

「ポストペタスケール高性能計算に資するシステムソフトウェア技術の創出」
平成 23 年度採択研究代表者

H26 年度 実績報告書

塩谷 隆二

東洋大学総合情報学部
教授

ポストペタスケールシミュレーションのための階層分割型数値解法ライブラリ開発

§ 1. 研究実施体制

(1)「東洋大学」グループ

① 研究代表者: 塩谷 隆二 (東洋大学総合情報学部, 教授)

② 研究項目

・階層型ソルバーライブラリの基礎研究とその応用

(2)「名古屋大学」グループ

① 主たる共同研究者: 荻野 正雄 (名古屋大学情報基盤センター, 准教授)

② 研究項目

・階層型ソルバーライブラリの基礎研究とその応用

(3)「東京大学」グループ

① 主たる共同研究者: 越塚 誠一 (東京大学大学院工学系研究科, 教授)

② 研究項目

・階層分割型入出力ライブラリ並びに連続体力学向け問題領域専用言語の基礎研究とその応用

§ 2. 研究実施の概要

ポストペタスケール及びエクサスケールコンピュータなど次世代の並列計算機アーキテクチャにおいて、大規模な数値計算データ処理を必要とする実アプリケーションが高い演算効率を得るためには、マイクロプロセッサやメモリなどハードウェアが持つ階層構造を考慮したプログラミングモデルを採用することが必要である。特に、入力データ生成や可視化などのプレ・ポスト処理から数値解析手法などのソルバー処理に至るまで、全ての処理がスパコン上で行われることを想定する必要がある。つまり、次世代並列計算機を利活用するエクサスケールコンピューティングを実現するためには、モジュール間のデータ受け渡しを最小限にし、並びにそれに基づく大規模数値計算データ処理システムの基盤技術が不可欠と言える。

本研究では、次世代並列計算機上における大規模数値計算データ処理システムに関する基盤技術として、研究代表者らがこれまで主に数値解析手法向けに研究開発してきた HDDM (Hierarchical Domain Decomposition Method, 階層型領域分割法) の技術を応用した、HDDM による大規模数値計算データ処理システムの研究開発を目指す。ターゲットとするアプリケーションは大規模分散並列計算で実績のあるオープンソース CAE ソフトウェア ADVENTURE システムである。ADVENTURE は、構造・熱・流体・電磁場など複数の FEM (Finite Element Method, 有限要素法) 解析ソフトウェアを備えている。

本研究では、「DDM 入出力ライブラリ」、「DDM ソルバーライブラリ」、「連続体力学向け DSL」、「連続体力学系シミュレータ」の 4 つの研究項目に分類して研究開発を行っている。平成 26 年度の成果として最も顕著なものは、「DDM 入出力ライブラリ」と「DDM ソルバーライブラリ」の β 版公開である。特に、分散メモリ並列 EMPS ライブラリ LexADV_EMPS v0.1b は粒子向け大規模流体解析を支援するために開発され、領域分割機能、隣接間通信機能、流体剛体連成機能、高次精度微分モデル、表面張力モデルなどが備えられている。図 1 は、LexADV_EMPS を用いて津波遡上解析を行い、その流体圧力を地上構造物に与え、ADVENTURE_Solid を用いて応力解析を行った結果である。また流体剛体連成機能によりタンクが流されている。このようにして LexADV_EMPS の開発により、大規模分散メモリ環境で、粒子法による流体解析と有限要素法による構造解析の連成解析が可能となった。

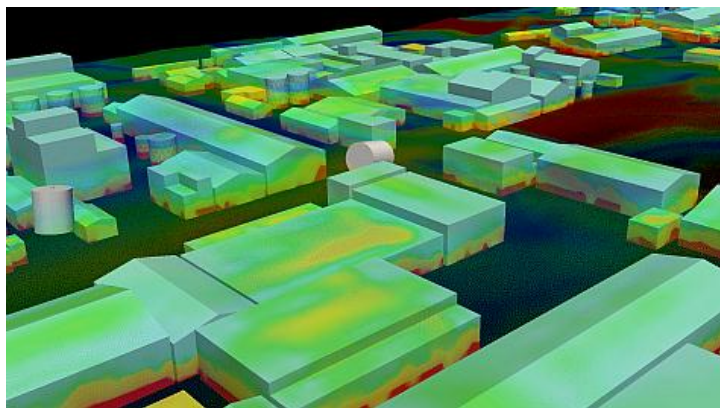


図 1. LexADV_EMPS による流体解析と ADVENTURE_Solid による構造解析の結果

【代表的な原著論文】

- [1] A.M.M. Mukaddes, Masao Ogino, and Ryuji Shioya, “Performance Evaluation of Domain Decomposition Method with Sparse Storage Schemes in Modern Supercomputer”, International Journal of Computational Methods, Vol. 11, Suppl. 1, 1344007, pp.1-14, 2014 (DOI: 10.1142/S0219876213440076).
- [2] Amane Takei, Shin-ichiro Sugimoto, Masao Ogino, Shinobu Yoshimura and Hiroshi Kanayama, "EMC Analysis in a Living Environment by Parallel Finite Element Method Based on the Iterative Domain Decomposition Method", Theoretical and Applied Mechanics Japan, Volume 62, pp.237-245, 2014 (DOI: 10.11345/nctam.62.237).
- [3] Kohei Murotani, Seiichi Koshizuka, Tasuku Tamai, Kazuya Shibata, Naoto Mitsume, Shinobu Yoshimura, Satoshi Tanaka, Kyoko Hasegawa, Eiichi Nagai and Toshimitsu Fujisawa: Development of Hierarchical Domain Decomposition Explicit MPS Method and Application to Large-scale Tsunami Analysis with Floating Objects, Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering (JASSE), Vol. 1, No. 1, October 31 pp.16--35, 2014 (DOI:10.15748/jasse.1.16).