

富士フィルムの画像診断支援AI技術ブランド「REiLI」

富士フィルム株式会社
メディカルシステム事業部 福田真子

■ はじめに

当社は、1935年のX線フィルムの販売開始以来、CR・DRそして内視鏡・超音波といった新しい画像診断機器を提供し、一貫して画像処理技術の向上に取り組み続けている。民生用から医用画像にかけて幅広い領域のAI技術開発にいち早く取り組み、1999年よりSYNAPSE、2008年よりSYNAPSE VINCENT¹を発売するなど、デジタル医用画像の可視化・解析技術を向上させてきた。(図1)。

本稿では、当社の医療AI技術開発の最前線を紹介する。

■ 富士フィルムのAI技術を用いた開発方針

当社は2018年に「REiLI (レイリ)」というAI技術ブランドを立ち上げ、様々な医療機器に向けた技術開発・製品化を進めてきた。以下、特に当社が開発を推進するCT/MRなどの診断支援技術の4つのアプローチを説明する。



a. 高画質化

CT/MRなどのモダリティを有する富士フィルムヘルスケア社の合流により、低被曝と画像の視認性向上に関わる技術開発を促進している。画像解析で培った技術を撮影装置側に活用、AI技術によるデノイズや高画質化処理に取り組んでいる。

b. 臓器セグメンテーション・ラベリング

CT画像を中心とした臓器セグメンテーション技術については、SYNAPSE SAI viewerやSYNAPSE VINCENTの基盤技術として提供しており、読影ワークフローにおいても臓器、亜区域などの関心領域に対する体積計測で利用されている。引き続き、MRなど対象モダリティを拡大しているところである。

c. コンピュータ支援診断

前記セグメンテーション技術により把握された臓器ごとに、様々な疾患を対象としたAI技術の開発を順次進めている。近年製品化した技術であれば、ユーザーが指定した脳腫瘍 (Glioma) が疑われる領域の計測を行うAI技術が挙げられ

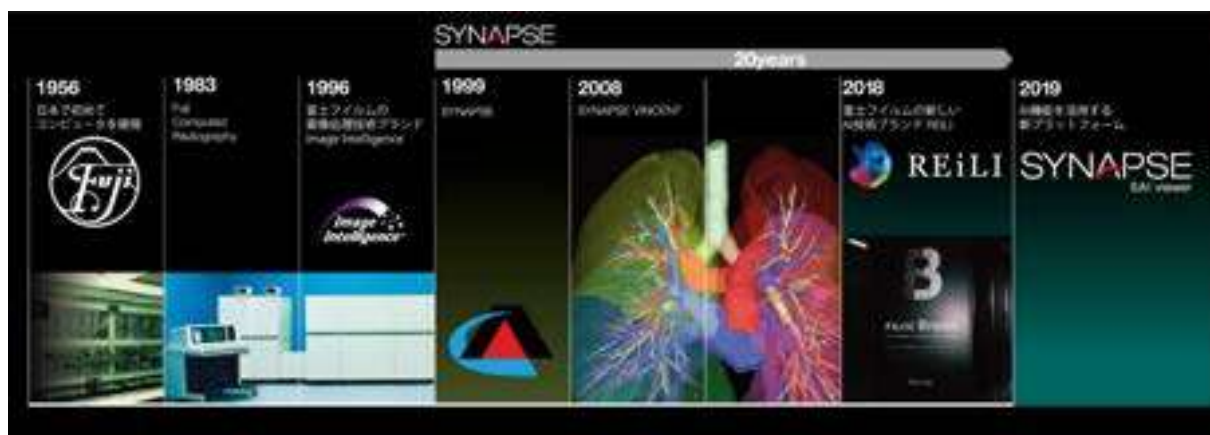


図1. 富士フィルムの画像処理・画像認識・AI技術への取り組み

¹ 3D画像解析システム SYNAPSE VINCENT
販売名:富士画像診断ワークステーション FN-7941型
認証番号:22000BZX00238000

る。現在は、非造影CTでは視認しにくい脾臓がんの検出や、骨転移の検出技術の開発を進めている。

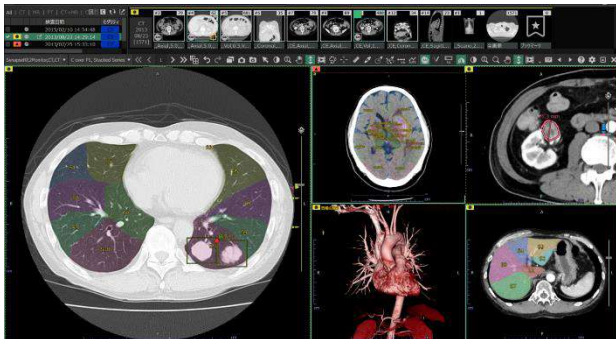
d. 読影ワークフローの効率化

ワークフロー効率化として、読影レポート作成支援技術の開発を進めている。ビューワ上でユーザーが確認した病変候補の所見文を半自動で生成するAI技術は、肺と肝臓を対象にすでに製品化済である。今後は、所見文生成技術開発で培った自然言語処理のノウハウを所見文構造化技術にも応用し、レポート二次利用の簡易化を目指す。

我々は、上記技術アプローチのもとで開発されたAI技術を、迅速に市場に展開している。以下に、実際にすでに臨床で利用されている製品を紹介する。

■ 読影ビューワ「SYNAPSE SAI viewer」²

当社では、AI技術のプラットフォームとして読影ビューワ「SYNAPSE SAI viewer」を提供している。2019年7月に発売開始し、現在国内累計600を超える施設で利用されている。以降では、SAI viewerで提供している最新AI技術を紹介する。



・ 臓器認識・ラベリング機能

CT画像から、肺・肝臓・腎臓・脾臓などの臓器を自動抽出する。腎臓や副腎は左右別の体積表示にも対応（図2左）、計測値の経時変化も簡単に参照できる。

また、臓器認識の結果を用いて、肺区域や肝区域をラベリングする技術を搭載。肝区域は門脈の走行を学習させた技術で、非造影画像にも対応している（図2右）。若手医師の教育目的で活用している施設も多い。頸椎・胸椎・腰椎・肋骨の骨番号を自動的に付与する骨ラベリング機能は、骨番号の判別を効率的に支援する。

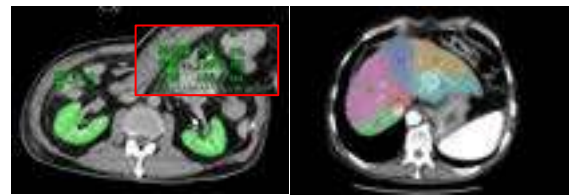


図2. 臓器抽出およびラベリングの例：腎臓は左右別に体積表示が可能。（左）肝区域ラベリングを表示（右）。

・ 肺結節検出機能³

胸部CT画像上で肺結節が疑われる領域をバウンディングボックスで表示する。肺野ラベリングや肺結節性状分析機能と組み合わせることで、レポート作成も支援する。さらにビューワ上では結節の経時変化に応じてスライダーバー、バウンディングボックスのラベル色を変更可能。前回と比較した増大/新規/縮小が判断でき（図3）、フォローアップ読影も容易となる。



図3. 肺結節検出機能の検出結果表示：

² SYNAPSE SAI viewer用画像処理プログラム
販売名：画像処理プログラム FS-AI683型
認証番号：231ABBZX00029000
SYNAPSE SAI viewer用画像表示プログラム
販売名：画像診断ワークステーション用プログラム FS-V686型
認証番号：231ABBZX00028000
SYNAPSE SAI viewer用 肺結節検出プログラム

販売名：肺結節検出プログラム FS-AI688型
承認番号：30200BZX00150000
SYNAPSE SAI viewer用 肋骨骨折検出プログラム
販売名：肋骨骨折検出プログラム FS-AI691型
承認番号：30300BZX00244000

³ 本機能は肺結節検出プログラム FS-AI688型で実現しています。

右のスライダーバーおよびボックス上の赤い印は、前回検査と比較して増大している結節を示す。黄色は新規結節を示す。

・ 肋骨骨折検出機能⁴

胸部CT画像から肋骨骨折箇所を検出するAI技術を搭載しており（図4）、救急患者の骨折の見落とし防止などに有効である。アキシャル画像だけでなく、VR画像上でもオーバーレイ表示が可能（図5）。さらにラベリングとの併用により、骨番号を確認できる。



図4. 肋骨骨折検出機能：骨折が疑われる箇所にバウンディングボックスを表示する。



図5. 肋骨骨折検出機能のVR表示の例。

・ Virtual Thin Slice機能

スライス厚5mm程度のCT画像から、スライス厚1mm程度のThinスライス画像を仮想的に生成する。この機能により、過去に撮影された画像がThickスライスであっても、Thinスライスと近い条件で比較読影を行うことができ、サジタル像や coronal 像において、骨の構造や血管走行の視認性を向上させる（図6）。なお、肺の小結節の性状観察など胸部の関心領域での再構成の改善に特化した、「胸部Virtual Thin Slice」もリリース済である（図7）。

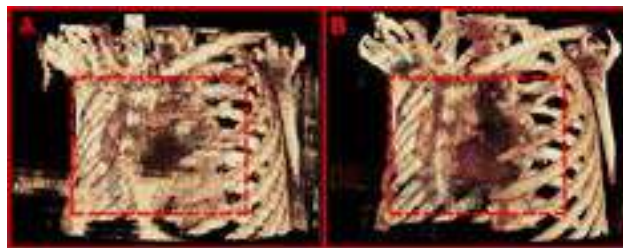


図6. Virtual Thin Slice機能：スライス厚5mmのCT画像から3D画像を再構成すると不鮮明になることがあるが（画像Aの破線部）、本機能によりスライス厚1mmの画像を仮想的に生成し、骨の視認性を高めている（画像Bの破線部）。

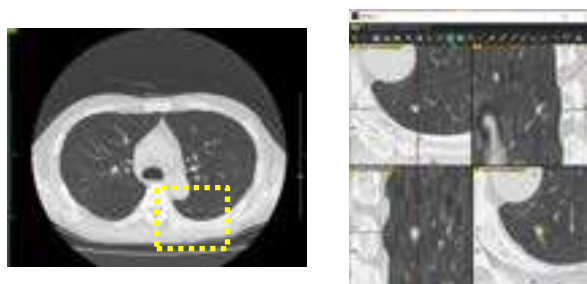


図7. 胸部Virtual Thin Sliceの表示例。5mmスライスで性状の観察が困難なすりガラス影などの視認性を向上させる。

・ SAIフィルタ機能

周辺組織と比較して高吸収/低吸収領域を強調表示する機能を搭載している。本機能は、頭部/肝臓/腎臓/副腎/脾臓/脾臓で利用でき（図8）、肝臓/腎臓/副腎は非造影にも対応している。また、所見文の定型文が利用可能で、疾患カテゴリを選択すれば自動的に計測値や強調表示位置が埋め込まれた複数の定型文が提示される。

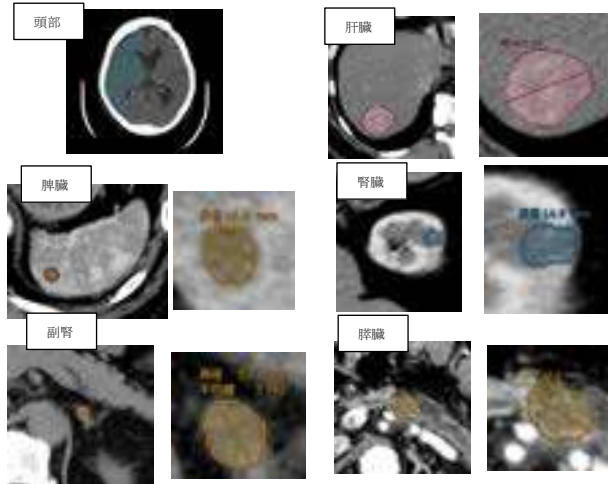


図8. 各SAIフィルタと解析結果の例。

⁴本機能は肋骨骨折検出プログラム FS-AI691型で実現しています。

・ 大動脈ビュー機能

大動脈の3D計測に特化したビューワを2024年4月から新規搭載した。「2020年改訂版 大動脈瘤・大動脈解離診療ガイドライン」では、大動脈瘤径を計測する際、大動脈長軸に直行する断面において長径と短径を計測することが示されている。本ビュー機能では、大動脈の直行断面/VR/CPRの3画面を表示。VR画像上で、Centerline法に基づいた大動脈瘤の長径・短径の計測が簡単に実現できる（図9）。



図9. 大動脈ビュー機能の表示。
左から、直行断面、VR、CPRと並ぶ仕様。

・ SYNAPSE VINCENT連携機能

SYNAPSE VINCENTの解析結果をSAI viewer上で表示する新機能を追加した。これまで、読影医はVINCENT上での解析が必要となると別端末からVINCENTを起動することが必要であり、時間を要していた。今回の連携機能では、VINCENTの肺解析・LAAのアプリケーションの解析結果サマ리를SAI viewerのSAIボタン（AI機能一括表示ボタン）で確認できる（図10）。これにより、VINCENTを起動することなくSAI viewer上で結果確認が可能となり、読影ワークフローの効率化が期待できる。

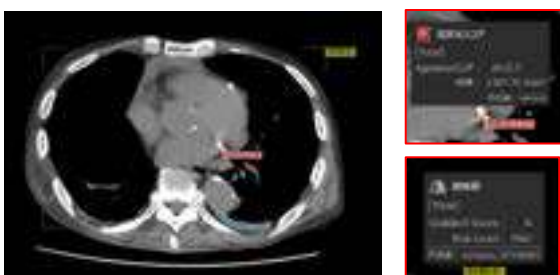


図10. SYNAPSE VINCENT連携機能：
VINCENTで解析したAgatston Score, Goddard ScoreがSAI viewer上で確認できる。

■ 新読影レポートシステム「SYNAPSE SAI Report」

更に当社では、SAI viewerと密に連携する新しいレポートシステムとして、2023年7月よりSYNAPSE SAI Reportを発売開始した。本製品は、「ビューワー一体型レポートシステム」をコンセプトに、SAI viewerとの密な連携機能を搭載している。

ビューワとの組み合わせによって、SAI viewer上の所見文入力ツールで所見文を作成し、SAI Reportに送信することが出来る。読影医はSAI viewerの画像解析結果を用いた所見サジェスト機能を利用することで、定量的な情報に基づいたレポート作成が可能となる。さらに依頼医は、確定レポートから所見文をクリックすることで簡単にレポート作成時のビューワ状態を復元できる（図11:ハイパーリンク機能）。これにより、どの箇所についての所見文なのかをより早く正確に確認できるようになった。

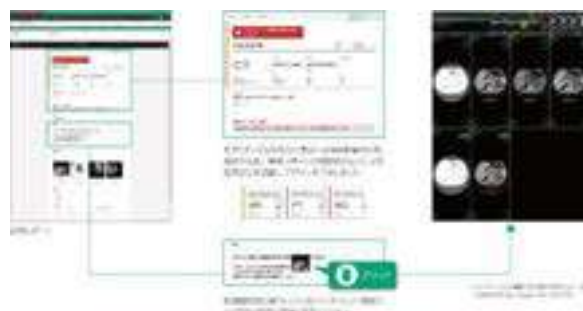


図11. ハイパーリンク機能

■ 胸部X線画像病変検出「CXR-AID」⁵

CT, MR以外の病変検出技術にも取り組みを進めている。CXR-AIDは、胸部単純X線画像から、結節・腫瘍影、浸潤影、気胸が疑われる領域を検出し、異常領域の確信度に応じたグラデーションカラーで表示する（ヒートマップ機能）。また、各検出領域に対応する確信度の最大値スコアを表示する（スコア表示機能）（図12）。撮影条件は立位だけでなく、座位や臥位のポータブル撮影装置にも対応している。

SAI viewerとの連携機能の「CAD出力結果チェック機能」では、医師が検出されたCAD出力結果

販売名:胸部X線画像病変検出(CAD)プログラム LU-AI689型
承認番号:30300BZX00188000

⁵胸部X線画像病変検出ソフトウェア CXR-AID

を確認し忘れた場合、SAI viewer側でダイアログを表示することで、CAD出力結果確認忘れを防止する。そしてCADの出力結果がない場合、CAD出力結果確認をしなくとも、ダイアログは表示されないため、読影フローを阻害することなく、確認忘れを防ぐことができると主に健診施設などで評価が高い。



図12. CXR-AIDの表示。

■ 今後の取り組み

上記以外にも様々な診断支援・ワークフロー支援技術の開発を進めており、以下にその取り組みを紹介する。

AI技術のレポートニングへの展開：読影からレポートニングまでのワークフローを一貫して支援し、また記載されたレポート情報を有効に活用するために、自然言語処理と画像認識のマルチモーダルなAI技術を用いた所見文構造化技術の開発に取り組んでいる。医師の記載した所見文から、病変・場所・計測値等の情報を画像も紐づけて構造化することで、各診療科医により多彩なマルチメディア表示のレポートを提供することができる。また蓄積した膨大な読影情報をデータベース化し、臨床用途、研究用途に二次活用していく手段の提供を目指している。

画像解析機能の他モダリティ展開：SAI viewerはこれまで、CT画像上の臓器抽出・検出技術を提供してきたが、今後は他モダリティへ拡張する。まずはMR画像での臓器セグメンテーションやシーケンス判定技術に取り組むを進め、CT同様の多臓器展開を進めていく。

■ おわりに

モダリティの高性能化によって診断すべき医療用画像は年々増加する中、医療AI技術には読影支援の可能性に期待が寄せられている。当社は今後も医用画像を中心とした技術開発に取り組み、迅速に製品化することで、画像診断支援

の新たな未来を築いていく。