

文部科学省 IT プログラム「戦略的基盤ソフトウェアの開発」  
次世代構造解析システム (NEXST\_MPS version1.0)  
IT program of MEXT, "Frontier Simulation Software for Industrial Science"  
The Next Generation Structural Analysis System

東京大学生産技術研究所

計算科学技術連携研究センター

分類	粒子法（構造）シミュレーション
キーワード	粒子法、生体解析、筋肉、脳
開発者	越塚誠一、宋 武燮
作成年月	2005年3月
コード名	NEXST_MPS
使用言語	C

### ◇3次元MPS構造解析コード-NEXST\_MPS version1.0-

3次元弾性体の動的解析コードを粒子法の一つであるMPS法で開発したので、プログラムソース等を公開する。

NEXST\_MPSは、数値解析手法としてMPS法を用いた3次元弾性解析ソルバである。特にやわらかい物性を持つものに対しての大変形や破壊解析が可能であり、生体解析への応用が期待される。生体解析の特徴は界面が複雑でその物性値の勾配が激しい場合が多いので非常に困難な計算対象となる。

生体解析への基礎研究として、今まで豆腐（柔らかくてもろい）やゼリー（柔らかくて粘り強い）、チョコレート（硬くてもろい）などの大変形、破壊解析が行われてきた。また、実際の生体解析として筋肉のモーション解析や衝突による脳と頭蓋骨の損傷解析が行われている。



図1 筋肉のモーション解析（POV-Rayで可視化）

**解析対象1（MPS-MPSによる筋肉のモーション解析）**：筋肉の力学的挙動は生理学の分野で研究が行われており、様々な筋肉モデルが提案されている。本解析モデルではそれぞれ筋肉の active なときと passive なとき、2つに分けて筋肉にかかる最終的な力を計算する。

このモデルを元に、ヤング率を筋長に合わせて動的に変化させた。また応力が0となる粒子のx座標、y座標、z座標をそれぞれ初期座標から変化させることにより、伸縮しようとする力を発生させ筋肉の

応力を再現している。

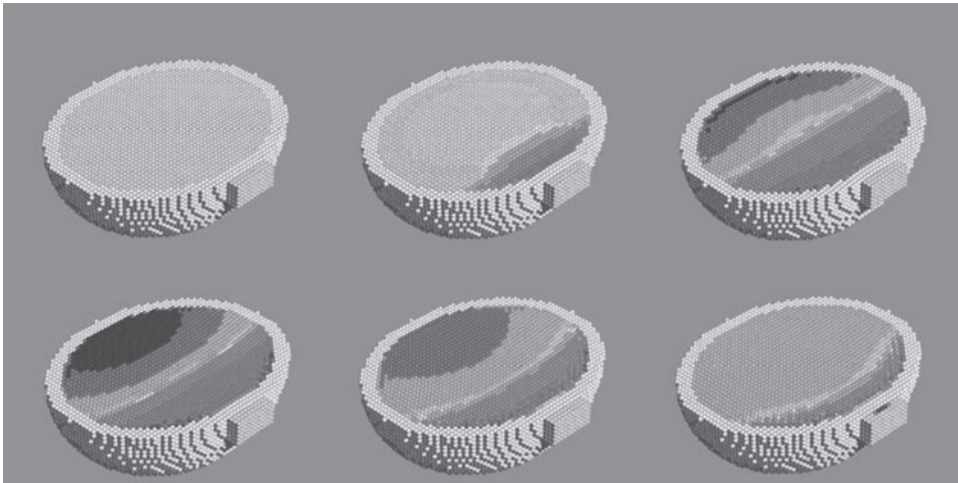


図2 衝撃による脳と頭蓋骨の損傷解析（断面図）

**解析対象2（MPSによる脳と頭蓋骨の衝撃損傷解析）**:人体頭部はさまざまな組織から構成されており、そのすべてを精密にモデル化することは難しい。本研究では、頭部を頭蓋骨・CSF（髄液）・脳の3層からなる楕円形とした。解像度は粒子間隔0.33cmであり、総粒子数は59,671個である。ここで、CSFとは頭蓋骨と脳との間に存在し、外力を吸収・分散させる液体の緩衝器として働く物質である。

#### ◇関連論文

- 1) 越塚誠一；“粒子法”計算力学レクチャーシリーズ、日本計算工学会編 2005.
- 2) Koshizuka S., Song M.S. and Oka Y.; “A Particle Method for Three-dimensional Elastic Analysis”, COMPUTATIONAL MECHANICS, WCCM VI in conjunction with APCOM'04, Beijing, CD-ROM M-57, 2004.
- 3) Song M.S., Koshizuka S. and Oka Y.; “A Particle Method for Dynamic Simulation of Elastic Solids”, COMPUTATIONAL MECHANICS, WCCM VI in conjunction with APCOM'04, Beijing, CD-ROM M-62, 2004.
- 4) 宋 武燮、武山洪二郎、越塚誠一、岡 芳明；MPS法による筋肉のモーシオン解析、日本計算工学会講演論文集、Vol. 9、P129、5、2004.
- 5) 宋 武燮、川崎真弘、越塚誠一；粒子法による脳と頭蓋骨の衝突損傷解析、日本計算工学会講演論文集、2005（発表予定）.
- 6) 宋 武燮、越塚誠一、岡 芳明；MPS法による弾性構造体の動的解析、[Dynamic Analysis of Elastic Solids by MPS Method]、日本機械学会誌 A編 71巻、701、pp16-22、2005.