

米倉 広宣

徳島赤十字病院 放射線科部

## 要 旨

現在、侵襲的冠動脈造影に代わる非侵襲的な冠動脈造影法として冠動脈 CT が注目されている。CT の技術的進歩に伴い、冠動脈 CT の施行件数は飛躍的に増加している。当院では、2012年1月より、現在最多の検出器列を持つ東芝社製320列 CT Aquilion ONE が導入された。この Aquilion ONE は Rotation time 0.35sec/rot, 検出器幅は0.5mm×320列の体軸方向に最大160mm幅での撮影が可能となっており、寝台を移動させることなく心臓全体を1回のスキャンで撮影できる。これにより今までのCTよりもアーチファクトの少ない画像が得られる。本稿では、この320列CTを使用しての冠動脈評価の診断精度について述べる。

キーワード：冠動脈CT, 320列CT, 診断精度

## はじめに

急性冠動脈疾患の診断においては従来、冠動脈血管造影 (coronary angiography; CAG) が主に行われてきた。しかし現在、冠動脈CTは非侵襲的診断法として認知され浸透してきている。当院での冠動脈CTの検査数は増加傾向にあり、毎日2, 3件診療放射線技師が撮影と画像処理を行い、放射線科診断医が冠動脈とともに胸部を含めた読影を行っている。2006年から、シーメンス社製64列CTを用いて冠動脈CT検査を行ってきたが、2012年1月より、最多の検出器列を持つ東芝社製320列CT Aquilion ONE が導入され、冠動脈CT検査はすべて Aquilion ONE に置き換わっている。この Aquilion ONE は Rotation time 0.35 sec/rot, 検出器幅は0.5mm×320列の体軸方向に最大160mm幅での撮影が可能となっており、心臓全体を1回のスキャンで撮影できる。撮影時間短縮により、被曝量、造影剤低減が可能である。また、寝台が移動しないため、banding artifact やヘリカルスキャンに起因するアーチファクトのない画像を得ることができる。冠動脈疾患での冠動脈CTの有用性は数多くの論文が出されており、特に特異度や陰性的中率の高さが注目されている<sup>1)</sup>。そこで、当院で320列CTを使用しての冠動脈評価の診断精度について調べた。

## 対象および、方法

2012年1月から2012年6月末までの冠動脈CTの患者数は、214名(表1)でその内訳は冠動脈の精査目的174名(81%)、心臓バイパス術後31名(14%)、冠動脈瘤5名(2%)、動静脈瘻3名(1%)、修正大血管1名(1%)であった。冠動脈の精査目的174名(表2)中CAGを受けた患者41名(表3)を対象とし、当院で行われている冠動脈CTの診断精度について冠動脈をRCA(right coronary artery), LAD(left anterior descending artery), LCX(left circumflex artery)の3つの動脈に分けCAGと比較して調べた。今回、冠動脈CT時のβブロッカーは3月中旬からの使用で(対象41名中9名使用)、血管拡張剤は全症例使用していない。

表1 冠動脈CTを受けた患者属性

|         | 男         | 女        |
|---------|-----------|----------|
| 件数      | 121       | 93       |
| 年齢      |           |          |
| Mean±SD | 64.1±12.6 | 70.6±9.5 |
| Range   | 18-84     | 30-89    |

表2 冠動脈精査目的で冠動脈CTを受けた患者属性（男21名，女9名のステントが留置されている患者のカルシウムスコアは除外）

|          | 男         | 女         |
|----------|-----------|-----------|
| 件数       | 95        | 79        |
| 年齢       |           |           |
| Mean±SD  | 63.3±13.2 | 70.8±89.9 |
| Range    | 18-84     | 30-89     |
| カルシウムスコア |           |           |
| Mean     | 318.5     | 426.1     |
| Medium   | 43.4      | 67.0      |
| 心拍       |           |           |
| Mean±SD  | 61.1±10.3 | 64.0±11.8 |

表3 冠動脈精査目的の冠動脈CTとCAG両方受けた患者属性（男6名，女3名のステントが留置されている患者のカルシウムスコアは除外）

|          | 男         | 女        |
|----------|-----------|----------|
| 件数       | 24        | 17       |
| 年齢       |           |          |
| Mean±SD  | 64.4±14   | 71.0±8.5 |
| Range    | 31-82     | 56-88    |
| カルシウムスコア |           |          |
| Mean     | 594.1     | 582.0    |
| Medium   | 260.1     | 296.0    |
| 心拍       |           |          |
| Mean±SD  | 65.6±10.1 | 64.8±9.8 |

### 使用機器

- ・CT装置：Aquilion ONE（東芝社製）
- ・造影剤注入器：デュアルショットGX7（根本杏林堂社製）
- ・画像処理用ワークステーション：SYNAPSE VINCENT（Ver.3.0）（富士フイルムメディカル社製）
- ・造影剤：イオパミロン370mg/ml，オイパミロン370mg/ml（シリンジタイプ100ml）

### 撮影方法

冠動脈CTは全症例320列CT Aquilion ONEを使用して，図1の流れで検査を行っている．単純CTは，カルシウムスコア（Agatstonスコア）もかねて胸部を心電図同期で撮影している．特に，カルシウムスコアの値によって造影CTを中止することはない．冠動脈CT（造影）撮影条件は表4の通りで，全症例 pro-

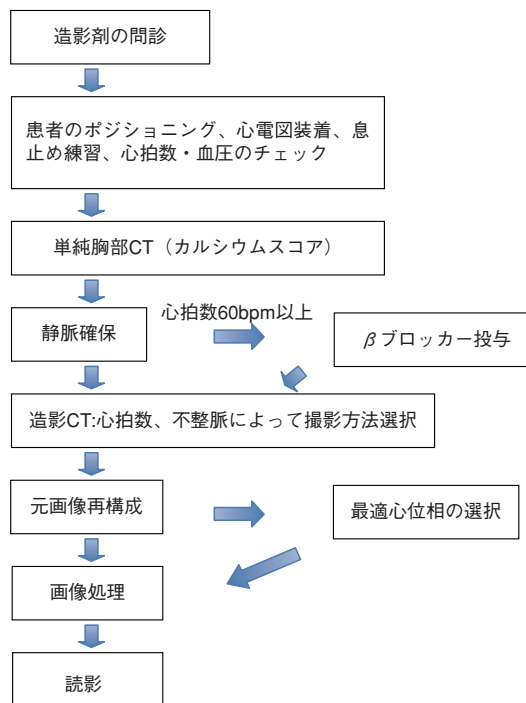


図1 冠動脈CT検査の流れ

表4 冠動脈CT（造影）撮影条件

|                         |  |
|-------------------------|--|
| 管電圧 (kV)                | 120                                    |
| CT-AEC                  | Volume EC (画像厚0.5mm:SD23)              |
| Rotation time (sec/rot) | HeartNAVI (最適スキャン条件表示機能)が心拍数によって自動的に選択 |
| FOV                     | Sサイズ (240mm) 以下                        |
| 検出器幅                    | 0.5mm×検出器列数(心臓の大きさ)                    |
| 再構成関数                   | FC43                                   |
| 逐次近似再構成処理               | AIDR3D standard (DR75%)                |

spective ECG gating scanで撮影している．心拍数60bpm以下であれば1 beat scan，心拍数が高い場合は，時間分解能をあげるために，2 beat scan，3 beat scanで撮影する．1 beat scanであれば被曝低減になるため，目標心拍数を60bpm以下とし，呼吸練習時にこれを超えるようであれば積極的にβブロッカーを使用している．造影CT開始のタイミングを計測する方法は，リアルタイムに造影剤の流入をとらえることができるボーラストラッキング法を使用している．左心房に関心領域を置き，造影剤注入7秒後に関心

領域のCT値のモニタリングを行い、閾値を150HUとして自動でスキャンが始まるようにしている。造影剤注入速度は、体重×0.07ml/秒（最大5ml/秒）で生食40mlの後押しを行う。造影剤注入時間は基本10秒としているが、心拍数、心拍が安定するまでの時間によって注入時間を延長するなどの工夫を行っている。撮影後は、撮影範囲、造影効果に問題がないか確認して検査終了となる。

#### 最適心位相の選択

冠動脈評価のため心拍動の影響が最も少ない位相を選択する。基本は、Phase-NAVI（最適静止心位相自動検索）が撮影している心位相の中で最も冠動脈の動きが少ない位相をbest phaseとして抽出するので、このbest phaseで冠動脈がボケていないのを視覚的に確認して最適心位相に決定する。もし、best phaseで冠動脈のボケの程度が大きければ、多心位相の横断像を作成し、最も冠動脈が静止している画像を選択して最適心位相とする。

#### 処理画像

ワークステーション（VINCENT）に、スライス厚0.5mm×再構成間隔0.25mmの最適心位相の横断像

を転送して画像処理を行っている。処理画像は、VR（volume rendering）、surface MIP（maximum intensity projection）、AGV（angiographic view）、CPR（curved planar reformation）、stretched CPRを作成している。また、狭窄が疑われる場合は、その前後の短軸断面像や多方向から見たCPRを追加している。

## 結 果

対象41名の全123動脈のうち評価可能な動脈は110動脈であった。放射線科診断医の所見とCAGの結果で50%もしくは75%を超える狭窄の有無を判断（図2）して比較した結果を表5に示す。

表5 冠動脈CTとCAGとの比較

|       | CAG stenosis≥75% | CAG stenosis≥50% |
|-------|------------------|------------------|
| 感度    | 85.4%            | 79.6%            |
| 特異度   | 71.0%            | 78.6%            |
| 陽性的中率 | 63.6%            | 78.2%            |
| 陰性的中率 | 89.1%            | 80.0%            |

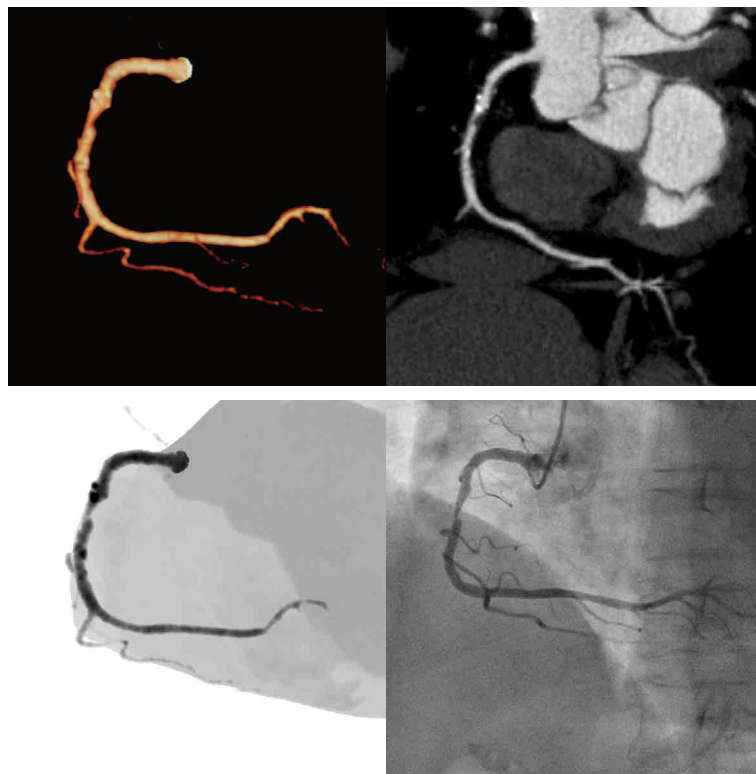


図2 冠動脈CTで狭窄の所見を受けてCAGでRCA90%の狭窄を認めた（上左VR上右CPR下左AGV下右CAG）

## 考 察

従来のCAGでの50%以上の狭窄の検出に対する冠動脈CTの診断精度は、64列CTで感度85%、特異度90%、陽性的中率91%、陰性的中率83%<sup>1)</sup>と高いことが知られているが、カルシウムスコア600以下の症例に限定されている。当院の診断精度を比較すると低い値となったが、本稿では高カルシウムスコア症例の除外を行わなかったためと考えられる。今回は症例数が少なかったため高カルシウムスコア症例の除外が行えなかったため、今後症例数を増やして検討を行いたいと考えている。カルシウムスコアが低い症例と高い症例とを比較すると高い症例は優位に特異度が下がる<sup>2)</sup>、カルシウムスコアが400を超えると有意に特異度が下がる<sup>3)</sup>とも言われておりカルシウムスコアの高い症例の診断が難しいことが分かる。当院でも診断の難しい症例を経験した(図3, 4)。この対処法として、現在、さらに空間分解能を向上させた高分解能CTや管電圧を変化させて石灰化を抜き取る dual energy を利用した新しい方法の研究がなされている。

今後の課題としては、冠動脈CTによる急性冠動脈症候群の原因となる不安定な“vulnerable”プラークの性状評価の有用性<sup>4), 5)</sup>、血流低下のある狭窄部位に

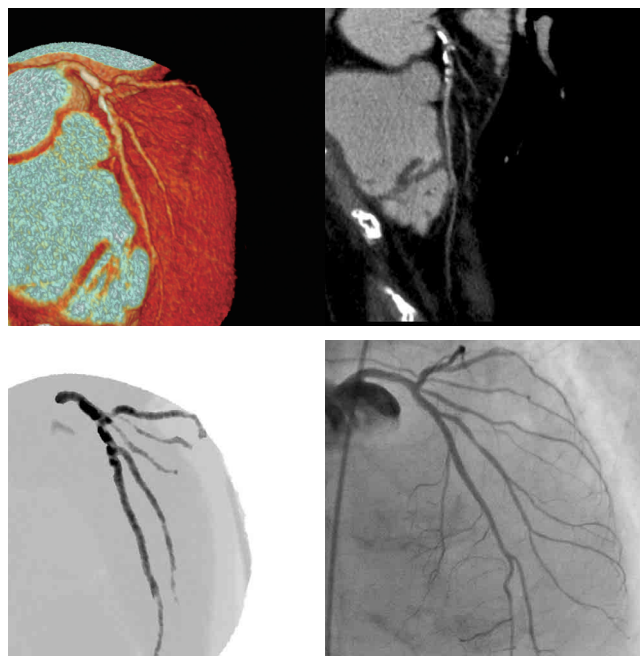


図3 石灰化で診断が難しかった症例(上左VR 上右CPR 下左AGV 下右CAG)

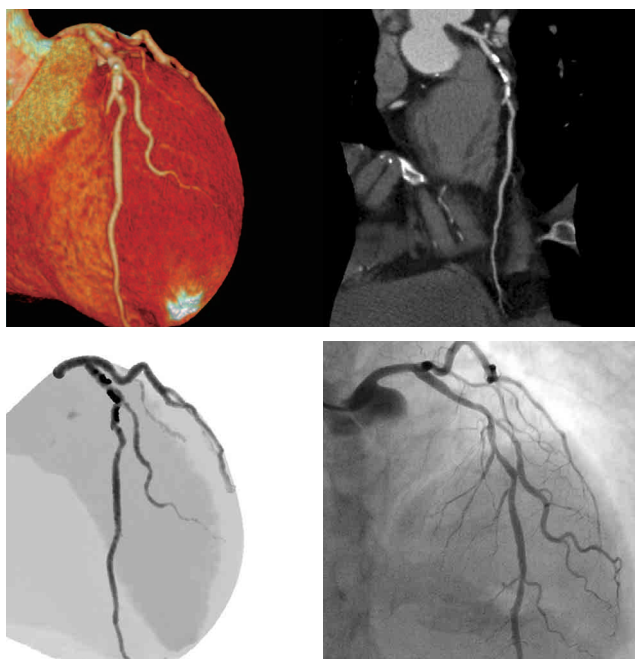


図4 石灰化で診断が難しかった症例(上左VR 上右CPR 下左AGV 下右CAG)

関して、320列CTによる非侵襲的な冠動脈CTと心筋CTperfusionの組合せ検査の診断能が、従来通りのCAGとSPECTによる心筋perfusionの組合せ検査と同等<sup>6)</sup>という報告が出ているので、診断精度向上と読影の支援のために、プラーク解析や心筋CTperfusion等の検討を行っていききたい。

## 文 献

- 1) Budoff MJ, Dowe D, Jollis JG, et al: Diagnostic performance of 64-multidetector row coronary computed tomographic angiography for evaluation of coronary artery stenosis in individuals without known coronary artery disease: results from the prospective multicenter ACCURACY (Assessment by Coronary Computed Tomographic Angiography of Individuals Undergoing Invasive Coronary Angiography) trial. *J Am Coll Cardiol* 2008; 52: 1724-32
- 2) Abdulla J, Pedersen KS, Budoff M, et al: Influence of coronary calcification on the diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography coronary angiography: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiovasc Imaging*

2012 ; 28 : 943-53

- 3) Miller JM, Rochitte CE, Dewey M, et al: Diagnostic performance of coronary angiography by 64-row CT. N Engl J Med 2008 ; 359 : 2324-36
- 4) 小林芳樹, 船橋伸禎編「MDCTによる冠動脈ブランク診断」, 東京: 文光堂 2010
- 5) 平山篤志, 小室一成, 上田恭敬, 他編「心臓CTを活かす新しい冠動脈疾患診断戦略 こういう症

例に活用する」, 東京: メジカルビュー社 2010

- 6) CORE320: Diagnostic Performance of Combined Noninvasive Coronary Angiography and Myocardial Perfusion Imaging Using 320-row Detector Computed Tomography: The CORE320 Multicenter, Multinational Study [internet]. <http://www.escardio.org/congresses/esc-2012/congress-reports/Pages/708-5-CORE320.aspx> [accessed 2012-11-26]

---

## An initial report of coronary CT using 320-area detector CT at our hospital

Hironobu YONEKURA

Radiologist, Tokushima Red Cross Hospital

Coronary CT is currently attracting attention as noninvasive coronary angiography, an alternative to invasive coronary angiography. With the advances in CT technology, the number of coronary CT examinations is dramatically increasing. In January 2012, our hospital introduced the 320-area detector CT, Toshiba Aquilion ONE with the largest number of detector rows. This Aquilion ONE can take images at a speed of 0.35 sec/rot with a maximum detector width of 160 mm in the direction of the body axis with 0.5 mm×320 rows, and can take images of the whole heart by one-time scanning without moving the bed. This provides images with fewer artifacts as compared to previous CT images. In this paper, we describe the diagnostic accuracy of coronary CT using this 320-area detector CT.

Key words: coronary CT, 320-area detector CT, Diagnostic accuracy

Tokushima Red Cross Hospital Medical Journal 18:112-116, 2013

---