

# 左室形成術訓練システムのための心機能評価ツールの開発

徳安達士<sup>1)</sup>・一矢明人<sup>1)</sup>・喜多村直<sup>1)</sup>・坂口元一<sup>2)</sup>・米田正始<sup>2)</sup>

1) 九州工業大学 情報工学研究科 情報システム専攻

2) 京都大学心臓血管外科

Development of evaluation tool of cardiac function for training system of ventricular plasty

Tatsushi Tokuyasu<sup>1)</sup>, Akito Ichiya<sup>1)</sup>, Tadashi Kitamura<sup>1)</sup>, Genichi Sakaguchi<sup>3)</sup>,  
and Masashi Komeda<sup>3)</sup>

1) Graduate Course of Information Engineering, Kyushu Institute of Technology, Fukuoka, Japan

2) Dept. of Cardiovascular Surgery, Faculty of Medicine Kyoto University, Kyoto, Japan

## 1. はじめに

現在の心臓血管外科分野において、左室形成術は心筋梗塞や拡張型心筋症などの心筋壁が菲薄化する病気に対して行われる手術法である。心筋が菲薄化するとラプラスの定理に従って、左心室の収縮機能が減衰する。手術は患者の胸部切開後、人工心肺を設置した後、Volume Reduction Testによって局所的な心筋機能評価を行うことで切除領域を推定する。その後、心筋触診によって切除領域を決定して切除縫合を行う。上記の術式のため、左室形成術の訓練機会は術中のみに限られる。本研究では、既に心筋触診訓練システム[1]、心筋の切開切除訓練システム[2]を開発しており、本稿で紹介する心機能評価ツール[3]と統合して左室形成術訓練システムの開発を目指している。

## 2. 方法

### 2.1 モデル定義

本研究では、心機能評価のために有限要素法を利用する。Fig. 1(a)は軽度の拡張型心筋症患者のCineCT画像から構築した有限要素モデルである。今回は等方性材料とし、様なヤング率とポアソン比を与える。モデルを弾性体として考えるため心筋弾性および収縮力をヤング率によって支配することとする。ヤング率は、モデルに加わる内圧と容積がPV線図を描くように与えることで同定する。

患部を設定する方法として、患部の心筋壁を薄くする。病変部のヤング率は、設定する患部の進行具合に依存することが考えられるため、今後のシミュレーション結果により検討する。

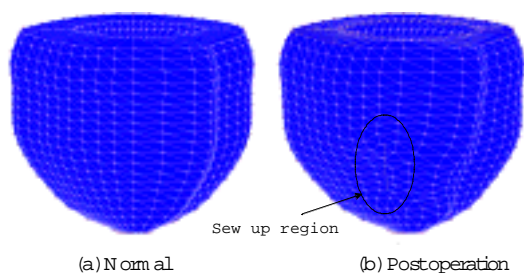


Fig. 1 FEM model of left ventricle.

術後モデルは、モデルの患部を抜き取り、短軸方向に縫い合わせるように境界面に強制変位を与えて接合する(Fig. 1(b)).

### 2.2 解析方法

解析時の血液循環系をシミュレーションするために体循環系 Windkessel モデルを用いる。有限要素解析には汎用有限要素解析コード MARC (MSC Software, Inc.) を用いる。

### 2.3 評価方法

正常心臓モデル、病変部設定モデル、左室形成術後モデルの三つのモデルを用いて解析を行い、得られる PV 線図の位置、収縮末期エラストランス  $E_{max} [mmHg/ml]$  から心機能評価を行う。 $E_{max}$  は式(1)で与えられるものであり心筋の収縮力を表す。

(1)

PLV: 収縮末期左心室圧 [mmHg], V0: 左室の初期容積 [ml], VLV: 収縮末期左心室容積 [ml].

## 3. 今後の展望

本稿では、心機能評価のための有限要素解析の手順について示した。今後は手順に従いシミュレーションを行い、心臓外科医の評価を受ける。また、指定された切除領域に対して、有限要素解析することなくオンラインでの術後の心機能評価を実現するための関数化を検討している。

## 謝辞

本研究成果の一部は、福岡県飯塚市研究助成、笹川科学研究助成、理工学振興会研究助成の支援によるものである。

## 参考文献

- [1] 徳安達士, 喜多村直, 坂口元一, 米田正始, 左室形成術のための心筋触診訓練システムの開発, 日本コンピュータ外科学会誌 Vol.5 No.1 2003, pp.5-13.
- [2] 大田真一郎, 徳安達士, 喜多村直, 米田正始, 左室形成術シミュレーションのための心筋切開システムの開発, 第 13 回日本コンピュータ外科学会講演論文集 pp.15-16, Dec. 2003, Nagoya.
- [3] 徳安達士, 一矢明人, 喜多村直, 坂口元一, 米田正始, 左室形成術のための有限要素解析による心機能評価ツールの開発, 第 13 回日本コンピュータ外科学会講演論文集 pp. 223-224, Dec. 2003, Nagoya.