

丸山直也

特定国立研究開発法人理化学研究所計算科学研究機構
チームリーダー

高性能・高生産性アプリケーションフレームワークによるポストペタスケール高性能計算の実現

§ 1. 研究実施体制

(1)「丸山」グループ

- ① 研究代表者:丸山 直也 (理化学研究所計算科学研究機構、チームリーダー)
- ② 研究項目
 - ・日独仏気候モデル調査
 - ・評価用カーネルの整備
 - ・フレームワークの日独仏気候・気象モデルへの適用と評価

(2)「青木」グループ

- ① 主たる共同研究者:青木 尊之 (東京工業大学学術国際情報センター、教授)
- ② 研究項目
 - ・フレームワークの日独仏気候・気象モデルへの適用と評価

§ 2. 研究実施の概要

平成 28 年度は気象気候シミュレーションアプリケーションを様々な環境下で簡易に効率良く実行可能にするための研究開発を実施した。具体的には既存のアプリケーションの調査およびそれらを想定したプログラミング技術の開発、適用評価を行った。これらは日独仏の共同研究として実施した。

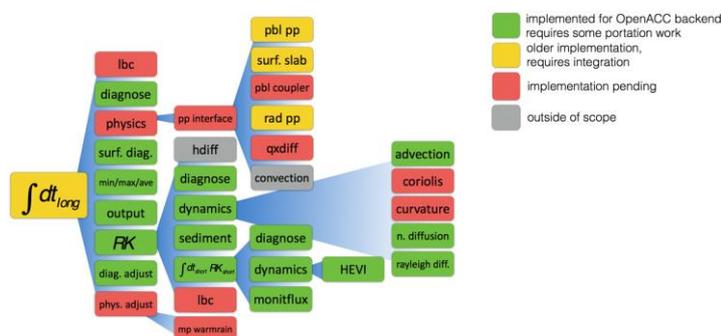
既存アプリケーションの調査としては本チームの富田、八代らによって開発されてきた NICAM を中心に、ドイツやフランスの共同研究グループのアプリケーションを調査した。これはこれらのシミュ

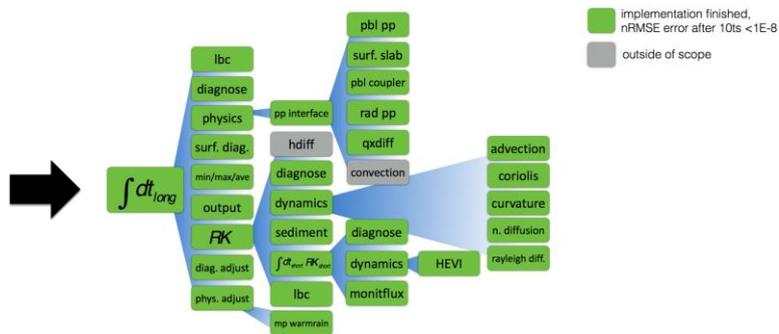
レーションを実現するために必要な技術的要件を洗い出すことが目的である。また、この調査をもとに代表的な計算パターンからなる評価用カーネルを整備した。

これらのアプリケーションを GPU 等に代表されるアクセラレータを搭載したスーパーコンピュータなどのポストペタスケールおよび将来のエクサスケールに向けて拡張していく必要がある。既存のプログラム実装ではアクセラレータへの対応は未だ限定的なものが多く、そのプログラミングコストが問題となっている。また、性能最適化のためには異なるタイプのスーパーコンピュータ毎にプログラムの書き換えが必要とされることも大きな問題である。

本研究ではこれらの問題を解決するために、アプリケーションフレームワークに基づいた方式を提案、評価する。我々はこれまで気象気候に限らずドメイン特化型言語等のプログラム変換技術を研究開発してきた。これは特定の計算パターンについて、簡便なプログラム記述から並列実行環境向けに自動的にプログラムコードを生成するものである。平成 28 年度は本方式に基づいた 2 つのフレームワークの開発、評価を行った。まず、スイススーパーコンピューティングセンター (CSCS) と共同で GridTools の NICAM への有効性の評価を行った。GridTools は CSCS にて開発が進められているフレームワークであり、これまで気象予報アプリケーションを対象とした実証実験が行われてきている。我々は CSCS と連携し、全球気候モデルである NICAM へ部分的に適用し、その性能を評価した。その結果、人手による最適化を施した実装と同程度の性能を自動的に達成できることを確認した。次年度は NICAM シミュレーションコードの全体を GridTools にてサポートするための拡張、評価を行う予定である。

また、フレームワーク方式として気象計算向け指示行ベースのフレームワーク Hybrid FORTRAN についても開発を進め、気象庁の現業コード ASUCA に対し、平成 27 年度までこれまで未対応だった左図のさまざまなモジュールについて、平成 28 年度には全てのモジュールの実装が完了した。これにより、現業の気象予報を GPU スパコンでも行える状況となり、オリジナルの FORTRAN ソースコードを完全に保存したまま Hybrid FORTRAN フレームワークから GPU コードを出力し、GPU スパコンで気象予報の計算が実行できるようになった。出力される GPU コードの高速化チューニングはこれからであるが、予備計算では同世代の GPU 計算と CPU 計算を比較し、GPU 計算が 1.7 倍早い結果が得られている。





代表的な論文

- Takashi Shimokawabe, Takayuki Aoki, Naoyuki Onodera, "High-productivity Framework for Large-scale GPU/CPU Stencil Applications," IHPCES/ICCS 2016, San Diego, USA, 2016
- Hisashi Yashiro, Masaaki Terai, Ryuji Yoshida, Shin-ichi Iga, Kazuo Minami, Hirofumi Tomita, "Performance Analysis and Optimization of Nonhydrostatic ICosahedral Atmospheric Model (NICAM) on the K Computer and TSUBAME2.5," PASC '16 Platform for Advanced Scientific Computing Conference, 2016
- Mohamed Wahib, Naoya Maruyama, and Takayuki Aoki, "Daino: A High-Level Framework for Parallel and Efficient AMR on GPUs," SC16: International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis, pp. 621-632, 2016