

産産学共同シーズイノベーション化事業 育成ステージ  
平成22年度終了課題 事後評価報告書

研究開発課題名： 高精度心臓シミュレータと超並列コンピュータ技術による  
テーラーメイド医療システムの実用化研究

シーズ育成プロデューサー： 富士通株式会社  
所属機関名

研究リーダー： 東京大学  
所属機関名

### 1. 研究開発の目的

最終的に、マルチスケール・マルチフィジクス心臓シミュレータを用いた新たなテーラーメイド医療システムを開発することを目的とする。さらにその先には医療現場に適用されるだけでなく、先端研究への応用、新概念のハートセンターの創出につなげたい。また、新たなテーラーメイド医療システムの実現により、開発中の次世代テクニカルコンピューティングの有力な応用分野を開拓することができ、その利用の観点からも大きく貢献することが可能と考えられる。

### 2. 研究開発の成果

毛細血管までを含む冠循環系と代謝系・興奮収縮連関系を連成させた心臓シミュレータの開発に成功し、心筋梗塞など虚血性心疾患の再現が可能になった。最大8000並列による細胞からのマルチスケールシミュレーションを実現し、次世代スーパーコンピュータ「京」での超並列計算に備えた。さらに患者のCTデータをもとに心臓シミュレータの入力データを作成する技術や、シミュレーション結果を医師や患者に分かりやすく見せるための可視化技術も開発し、これらを統合しテーラーメイド医療システムの試作システムを構築した。その結果、6.6日で心臓シミュレーションを実行することが出来た。

### 3. 研究開発の目標に対する達成度

| 育成目標                                   | 達成度  |
|--|--|
| -1 冠循環モデルの開発                           | -1 当初構想を超えて動脈・静脈系の全階層を全て含むマルチスケール冠循環モデルを開発。          |
| -2 ミクロ数値細胞モデルの高度化及び、マルチスケール解析アルゴリズムの開発 | -2 精緻なミクロ数値細胞のモデル化のみならず、電気化学・力学連成の理論的高度化を実施。         |
| -3 代謝モデルの開発                            | -3 代謝モデルを導入・拡張し、ATP濃度を变化させた場合の応答を解析し検証した。            |
| -4 遺伝子発現モデルの開発                         | -4 マルチスケール解析アルゴリズムを改変して、心肥大のシミュレータを開発。医学的に興味深い結果を得た。 |

|   |   |
|---|---|
| <p>-5 モデル統合プログラムの開発</p>   | <p>-5 目的に応じた統合解析が容易に行えるシステムを設計。</p>   |
| <p>-6 高度医療シミュレータの超並列化<br/>簡易医療シミュレータのシミュレーション時間を並列化により15分へ短縮<br/>テーラーメイド医療システムのためのプリ・ポストプロセス可視化技術の開発<br/>テーラーメイド医療システムの試作</p> | <p>-6 次世代スパコンで一拍2日をクリアする目処を付けた。<br/><br/>限定利用を前提に一拍半のシミュレーションを約7分で実行。<br/><br/>プリ処理:30日以上要した形状生成を3日で完了。ポスト処理:従来5分の処理を20秒に短縮。<br/><br/>プリ処理、シミュレーション、ポスト可視化の統合環境を構築。</p> |

#### 4. 今後の展開

現在、本育成ステージでの研究成果は、最先端研究開発支援プログラム(FIRST プログラム)「未解決のがんと心臓病を撲滅する最適医療開発」に移行し、推進されている。FIRST プログラムでは、心臓突然死をターゲットとしている。また、心臓シミュレータは、次世代スーパーコンピュータ「京」の戦略分野1「予測する生命科学・医療および創薬基盤」における中心アプリケーションの一つとなっている。

医療分野において新たなサービスを実用化するためには、薬事法等をクリアする必要がある。そのために後ろ向き研究に続いて臨床研究を行い、心臓シミュレータの有用性を証明していくことを計画している。その成果を確認しながらより具体的な事業化計画を作成していく予定である。

#### 5. 総合所見

期待以上の成果が得られた。細胞レベルから血流レベルまでの心臓全体の挙動を可視化シミュレートするという世界に誇れる研究であり実用化が期待され、現段階ではその基礎的構築と可能性が見いだされたものとして高く評価できる。数理モデルの妥当性を裏付ける挙動シミュレーションも幾つか確認され、動作のリアリティーが出てきている点も成果が認められる。超並列計算技術としても優れた成果が認められ、次世代スーパーコンピュータの応用研究開発にも大きなインパクトを与えることが期待される。

今後は、テーラーメイド医療を目指す臨床との関連検証を進め、医療現場での実用化に向けた研究強化を期待したい。

以上