

令和 6 年 9 月 18 日現在

機関番号：13401

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H03908

研究課題名（和文）低侵襲ロボット支援解剖と人工知能（AI）を活用した医療関連死解析法構築

研究課題名（英文）Minimally invasive robot-assisted autopsy and artificial intelligence (AI) to construct a method for analyzing medicine related deaths

研究代表者

稲井 邦博 (Inai, Kunihiro)

福井大学・学術研究院医学系部門・准教授

研究者番号：30313745

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、医療事故死調査における病理解剖実施を妨げる原因となる、遺体の皮膚切開を必要最小限にする低侵襲解剖用ロボット開発の基盤技術構築と、低侵襲解剖によって不足する解剖情報を補完する手法の構築に焦点を当てた研究を行った。死因究明に最低限必要となる組織量の検討結果に基づき、2 x 3cm大で円筒上の組織を切削するロボットヘッド部を作成した。また、不足する解剖情報を補完するために、敗血症の客観的診断法、死後CTからの肺画像の高精細（超解像度）化、臓器重量推定方法とその活用方法、死後経過時間推定研究を試み一定の成果を見いだした。本研究は、新興感染症における解剖術者の安全確保へも応用が期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、医療関連死を含む死亡症例の正確な病態や死因究明を行うためには、基本的に全身解剖が必要であることを改めて認識させると共に、それが困難な場合は主要臓器からプレパレート各1枚の大きさ程度の組織採取が必須であることを明らかにした。また、近年、新興感染症が猛威を振るう中、解剖ロボットと外科ナビゲーションを連動させることにより、将来的に医療者安全に重要な遠隔解剖への道を拓く結果となった。さらに、今後、医学教育素材の一般公開を進めていく中で、革新的な医用画像教育の構築が可能となることも期待できる結果となった。

研究成果の概要（英文）：In autopsies of medically related deaths, injury to the body is often a barrier to obtaining family consent. This study focused on developing the basic technology for a minimally invasive autopsy robot that minimizes skin incisions while still allowing for the necessary sampling of major organs, and developing methods to supplement the missing autopsy information through minimally invasive autopsies. Based on the results of a study of the minimum amount of tissue needed to determine the cause of death, we developed a robotic head capable of cutting tissue on a cylinder 2 x 3 cm in size. In addition, we attempted to develop an objective diagnosis method for sepsis, a high-resolution (super-resolution) lung image from postmortem CT, an organ weight estimation method and its application, and a postmortem time estimation method to supplement the insufficient autopsy information. Our findings would also help protect medical personnel from emerging infections.

研究分野：病理学

キーワード：病理解剖用ロボット 医療事故調査 医工連携 オートプシー・イメージング 人工知能

1. 研究開始当初の背景

医療事故調査はカルテレレビューと根本原因分析法で構成されるが、医療関連死の場合には医学的解析も必須である。しかし、解析の根幹をなす病理解剖は病理医不足や遺族感情から実施困難な状況にある。そこで、本研究は医工連携で遺体損傷を最小化できるロボット活用「低侵襲解剖」に、解剖情報を補完する人工知能 (AI) 支援「死亡時画像診断 (Ai-CT)」と「検体検査」を併用した医療関連死の原因究明法を確立する。

具体的には診断精度の観点から「低侵襲解剖」に必要最低の標本を摘出可能な解剖用ロボットを開発する。次に低侵襲解剖を補完・診断支援を担う AI を開発する。さらに教育システムを構築し医育面からも解析能向上を目指す。

2. 研究の目的

本研究では、申請者が「新学術領域研究：多元計算解剖学」で培った医用画像・医用ロボット工学研究者と、人体病理学研究者の英知を結集し、全身病理解剖の死因究明精度を基準として、最小侵襲解剖または低侵襲解剖標本のみ、それに Ai-CT、検体検査結果を追加した場合の死因究明率を、それぞれ層別化して比較検討し、低侵襲解剖を可能とする必須解析事項を明らかにするとともに、低侵襲 (= 必要最小の遺体切開) で試料採取・計測・記録を可能とする解剖ロボットを作成する (Primary endpoint)。次に、蓄積した膨大な Ai-CT を深層学習させて人工知能 (AI) 化し、Ai-CT 診断・解析支援システムを構築する (Secondary endpoint)。さらに、付随研究として立体固定臓器の Ai-CT とマイクロ CT 画像を用い、試作済みの3次元化した肺の表面から任意断片で CT とマイクロ CT 画像を閲覧できる Ai-CT 教育用 e-text の内容充実と、高細密 CT 画像作成技術の更なる高度化を目指す (図2)。

3. 研究の方法

病理解剖摘出材料 (臓器、血液) を用い、通常の病理解剖結果で得られる直接死因を基準として、最小侵襲解剖 (標本量: 各 0.2cm x 1.5cm 大) と低侵襲解剖 (標本量: 各 2cm x 3cm 大) からの直接死因の正解率を比較検証した。次に、解剖時に採取した血液の培養結果、独自に疾患概念を確立した血球貪食組織球過剰症 (polyhemophagocytosis: PHP)、血清中プロカルシトニン簡易検査結果から、医療関連死でしばしば経験される敗血症の客観的解剖診断に繋がる診断指針の構築、並びに敗血症で分離される病原微生物の特徴について、細菌学的に検証した。

低侵襲病理解剖用ロボットを開発するために、設計後、臓器反力・破壊力の観点から、臓器標本摘出のための至適条件を医用ロボット工学的に確立し、食品などを用いて切削精度を検証した。

低侵襲解剖に伴う解剖情報不足を補完するために、(a) 時系列的に死後変化が出現する死後の肺 CT 画像を用いて、死後変化を人工知能 (AI) に学習させることで、死後経過時間の推定が可能となるか検証するとともに、(b) 以前の研究で独自開発した手法を駆使して、CT 画像から臓器重量 (体積) 変化を算出し、経時的に観察することで臓器萎縮や腫大にかかる変化を速度論的に観察できる方法の確立を行った。

上記と共に、ハイツマン法を基盤として独自に改良した手法を用いて、ヒト解剖摘出肺から立体固定肺を作成した。この立体固定肺を、臨床用 CT、工業用マイクロ CT 撮影することで、これらを用いた臨床用 CT 画像の高精細化 (超解像) 方法の確立、並びに医用画像教育用の構築を行った。

4. 研究成果

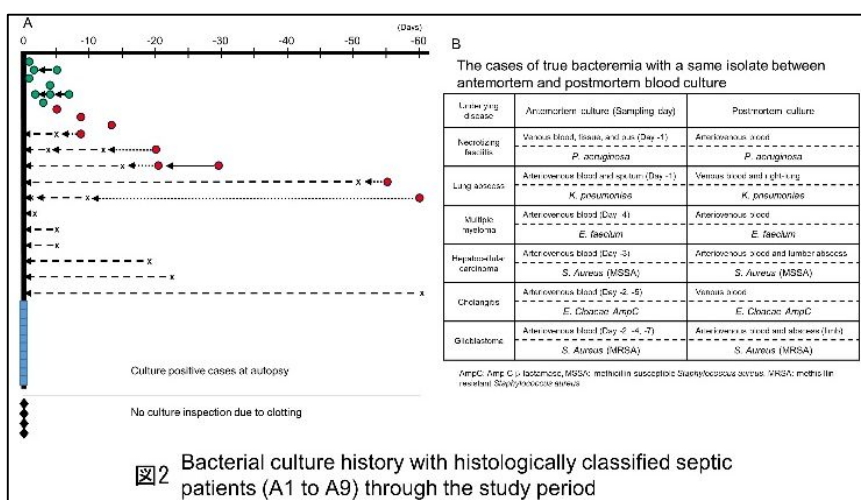
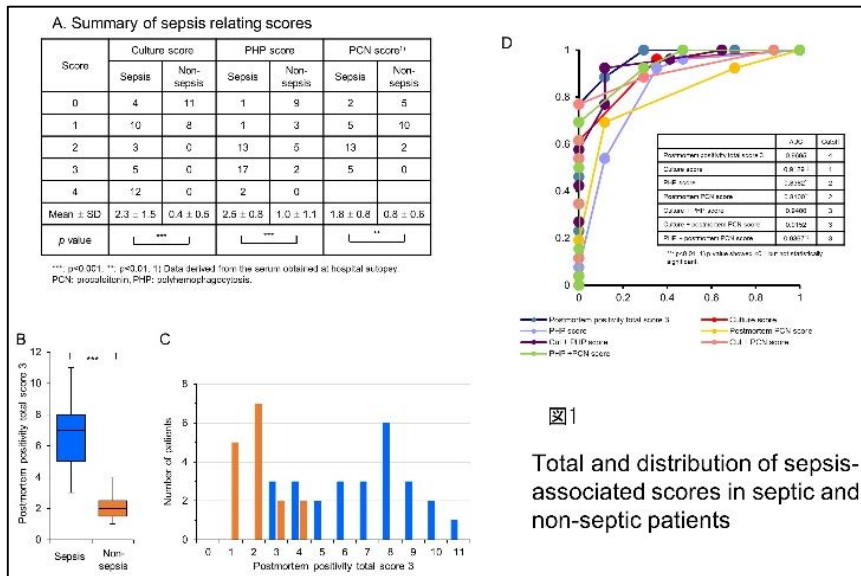
全身解剖、最小侵襲解剖、低侵襲解剖の診断精度の比較検証

病理解剖における主要臓器 (心臓、肺、肝臓、腎臓、脾臓) の採取標本量の差によって、どの程度正しく直接死因が究明できるかについて、全身解剖から得られた直接死因を指標に、最小侵襲解剖 (標本量: 各 0.2cm x 1.5cm 大) と低侵襲解剖 (標本量: 各 2cm x 3cm 大) からの直接死因の正解率を比較検証した。最小侵襲解剖における正解は 7/21 例、低侵襲解剖における正解は 16/21 例と両者の間に有意な差が認められた ($P=0.0053$)。この結果から最小侵襲解剖 (いわゆる針生検検体) だけを用いた死因究明精度は、極めて限定的であると結論づけた。

無菌的採取血液による血液培養、敗血症、血栓症、薬物検査併用に伴う解剖精度検証

我々の研究では、原死因 (基礎疾患) によって頻度は異なるものの、直接死因の 1/3 ~ 1/2 が感染症に依ることが明らかになっている。このうち、病理解剖による診断が困難なものの一つ

に敗血症が存在する。そこで、53例の病理解剖症例から敗血症の病態解析に繋がる新たな指標の構築を検討した。血液培養結果、PHP、血中プロカルシトニン値をスコア化すると、敗血症症例はこれらのスコアが有意に増加し、この3者を活用した敗血症症例のROC曲線下面積が最も高値を示した(図1)。また、生前に敗血症(菌血症)が証明された症例のうち、解剖時にも同じ菌種が同定されたものは、死亡3.5 ± 2.3日前(範囲1~7日前)に分離されていたが、それ以前に血液培養が陽性となった症例では菌交代が生じていた。すなわち、病理解剖で認識される菌種は、死亡前7日前までに侵入したものを観察していることが明らかになった(図2)。さらに、化膿性腹膜炎などで胆汁中に複数菌が含まれる場合でも、血液中に移行するのは1~3種類と菌の選択が生じることも明らかになった(図3)。



臓器反力・破壊力計測とそれに基づく低侵襲病理解剖用ロボットの開発。医療関連死では、遺族の心情を含めると遺体を広範に切除する病理解剖の実施がしばしば困難である。一方、その成果も含めると、死因究明を行うには主要臓器からプレパラート1枚程度の病理組織を入手することが可能となれば、相当量の情報を入手出来ると推定される。そこで、遺体の広範な皮膚切開の低減を可能とする低侵襲病理解剖用ロボットの開発に着手した。工学研究者との打ち合わせの後、図4に示す設計概念図に基づいて具体的な開発に着手した。実際の臓器切削ドリルの動きには単方向回転、双方向回転が考えられるため、文献並びに実験を行い、単方向回転の優位性を確認した。その結果に基づく詳細設計を図5に示す。この詳細設計に基づき開発したのが図6になる。本研究に引き続き、2024年度から基盤Aを取得できたため、引き続きこのシステムをロボット

Isolates from pus/abscess or entry sites	Postmortem blood culture
Intrafemoral muscle <i>E. coli</i>	Venous blood <i>E. coli</i>
Pyogenic ascites <i>S. haemolyticus</i> <i>E. faecium</i> <i>C. innocuum</i>	Arteriovenous blood <i>E. faecium</i>
Sputum <i>Aspergillus spp</i>	
Ascites <i>E. coli</i> ESBL <i>K. pneumoniae</i> <i>E. avium</i> <i>E. raffinosus</i> <i>R. mucilaginosa</i>	Arteriovenous blood <i>E. coli</i> ESBL
Pyogenic ascites <i>C. perfringens</i> <i>K. pneumoniae</i> <i>S. gallolyticus</i> <i>a-Streptococcus</i> <i>Lactobacillus spp</i>	Arteriovenous blood <i>C. perfringens</i>
Ulcer base <i>C. perfringens</i> <i>K. pneumoniae</i> <i>S. gallolyticus</i> <i>a-Streptococcus</i>	
Pus <i>S. anginosus</i> <i>E. coli</i>	Arterial blood <i>E. coli</i>
Right-lung <i>S. aureus</i> <i>S. mitis/oralis</i> <i>S. agalactiae</i> <i>C. albicans</i> <i>C. kefyr</i>	Vena cava (venous blood) <i>E. coli</i> <i>S. agalactiae</i>
Pyogenic bile <i>C. freundii</i> AmpC <i>K. pneumoniae</i> <i>E. faecium</i> <i>M. Morganii</i>	Arteriovenous blood <i>K. pneumoniae</i> <i>E. faecium</i> <i>E. coli</i>
Liver abscess <i>K. pneumoniae</i> <i>E. faecium</i> <i>E. coli</i> <i>M. Morganii</i>	

The cases of true bacteria at autopsy including same microbes isolated at entry sites. 図3

アームに接続して遠隔操作可能なように、円筒カッター部分の振動制御などの技術開発を継続研究中である。

AI を活用した肺 Ai-CT 画像からの死後経過時間推定法の確立と検証

医療関連死において死因究明を困難にする原因の一つに、深夜帯などに院内で認知されないまま死亡し翌朝発見される場合がある。これは、いったい何時死亡したのか、実際の死亡直前に患者にどのようなことが生じていたのか、なぜ長時間認知されなかったのかなどの不明事項が多く、しばしば原因究明が困難となるからである。現在、院内死亡では積極的に死後 CT 撮影が実施されている。そこで死後 CT 画像の肺に生じる経時的な死後変化に基づく、死後経過時間の推定が可能化について検討した。正常なミニブタを安楽死後、24 時間まで 1 時間ごとに死後 CT を撮影し、その画像を Convolutional Autoencoder を用いて AI 学習させ、ヒトの死後 CT 画像から死後経過時間の推定を検討した。結果は、平均絶対誤差は 9.56 時間と正解データからは大きな隔たりがあった (図 7) が、推定死後経過時間が大きく外れた症例は、肺炎など既存の肺疾患が存在する症例であった。現時点では肺炎の影響に対応できていないが、肺疾患を有さない院内突然死においての誤差は 2 時間程度までに収まることが多く、解析症例を限定するなどの問題は含まれているが、有効な方法の一つとなる可能性が推定された。

Ai-CT 画像からの臓器重量推定法の確立

低侵襲解剖は通常的病理解剖に比べて得られる情報には限界があり、死後 CT などの画像診断から情報不足を補完する必要がある。そこで、CT 画像を用いて生前からの経過を踏まえた病態解析が可能となるか、経時的な肝重量 (または体積) 変化率から肝萎縮 (肝硬変) の原因推定が可能となるか検討した。我々が確立した CT 画像から推定した肝体積に CT 値に応じた肝比重を乗する方法で得られた肝重量の年余に亘る変化を変化率として表すと、図 8 に示すようにその方向性が大きく 3 つに分かれる可能性が認められた。一般に、アルコール性を含む脂肪肝由来の萎縮速度は緩徐で、抗癌剤投与に伴う薬剤性肝硬変症例では萎縮速度は急激であった。この方法は、生前からの経過を客観的に観察できる方法であり、解剖情報の不足を補完するための CT 画像活用法の一例と考え、現在も継続研究を行っている。

CT 画像の超解像度化・精細化技術の

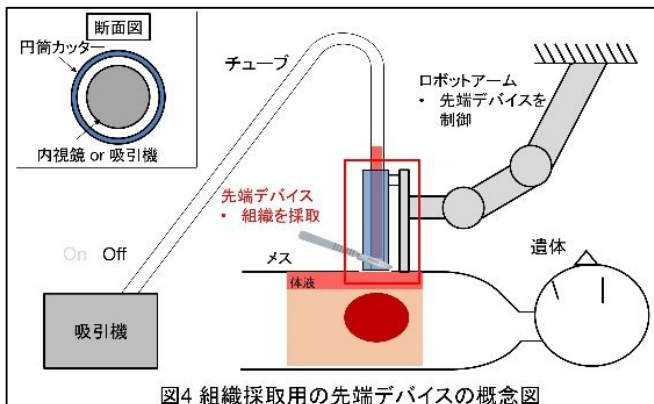


図4 組織採取用の先端デバイスの概念図

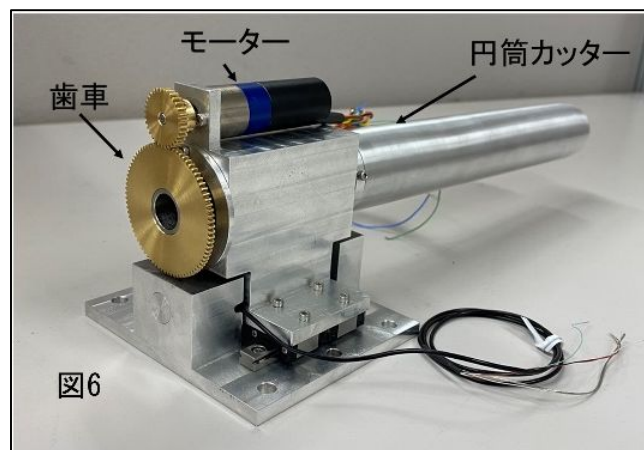
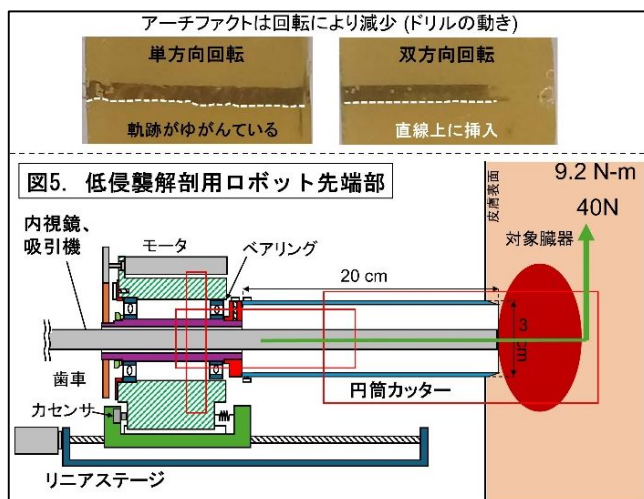


図6

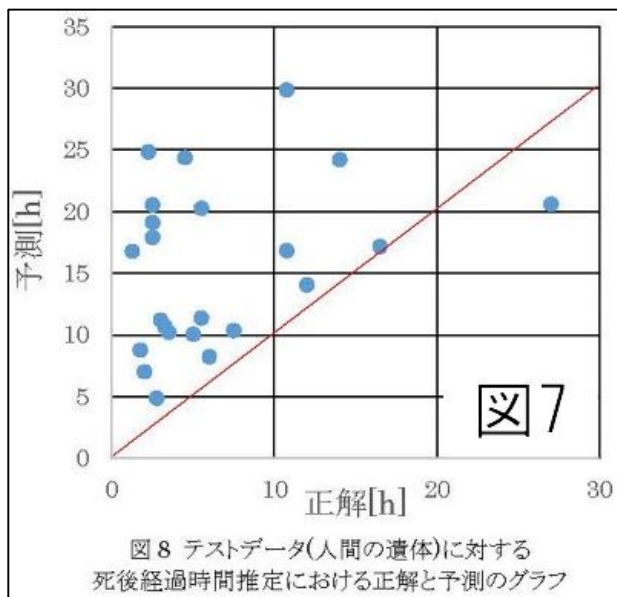


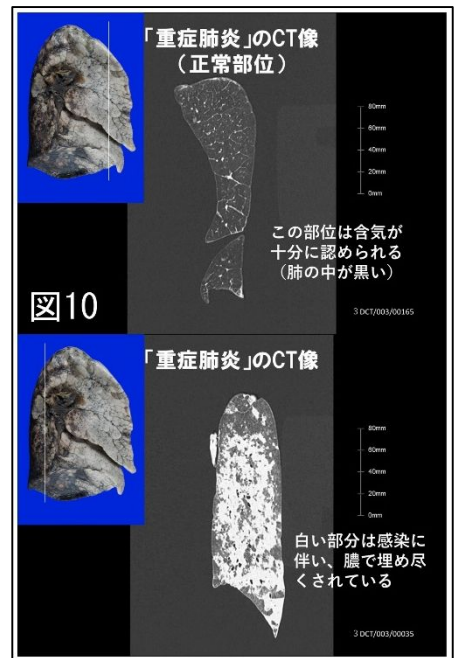
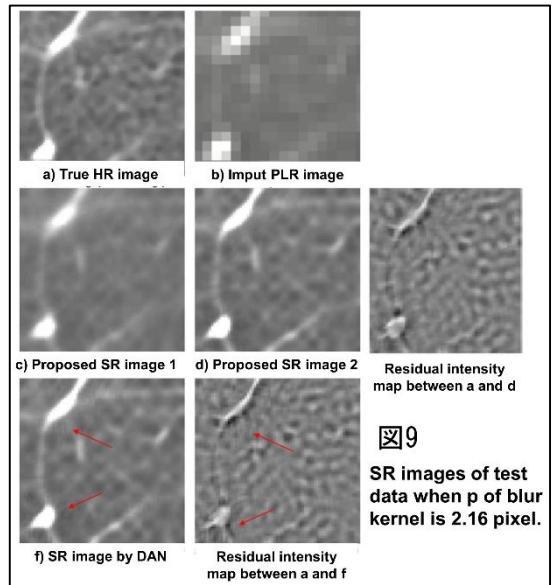
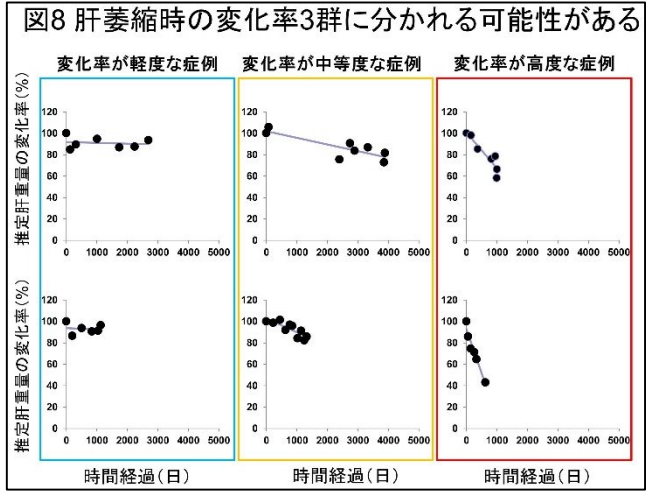
図 8 テストデータ(人間の遺体)に対する死後経過時間推定における正解と予測のグラフ

確立

画像からの情報を引き出す方法として、画像の解像度を高めることが考えられるが、生体用の診断装置においては被曝量の関係もあり、通常の方法では限界がある。そこで、同一検体を臨床用CT画像と解像度の高い工業用マイクロCT装置で撮影し、これらを学習データとしてAIに学習させ、臨床用CT画像を高精細化させることを検討した。そのために、まず病理解剖で摘出した肺を、ポリエチレングリコール、ホルマリン、エタノールからなる固定液で加圧固定（伸展固定）し、引き続き10cm水圧で肺内の固定液を除去して立体固定肺を作成し、これを活用した研究に着手した。これまでに、対応する臨床用CTとマイクロCTの単純な組合せの学習を皮切りに、学習方法の変更、AIが作成する偽画像やmotion blurへの対応（図9）を検討してきた。これらにより、概ね8倍の高精細化を可能としてきたが、引き続き学習方法の改善やフォトンカウンティングCT画像も併用した学習方法を検討しており、2024年度からの基盤Aで継続研究を進めていく。

医用教育用の学習教材構築

解剖摘出肺から作成した立体固定肺を用いて、匿名化した上でその内部を臨床用CT、工業用マイクロCTで撮影した画像教育用素材を多数準備してきた（図10）。2024年度から、自身で新たに獲得した基盤Aの資金を用いて、現在それらを安全に配信できるためのシステム構築に着手しており、医用画像教育並びに研究促進目的で、準備が整い次第順次一般公開していく。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 19件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 宇野美雪、樋口翔平、八田聡美、木下一之、法木左近、後藤伸之、内木宏延、稲井邦博	4. 巻 18
2. 論文標題 肝胆膵疾患領域における医療関連死解析に寄与する介入死因データベース	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 医療の質・安全学会誌	6. 最初と最後の頁 3-16
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 K. Inai, D. Kim, N. Takano, M. Uno, S. Noriki, H. Naiki, E. Kobayashi.	4. 巻 17
2. 論文標題 Pathological evaluation of human pancreatic tissue injuries by machine compression for computer-aided safe pancreatic compression devices.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Int J CARS	6. 最初と最後の頁 54-55
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11548-022-02635-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 -
1. 著者名 S. Bhardwaj, K. Inai, H. Kimura, S. Kido, A. Shimizu	4. 巻 17
2. 論文標題 Blind super resolution of lung CT scans using Wiener deconvolutio	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Int J CARS	6. 最初と最後の頁 27-29
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11548-022-02635-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 -
1. 著者名 法木 左近、丸山 力哉、江端 清和、稲井 邦博	4. 巻 20
2. 論文標題 2022年のオートブシーイメージングの動向 オートブシーイメージングと病理学	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Rad Fan	6. 最初と最後の頁 66-69
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 K Ebata, S Noriki, K Inai, H Kimura.	4. 巻 21
2. 論文標題 Changes in magnetic resonance imaging relaxation time on postmortem magnetic resonance imaging of formalin-fixed human normal heart tissue.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BMC Med Imag	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12880-021-00666-5	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 稲井邦博, 宇野美雪, 法木左近.	4. 巻 20
2. 論文標題 AiからAIへの展開を可能とする必須条件とは.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Rad Fan	6. 最初と最後の頁 15-20
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 法木左近, 江端清和, 稲井邦博.	4. 巻 19
2. 論文標題 ホルマリン固定臓器のMR.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Rad Fan	6. 最初と最後の頁 65-68
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 平野靖, 松本惇, 木戸尚治, 稲井邦博.	4. 巻 19
2. 論文標題 ディープラーニングを用いたAi-CTに対する死後経過時間推定に有効な画像特徴の発見.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Rad Fan	6. 最初と最後の頁 20-22
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 L Ma, N Tomii, J Wang, H Kiyomatsu, H Tsukihara, E Kobayashi, I Sakuma.	4. 巻 145
2. 論文標題 Robust and fast laparoscopic vision-based ultrasound probe tracking using a binary dot array marker.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Computers in Biology and Medicine	6. 最初と最後の頁 104506-104527
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.combiomed.2022.105406	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 K Yamamoto, K Hara, HL Mizuno, K Ishikawa, E Kobayashi, Y Akagi, I. Sakuma A	4. 巻 13
2. 論文標題 A biomechanical approach to investigate the applicability of the Lake-Thomas Theory in porcine aorta.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Integrated Engineering	6. 最初と最後の頁 89-97
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.30880/ijie.2021.13.05.010	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 MR Liyanaarachchi, K Shimazoe, H Takahashi, K Nakagawa, E Kobayashi I Sakuma	4. 巻 16
2. 論文標題 Development and evaluation of a prototype detector for an intraoperative laparoscopic coincidence imaging system with PET tracers.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery	6. 最初と最後の頁 29-39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11548-020-02282-0.	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 A Michikawa, T Yoshida, S Kuroki, T Ishikawa, SKakei, R Kimizuka, A Saito, H Yokota, A Shimizu, S Itohara, A Miyawaki	4. 巻 37
2. 論文標題 Distributed sensory coding by cerebellar complex spikes in units of cortical segments.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cell Reports	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2021.109966.	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 M Tanaka, ASaito, K Shido, Y Fujisawa, K Yamasaki, M Fujimoto, K Murao, Y Ninomiya, S Satoh, A Shimizu	4. 巻 16
2. 論文標題 Classification of large scale image database of various skin diseases using deep learning.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Int J CARS	6. 最初と最後の頁 1875-1887
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11548-021-02440-y	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 M Ogino, Z Li, A Shimizu.	4. 巻 9
2. 論文標題 Augmented Radiology: Feature Space Transfer Model for Prostate Cancer Stage Prediction.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 102559-102566
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2021.3098038	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 S Mabu, M Miyake, T Kuremoto, S Kido	4. 巻 16
2. 論文標題 Semi-supervised CycleGAN for domain transformation of chest CT images and its application to opacity classification of diffuse lung diseases.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Int J CARS	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11548-021-02490-2	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 N Asatani, T Kamiya, S Mabu, SKido	4. 巻 94
2. 論文標題 Classification of respiratory sounds using improved convolutional recurrent neural network.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Computers & Electrical Engineering	6. 最初と最後の頁 107367-107370
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.compeleceng.2021.107367	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 平野靖, 木戸尚治	4. 巻 38
2. 論文標題 びまん性肺疾患症例のCT画像に対する診断支援.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 医用画像情報学会雑誌	6. 最初と最後の頁 50-52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11318/mii.38.50	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 E Kobayashi, S Tsuchiya, Y Akagi, N Tomii, K Nakagawa, K Inai, Y Muragaki, T Asano, D Kim.	4. 巻 27
2. 論文標題 A novel reaction force-fluorescence measurement system for evaluating pancreatic juice leakage from an excised swine pancreas during distal pancreatectomy.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Hepato-Biliary-Pancreatic Science	6. 最初と最後の頁 877-886
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jhbp.775	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 一氏良仁, 間普真吾, 八田聡美, 稲井邦博, 木戸尚治	4. 巻 38
2. 論文標題 CycleGAN を用いた甲状腺組織画像のドメイン変換と識別システムへの応用.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日医用画像工学会予稿集	6. 最初と最後の頁 111-118
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 平野 靖, 神谷 亨, 木戸 尚治	4. 巻 38
2. 論文標題 多元計算解剖学における高度知能化診断	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Medical Imaging Technology	6. 最初と最後の頁 217-228
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11409/mit.38.217	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 櫛部光哉, 平野靖, 木戸尚治, 木下一之, 稲井邦博, 法木左近.	4. 巻 38
2. 論文標題 V-Netを用いたAi-CTに対する肝臓領域抽出手法の開発と肝臓の質量推定への応用.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日医用画像工会予稿集	6. 最初と最後の頁 117-123
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 森正樹, 木戸尚治, 津森太亮, 平野靖, 稲井邦博, 樋口翔平, 今村好章.	4. 巻 59
2. 論文標題 深層学習 (deep learning) を用いた人工知能構築に要する子宮頸部細胞取得倍率についての検討.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本臨床細胞学会雑誌	6. 最初と最後の頁 174-180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5795/jjsc.59.174	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 M Yanagawa, H Niioka, M Kusumoto, K Awai, M Tsubamoto, Y Satoh, T Miyata, Y Yoshida, N Kikuchi, A Hata, S Yamasaki, S Kido, H Nagahara, J Miyake, N Tomiyama.	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 2020年
3. 雑誌名 European Radiol	6. 最初と最後の頁 1-9
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8件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 宇野美雪, 稲井邦博, 西島昭彦, 法木左近, 内木宏延, 後藤伸之
2. 発表標題 抗がん剤性肝硬変の鑑別における鑑別における肝体積萎縮速度の活用に関する検討
3. 学会等名 第32回日本医療薬学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. Inai, D. Kim, N. Takano, M. Uno, S. Noriki, H. Naiki, E. Kobayashi.
2. 発表標題 Pathological evaluation of human pancreatic tissue injuries by machine compression for computer-aided safe pancreatic compression devices
3. 学会等名 36th International Congress and Exhibition, CARS 2022 Computer Assist Radiology and Surgery (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S. Bhardwaj, K. Inai, H. Kimura, S. Kido, A. Shimizu
2. 発表標題 Blind super resolution of lung CT scans using Wiener deconvolutio
3. 学会等名 36th International Congress and Exhibition, CARS 2022 Computer Assist Radiology and Surgery (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 八田聡美, 樋口翔平, 稲井邦博, 今村好章, 一氏良仁, 間普真吾, 本谷秀堅, 木戸尚治, 内木宏延
2. 発表標題 深層学習を用いた甲状腺癌の識別
3. 学会等名 第111回日本病理学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 稲井邦博
2. 発表標題 AIからAIに向けての必然的な研究の進展.
3. 学会等名 第19回オートプシー・イメージング学会学術総会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 稲井邦博
2. 発表標題 死のプロセスから見て、医療関連死調査で求められる要件とは.
3. 学会等名 第16回医療の質・安全学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宇野美雪, 稲井邦博
2. 発表標題 医療事故死調査における介在死因の活用.
3. 学会等名 第16回医療の質・安全学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小林英津子, 園田浩多, 原一晃, 稲井邦博
2. 発表標題 低侵襲病理解剖用ロボット-組織採取用先端デバイスの開発と評価
3. 学会等名 第16回医療の質・安全学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 S. Kido, S. Mabu, T. Kamiya, Y. Hirano, R. Tachibana and K. Inai.	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Springer Nature	5. 総ページ数 130
3. 書名 Clinical Applications of MCA to Diagnosis. Multidisciplinary Computational Anatomy: Toward Integration of Artificial Intelligence with MCA-based Medicine.	

〔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	小林 英津子 (Kobayashi Etsuko) (20345268)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・教授 (12601)	
研究分担者	法木 左近 (Noriki Sakon) (30228374)	福井県立大学・看護福祉学部・教授 (23401)	
研究分担者	清水 昭伸 (Shimizu Akinobu) (80262880)	東京農工大学・工学(系)研究科(研究院)・教授 (12605)	
研究分担者	木戸 尚治 (Kido Shoji) (90314814)	大阪大学・大学院医学系研究科・特任教授(常勤) (14401)	
研究分担者	平野 靖 (Hirano Yasushi) (90324459)	山口大学・医学部附属病院・准教授 (15501)	

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