

分類	大規模有限要素解析
キーワード	有限要素法開発支援、ミドルウェア、最適化、並列計算
開発者	戦略的基盤ソフトウェアの開発、第7グループ (HPC-MW 開発チーム)
公開年月日	2004年6月
コード名	ライブラリ型 HPC-MW、弾性静解析プログラム pSAN
使用言語	Fortran90、C

#### HPC-MW 概要

有限要素法などのシミュレーションプログラムにおいては、行列計算、メッシュ操作、可視化など共通基盤となる処理が多くある。そこで HPC ミドルウェア (以下、HPC-MW) では、そうした共通基盤処理部分をさまざまなハイエンド計算機環境において最適化し、シミュレーションプログラムから容易かつ有効に利用できることを目指している。以下では、2004年6月公開のライブラリ型 HPC-MW とその検証プログラムとして開発した弾性静解析プログラム pSAN について紹介する。

#### ライブラリ型 HPC-MW

ライブラリ型 HPC-MW とは、有限要素法の共通基盤となるプロセスについて、各種のハイエンド並列計算環境に合わせて最適化されたライブラリ群である。シミュレーションプログラムの開発者が並列計算を意識しなくても、このライブラリとリンクすることにより並列計算環境における最適化コードを生成できるようにデザインされている。公開のプログラムでは以下の機能を有している。

##### (1) データ入出力・メッシュ関連ユーティリティ

自由書式による独自のデータフォーマットおよび GeoFEM メッシュデータ形式に対する入出力処理をサポートするほか、単一領域データから分散データへの領域分割ツールとそれを視覚的に確認するためのメッシュビューアを提供する。

##### (2) 並列可視化

スカラー量、ベクトル量、テンソル量について各種レンダリング機能をサポートしている。更に、並

列解析プログラムの結果を、ファイルを介さずに直接画像データに変換する機能も有しており、極めて大規模な解析に際しても、大容量のポストデータを保存する必要はない。

### (3) 並列線形ソルバー

大規模並列計算を実施するための前処理付反復法を並列化して提供する。ユーザは特に並列処理を意識しなくても(1)の領域分割ツールと組み合わせて使うことにより、効率よい並列プログラムを作成できる。解法の種類はCG、BiCG-STAB、GPBiCG、GMRESをサポートしている。そして前処理手法である不完全分解法(IC/ILUやSAI)と組み合わせることができる。

### 弾性静解析プログラム pSAN-hpcmw (Parallel Structural ANalysis code on HPC Middleware)

このプログラムは有限要素法による構造解析プログラムである。線形計算部、メッシュハンドリング部や可視化部にはHPC-MWを用いており高い並列性能を有しているため、詳細な解析のための大規模計算も可能である。構造解析プログラムとして下記の機能をサポートしている。

#### (1) 要素ライブラリ

2次元：3角形要素（1次、2次要素）、4節点要素（1次、2次要素）

3次元：4面体要素（1次、2次要素）、5面体要素（1次、2次要素）

6面体要素（1次、2次要素）

#### (2) 使用材料

等方性材料（ヤング率、ポアソン比、密度、線膨張係数）

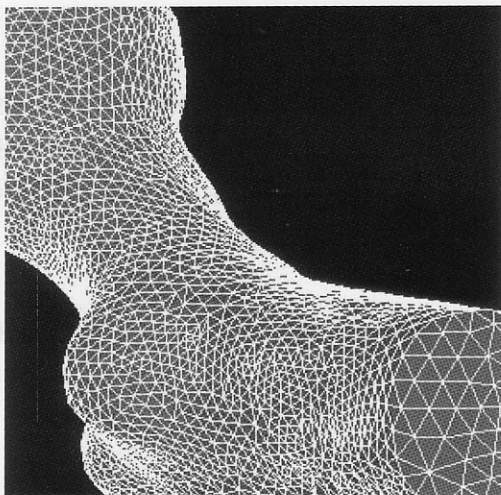
#### (3) 境界条件

分布加重、集中加重、熱加重、単点拘束条件

#### (4) 解析ライブラリ

応力解析、固有値解析

pSANによる解析例（骨の応力解析、45131節点）を図に示す。



初期メッシュ



応力分布