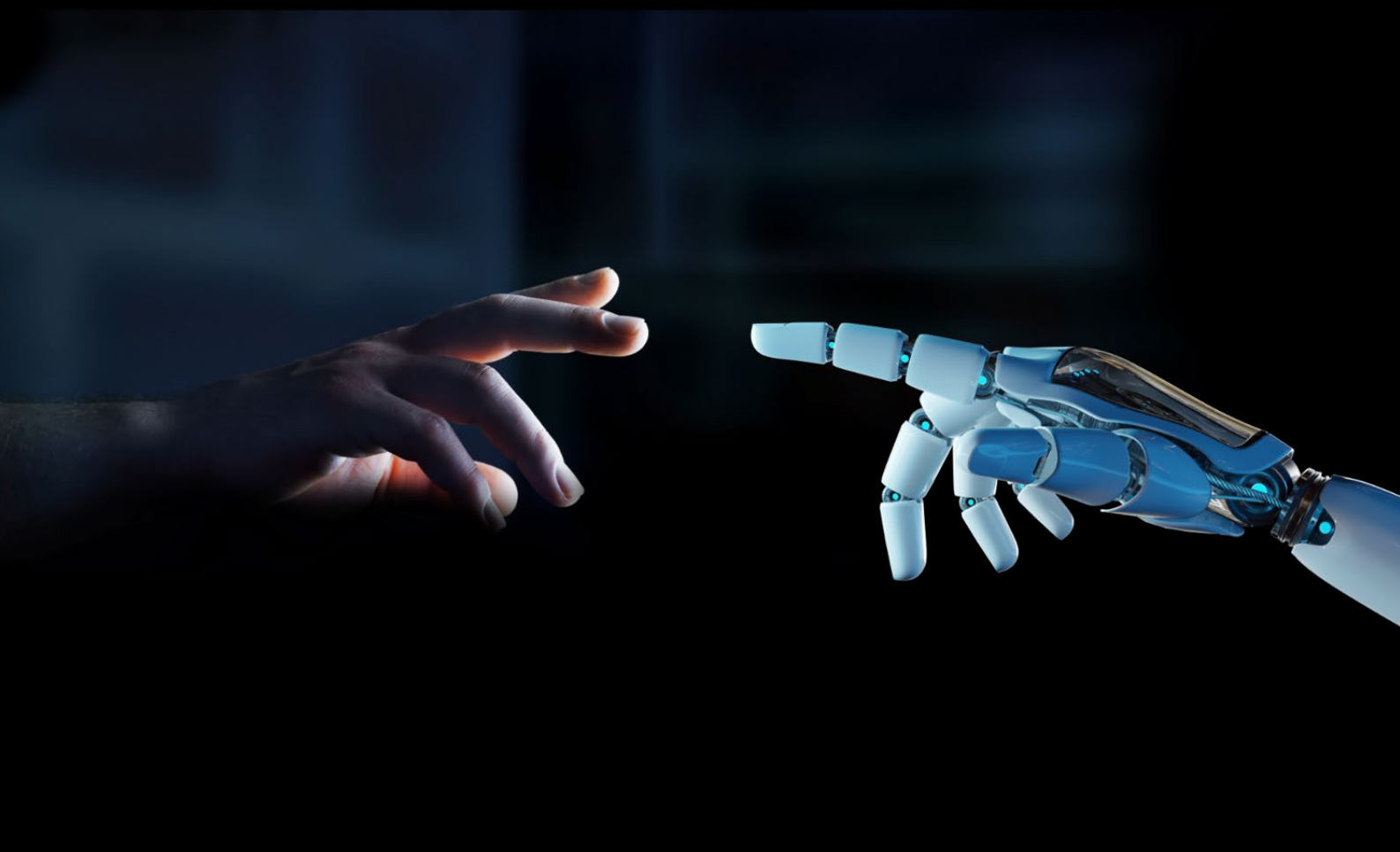




SOMATOM CTのAIを用いた最新技術 ～Intelligence that works with you～

シーメンスヘルスケア株式会社
ダイアグノスティックイメージング事業本部
CT事業部 鈴木 和明

www.siemens-healthineers.com/jp

SIEMENS
Healthineers

SOMATOM CTのAIを用いた最新技術 ～Intelligence that works with you～

はじめに

本邦において、医師の働き方改革や、医療従事者がより専門性を生かせるようなタスク・シフト/シェアの推進がなされています¹⁾。2021年5月21日には、「良質かつ適切な医療を効率的に提供する体制の確保を推進するための医療法等の一部を改正する法律案」が第204回国会（常会）で成立したことに伴い、新たな診療放射線技師法が2021年10月1日から施行されます。この法律改正によって、診療放射線技師（以下、技師）の業務拡大が可能となる一方で、技師にとっては業務負担が増える可能性が考えられます。

Siemens Healthineers（以下、シーメンス）は、CT検査における皆さまの業務負担を軽減するためのAIを用いて開発した技術を開発、提供しています。

本稿では、熟練したオペレーターのように、患者情報にあわせた最適な検査を提案し、患者の解剖学的体位に基づいた最適な検査結果を自動で提供することを可能にするmyExam Companion（マイイグザム コンパニオン）、およびSOMATOM CTに搭載された各種自動化機能に関して紹介します。

（本文は、一般社団法人 札幌放射線技師会 会誌75号に寄稿した内容です。）

myExam Companion:検査全体をサポートする技術

AIを用いた自動化システムの開発背景には、近年のCT装置における技術の高まりに伴い実施可能となった多様な撮影法による検査の複雑化があります。70kVから管電圧を10kV間隔でコントロールし、検査目的や患者背景に応じて個別化されたCT検査を実現する「低管電圧撮影」、スクリーニングやフォローアップ検査における「超低線量撮影」、従来のCT検査では得られなかった機能情報が得られる「Dual Energy撮影」など、Precision Medicine（個別化医療）に貢献する様々な技術をフル活用いただくためには、読

影医や技師の皆さまに、常に新しい技術、情報についてアップデートしていただくなくてはならない状況です。

しかし、日々の業務の合間に技術や情報をアップデートし続けることは容易くないと思います。そこで、様々な技術をオペレーターの経験値に関わらず使用でき、患者ごとに最適な検査ワークフローを提供することを目的としてmyExam Companionは開発されました。様々な人がCT装置を扱う限りどうしても検査結果のばらつき、検査時間の延長などが起こり得ます。myExam Companionを活



図1 myExam Companionの開発プロセス

180,000ものスキャンプロトコルからAIと専門家の解析によって、20以上の臨床的な決定木を構築

用することで、自動化できる分野はシステムに任せ、最終的な判断や患者に対するケアに人が集中することで、CT 装置の技術を最大限活用すると同時に検査の効率化を可能にします。

myExam Companionの開発プロセスは、180,000ものスキャンプロトコルをAIで解析し、その結果を臨床の専門家が評価する事で、CT 検査における複雑な撮影条件設定や画像再構成条件設定などのオペレーターの意思決定を支援するための20以上の決定木(Decision Tree)を構築しました(図1)。オペレーターは、ガントリから取り外し可能なタブレット端末または本体コンソールを使用して簡単な質問に答えることで、AIでトレーニングされた臨床的な決定木に基づいて最適なスキャンプロトコルを自動的に設定し、撮影条件と画像再構成タスクを簡素化することができます。

胸部CT検査を例に、プロトコル選択時のオペレーターの一般的な意思決定の流れを考えると、①女性の患者で放射線感受性の高

い乳腺領域の被ばく低減を行いたい場合は、選択的に被ばく低減可能なX-CAREを用いて撮影し、②息止めが困難な場合は、呼吸によるモーションアーチファクトを軽減するためにピッチなどを変更して高速撮影を行うなど、患者ごとに最適な撮影条件の選択が必要です。そしてこれは、熟練のオペレーターだけでなく、様々な経験値のオペレーターに対して、日々求められるタスクです。

これらの複雑な意思決定に関して、myExam Companionを使用した場合、タブレット端末やコンソール上で誰でも簡単に、対話形式で最適なプロトコルを選択することができます(図2)。例えば、「患者の息止め時間はどの程度ですか?」という質問に対して「5秒超」を選択すると、女性の場合は被ばく低減のため、自動でX-CAREのプロトコルが選択されます(性別については患者登録情報から自動認識)。一方、「5秒未満」を選択すると、性別に関わらず自動で高速撮影のプロトコルが選択されます。



図2 myExam Companionの胸部CT撮影における決定木のフロー

タブレット端末や本体コンソールで簡単な質問に回答することで、誰でも最適なプロトコルで撮影することができる

SOMATOM CTに搭載された各種自動化技術

myExam Companion は撮影準備、撮影中、撮影後の画像作成、全ての過程でCT装置に搭載されている技術を統合的に自動化するシステムであり、撮影準備から撮影段階、撮影後の画像再構成の処理まで、様々なAIを用いて開発した技術を組み合わせる事で、一貫性のある検査が可能となります。ここでは、SOMATOM CTに搭載された各種自動化技術を紹介します。

撮影準備段階では、患者ポジショニングを自動化する、AIを用いて開発した「FAST 3D Camera」を搭載することで、誰でも簡単に精度高くポジショニングすることができます(図3)。FAST 3D Cameraは、寝台の上部にあるカメラから被検者の形状、位置、高さ情報を3次元情報として取得します。また、赤外線測定データを同時に取得し、ディープラーニングを利用して開発された技術によっ

て、人と比較して誤差やバラツキが少なく、頭部、胸部、腹部領域などでは平均数mmの誤差で、正確な患者ポジショニングが可能となっています²⁾。

撮影段階では、「FAST Planning」が位置決め画像を解剖学的に自動認識し、患者個々に適切な撮影範囲を提示します。撮影後の画像再構成段階では、「ALPHA (Automatic Landmarking and Parsing of Human Anatomy) Technology」が患者個々の解剖学的なランドマークを認識し、自動で頭部OM (Orbitomeatal) ラインや股関節などの軸位に沿うような角度に調整してMPR画像を作成します(図4)。ALPHA Technology^{3,4)}は、数百のサンプル



図3 FAST 3D Camera

患者ポジショニングを自動化するFAST 3D Cameraを搭載することで、誰でも簡単に患者を精度高くポジショニングすることができる

画像データを基に専門家が必要とする解剖学的ランドマークとそれを囲む関心領域から画像パターンを検出するトレーニング(機械学習)を行い、多くの解剖学的部位をデータベース化しています(図5)。トレーニングから得られたデータベースを使用する事で、新規に撮影されたCT画像に対して解剖学的なランドマークを自動検出し、当該部位の軸位に沿った角度に自動調整された画像を作成できます。Nishii等は、ALPHA Technologyを使用することで、781例の頭部CT画像のうち99.7%でOMラインに自動角度調整したAxial画像が正確に得られ、かつ画像作成までの時間はCTスペシャリストである技師と比較して4倍、1年目の技師と比較して8倍

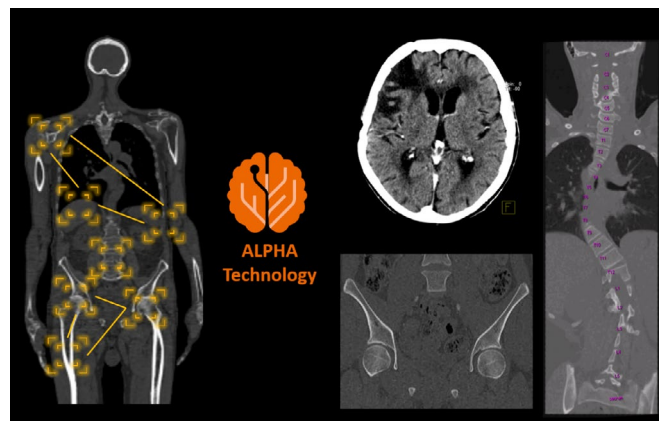


図4 ALPHA Technologyを用いて作成したMPR画像

患者個々の解剖学的なランドマークを認識し、自動的に当該部位の軸位に沿った角度に調整してMPRを作成できる

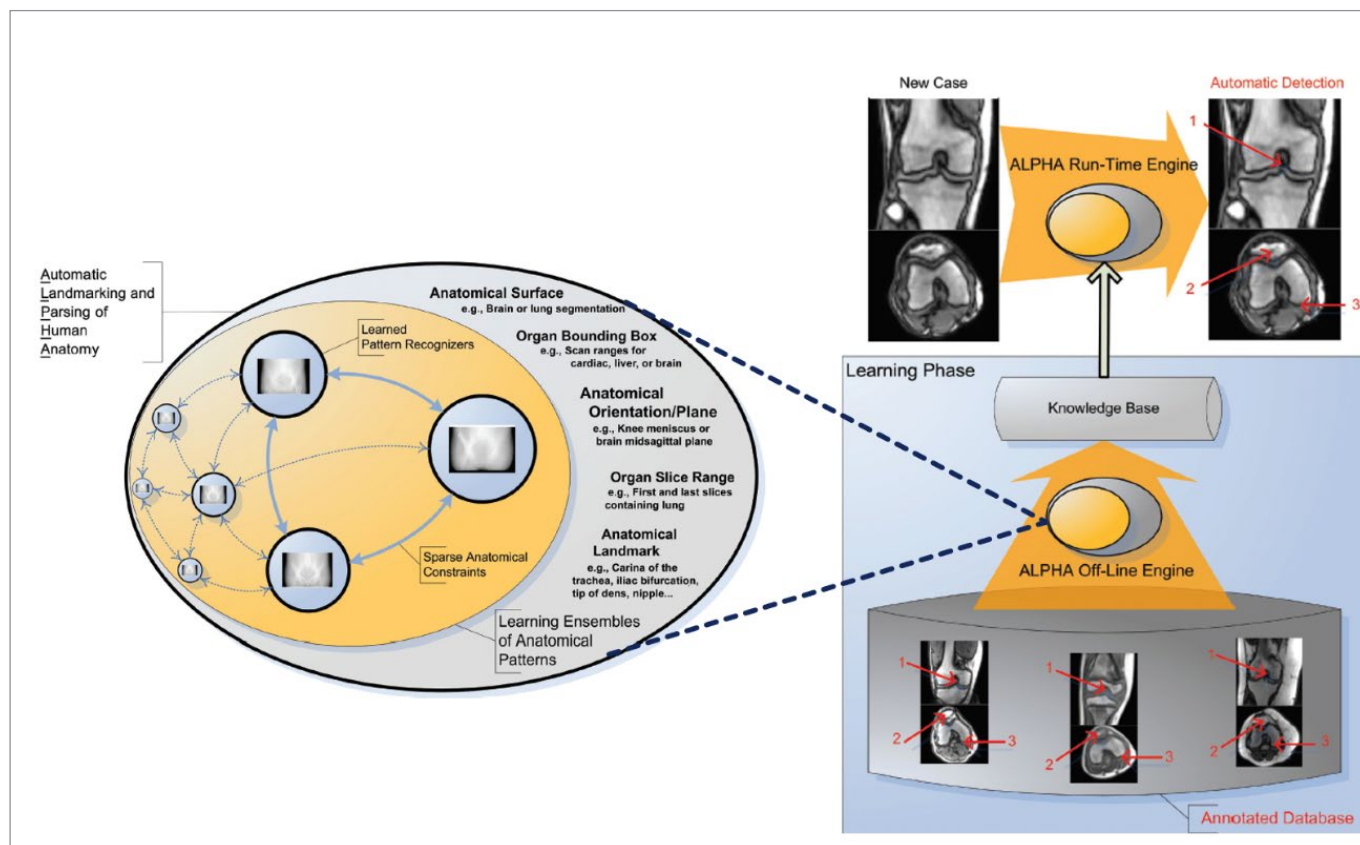


図5 ALPHA Technologyの開発

ALPHA Technologyの開発は、サンプル画像データを基に専門家が機械学習を用いてトレーニングした知識データベースを構築

速かったと報告しています⁵⁾。ALPHA Technologyを用いることで、誰もが簡単に解剖学的な角度に調整された画像を短時間で得ることができます。

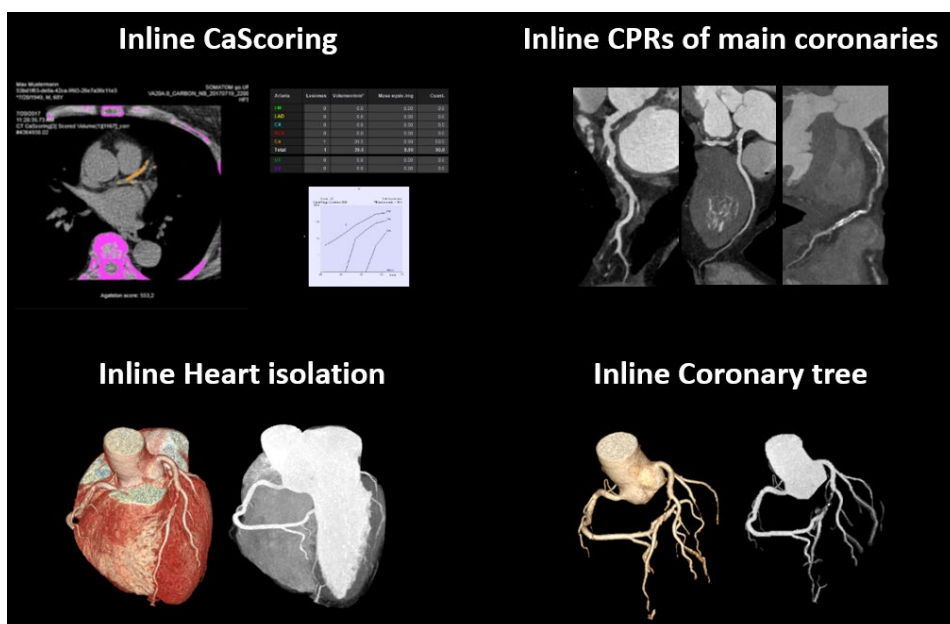
様々な自動化技術によって最適化・効率化されたワークフローは、どの診断領域にも適用できます。例えば循環器領域を一例に考えると、患者ポジショニングをFAST 3D Cameraで自動調整し、

myExam Companionによって自動的に心拍データを解析し、心拍に応じて最適な撮影プロトコルが選択されます(図6)。心電同期の単純CT撮影終了後にはカルシウムスコアリングが自動解析され、心電同期の造影撮影後には冠動脈3枝のCPRやVR、MIPが自動作成されます(図7)。

図6 myExam Companionの心臓CT撮影のフロー
患者個々の心拍情報などを基に最適なプロトコルを選択可能



図7 心臓CT検査:AI技術を用いた自動解析画像
撮影終了後にカルシウムスコアリングの解析や3枝のCPRやVR、MIPなどの各シリーズ画像がCT本体で自動作成される



脳卒中診療をサポートする自動化技術

2019年の「国民生活基礎調査」(厚生労働省)によると、介護が必要となった主な原因に占める割合は、脳血管疾患が16.1%、心疾患が4.5%であり、両者を合わせると20.6%と最多です⁶⁾。2019年の12月には、これらの現状も踏まえ「健康寿命の延伸等を図るための脳卒中、心臓病その他の循環器病に係る対策に関する基本法」が施行されています。

急性期脳梗塞は、rt-PA療法や機械的血栓回収療法を迅速に行うことで、機能予後の改善につながります。国内の経皮経管的脳血栓回収用機器の適正使用指針⁷⁾では、ASPECTS (Alberta Stroke

Program Early CT Score)を血管内治療を行うかどうかの1つの判断基準として用いることができます。また、最終健常確認時刻から24時間以内での血管内治療の適応では、頭部CT灌流画像を1つの判断基準として用いることができます。このように、急性期脳梗塞の治療判断のための有効なCT検査、パラメータが様々なガイドラインで示唆されている一方で、臨床現場での実施は一筋縄にはいかないようです。シーメンスは、治療判断のための有用なパラメータをスムーズに活用いただくため、AIを用いて開発した技術にサポートされたASPECTSの自動解析や頭部CT灌流画像解析を自動化する

機能を提供しています(図8)。ASPECTSの自動解析では、スコアの結果も自動で表示することができます(図9)。また、頭部CT灌流画像についても自動で解析が可能で、解析者による動脈入力関数の関心領域設定のばらつきも改善され、一貫した解析結果に繋がります

(図10)。シーメンスの頭部CT灌流画像の解析結果は、iSchemaView社のRAPIDと同等であったと報告されています⁸⁾。

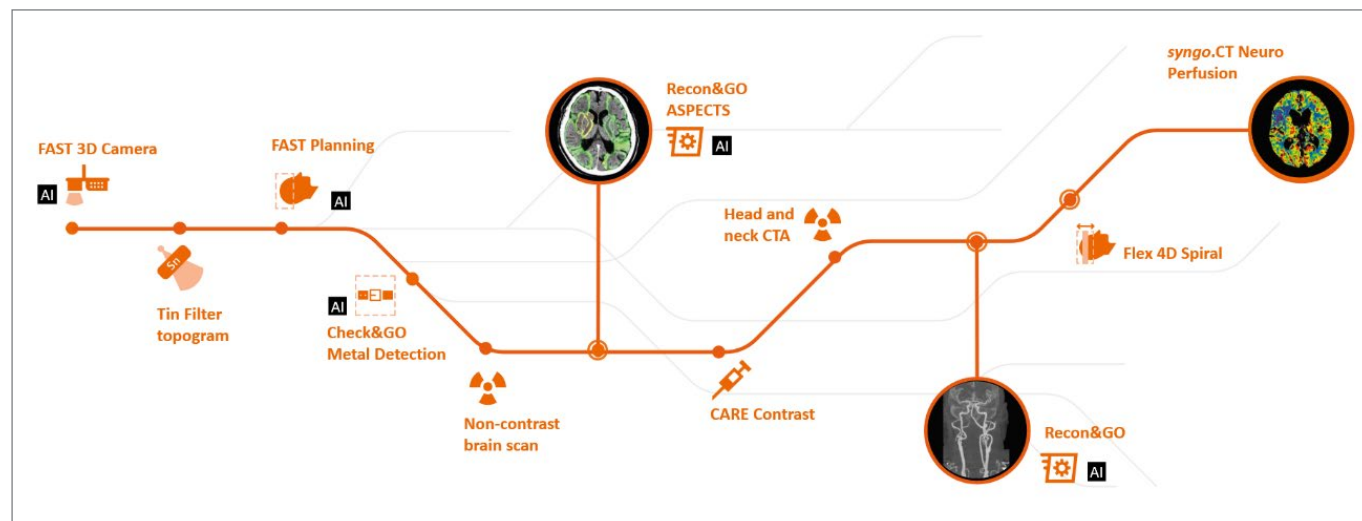


図8 myExam Companionの脳梗塞対応の検査フロー

脳梗塞の画像診断を補助するため、ASPECTSの自動解析や頭部CT灌流画像解析を自動化する機能を提供

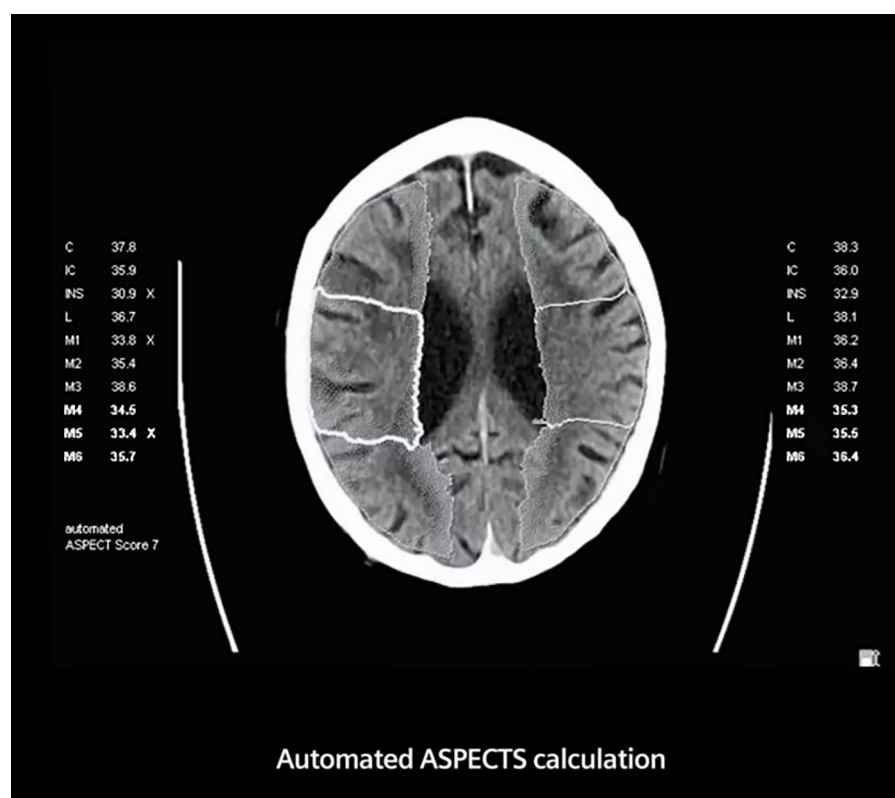


図9 ASPECTSの自動解析

頭部単純CT画像から自動的にASPECTSを解析し、スコアの結果も自動で表示することができる

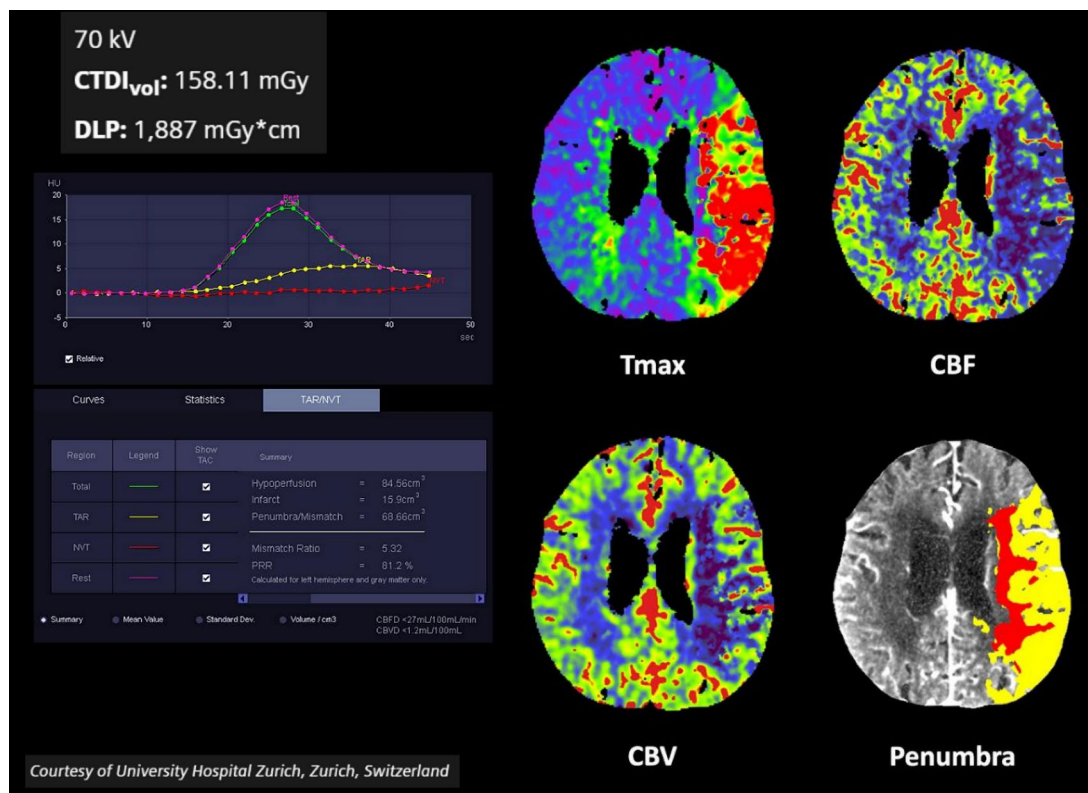


図10 頭部CT灌流画像の自動解析結果

頭部CT灌流画像の自動解析が可能で、TmaxやCBVなどの解析画像を作成できる

さいごに

新たな診療放射線技師法は2021年10月1日から施行予定であり、拡大業務として造影検査のために静脈路を確保する行為が可能となるようです。これに対し、造影検査で低管電圧撮影を行えば、造影効果を確保して使用造影剤の濃度/粘度を下げることができ、より細いサイズの留置針での検査も可能となり、ルート確保が容易になることが考えられます。SOMATOM CTでは、myExam Companionを用いて血清クレアチニン値(mg/dl)やeGFR(mL/m)の質問項目を設定することで、低管電圧撮影の適応を自動化したり、CARE kVを併用することでCNRを考慮した管電圧・管電流の自動設定も可能であり、低管電圧撮影が誰でも簡単に行えます。

今回で紹介したmyExam Companionは、AIを用いて開発された最新技術によって迅速かつ一貫性のある検査結果を提供し、医療現場の課題である生産性の向上に貢献できる技術です。医療従事者のタスク・シフト/シェアによる診療放射線技師の業務拡大に伴う業務負担の軽減をも視野に入れたAIを、シーメンスは今後も開発していきます。

Reference

- 1) 厚生労働省、良質かつ適切な医療を効率的に提供する体制の確保を推進するための医療法等の一部を改正する法律案の閣議決定について、2021年2月12日。
- 2) Booi R, et al. Accuracy of automated patient positioning in CT using a 3D camera for body contour detection. Eur. Radiol., 29 (4) : 2079-2088, 2019.
- 3) Tao Y, et al. Robust learning-based parsing and annotation of medical radiographs. IEEE Trans Med Imaging., 30:338-350, 2011.
- 4) White Paper ALPHA Technology : Achieving Organ-Based Reading in PET/CT for Improved Efficiency of Image Interpretation. Siemens Medical Solution. 2014.
- 5) Nishii T, et al. A Real-World Clinical Implementation of Automated Processing Using Intelligent Work Aid for Rapid Reformation at the Orbitomeatal Line in Head Computed Tomography. Invest Radiol., March 24, 2021 - Volume Publish Ahead of Print
- 6) 厚生労働省、循環器病対策推進基本計画、2020年10月。
- 7) 日本脳卒中学会、日本脳神経外科学会、日本脳神経血管内治療学会、経皮経管的脳血栓回収用機器 適正使用指針 第4版、2020年3月。
- 8) Bathla G, et al. Comparing the outcomes of two independent computed tomography perfusion softwares and their impact on therapeutic decisions in acute ischemic stroke. J Neurointerv Surg.; 12 (10):1028-1032. 2020.

製造販売業者
シーメンスヘルスケア株式会社
〒141-8644
東京都品川区大崎 1-11-1
ゲートシティ大崎 ウエストタワー

本カタログに関するお問い合わせは、
下記電話番号までお願いいたします。
TEL 0120-041-387

仕様は予告なく変更する場合がありますのでご了承下さい。なお、本カタログにはオプションが含まれています。
詳しくは担当営業におたずねください。