

生体力学シミュレーションを左 室流入血流解析に応用する

奈良県立医科大学
総合医療・病態検査学
藤本眞一

左室内血流速度はどのようなデータから入力するのか？

超音波ドプラ法

探触子の指向性による限界

心内血流解析

• パルスドプラ法

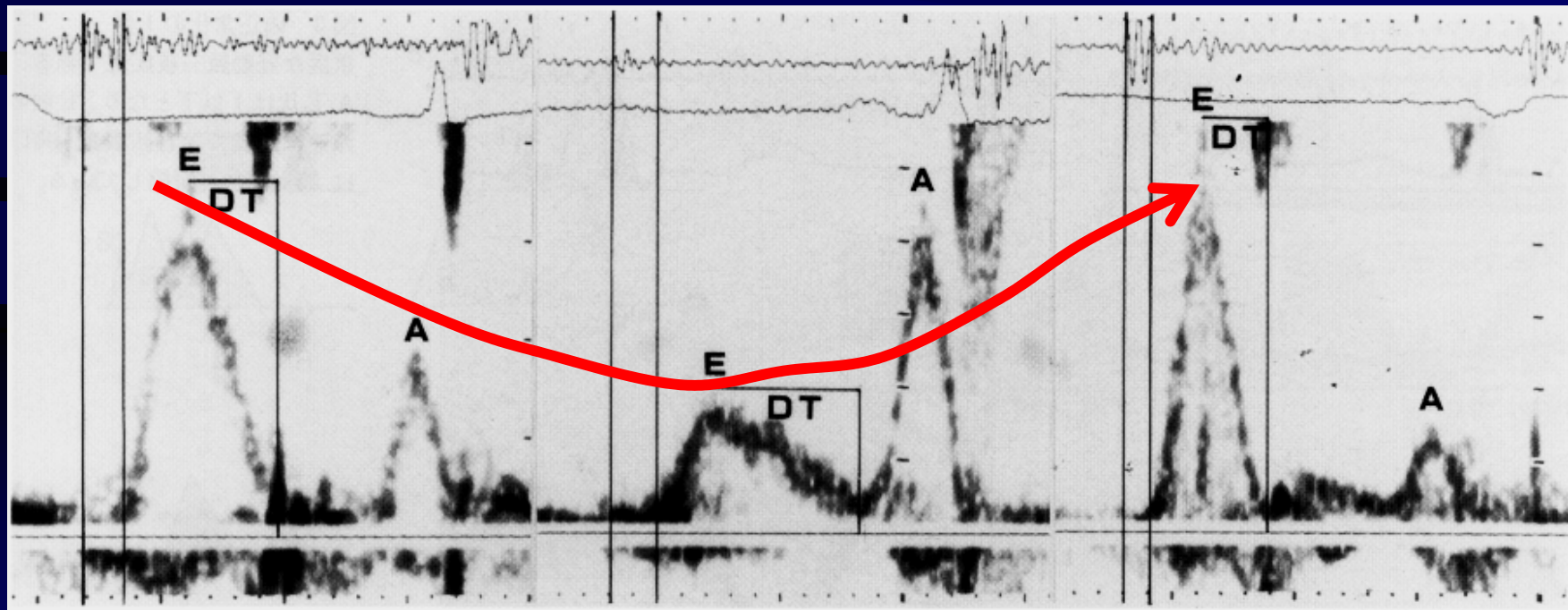
カラードプラ法



QuickTime[®] Ç²
Microsoft ÈrÉfEI 1 èLíÉvÉçÉOÉàÉÄ
Ç™Ç±ÇÄEsÉNE`EEÇ³å©ÇEÇ...ÇÖiKónÇ-Ç ÅB

Realistic **だが**Beam 方向に限定

僧帽弁口流入血流パターンと拡張障害重症度



正常

弛緩障害

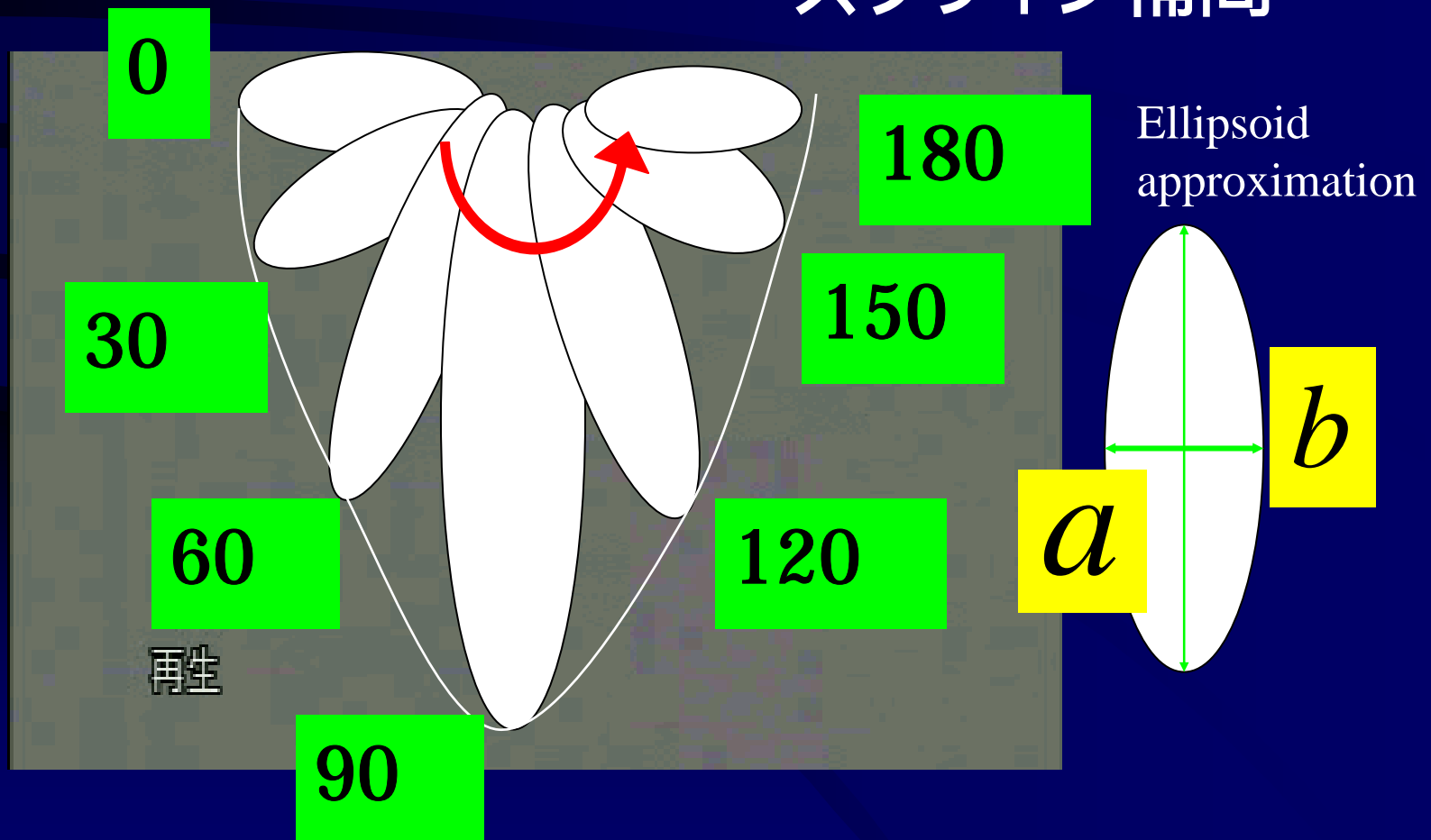
拘束型障害

どのような画像を形状モデル作成に用いるのが良いのか？

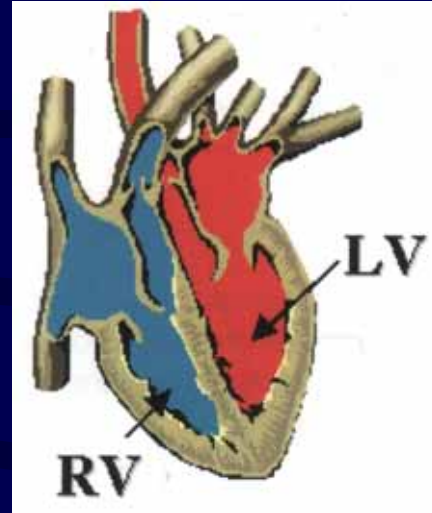
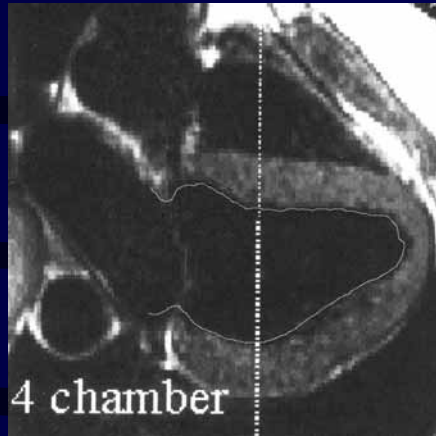
- 超音波2次元断層画像 簡便
- ✓ 経胸壁2方向断面
- ✓ 経食道多断面(8~36)
- ✓ 経胸壁3次元エコー法 現在検討予定
- MRI
- CT

経食道心エコー法による左室モデル

スプライン補間



2次元断層 2方向画像によるモデル



QuickTime[®] Ç²
èLíÆÉvÉçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNE`EEÇ%â©ÇEÇ...ÇÖiKónÇ-Ç ÅB

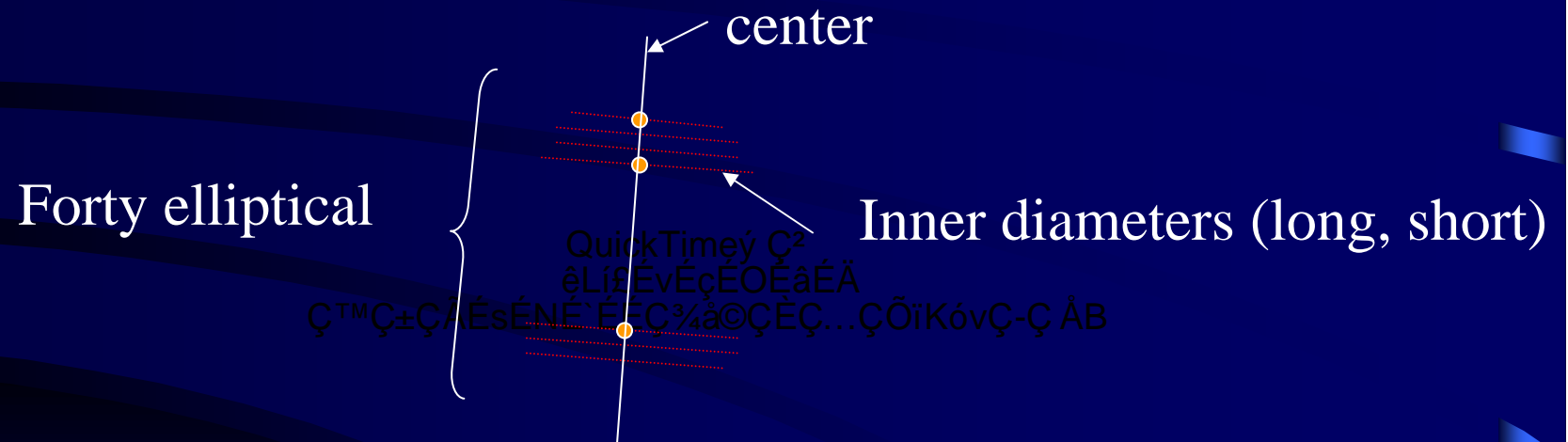
QuickTime[®] Ç²
èLíÆÉvÉçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNE`EEÇ%â©ÇEÇ...ÇÖiKónÇ-Ç ÅB

0°

US images of LV

90°

左室モデルの作成

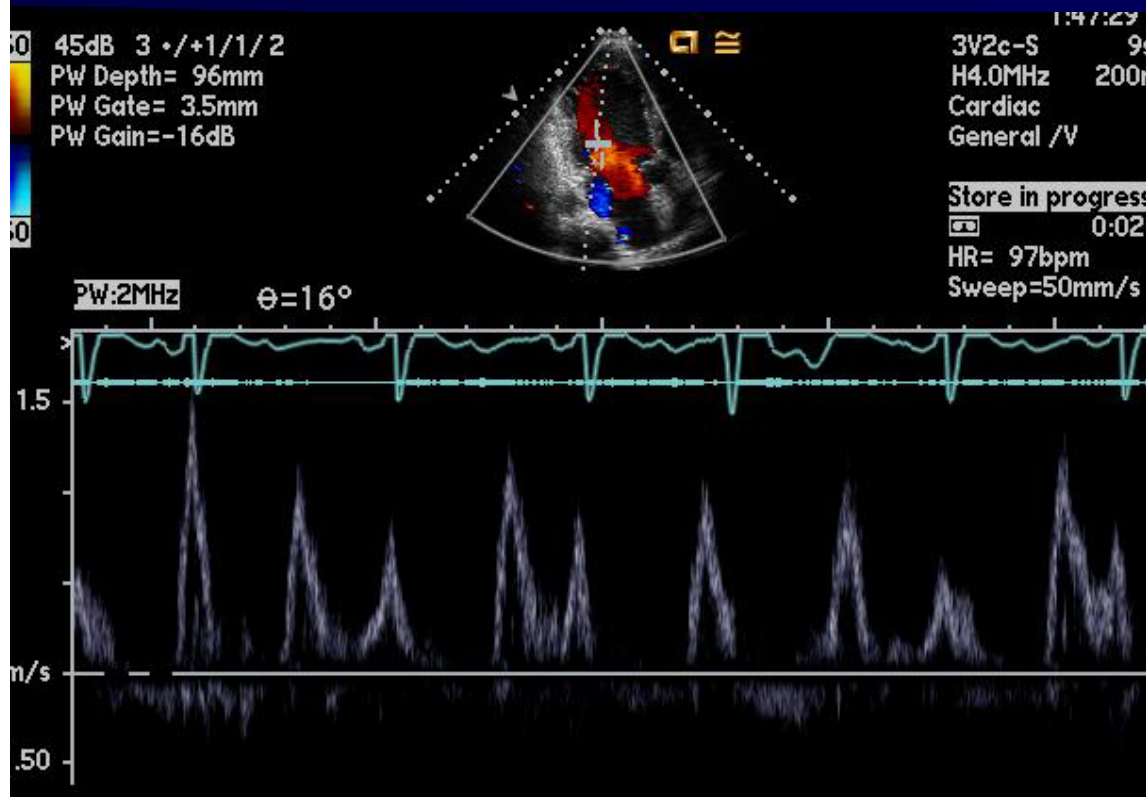


Thirty grid systems were generated in a beat cycle

心内血流解析

- パルスドプラ法

カラードプラ法

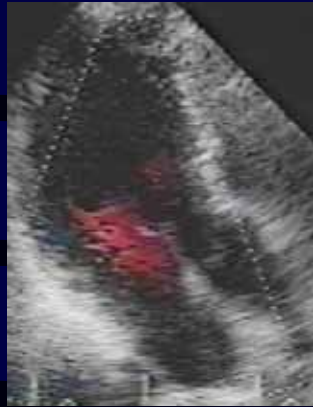


QuickTime[®] Ç²
Microsoft ÈrÉfEI 1 èLíÉvÉçÉOÉàÉÄ
Ç™Ç±ÇÄEsÉNE`EEÇ³å©ÇEÇ...ÇÖiKónÇ-Ç ÄB

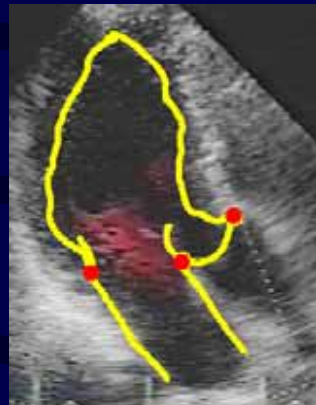
Realistic だがBeam 方向に限定

1996

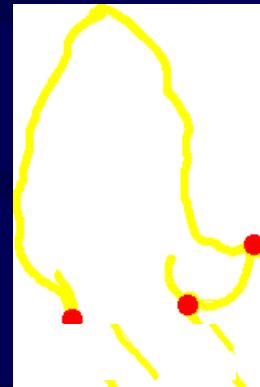
CFD Modeling Process



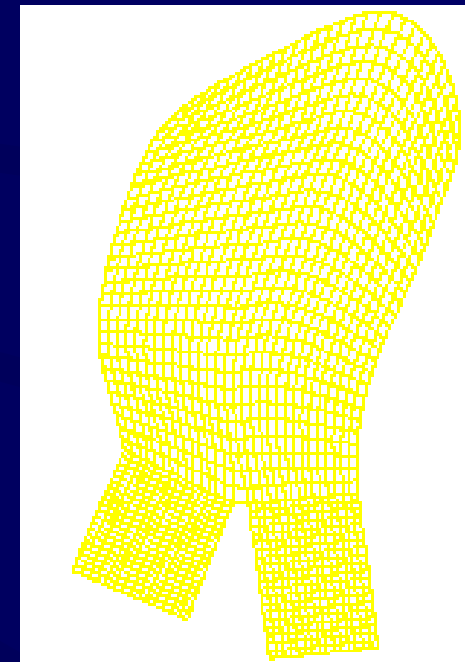
**Color
Doppler
Image**



**Manually
traced wall
contour**



**Transferred
to Workstation**

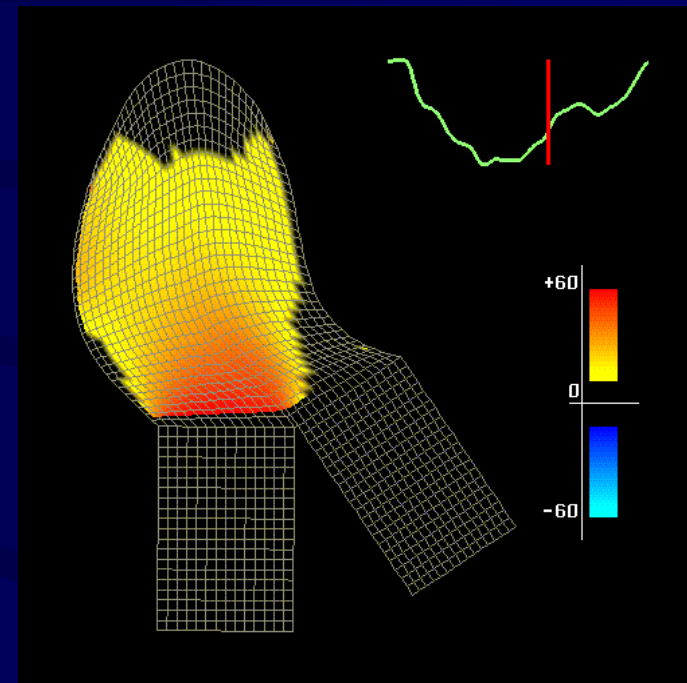


**CFD
Mesh**

Flow Field Visualized According to Color Doppler Method



Color Doppler
Image



Computed Velocity
Field

2001

A CFD modeling of left ventricle hemodynamics

Re=6000, Womersley number =15
with realistic dynamic motions

臨床的に分かりやすい画像かどうか？

QuickTimey C2
EiEHÉg - JPEG àLlÈEVÉcEOÉaÉA
Ç™Ç±ÇÀEsÈNE'EEÇ%à@ÇEQ...ÇÖIKóvÇ-Ç AB

QuickTimey C2
EiEHÉg - JPEG àLlÈEVÉcEOÉaÉA
Ç™Ç±ÇÀEsÈNE'EEÇ%à@ÇEQ...ÇÖIKóvÇ-Ç AB

LV grid motion

Velocity vector and pressure

A CFD modeling of left ventricle hemodynamics

Re=1000, $a=15$ with contracting and twisting motions

ElEHEI
Q™CA+CAESE

左室内側面を回旋する血流が見える

Q-QAB

Velocity vectors

Pressure contours

Dynamic Vortical Flow in the LV

Front view

Side view

乱流が詳細に見える

QuickTime[®] C²
TIFF (PackBits) eLiÉEvEçÉOÉaÉÁ
Ç™Ç±ÇÄEsÉNE`EEÇ%â@ÇEÇ...ÇÖiKónÇ-Ç ÁB

QuickTime[®] C²
TIFF (PackBits) eLiÉEvEçÉOÉaÉÁ
Ç™Ç±ÇÄEsÉNE`EEÇ%â@ÇEÇ...ÇÖiKónÇ-Ç ÁB

今後の課題

- 簡便に提供出来る画像情報の選択
- 画像情報の蓄積法
- 画像からシミュレーションに必要な燐形状
抽出処理方法の確立

左室流入血流シミュレーション研究から心臓病診療に何を提供出来るか？

- 多数の時系列データを集積する
- 個々の症例での変化の中からパターン化出来る類型を抽出する(臨床疫学?)
- 別の新たな症例でその将来像を推測する

(類型を捜す)

予後

薬物治療効果

手術結果の予測

新しいインホームド・コンセントの
TOOL

新しいEBMのTOOL