

■ 特集 -2 心臓の画像解析最前線

冠動脈 CT や心筋 SPECT を支える
高精度 3 次元画像処理ソフトウェア

High precision three-dimensional image processing software supports CT and SPECT

鈴木康裕 栗原まき子 歌野原祐子 井口信雄 住吉徹哉
Yasuhiro Suzuki Makiko Kurihara
Yuko Utanohara Nobuo Iguchi Tetsuya Sumiyoshi

公益財団法人日本心臓血圧研究振興会附属 榊原記念病院

Japan Research Promotion Society for Cardio-Vascular Diseases Sakakibara Heart Institute

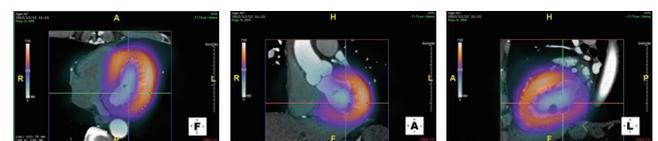
近年、検出器の多列化や高速回転機構など著しい進化を続けている X 線コンピュータ断層撮影 (X-ray Computed Tomography, CT) は優れた空間分解能と時間分解能を有している。一方、単光子放射コンピュータ断層撮影 (Single photon emission computed tomography, SPECT) は画像再構成法こそ進化を遂げているが、検出器は 50 年前からほぼ同じである。現在、CT と SPECT の空間分解能の差は 10 ~ 20 倍以上といわれている (CT : 0.5mm ~、SPECT : 10mm ~)。

CT は空間分解能の高さから形態画像診断には必要不可欠であり、さらに時間分解能が向上したことによって心臓の冠動脈形態を診断できるまでにいたっている。このことが 3 次元画像処理ソフトウェアの開発競争を激化させている。また、3 次元画像処理ソフトウェアに求められている条件は解析精度、再現性、操作性であるとわれわれは考えている。われわれの施設では、2005 年よりテラリコン (TeraRecon) 社の 3 次元医用画像処理ワークステーション (WS) であるアクエリアス インテュイション (Aquarius iNtuition) を利用している。われわれの施設では冠動脈 CT 検査が多く行われており、この冠動脈画像処理において Aquarius iNtuition は心臓抽出、血管中心線検出、部位認識によるラベリングといった自動前処理機能や一連の作業を効率よく使用者の技術レベルにかかわらず一定の品質が得られる Workflow Template によって画像撮影から画像処理、画像診断といった一連のワークフローを高効率、高品質に行うことが可能である。さらに放射線技師に高品質な画像処理を行うことが要求されるわれわれの施設においても Aquarius iNtuition は使用者の視覚的感覚に対する優れた応答

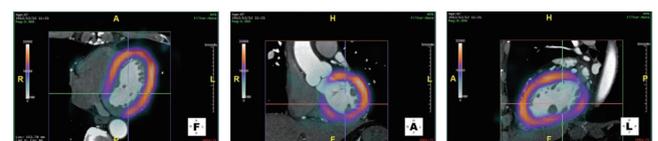
性により冠動脈の小さな側枝まで抽出することができ、冠動脈と冠静脈の分離も容易に行うことができる。

一方でわれわれの施設では年間 1,000 件以上の負荷心筋 SPECT による心筋虚血診断が行われており、形態画像 (CT) と機能画像 (SPECT) の融合 (Fusion) が循環器内科医に切望されていた。しかしながら、冒頭で述べた 10 倍以上の空間分解能の差によって正確な位置合わせ (Registration) が困難であった。しかし、2012 年本邦 1 号機となる半導体検出器を搭載した SPECT (D-SPECT, Spectrum Dynamics Medical, Israel) を導入したことによって従来型 SPECT と比較して、空間分解能がわれわれの施設で普段臨床の場で使用している SPECT 撮像条件より約 5 倍に向上し、今までにない精度にて CT と SPECT の位置合わせが可能となった。そこで今回、われわれは半導体検出器 SPECT と CT との Fusion 画像の作成方法を提示する。

まず、最初に従来型 SPECT と D-SPECT との空間分解能の違いを示す。

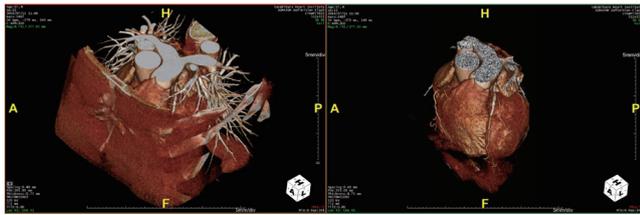


従来型 SPECT



D-SPECT

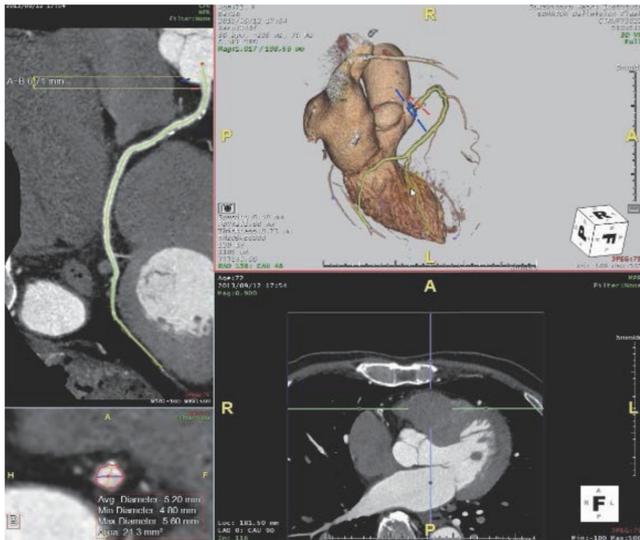
この画像は同一被験者のものであり、同意を得たうえで従来型 SPECT と D-SPECT にて撮像を行った。視覚的に D-SPECT のほうが CT による心筋とのマッチングが優れている。つぎに Aquarius iNtuition による画像処理ワークフローを示す。



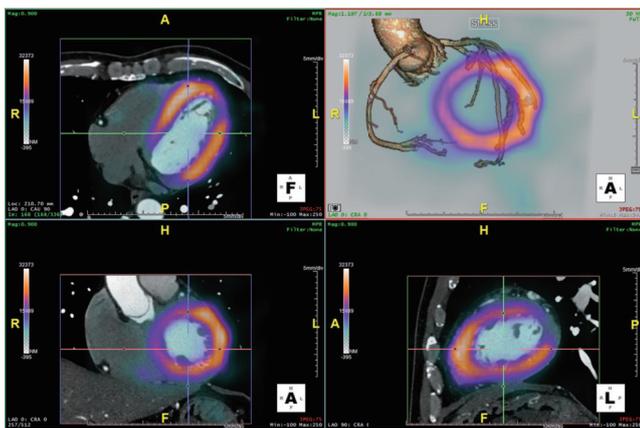
自動処理前

自動処理後

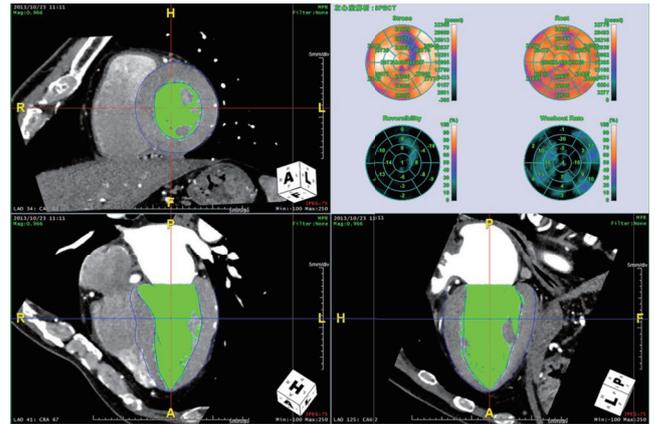
自動的に CT 画像から CT 値を解析し心臓部分だけを抽出する（骨除去）。



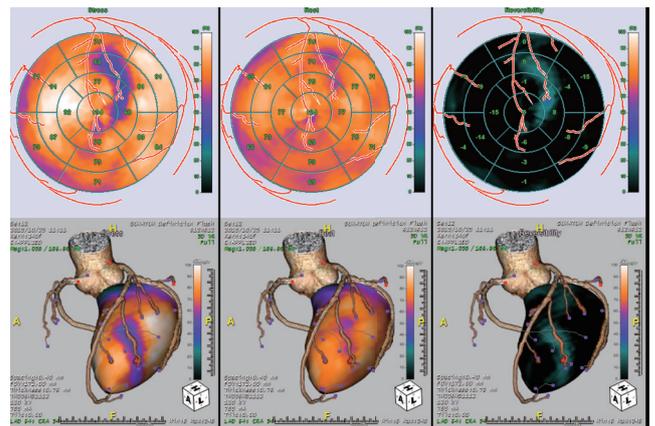
3D 画像に対してそれぞれの冠動脈を視覚的に選択し、冠動脈の血管中心を自動的に識別する（冠動脈抽出）。



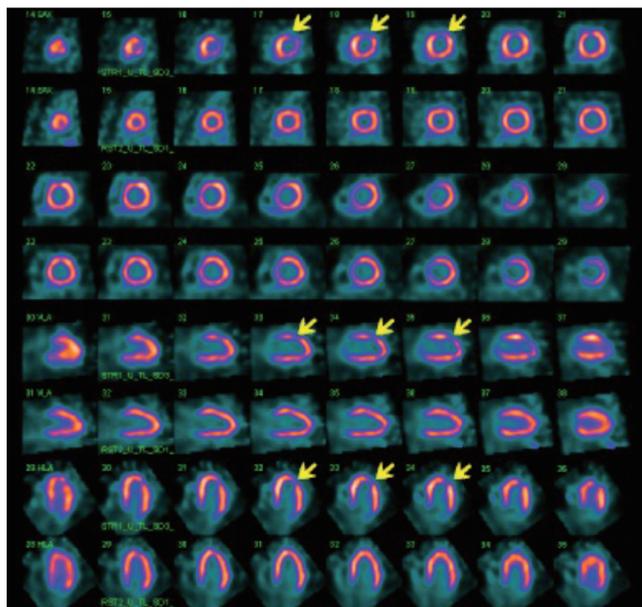
CT 画像と SPECT 画像の位置を視覚的に左心室心筋部同士にて重ね合わせる（位置合わせ）。



CT 画像より左心室内腔と左心室心筋を自動的に抽出し、左心室心筋部を CT 画像によって 3 次元的に 17 分画にセグメンテーションが行われる。CT 画像で決定された左心室心筋部に一致するように SPECT 画像より得られる左心室心筋集積情報を放射状にマッチングすることを自動的に行う（CT 画像と SPECT 画像の融合）。



CT 画像と SPECT 画像の Fusion はこのようなレイアウトで結果が表示される。左から負荷、安静、可逆、上段には SPECT 診断で使用される Polar MAP 表示に対して冠動脈支配が CT 画像より重ね合わせて表示される。下段には冠動脈 CT 診断で使用される 3 次元表示に SPECT による心筋血流集積分布が重ね合わせて表示される。



この SPECT 画像は上記で作成された Fusion 画像の症例である（塩化タリウム使用、上段が運動負荷時、下段が4時間後遅延時）。この症例は冠動脈 CT では対角枝に CT 計測にて 50～75% 狭窄が指摘され、この病変部の心筋虚血の有無を判断するために運動負荷心筋 SPECT が施行された。熟練した核医学診断医にとってはこの SPECT 画像のみで対角枝領域の心筋虚血を判定することは容易であるが、Aquarius iNtuition による冠動脈 CT と D-SPECT との Fusion 画像の存在は、心臓核医学画像診断に不慣れな医師が診断する場合や患者説明などさまざまな場面で大きな力を発揮することが期待される。