

## 《原 著》

極座標積分を用いた Bull's-eye 表示と立体再構築像の  
併用による TI-201 心筋集積の評価

前田 尚利\* 李 鐘大\*\* 三沢 利博\*\*\* 石井 靖\*\*\*\*

**要旨** TI-201 心筋 SPECT 像より極座標を使って、単位面積あたりの TI-201 分布と平均距離を求め、Bull's-eye 表示と、立体 3 次元分布再構築像のシネモード回転表示を行った。負荷と安静時再分布像より、TI-201 集積の段階評価をし、冠動脈造影で得た所見を gold standard として、冠動脈狭窄に対する診断能を調べ、ROC 曲線を描いた。冠動脈造影で得られた狭窄度と、TI-201 集積評価との間の相関は、1 枝、2 枝病変については高いものの、3 枝病変については低く、病変血管の同定はできなかった。TI-201 心筋立体像を作ることで、歪みの少ない、より実際に近い TI-201 の分布を知ることが可能になり、心尖部心基部周囲の TI-201 集積評価も容易になると考えられた。

## I. 緒 言

TI-201 の心筋への集積を評価する場合、SPECT 像およびその Bull's-eye 表示が広く用いられる<sup>1-5)</sup>。従来の Bull's-eye 表示においては、検者が心尖部心基部を手入力するので、検者間の結果が必ずしも一致しない。呼吸運動、心臓壁収縮運動などで、TI-201 分布像の広がりが生じ、心筋 SPECT 像の一定角内の最大値を代表値として取ることは S/N 上問題がある。また Bull's-eye 表示では、心尖部を中心に同心円上に心筋を投影するので、実際の心筋の面積との間に、場所による歪みが生ずるなどの欠点がある。そこで、検者間の位置決めの差を少なくすること、S/N の改善と壁の動きによる誤差を減らすことを目的に、極座標積分を使って Bull's-eye 表示を行った。また、心筋部位による歪みを少なくすることを目的に、32 方向から

見た実際の心筋の形に近い分布画像 (3D Model) を作成し、シネモード表示と Bull's-eye 表示を併用し、TI-201 集積を評価し、冠動脈造影の結果と比較したので報告する。

## II. 対 象

患者は冠動脈狭窄症 (coronary artery disease) を疑われ、冠動脈造影を施行した男性 48 例 (35 から 74 歳、平均年齢  $58.1 \pm 8.4$  歳)、女性 15 例 (40 から 71 歳、平均年齢  $60.3 \pm 8.5$  歳) の合計 63 例で、平均年齢は  $58.6 \pm 8.5$  歳、中央値は 59 歳である。全例に心エコー、負荷心電図、冠動脈造影を施行し、TI-201 負荷心筋シンチグラムは、その前後 10 日以内に行った。これらの検査すべてと、病歴上、心筋逸脱酵素上昇の異常を認めなかった 6 例 (男性 5 例、女性 1 例、平均年齢  $53.2 \pm 6.3$  歳) を正常群とした。

## III. 方 法

## 1) TI-201 心筋シンチグラム

## a. 運動負荷

電気制動型自転車エルゴメータにより、3 分間ずつ 50, 100, 150 watt の漸増負荷をかけ、1 分ごとに負荷中の血圧、心電図を記録し、胸痛、心拍、心電図 ST 異常の出現、被験者の疲れを目安とし

\* 市立岡崎病院放射線科

\*\* 福井医科大学第一内科

\*\*\* 同 第三内科

\*\*\*\* 同 放射線科

受付：元年 5 月 25 日

最終稿受付：元年 12 月 19 日

別刷請求先：岡崎市若宮 2-2 (☎ 444)

市立岡崎病院放射線科

前 田 尚 利

て、Tl-201 を 111 MBq (3 mCi) 静脈内投与し、その後 25 watt の負荷を約 1 分間続けたのち、負荷を中止した。ついで、約 5 分後より負荷データを、3 時間後に再分布データを収集した。

#### b. 撮影方法

GAP (general all purpose) コリメータを装着した回転型ガンマカメラ(GE STARCAM 400AC/T)で、被験者の RAO 45 度から LPO 45 度まで、180 度を 32 方向から、1 方向あたり 40 秒間、64 × 64 マトリックスにて、データ収集を行った。

#### c. データ処理

SPECT 再構成は、STARCAM 付属のミニコンピュータで行ない、検者が体軸横断断層像から短軸長軸方向をモニタより入力し、従来の Bull's-eye マップ (Conventional Bull's-eye) を作成した<sup>4)</sup>。つぎに、極座標による積分計算を行うために、データをミニコンピュータ (VAX 730) に移した。ピクセルあたりの最高値の 30% を境にして 2 値化した断層像より画像重心を求め、これを原点とした極座標系を用いて、それぞれの方向における心壁の単位面積あたりの Tl-201 集積と分布の平均距離を求めた。これらの値より、体軸を中心に 32 方向から見た Tl-201 集積の立体像 (3D Model) を作成し、シネモード回転表示、もしくは、4 方向静止画像表示を行った。また、ミニコンピュータにより自動的に心尖部心基部を求め、Conventional Bull's-eye と同様に、心尖部を中心に、12 時方向が前壁、3 時方向が側壁、6 時方向が下後壁、9 時方向が中隔、心基部が周囲にくるように 3D Bull's-eye 表示を行った (付録)。なお最高値を 100 として規格化表示した。

### 2) 冠動脈造影 (CAG)

冠動脈狭窄は、3 人の循環器内科医がシネアンギオグラフィより、AHA 基準に準じて、0 から 5 までの 6 段階 (Table 1, A) に分け、gold standard とした。

### 3) Tl-201 心筋シンチグラムデータ評価

正常 6 例より、各方向における平均値と、標準偏差 (standard deviation, SD) を求め、平均値より 2.5 SD 以上低い集積を欠損 (defect) に、1.5 次

**Table 1** Ranks of coronary angiographies and Tl-201 myocardial scintigrams

#### A) Angiography

Rank	Stenosis
5	100% = total stenosis,
4	99% = 91 to 99% stenosis,
3	90% = 76 to 90% stenosis,
2	75% = 51 to 75% stenosis,
1	50% = 26 to 50% stenosis,
0	normal = less than or equal to 25% stenosis.

#### B) Tl-201 accumulation on exercise and after redistribution

Rank	Exercise	Redistribution
5	defect	defect
4	defect	low
3	low	low
2	low	normal
1	normal	normal

Redistribution data were collected 3 hours after-ward of exercise. Defect and low uptakes refer to the accumulations less than 2.5 SD, and between 2.5 SD to 1.5 SD of the averaged values obtained from 6 normal subjects, respectively.

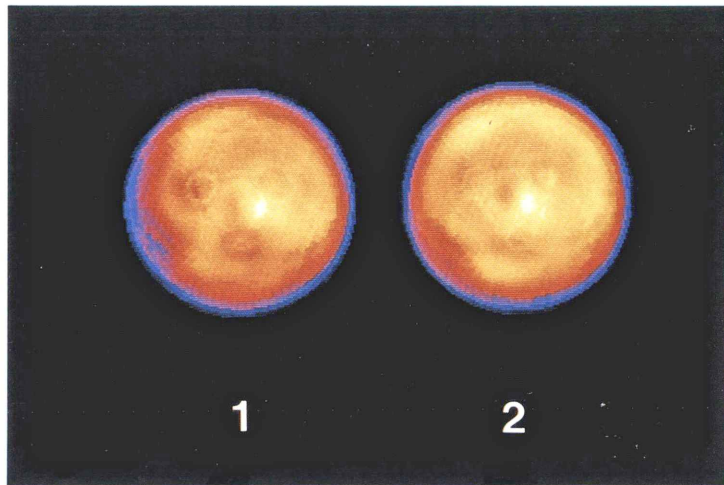
ら 2.5 SD の間のものを低下 (low) に分類した。負荷直後と再分布後の Tl-201 集積を Conventional Bull's-eye 表示と 3D Bull's-eye 表示を用いて、1 から 5 までの 5 段階に分類した (Table 1, B)。放射線科医と循環器内科医が 3D Bull's-eye とシネモード表示を使って、Tl-201 集積異常部位の位置と広さより、責任冠動脈を推測した。

#### 4) 検討事項

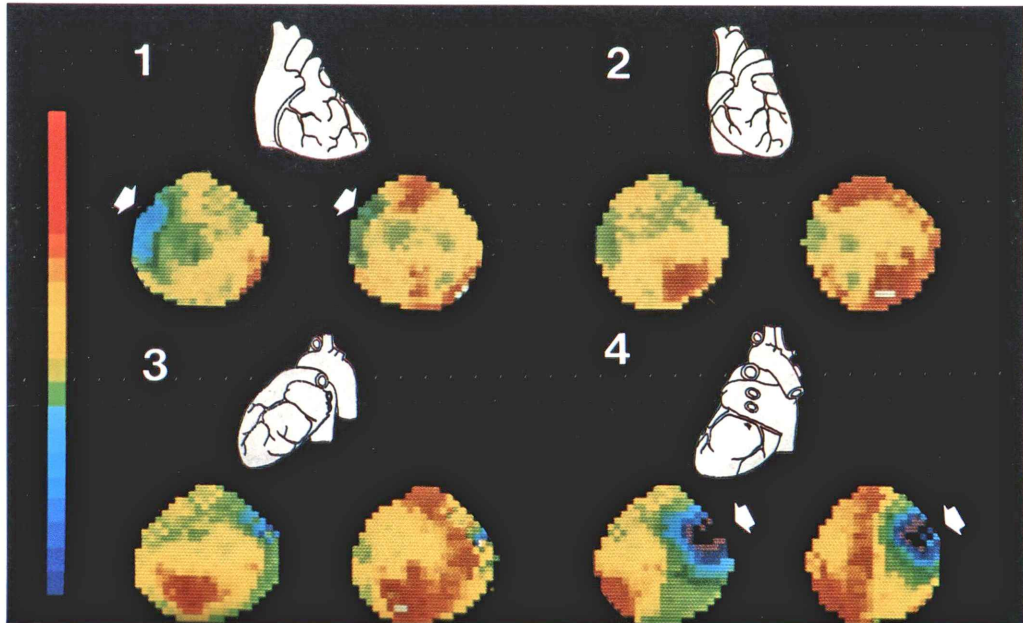
右冠動脈 (RCA)、左前下行枝 (LAD)、左回旋枝 (LCX) について、CAG による狭窄評価 (以下 CAG Rank と略) を gold standard として、Conventional Bull's-eye 法と、3D Model 法による Tl-201 集積の評価 (以下それぞれ CB Rank, 3D Rank と略) を比較検討した。

##### a. Tl-201 集積による狭窄の評価

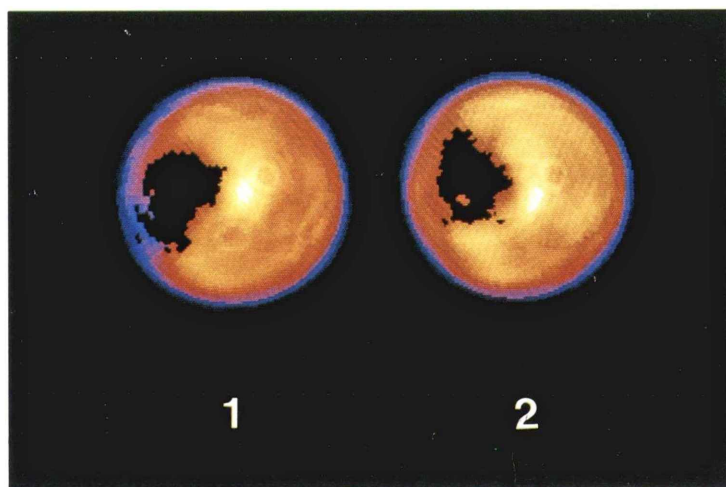
RCA, LAD, LCX の各冠動脈について、CAG Rank と、CB Rank, 3D Rank との間の、相関 (カイ二乗検定) を求めた。



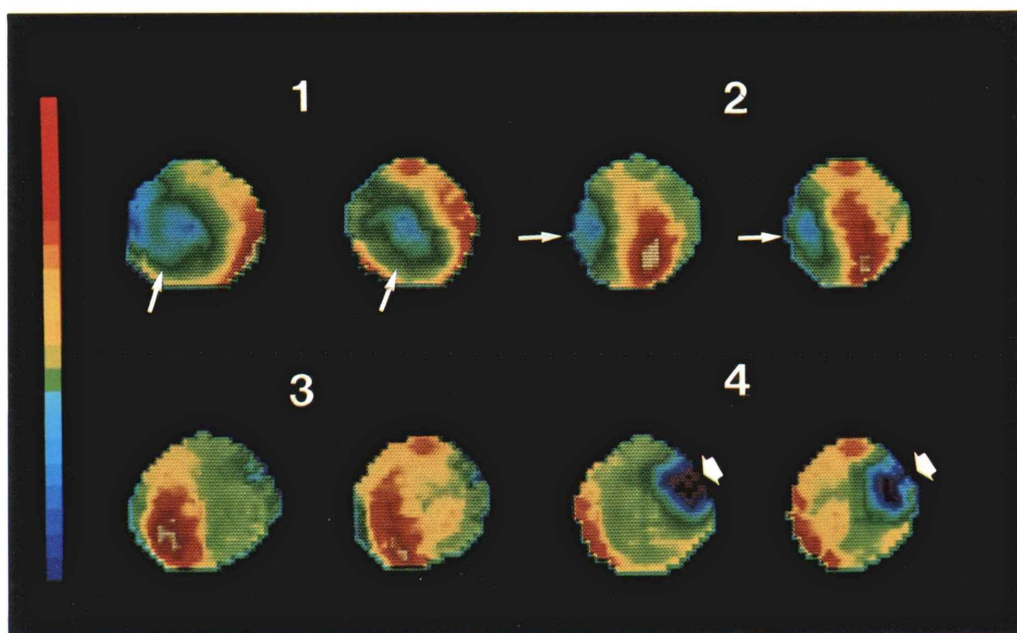
**Fig. 1** 3D Bull's-eye of Tl-201 myocardial scintigrams. 1 and 2 are the exercise and the redistribution Bull's-eye maps obtained in a 57 year old subject who was thought to be normal from angiography, Tc-99m cardiac blood pool study, ECG and his past history. The apex and the base are at the center and on the circumference of the Bull's-eye. The anterior, the septum, the posterior, and the lateral walls are mapped onto the 12, 9, 6 and 3 o'clock directions, respectively.



**Fig. 2** Reconstructed images of Tl-201 uptakes (3D Model), from the same subject as in Fig. 1, viewed from 30 degrees right anterior oblique (1), 30 degrees left anterior oblique (2), left lateral (3) and 30 degrees left posterior oblique (4). The exercise and the redistribution images are on the left and the right under the schematic diagrams. Thick arrows (in 1 and 4) indicate the left ventricular outlet.

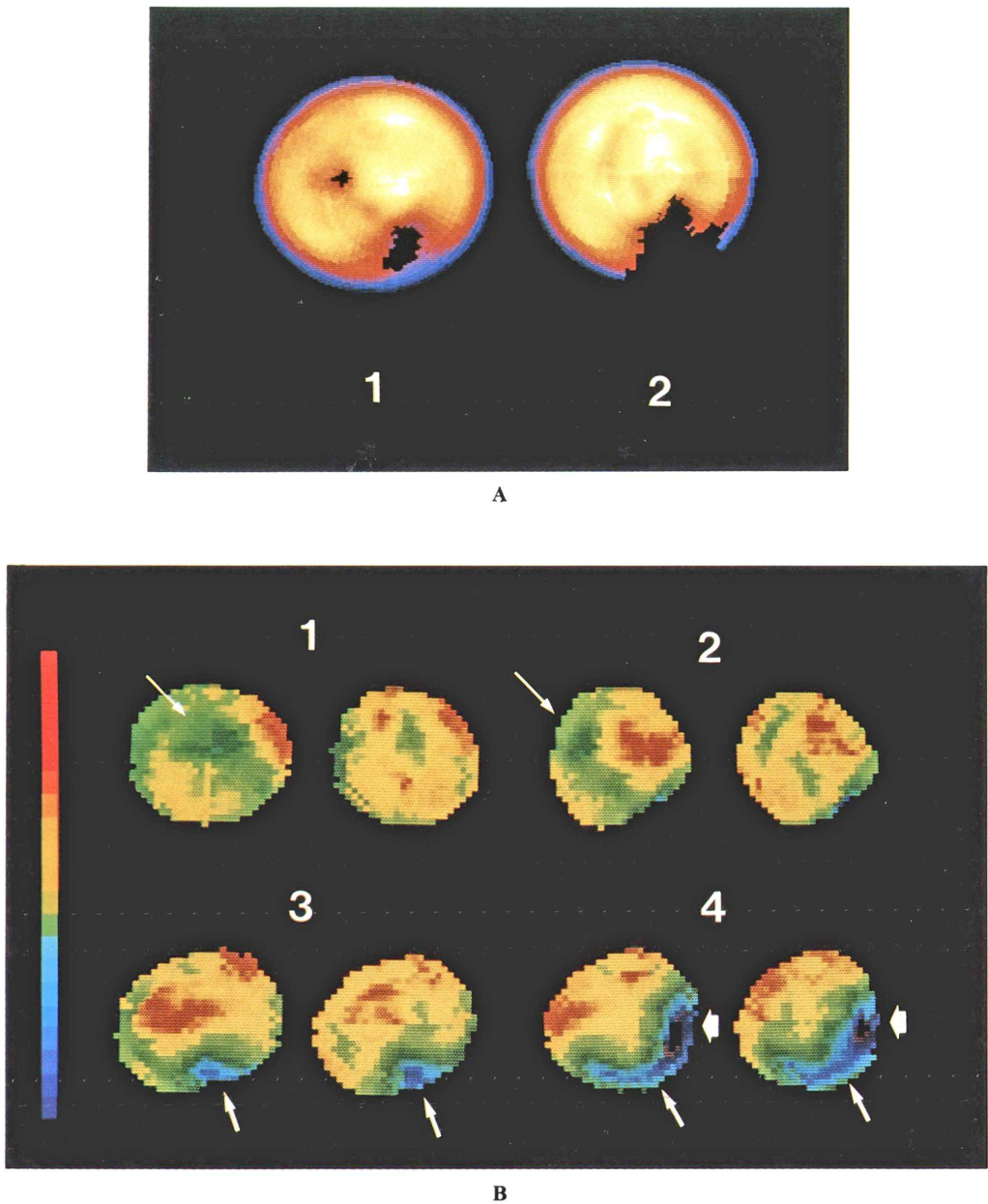


A



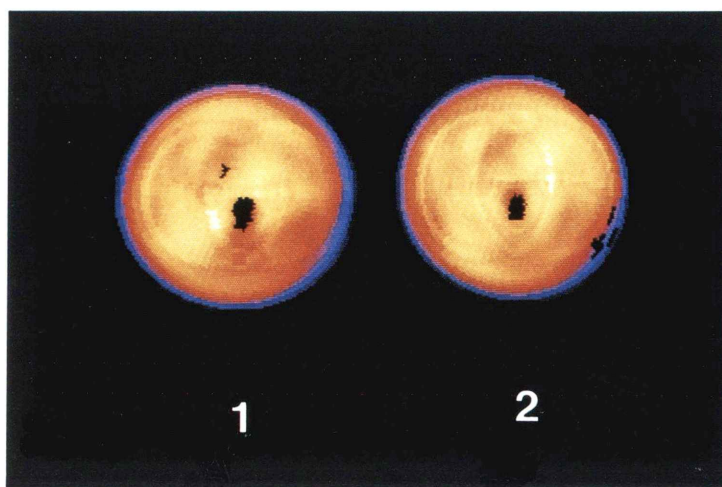
B

**Fig. 3** 3D Bull's-eye (A), and 3D Model (B) of a 56 years old male patient with 1 vessel disease. A total occlusion of the left anterior descending artery (LAD) was found at the angiography. A large defect was observed both on the exercise and on the redistribution 3D Bull's-eyes (1). Thin arrows indicate a large defect (a myocardial infarction on the septum).

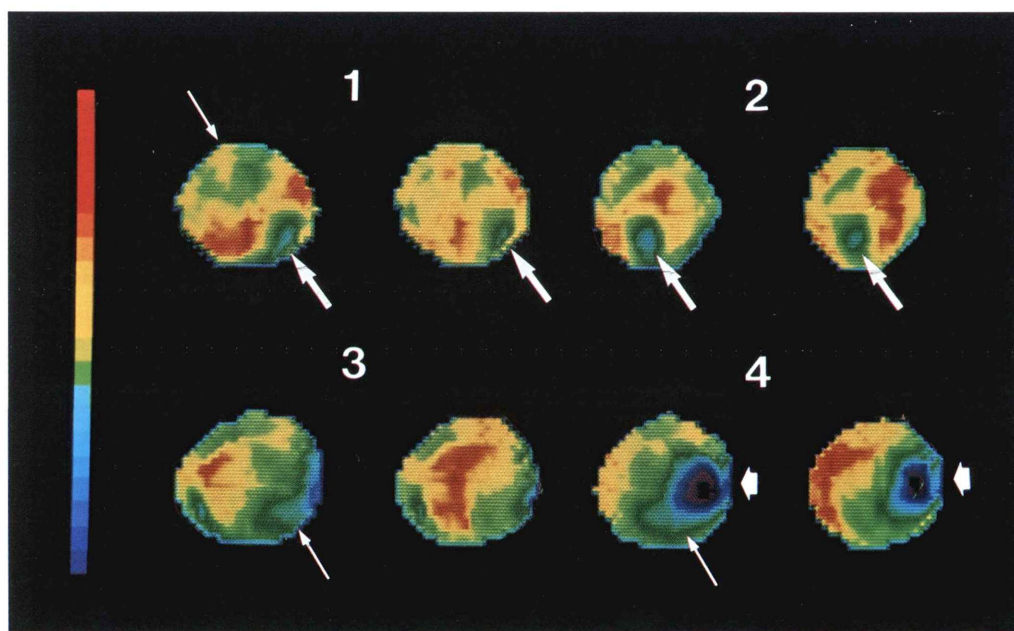


**Fig. 4** 3D Bull's-eye (A) and 3D Model (B) from a 60 years old male patient with two vessel disease. A total occlusion of the left circumflex artery (LCX) and a 50% stenosis of LAD were found at the angiography. Thick long arrows (Fig. 4B 3 and 4) denote a defect on the posterior wall (a myocardial infarction). A low uptake on the septum, indicated by thin arrows (Fig. 4B 1 and 2) on the exercise images (left), became normal in the redistribution image (a transient ischemia). Thick short arrows (Fig. 4B 4) indicate the left ventricular outlet.





A



B

**Fig. 5** 3D Bull's-eye (A) and 3D Model (B) from a 57 years old male patient with two vessel disease. The defect on the inferior wall (long thick arrows) was thought to be due to the right coronary artery (RCA) stenosis, rather than LCX, from the Tl-201 scintigrams. However, a total occlusion of LCX and a 50% stenosis of LAD were found at the angiography. Also note that a part of the anterior wall and the posterior wall show transient ischemia (thin long arrows).

### b. ROC 曲線

CAG にて、75%以上の狭窄(Rank 2 に等しいか、またはそれ以上のもの)を陽性群として、TI-201 集積の Rank を、1→正常、2→おそらく正常、3→どちらともいえない、4→おそらく異常、5→異常のごとく対応させて ROC 曲線を作成した<sup>6,7)</sup>。

### c. 病変枝数の異なる場合

1 枝、2 枝、3 枝病変を持つ群に分けた各冠動脈狭窄の診断能の検討では、症例数が少ないので順位相関検定(スパーマンランクテスト)を行った。

### d. 病変枝数の推定

CAG で診断された正常例、1 枝、2 枝、3 枝病変に対し、Conventional Bull's-eye 法と 3D Model 法による病変枝数推定について、相関係数(Pearson correlations)を計算した。

## IV. 結 果

### 1. 冠動脈造影

63 例中 42 症例に、Table 1 で示される Rank 2 に等しいか、それ以上の冠動脈の狭窄を認めた。1 枝病変 20、2 枝病変 14、3 枝病変 8 例で、部位別には RCA 17、LAD 34、LCX 21 枝である。RCA と LAD 間、LAD と LCX 間の CAG の Rank は互いに独立であったが、RCA と LCX 間では、有意( $\chi^2=66.0$ ,  $p<0.001$ )であった。

### 2. TI-201 負荷心筋シンチグラム症例

Figure 1 に 3D Bull's-eye 表示の正常例を掲げた。1 と 2 はそれぞれ負荷時および 3 時間後のものである。Fig. 2 は 3D Model 像で、1 は右前斜位 30 度、2 は左前斜位 30 度、3 は左側面、4 は左後斜位 30 度からの像で、左側は負荷時、右側は再分布時の 3D Model 像を、上に心臓の模式図を示す。なお矢印は流出路である。

Figure 3 は、LAD 1 枝病変の 3D Bull's-eye 表示(A)と 3D Model 像(B)である。太い矢印は流出路を、細い矢印は中隔壁の欠損を表す。Fig. 4 は、LAD と LCX 2 枝病変患者の 3D Bull's-eye 表示(A)と 3D Model 像(B)で、1 と 2 の細い矢

印は中隔の運動負荷時の集積低下を、3 と 4 の太い矢印は、負荷時および再分布時の後壁の欠損を示す。

Figure 5 は、3D Bull's-eye 表示(A)と 3D Model 像(B)で、下壁の欠損(1 および 2 の矢印)と、負荷時の後壁欠損(3 と 4 の矢印)より、RCA と LCX 枝の病変と診断されたが、CAG では、LAD と LCX に狭窄を認めた症例である。

### 3. ROC 曲線

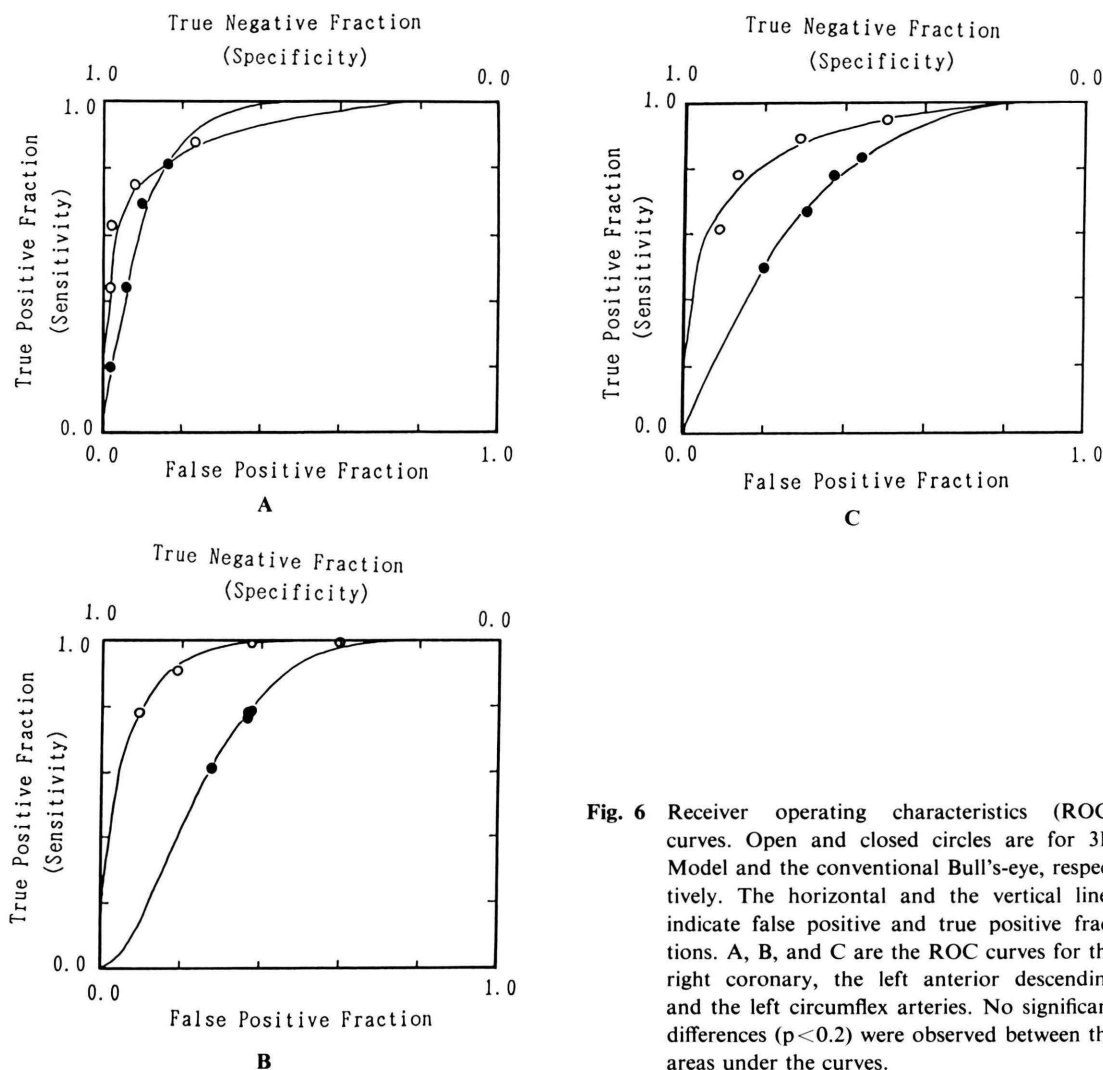
Figure 6, A から C は、RCA, LAD, LCX の Conventional Bull's-eye (黒丸)と 3D Model (白丸)法の ROC 曲線で、縦軸は感度(sensitivity, true positive fraction)、横軸は偽陽性率(false positive fraction)である。LAD および LCX については、3D Model 法が、Conventional Bull's-eye 法よりも感度は高いものの、統計的有意差は認めなかった<sup>6)</sup>。

### 4. CAG と TI-201 シンチグラムによる Rank の比較

Table 2 は、CAG Rank と、TI-201 シンチグラムによる Rank 間の、カイ二乗検定結果である。Conventional Bull's-eye 法では、RCA の CB Rank は自身の CAG Rank と相関が高い( $p<0.002$ )ものの、LCX の CAG Rank とも相関( $p<0.05$ )が認められた。LCX においては、いずれの冠動脈の CAG Rank とも相関は低かった。一方、3D Model 法においては、それぞれの冠動脈自身に相関が見られたが、LCX の 3D Rank は、RCA の CAG Rank とも相関が認められた( $p<0.02$ )。

### 5. 病変枝数による相関の変化

Table 3 は、それぞれ 1 から 3 枝病変にわけた場合の CAG Rank と TI-201 シンチグラムによる Rank の順位相関係数の R 値である。1 枝病変(Table 3, A)では、RCA 狭窄例が今回の症例では抜けているので、RCA 単独狭窄例における診断能の評価はできなかった。Conventional Bull's-eye 法では、RCA の CB Rank は LAD, LCX とも相関が認められた。3D Model 法では、RCA の 3D Rank と LCX の CAG Rank の間に相関が認められた。2 枝病変(Table 3, B)では、Conventional



**Fig. 6** Receiver operating characteristics (ROC) curves. Open and closed circles are for 3D Model and the conventional Bull's-eye, respectively. The horizontal and the vertical lines indicate false positive and true positive fractions. A, B, and C are the ROC curves for the right coronary, the left anterior descending and the left circumflex arteries. No significant differences ( $p < 0.2$ ) were observed between the areas under the curves.

Bull's-eye 法で、3 枝に自分自身と相関が認められたが、RCA、LCX の CB Rank は LAD の CAG Rank と相関が見られた。3D Model 法においては、3 枝すべてに自分自身にのみ相関が認められた。3 枝病変 (Table 3, C) では、どの冠動脈枝についても順位相関は見られなかった。

#### 6. 病変枝数

Table 4 に Conventional Bull's-eye 法と 3D Model 法による病変枝数推定の、頻度数を示す。相関係数は、それぞれ、 $r = 0.4188$  ( $p < 0.001$ ),  $r =$

$0.6549$  ( $p < 0.0001$ ) で、両者の評価の間には有意差 ( $p < 0.1$ ) が認められた。

### V. 考 察

#### 1. 極座標による立体心筋像の再構成

極座標の原点から、単位立体角内のカウントの積分値を計算する方法は、前回報告した<sup>8)</sup>ように S/N の向上と、心臓の動き、呼吸による動きなどのぼけによる artifact を少なくする利点があるものの、重心から遠い心壁上的における見かけ上の



**Table 2** Chi square analyses of the ranks between coronary angiography and TI-201 scintigram

Angiography	Conventional Bull's-eye			3D Model		
	RCA	LAD	LCX	RCA	LAD	LCX
RCA	43.70 (.0019)	21.19 (NS)	15.85 (NS)	62.60 (.0002)	12.27 (NS)	35.15 (.0193)
LAD	15.17 (NS)	42.51 (.0026)	21.11 (NS)	22.94 (NS)	74.02 ( $< .0001$ )	12.17 (NS)
LCX	32.50 (.0382)	17.47 (NS)	22.96 (NS)	29.42 (.0799)	22.42 (NS)	49.33 (.0004)

These values are obtained from all the cases (n=63, df=20). RCA: right coronary artery, LAD: left anterior descending artery, LCX: left circumflex artery. In the parentheses are the values of p. NS designates 'not significant'.

**Table 3** R values of spearman rank test for 1 to 3 vessel disease

## A) 1 Vessel Disease (n=20)

Angiography	Conventional Bull's-eye			3D Model		
	RCA	LAD	LCX	RCA	LAD	LCX
RCA	—	—	—	—	—	—
LAD	.5226 (.0213)	.6090 (.0079)	-.3350 (NS)	.2485 (NS)	.6992 (.0027)	-.3429 (NS)
LCX	.6267 (.0064)	.2850 (NS)	.7109 (.0023)	.5556 (.0147)	.1316 (NS)	.6898 (.0030)

There was no case where only RCA had stenosis in this series. In the parentheses are the values of p. NS designates 'not significant'.

## B) 2 Vessel Disease (n=14)

Angiography	Conventional Bull's-eye			3D Model		
	RCA	LAD	LCX	RCA	LAD	LCX
RCA	.6055 (.0272)	.1176 (NS)	.1396 (NS)	.9022 (.0015)	-.3760 (NS)	.0220 (NS)
LAD	-.5835 (.0331)	.5055 (.0647)	-.5769 (.0351)	-.4626 (NS)	.8890 (.0017)	-.4242 (NS)
LCX	.1341 (NS)	.0242 (NS)	.6088 (.0264)	.0198 (NS)	-.3330 (NS)	.8440 (.0027)

## C) 3 Vessel Disease (n=8)

Angiography	Conventional Bull's-eye			3D Model		
	RCA	LAD	LCX	RCA	LAD	LCX
RCA	.3274	-.1310	.3690	.3750	-.1667	-.1131
LAD	.0893	.6964	.1012	-.1429	.4583	.5774
LCX	.5893	.0655	.3750	.5000	.0298	.5536

No significant relations were observed in 3 vessel disease,

**Table 4** Number of diseased vessels: comparison between conventional Bull's-eye and 3D model

Angiography	Conventional Bull's-eye				3D Model			
	0	1	2	3	0	1	2	3
0	8	7	6	0	11	5	5	0
1	1	12	7	0	0	12	8	0
2	0	5	7	2	0	3	10	1
3	1	2	3	2	0	1	3	4
Pearson r (n=63)	0.4186 (p<0.001)				0.6545 (p<0.0001)			
Regression line	Y = .3348X + .9507				Y = .5543X + .7633			

Where Y is the predicted rank of angiography, and X is the rank given by TI-201 studies. There is a significant difference between the above two regression lines (p<0.1).

TI-201 集積が増加するという欠点があった。3D Model 法においては、距離の二乗の逆数をかけて積分することにより、この欠点を克服すると同時に、分布の平均距離の点における単位面積あたりの集積量を求めることができる。これより再構成されたコンピュータグラフィックス3次元表示は、実際の心臓への TI-201 集積像に近いものであると考えられる。対応する面積の歪みの少ない画像を用いて、いろいろな角度から観察することで異常集積部位の範囲、形を把握でき、より正確な TI-201 集積の評価が可能になり、病変血管の推定が容易になると考えられた。たとえば Figs. 4 と 5 に見られるような後壁心基部周辺の集積低下、欠損の評価には有用であった。

## 2. CAG と TI-201 心筋シンチグラム上の Rank

CAG による結果と、負荷直後、および3時間後の TI-201 の Rank を、Table 1B に示すように5段階に分類した。通常、負荷時と再分布時に欠損となる群 (Rank 5) と、負荷時および再分布時の両者が、ともに低下している群 (Rank 3) を心筋梗塞とシンチグラム上分類し、再分布時には欠損から低下 (Rank 2)、もしくは低下から正常 (Rank 4) になる群を狭心症に分類する。負荷時再分布時ともに低下している部位は、梗塞が疑われるものの、中間である Rank 3 に分類した。ちなみに、Rank 3 のもののうち CAG において、Rank 0 のものが13例、1 が3例、2 が3例、3 が4例あり、91%以上の狭窄のものはなかった。

CAG を gold standard として比較するには問題があるものの<sup>9)</sup>、今回のシンチグラム上の評価は、TI-201 集積程度を負荷時と再分布時の所見のみから分類比較したものであり、臨床上梗塞群と狭心症群の分類はしなかった。

Conventional Bull's-eye 法では、おのおのの冠動脈は自分自身との相関が高いが、3D Model 法においては、RCA と LCX の間にも相関が見られた (Table 2)。これは今回対象とした群においては、CAG でも認められたように RCA と LCX の狭窄が、独立して出現していなかったことと<sup>10)</sup> 関係があるものと考えられた。

## 3. 3D Model 法による診断能

Figure 6 に示されるように、LAD、LCX において、3D Model の ROC 曲線は、Conventional Bull's-eye 法よりも上方に位置し sensitivity が高かった。これは心尖部心基部の集積異常が 3D Model 法で、より明瞭に捉えられたことによるものと考えられたが、Conventional Bull's-eye 法においても、検者の入力熟練度により、改善すると思われる。RCA では、3D Model 法は specificity の低いところで、下方に位置している。これは RCA 支配域は、変異が多く下壁ばかりでないこと、下壁直下の脾臓への TI-201 集積、もしくはその散乱線により影響を受けることなどの理由が考えられた。下壁がよく観察できる方向のシネモード表示を加えることで、改善が期待されるものと考えられた。

#### 4. 病変枝数による診断能の変化

1, 2 枝病変においては, それぞれの枝について TI-201 による Rank (Table 3A, B) の順位相関は高かったものの, 3 枝病変においては, Table 3C に示したように, 相関は認めなかった. 最高値で規格化した値を用いるために, 絶対値による評価ができず, 低下部位を過小評価するためと考えられた. 病変枝数の推定においては, 3D Model 法のほうが相関係数が高く, かつ病変を見逃す例数が少ないという点で, 優れていると思われた.

### VI. 結 語

1) TI-201 心筋 SPECT 像から立体像を再構成することにより, 実際の分布に近い低下, 欠損領域が表示されるものと考えられた.

2) 冠動脈造影による狭窄評価をもとに, Conventional Bull's-eye 法との比較を行った.

3) 立体再構成像のシネモード観察により, 病変部位を, 従来の Bull's-eye 法よりも正確に診断することが可能と考えられた.

### 付 録

#### a) 重心計算

SPECT 横断面の  $x, y$  方向をそれぞれ  $i, j$  とし, スライス方向を  $k$  とおいて, おおののピクセルのカウント数を  $S(i, j, k)$  とし,  $Q(i, j, k)$  を次のように定義する.

$$Q(i, j, k) = 0, \quad S(i, j, k) < 0.3 S_{\max} \\ 1, \quad S(i, j, k) \geq 0.3 S_{\max}$$

ただし  $S_{\max}$  はすべてのスライスのうちの最大カウント数である. これより,

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i,j,k} \alpha Q(i, j, k)}{\sum_{i,j,k} Q(i, j, k)} \\ \alpha = i, j, k$$

として重心を求めた.

b) 単位面積あたりの集積量と分布の平均距離  
極座標  $(r, \theta, \phi)$  での単位体積あたりのカウント率を  $Q(r, \theta, \phi)$  で表すと,  $(\theta, \phi)$  方向における心壁の単位面積あたりの TI-201 集積量  $F(\theta, \phi)$  は,

$$F(\theta, \phi) = \int_{\Delta\Omega} r'^{-2} Q(\theta', \phi') dV'$$

で与えられる. ただし,  $dV' = r'^2 dr' d\Omega'$  で,  $d\Omega'$  は微小立体角, 積分は  $(\theta, \phi)$  方向の単位立体角  $\Delta\Omega$  について行うこととする.

TI-201 分布の平均距離  $R(\theta, \phi)$  は,

$$R(\theta, \phi) = \int_{\Delta\Omega} r'^{-1} Q(\theta', \phi') dV' / F(\theta, \phi)$$

により計算し,  $R(\theta, \phi)$  および  $F(\theta, \phi)$  をもとにして, 体軸を中心に 32 方向からの 3 次元立体像を再構成した. なお積分の数値計算においては, もとの画像の直交座標 1 voxel あたり最低 60 voxel になるような微小体積を取り, 最高値の 5% の閾値を用い, 中心の voxel から 20 voxel を一辺とする正四角形の内部にて数値積分を行った.

#### c) 長軸の決定と Bull's-eye 表示

Bull's-eye 表示を行う場合, 心基部と心尖部を結ぶ長軸を決めることが必要である. コンピュータで自動的に心尖部を求める方法として, 心基部は単位面積あたりの TI-201 集積量をもっとも低く, かつ平均分布距離の大きな部位であると仮定し, 平均距離を TI-201 集積量で割った値が, 極大を持つ方向を心基部の中心方向とする方法を用いた. これを心臓の長軸方向とし, 心基部が北極に, 心尖部が南極にくるように極座標交換をした後, 緯度経度方向を, それぞれ 32 と 64 分割し, 心尖部が中心に, 心基部が外縁に対応する Bull's-eye 表示を行った. データ処理に要した時間は, テープから転送して 3D Model を含む最終画像を得るまで, 5 分以内であった.

### 文 献

- 1) Garcia EV, Train K, Maddahi J, et al: Quantification of rotational Thallium-201 myocardial tomography. J Nucl Med 26: 17-26, 1985
- 2) 成田充啓, 栗原 正, 村野謙一, 他: 運動負荷  $^{201}\text{TI}$  心筋 single photon emission CT の定量解析: Bull's-eye 法の虚血性心疾患評価における有用性. 核医学 24: 55-64, 1987
- 3) 間島寧興, 石川隆志, 守谷悦男, 他:  $^{201}\text{TI}$  心筋 SPECT における二次元極座標表示 (Bull's-eye view) 法. 核医学 24: 251-261, 1987

- 4) DePasqual EE, Nody AC, DePuey EG, et al: Quantitative rotational thallium-201 tomography for identifying and localizing coronary artery disease. *Circulation* **77**: 316-327, 1988
- 5) 堰合 恭弘, 沢井 通彦, 村山 晋, 他:  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT による灌流領域図と心筋梗塞部位の自動診断. *核医学* **25**: 293-299, 1988
- 6) Hanley JA, McNeil BJ: The meaning and use of the area under a Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve. *Radiology* **143**: 29-36, 1982
- 7) 福永健二郎, 松本 徹, 飯沼 武, 他: 画像読影診断の客観的評価——モダリティ間の比較を中心に——. *日本エムイー学会誌* **2**: 784-794, 1988
- 8) 前田尚利, 李 鐘大, 三沢利博, 他: 極座標による心筋 Tl-201 Bull's-eye 表示の試み. *核医学* **25**: 759-765, 1988
- 9) Marcus ML, Skorton DJ, Johnson MR, et al: Visual estimate of percent diameter coronary stenosis: "a battered gold standard". *J Am Coll Cardiol* **11**: 882-885, 1988
- 10) 加藤辰也, 田仲直秀, 本田 喬, 他: 冠動脈造影による冠動脈閉塞部位の診断と好発部位. 冠動脈疾患——新しい診断・治療体系——, pp. 720-727, 日本臨牀, 日本臨牀社, 1987

### Summary

#### Three Dimensional Model Constructed from Tl-201 Myocardial SPECT in Combination with Bull's-eye Mapping

Hisatoshi MAEDA\*, Joan Dae LEE\*\*, Toshihiro MISAWA\*\*\*  
and Yasushi ISHII\*\*\*\*

\*Department of Radiology, Okazaki Municipal Hospital

\*\*First Division of Internal Medicine, Fukui Medical School

\*\*\*Third Division of Internal Medicine, Fukui Medical School

\*\*\*\*Department of Radiology, Fukui Medical School

Three dimensional images (3D Model) and Bull's-eye maps of Tl-201 stress and redistribution scintigrams were reconstructed from average distances and relative accumulations per unit area. 3D Models viewed from different angles were studied in cine mode, in conjunction with the Bull's-eye map. The accumulations of Tl-201 were classified into five different ranks. ROC curves for 3D Model were computed. The coronary artery stenoses estimated by 3D Model were found to

have statistical correlations with the results of coronary angiography, in one and two coronary vessel disease, but not in three. Concerning the areas and the locations of abnormal Tl-201 distributions, 3D Model images offer more comprehensible informations than the conventional Bull's-eye method, especially around the left ventricular outlet.

**Key words:** Tl-201 myocardial scintigram, SPECT, 3D Model, Bull's-eye.