

「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

H27 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 27 年度の成果として最も顕著なものは、DDM ソルバーによる高周波電磁界シミュレータ ADVENTURE_MagneticHF の開発と解析結果である。異材境界間の平滑化処理を伴ったボクセルデータからの自動メッシュ生成技術を開発することで、CT 等の医療画像から大規模高周波電磁界解析までを効率的に実現することが可能となった。また、分散メモリ並列 EMPS ライブラリ LexADV_EMPS のノード間・ノード内最適化を実施し、性能改善に成功した。さらに開発ライブラリ等を用いた津波解析シミュレータを開発し、京コンピュータを用いて、福島第一原子力発電所 1 号機タービン建屋内浸水解析と気仙沼湾での第 18 共徳丸の遡上解析を、従来と比べ短時間で行うことが可能となった。図 1 は、福島第一原子力発電所 1 号機タービン建屋内の浸水解析の結果である。

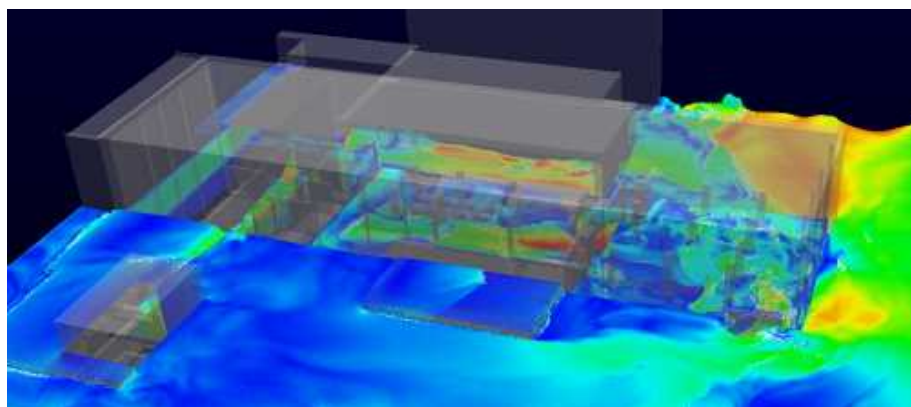


図 1. LexADV_EMPS による福島第一原子力発電所 1 号機タービン建屋内浸水解析の結果

【代表的な原著論文】

●1

Kohei Murotani, Issei Masaie, Takuya Matsunaga, Seiichi Koshizuka, Ryuji Shioya, Masao Ogino, and Toshimitsu Fujisawa, "Performance Improvements of Differential Operators Code for MPS Method on GPU", Computational Particle Mechanics, Vol. 2, Issue 3, pp. 261-272, 2015.

●2

河合浩志, 荻野正雄, 塩谷隆二, 山田知典, 吉村忍, "領域分割法におけるローカル Schur 補元アプローチの性能評価", Transaction of JSCES, Vol. 2016, 20160006, 2016.

●3

Amane Takei, Kohei Murotani, Shin-ichiro Sugimoto, Masao Ogino, and Hiroshi Kawai, "High-accuracy electromagnetic field simulation using numerical human body models", IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 52, No. 3, 2016.