

革新的遠隔管理型心臓リハビリテーションシステムの研究開発

実施研究機関：(株)リモハブ、大阪大学

研究開発期間：H29年度～R1年度

研究開発費：H29年0.09億円、H30年0.2億円、R1年0.2億円、計0.49億円

担当課室名：国際戦略局 技術政策課

1. 研究開発概要

心疾患は我が国の死亡原因第2位を占め、その多くを高齢者が占める。心疾患に対する重要な治療の一つである心臓リハビリテーション(以下、心臓リハビリ)は、週3回以上の継続的な実施が推奨されるものの、退院後の実施率は約7%にとどまっている。その要因として、頻回の通院が困難である患者が多いことが指摘される。

1. 目的

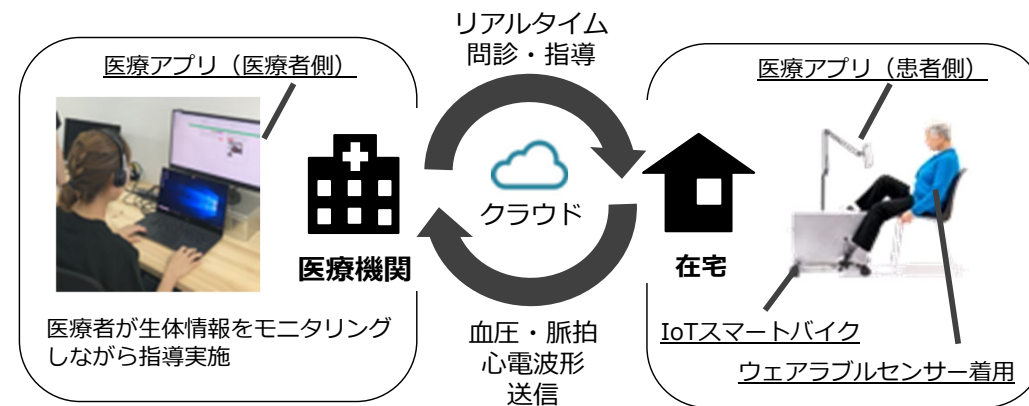
本研究開発は、AI・IoT等を活用し、自宅で継続可能な心臓リハビリテーションを実施できる遠隔支援システムを構築することを目的とする。通院負担が大きい心疾患患者に対し、適切な運動療法を提供し、再発予防、生活機能の維持・向上、医療現場の負荷軽減に資する仕組みの確立を図る。

2. 政策的位置付け

本取り組みは、「超スマート社会(Society5.0)」が想定する医療・健康領域におけるデジタル技術の実装と整合するものである。高度なセンシング・解析基盤を持つ遠隔型リハビリの普及は、地域医療の下支えとなり、健康寿命延伸施策や医療提供体制の強化に寄与する社会的意義を有する。

3. 政策目標(アウトカム目標)

本研究開発により、利用者の状況に応じたりハビリ支援サービスおよび関連製品の創出を進め、心疾患患者の再入院抑制やQoLの改善を実現する。最終的には、社会保障費の抑制や自立した生活の促進を通じ、持続可能な健康長寿社会の形成に貢献すると考えられる。



2. 研究開発成果概要

AI・IoT・センシング技術を統合した「遠隔管理型心臓リハビリシステム」の構築を目的として、下記の成果を得た。

① センサーデータからの疲労度予測法

有酸素運動中のバイタルデータをウェアラブルセンサーから取得し、深層学習を実施し、疲労度を予測。およそ85%の予測率を達成。

② ウェアラブル心電計データ解析による心臓異常の検出法

5万件のデータを元にニューラルネットワークで学習させAIベースの心臓異常検出法を確立。市販されている医療機器におけるルールベース検出法と組み合わせたシステムを開発。

③ リハビリ効果の客観的評価法

これまでの遠隔型リハビリシステムの試験により、歩行姿勢の改善が観察された。このような歩行姿勢の改善による歩行能力向上を定量的に評価するため、モーションキャプチャを利用しリハビリ効果の客観的評価法を開発した。当初はTOFカメラを用いていたが、より簡易な通常のカメラで撮影された画像により歩行時の大きな関節の動きを分類する手法の確立に成功した。本手法を用いて、5名の個人がそれぞれ10回歩行しているデータを取得し、その同一性及び違いを認識できるかを実験したところ、これまでとほぼ変わらない約90%の精度で認識できることがわかった。

④ AIリハビリバイクのプロトタイプ

疲労度把握、心臓異常検出のための全センサーを制御するため、エクササイズバイク内に小型PCを組み込み、プロトタイプを開発した。さらに通信機能(LTE/WiMAX)及び表示用モニタをバイクに装着した。これにより全ての機能がエクササイズバイクに内蔵されたスタンドアロン・半自動リハビリを可能とする遠隔管理型心臓リハビリシステムのプロトタイプを作成した。

3. 政策目標の達成状況（経済的・社会的な効果）等

	H29年度	H30年度	R1年度	R2年度	R3年度	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度
アウトカム目標		パイロット試験実施		治験開始				PMDA対面助言 PMDA治験終了届の提出	薬事承認取得
国負担	<p>『革新的遠隔管理型心臓リハビリテーションシステムの研究開発』 総額49百万円</p> <p>AMED「医療機器開発推進研究事業」 総額約150百万円</p>								
民間負担	<p>VCより資金調達 約50百万円</p> <p>VCより資金調達 約350百万円</p> <p>大手企業によるM&A 事業投資</p>								

3. 政策目標の達成状況（経済的・社会的な効果）等（続き）

<政策目標(アウトカム目標)の達成状況>

	指標	数値目標等	現在の進捗状況	達成状況
①	治験の実施(令和2年度に治験開始、令和3年度終了、総括報告書提出)	100%	コロナ禍のために治験自体が延期となっていたが、令和5年度に終了し、令和6年8月に総括報告書提出を含む製造販売承認申請(薬事申請)を実施した。	100%
②	PMDA対面助言(申請前相談)の実施(令和3年内に実施)	100%	上述の通り、令和6年8月に製造販売承認申請(薬事申請)を実施した。PMDA対面助言(申請前相談)は、令和6年7月に実施済。	100%
③	PMDAへの治験終了届の提出(令和3年度までに提出)	100%	上述の通り、令和6年8月に製造販売承認申請(薬事申請)を実施した。PMDAへの治験終了届の提出は、令和6年4月に実施済。	100%

<新たな市場の形成、売上げの発生(GDP等増大)、国民生活水準の向上>

現時点では、本研究開発成果を用いた売り上げは発生していない。しかし、リモハブ社は本研究期間終了後も遠隔心臓リハビリシステムの開発を継続、2022年3月に大手企業にM&Aされグループインすることとなった。日本の医療機器スタートアップ領域におけるM&A事例は非常に乏しく、本経済活動は、我が国の医療機器産業において、重要な経済的・社会的効果があったと考えられる。

<知財や国際標準獲得等の推進>

リモハブ社では、本研究開発期間終了後も継続的に特許の新規出願を行い、特許網の構築を進めている。

また、事業フェーズでは、それら特許を活用したライセンス事業モデルを検討している。

4. 研究開発成果（アウトプット目標）から生み出された科学的・技術的な効果

○ 追跡評価基準の評価の観点②を踏まえ、以下の項目に分類して記載すること。

本研究開発を経て、遠隔心臓リハビリの実施を支援する医療機器プログラムの薬事承認を取得するに至った。これは、リハビリ領域において遠隔での実施を支援する医療機器プログラムの承認は国内初の事例である。なお、現在は保険適用を目指し活動を進めている。

”Exercise is medicine”という言葉もあるように、運動療法は心疾患のみならず、高血圧、糖尿病などの生活習慣病、慢性腎臓病、脳血管疾患、COPD、うつ病、認知症など、さまざまな領域での有効性が科学的に証明されている。以上をもとに、これらの領域への事業展開を検討し、リモハブ社では国立循環器病研究センターや大阪大学と共同研究を開始している。

令和7年度には、国立循環器病研究センターの横田医師らによって、軽症脳卒中患者において遠隔心臓リハビリテーションが有効であることが国際英文誌に報告された(Yokota C, et al. J Neurol Sci. 2025 Aug 15;475:123541. doi: 10.1016/j.jns.2025.123541.)。

5. 副次的な波及効果

○ 追跡評価基準における評価の観点③を踏まえ、以下の項目に分類して記載すること。

<副次的な波及効果>

本研究開発期間終了後、リモハブ社は、2022年3月にM&Aされ、大手企業のグループにグループインした。現在は、同社と共に営業、販売、マーケティング、サプライチェーン、ロジスティクス構築など事業化に向けた準備を進めている。

我が国では、米国でスタンダードとなっている医療機器スタートアップのM&A事例が少ないが、本事例は、様々な医療機器開発産業を活性化するスタートアップエコシステム構築の一助となったと考えられる。

6. アウトカム目標の達成に向けた取組計画の達成状況等

○ 追跡評価基準における評価の観点④を踏まえ、以下の項目に分類して記載すること。

<アウトカム目標の達成に向けた取組計画の達成状況>

事業化に向けた実行的な取組計画として、本研究開発資金は、創業直後のスタートアップに投下されることによって、その後の民間資金の呼び込みを引き起こし、非常に有効に機能したと考える。アウトカム目標に向けた体制については、今回の委託事業ではビジネスプロデューサの設定の必要はなかった。一方で、医療という特殊な領域の開発に付随する、薬事、保険戦略などについては事業開始初期から検討する必要があることから、今後の体制構築については、医薬品もしくは医療機器の開発の経験のあるサポート人材がいると尚良いように思われる。

<周知広報活動の実績>

心疾患患者に対して遠隔心臓リハビリを用いたパイロットスタディに関する論文発表を行った(Kikuchi A, et al. J Cardiol. 2021 Jul;78:66-71.)。また、治験の開始、薬事申請、薬事承認のタイミングには、適宜報道発表やプレスリリースでの発信を行った。

<その他の特記事項に係る履行状況> (研究開発終了後も行うべきものについて)

特記事項なし。

7. 政策へのフィードバック

○ 追跡評価基準における評価の観点⑤を踏まえ、以下の項目に分類して記載すること。

<国家プロジェクトとしての妥当性、プロジェクト設定の妥当性>

本プロジェクトは、遠隔心臓リハビリテーションシステムの研究開発を行うものであり、日本発の医療機器開発を目指したものである。医療機器スタートアップが少ない我が国では、国産の医療機器がまだまだ少なく、医療機器産業は安全保障上も奨励すべき領域である。また、医療機器スタートアップは研究開発型であることから、特にアーリーフェーズでは資金の工面も難航することから、国が行うべきものであったと考える。

また、プロジェクトのテーマは、国民死亡原因第2位を占める心疾患の予後やQOLの改善が期待できるプロダクトの開発であり、国民のニーズに応えるものである。以上から、プロジェクトのテーマ設定も妥当であったと考える。

<プロジェクトの企画立案、実施支援、成果展開への取組み等に関する今後の政策へのフィードバック>

成功点としては、本プロジェクトによって、大学発スタートアップ企業と大学間の共同研究を促進し、日本発の医療機器開発の促進、スタートアップの成長並びに事業化への道筋をつけられたことである。また、これは副次的に、日本における医療機器産業のエコシステムをまわす動力となった。

失敗点は、当初計画より期間を要したことである。理由としては、当初想定していなかった治験が必要となったことや、新型コロナウイルスの蔓延により治験の期間が延び、計画の引き直しを余儀なくされた。

国民生活分野における高度AIシステムの事業化に向けた研究開発

実施研究機関：(株)ワイズ・リーディング

研究開発期間：H29年度～R1年度

研究開発費：H29年0.1億円、H30年0.2億円、R1年0.2億円、計0.5億円

担当課室名：総務省 技術政策課

1. 研究開発概要

○ 基本計画書の以下の項目を要約して記載すること。

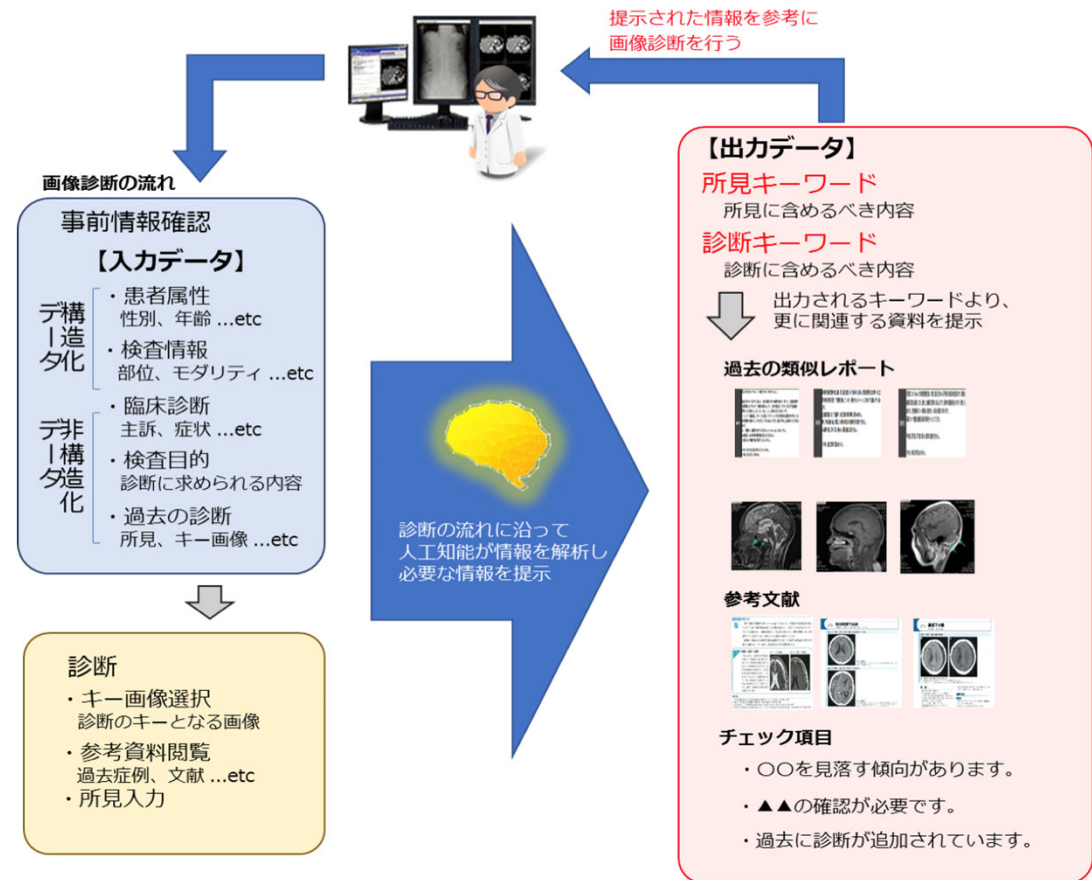
1. 目的

本研究開発は、放射線科専門医向けの「画像解析技術を用いた医療用高度AIシステム」、または「画像診断用医療ナレッジ提示システム」の開発を実施することを目的としています。

このAIシステムは、画像診断を行う際に、患者情報や過去の診療情報を元に、AIが診断に必要な情報を自動的に医師に提示する機能を持ちます。

これにより、以下の効果を目指しました。

- 診断業務の効率化: 情報を能動的に探す手間を無くすことで、診断業務の効率化を図ります。
- 誤診の防止: 診断内容をシステムがチェックすることにより、ヒューマンエラーによる誤診を防ぐことを可能とします。



2. 政策的位置付け

この研究開発は、「国民生活分野における高度 AI システムの事業化に向けた研究開発」の一環として位置付けられており、開発の背景として、日本が抱える医療課題が挙げられます。

- a) 専門医の不足: 日本では、画像診断の専門医が絶対的に不足しています。
- b) 機器の普及と分散: 一方で、世界で最も多くの放射線検査機器が存在し、かつ各地域に分散しています。

この状況が、画像診断医療における「量と質の不均衡」を引き起こしており、本AIシステムを開発することで、この「量と質の不均衡」の解消に寄与することが政策的な位置付けとなります。

3. 目標

この研究開発の最終的な目標(アウトカム目標)は、開発したAI支援システムを事業化することであり、それによって健康長寿社会の実現への貢献を目指すことです。

事業化に向けた具体的な計画目標(アウトカム目標の達成に向けた計画)として、以下の目標を挙げています。

- a) 電子カルテメーカーとの契約締結
- b) 同業他社への販売計画
- c) 病理など別診療科への展開
- d) 大学病院への展開

また、システム導入数に関する数値目標(KPI)として、以下の目標を設定しました。

- 令和2年度中の導入施設数: 5件
- 令和3年度中の導入施設数: 10件
- 令和4年度中の導入施設数: 20件

2. 研究開発成果概要

○ 研究開発成果を要約して記載すること。

本研究開発では、AIを活用した診断支援システムを開発するために、主に以下の技術的な成果(アウトプット)を確立しました。

a) 言語データ解析技術(非構造化データ処理)

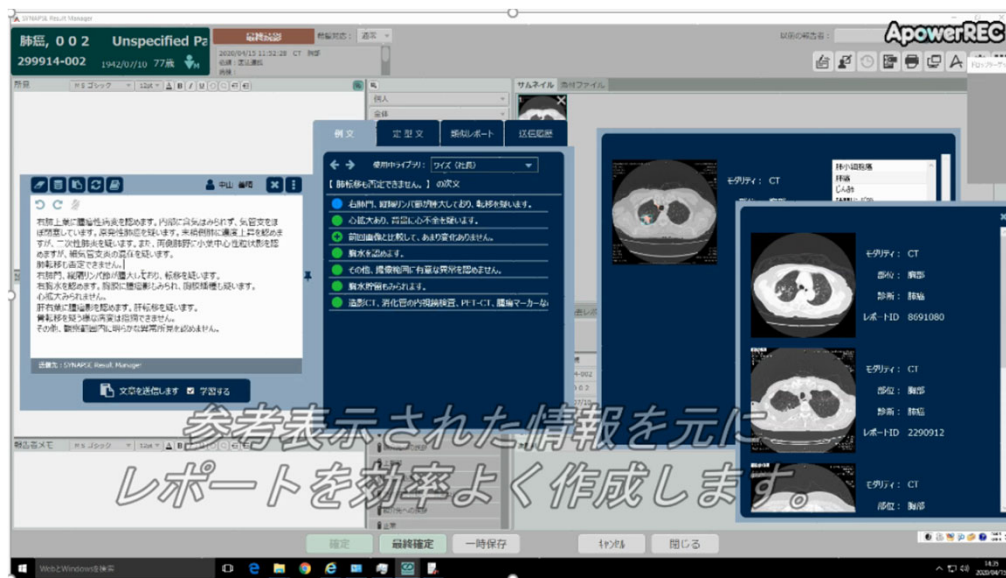
画像診断レポートなどの自然文(非構造化データ)から、診断に必要な情報を抽出・整理する技術を確立しました。

・キーワード検出技術の確立

画像診断報告書に記載された自然文(臨床診断、検査目的、所見、診断文章など)から、部位、症状、診断名などのキーワードを検出する技術を確立しました。このキーワード検出精度は、目標の0.905以上に対し、0.920を達成しています。

・シソーラスの構築技術の確立

過去5年間に書かれた品質の高いレポートから抽出された約7,000語彙を対象に、シソーラス(単語間の意味的關係を木構造で表現したもの)を構築しました。異なる複数の手法を用いた拡張シソーラスの構築にも成功し、新規の医療用語を自動的に分解し、シソーラスを自動更新する機能も開発しました。このシソーラスは、類似症例などの参考資料として活用を想定しています。



b) 医用画像解析技術

・医用画像のスクリーニング技術の確立

医療現場で撮影された医用画像において、関心領域の抽出や画像の傾きを補正する技術を開発しました。この補正処理を自動的に行う機能開発により、後工程での精度向上を確認しました。

・医用画像部位判別技術

深層学習(DenseNetを採用)により、頭部から足に至る様々な部位の画像をAIで判別する技術を開発しました。

・医用画像セグメンテーション技術

機械学習や深層学習(U-net)を用い、画像のセグメンテーション(画像内の特定領域を識別・分割すること)や病変部分を検知する技術を開発しました。これは、病変などの医師の見落とし防止に役立つ機能として開発し、検知した病変のラベル情報をキーワード情報と結び付け、過去の参考レポートを提示する仕組みを構築しました。尿管結石についてはU-netを用いた検出を行い、正解率57%という評価結果が得られています。

c) 診断支援アルゴリズムとシステム構築

・部位別診断アルゴリズム開発技術

主要な3症例(急性期脳梗塞、肺がん、尿管結石の疑い)について、医師の診断ノウハウをアルゴリズム化し、診断サポート機能として実装しました。

- 急性期脳梗塞の正解率は67%
- 肺癌の正解率は74%
- 尿管結石の疑いの正解率は57%

これらの機能は、医師の診断時における参考資料として活用が期待されます。

・類似画像技術

機械学習および深層学習により、類似画像を自動検索する機能を開発しました。この機能は、類似画像を検査画像のタグと一致する画像から類似度の高い順に参考表示する仕様となっています。

最終的に、これらの成果を組み合わせることで、画像診断用医療ナレッジ提示システムを開発しました。このシステムは、

キーワードから類似画像、参考文献、過去診断例などを提示するレベルに達しましたが、AIによる画像診断機能は症例が限られ、精度が低く、誤診断指摘までは至らない状況でした。しかし、このシステムにより読影業務の効率化が達成され、若手診断医の教育ツールとしての応用が期待されています。

<研究成果の普及状況(知的財産)>

この研究開発期間(H29年度～R1年度)において、特許出願を1件行っています。

- 発明の名称:「医療用診断サーバー、医療用診断方法、及びプログラム」

- 申請国:日本

- 申請年月日:平成31年2月22日。

その他の査読付き論文や口頭発表、受賞、国際標準提案・獲得の件数は、この期間では0件でした

3. 政策目標の達成状況（経済的・社会的な効果）等

○ 追跡評価基準の評価の観点①を踏まえ、以下の項目に分類して記載すること。

<政策目標(アウトカム目標)の達成状況>

(評価のポイント) 終了評価時等に示した研究開発成果の社会展開に向けた計画に基づき、取組が適切になされているか、また進捗があるか。

※成果の社会展開に向けた取組の概要及び進捗・達成状況について、線表等を用いて簡潔に記載すること。

終了評価時等に示された研究開発成果の社会展開に向けた計画(事業化計画)に基づき、以下の取り組みと進捗を示します。

指標	数値目標	令和2年度	令和3年度	令和4年度
導入施設数	令和4年度 20施設	導入済:2件(電子カルテベンダー、産業医大)。コロナ禍の影響で商談が進まず、達成状況40%	導入実績は病院施設に対しては0件であったが、個人の先生向けには6件導入を行った。達成状況は20%	病院施設に1件、個人の先生には10件の導入を行った。達成状況は30%
		令和5年度	令和6年度	
		病院に放射線科のレポートシステムを導入しているベンダーとの連携を行い、ITEMなどの展示会に出展している。達成状況50%	令和5年度に、新しい事業の企画を行い、本研究を応用し画像見落とし教育プログラムの構築に着手している。令和5年度中小企業政策推進事業費補助金(Go-Tech)に申請し採択されており、令和7年までに事業化を行う。達成状況50%	

■進捗状況の詳細

・事業化計画(導入実績)

導入目標の「令和4年度20施設」に対して、病院施設への導入は3件でしたが、個人の医師向けには16件の導入実績がありました。進捗の達成状況は令和4年度時点で30%と評価しています。令和5年度からはレポートシステムを開発しているベンダーとの連携を行うなど、販路拡大に向けた取り組みを実施した。また、令和5年度には本研究を応用した「画像見落とし教育プログラム」の開発に着手し、中小企業政策推進事業費補助金(Go-Tech)にて採択され令和7年度までに事業化を行う。

・電子カルテメーカーとの契約締結(目標:2社締結、5社検討中)

令和2年度には電子カルテベンダーと産業医大の2件で導入を行っています。

・他診療科への展開(目標:1社検討中):

令和3年度には、病理分野にて熊本大学細胞病理でAI画像解析を用いた癌の浸潤範囲特定の研究開発に着手しました。これは、病理診断の負担軽減と標準化を目的に開発を実施しました。

令和4年度には、整形外科分野にて熊本大学整形外科でAI画像解析を用いた骨密度測定の研究開発に着手しましたが、精度(正答率70%)とデータ収集の課題により、令和7年3月31日までで研究をストップしています。

・新サービスへの応用

本研究開発で得られた知見や技術を応用し、「チャットボット、メタバースを活用した医師の画像診断教育プログラムの開発、事業化」を令和5年度より開始しました。この新事業は、画像見落とし教育プログラムの構築を目的としており、令和7年度までの3年間の事業化を目指しています。

<新たな市場の形成、売上げの発生(GDP等増大)、国民生活水準の向上>

(評価のポイント) 研究開発成果を用いた事業化や実用化が図られ、売り上げが発生するなど、経済的・社会的効果が具体的に示されているか。

本研究開発の成果は、当初の目的であった画像診断医療における「量と質の不均衡」の解消に貢献し、国民生活水準の向上に資する取り組みへと発展しています。

• 事業化の進展

開発したAI支援システム「Y'sCHAIN」(AIを活用したレポート作成支援システム)は、放射線科医のレポート作成効率の向上や記載ミスの低減に貢献しました。

「Y'sCHAIN」は2018年に自社開発に成功し、2022年6月には「くまもとDXアワード2021」でくまもとDX大賞を受賞しています。このシステムのクラウド版の開発は、初期投資の軽減やサブスクリプションモデルでの提供を可能にし、企業の大小に関わらず導入を促進することを目指しています。

• 新たな市場展開

当初の医療分野を超え、システム(Y'sCHAIN)の応用展開を進めました。

製造業向けに品質管理レポート作成の効率化と文章の統一化を実現し、生産効率の向上を目指しました。導入を実施した企業として2社の実績があります。

また、コールセンター向けに問い合わせ内容に沿った適切な対応支援や過去対応履歴の呼び出しを可能にし、新人スタッフでも統一された対応品質を維持できるように開発を実施しました。導入を実施した企業として1社の実績があります。

• 国民生活水準の向上への貢献

本研究成果を応用した新たな教育プログラムは、放射線診断医の不足や経験の浅い医師による「病変の見落とし」リスクの軽減を目指しており、早期治療を困難にすることによる医療費の高騰や国民医療費の増大を防ぐ効果が期待されます。

この教育プログラムが稼働することで、医療訴訟の軽減(50億円)、研修医の読影効率化による診療時間短縮(12億円)、見落とし事象減少に伴う医療費削減効果(187億円)、合計249億円の経済効果が生まれると試算しています。

<知財や国際標準獲得等の推進>

(評価のポイント) 実用化に向けた知財戦略、標準化戦略に基づき、特許・標準の獲得や活用が進展したか。

実用化に向けた知財(知的財産)の確保は進展していますが、国際標準獲得については現時点での成果はありません。

・特許出願

研究開発期間中(H29年度～R1年度)に、特許出願を1件実施しています。発明の名称は、「医療用診断サーバー、医療用診断方法、及びプログラム」であり、申請国は日本、申請年月日は平成31年2月22日です。

この特許は、AIを活用した文章作成支援システム「Y's CHAIN」として、日本および米国で取得済みです。

・特許取得、活用

追跡調査期間において、特許の取得数、自己実施件数、および実施許諾件数は0件となっています。

・標準化活動

開発したシステムが将来的に医療分野で利用されることが「当たり前になること」を目指し、標準化活動は継続中となっています。

・国際標準獲得等

国際標準提案数、国際標準獲得数は、追跡調査期間を含め、0件です。

4. 研究開発成果（アウトプット目標）から生み出された科学的・技術的な効果

○ 追跡評価基準の評価の観点②を踏まえ、以下の項目に分類して記載すること。

<新たな科学技術開発の誘引>

（評価のポイント）研究開発実施により、新たな科学技術開発が誘引されたか。

以下に、この研究開発によって生み出された科学的・技術的な波及効果、すなわち誘引された新たな研究開発について記載します。

1. 医療分野における他診療科へのAI応用研究の誘引

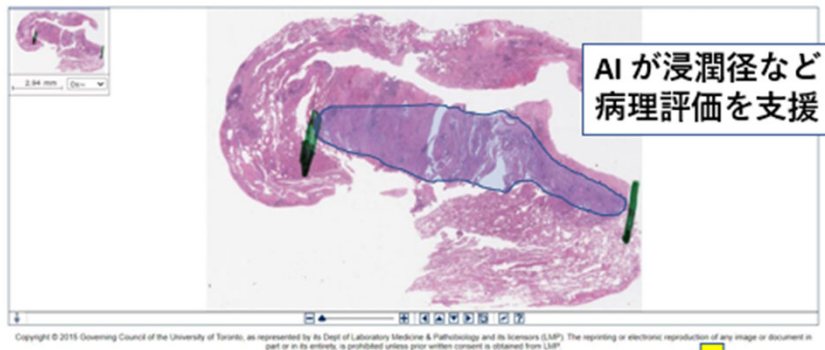
本研究開発で培われた画像解析技術やレポート解析技術は、放射線科以外の他診療科におけるAI応用研究を誘引しました。

・病理診断分野への展開:

本研究開発の終了後、病理分野への展開が計画され、令和3年度には、熊本大学細胞病理において、AI画像解析技術を用いた癌の浸潤範囲を特定する研究開発に着手しました。この応用研究は、手術検体を対象とした癌の病理学的評価（浸潤径の評価、血管侵襲の有無など）をAIが支援し、病理診断評価の標準化と質の向上に貢献することを目的としています。肺癌に絞って解析した結果では、浸潤範囲の解析においてDice係数（類似度を示す係数）0.9868を達成し、実用化に向けて取り組む価値があると評価されました。

新しい病理診断支援ソフト構想

手術検体を対象とする
癌取扱い規約等による癌の病理学的評価を支援する



手術後の
癌の標本

病理医

癌取扱い規約等の
統一ルールに従った
病理評価

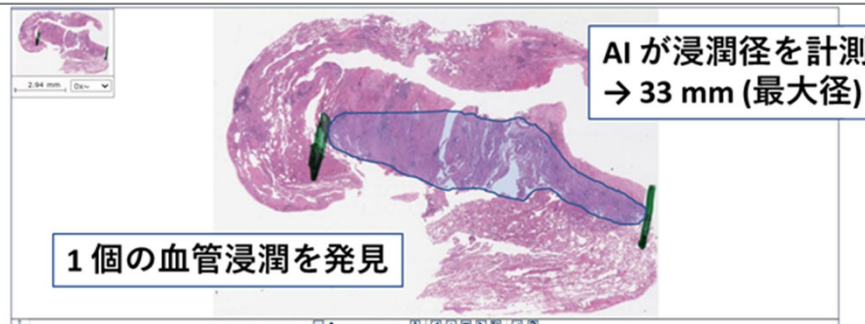
- ・ 浸潤径の評価
- ・ 血管侵襲の有無
- ・ 切除断端の評価

etc

新規ソフト
・ 各評価項目を
画像解析AIが支援
・ 入力をチェック
ボックス式にして
簡略化

今後の患者さんの
治療方針等を決定

しかし、それらの評価法はしばしば難しく、時間・
手間がかかるうえ、評価者間のばらつきが大きい



血管浸潤

- VX
- V0
- V1
- V2

チェックボックス
入力システム

T分類

- TX
- T0
- Tis
- T1
- T2a
- T2b
- T3

⇒

stage

- 潜伏癌
- 0期
- IA1期
- IA2期
- IA3期
- IB期
- IIA期
- IIB期
- IIIA期
- IIIB期
- IIIC期
- IVA期
- IVB期



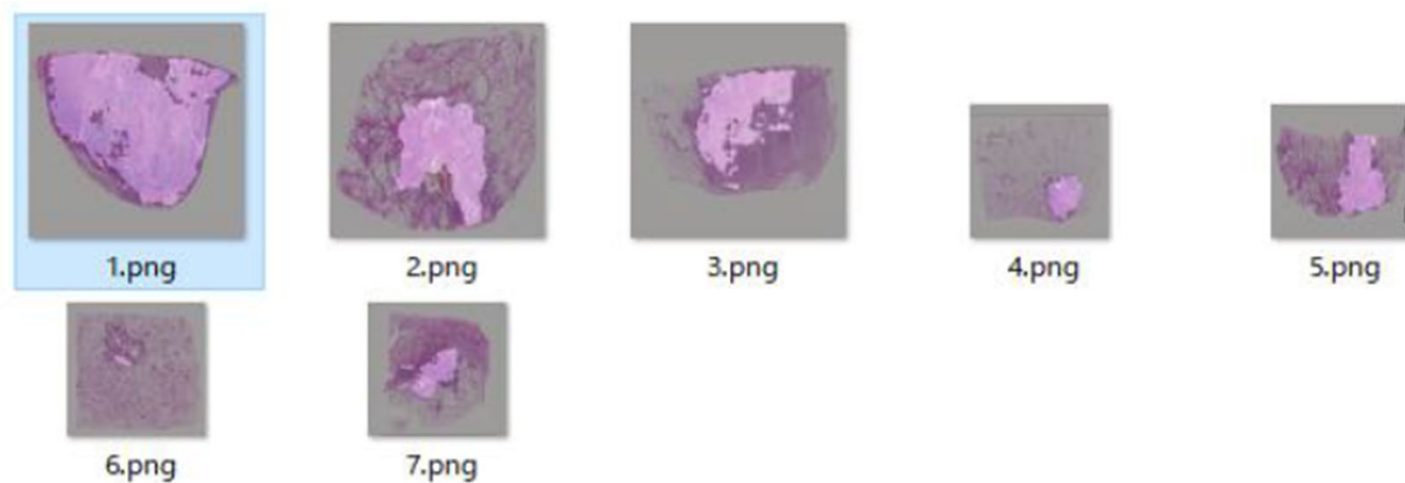
【データセットは肺の病理画像】



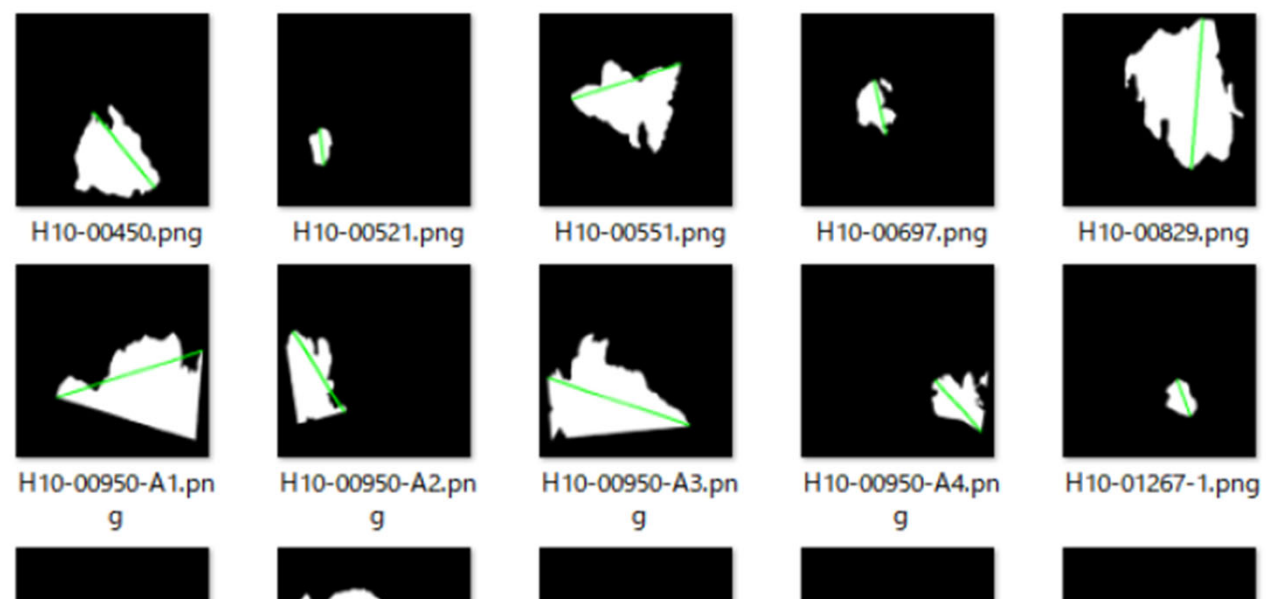
【ラベリングデータ】



【予測結果との画像重ね合わせ機能】



【浸潤範囲の最大長部分の自動判定】



• 整形外科分野(骨密度測定)への展開:

令和4年度には、熊本大学整形外科と連携し、AI画像解析を用いた骨密度測定の研究開発に着手しました。この研究は、設置数が限られる特殊なDXA装置ではなく、健診等で広く普及している胸部単純X線写真の濃淡等からAIが骨密度を推定するプログラムの開発を目指したものであり、スクリーニングへの有用性が期待されました。検証の結果、データ数を増やすことで精度の向上が見られたため、引き続き取り組む価値があると判断されました。

骨粗鬆症診断の現状

主に二重レントゲン撮影法(DXA)が使われている。



設置数が日本だけでなく海外でも少なく、骨粗鬆症診断がDXAで可能な施設が少ないのが現状です。
⇒診断が広く行われていない!



骨密度測定法(DXA法による腰椎骨密度測定)



他の方法として、単純X線写真の濃淡や皮質骨の幅からの評価。
⇒単純X線写真が骨粗鬆症の診断に有用である。



胸部単純X線写真の活用

- 単純X線写真は設置数が多い。
- 健診で撮影されることが多い。
- 既に撮影済の検査に対してスクリーニングができる。



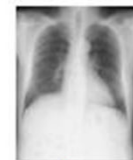
【データセットは胸部レントゲン写真】



0001_KU101021R
4.jpg



0002_KU102010R
4.jpg



0003_KU107025R
4.jpg



0004_KU108003R
4.jpg



0005_KU108004R
4.jpg



0005_KU108006R
4.jpg



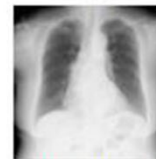
0007_KU108010R
4.jpg



0016_KU108029R
4.jpg



0017_KU109025R
4.jpg



0018_KU109027R
4.jpg



0019_KU109030R
4.jpg



0020_KU109032R
4.jpg



0021_KU109041R
4.jpg



0022_KU109045R
4.jpg

【鎖骨のみ抽出データ】



【鎖骨抽出データと元データ比較】



【ランダムフォレスト予測結果(データ数:170枚、青が正解、赤が不正解)】

正常：-1以上 骨量減少：-1.1~2.4 骨粗鬆症：-2.5以下



2. 次世代AI技術(生成AI、LLM、マルチモーダル)を活用した教育システムの誘引

H29～R1年度の研究開発で確立された類似画像検索技術や言語データ解析技術の知見を基盤として、より高度なAI技術を取り込む医師の画像診断教育プログラムの開発・事業化という新たな研究開発を令和5年度から実施しました。このプロジェクトは、最新の科学技術を積極的に取り込んでいます。

• 生成AI技術の検討:

この教育プログラムの実施にあたり、コンテンツとして患者の見落とし症例の検査画像を利用する際の個人情報保護という課題が浮上しました。この課題を解決する手段として、新たに生成系AI(Diffusionモデル等)類似症例画像の生成技術の検証が研究開発テーマに組み込まれました。生成系AIで類似画像を生成できれば、個人情報に配慮する必要がなくなるためです。

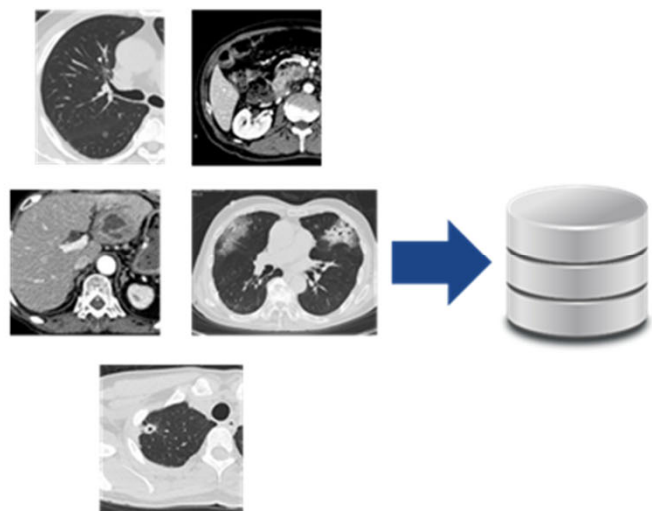
• LLM/RAG技術の活用:

大規模言語モデル(LLM)を活用し、RAG(検索拡張生成)の技術を取り入れました。これは、H29-R1で開発されたキーワード検出(言語データ解析)技術を大幅に発展させたものです。社内に蓄積された約500冊の参考資料(PDF)、および診断レポート(テキスト情報)から正確性の高い情報を提供できる環境を構築しています。

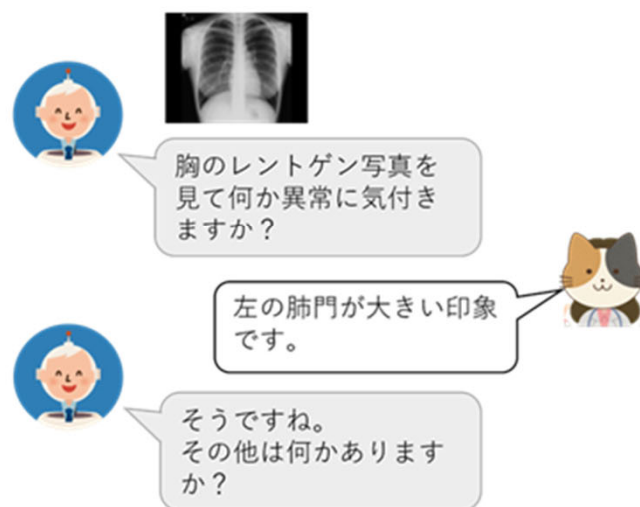
• マルチモーダルAIアプローチ:

類似画像抽出の精度を向上させるため、画像単独での検索の限界を踏まえ、画像とテキスト(所見や診断レポート)の両方を考慮したマルチモーダルなアプローチでの類似症例抽出の検証を行いました。この研究内容には、熊本大学の研究室で論文投稿が行われているテキストと視覚情報を考慮した研究も取り入れられています。

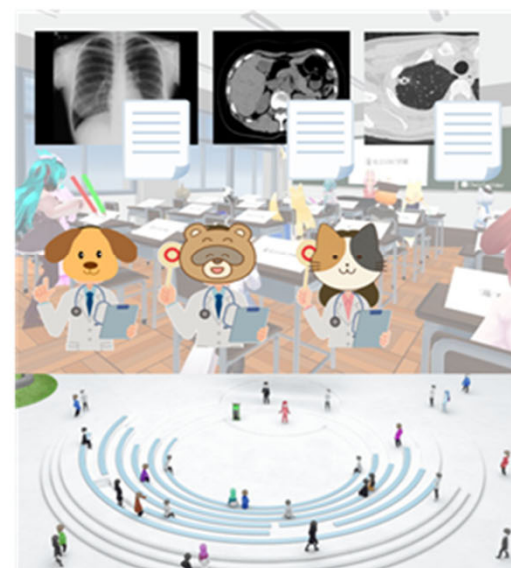
<見落とし事例データベース化>



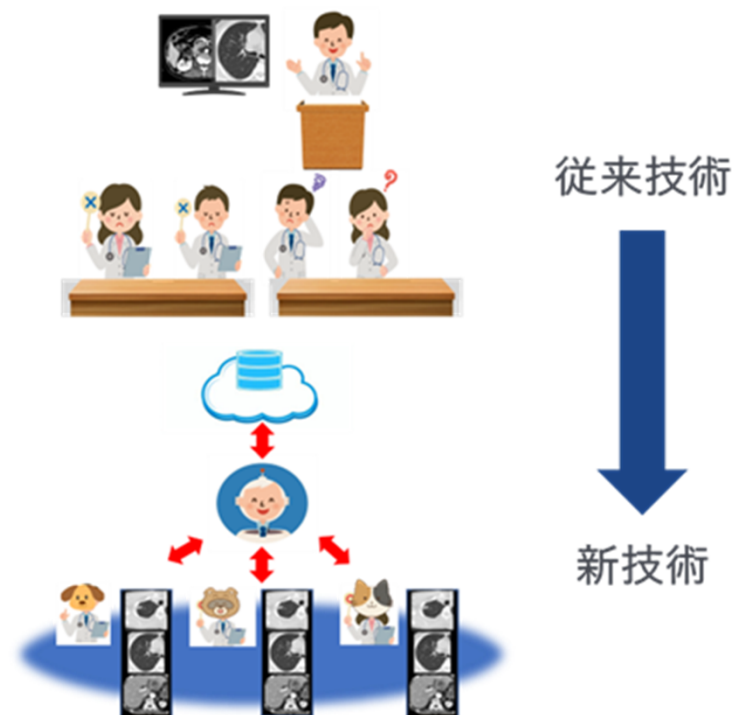
<チャットボット>



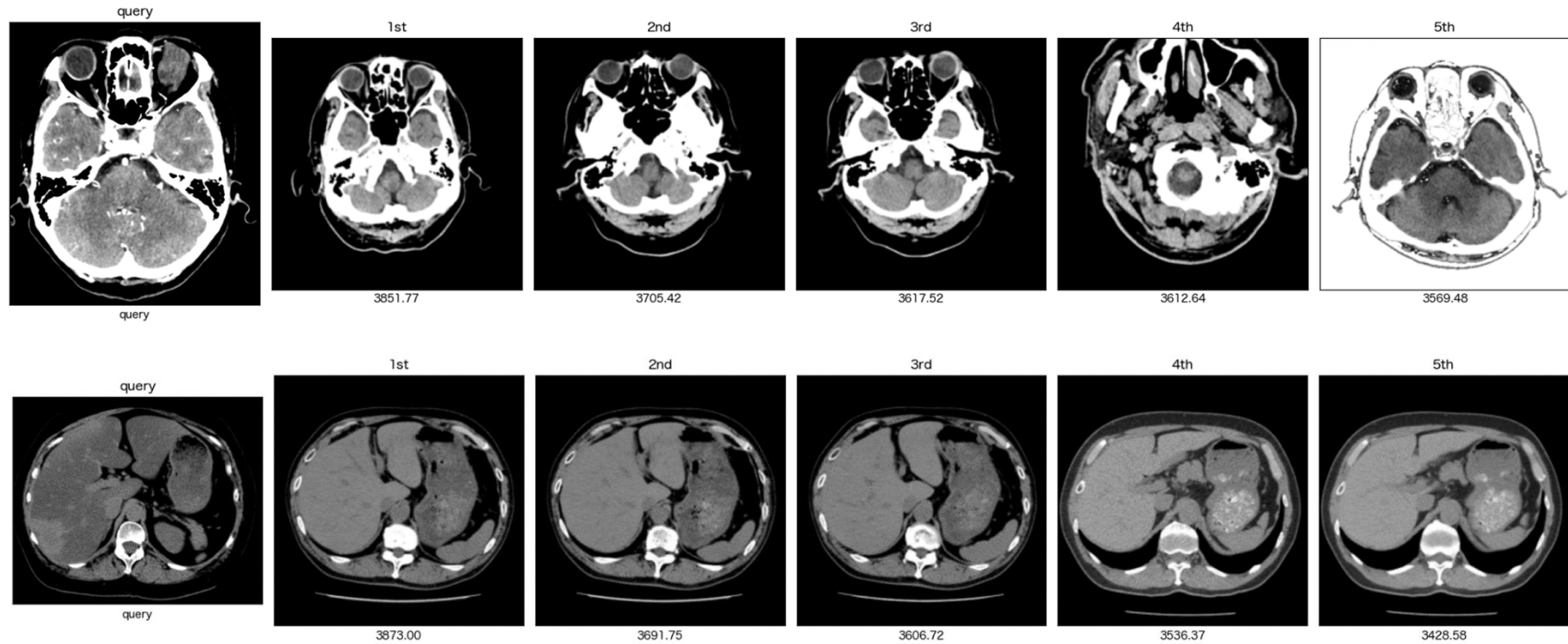
<メタバース>



従来の教育方法
指導医が重要所見・注意点等を研修医に直接解説(医学部・病院内の講義・実習・研修形式)
<ul style="list-style-type: none">指導医、研修医は時間、場所を拘束される指導医への報酬が高額プログラム準備・管理に時間・費用を要する受講料が高くなる
開発サービス像
アバター指導医とチャットボットで教育指導、研修医同士がメタバース空間でコミュニケーション
<ul style="list-style-type: none">指導医は不要研修医はいつでもどこでも受講できる教育プログラムの準備・管理の自動化受講料を安くできるメタバース空間でコミュニケーションが図れる



<類似画像の抽出>



<類似テキストの抽出>

類似度: 0.999999973364515

文章: 臨床情報: 【臨床診断】 【検査目的】 構音障害、歩行困難あり 脳梗塞疑い精査目的です。【部位】、脳スリーピング 単純, 頭部MRA 単純, 【体位方向】、単純, 単純, 【依頼コメント】 患者コ ペースメーカーなし 患者コ 妊娠なし 患者コ 体内金属および電子機器なし 患者コ 閉所恐怖なし 読影 読影あり 【実施コメント】 橋右側に拡散制限域を認め、急性期梗塞と思われます。その他、脳幹や基底核、視床等には古い梗塞が多発しています。側脳室周囲白質に異常信号が散見され、慢性虚血性変化が考えられます。出血を示唆する所見は認めません。軽度の大脳萎縮がみられます。MRAで動脈瘤、血管狭窄、閉塞像など認めません。副鼻腔、眼窩、側頭骨などにも明らかな異常を認めません。その他、有意な所見を認めません。

検索クエリ

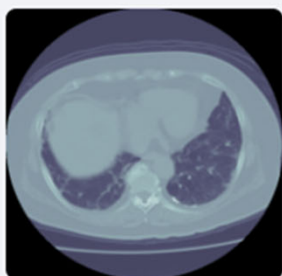
検索したい画像をアップロードしてください

Drag and drop file here

Limit 200MB per file

Browse files

★1.2.392.200...
188.8KB



アップロードされた画像 (DICOM
として解釈)

臨床情報や所見を入力してください

石灰化を伴う胸膜肥厚：陳旧性結核性胸膜炎やアスベストプラークが鑑別に挙げられます。
肝右葉に淡い低吸収

取得する類似症例の数

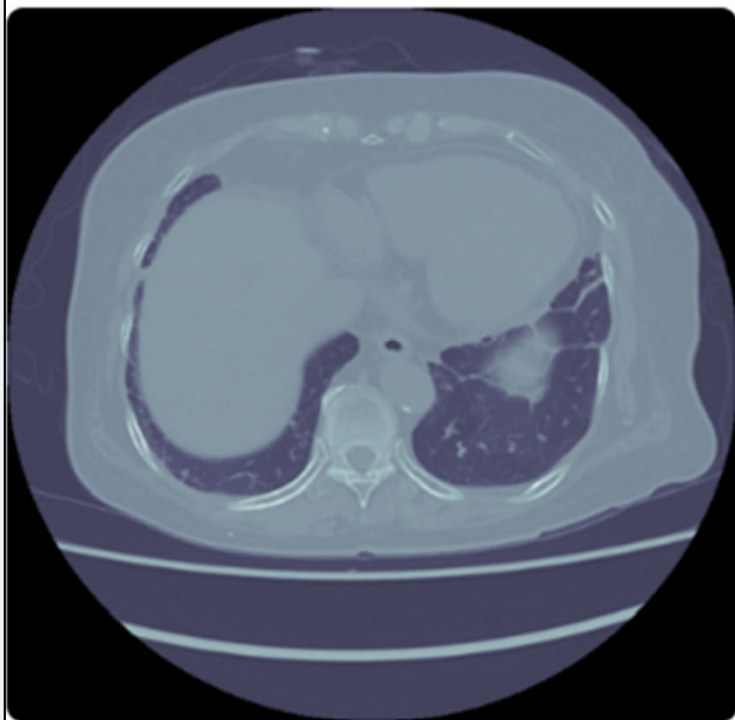
5

検索実行

類似医療画像検索システム

システムの準備が完了しました。

Rank 2 - Distance: 0.0150



ID: 20230804100819_00031901

Clinical Info

甲状腺左葉は摘出後でしょうか。

左副腎に2ヶの結節を疑います。副腎腺腫を考えます。

肝S4に低吸収域がみられます。やや淡く、肝嚢胞以外に血管腫も鑑別です。その他にも、ドーム下に淡い低吸収域がみられます。超音波でもご評価ください。

その他、撮影範囲内の上腹部に粗大な異常はみられません。

その他、有意な所見はありません。

<チャットボットによる教育システム>

Y's SYNC LEARNING テスト管理者

症例 | 参考資料 | ユーザー | 設定

モダリティ	部位	性別	年齢	診断	有効	見落とし症例	公開日時	画像	症例問題	症例解説	編集	削除
CT	胸部	女性	71	縦隔腫瘍の可能性、甲状腺左葉に結節影	●	●	25-09-25 15:15					
CT	胸部	女性	83	慢性的な気管支炎の可能性	●	●	25-09-25 14:57					
CT	胸部	男性	24	テスト疑い	●	●	25-09-17 15:01					
CT	頭部	男性	76	テスト疑い	●	●	25-08-28 08:53					

検索 (モダリティ・部位)

Y's SYNC LEARNING テスト管理者

症例 | 参考資料 | ユーザー | 設定

モダリティ: CT | 公開日時: 2025/09/25 15:15

部位: 胸部 | 画像: ドラッグしてアップロードまたは写真を選択 (.jpeg .jpg .png形式)

性別: 女性 | DICOM画像: ドラッグしてアップロードまたはフォルダを選択

年齢: 71

見落とし症例 有効

診断: 縦隔腫瘍の可能性、甲状腺左葉に結節影

Y's READING

<医師のスキル評価>

Y's SYNC LEARNING

テスト一般

🌟 症例

📊 問題分析

📄 参考資料

🎓 教育塾動画

📺 Schoo動画

問題回答数

7 / 12

合格数

1 / 12

合格率

0.08%

最終挑戦日

2025/09/08

継続 1 日目



まだ挑戦していない問題があるようです。
多くの症例問題に挑戦して、全問正解を
目指しましょう！

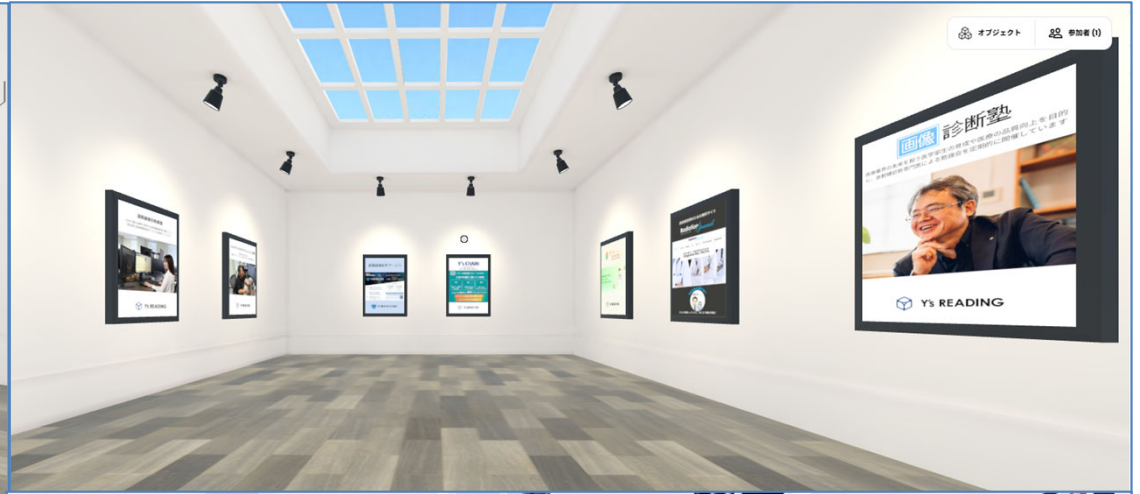
症例問題リスト

タイトル	モダリティ	部位	性別	年齢	挑戦日時	症例問題	問題正解数	正解率	平均正答率	合格状況	履歴詳細
44歳男性CTの問題	CT	頭部	男性	44	25-09-08 14:24		5 / 5	100.0%	100.0%	合格	
55歳男性CTの問題	CT	頭部	男性	55	25-08-25 11:36		2 / 5	40.0%	40.0%	不合格	
76歳男性CTの問題	CT	頭部	男性	76	25-08-25 11:36		1 / 5	20.0%	20.0%	不合格	
76歳男性CTの問題	CT	頭部	男性	76	25-08-19 14:47		0 / 5	0.0%	0.0%	不合格	

17件中 5 - 8 を表示

前へ 1 2 3 次へ

<メタバース>

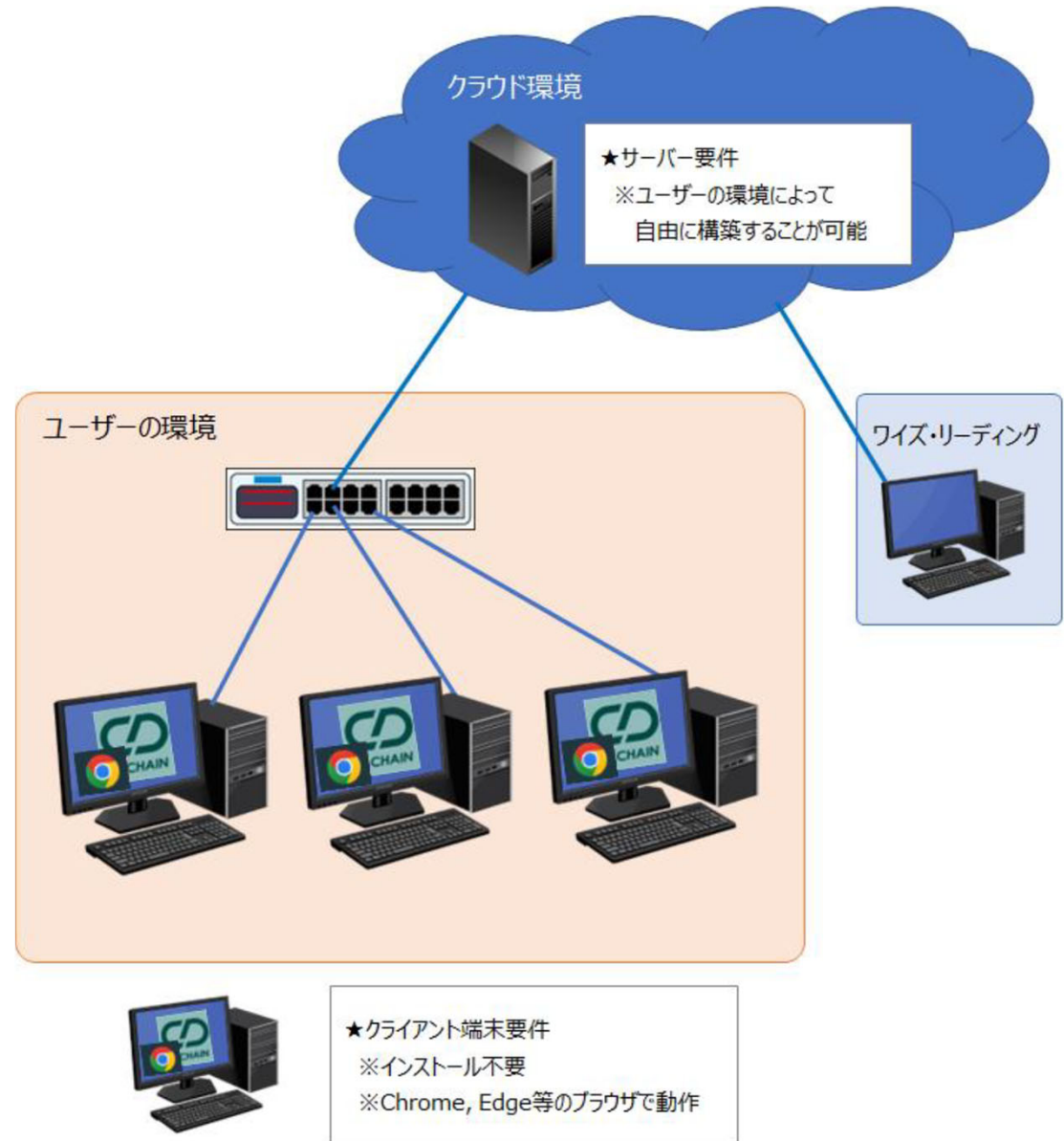


3. ソフトウェアアーキテクチャの高度化(クラウド化)の誘引

H29～R1年度の研究成果を事業化したレポート作成支援システム「Y'sCHAIN」の多方面への展開(製造業、コールセンター等)に伴い、システムの根幹技術において新たな開発を実施しました。

・クラウド化(WEBアプリケーション)の開発:

従来のシステムは、高速性を実現するためにインメモリDBやC#を使用し、導入にサーバー設置などの物理的な課題がありました。この課題を解決するため、「Y'sCHAIN」のクラウド版(WEBアプリケーション)の開発を行いました。このクラウド化にあたり、高速性を維持するという技術課題を解決するために、IndexedDBとそれをSQL風に操作できるlovefieldライブラリを採用し、従来のシステムに遜色ない速度で候補文を提示することに成功しました。これは、Web技術における性能最適化という新たな技術開発を誘引したものです。



5. 副次的な波及効果

○ 追跡評価基準における評価の観点③を踏まえ、以下の項目に分類して記載すること。

<副次的な波及効果>

(評価のポイント) 研究開発成果(アウトカム)以外の波及的な効果が得られたか。複数企業連携、研究人材の育成、異分野融合が図られたか。

本研究開発は、当初の目的である放射線科専門医の診断支援を超えて、追跡評価期間中に副次的な波及効果(アウトカム以外の波及効果)を生み出しました。

特に、複数企業・機関との連携、異分野融合、および研究人材の育成において、以下のような成果が得られています。

■副次的な波及効果

1. 複数企業・機関との連携と新たな事業創出

本研究開発で確立されたAI技術(特に自然言語解析と画像解析)は、医療分野外を含む広範な協力関係と新たなサービス展開を誘引しました。

・他業種への技術転用と連携:

開発されたAIレポート作成支援システム「Y'sCHAIN」(本研究開発の成果を基にしたシステム)は、医療分野に留まらず、他業種への応用が図られています。製造業向けに品質管理レポート作成の効率化と文章の統一化を実現し、生産効率の向上を目的に企業への導入を実施しました。また、コールセンター向けに問い合わせ対応の効率化と品質向上を目指し、過去の対応履歴からの情報呼び出しや対応の標準化を支援する仕組みを構築しました。

- 新たな教育事業における協力体制の確立:

本研究開発の知見を応用して、令和5年度より開始された「医師の画像診断教育プログラム開発」プロジェクトでは、複数の外部リソースを活用しています。マーケットアドバイザーとの連携において、エムスリーAI株式会社(マーケット・アドバイザー)が参画し、医療機関の情報提供や、事業化を見据えた市場動向、医師のスキル評価手法に関する助言をしてもらっています。また、教育コンテンツ配信企業との連携において、コンテンツの配信方法や事業化の知見を得るため、株式会社Schoo(SchooSwingプラットフォーム)と連携し、教育コンテンツの配信に関する検証を行っています。

2. 研究人材の育成と継続的な技術活用

AIシステムの開発を通じて、AI技術、特にディープラーニングや自然言語処理技術に精通した人材が育成され、その後の応用研究を牽引しています。

- 若手医師の教育ツールとしての活用:

研究開発の終了時において、開発されたシステムは、過去症例や類似画像、参考文献を提示する機能により、若手の研修医や診断医に対する教育ツールとして期待されるとの評価を得ていました。本評価については、弊社の中だけではなく、弊社の事業に関わる放射線科専門医、放射線科技師、またはコンサルティング会社など多くの外部機関によって評価されました。

- 教育プログラムを通じた医師のスキル評価:

後続の研究開発では、このAI技術を活用し、医師の診断能力を客観的・定量的に評価できるシステム(スキル評価システム)の開発を進めており、研修医の診断能力向上という形で医療人材の育成に貢献することが期待されています。

3. 異分野融合の促進

当初の「画像解析技術」を核として、医学分野内、および工学分野との密接な連携が継続的に実現しています。

- 医学分野内での融合（放射線科から他科へ）:

病理診断分野において、放射線科と同様の課題を持つ病理診断分野への展開を計画し、令和3年度には熊本大学細胞病理において、AI画像解析技術を用いた癌の浸潤範囲特定に関する研究開発に着手しました。病理分野は放射線診断分野と近く、自然言語と画像解析の両分野を生かした機能が効果を発揮しました。

整形外科分野において、令和4年度には、熊本大学整形外科と連携し、胸部単純X線写真からAIを用いて骨密度を推定するプログラムの研究開発に着手しました。

- 医学（医療現場）と工学（AI技術）の連携強化:

研究開発実施機関である株式会社ワイズ・リーディング（医学的知見・専門医）と、熊本大学（AI技術）が、継続的に緊密な協力体制を築いています。特に、AIによる類似症例抽出や生成AI技術（画像生成やLLM/RAG技術の活用）といった高度な技術的アプローチは熊本大学が行い、その結果の評価をワイズ・リーディングの専門医が行うことで、迅速な成果獲得を実現しており、工学と医学の連携がより密接になっています。

6. アウトカム目標の達成に向けた取組計画の達成状況等

○ 追跡評価基準における評価の観点④を踏まえ、以下の項目に分類して記載すること。

<アウトカム目標の達成に向けた取組計画の達成状況>

(評価のポイント) 事業化に向けた実効的な取組計画(標準化活動、資金等)は有効であったか。アウトカム目標達成に向けた体制(総合ビジネスプロデューサ及びビジネスプロデューサの配置などを含む)は有効であったか。

事業化に向けた実効的な取り組み計画は、当初の売上目標達成には至らなかったものの、技術の転用やビジネスモデルの変更といった点において有効な取り組みを実施しました。

■事業化計画(資金・実行計画)の有効性

目標達成状況と要因としては、当初、令和4年度までに20施設への導入を目標としていましたが、令和3年度報告時点で新型コロナウイルス感染症の影響により商談が進まず、達成状況は40%(導入実績2件)に留まりました。

この遅延に対応するため、事業化戦略を転換しました。販売戦略の変更として、病院施設単位の導入が難しい中、個人の医師を対象とした営業活動を強化しました。また、利用者数を増やすため、アプリケーションのクラウド化(WEBアプリケーション化)の開発を令和4年度に実施しました。これにより、サーバー設置にかかる時間と費用を削減し、サブスクリプションモデルでの安価な提供を可能としました。この開発は、地場企業デジタル化推進補助金(くまもと地場企業デジタル化推進補助金)を活用して行われました。他に、外部のコンサルタントを導入し、販売戦略の実施や新たな業種への展開を検討しました。

■標準化活動の状況

本研究開発の成果(AIシステム)を、放射線科専門医が画像診断業務を行う上で利用が当然となることを目指し、標準化活動を継続的に実施しました。特に、画像解析技術を用いた仕組みを、放射線科以外の他診療科や他業種でも活用できるように広範な標準化を目指しています。

■アウトカム目標達成に向けた体制の有効性

研究開発体制は、代表研究責任者(PL)である中山善晴氏(株式会社ワイズ・リーディング代表取締役兼CEO、放射線診断専門医)が、研究開発全体を監修し、医学的知見と開発を密接に連携させました。事業化計画の構築と医療ベンダーとのマッチングについては、イノベーション支援機関の支援を受けて進められました。体制としては、画像解析技術を用いた医療用高度 AI システム研究開発運営委員会が発足し、関連する要素技術間の調整や成果の取りまとめについて助言を受けるなど、体制は有効に機能していたと考えています。

<周知広報活動の実績>

(評価のポイント) 論文発表等を積極的に行ったか。公開実証実験や報道発表、成果発表会など、研究成果の普及活動を積極的に行ったか。

研究開発期間(H29年度～R1年度)及び追跡調査期間(令和6年度報告時点まで)において、研究成果の普及活動の実績としては特許出願の1件のみになります。H29年度からR1年度の研究開発に直接関連する査読付き論文、口頭発表、報道発表、受賞の実績は、追跡調査期間を通じて0件で推移しています。

ただし、研究開発終了後の応用製品であるレポート作成支援システム「Y'sCHAIN」は、2022年6月に熊本商工会議所主催の「くまもと DX 大賞」を受賞していますが、これは研究開発の普及活動としては計上していません。また、令和5年度には、本研究の成果を応用した「画像見落とし教育プログラム」の開発において、ITEM(国際医用画像総合展)などの展示会に出展することで、新しい顧客の創出に期待できる活動を行っています。

<その他の特記事項に係る履行状況>(研究開発終了後も行うべきものについて)

(評価のポイント) 基本計画書「6. その他」に記載された条件(各研究開発課題に固有の条件)は適切に履行されたか。

履行状況として、研究開発期間(H29～R1年度)の終了後、令和3年度、令和4年度、令和5年度、令和6年度、令和7年度にわたり、事業化計画の進捗、他診療科への展開状況、研究成果の普及状況を含む追跡調査報告書を提出し、フォローアップを継続的に実施しています。また、研究成果を応用した新たな教育プログラムの開発(Go-Tech事業)や、放射線科向けアプリケー

シヨンのリニューアルなど、継続的な応用研究開発（応用研究開発中）と標準化活動（標準化活動中）を実施しており、成果の展開を図っています。

7. 政策へのフィードバック

○ 追跡評価基準における評価の観点⑤を踏まえ、以下の項目に分類して記載すること。

<国家プロジェクトとしての妥当性、プロジェクト設定の妥当性>

(評価のポイント) 当該プロジェクトは国が行うべきものであったか。プロジェクトのテーマ設定は妥当であったか。

■当該プロジェクトの国家プロジェクトとしての妥当性

1. 社会課題の解決への貢献:

日本が抱える喫緊の社会課題、すなわち、画像診断の専門医不足と、それに起因する医療の「量と質の不均衡」の解消を目指すものでした。特に、画像診断におけるヒューマンエラーによる誤診を防ぎ、診断業務を効率化することは、国民の健康長寿社会の実現に直接的に貢献するものであり、国家的な関与が必須とされる分野でした。

2. 上位政策との整合性:

本研究開発は、総務省の「IoT/BD/AI情報通信プラットフォーム」社会実装推進事業の課題として実施されました。これは、AI技術を活用して国民生活分野における高度AIシステムの事業化を推進し、健康長寿社会の形成に寄与するという政策目標(アウトカム目標)に合致しています。また、政府の「第5期科学技術基本計画」や「健康・医療戦略」が掲げる世界最先端の医療技術の実現やICT化の推進とも整合していました。

3. 民間単独での実施の難しさ:

自然言語処理技術や大規模な画像解析AIの開発は、長年の研究実績、大規模な計算機資源、および研究投資を必要とする基盤的な技術です。また、医療分野において、膨大な臨床データ(過去の診断レポートなど)を収集・解析し、その成果を社会全体に普及させるには、単一の民間企業や大学のみでは困難であり、国家的な支援を通じて、その研究成果(アウトプット)を社会実装(アウトカム)に繋げることが必要でした。

■プロジェクト設定の妥当性

AIを活用して、患者情報や過去の診療情報を基に医師に診断に必要な情報を自動提示し、診断業務の効率化とヒューマンエラーによる誤診防止を目指すというテーマ設定は妥当でした。開発したAIシステム(後の「Y'sCHAIN」)の核となる技術(キーワード検出、シソーラス構築、類似画像検索など)は、その後の追跡調査期間において、他分野への展開(病理診断や骨密度測定への応用研究)や、全く新しいビジネスモデル(医師向けの画像診断教育プログラム)の構築に応用しました。この応用可能性の広さと、その後の派生的な研究開発(Go-Tech事業の採択など)の成功は、当初のAI/ICT基盤開発というテーマ設定が、将来のイノベーションの土台として機能したことを示しています。

<プロジェクトの企画立案、実施支援、成果展開への取組み等に関する今後の政策へのフィードバック>

(評価のポイント) 成功点、失敗点が整理され、その理由が分析されているなど、次の政策へ反映可能な事項が示されているか。

※上記1～6の内容などを踏まえて、担当課室と受託者で、研究開発の成功例、失敗例、その理由、及び今後の情報通信技術の研究開発政策を中心にフィードバックできる点について記載すること。

■成功点と今後の政策へのフィードバック

1. 研究成果の継続的な応用・発展の成功(フェーズ転換支援の重要性)

研究開発期間(H29～R1)で得られたAI技術と、研究機関が独自に保有する膨大な臨床画像データや見落とし症例のビッグデータを基盤として、当初の事業化目標(病院施設へのAIシステム導入)が遅れた後も、新たな社会的ニーズ(医師の画像診断教育)に対応するサービスへと研究テーマを柔軟に転換し、継続的な応用研究開発(応用研究開発中)に成功した。

この転換は、単に既存製品を販売するのではなく、見落とし事例データベース化、チャットボット、メタバースといった最新のICTを活用した教育プラットフォームの開発につながり、中小企業政策推進事業費補助金(Go-Tech)の採択(R5年度)という形で次の政策支援を獲得しています。これは、政策研究開発の初期成果が、市場環境や技術動向の変化(生成AIの

登場など)に応じて、より市場性の高い応用テーマへ柔軟にシフトすることを可能にする政策設計(追跡調査によるフォローアップと、他施策への連携支援)の有効性を示しています。

初期の目標達成が困難になった場合でも、技術や知見が持つポテンシャルを活かし、他の政策領域や応用テーマに迅速に再投入できる仕組みや支援を組み込むことが、国費投入の効果を最大化するために有効と考えます。

2. データ資産の価値と専門性(基盤技術と専門家連携)

本研究開発の成果の核となったのは、株式会社ワイズ・リーディングが遠隔画像診断事業を通じて長期間にわたり蓄積した「診断が難しい症例」や「見落とし事例」のビッグデータでした。この貴重な臨床データの存在が、AI開発と、その後の教育プログラムの高品質なコンテンツ作成を可能にした最大の強みであると分析しています。

AI/ICT関連の研究開発において、学術的な知見を持つ熊本大学と、現場のビッグデータおよび医学的知見(ワイズの中山氏が放射線科専門医)を持つワイズ・リーディングが密接に連携する体制が機能しました。これにより、工学と医学の連携を通じて迅速に成果を得ることができています。

医療や専門分野のAI開発を支援する政策においては、単なる技術力だけでなく、現場に特化した独自のビッグデータ、およびそのデータを評価・検証できる専門家(医師や研究者)が一体となった研究開発体制の構築を積極的に評価・支援するべきと考えます。

■失敗点・課題と今後の政策へのフィードバック

1. KPI/評価指標設定の不適切さ(研究デザインの厳格化)

研究開発終了後の自己点検において、KPI(効率化・負担軽減の指標)の測定手法が曖昧であり、研究デザインが不適切であったため、定量的な評価が困難となり、読影効率化が実現したのか、何が寄与したのか(AIシステムによる寄与か、医師の意識向上によるものか)を明確に確認できない結果となりました。研究デザイン段階で、定量的な指標を確実に取得するための工夫が不足していたことが原因です。

情報通信技術(ICT)の研究開発課題評価においては、「効率性」や「有効性」を測るために、研究デザインの企画立案の初期段階で、定量的な指標(KPI/アウトカム指標)の測定を可能とする厳格な評価手法とデータ収集の仕組みを組み込む

ことを義務付け、評価会等で事前に厳しく検証すべきと考えます。

2. 事業化初期段階の市場環境変化への対応（販売戦略とターゲット設定）

当初の事業化計画では、病院施設への導入を主目標としていましたが、新型コロナウイルス感染症の影響や、医療機関側の予算制約などにより、目標達成度が低迷しました（R4年度時点で20施設目標に対し実績1施設、個人6件）。また、当初開発したAI支援が、一部の医師にとっては煩わしく、すべての診断医の作業効率化に繋がらないという、利用者（医師）の親和性の違いも判明しました。

市場環境の激しい変化や、医療現場における多様な医師のニーズに対応するため、画一的な販売戦略や製品提供では限界があることが示されました。

ターゲット再設定として、技術の優位性が明確であるにもかかわらず市場実装が困難な場合、病院経営者向けだけでなく、学習意欲の高い個人医師や教育機関への販売など、より早く市場に浸透させられるニッチな顧客層へのアプローチを追跡評価や支援段階で助言・推奨すべきと考えます。

技術的な限界の許容として、AIが全ての業務を一律に改善するわけではないことを認識し、AIの支援が最も価値を発揮する特定のタスクやユーザー層に絞って事業展開するよう、政策支援の方向性を調整する必要があると考えます。

3. 応用展開におけるリスク管理

研究成果を応用し、病理分野や骨密度測定など他診療科への展開を試みましたが、特に熊本大学整形外科との骨密度測定の研究開発については、精度の問題で技術的解決が難しく、最終的に研究をストップしました。

応用研究においては、専門分野の転換に伴うデータの質や量の問題、および技術的な課題解決の困難さに直面することがあります。

研究開発の継続支援（応用研究開発中）を行う際、期待される成果が得られない場合は、早期に研究中止（研究中止）の判断を許容し、残りの資源を他の有望な応用分野またはコア事業に集中させる柔軟な予算執行の枠組みが必要であると考えます。