



## 心臓血管血流シミュレーション —産学連携、医工連携による スーパーコンピュータを用いた血流解析—

研究・開発機関 : NECソリューションイノベータ株式会社  
株式会社 Cardio Flow Design<sup>(注)</sup>  
利用施設 : FOCUSスパコン  
計算規模 : 80 ~ 120 コアを用いた並列計算により  
24時間以内の計算が可能  
利用ソフトウェア : ANSYS Fluent

### Before

- 日本人の死因の第2位は心臓病であり<sup>1)</sup>、心臓血管外科手術の件数は増加傾向にあります。
- CTやMRIを用いた従来型の画像診断では病態の将来の予測を行うことが難しいのが現状です。
- そこで、予測医療・予測医学等のための血流解析を行うシミュレーションへの要望が高まっていました。

### After

- コンピュータを用いた血流シミュレーションでは、拍動する心血管内の血流を動的に可視化できるばかりでなく、血行力学指標を算出することも可能になりました。
- 定量的な血流解析が動脈疾患の進展・破綻リスク予測や、心臓バイパス手術シミュレーション等に適用され、医学の発展に寄与することが期待されます。

### 背景と目的

近年の心疾患死亡者数は高齢化社会に伴い20万人程で推移しています<sup>1)</sup>。罹患期間も長くなり、病態が複雑になっている患者に対して、長期遠隔期予後を見据えた治療が必要です。

心臓血管疾患におけるCTやMRIの医用画像から血管形状をコンピュータ上に再現し、流体力学に基づく数値解析を実施することにより、拍動する心血管内の血流の流速、圧力、流量、渦度などの計算が可能になります。

加えて、血行力学指標を算出することにより、血流のエネルギー損失など、従来より多彩で詳細な情報を得られるようになります。

そこで、予測医療や仮想手術の研究に役立てて頂くため、産学連携、医工連携の体制で上記の血流シミュレーションの受託サービス提供を開始しました。

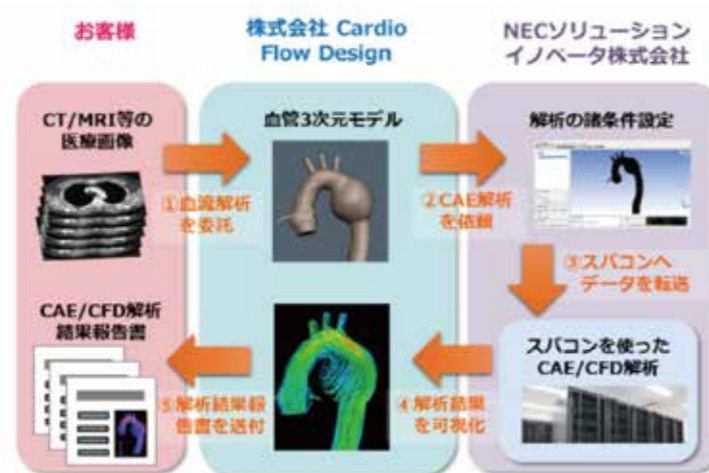


図1 心臓血管血流シミュレーションの流れ

### 利用成果

#### 1. 予測医療・予測医学のための血流診断研究を支援

本シミュレーションサービスでは、従来可視化が困難であった、血管内の3次元的な血流速度や血圧分布を拍動する動画として得られます。さらに、WSS(注1)や血流のエネルギー損失(注2)など、病的な血流がもたらす心臓や血管にかかるストレスも計算することができ、動脈硬化や心不全の進行を予測する指標を取得できます。これらは、虚血性心疾患、大動脈疾患、小児先天性心疾患の研究に応用できます。

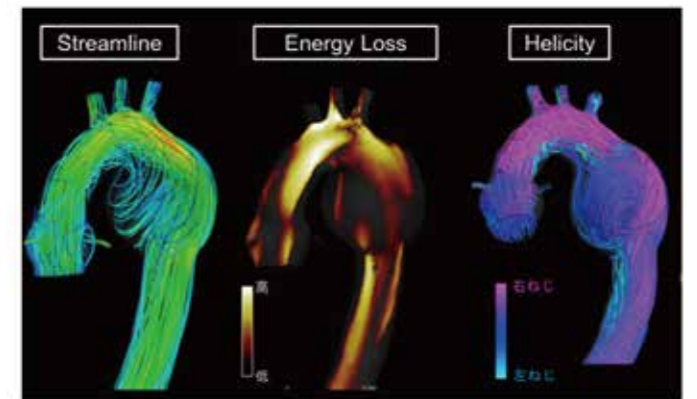


図2 大動脈疾患の解析事例

(注1) 「wall shear stress」の略。血液の流れによって血管の内皮(壁面)に加えられる、表面を擦るように作用する力。  
(注2) 壁面との摩擦や、渦、乱れなどの影響により失われる流体のもつエネルギー。

#### 2. 仮想手術シミュレーション

冠動脈バイパス手術や先天性心疾患手術などを行うに際して、手術前の造影CTやMRIなどの画像をもとにコンピュータ・グラフィックス技術を駆使し、手術後の血管の形状を仮想的に作成して流体解析を行い、その結果、手術後の血流の様相をシミュレーションすることができます。患者固有の血管形状を反映したテーラーメイドな解析を行うことで、複雑で特異的な疾患の研究にも貢献できます。

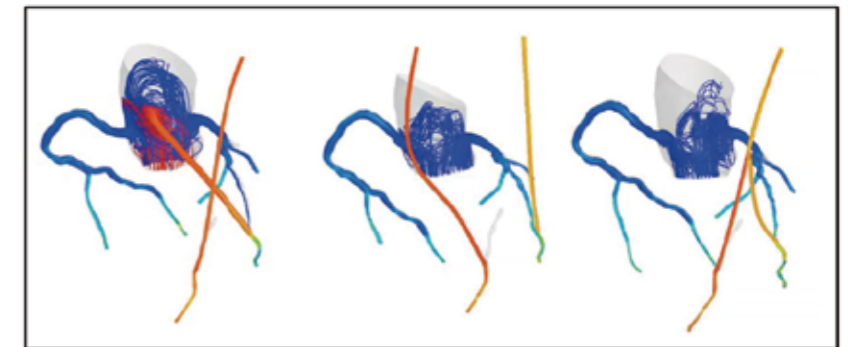


図3 冠動脈バイパス手術シミュレーション

#### 3. スーパーコンピュータで解析を高速化

CPU80-120コアを並列使用したスーパーコンピュータで解析を行うことで、計算精度の高い、大規模な解析をより短時間で実施できます。例えば、通常の業務用のPCを用いて1週間から10日程度かかる解析を24時間以内に高速化し、このようなハイスpek的な環境で高速演算処理を行うことにより、複数の解析を同時に処理することができ、研究開発の迅速化を支援します。

#### 4. 今後の課題

近年の研究により、血流解析で得られる結果と疾患の進展との関係が明らかになりつつありますが、より多くのエビデンスを積み上げることが重要です。今後、より多くの症例に対する解析事例が蓄積されたデータベースを構築し、またクラウドサービス化によりデータアクセスの容易化を図る予定です。

現時点では、医学研究として解析手法の確立を目指していますが、今後エビデンスを蓄積する段階を経て、将来的には健康保険適用により一般診療に組み込まれるなどの普及を目指したいと考えています。

注: 血流解析分野の日本におけるパイオニアであり、数々の血流計測機器の開発実績のある板谷慶一氏が創設した。

出典: 1)人口動態調査(厚生労働省) <http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/81-1a.html>