

平成28年度 名古屋大学 HPC 計算科学連携研  
究プロジェクト

研究課題「JHPCN-DF を用いた大規模有限要素  
解析におけるデータ圧縮の性能評価」

## 研究成果報告書

研究期間 平成28年4月～平成29年3月

研究代表者: 劉麗君  
(名古屋大学情報基盤センター)

## § 1 研究実施内容

計算機の発展とともに大規模数値解析が可能になったものの、計算結果データファイルのサイズが膨大になり、計算データの転送、可視化・分析などの後処理、中長期的保存が困難になる問題が起きている。解決方法としてデータ圧縮があるが、zlib等の従来手法では十分な圧縮率が得られないことが多い。JHPCN-DFは、汎用の圧縮アルゴリズムでは圧縮しづらい科学技術計算の浮動小数点数データに対し、下位ビットをゼロパディングし、ハフマン符号化などの圧縮効率を高める技術である。ゼロパディングは指定する許容誤差内で行い、許容誤差は可視化や分析など目的にあわせて指定する。そこで、利用目的に応じた許容誤差を満たす範囲で浮動小数点数の下位ビットをゼロで埋込むJHPCN-DF技法 (Hagita et al., '14) に着目し、大規模FEAへの応用と有効性評価に関する研究を行った。

## § 2 研究成果の概要

線形弾性体のFEAを対象にJHPCN-DFの有効性を検証した。その結果、画像類似度99%以上と可視化結果に影響を与えることなく、圧縮率80%以上が得られることを示した【業績1】。これにより、1億自由度規模構造解析データを可視化や分析に有用な情報を保持したままで1/5以下に圧縮することに成功し(図1)、ポスト京時代におけるデータ保存に有効な技術であることが示された。

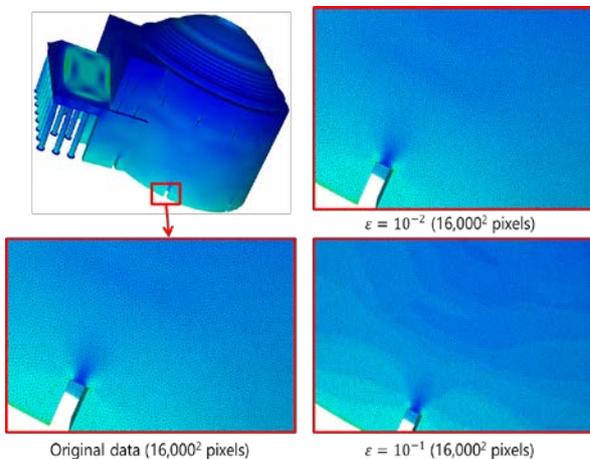


図1 JHPCN-DFの許容誤差が可視化結果に与える影響

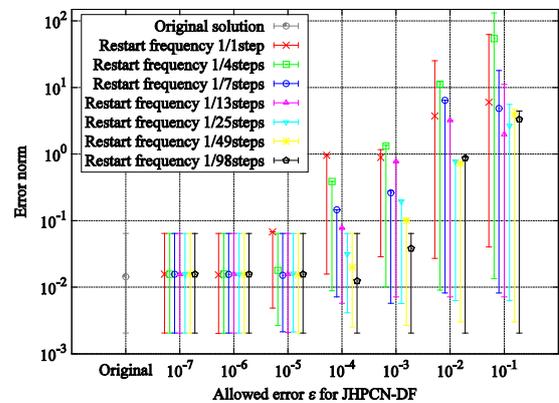


図2 JHPCN-DFの許容誤差が計算精度に与える影響

また、後処理(応力計算)に影響を与えない許容誤差の目安を明らかにし、そのときに圧縮率65%以上が得られることを示した。さらに、動的解析のリスタートデータ(変位、速度、加速度)に与える影響を調査し、リスタート頻度に応じた適切な許容誤差を設定することで計算精度に影響することなくリスタートファイルサイズを削減可能であることを見出した(図2)。

### § 3 成果発表等

#### ① 査読付き学術雑誌論文

- [1] **Lijun Liu**, Masao Ogino, Katsumi Hagita, Efficient Compression of Scientific Floating-Point Data and An Application in Structural Analysis, *Transactions of the Japan Society for Computational Engineering and Science*, Vol.2017, 20170002,(2017).

#### ② 国内外口頭発表

##### 【基調講演】

- [2] **Lijun Liu**, Masao Ogino, Improvements of a parallel finite element code for efficient data compression and visualization, *Proceedings of the 12th World congress on Computational Mechanics and the 6th Asia-Pacific Congress on Computational Mechanics*, Seoul, Korea, 24-29 July, (2016).

##### 【国際会議】

- [3] **Lijun Liu**, Masao Ogino, Performance Evaluation of Data Compression Methods in Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis, *The 7th International Conference on Computational Methods*, Berkeley, CA, USA, 1-4 August, (2016).

##### 【国内会議】

- [4] **Lijun Liu**, Masao Ogino, Katsumi Hagita, Development of DDM compression and adaptive JHPCN-DF compression for large-scale finite element analysis, 日本機械学会第29回計算力学講演会, 名古屋大学, 2016年9月22日-24日.
- [5] **劉麗君**, JHPCN-DFを用いた大規模有限要素解析におけるデータ圧縮の性能評価, 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点第8回シンポジウム, THE GRAND HALL, 2016年7月14日.
- [6] **Lijun Liu**, Masao Ogino, Yakun Li, Performance Evaluation of Parallel Sparse Matrix-Vector Multiplication Using the Iterative Domain Decomposition method, 第21回計算工学講演会, 朱鷺メッセ:新潟コンベンションセンター, 2016年5月21日-6月2日