数は Concordance index (C-index) を用いた。C-index は 0.5 がランダムで、1 が最も予測精度が良い。

4. 研究成果

以下の図のような結果が得られた。

A

RR control rate									
OCH test dataset					KUH test dataset				
Model	Dim	Category			Model	Dim	Category		
		A	B	C			A	B	C
linear	2	0.67	0.68	0.71	linear	2	0.60	0.67	0.63
	3	0.67	0.73	0.66		3	0.68	0.71	0.38
NL-gate	2	0.57	0.64	0.71	NL-gate	2	0.71	0.71	0.52
	3	0.62	0.72	0.73		3	0.65	0.73	0.56
FiLM	2	0.70	0.75	0.73	FiLM	2	0.59	0.58	0.65
	3	0.71	0.72	0.67		3	0.56	0.72	0.77
MCAT	2	0.81	0.82	0.74	MCAT	2	0.53	0.65	0.78
	3	0.73	0.79	0.56		3	0.69	0.73	0.34
MCAT + FiLM	2	0.81	0.80	0.76	MCAT + FiLM	2	0.89	0.89	0.50
	3	0.75	0.81	0.74		3	0.84	0.86	0.63
Average		0.70	0.75	0.70	Average		0.67	0.72	0.58

B

DM control rate									
OCH test dataset					KUH test dataset				
Model	Dim	Category			Model	Dim	Category		
		A	B	C			A	B	C
linear	2	0.61	0.67	0.73	linear	2	0.55	0.63	0.62
	3	0.63	0.68	0.71		3	0.57	0.65	0.68
NL-gate	2	0.54	0.64	0.69	NL-gate	2	0.52	0.61	0.64
	3	0.56	0.63	0.76		3	0.58	0.56	0.78
FiLM	2	0.64	0.70	0.67	FiLM	2	0.52	0.54	0.63
	3	0.65	0.68	0.68		3	0.54	0.56	0.56
MCAT	2	0.68	0.68	0.60	MCAT	2	0.63	0.63	0.50
	3	0.66	0.67	0.61		3	0.61	0.62	0.56
MCAT + FiLM	2	0.69	0.70	0.83	MCAT + FiLM	2	0.63	0.70	0.81
	3	0.67	0.70	0.82		3	0.68	0.69	0.53
Average		0.63	0.68	0.71	Average		0.58	0.62	0.63

A. RR control rate and B. DM control rate

Category A. Image information only, Category B. Image information + Minimal clinical information, Category C. Image information + Comprehensive clinical information.

OCHは自施設、KUHは他施設である。category A 画像情報のみに比して、category B 画像+最小限臨床情報はRRとDMの両方において、internal testとexternal testの両方でc-indexが有意に上昇した。モデルはMCAT+FiLMが最も良いc-indexを示した。一方で、category C 画像+全臨床情報ではc-indexは安定せず、category Aよりも上昇しなかった。この結果について現在論文投稿準備中である。

今後、深層学習による予後予測の研究はさらに発展していくと考えられる。しかし、医療データは必ずしも学習にすぐ使用できる状態ではなく、学習に利用するには、データの収集、構造化、前処理、アノテーションが必要である。本研究で使用した最小限の臨床情報は、比較的容易に取得可能であり、電子カルテから自動的に抽出できるレベルのものである。本研究では、そのような臨床情報を画像情報に追加するだけで予測精度が向上することを示した。これは、今後の深層学習を用いた予後予測研究において重要な知見となる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 1件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 根本 貴文
2. 発表標題 体にやさしい最新の放射線治療
3. 学会等名 第83回 日本医学放射線学会総会 レントゲン博士没後100周年記念「知っておきたい画像医学」（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K. Yamamoto , C. Han , T. Nemoto
2. 発表標題 Generative AI-based Face Anonymization Method On Head MRI Scans.
3. 学会等名 Radiological Society of North America 2024（国際学会）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 二上 菜津実, 根本 貴文
2. 発表標題 ChatGPTを用いた放射線治療QAレポートの作成
3. 学会等名 第6回日本メディカルAI学会学術集会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 根本 貴文, 二上 菜津実	4. 発行年 2024年
2. 出版社 株式会社メディカルアイ	5. 総ページ数 3
3. 書名 放射線科ではAI Chatはこう使う！RadFan 2024年2月号 Vol.22 No.2	

〔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
---------	---------