

Siemens Healthineers の医療分野における AI の最新動向 シーメンスヘルスケア株式会社 デジタル& オートメーション事業部 佐々木芽実

1. はじめに

人工知能（以下：AI）の研究は1950年代より続いており、最初のAIブームが1960年代にアメリカやイギリスで起こって以来、今日までブームと冬の時代が交互に訪れている。特に2012年に開催された物体認識の精度を競う国際コンテスト「ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) 2012」で、トロント大学のチームが深層学習（以下：ディープラーニング）を用いたシステムで圧倒的な成績で優勝し、これがきっかけとなりディープラーニングが一気に脚光を浴び、現在の第三次AIブームに繋がっている。

医療分野ではMR画像やCT画像など様々な画像情報が日々生成され、活用されている。そのため、ディープラーニングを用いた研究は盛んに行われている。特に自動的に特徴を抽出するというディープラーニングの強みは、医師が気が付かないような病変にAIが気づくのではないかと期待されている⁽¹⁾。

Siemens Healthineers は第三次AIブームが起きる前より、AIの技術開発に取り組んでいる。古典的な機械学習（マシンラーニング）を活用したアプリケーションは徐々にディープラーニングに置き換わり、また新しい機能も順次開発が進められている。Siemens Healthineers がAI技術を適応している領域は主に4つに分類することができる（図1）。今回は画像処理技術に焦点を置き、その技術について紹介する。



図1：Siemens Healthineers 現段階におけるAI技術の適応領域

2. AI-Rad Companion

AI-Rad Companion（以下：AIRC）は、AIを搭載したクラウドベースの拡張型ワークフローソリューションである。本ソリューションを日常業務に取り入れることにより、基本的なルーティン作業を自動化し、日々の業務の軽減を行い、より重要な課題に時間を割くことが可能となる。このAIRCには「頭部領域の読影支援である”AIRC Brain MR”、胸部領域の読影

支援である” ARIC Chest CT”、骨盤領域(前立腺)の読影支援である” AIRC Prostate MR”、そして放射線治療領域の際の臓器のコンツリーングをサポートする” AIRC Organs RT”の4つのアプリケーションを有している。

2-1. AI-Rad Companion Brain MR

AI-Rad Companion MR Brain (以下:AIRC Brain MR)は放射線科医及び各診療の医師がアルツハイマー病、パーキンソン病、筋萎縮性側索硬化症や脊髄小脳変性症などの神経変性疾患の新たな指標として活用することを想定しているアプリケーションである。AIRC Brain MRに送られたT1強調MPRAGEシリーズは、AIアルゴリズムによって脳の各部位を合計で42の領域に自動的にセグメンテーションされ、それぞれの部位ごとに体積の自動計測が行われる。AIRC Brain MRの内部には年齢・性別ごとの健常者群の標準データベースが備わっており、それと比較した萎縮や拡大の程度を偏差マップとしてコントラスト強調表示される。またBrain MRの追加機能としてWhite Matter Hyperintensityという、FLAIR像から白質の高信号領域の場所の同定及び体積の自動計算を行う機能が追加された。これにより既存の機能である脳領域の体積の計算機能と組み合わせることで、より多発性硬化症へのアプローチに対して多角的な読影支援が行えることが期待される。

McDonald診断基準では、増悪及び臨床的他覚的病巣がそれぞれ1の場合、空間多発性、時間的多発性を証明するためにMR検査を診断に必要な追加事項としている。この中の空間的多発性を証明する際に特徴的な領域が指摘されているが、AIRC Brain MRでは白質の高信号領域の数及び体積をこの領域に準じた領域で分類、計測することで読影及び診断のサポートを行っている。

2-2. AI-Rad Companion Chest CT

AI-Rad Companion Chest CT(以下:AIRC Chest CT)は胸部CT画像を入力することで肺、心臓、大動脈、胸椎骨の臓器や病変の検出、計測が自動的に実施されるアプリケーションとなっている。現在、胸部CTに対するAI画像診断システムは国内外含め複数のベンダーが所有しているが、複数の臓器に対する複数の解析を同時に行うマルチオーガンアプローチが可能である点が、AIRC Chest CTの大きな特徴である。

具体的なアウトプットを図2に示す。上段3つは肺の解析結果を示しており、肺結節の検出、気腫性変化を想定した低吸収領域の割合の計測、そして肺炎などの炎症性変化を想定した高吸収領域の割合の計測が行われる。低吸収領域の計測では、肺野部においてCT値が-950HU以下の領域の割合が計算される。

現在、プログラム医療機器で使用されている多くのCADはセカンダリー型での使用で認可されているものになる。AIRC Chest CTの肺結節の検出機能はコンカレントリーダ型での読影が認可されたCADである*1。すなわち、AIRC Chest CTにより得られた肺結節検出結果をはじめに参照して読影することが認められているAIプログラム医療機器である。

肺密度解析においては新型コロナウイルス感染症で使用された事例がある^{*2,*3}。肺炎患者の CT 画像には頻りにモーションアーチファクトが認められることがある。プロトタイプを用いた研究では、ある程度のモーションアーチファクトを含む画像でも解析が可能であること、また胸部 CT における SARS-CoV-2 肺炎の重症度評価において、患者の転帰と ICU 入室の必要性の予測において主観的な評価よりも優れていたという報告がある⁽²⁾。

下段は胸部 CT 画像に含まれる肺野以外の臓器情報に対する解析結果である。AHA ガイドラインに準じた 9 か所及び上行下行大動脈それぞれの最大径の大動脈計測、冠動脈石灰化領域の体積計測、そして胸椎骨の高さの計測が自動的に行われる。胸椎骨の解析では、胸椎の高さだけではなく平均 CT 値も計算される。本アプリケーションを使用した肺野以外の解析においていくつかのエビデンスが発表されている^{*3}。大動脈計測においては計測者によるばらつきというのが課題に挙げられるが、AIRC Chest CT を使用することでレポート時間が 63%減少、計測者間のばらつきが 42.5%減少したという結果が報告されている⁽³⁾。胸椎骨の測定においては、AI によって測定された HU 値が健常者群と骨粗鬆症患者群の間で統計的有意差が認められたという研究結果が報告されている⁽⁴⁾。



図 2 : AI-Rad Companion Chest CT アウトプット図

2-3. AI-Rad Companion Prostate MR

AI-Rad Companion Prostate MR は超音波ガイド下で行う前立腺生検の際に活用できるアプリケーションであり、生検の計画段階において医師をサポートする目的で使用される。前立腺の生検術を実施する前に得られた MR 画像から前立腺のセグメンテーションを自動的に行い、前立腺の体積が自動的に計測される。得られた結果画像上に放射線科医または泌尿器科医が病変部を手動でコンツォーリングする。コンツォーリングされたデータ (DICOM-RTSS^{*4}) を超音波画像診断装置に送信することにより、超音波を用いて生検を行う際の補助的なツールとして活用することが可能となる。

2-4. AI-Rad Companion Organs RT

放射線治療計画における臓器のコンツリーングをサポートする AI-Rad Companion Organs RT (以下 : AIRC Organs RT) は、現在 160 以上の臓器に対して自動コンツリーングを行う。放射線治療計画 CT 画像を AIRC Organs RT へ送信すると、スタディ名や性別など設定に基づき各臓器の自動コンツリーングを行い、コンツリーング情報を RT Structure 形式で出力し、治療計画装置へ自動で送信を行う。時間は 5~10 分程度で完了し、CT 撮影後に患者様のケアを行っている間にすべて自動で行われ、治療計画を開始するときにはすでに臓器のコンツリーングが完了している状況を実現するとして好評いただいている。コンツリーングの精度に関してもユーザーからの評価は高く、食道や心臓、肺に関しては修正の必要がないほどであるとの声をいただいている。また 2024 年 1 月のバージョンアップにより、消化管である大腸や小腸、腋窩リンパなども自動コンツリーングの対象部位として追加され、コントラストが付きにくく複雑な、コンツリーングの難易度の高い頭頸部領域を大きくサポートしている (図 3-1、3-2)。フランスのモンペリエ病院から提供されたデータによると、頭頸部で 20 分、胸部 (肺/乳房) で 25 分、腹部で 15 分、骨盤部で 25 分、リンパ節を含む骨盤部で約 1 時間の短縮が可能となっている*5。

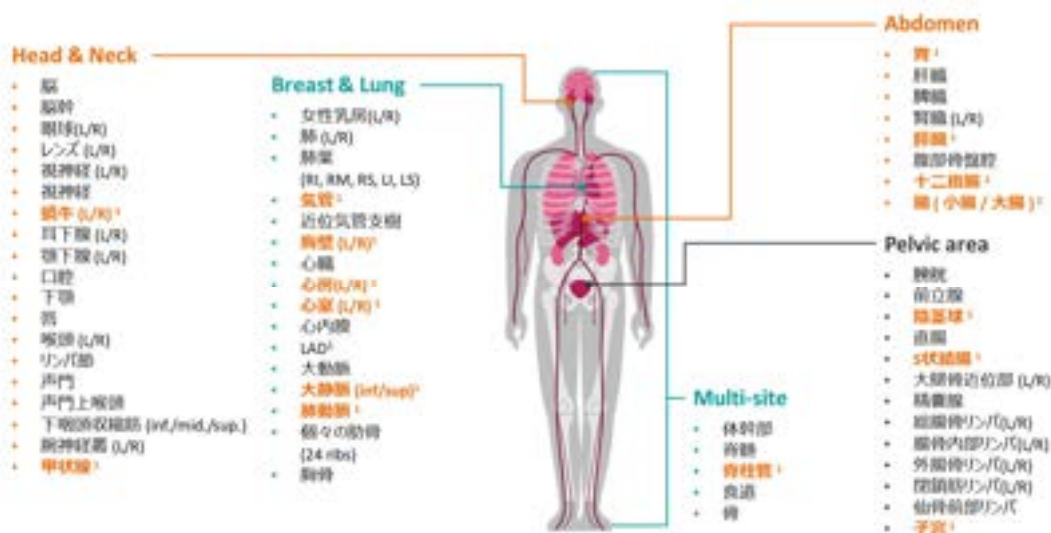


図 3-1 : AI-Rad Companion Organs RT 自動コンツリーング対応部位

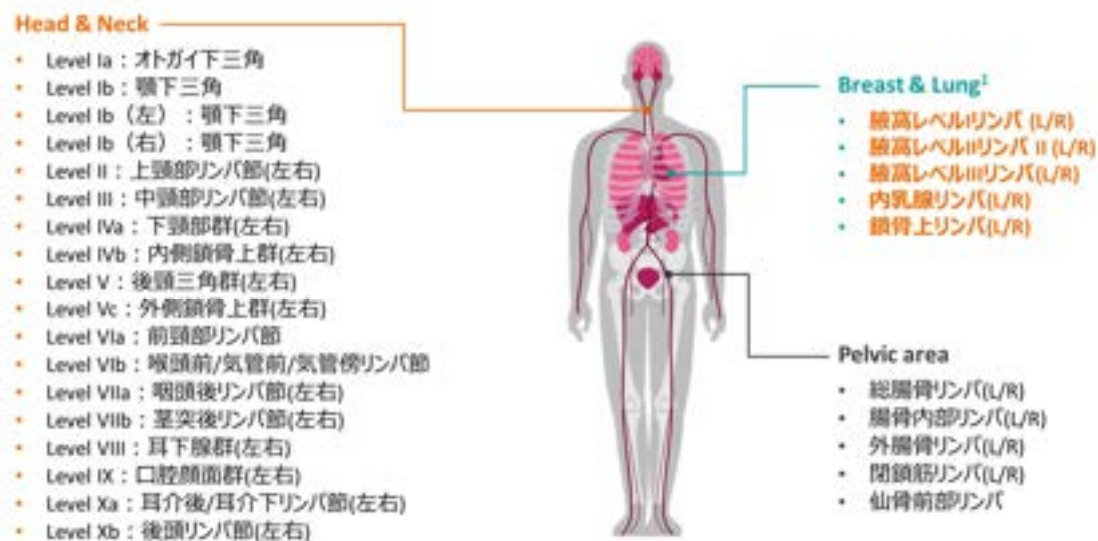


図 3-2 : AI-Rad Companion Organs RT 自動コンソーリング対応部位

3. teamply と新たなパートナーアプリケーション

AIRC は自社並びに他社のクラウドベースのソリューションをプラットフォーム上に展開する Siemens Healthineers の医療クラウドプラットフォーム” teamply digital health platform (以下: teamply) ”上で利用することができる。現在 teamply は国内約 600 施設以上 (teamply Fleet を含むと 2,100 施設以上) に導入されている。医療施設においてクラウド化を行う上で懸念されるのがセキュリティ面である。セキュリティ面での不安においては、上記導入施設の実績に加え、EuroPriSe (European Privacy Seal) の取得、米国 HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act) 等に準拠するなど、個人情報保護をデータプライバシーの部分に十分配慮した設計が行われている。また teamply にアップロードされるデータは大きな災害に備えて常に複製され、データの冗長性を強化し、日本国内の 2 つの異なる地域でそれぞれ別々に保存されている。

teamply には前述した AIRC の 4 つの機能以外にも、線量管理システムである” teamply Dose”をはじめとした各種管理パフォーマンスアプリケーションも搭載されている。Siemens Healthineers の画像診断装置の管理を合理化し、資産パフォーマンスを最適化する” teamply Fleet”、アライアンス契約を結んでいるパートナー企業のクラウドアプリケーションの利用も可能である (図 4)。ここではパートナー企業のクラウドアプリケーションの中で AI が用いられているサービスについて紹介する。



図4：teamplay digital health platform

3-1. 眼科領域における AI を用いた遠隔読影サービス

自治医科大学発ベンチャー・DeepEyeVision 株式会社は、AI による解析と医師による遠隔読影を組み合わせた、眼科向け AI を用いた遠隔読影サービスを提供している。医療機関が眼底カメラをクラウドシステムにアップロードすると、DeepEyeVision 内ではじめに AI が画像解析を行い、候補となる疾患名が読影医に示される。続けて読影医は示された疾患名を参考にしながら、元の眼底画像を観察して診断を行い、その読影結果が医療機関に提供されるようになっている。眼科領域の波及と現場の眼底画像の読影医不足の解消を目指したサービスとなっている。

3-2. 内視鏡画像診断支援ソフトウェア ” gastroAI-model G”

株式会社 A I メディカルサービスの内視鏡画像診断支援ソフトウェアは、病変候補を元に肉眼的特徴から生検等追加検査を検討すべき病変候補を検出し、医師の診断補助を行う内視鏡画像診断支援システムである。消化器領域を中心としたがんの根絶を目指し、ディープラーニングを用いて開発されたプログラムであり、本ソフトウェアは 2023 年 12 月 26 日付で厚生労働大臣より製造販売承認を取得した製品である。

3-3. 医用画像解析ソフトウェア ” EIRL Brain Aneurysm”

エルピクセル株式会社の医用画像解析ソフトウェア” EIRL Brain Aneurysm” は、頭部 MRA 画像より 2mm 以上の嚢状動脈瘤候補点を検出しマーク表示することにより、医師の読影をサポートする AI ソフトウェアである。医師単独で読影した場合と比較し、本製品を併用し読影することで約 10%の感度向上が認められ、2019 年にディープラーニングを活用した脳 MRI 分野のプログラム医療機器として、国内初の薬機法承認を取得しているソフトウェアである。

3-4. 脳ドック用 AI プログラム “Brain Life imaging”

Splink 株式会社の” Brain Life imaging” は頭部 MR 画像を AI で解析し、脳の中でも記憶や学習に関わりの深い海馬領域の体積を測定、可視化、受診者目線でのわかりやすいレポートを届けることで気づきを促す、脳ドック用 AI プログラムである。AI による高精度な脳解析と脳の健康維持や将来の認知症予防のためのアドバイスを提供する、新しいオプション検査として満足度の高い脳ドックの受診体験に貢献する。

4. まとめ

本稿では放射線科だけではなく各診療科でも活用できる技術を紹介した。Siemens Healthineers は「We pioneer breakthroughs in healthcare. For everyone. Everywhere. Sustainably. ヘルスケアをその先へ。すべての人々へ。」という Purposeのもと、医療従事者の方々が質の高いケアを提供し、患者様に最善の結果をもたらすことができるようサポートしている。事業部としては teamplay を通じ常に最適なソリューションの提供を行うことで、医療に関わる人々のニーズに応えバリュー向上を実現する。医療 AI の普及というのは勿論ではあるが、同時に信頼されるパートナーとしてヘルスケアの未来に向けて邁進し続けていきたいと思う。

引用・参考文献

- (1) 小西 功記, 清水 祐一郎, 河野 健一, 石井 大輔. 医療 AI の知識と技術がわかる本 事例・法律から画像処理・データセットまで. 翔泳社, 2021, p. 2
- (2) Chiara Arru, et al. Comparison of deep learning, radiomics and subjective assessment of chest CT findings in SARS-CoV-2 pneumonia, *Clinical Imaging*, 2021 Dec; 80: 58-66.
- (3) J. Rueckel, et al. Artificial intelligence assistance improves reporting efficiency of thoracic aortic aneurysm CT follow-up, *European Journal of Radiology*, 134 (2021), 109424.
- (4) R. H. Savage, et al. Utilizing Artificial Intelligence to Determine Bone Mineral Density Via Chest Computed Tomography, *Journal of Thoracic Imaging*, 35 (2020), S35-S39.

*1 Siemens Healthineers 調べ。

*2 肺密度の結果は COVID-19 の診断を示すものではありません。現在、in-vitro な診断テストのみが COVID-19 を診断する決定的な方法です。

*3 ここに記載されている Siemens Healthineers の顧客による記述は、顧客独自の設定で達成された結果に基づいています。「典型的な」病院や研究所はなく、多くの変数（病院

の規模、サンプルの組み合わせ、ケースの組み合わせ、ITのレベル、自動化の採用など)が存在するため、他の顧客が同じ結果を達成する保証はありません。

*4 超音波画像診断装置が DICOM-RTSS に対応している必要があります。

*5 Clinical data provided by Hospital Montpellier. The results by Siemens Healthineers' customers described herein are based on results that were achieved in the customer's unique setting. Since there is no "typical" hospital and many variables exist (e.g., hospital size, case mix, level of IT adoption) there can be no guarantee that other customers will achieve the same results.