

IntelliSpace Portal 心臓解析アプリケーション －循環器画像診断における放射線科医の相棒－

本稿は、2022年6月23日に開催された「Philips Radiology Workflow Solutions Webinar」において、自治医科大学の真鍋先生よりご講演頂いた、「循環器画像診断における放射線科医の相棒」の内容をもとにまとめたものである。循環器画像診断における放射線科医の役割や、冠動脈疾患と非虚血性心筋症の画像診断及び解析アプリケーションをご紹介頂いた。

放射線科医は他診療科の医師とは異なり、院内の統合された医療情報サービスを活用し、特定の臓器に特化した病気の診断だけでなく全身性疾患にも対応できるのが強みである。このためには、電子カルテ・ラボデータ・PACS・画像解析ワークステーションなどが統合されており、スムーズなワークフローが利用できることが望ましい。

フィリップス社の画像解析ワークステーション IntelliSpace Portal（以下、ISP）は、70を超える多種多様な解析アプリケーションがあり、CT、MRI、PETのモダリティ横断的に、診断に必要な確信度の高い画像や定量値を提供することができる。また、フィリップス社のPACSであるVue PACSを中心に、統合された

ワークスペースの開発が進んでおり、Vue PACSはISPと連携が出来るほか、循環器動画PACS（IntelliSpace Cardio Vascular、以下ISCV）との連携も可能である。Vue PACSからISPのアイコンをクリックすると、ISPの各解析アプリケーションを開くことができる。図1に示すように、将来的には、病理、オンコロジー、眼科領域の連携まで拡張し、One Integrated Workspaceのコンセプトのもと、一人の患者さんの電子カルテやPACSから様々なアプリケーションを展開し、切り替えながら参照できるようになることでより、放射線科医のスムーズなワークフローの実現を目指している。



真鍋 徳子 先生
自治医科大学総合医学第一講座放射線科

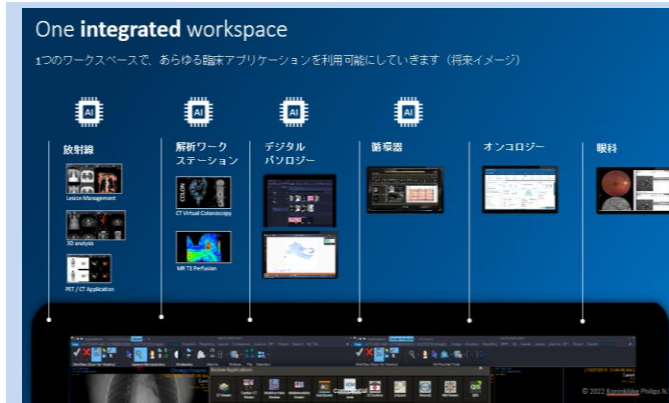


図1. Vue PACSを中心に統合されたワークスペース。現時点ではVue PACSとISP、ISCVが連携可能で、将来は病理、オンコロジー、眼科領域とも連携を目指している

冠動脈疾患の画像診断

2019年のESCガイドラインでは、慢性冠動脈疾患に対してはCCTA (Coronary CT Angiography) がファーストラインとして推奨されている[1]。また2022年3月には、日本循環器学会から安定冠動脈疾患のガイドラインがアップデートされ、中等度リスクでは、特に左冠動脈主幹部病変の除外目的にCCTAが推奨されている[2]。一方、心筋は冠動脈病変により阻血に陥ると、梗塞が心内膜下から心外膜側に向けて広がっていく。そのため、虚血心筋の探索、心筋梗塞・壊死範囲の評価には、PerfusionやLGEなどの心臓MRIがゴールドスタンダードとして用いられている。

Comprehensive Cardiac Analysis

Comprehensive Cardiac Analysis (CCA) のアプリケーションを利用することで、CT画像を用いて冠動脈解析と心機能解析を包括的にできる。解剖学的3Dモデリングを用いて心臓の構造解析をするため、冠動脈だけではなく、心室、心房、心筋などを画像読み込み時に自動的に認識する。また複数時相を読み込むことで、心室・心房ボリューム、駆出率、一回拍出量、心拍出量、左室壁重量、壁運動、壁厚変化率などの心機能を解析することができる。CCAは自動セグメンテーションにより冠動脈を描出し、CPRセンターラインを3次元上で描出する(図2)。自動セグメンテーションでは心筋の抽出も可能で、冠動脈相のデータでも、造影低下域がコントラスト良く描出される。また、Defect assessmentという心筋の血流欠損を解析する機能があり、スペクトラルCTのIQonで撮影している場合は、仮想単色X線画像を用いてビームハードニングを抑制し、精度の高い安静時心筋灌注CT値マップを作成することができる。

ご講演では、前下行枝(LAD)に高度石灰化、LAD#6が血栓閉塞の症例をご紹介頂いた。冠動脈CTの解析から、LADの狭窄・閉塞とDefect mapで、安静時でもLAD支配領域の心筋の造影効果が低下していることが可視化されている。

Multiphase Analysis

追加撮像した遅延造影CTを見ると、LAD領域に合致して前壁中隔中心に貫壁性の異常増強像があり、内部には微小血管閉塞MVOを示す低濃度域を伴っている。ECV mapを解析するには通常であれば、造影前後のCT画像が必要になるが、IQon スペクトラルCTで撮影の場合は、ISPのMultiphase Analysisアプリケーションを用いることで、スペクトラルイメージングのIodine mapからECV mapを計算することができる。この場合、Iodine mapはヨードの造影効果を示しているため、造影・非造影のイメージ間でサブトラクションが不要で位置ずれの心配がない。図3に示すように、正常心筋のECV値は30%を超えないのに対して[3]、中隔の梗塞部分でECV値が45%以上に上昇しているのが分かる。ISPのComprehensive Cardiac AnalysisとMultiphase Analysisを用いることで、心臓CTから冠動脈と心筋の評価が同時にできる。同一症例においてCTとMRI対比すると、前壁中隔のECV値の異常高値がMRIとCTで良く合致していることが示されている。

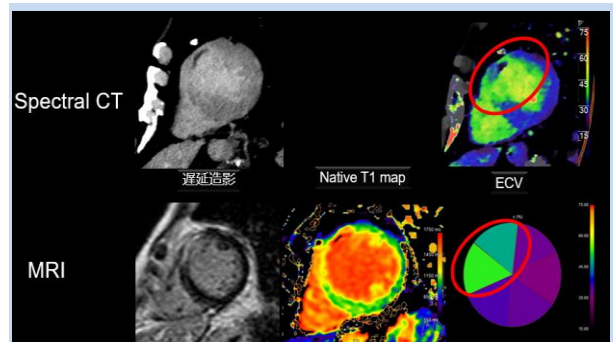


図3. 梗塞症例における、Spectral CTとMRIを用いたECV値の比較。ECVの正常値が30%以下に対して、前壁中隔の梗塞部分は45%以上に上昇しており、CTとMRで一致している。
画像提供：札幌心臓血管クリニック様

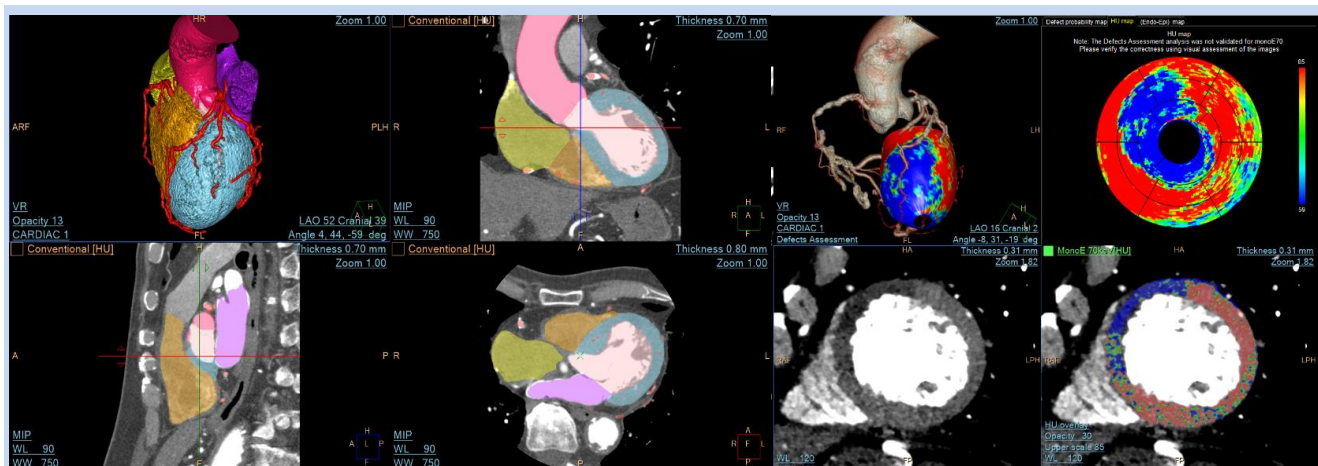


図2. Comprehensive Cardiac Analysisによる、心臓CTの包括的解析。自動セグメンテーションにより冠動脈を描出し、CPRセンターラインを3次元上で描出する。Defect assessment機能を用いて、精度の高い安静時心筋灌注CT値マップが作成可能

非虚血性心筋症の画像診断

TAVI Planning

近年Structure Heart Diseaseとして大動脈弁狭窄症が増えている。大動脈弁狭窄症でTAVIの適応がある場合は術前にプランニングCTが行われる。ISPのTAVI Planningアプリケーションは、心臓CTを用いて半自動的にTAVIデバイスのサイジングに必要な各部位の計測ができる。大動脈弁のRight/Left/Non-cuspとRCA/LCAのOstiumを確認すると、セグメンテーションが実行される。

図4に示すように、大動脈の計測ポイントを確認すると、計測結果が一覧で表示される。また、CTAデータでアクセスルートの評価をすることができる。ストレッチビューから位置を指定して血管内腔の計測することもでき、デバイスの運搬経路を評価可能である。

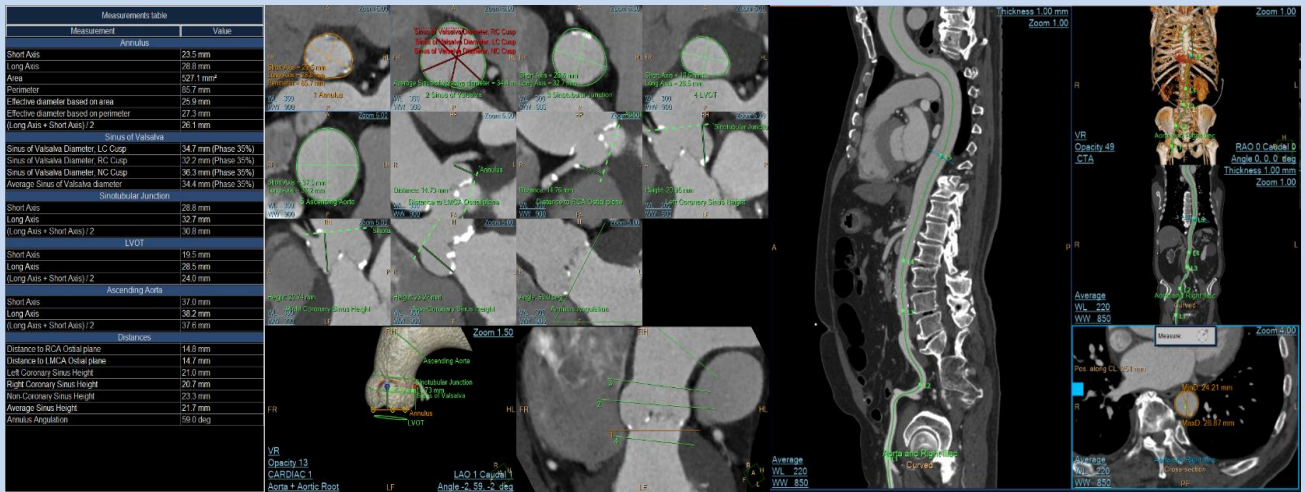


図4. TAVI Planning. 心臓CTで半自動的にTAVIデバイスのサイジングに必要な大動脈の計測ポイントを簡単に確認でき、計測結果が一覧表示される。

Quantitative Mapping

近年、定量マッピング技術として、T1マッピングやECVが用いられている。T1値は細胞成分と細胞外液腔の両方を反映し、一方ECV値は主に細胞外液腔を反映する。ECVはMRIのガドリニウム投与前後の心筋および左室内腔のT1値と検査時のヘマトクリット値から計算され、正常値は一般的には25%前後と言われている[3]。

心筋梗塞や心アミロイドーシスではT1値もECV値も上昇するが、一方Fabry病ではT1値が低下するなど、T1値とECV値の組み合わせで様々な心筋症を評価できるとされている[4]。

大動脈弁狭窄症患者は左室の圧負荷により左室肥大を生じる。左室肥大は肥大型心筋症の他、心アミロイドーシスなど様々な疾患背景が存在する。これまで、左室形態だけでは鑑別が難しかったが、T1, T2, ECVなどの定量マッピング技術により、MRIでの診断能が大幅に向上した。大動脈弁狭窄症においては遅延造影で異常がなくても、びまん性線維化を反映してECVが上昇し、重症度と相関することが報告されている[5]。

大動脈弁狭窄症においては遅延造影で異常がなくても、びまん性線維化を反映してECVが上昇し、重症度と相関することが報告されている[5]。2020年度版の日本循環器学会の心臓アミロイドーシスのガイドラインでは、心臓MRIの遅延造影、T1マッピングはClass Iの推奨となっている[6]。大動脈弁狭窄症では野生型ATTR型心アミロイドーシスを合併することが報告されており、頻度も6-16%と稀ではない。そこで、ATTR型心アミロイドーシスの早期診断のためのRed Flagが提唱されており[7]、日本でも新潟大学の猪俣先生が出されている(図5)。各臓器を見ている循環器内科・整形外科・神経内科医が、個別の症状では気づきにくい時に、全身を見ている放射線科医が、心アミロイドーシスを疑えるという重要な役割を担っている。その際に、放射線科医がモダリティ横断的に複数検査を評価できる、ISPなどの画像解析ワークステーションを持つ意義は大きいと言える。

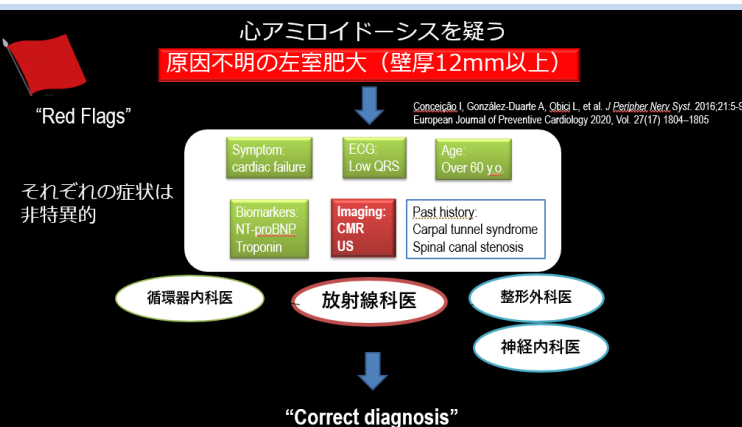


図5. ATTR型心アミロイドーシスの早期診断のためのRed Flagの提唱。原因不明の左室肥大では、各症状は非特異的のため、全身を見る放射線科医が重要な役割を担う。

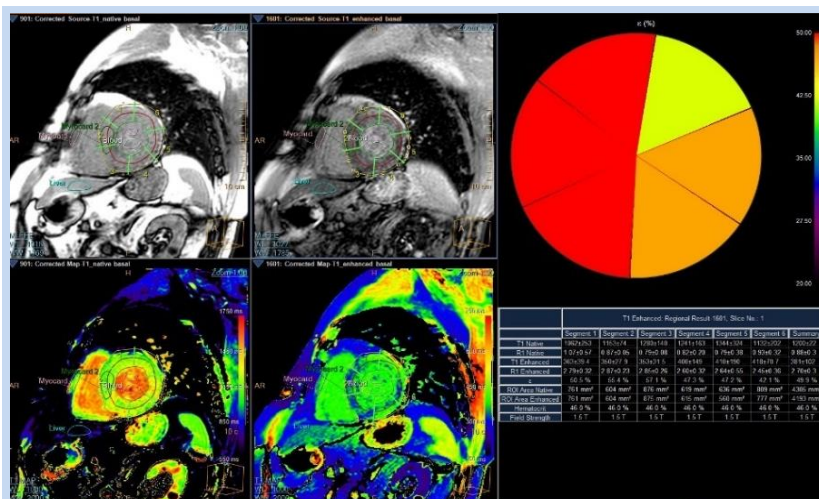


図6. アミロイドーシスのT1値とECV値
 心中部Midスライスでは、ECV値が全体的に40%を超える高値であり、特に中隔で50%近くまで上昇している。
 画像提供：札幌心臓血管クリニック様



- ①②：造影前 T1マップ
- ③④：造影後 T1マップ
- ⑤：ECV値
- ⑥：解析結果

心アミロイドーシス合併の大動脈弁狭窄症でも、T AVIで予後が改善することが報告されており、予後予測因子としてT1値とECV値の有用性が報告されている[8]。ISPのMR Quantitative Mapping アプリケーションを用いて、T1値、ECV値を解析すると、本症例においては心中部Midスライスの ECV値が全体的に40%を超えており、特に中隔で50%近くまで上昇している(図6)。また、ISPはECV color mapのスケールを任意に設定可能で、正常値が25%前後であるので、20-50%程度で設定すると評価がしやすい。

ストレイン解析

心筋ストレイン指標はLVEFだけでは同定できない潜在的な心筋障害を検出できることが報告されており[9]、近年MR画像を用いたストレイン解析が注目されている。心アミロイドーシスにおいて、ピロリン酸シンチによる集積亢進と遅延造影の異常増強像に合致した心房中隔のストレイン低下を検出できた報告もある[10]。

MR Cardiac Strainアプリケーションは、特殊なタギング撮影が不要で、シネ画像を用いたFeature tracking法でストレイン解析が可能である。自動で左室の収縮期、拡張期を認識して、心内腔、外腔のトレースが可能。Circumferential Strain、Radial Strain、Longitudinal Strain の3種類のStrain解析ができ、LVだけでなくLA、RA、RVのStrain解析も可能(図7)。

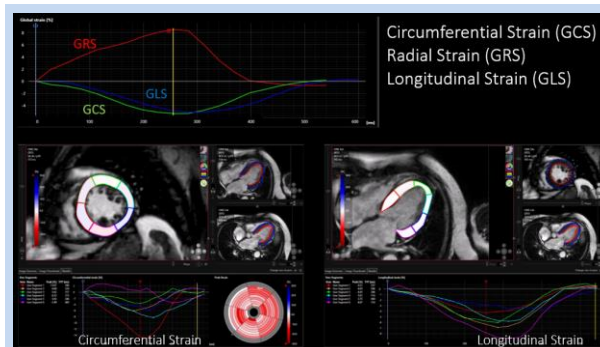


図7. Feature tracking法によるストレイン解析。
 特殊なタギング撮影が不要で、Circumferential Strain、Radial Strain、Longitudinal Strain の3種類のStrain解析ができる。LVだけでなく、LA、RA、RVのStrain解析が可能。

おわりに

冠動脈疾患と非虚血性心筋症の画像診断及びISPの解析アプリケーションを紹介した。大動脈弁狭窄症における心アミロイドーシス合併の早期診断など、画像に隠された病態をマルチモダリティで横断的に診断できるため、ISPは循環器画像診断において放射線科医にとって有用なツールである。将来的には電子カルテやPACSから、ISP画像解析ワークステーション以外にも、様々なアプリケーションを展開できる、放射線科医にとってスムーズなワークフロー実現に期待したい。

参考文献

- [1] ESC Guidelines on Chronic Coronary Syndromes, 2019
- [2] 日本循環器学会 安定冠動脈疾患の診断と治療ガイドライン, 2022年3月
- [3] Kellman P, et al. J Cardiovasc Magn Reson. 2012;14:64.
- [4] Bulluck H, et al. Circ J. 2015;79:487-494.
- [5] Chin CWL, et al. JACC Cardiovasc Imaging. 2017;10:1320-1333
- [6] 日本循環器学会 心アミロイドーシス診療ガイドライン, 2020年3月
- [7] Conceição I, et al. J Peripher Nerv Syst. 2016;21:5-9.
- [8] Martinez-Naharro A et al. JACC Cardiovasc Imaging. 2019;12:810-819.
- [9] Choi EY, et al. Eur Heart J. 2013;34:2354-2361.
- [10] Aikawa T, et al. J Nucl Cardiol. 2022;29:363-366.

製造販売業者

株式会社フィリップス・ジャパン

〒108-8507 東京都港区港南2-13-37 フィリップスビル
 お客様窓口 0120-556-494

03-3740-3213

受付時間 9:00~18:00

(土・日・祝祭日・年末年始を除く)

www.philips.co.jp/healthcare



販売名：フィリップス画像診断用ワークステーション
 医療機器認証番号：22000BZX00781000
 特定保守管理医療機器 / 管理医療機器

改良などの理由により予告なしに意匠、仕様の一部を変更することがあります。あらかじめご了承ください。詳しくは担当営業、もしくは「お客様窓口」までお問い合わせください。記載されている製品名などの固有名称は、Koninklijke Philips N.V. またはその他の会社の商標または登録商標です。