

# Xevolver による大気・海洋結合マルチスケールモデル MSSG の 性能最適化コード管理の評価

板倉 憲一<sup>a)†1</sup> 小松 一彦<sup>†2</sup> 江川 隆輔<sup>†2</sup> 滝沢 寛之<sup>†2</sup>

**概要:** HPC システムの複雑化と多様化に対し、アプリケーションはシステム特有の性能最適化が必要となっているが、その管理には多大なコストがかかる。これに対し、我々は、アプリケーションコードとシステム特有の最適化を明確に切り分けて管理するためのプログラミングフレームワーク Xevolver を開発している。本研究では、Xevolver を使い 10 年以上継続して開発が行われている大規模な大気・海洋結合マルチスケールモデル MSSG の地球シミュレータの初代から 3 世代目に対する性能最適化とモデル開発を分離し、アプリケーション管理について評価する。

**キーワード:** HPC システム, 性能最適化, プログラミングフレームワーク

## 1. 抽象度の高い開発環境 Xevolver

現在、HPC システムは超並列化と複合化が進んでおり、そのシステム構成は今後ますます複雑になっていくことが予想され、複雑なシステム構成をアプリケーション開発者に対して適切に抽象化する技術が強く求められている。我々は、現有するソフトウェア資産をベースに新しい環境を創出するプログラミングモデルと、それを支える開発環境の構築を目指している。

この中でもアプリケーションプログラムコードから各計算機向けの性能最適化部分を抜き出し・分離することで、プログラム開発は本来の計算手順・モデルの記述を的確に行い、ソフトウェア資産として有効に継承していくことができるようになる。

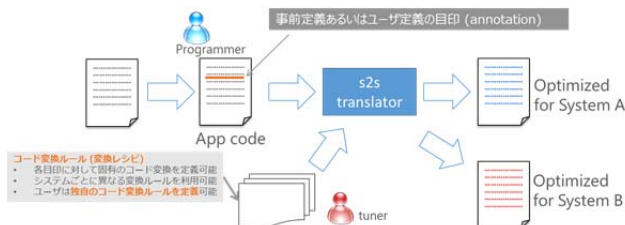


図 1 アプリケーションプログラムを異なるシステムに性能最適化する概念図

具体的には、我々は Xevolver フレームワークを実装し、XML を用いたコード修正ルールによる性能最適化を行う開発環境を構築した。

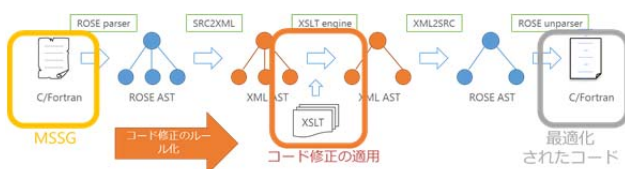


図 2 Xevolver による性能最適化

<sup>a)</sup> itakura@jamstec.go.jp

<sup>†1</sup> 海洋研究開発機構

<sup>†2</sup> 東北大学

## 2. 実アプリケーションへの適用

国立研究開発法人海洋研究開発機構（以降 JAMSTEC）では、Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment (MSSG) という大気・海洋結合マルチスケールモデルを開発している。MSSG は、全球から領域、都市まで扱えるようなモデルで、大気、海洋、陸面や植生、海氷、大気化学などの複雑な相互作用を扱え、“超高解像度”シミュレーションが可能なモデルであることや高精度計算スキームを開発し、数値計算精度の飛躍的な向上を実現することを目標としている。

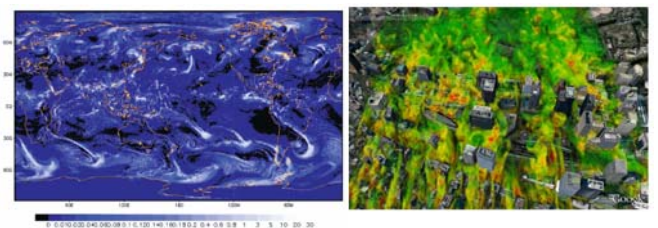


図 3 MSSG による全球/都市部のシミュレーション結果

MSSG は、2002 年に運用を開始した初代地球シミュレータから開発が始まり、その後 2 世代目、3 世代目とシステムが更新される毎に個別の性能最適化が行われている。更に、モデル開発も平行して進められており、ソースのアーカイブはそれらが混じった物となっている。本研究では、これら性能最適化とモデル開発を分離し、Xevolver の実アプリへの適用性を検証する。

	MSSG (E1)	MSSG (E2)	MSSG (E3)
atmos ファイル数	74	172	176
行数	83,582	190,769	199,436
common ファイル数	115	125	125
行数	29,435	39,611	39,763
couple ファイル数	2	2	2
行数	1,188	1,305	1,305
ocean ファイル数	45	43	43
行数	34,788	40,891	41,159

図 4 各世代の MSSG のソース状況