

2024 年度 医学研究活動助成 結果報告書

2026 年 3 月 9 日提出

公益財団法人 西川医療振興財団

代表理事 西川 猛 殿

研究題目：骨加工における職人的技術、暗黙知のデジタル化とロボットでの再現

申請者：藤森 孝人

所属施設名：大阪大学大学院医学系研究科

1. 研究成果（600 字以上 1,000 字以内に纏めて下さい）

現在、脊椎外科においてロボット技術は椎弓根スクリュー挿入のナビゲーション等に活用されているが、骨切削を伴う除圧手技への応用報告は少ない。本研究では、脊椎手術における椎弓切除の自動化を目指し、汎用的な協働ロボットとオープンソースソフトウェア（OSS）を用いて自動化することのコンセプト検証を行った。

【方法】

市販動物脊椎検体（7 検体 14 断面）を用い、骨セメントによる固定後に CT 撮影を実施した。取得した DICOM データから OSS の一種である 3D Slicer を用いて椎骨の 3D モデルを生成した。次に、ロボットシミュレーションソフトウェア、RoboDK 上に仮想環境を構築し、残存皮質骨厚 1.0mm を目標とする加工パスを計画した。ハードウェア面では、6 軸協働ロボットに高速スピンドル、6mm 径スチールバーを自作治具により統合し、シミュレーションに基づいた自動切除を実施した。

【結果】

平均掘削時間は 60.3 ± 9.1 秒（範囲 40-72 秒）であった。残存椎弓厚は 28 測定点の平均で 0.85 ± 0.97 mm（範囲 0.0-4.52mm）であった。28 測定点中 22 点（78.6%）で皮質骨の残存を認め、6 点（21.4%）で過切除（骨厚 0mm）となった。骨残存点における平均骨厚は 1.08 ± 0.98 mm であった。1 測定点で計画から大きく逸脱する残存椎弓厚（4.52mm）を認めた。全断面で硬膜損傷は認めなかった。

【結論】

本研究により、協働ロボットによる自動椎弓切除の実現可能性を示した。臨床応用には術中の対象物の変動や個体差の問題などがある。今後は、外科医やロボットの掘削データを取得しながら、リアルタイムフィードバック制御アルゴリズムの実装などの研究を行う予定である。

2. 研究成果を発表した学会名、又は学会誌名（予定の場合はその旨を明記して下さい）

第 1 回 運動器 SaMD 研究会学術集会

第 20 回 日本 CAOS 学会

第 55 回 日本脊椎脊髄病学会学術集会（2026 年 4 月 18 日発表予定）

The 52nd ISSLS Annual Meeting in Cape Town（2026 年 5 月 15 日発表予定）

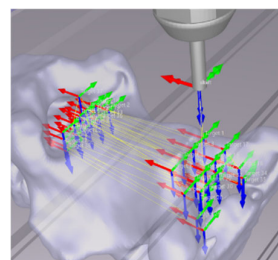


図 1: 3D モデルと掘削計画



図 2: システム実機外観



図 3: 切削結果

※結果報告書は、当財団ホームページにて公開いたします。

※助成期間終了後 1 か月以内に提出してください。（助成期間：2025 年 3 月～2026 年 2 月末、提出期限：2026 年 3 月末まで）

※報告書の提出は PDF に変換、メールへの添付をお願いします。郵送による提出は不要です。

2024年度 医学研究活動助成 結果報告書

2026年 3月 吉日提出

公益財団法人西川医療振興財団

代表理事 西川 猛 殿

研究題目：循環器・腫瘍領域を含む幅広い症例を対象とした医療相談支援システムの開発	
研究代表者氏名：澤野晋之介	所属機関名：朝日生命成人病研究所（主任研究員）、 東京大学医学部附属病院循環器内科（学術支援専門職員）
<p>はじめに、公益財団法人西川医療振興財団より本研究開発に対し多大なるご支援を賜りましたことに、心より御礼申し上げます。あわせて、本研究開発をご支援いただき試験運用にご協力いただいた医師の皆様および関係者の皆様に、深く感謝申し上げます。</p> <p><u>1. 研究成果（600字以上1,000字以内に纏めて下さい）</u></p> <p>本研究では、医師不足地域における循環器領域に加えて腫瘍関連症例を含む幅広い症例を対象に、遠隔で医師同士が議論できるAI支援型チャット相談基盤の開発と試験運用を行った。特に、専門医へ相談する前段階で症例情報を整理し、必要に応じて追加情報を確認したうえで議論へつなぐ流れを検討した。医療現場では、情報は存在していても判断に必要な形へ整理されていないことが少なくなく、本研究ではこの点を補う今後のシステム開発の視点も含めて試験運用を進めた。</p> <p>試験運用では、40名の医師に協力を得て、約1.5か月の期間に23症例の相談を実施した。対象症例には、心不全、不整脈、周術期評価、抗がん治療に関連する循環器管理など、単一領域に限定されない実臨床上の相談が含まれた。その結果、93%の症例はチャット上の助言で対応方針の整理が可能であり、報告書作成準備時間はAI支援により65%削減可能であることが示された。一方で、初回応答までの時間は中央値5.6時間、課題解決までの時間は中央値23時間、平均チャット往復数は4.5回であり、画像利用率は43%であった。これらの結果から、情報整理や初期応答の一部をさらに自動化することで、相談対応の効率を一層高められる余地が確認された。</p> <p>また、試験運用の結果をもとに初期導入時の経済効果を試算したところ、専門医対応コストや患者搬送コストを考慮しても、追加の搬送・入院回避による潜在的な医療費削減効果が見込まれ、1症例あたり約9万円の医療費削減可能性が現状示唆されている。以上より、本研究で構築した仕組みは、専門医が限られる地域において循環器・腫瘍を含む幅広い症例の医療相談窓口として活用し得ることが示唆された。特に、専門医へのアクセスそのものだけでなく、相談前の情報整理を支援することでチャット往復回数を削減する点にも実用上の意義があると考えられた。今後は、症例数を増やし、相談後の診療行動変容や患者アウトカムとの関連の検討が望まれる。（806文字）</p> <p><u>2. 研究成果を発表した学会名、又は学会誌名（予定の場合はその旨を明記して下さい）</u></p> <p>【報告済み】第90回日本循環器学会学術集会 プレナリーセッション 「循環器病学におけるAIの進化と生成技術の活用 / Advances in AI and the use of generative technology in cardiology」 演題名：AI-Agent Driven Chat Platform for Specialist Collaboration: A Foundation for the Future of Cardiovascular Medicine</p> <p>【報告予定】第280回日本循環器学会関東甲信越地方会 Clinical Research Award セッション 演題名：生成AIを併用した医師間の遠隔チャットコンサルテーションの有用性 発表予定日：2026年6月13日</p>	

2024 年度 医学研究活動助成 結果報告書

2026 年 3 月 30 日提出

公益財団法人西川医療振興財団

代表理事 西川 猛 殿

研究題目：腫瘍代謝産物を標的とした radiogenomics 解析による脳腫瘍分子学的異常の検出と臨床応用

研究代表者氏名：大谷 理浩

所属機関名：岡山大学学術研究院医歯薬学域脳神経外科学

1. 研究成果（600 字以上 1,000 字以内に纏めて下さい）

本研究では、先行研究として Convolutional Neural Network を用いて、術前 MR 画像から神経膠腫と中枢神経系原発悪性リンパ腫(PCNSL)を分類するモデルの構築を行った。41 名の脳腫瘍症例の造影 T1 強調画像を用いて、PyTorch-image-models で実装されている ImageNet で事前学習された EfficientNetV2 を使用し、入力は DICOM 形式から JPEG 形式に変換した MR 画像、出力は各クラスに分類される確率とした。スライス画像一枚に対してクラス分類を行う画像ごとの分類を行うとともに、1 人の患者から複数枚のスライス画像を使用して分類結果を総合して、患者ごとの分類も行った。データ拡張を行わない場合の分類精度は画像ごとで 79%、患者ごとで 80%であった。一方データ拡張を行った場合の分類精度は画像ごとで 75%、患者ごとで 76%であった。データ拡張を行った場合、神経膠腫では Precision、PCNSL では Recall が向上する結果となった。データ拡張を行った場合、行わない場合に比べて精度が低下する結果となった。

MRSpectroscopy(MRS)は、MRI を用いて腫瘍代謝産物を非侵襲的に測定する手法である。我々は神経膠腫における腫瘍代謝産物の違いを組み合わせることで、MR 画像からの腫瘍診断精度が向上すると考えた。神経膠腫における腫瘍代謝産物を測定するために、CRISPR/Cas9 システムを用いて野生型および遺伝子欠失を伴う神経膠腫細胞を作成し、bulk-RNA seq およびメタボローム解析を実施した。欠失群ではメチオン代謝に関与する遺伝子の発現変動を認めた。メタボローム解析では、欠失群において、メチオン代謝に加えてグルタチオン代謝や TCA cycle に関連する経路が変動することが明らかとなった（図 1）。このため、ヒト神経膠腫においても、 α -ケトグルタル酸、グルタミン酸など代謝産物の変動が予想された。これらの代謝産物は MRS により検出可能であり、MRS による代謝プロファイル解析が診断精度の向上に寄与すると考えられた。現在、得られた代謝物プロファイルと、MRI/MRS 画像から抽出した機械学習ベースの特徴量を統合的に比較・検討することで、腫瘍の代謝的特徴と画像表現型との関連を解明している。

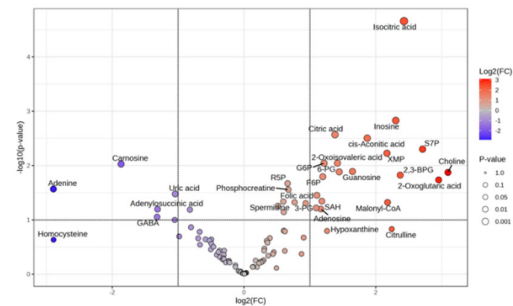


図1. メタボローム解析結果
野生型群および遺伝子欠失群における代謝変化

2. 研究成果を発表した学会名、又は学会誌名（予定の場合はその旨を明記して下さい）

なし

※結果報告書は、当財団ホームページにて公開いたします。

※助成期間終了後 1 か月以内に提出してください。（助成期間：2025 年 3 月～2026 年 2 月末、報告書提出期限：2026 年 3 月末まで）

※報告書は PDF に変換し、当財団宛て（foundation@nishikawa-iryuu.org）メールへの添付で提出してください。郵送による提出は不要です。

2024 年度 医学研究活動助成 結果報告書

2026 年 3 月 31 日提出

公益財団法人西川医療振興財団

代表理事 西川 猛 殿

研究題目：心臓ペースングによる脳の心臓知覚領域の同定	
研究代表者氏名：松原 巧	所属機関名：関東中央病院
<p><u>1. 研究成果（600 字以上 1,000 字以内に纏めて下さい）</u></p> <p>近年、脳と心臓の連関は Brain-Heart interplay と呼ばれており近年注目されている。自律神経を介した心臓感覚の知覚について検討された研究はあるが、いまだ心臓知覚領域の具体的な同定はできていない。本研究では心臓ペースングを用いて、強制的に心拍数を上昇させた時に脳波を測定し、心臓知覚領域の同定を目的とした。</p> <p>2025 年 4 月から 2026 年 2 月までに恒久的ペースメーカ移植術およびペースメーカジェネレータ交換を受けた患者 47 名のうち、植込み時に心不全症状のあった症例、心原性脳梗塞の既往、同意が得られなかった患者を除いた 13 例について脳波測定を行った。植込み時に徐脈による心不全症状のあった症例は心不全症状が消失した慢性期に脳波測定を行う方針で検討した。脳波計は EMOTIV 社製の EPOC X を用いて、安静時の脳波および 100 回/分の心室ペースング中の脳波測定を行った。</p> <p>被験者の平均年齢は 78±16 歳、5 名(38.5%)が男性、7 名(53.8%)が洞不全症候群、6 名(46.3%)が房室ブロックであった。脳波測定時点で心房細動の既往があったのは 5 名(38.5%)、虚血性心疾患は 2 名(15.4%)で平均左室駆出率は 62.2±7.1%であった。経静脈的ペースメーカは 10 名(76.9%)、リードレスペースメーカは 2 名(15.4%)であった。ペースングで動悸症状があったのは 9 名(69.2%)、動悸症状がなかったのは 4 名(30.8%)であった。年齢、性別、基礎疾患の有無、心房細動の有無は動悸症状の有無に関連がなかった。</p> <p>今後、予定の 50 名に達したところで脳波についてトポグラフィー、イベント関連電位を解析しペースングによる動悸を知覚している脳の領域を同定する予定としている。</p>	
<p><u>2. 研究成果を発表した学会名、又は学会誌名（予定の場合はその旨を明記して下さい）</u></p> <p>本研究は追加解析を行い、英語論文誌に投稿を検討している。</p>	

※結果報告書は、当財団ホームページにて公開いたします。

※助成期間終了後 1 か月以内に提出してください。（助成期間：2025 年 3 月～2026 年 2 月末、報告書提出期限：2026 年 3 月末まで）

※報告書は PDF に変換し、当財団宛て（foundation@nishikawa-iryuu.org）メールへの添付で提出してください。郵送による提出は不要です。

2024 年度 医学研究活動助成 結果報告書

2026 年 3 月 18 日提出

公益財団法人西川医療振興財団

代表理事 西川 猛 殿

研究題目：深層学習モデルを用いた肺うっ血推定の臨床的な意義の検証	
研究代表者氏名：今村輝彦	所属機関名：富山大学第二内科
1. 研究成果（600 字以上 1,000 字以内に纏めて下さい）	
<p>肺うっ血の程度を正確に評価することは心不全患者の生活の質や予後の改善にとって必要不可欠である。しかしながら、これまでに確立されたツールは提唱されていない。Remote Dielectric Sensing (ReDS) システムは非侵襲的にこの肺うっ血を定量できる可能性のある期待のデバイスである。申請者は、胸部レントゲンでこの機能を代替する方法論の検討の前に、そもそも臨床医が身体診察などの日常診療で用いるツールだけを用いて ReDS 値を正しく推定できるのかどうかを検討した。もし臨床医が ReDS 値を正しく推定できるのであれば、ReDS システムは必ずしも必要ではないということになる。</p> <p>申請者は、心血管疾患で入院した 26 例を対象に、若手・ベテラン医師が ReDS 実測値を知らされず、通常の臨床情報から肺うっ血の程度を推定してもらうスタディを行った。推定値と実測値には中等度の相関 ($R=0.70$) が認められたが、50%以上で$\pm 3\%$以上の誤差が生じ、特に軽度うっ血で過小評価が多かった。過小評価は全体の 6 割以上で、ベテラン医師でより顕著であった。推定 ReDS 値に BNP を加えた回帰式では予測精度が向上した。本研究から、臨床医は肺うっ血を過小評価しやすく、不十分な利尿治療につながる可能性が示唆された。ReDS は特に軽症例で有用な補助ツールとなり、診断精度と治療判断の改善に寄与すると考えられた。日常診療において、身体診察などの日常診療で用いられるツールだけで肺うっ血を正確に評価することは難しく、ReDS システムの正しい運用、またはそれを代替するシステムの構築が急務であると考ええる。</p> <p>実臨床に ReDS システムを導入する具体的方策として、胸部レントゲン写真のみから ReDS 値を推定する方法論の構築が挙げられる。循環器病棟に入院した 500 例の胸部レントゲン写真から ReDS 値を算出する深層学習モデルの構築を試みた。深層学習アルゴリズムは、ResNet152 ベースの SE-Net を用いることで良好な予測能力 (Validation $R^2=0.89$) を得た。この ReDS 値予測アプリケーションを実臨床に用いる事で心不全患者の予後が改善できるかどうか、現在検証している最中である。</p>	
2. 研究成果を発表した学会名、又は学会誌名（予定の場合はその旨を明記して下さい）	
35th Asian Heart Society Annual Meeting 第 17 回植込みデバイス関連冬季大会	

※結果報告書は、当財団ホームページにて公開いたします。

※助成期間終了後 1 か月以内に提出してください。（助成期間：2025 年 3 月～2026 年 2 月末、報告書提出期限：2026 年 3 月末まで）

※報告書は PDF に変換し、当財団宛て（foundation@nishikawa-iryuu.org）メールへの添付で提出してください。郵送による提出は不要です。

2024年度 医学研究活動助成 結果報告書

2026年 3月 31日提出

公益財団法人西川医療振興財団

代表理事 西川 猛 殿

研究題目：尿沈渣成分の AI 画像診断による Liquid Biopsy	
研究代表者氏名：吉田 輝彦	所属機関名：東京大学医学部附属病院
<p><u>1. 研究成果（600字以上1,000字以内に纏めて下さい）</u></p> <p>尿沈渣成分の画像取得を UD-10（シスメックス社）で行い、以下の3つのアプローチを実施した。①教師なし学習：自動切り出し画像に対してラベル無での特徴量抽出（ResNet50）および UMAP による次元削減、K-Means による画像の構造的特徴に基づくクラスタを形成した結果、視覚的にある程度判別可能な、形態的特徴に基づく自動グループ化が実現できた。②SAM セグメンテーションによる成分抽出：全体画像を用いて細胞・円柱成分を自動セグメント化することに成功したが、処理時間が長く、大規模データセットへの運用には課題が残った。③YOLO モデルによる疾患別特徴成分定量検出：尿沈渣成分特化型 YOLO モデルを用い、少数データセットで疾患別の細胞成分の定量解析を実施した。疾患による明確な差は認めなかったが、YOLO モデルの最適化および大規模データセットへの拡張により検出力向上が期待された。</p> <p>更に、尿沈渣成分の画像データから AI により癌の検出が可能か試みた。尿路系癌疑いにより生検を含む手術が実施された患者の尿沈渣成分画像データを取得し、弱教師あり学習である Attention-based Multiple Instance Learning に基づく深層学習モデルを構築・評価した。特徴抽出器に ImageNet 事前学習済み ResNet-18 を用い、当該患者が癌を有しているか否かのラベル付けのみ行った。結果として、癌の診断に関して Receiver Operating Characteristic curve を描出したところ Area Under the Curve は 0.78 と中程度の診断能を有するモデルが作成できた。現時点で AI は癌細胞の適切な検出には至っていないものの、画像のフィルタリングやヒトによる癌細胞画像のアノテーションにより診断能が改善する可能性が考えられ、今後の発展が期待される。</p> <p>また、画像診断に供する尿沈渣成分の更なる解析を目的に、尿沈渣成分の単離を直視下でシングルセル Picking デバイスを用いて行い、RNA-seq 解析を行った。公開されているヒト腎でのシングルセル RNA-seq のデータを対照とすることで尿沈渣成分の由来細胞の推定が可能であった。卵円形脂肪体の由来細胞の推定がトランスクリプトームから可能となり、関連する特許出願への端緒となるデータも得ることが出来た。</p> <p><u>2. 研究成果を発表した学会名、又は学会誌名（予定の場合はその旨を明記して下さい）</u></p> <p>発表学会：World Congress of Nephrology 2026 今後英文誌に投稿予定</p>	

※結果報告書は、当財団ホームページにて公開いたします。

※助成期間終了後 1 か月以内に提出してください。（助成期間：2025年3月～2026年2月末、報告書提出期限：2026年3月末まで）

※報告書は PDF に変換し、当財団宛て（foundation@nishikawa-iryuu.org）メールへの添付で提出してください。郵送による提出は不要です。