

## 特別推進課題への技術サポート報告

### 課題責任者

上原 均

海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門 地球情報基盤センター  
計算機システム技術運用グループ

### 著者

甲斐恭\*1、齋藤友一\*1、上原均\*1

\*1：海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門 地球情報基盤センター 計算機システム技術運用グループ

### 要旨

令和元年度の地球シミュレータ特別推進課題に対して地球情報基盤センターが実施した技術サポートについて報告する。

キーワード： 特別推進課題、地球シミュレータ、技術支援

#### 1. はじめに

特別推進課題の推進と地球シミュレータの運用管理を行う地球情報基盤センターでは、各課題に対する利用高度化と運用管理面からの技術支援を全面的かつきめ細やかに行い、研究促進と成果創出に貢献した。特別推進課題の技術サポートにおいては、課題にサポート担当を設定し、全面的な技術サポートを行い、効率的な研究実施環境の維持・向上に努めることとしており、今期の課題ではリクエスト実行時間の制限緩和とプログラム最適化による実行支援に力を注いだ。

表 1. 特別推進課題への担当サポート要員一覧  
令和元年度特別推進課題（成果創出加速）  
（令和元年 12 月～令和 2 年 3 月）

課題代表者・所属	課題名	サポート担当者
渡部真史・中央大学	サンゴ礁地形による津波・波浪の減衰効果の定量評価	甲斐恭

#### 2. 技術サポートのトピック

特別推進課題（成果創出加速）・中央大学・渡部課題では CADMAS-SURF3D を用いてサンゴ礁地形による津波・波浪の減衰について計算を行う計画であった。本課題の利用期間は約 3 か月という短い利用期間であった。そこで、予定している計算を期間内に実行するための制限緩和とプログラム最適化の 2 方向からの支援を実施した。

まず、最適化前のプログラムでも実行できるように、通常の運用においては 1 リクエストあたり 24 時間に制限している指定経過時間の上限を 48 時間まで緩和した。この 48 時間という値は最適化の

調査において実測した STEP 数から見積もった。これにより、24 時間以内に完走しないリクエストについても実行が可能となり、プログラム実行、ひいては研究計画の実行を後押しした。

また、プログラムの最適化も同時並行で実施した。最適化の中で特に効果が大きかったものは Hyper Plane 法によるベクトル化の促進であった。この最適化により実行時間が約 3 分の 1 に短縮され、プログラム実行のサイクルを加速することに貢献した。

Hyper Plane 法によるベクトル化は、従来漸化式マクロによるベクトル化が行われていたサブルーチンに適用した。また、Hyper Plane 法を適用することにより、配列へのアクセスがリストアクセスとなり効率が低下するため、反復計算中に内容が変更されない配列については、反復計算に入る前に Hyper Plane 法のアクセスパターンで連続アクセスとなるように配列要素の並べ替えを適用した。

その他に、内積計算の最適化、MPI 集団通信回数の削減、ベクトル化促進を行い、最終的な実行時間は以下の通りとなった。

表 2. X 方向 17 分割 Y 方向 20 分割で 85 ノードでの実行時間の比較

バージョン	実行時間 [秒]
オリジナル版	61,934
最適化版	20,587

結果、最適化によって高速化したプログラムを課題実施者に提供し、予定していた計算の実行を進めてもらうことができた。

#### 3. おわりに

特別推進課題は、限られた期間内、限られた人的リソースの中で成果を出さなければならない、と

いう非常に強いプレッシャーのもとで実施される。そのため、サポート要員も従来以上に業務で創意工夫し、技術的な知見を深めることに繋がった。これらは今後の特別推進課題や他の課題の技術サポートに活かしていきたい。

#### 謝辞

実施課題の先生方や関係各位にはサポート担当者との打ち合わせや連絡などを寛容かつ前向きに受け入れていただきました。また地球シミュレータ運用面では地球情報基盤センター各位にご尽力いただきました。さらに運用面での調整などにおいては日本電気株式会社の関係各位に大変なご助力をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

## Report of Technical Support for Strategic Project with Special Support

Project Representative

Hitoshi Uehara

Center for Earth Information Science and Technology, Research Institute for Value-Added-Information Generation, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Authors

Tadashi Kai<sup>\*1</sup>, Yuichi Saito<sup>\*1</sup> and Hitoshi Uehara<sup>\*1</sup>

\*1: Center for Earth Information Science and Technology, Research Institute for Value-Added-Information Generation, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

### Abstract:

Using the Earth Simulator opened in March 2015, one research project was completed in the Strategic Project with Special Support in F.Y. 2019. This report covers the topics of the technical support for the research project.

### Keywords:

Strategic Project with Special Support, Earth Simulator, Technical Support

### Report

Strategic project with special support is a short-term project spanning four or five months. Significant results were achieved using the state-of-the-art supercomputer, the Earth Simulator. To deliver significant results within a limited period, technical support in all aspects of high-performance computing played an important role.

In the Strategic project with special support in F.Y. 2019, Technical staff took charge of the support for each project (as shown in the Table 1). The technical staff proactively provided support for all aspects of the research project implementation.

Table 1 Research Project and Support Staff

Project Title, Project Representative, Professional Affiliation	Support Staff
Estimating the Attenuation Effect of Tsunami and Storm Wave on Coral Reefs, Masashi Watanabe, Chuo University	Tadashi Kai

The project of assistant professor Watanabe planned to use CADMAS-SURF3D to calculate the attenuation effect of tsunami and storm waves on coral reefs. The usage period of this project was short, about 3 months. Therefore, we provided support for this project from the two directions of restriction relaxation and program optimization in order to execute these planned calculations within the period.

First, in order to make it possible to execute even programs before optimization, the upper limit of the

specified elapse time, which was limited to 24 hours per request in normal operation, was relaxed to 48 hours. The value of 48 hours was estimated from the number of steps measured actually in the optimization study. This allows requests that do not complete within 24 hours to be executed, which encourages program execution and thus research plan execution.

In addition, optimization of the program was carried out concurrently. The most effective optimization was the vectorization by the HyperPlane method. This optimization reduced the execution time to about one-third and helped accelerate the program execution cycle. We applied the vectorization by the HyperPlane method to the subroutine that was conventionally vectorized by the iteration macro. However, in the HyperPlane method, the access to the array becomes a list access and the efficiency decreases. Therefore, for the array whose contents are not changed during the iterative calculation, the array elements are rearranged before entering the iterative calculation so that the access pattern of the HyperPlane method becomes continuous access.

In addition, the inner product calculation was optimized, the number of MPI collective communications was reduced, and vectorization was promoted. The final execution time was as follows.

Table 2. Comparison of execution time on 85 nodes with 17 partitions in X direction and 20 partitions in Y direction.

Version	Execution time [sec.]
Original	61,934
Optimized	20,587

As a result, we were able to provide the program that was accelerated by the optimization to the problem implementer and have them proceed with the planned calculation.

By providing above support for each project, the support staff have gained high-level technical knowledge. We will make full use of this knowledge to support other research projects.

**Acknowledgement**

All project members accepted meetings with us, even though the meetings were frequent. The Earth Simulator operation staff in CEIST strongly supported projects from the aspect of system administration. The NEC staff were invaluable to the in successfully providing support. We are deeply grateful to them.