

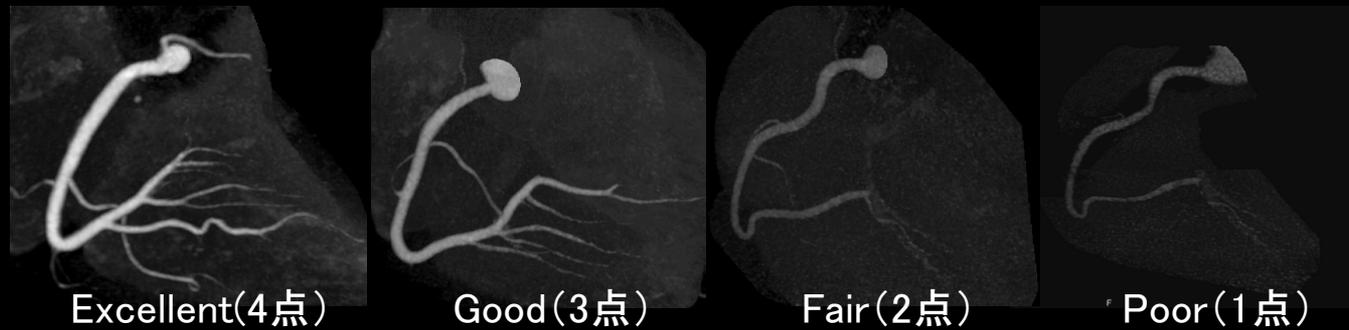
- 冠動脈の目標CT値はいくつにすべきか？
- 造影剤の注入時間はいくつにすべきか？
- 生食後押しを行うべきか？
- 造影効果に影響する因子は？
- 冠動脈CTAに必要な造影剤投与量は？
- Bolus trucking法のトリガー値とモニタリング位置の設定について
- Delay timeの設定値はいくつにすべきか？
- 撮影タイミングの設定方法は？

●冠動脈CTAに必要な造影剤投与量は？

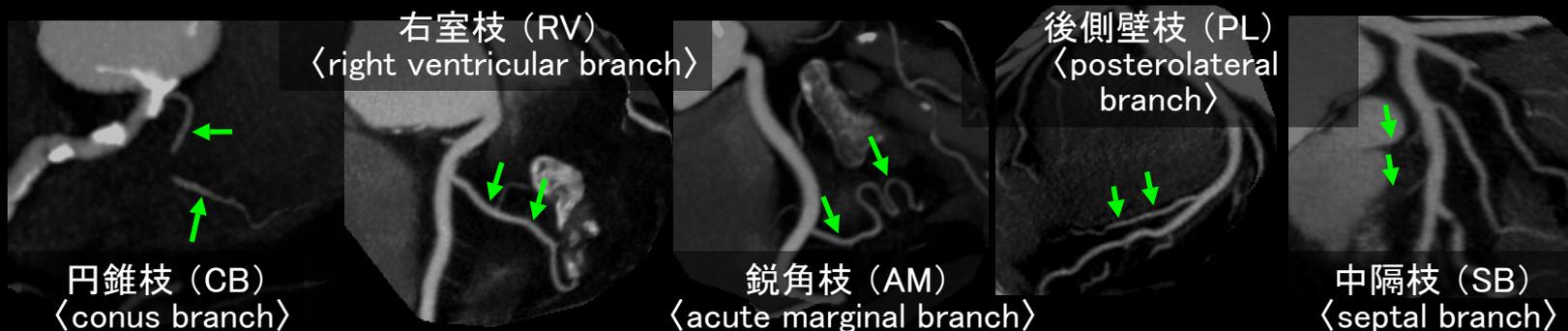
# 冠動脈本幹および側枝血管の造影効果

～ MIPおよびMPVRを用いた視覚評価 ～

## (1) 冠動脈本幹の造影効果について ～ MIPを用いた視覚評価 ～



## (2) 冠動脈側枝血管の描出効果について ～ MPVRを用いた視覚評価 ～



### 視覚評価基準

- ・ Excellent (4点): 明瞭で連続的に描出できる
- ・ Fair (2点): 造影能が低く断片的だが描出できる
- ・ Good (3点): 造影能やや低いが連続的に描出できる
- ・ Poor (1点): 全く描出できない

●冠動脈CTAに必要な造影剤投与量は？

冠動脈本幹および側枝血管の造影効果  
～ MIPおよびMPVRを用いた視覚評価 ～

	冠動脈本幹 ( MIP )	冠動脈側枝 ( MPVR )	平均CT値 (HU)
350mgI/kg	3.5 ± 0.5 n.p	3.6 ± 0.8 n.p	318.3 ± 64.5 n.p
300mgI/kg	3.5 ± 0.7 p<0.01	3.6 ± 0.8 n.p	297.0 ± 55.5 p<0.01
250mgI/kg	2.4 ± 0.5	3.3 ± 0.9	255.1 ± 56.7

造影剤の投与量が**300mgI/kg以上**で、冠動脈の本幹および側枝が描出できる

# インジェクターの設定

第1回九州CT研究会  
平成20年5月31日(土)

Q-SELECT 100mL ONLINE スタートOK

胸部 心臓

条件変更

ヨード量 mgI/sec 300

時間 sec 0:12

体重

造影剤 量 mL 20

A 速度 3.0 mL/sec 量 36 mL

B 速度 3.0 mL/sec 量 20 mL

- ① 予め決定した造影条件を設定  
(ヨード量mgI/kg、  
注入時間sec、生食量mL)

Q-SELECT 100mL ONLINE スタートOK

胸部 心臓 肺 縦隔 胸腹部

体重 60 Kg

造影剤 350

A 速度 3.0 mL/sec 量 36 mL

B 速度 3.0 mL/sec 量 20 mL

- ② 体重kgを入力し、使用する造影  
剤濃度mgI/mLを選択

Q-SELECT 100mL ONLINE スタートOK

胸部 心臓 肺 縦隔 胸腹部

速度

速度 3.0 mL/sec 量 36 mL

速度 3.0 mL/sec 量 20 mL

0:12

圧力リミット 10 kg/cm<sup>2</sup>

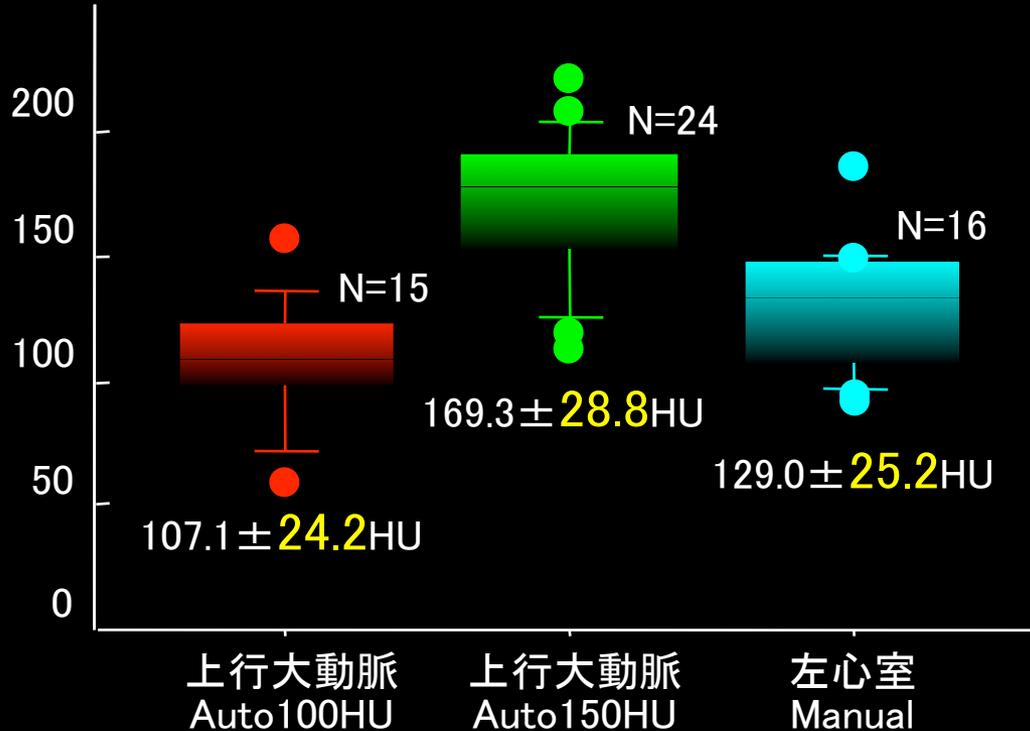
- ③ 上記により、注入速度mL/secおよび造影剤  
投与量mLが自動で表示設定される

- 冠動脈の目標CT値はいくつにすべきか？
- 造影剤の注入時間はいくつにすべきか？
- 生食後押しを行うべきか？
- 造影効果に影響する因子は？
- 冠動脈CTAに必要な造影剤投与量は？
- Bolus trucking法のトリガー値とモニタリング位置の設定について**
- Delay timeの設定値はいくつにすべきか？
- 撮影タイミングの設定方法は？

● Bolus trucking法のトリガー値とモニタリング位置の設定について

# トリガー設定 ～ Bolus trucking法 ～

開始CT値



トリガー設定値が低い場合は、周囲に高いCT値の物体が存在すると誤って感知する危険性がある

左心室での観察では、呼吸による大きな位置ズレの影響を受けやすいため、正確な造影剤到達を認識できない危険性がある

マニュアル認識と自動認識では、認識の幅に明らかな差は認めない

- 1) 上行大動脈 (自動; 設定CT値100HU)
- 2) 上行大動脈 (自動; 設定CT値150HU)
- 3) 左心室 (マニュアル; 左心室内の濃度上昇が視認できた時)

再現性の維持 ⇒ 自動化  
トリガー設定値 ⇒ 150HU

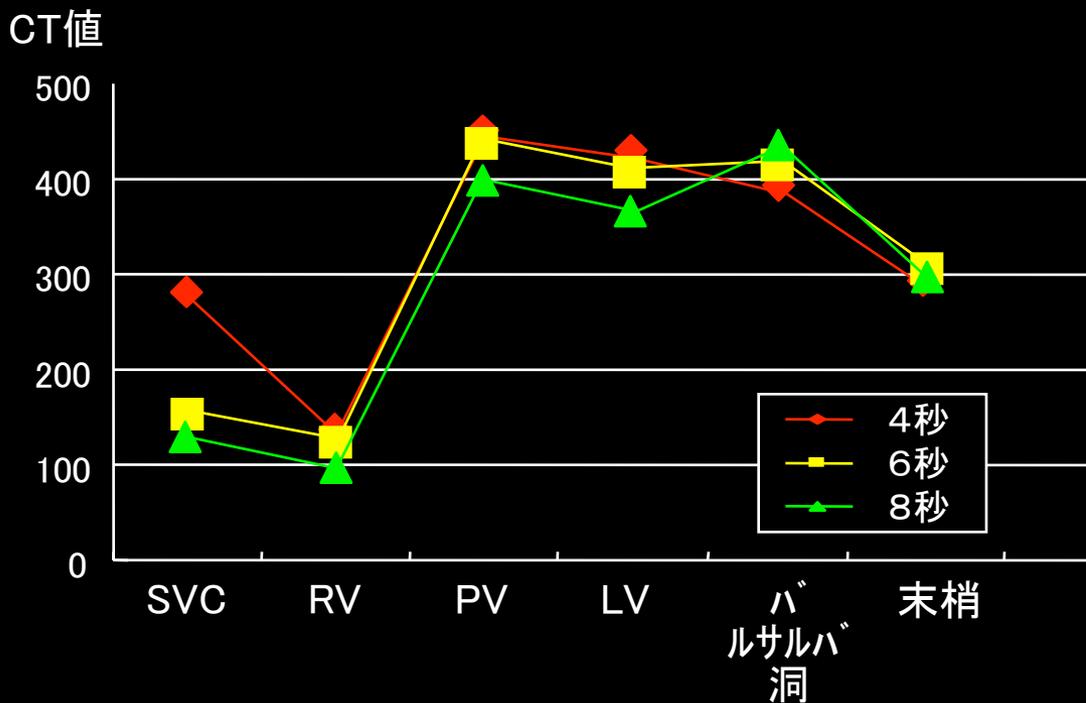
- 冠動脈の目標CT値はいくつにすべきか？
- 造影剤の注入時間はいくつにすべきか？
- 生食後押しを行うべきか？
- 造影効果に影響する因子は？
- 冠動脈CTAに必要な造影剤投与量は？
- Bolus trucking法のトリガー値とモニタリング位置の設定について
- Delay timeの設定値はいくつにすべきか？
- 撮影タイミングの設定方法は？

● Delay timeの設定値はいくつにすべきか？

# Delay timeの設定 ～ Bolus trucking法の場合 ～

Delay timeの設定値を  
4(秒), 6(秒), 8(秒)の3群で比較

【造影剤】 300mgI/kg  
【注入時間】 12.5秒inj  
【撮像範囲】 LAD起始部より15mm頭側～心尖部より15mm足側



delay time	冠動脈CT値 250HU以上
4秒	86.2% (25/29)
<b>6秒</b>	<b>90.2%</b> (46/51)
8秒	82.1% (55/67)

- 冠動脈の目標CT値はいくつにすべきか？
- 造影剤の注入時間はいくつにすべきか？
- 生食後押しを行うべきか？
- 造影効果に影響する因子は？
- 冠動脈CTAに必要な造影剤投与量は？
- Bolus trucking法のトリガー値とモニタリング位置の設定について
- Delay timeの設定値はいくつにすべきか？
- 撮影タイミングの設定方法は？**

- 撮影タイミングの設定方法は？

## 撮影開始時間の決定

### 心臓部撮影の短時間化

撮影タイミングの厳密な設定が要求される

適切なタイミングの設定

診断能の高い情報が得られる

誤った撮影タイミングの設定

診断不能な場合も・・・

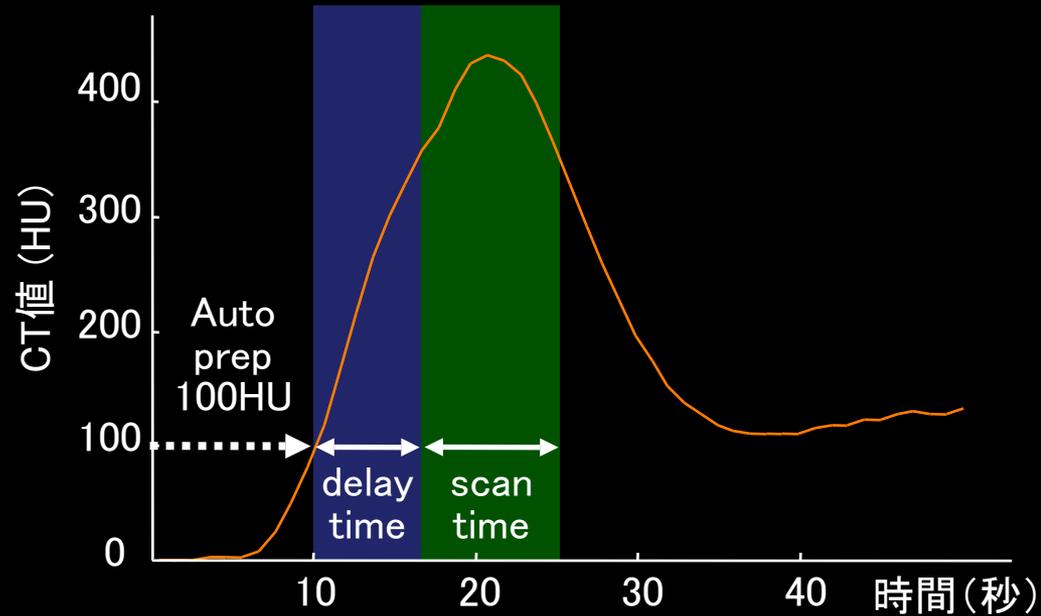
### 撮影タイミングの設定方法

- ① Bolus trucking法
- ② Test injection法  
希釈造影剤によるTest injection  
少量造影剤によるTest injection
- ③ 固定法

- 撮影タイミングの設定方法は？

## Bolus trucking法

本スキャンの一環として、本スキャン直前に造影剤濃度をモニタする予備スキャンを付加し、目的とする脈管のCT値が十分上昇したことが確認された時点をトリガーとする方法



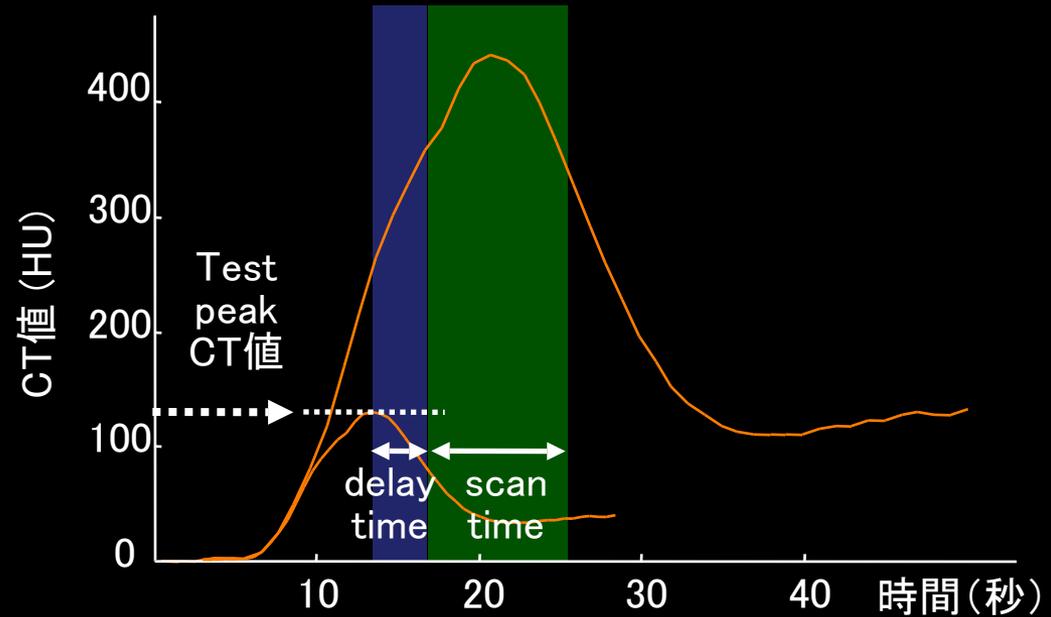
### 【主な特長】

- 個々の至適タイミングをとらえやすい
- 簡便 (Test injection法のような予備撮影やテスト注入が不要)
- 専用の機能が必要 (モニタリング機能や専用のソフトウェアが必要)

●撮影タイミングの設定方法は？

# Test injection法

本スキャンを行う前に、少量(10～15mL)の造影剤を用いて予備的に経時的な撮影を行い、動脈内の時間濃度曲線を描出させて造影剤の到達時間を算出する方法



## 【主な特長】

- ・ 個々の至適タイミングをとらえやすい
- ・ モニタリング機能や専用のソフトウェアを有していない装置でも利用可能
- ・ 造影剤を2回注入するため、使用する造影剤量が増える可能性有り
- ・ 手技がやや煩雑、検査時間の延長

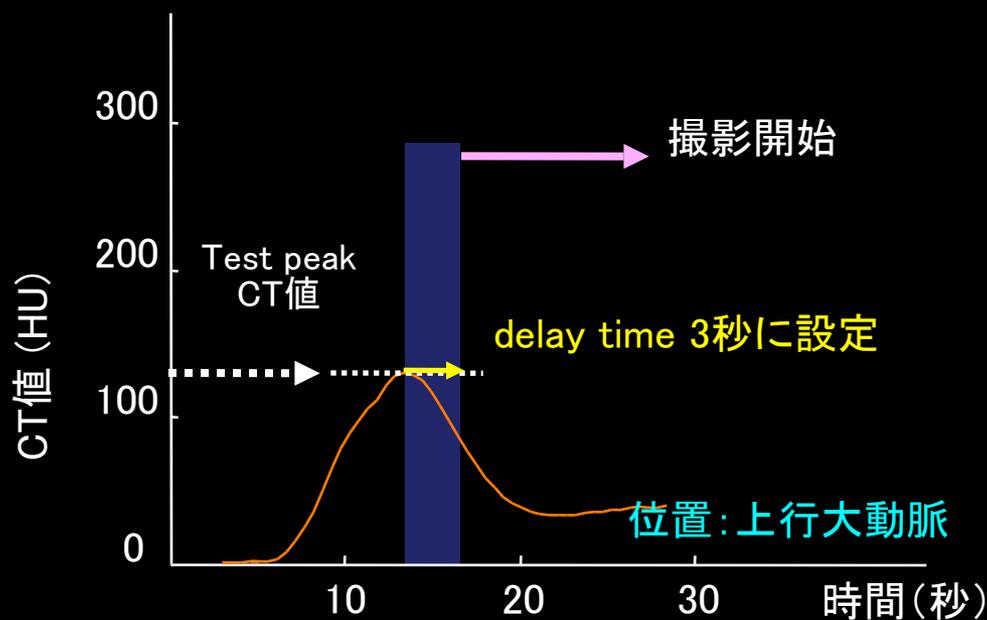
●撮影タイミングの設定方法は？

# Test injection法

【少量の造影剤によるTest injection】

【慶応義塾大学プロトコル】

佐藤 浩三, 心・血管領域における64列MDCTの造影剤投与方法  
INNERVISION(233・3) 2008 領域別に見る64列MDCTの検査と診断 心・血管領域③ p.10～12



テスト注入で得られたTDCの最大CT値となる時間に、**3秒**を加えた時間を本スキャンでの撮影開始時間としている

## テスト注入

- ▼ 造影剤濃度 : 370mgI/mL
- ▼ 造影剤量 : 体重 × 0.2mL
- ▼ 注入速度 : 体重 × 0.02mL

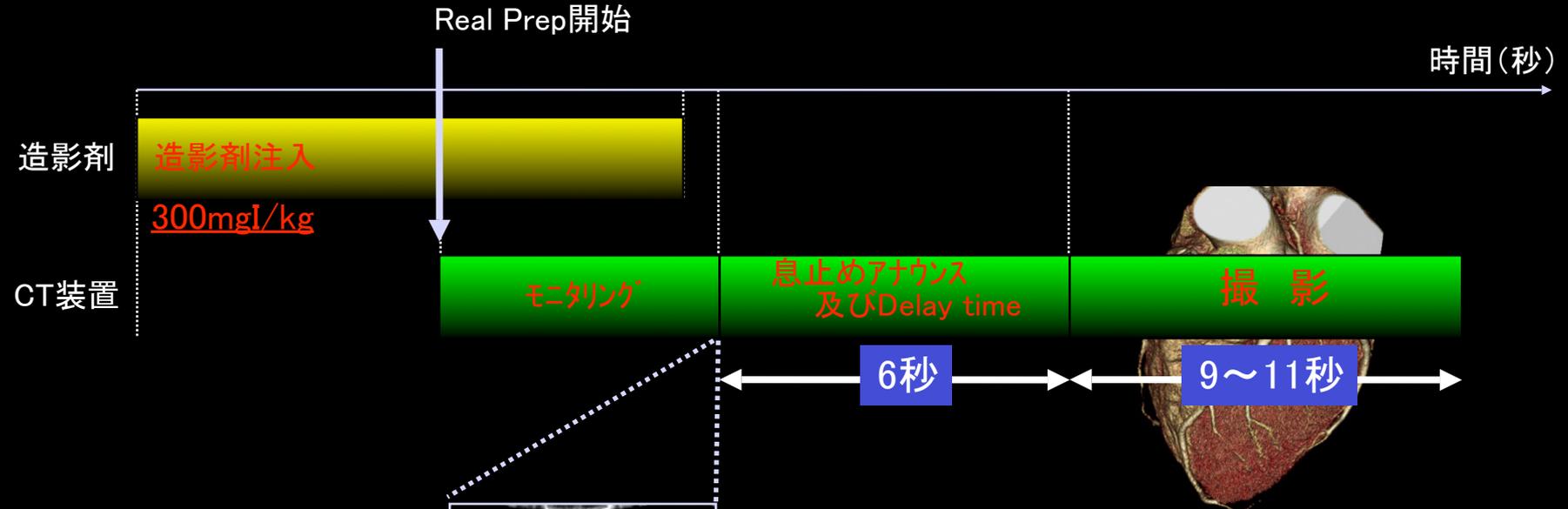
## 本注入

- ▼ 造影剤量 : 体重 × 0.7mL
- ▼ 注入速度 : 体重 × 0.07mL

●撮影タイミングの設定方法は？

# 当院の冠動脈造影CT撮影手法

～ Bolus tracking法 ～



上行大動脈のトリ  
ガー値を100HUに設  
定

### Scan Protocol

- ・ KVP : 120kV
- ・ X-ray tube Current : 400～500mA
- ・ Exposure time : 400msec
- ・ Helical pitch : 0.20
- ・ Convolution Kernel : FC13
- ・ Recon. Interval : 0.3mm
- ・ Detector row : 0.5mm

●撮影タイミングの設定方法は？

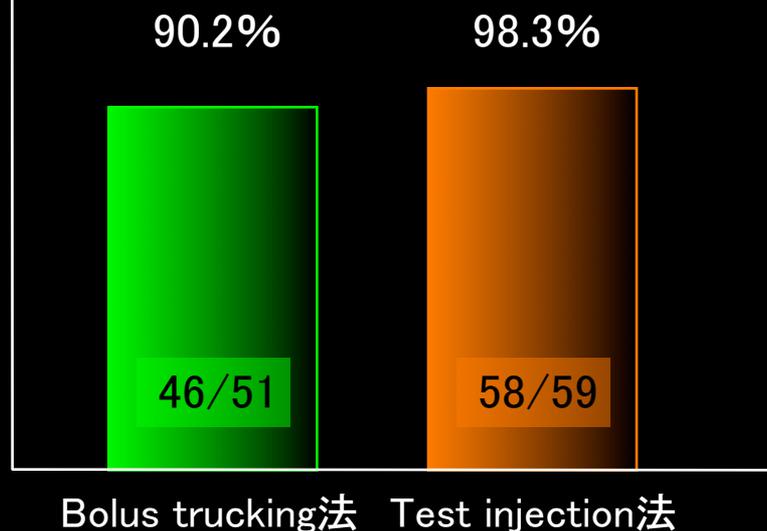
# Bolus trucking法とTest injection法の比較

造影手法が違う以外は、全て同じ設定

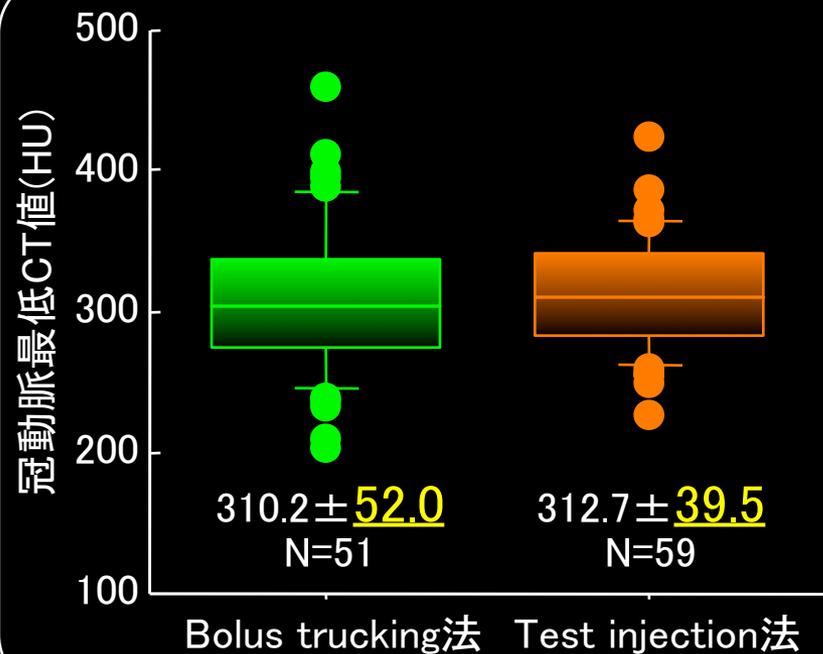
注入時間12.5秒, 造影剤量300mgI/kg  
(テスト造影50mgI/kgは別)

Bolus trucking法とTest injection法の目標CT値到達度の比較

〈冠動脈が目標CT値  
250HUを超えた症例〉



Bolus trucking法とTest injection法の冠動脈造影能の比較



Bolus trucking法とTest injection法の比較では、ほぼ同等の結果

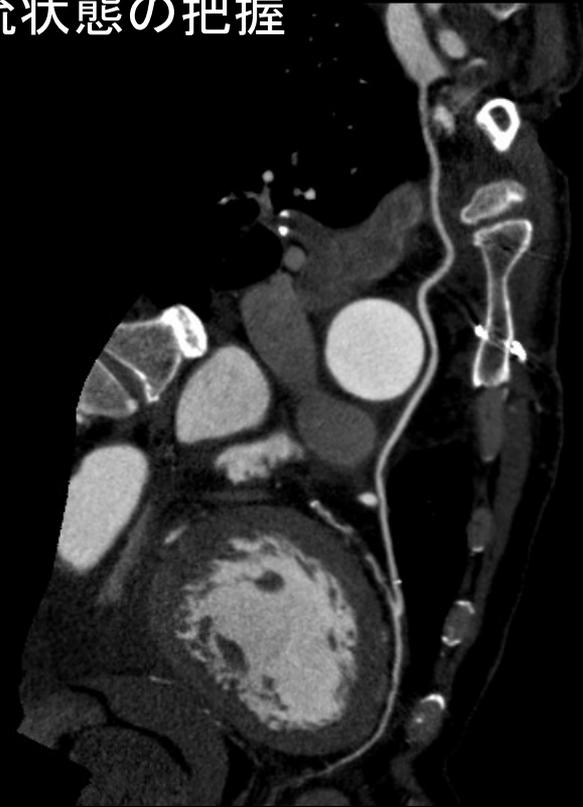
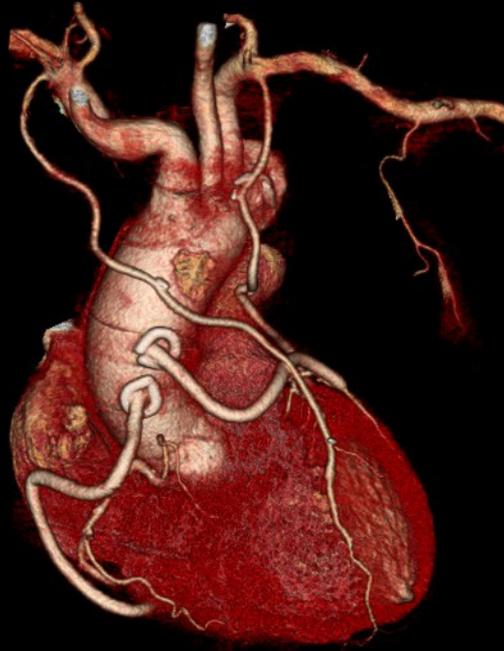
# 造影剤を投与するうえで重要なポイント

- ① **標準化** : 冠動脈のCT値を一定にする  
(造影効果のバラツキを最小化)
- ② **適正化** : 投与量(投与ヨード量)を設定する  
(体型を考慮した投与量の設定)
- ③ **再現性** : TDC(time density curve)を一定にする  
(造影能のピークに合わせた撮像)

# 心臓CTの造影法

## 2. CABG後

バイパス血管-冠動脈との吻合および還流状態の把握



## CABG後の撮影方向

【 Head ⇒ Foot 】

冠動脈及びグラフト血管が、高い造影能のタイミングで撮影できる

鎖骨下静脈や上大静脈に停滞する造影剤アーチファクトの発生

【 Foot ⇒ Head 】

【利点】

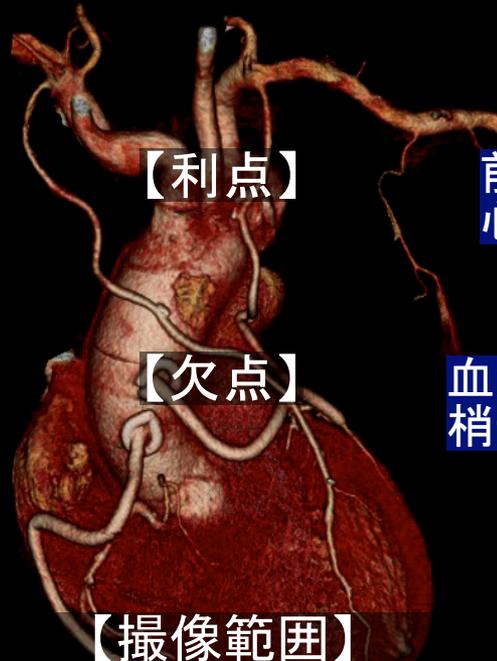
前半で心臓部を撮影する為、心拍変動による影響が少ない

【欠点】

血流動態によっては、冠動脈末梢部の造影能が低い場合がある

【撮像範囲】

鎖骨下動脈直上～心尖部  
(右胃体網動脈からのCABG  
の場合は同部を含む)



# 【各施設における造影剤投与の設定】

	順天堂大学附属 順天堂医院	慶応義塾 大学病院	当院
Test / Bolus	Bolus trucking	Test injection	Bolus trucking
注入時間	23秒	20秒	17.5秒
造影剤量	440mgI/kg	520mgI/kg	350mgI/kg
撮像時間	13~14秒	10~16秒	15~16秒
撮像方向	尾 ⇒ 頭	頭 ⇒ 尾	頭 ⇒ 尾
装置メーカー	T社	G社	T社

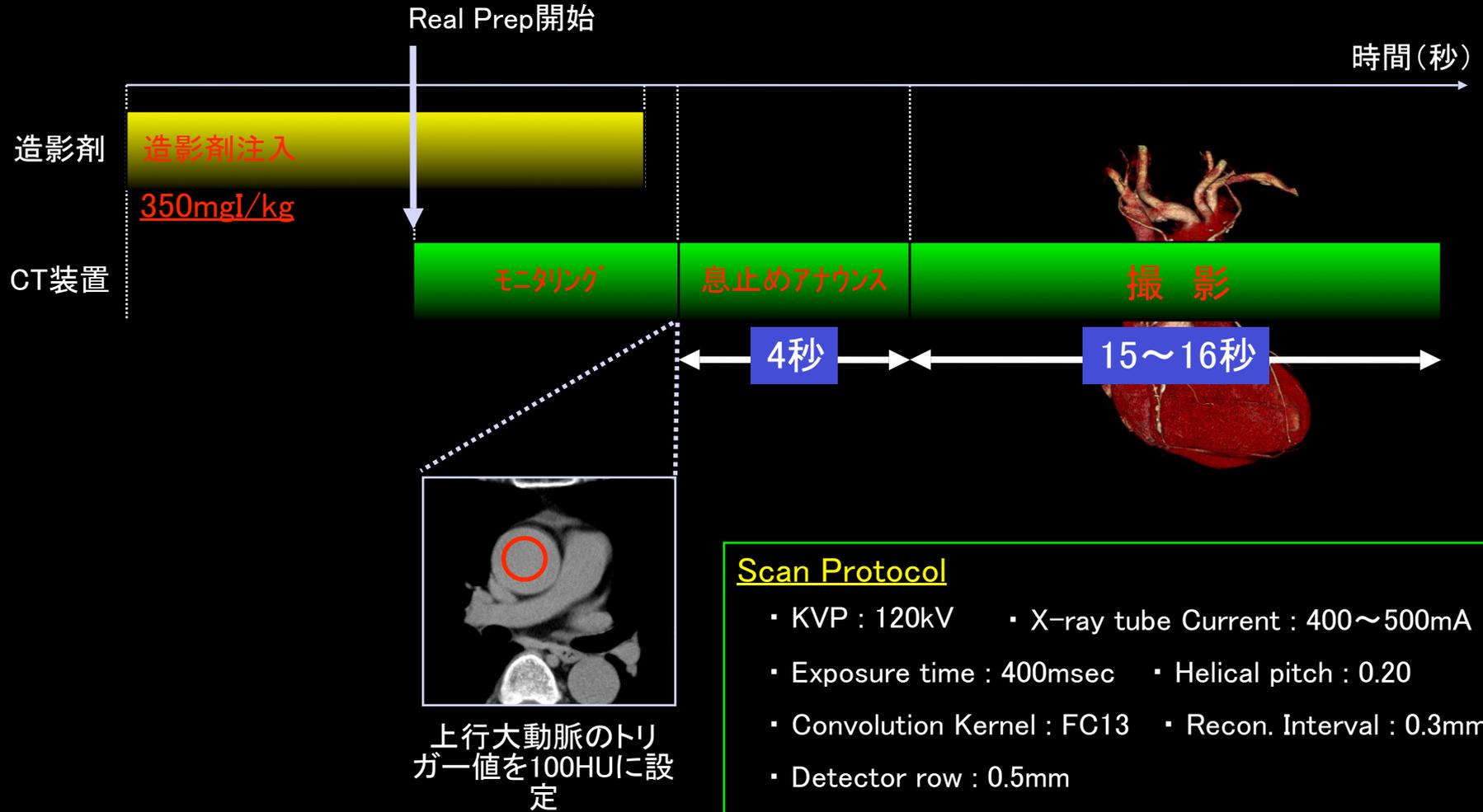
堂領 和彦, 当院における心臓CTの現状 アールティ No.38 NOVEMBER 2007 ; p.38~44

佐藤 浩三, 心・血管領域における64列MDCTの造影剤投与法

INNERVISION(233・3) 2008 領域別に見る64列MDCTの検査と診断 心・血管領域③ p.10~12

# 当院のCABG後造影CT撮影手法

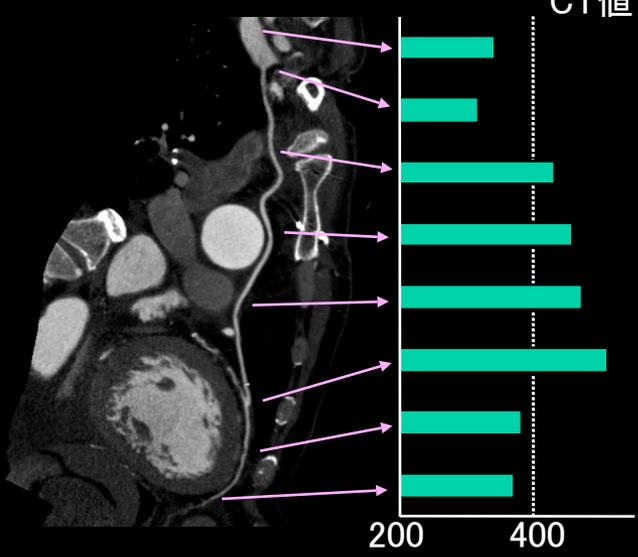
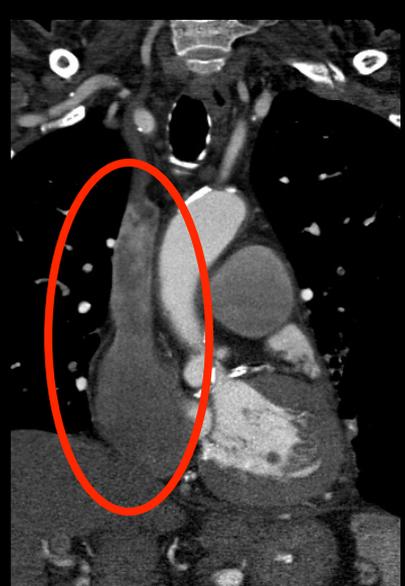
~ Bolus trucking法 ~



64Y/F, 43kg,  
50mL(350mgI/mL), 17.5秒注入  
graft部:LITA→OM, RITA→LAD  
, SVG→4PD, SVG→D1



鎖骨下静脈及び  
無名静脈に停滞  
する造影剤



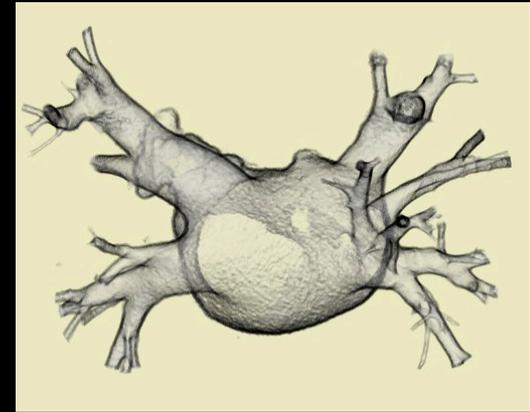
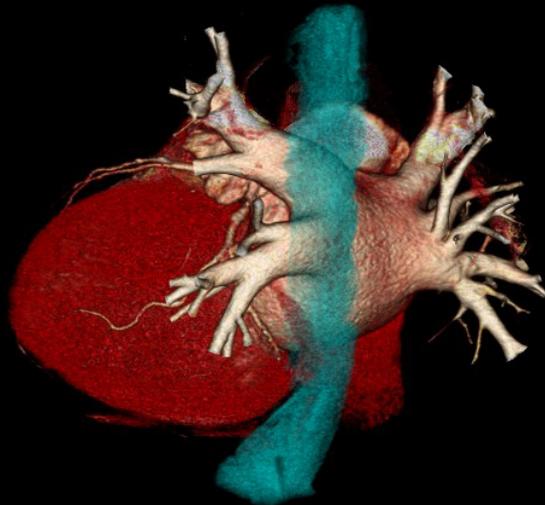
鎖骨下静脈及び無名静脈に造影剤が  
停滞するが、その他には画像作成及  
び診断への大きな障害は認めない

# 心臓CTの造影法

## 3. 肺静脈

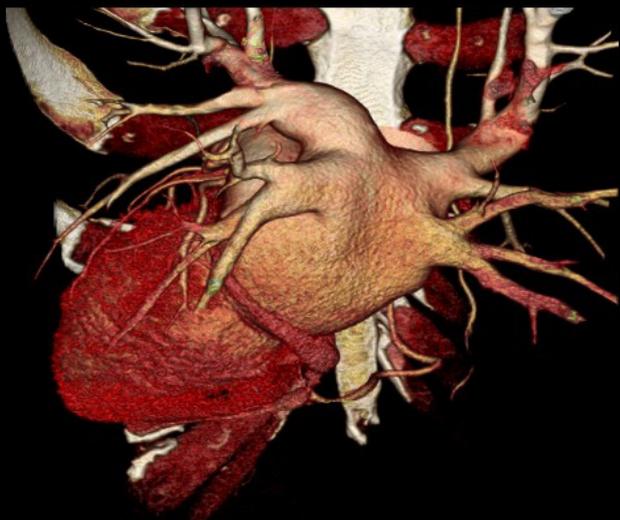
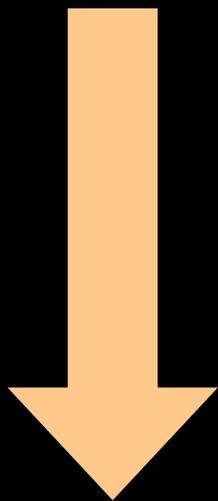
カテーテルアブレーション治療の術前および術後評価

- ・ 肺静脈の血管径や形状および本数
  - ・ 左心房の大きさおよび形状、食道との位置関係
  - ・ (場合によっては、)冠動脈評価



# 肺静脈の撮影

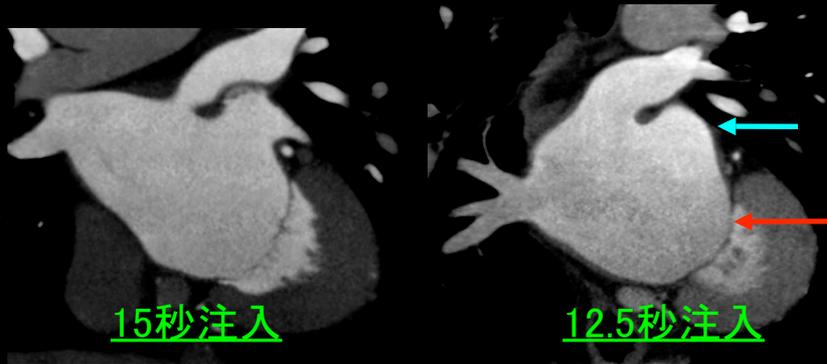
【 Head ⇒ Foot 】



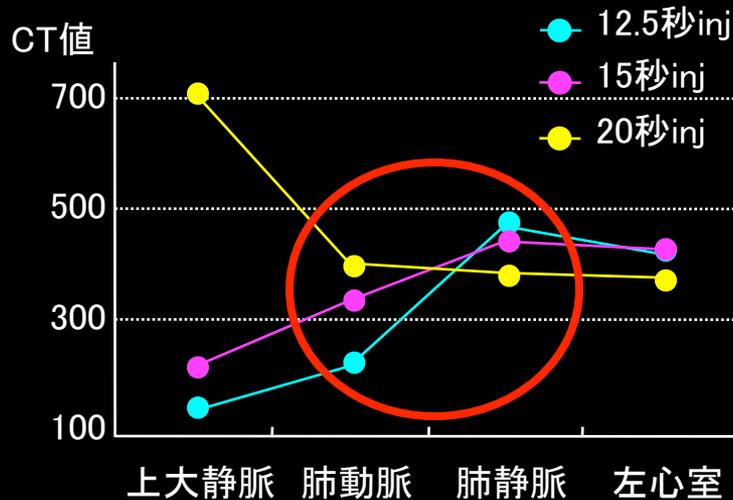
【撮像範囲】 肺動脈上縁～心尖部

【撮像時間】 12～13秒

撮像時間 > 注入時間では、後半部の造影能が低下する危険性が高い



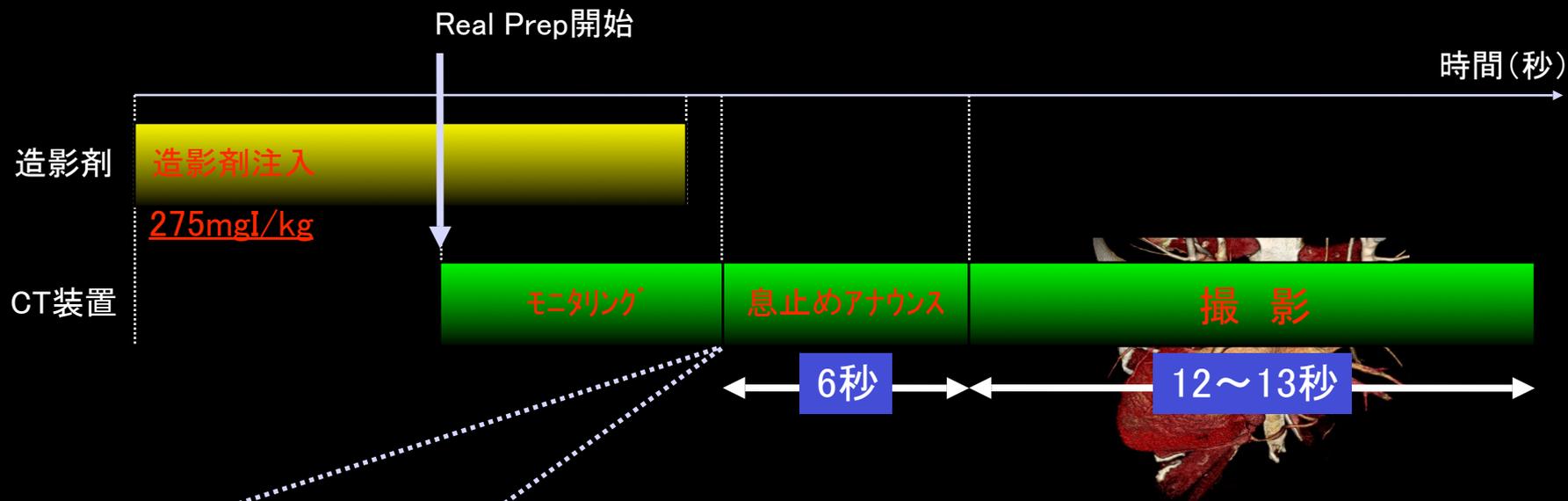
注入時間による各部位の造影能



注入時間が短くなるに従って、肺動脈と肺静脈のCT値差が大きくなる

# 当院の肺静脈造影CT撮影手法

~ Bolus trucking法 ~



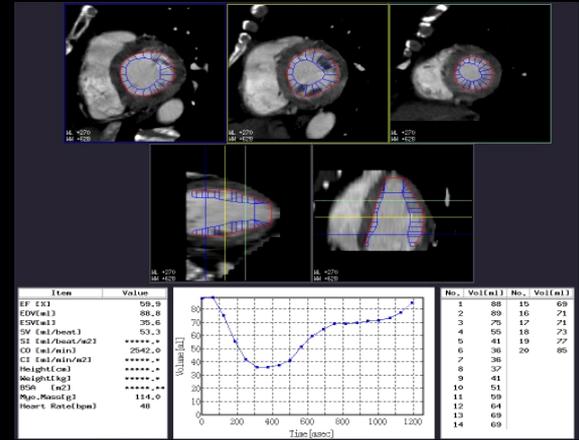
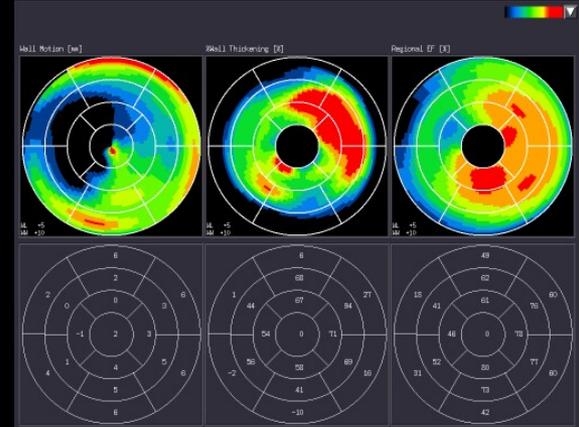
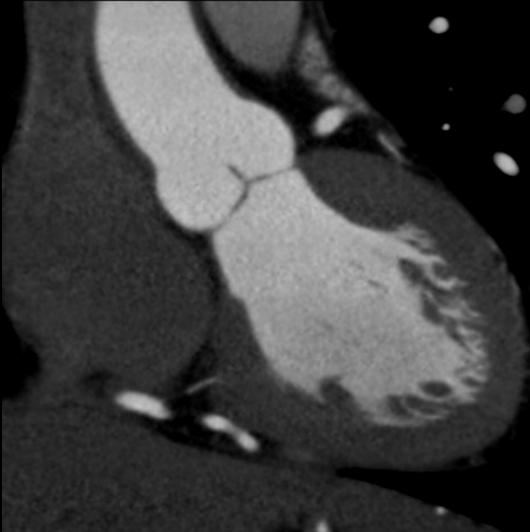
上行大動脈のトリ  
ガー値を100HUに設  
定

## 当院の肺静脈造影プロトコール

- 【造影剤量】 275mgI/kg  
(場合によっては300mgI/kg)
- 【注入時間】 15秒
- 【生食後押】 20mL

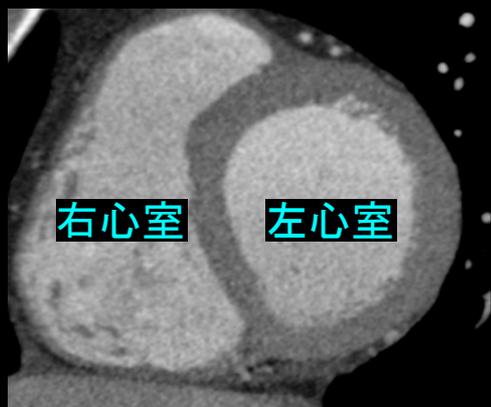
# 心臓CTの造影法

## 4. 心房室内評価 心機能評価



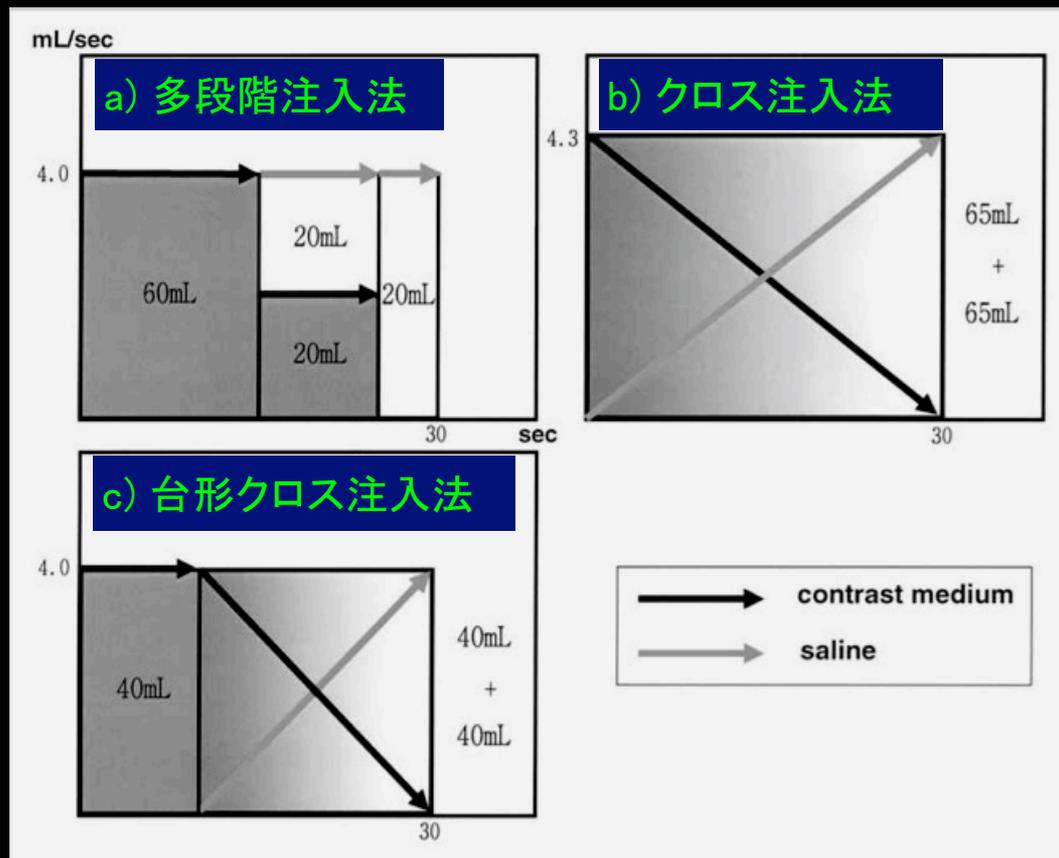
# 心機能解析を考慮した 冠動脈CTA造影法

左心機能解析においては、**両心室がともに造影された状態**でなければ左心室内の辺縁を自動的に抽出することが出来ず、解析精度に大きな影響を与えることになる



心房室内の**造影ムラ**や**造影不良**があると、血栓性病変や腫瘍性病変などを適切に評価できない場合が生じる

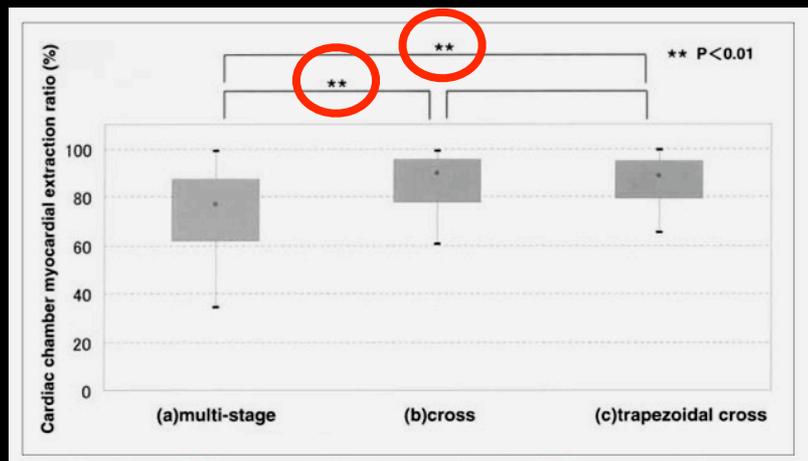
心機能解析を考慮した造影法の工夫



心機能解析を考慮した冠動脈CTA造影法

寺沢和晶 ; 64列MSCTによる心臓造影方法の基礎的検討 (技術学会誌Vol163 628-637)

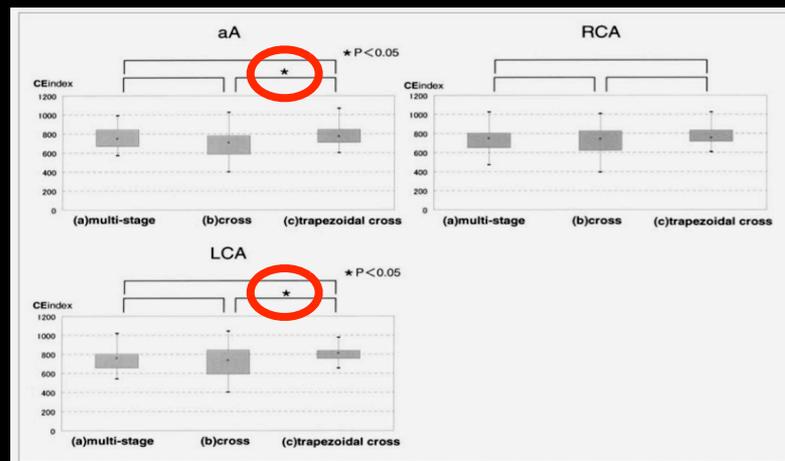
左右心室における心腔内のCT値の関係 (左右心室造影効果比)



100%に近いほど、心腔と心筋におけるCT値差があり、解析精度の向上が期待出来る

クロス注入法 (b) および台形クロス注入法 (c) では、左右心室造影効果比が 89.5 ± 15.4 (%) および 87.0 ± 9.8 (%) となり、多段階注入法 (a) の 73.8 ± 16.5 (%) に比べて統計学的に有意に高値を示した。(P<0.01)

冠動脈の造影効果(aA,LCA,RCA)



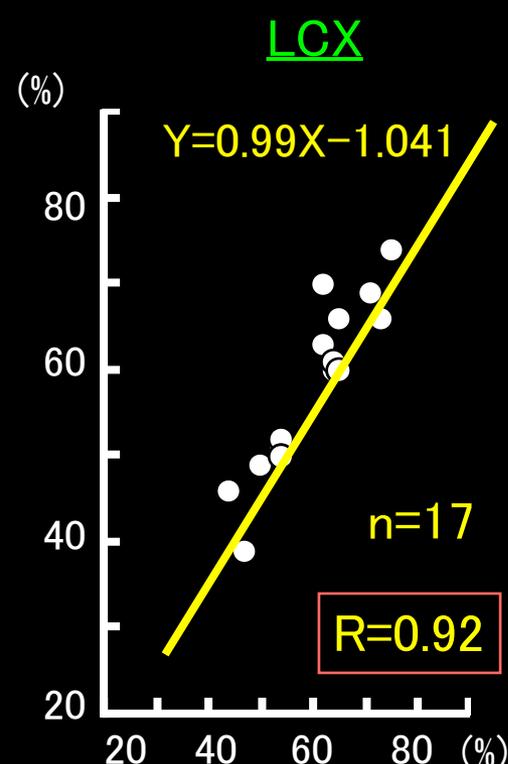
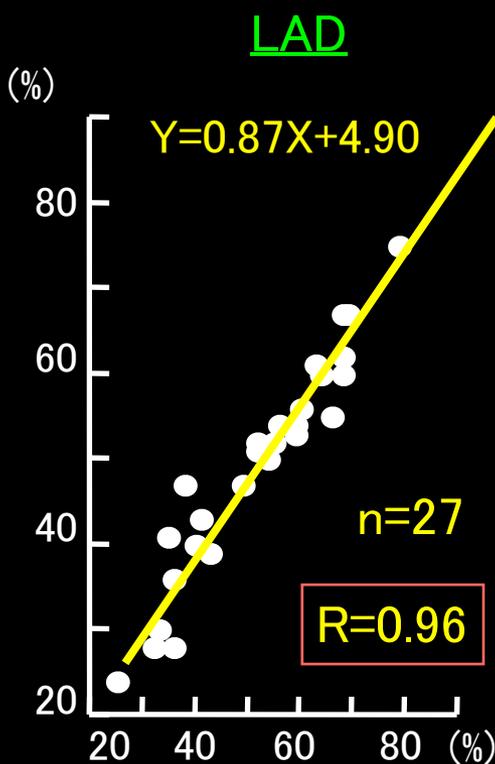
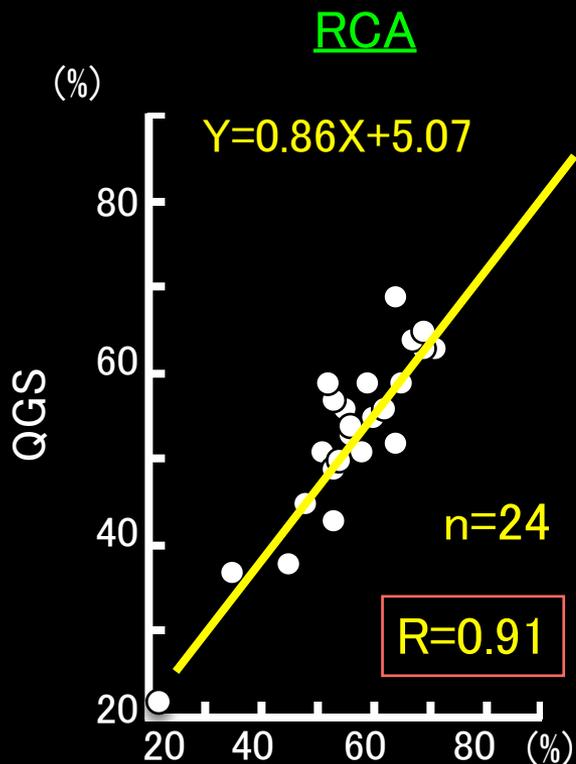
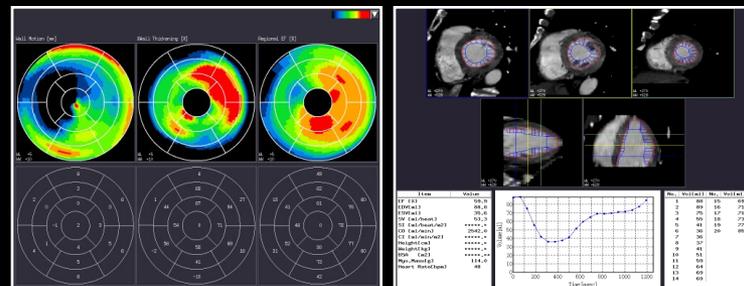
クロス注入 (b) および台形クロス注入 (c) において、LCA(p<0.05)とaA(p<0.05)に有意差あり

RCAにおいては、有意差を認めなかったが、  
多段階注入法: 324.1 ± 53.5HU  
クロス注入法: 313.7 ± 64.3HU  
台形クロス注入法: 338.3 ± 54.2HU  
となり、**台形クロス注入法はグループ中で最も高いCT値が得られた。**

【EFの精度 ~ CT vs QGS ~】

RSNA 2003; Takashi Sakamoto

CTとQGSの間において、心駆出率に高い相関が示される



CT

4列MSCT (n=68)

# 心臓CT検査の造影

第1回九州CT研究会  
平成20年5月31日(土)

診断に必要な冠動脈CT値の明確化

モニタリングの位置とトリガー値の設定

適切な造影剤注入時間の設定

的確なDelay timeの設定

生食による後押し

撮影タイミングの設定

造影手法の使い分け

造影剤投与量の基準設定

必要最小限な造影剤投与量の設定

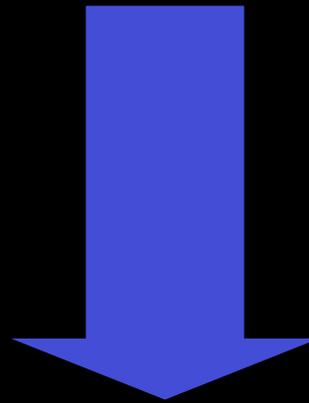
造影能に関わる全ての要因を明確化し、  
満たすことが必要不可欠

正確な造影検査が実現

## 心臓CTにおける至適造影法のまとめ

---

造影検査の標準化及び再現性の向上  
造影剤使用量の適正化



- 造影剤の投与法（注入時間，投与量など）
- 患者の因子（体重，心機能，循環血液量など）
- 撮影タイミング（Test法 or Bolus法）
- 装置の性能（列数，HP，メーカーの違いなど）

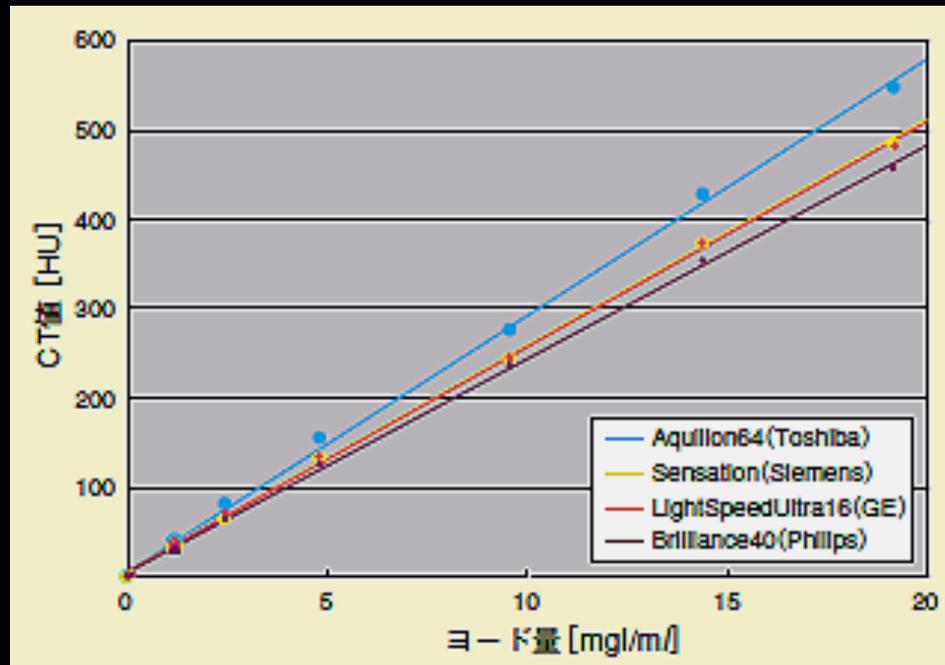
# CT装置による造影効果の違い

## CT装置の違いによるヨード量とCT値の関係

02 SECTION 撮影技術と性能評価の最新動向  
マルチスライスCTにおける造影技術 p8.~13  
室賀 浩二/八町 淳

INNERVISION (22-8) 2007 別冊付録

管電圧120kV一定の場合でも、CT装置の性能によりヨード量とCT値の関係に違いを認める



### 【一部抜粋】

CT装置の性能によって、同一管電圧においても実効エネルギーに違いを認めるため、ヨード量とCT値の関係にも違いを認める。そのため、造影効果や造影剤使用量にも違いを認めることを把握することが大切である。

文献などに記載されている造影剤使用量をそのまま適用すると、描出能が低いなど、予想を反した結果になる恐れがある。したがって、使用CT装置に合わせて、施設ごとに造影剤使用量を補正する必要があると考える。

# 各施設ごとの 最適な造影検査法の確立

～ 患者の側に立った質の高い医療の実践を ～