

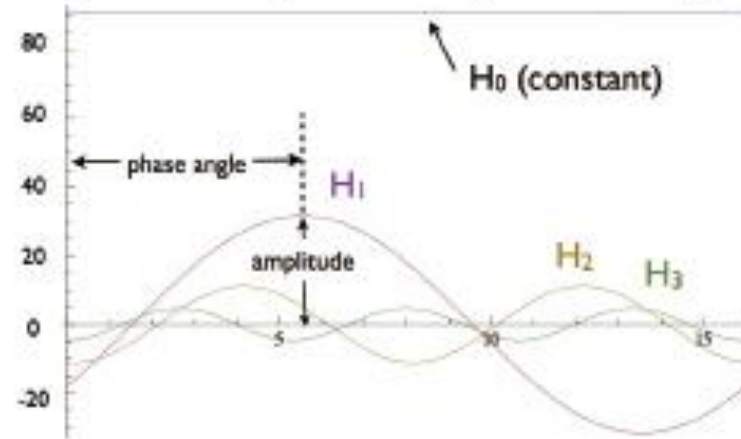
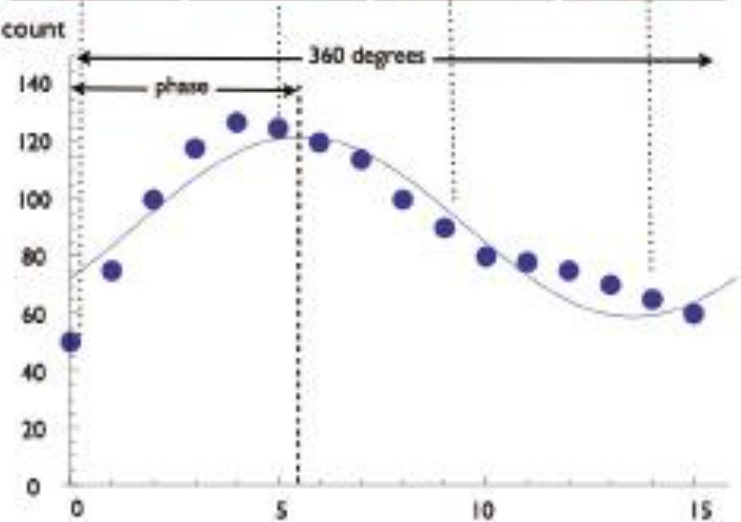
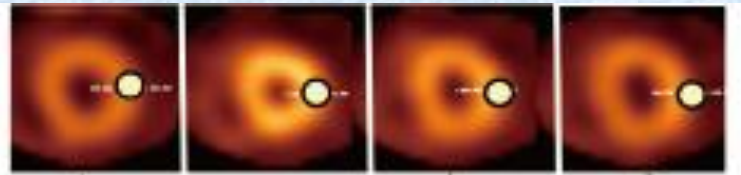
# 虚血や梗塞の無い症例におけるQGS左室位相解析指標の規定因子の検討

金沢大学医薬保健学研究域医学系 核医学<sup>1</sup> 保健学系<sup>2</sup>  
金沢医科大学 物理<sup>3</sup> 附属病院アイソトープ部<sup>4</sup>  
松尾信郎<sup>1</sup> 中嶋憲一<sup>1</sup> 小野口昌久<sup>2</sup> 奥田光一<sup>3</sup> 若林  
大志<sup>1</sup> 飛坂実<sup>4</sup> 絹谷清剛<sup>1</sup>

# 背景

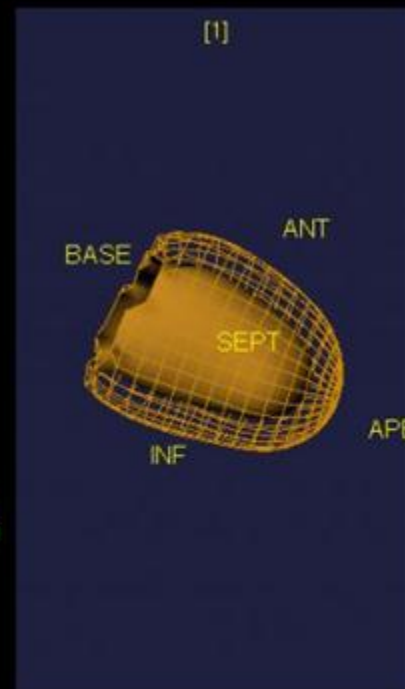
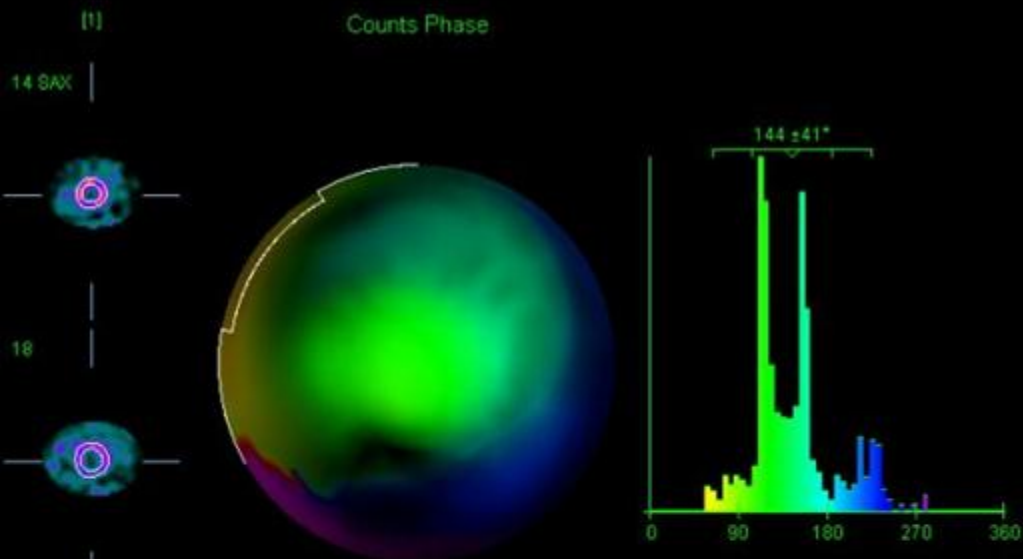
- 左室収縮協調不全は心不全や心筋虚血の際に認められ、その臨床的意義が注目されている (Boogers M et.al. J Nucl Med 2009; 50:718–724)
- 心臓核医学では心筋壁の収縮に伴い、壁厚が増大するとカウントが上昇する部分容積効果を利用しカウントの変化をフーリエ解析して位相を同定する。

# 位相解析の原理



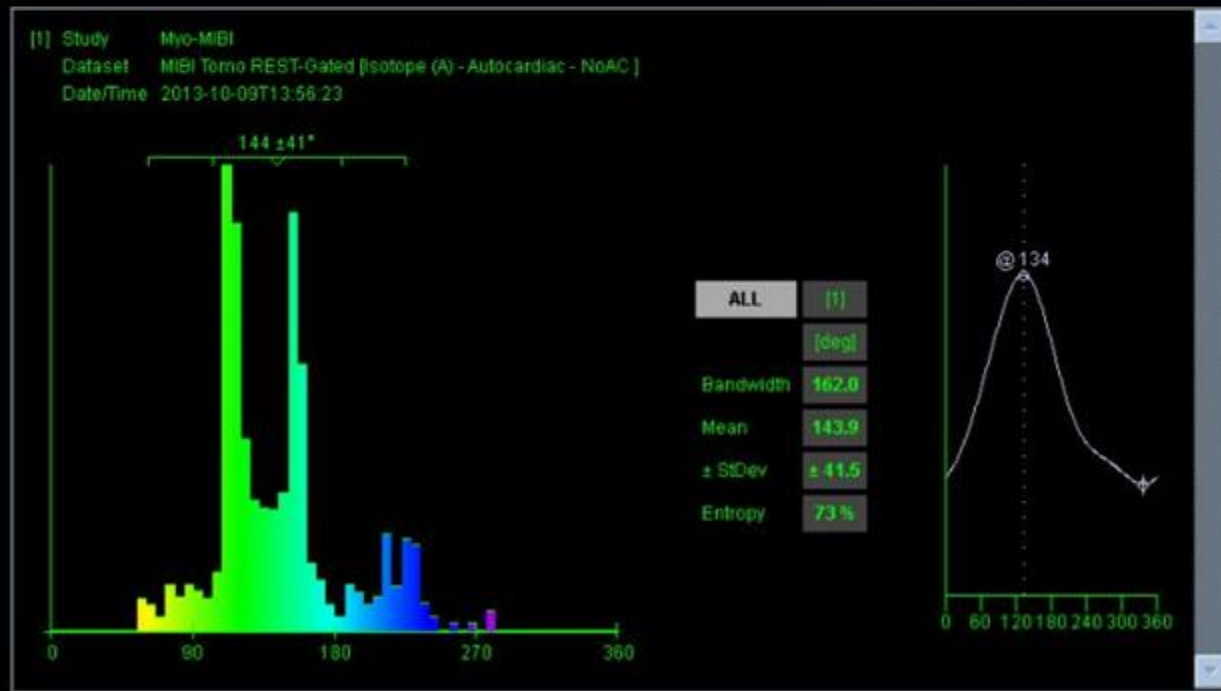
- 位相とは波動などの周期的な現象における無次元量で通常は角度であらわされる (phase angle)。
- 収縮に伴いカウントが上昇するこの心筋の壁厚の変化をプロット。
- ピクセルごとのカウント変化を1次フーリエ変換を用いて近似した曲線は三角関数である  $y=A \cdot \cos(t-\phi)$  に表せる。
- $H_0$ は定数、 $H_1, H_2, H_3$ は1次,2次,3次の高調波成分





Sex **MALE**  
 SMS **40** STS **27**  
 SM% **47** ST% **53**

Study **Myo-MIBI**  
 Dataset **MIBI Tomo REST-Gated [Isotope (A) - Autoc**  
 Date **2013-10-09 12:20:38**  
 Volume **119ml [1]**  
 EDV **122ml [16]**  
 ESV **92ml [7]**  
 EF **25%**  
 Area **147cm<sup>2</sup> [1]**  
 Mot Ext **65%, 96cm<sup>2</sup> [1]**  
 Thk Ext **59%, 86cm<sup>2</sup> [1]**  
 Shape **0.65 [SI ED], 0.59 [SI ES], 0.82 [Ecc 1]**  
 Matrix **64x64 x 35(z) x 16(t)**  
 MinVox **6.59 x 6.59 x 6.59**



Phase Analysis [mask <8%]

Region Selector

WHOLE LV

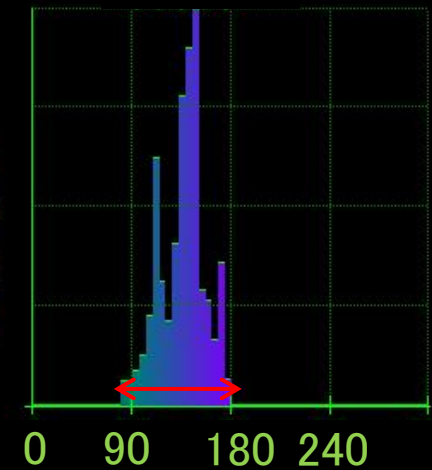
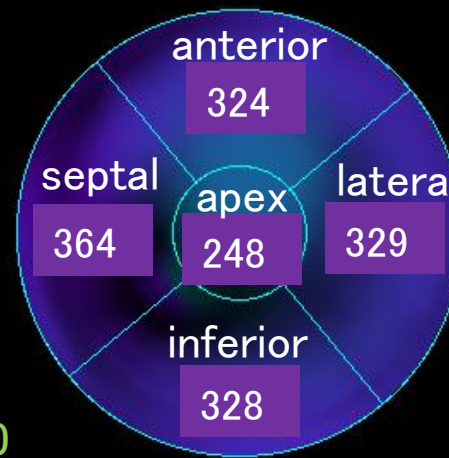
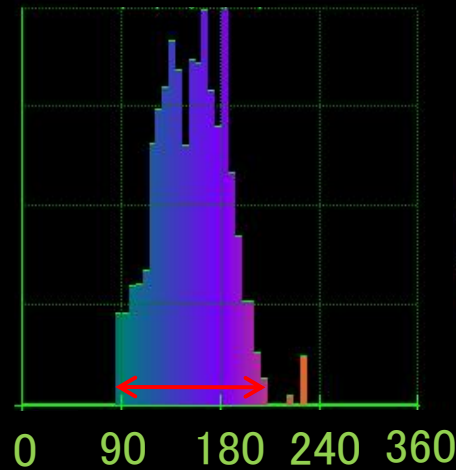
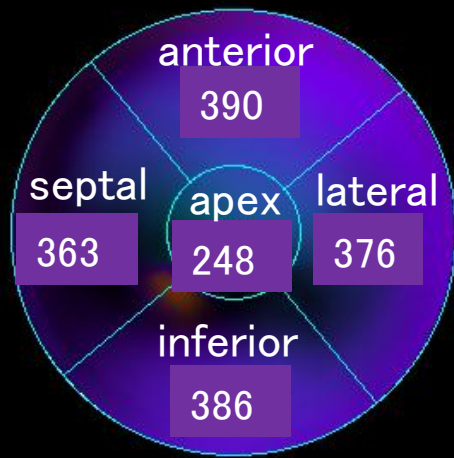
Show **Guides** Grid Cursor All Units

Units **Degrees (angle)**

Auto 0 - Grid Accept Reject

# 心臓再同期療法開始初期における心筋血流Gated SPECTによる急性効果の評価とその意義

左室壁運動のばらつきの標準偏差: Standard deviation of phase distribution (phase SD)  
左室壁運動のばらつきの幅: bandwidth



Off-mode

Phase SD 32.1°  
Bandwidth 136.4°

On-mode

Phase SD 20.7°  
Bandwidth 103.0°

- 2005年にEmory Cardiac Toolbox(ECT)で解析され各指標の欧米人正常値が報告された(R-R8分割)  
(JNC2005;12:687-695)
- QGSを用いて左室収縮強調不全の解析の際にBand WidthやPhase SD, Entropyといった指標が提唱されている。QGSを用いた正常値は検討されておらず、わが国での正常値の検討はない。



# 目的

- SPECT正常例での位相解析指標をQGSソフトウェアによって計測すること
- 臨床指標と比較検討すること

# 対 象

- 心電図同期負荷心筋血流シンチグラフィを施行された正常例64例（平均年齢 $72 \pm 11$ , F/M=18/46）
  - 正常の定義
    - SSSが3以下かつ
    - ESVが正常（男性 $\leq 67$ ml, 女性 $< 40$ ml）、
    - EFが正常（男性 $\geq 49\%$ 、女性 $\geq 55\%$ ）
- （Matsuo S, et al. Circ J 2010;74:1916–1921）



# 対象 (n=64)

● 年齢(y.o.)	72±11
● 性別 (F/M)	18/46
● ECGのQRS幅(ms)	76.1±21.0
● 安静時HR(収集時)	66.9±10.3
● SRS	0.23±0.56
● EDV(ml)	64.6±19.5
● ESV(ml)	19.0±8.7
● EF(%)	71.3±8.1
● 洞調律	64/64 (100%)

# 方法

- **負荷心筋血流検査**
  - 一日法（負荷・安静法）
  - 負荷60分後から撮影、安静注射60分以上後に撮影
  - 使用核種、 $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI or tetrofosmin
- **使用装置**
  - シーメンス社製 Symbia T6
  - コリメータ LEHR
  - QGS、QPS（2009 ver.）
- **収集条件**
  - R-R分割 16
  - STEP & SHOOT



# 位相解析

- **Peak phase**
  - 収縮時相の頻度が最も多い位相
- **Phase SD**
  - ヒストグラムの標準偏差
  - 収縮位相の全体的なばらつき
- **Bandwidth**
  - ヒストグラムの95%が含まれる位相の幅
- **エントロピー**
  - $E = - \sum f_i \log (f_i) / - \log_e (n)$
  - $f_i$ はヒストグラム内のビン*i*内の度数、 $n$ はビン数、完全に単一の一致した収縮であれば0、無秩序な収縮であれば1になる。

# 結果

	負荷時中央値	(10%、90%分位点)
● Band Width	25.7	(12, 42)
● Phase SD	6.7	(2.45, 14.1)
● Entropy	27.2	(15, 41)

	安静時中央値	(10%、90%分位点)
● Band Width	26.3	(12, 42)
● Phase SD	6.6	(2.6, 13.5)
● Entropy	26.7	(15.5, 41)



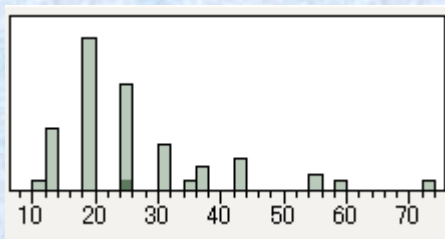
# QGS データ

負荷時	EDV	ESV	EF
	64.4 ± 19.4	22.1 ± 27.3	71.3 ± 9.3
安静時	EDV	ESV	EF
	64.6 ± 19.5	19.0 ± 8.7	71.3 ± 8.1

# 位相解析指標の分布(stress)

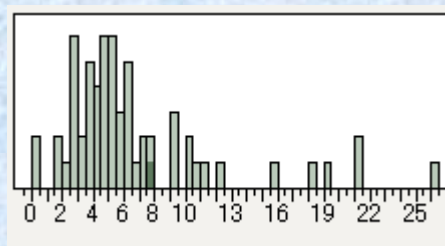
stress

Bandwidth (° )



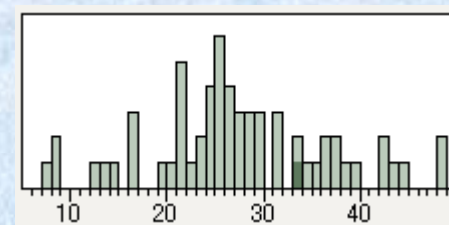
**$25.7 \pm 13.1$**

Phase SD (° )



**$6.7 \pm 5.2$**

Entropy (%)



**$27.2 \pm 9.3$**

## まとめ

- SPECT正常群での左室位相解析指標を検討した。
- SPECT正常と判定される症例のなかでも左室位相解析指標にばらつきがある。
- 多変量解析ではBandwidth、phase SDはEFに、entropyはEF、QGS幅に規定される可能性がある(データは日本心臓核医学会誌2014に掲載のため参照ください)。

# 他のソフトウェアとの比較

	Phase SD (° )	Bandwidth (° )	報告
HFV( <sup>201</sup> Tl) N=24	11.2 ± 2.3	42.9 ± 8.2	柏屋 松尾ら JSNC2013
QGS( <sup>99m</sup> Tc) N=65	6.6 ± 5.5	26.3 ± 12.9	松尾

p<0.001

p<0.001



# 結論

- QGSを用いた位相解析法の正常値が同定できた。
- QGSを用いた位相解析による左室協調不全評価の臨床応用が期待される。

# 謝辞

金沢大学医薬保健学研究域医学系

核医学 松尾信郎 中嶋憲一 若林大志 萱野大樹

赤谷憲一 福岡誠 虎谷文音 瀧淳一 絹谷清剛

保健学系 小野口昌久 小西貴広 船山理紗 花岡慎介

金沢大学附属病院アイソトープ部 飛坂実 米山寛人

市立金沢病院放射線室 柏屋総一郎

金沢医科大学 物理 奥田光一

金沢大学病院 循環器内科 心臓血管外科 スタッフ