

平成 29 年度の地球シミュレータは年間を通して 99.91% の利用率、89.06% を超えるジョブ充填率を達成しました。稼働開始から早 4 年を迎え、各年度ともに極めて安定な稼働を実現することができました。これもユーザーの皆様と私ども地球情報基盤センターの協働の賜物ととらえております。

私ども地球情報基盤センターでは、ユーザーの皆様の研究開発の礎としてさらなる貢献ができるよう努めてまいります。ユーザーの皆様におかれましても、より一層、存分に地球シミュレータを活用いただき、研究開発のさらなる発展に結びつけていただきたいと思います。

地球情報基盤センター センター長  
高橋 桂子



## 地球シミュレータプロジェクト概要

### 1. 地球シミュレータ運営の基本方針

地球シミュレータは、海洋・地球・生命システムの統一像の解明のために、海洋研究開発機構が中期目標・中期計画を達成し、創造的で国際的に卓越した研究開発を推進するための基盤施設としての役割を有しています。海洋研究開発機構は、地球シミュレータを最大限に活用して我が国の海洋地球科学と関連分野を牽引し、また、海洋地球科学と関連分野及び産業界等を含む社会に対して地球シミュレータの利用の機会を広く開くものとしています。海洋研究開発機構は以下の基本方針に従い、地球シミュレータの運用を行っています。

- 1) 海洋研究開発機構は、地球シミュレータの効率的で安定した稼働を基盤とした資源の提供を行います。また、利用者が目的を効果的に達成できるよう多様なニーズに応じた運用と技術的支持を行います。
- 2) 地球シミュレータの利用に際しては、海洋研究開発機構に設置された計算機システム運営委員会による審議を経て機構が定める内容等に応じて特徴付けられた資源配分枠ごとに、課題と利用者を選定します。また、国等からの要請や有償利用の申請は原則として受け入れるものとします。海洋研究開発機構は、地球シミュレータのより良い運営を実現するため、利用者の意見を反映するとともに、地球シミュレータの運用への協力を要請します。
- 3) 課題の選定については、別に設置する課題選定委員会において審議するものとし、選定された課題毎の資源配分量も課題選定委員会の審議を経て決定します。課題選定委員会は、地球シミュレータの計算能力や特性を最大限に活用する課題や科学的なブレイクスルーが期待される挑戦的な課題、及び社会的貢献に資する課題等の利用促進も念頭に置き、地球シミュレータを利用した成果が学術及び社会に広く貢献できるように考慮するものとします。
- 4) 地球シミュレータの利用を通して、海洋地球科学と関連分野において世界をリードする科学者の育成を促進するとともに、地球シミュレータの運用における知見と経験を蓄積し、それらを利活用することにより、計算科学、計算機科学及び情報科学の研究開発と技術開発においても、卓越した人材の育成を推進します。
- 5) 地球シミュレータを利用して得られた成果は、その利用

条件に即して公表することとします。公表の際は、原則としてその成果が地球シミュレータを利用したものであることを明示することとしています。

### 2. 地球シミュレータの計算資源配分

海洋研究開発機構では、地球シミュレータの計算資源を「機構課題」と「公募課題」の利用枠に割り当てます(図1)。機構課題には、海洋研究開発機構の中期目標及び中期計画の達成のために必要な研究開発を行う課題並びに成果専有型有償利用課題があり、以下の4つの課題があります。

- 1) 所内課題：海洋研究開発機構の役職員を代表者として、海洋研究開発機構内の研究者を対象に募集する課題です。
- 2) 特別推進課題：地球シミュレータの能力を最大限に活用し、画期的な成果創出の加速を目的として、機構の内外を問わず募集する課題です。新たなイノベーション創出や、関連する国の政策等の実現に貢献可能な課題提案も歓迎します。
- 3) 指定課題：国等からの委託、補助金等を受け、機構が実施し又は第三者に実施させる課題です。「統合的気候モデル高度化プログラム」、「戦略的創造研究推進事業」、「科学研究費助成事業」などで利用されます。
- 4) 成果専有型有償利用課題：産業界等を対象とした有償課題で、利用者は成果を専有することができます。

公募課題は、我が国の海洋地球科学と関連分野の研究を推進するため、広く地球シミュレータ利用の機会を開くもので、海洋研究開発機構外を対象に募集する課題です。

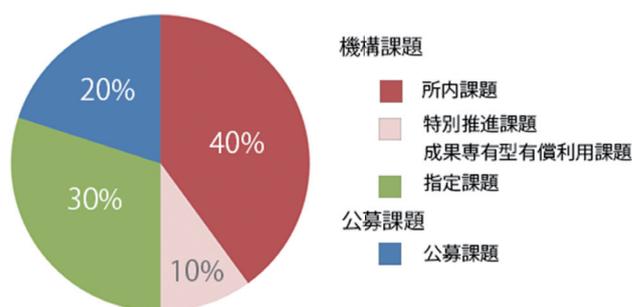


図1 平成 29 年度地球シミュレータ計算資源配分

# 地球シミュレータ課題一覧

## 地球シミュレータ公募課題

| 課題名  | 課題責任者氏名 | 課題責任者所属                   |
|--|---------|---------------------------|
| <b>大気・海洋分野</b>                               |         |                           |
| サブメソスケール現象が海洋上層の循環に与える影響                     | 秋友 和典   | 京都大学 大学院理学研究科             |
| 海洋変動における微細現象と大規模循環の相互作用                      | 升本 順夫   | 東京大学 大学院理学系研究科            |
| 数値天気予報における予測可能性変動メカニズムの解明                    | 榎本 剛    | 京都大学 防災研究所                |
| 古環境研究および気候将来予測に資する気候数値実験                     | 阿部 彩子   | 東京大学 大気海洋研究所              |
| 中緯度大気海洋結合変動が季節予測可能性に与える影響                    | 中村 尚    | 東京大学 先端科学技術研究センター         |
| 複数の次世代非静力学全球モデルを用いた高解像度台風予測実験                | 吉村 裕正   | 気象庁 気象研究所                 |
| 非静力学大気海洋結合モデルを用いた台風・海洋相互作用の研究                | 坪木 和久   | 名古屋大学 宇宙地球環境研究所           |
| 力学モデルによる近未来気候の超高解像度ダウンスケールシミュレーション           | 山崎 剛    | 東北大学 大学院理学研究科             |
| 気候変動に伴う台風・沿岸災害ハザードの長期評価手法の開発                 | 森 信人    | 京都大学 防災研究所                |
| <b>固体地球・宇宙分野</b>                             |         |                           |
| アウターライズ地震などによって励起される短波長成分に富む津波の数値計算          | 馬場 俊孝   | 徳島大学 大学院理工学研究部            |
| 3次元不均質地球構造での地震・津波波動伝播シミュレーション                | 古村 孝志   | 東京大学 地震研究所                |
| AFESを用いた火星・金星大気の高解像度大循環シミュレーション              | 林 祥介    | 神戸大学 大学院理学研究科             |
| 火山ダイナミクスの数値シミュレーション                          | 鈴木 雄治郎  | 東京大学 地震研究所                |
| 木星型惑星大気の高解像度構造の成因の研究                         | 竹広 真一   | 京都大学 数理解析研究所              |
| 実大鉄筋コンクリート造建物の振動台実験の精密・詳細シミュレーション解析システムの開発   | 北野 敦則   | 前橋工科大学 工学部建築学科            |
| 星形成と惑星形成を包括する大規模シミュレーション                     | 町田 正博   | 九州大学 理学研究院                |
| <b>環境分野</b>                                  |         |                           |
| 大規模シミュレーションを用いた革新的ロバスト炭素膜による水処理機構に関する研究      | 遠藤 守信   | 信州大学                      |
| 都市温暖化緩和のための都市環境デザインガイドラインの作成                 | 田中 貴宏   | 広島大学 大学院工学研究院             |
| 生物多様性を俯瞰するための大規模ゲノム情報基盤の整備                   | 阿部 貴志   | 新潟大学 工学部                  |
| MEC モデルによる貯留物漏出シナリオ推定技術の実用化検討                | 佐藤 徹    | 東京大学 大学院新領域創成科学研究科        |
| <b>計算科学分野</b>                                |         |                           |
| 低炭素社会実現のための密度汎関数法に基づいた第一原理分子動力学シミュレーション技術の開発 | 大野 隆央   | 物質・材料研究機構 MANA 材料特性理論グループ |
| 塩分成層流体中の乱流と物体まわりの流れ                          | 花崎 秀史   | 京都大学 大学院工学研究科             |
| 圧縮性遷移境界層における非線形渦動力学の全体シミュレーション               | 松浦 一雄   | 愛媛大学 大学院理工学研究科            |
| 非平衡環境における乱流スカラー輸送の大規模シミュレーションとモデリング          | 後藤 俊幸   | 名古屋工業大学 ながれ領域             |
| 格子ボルツマン法による液液二相噴流の微粒化シミュレーション                | 阿部 豊    | 筑波大学 システム情報系              |
| 高レイノルズ数壁乱流における微粒子の加速度統計に関する研究                | 辻 義之    | 名古屋大学 大学院工学研究科            |
| 移動する物体と混相流れのシミュレーション                         | 白崎 実    | 横浜国立大学 大学院環境情報研究院         |

## 地球シミュレータ所内課題

| 課題名   | 課題責任者氏名        | 課題責任者所属                      |
|---|----------------|------------------------------|
| <b>大気・海洋分野</b>                                      |                |                              |
| 北極域環境変動メカニズムの解明に向けた高解像度海水海洋結合モデリング                  | 渡邊 英嗣          | 海洋研究開発機構 北極環境変動総合研究センター      |
| 四次元変分法データ統合システムを用いた全球長期海洋環境の再現                      | 増田 周平          | 海洋研究開発機構 地球環境観測研究開発センター      |
| 海流前線波動予測に向けた高解像度海流モデリングの応用研究                        | 宮澤 泰正          | 海洋研究開発機構 アプリケーションラボ          |
| 海洋観測データを融合した確率論的な数理季節予測システムの開発                      | Swadhin Behera | 海洋研究開発機構 アプリケーションラボ          |
| リアルタイム-APLモデルアンサンブル季節予測とその応用可能性について                 | Swadhin Behera | 海洋研究開発機構 アプリケーションラボ          |
| 先端的データ同化システムの開発とそれを用いた再解析データの作成                     | 石川 洋一          | 海洋研究開発機構 地球情報基盤センター          |
| 全球非静力学モデルを用いた高解像度計算による気象擾乱の発生・発達メカニズムとその予測可能性に関する研究 | 那須野 智江         | 海洋研究開発機構 シームレス環境予測研究分野       |
| 長期的気候変動予測のための高精度気候モデルの開発研究                          | 河宮 未知生         | 海洋研究開発機構 統合的気候変動予測研究分野       |
| 地球環境変動予測に向けた北極域の変動とその全球的影響の解明                       | 小室 芳樹          | 海洋研究開発機構 北極環境変動総合研究センター      |
| ダウンスケール手法による気候変化時の気象場詳細計算と情報可視化・情報展開                | 杉山 徹           | 海洋研究開発機構 地球情報基盤センター          |
| 海洋の渦・前線とそれらが生み出す大気海洋現象の解明                           | 野中 正見          | 海洋研究開発機構 アプリケーションラボ          |
| アンサンブル同化手法を用いた観測システムの最適化に関する研究                      | 小守 信正          | 海洋研究開発機構 アプリケーションラボ          |
| 地球科学分野における複雑乱流プロセスの数値研究                             | 松田 景吾          | 海洋研究開発機構 地球情報基盤センター          |
| 持続的な安全社会の構築に資する先端的マルチスケール環境予測シミュレーション法と周辺技術の開発      | 大西 領           | 海洋研究開発機構 地球情報基盤センター          |
| 気候変動適応策の検討に資する近未来気候予測実験データベース                       | 渡辺 真吾          | 海洋研究開発機構 気候変動適応技術開発プロジェクトチーム |
| 気候変動適応策の検討に資する近未来海洋予測データの作成とダウンスケール技術の開発            | 五十嵐 弘道         | 海洋研究開発機構 気候変動適応技術開発プロジェクトチーム |
| <b>固体地球・宇宙分野</b>                                    |                |                              |
| 実地球環境でのコア・マントル活動の数値シミュレーション                         | 柳澤 孝寿          | 海洋研究開発機構 地球深部ダイナミクス研究分野      |
| 先端的固体地球シミュレーションコードの開発                               | 古市 幹人          | 海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野       |
| 全球地震波伝播シミュレーション                                     | 坪井 誠司          | 海洋研究開発機構 地球情報基盤センター          |
| 逐次データ同化によるプレート境界固着・すべりの推移予測実験                       | 堀 高峰           | 海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター    |

### 地球シミュレータ特別推進課題

| 課題名   | 課題責任者氏名 | 課題責任者所属                      |
|---|---------|------------------------------|
| 平成 28 年 12 月～ 29 年 4 月  |         |                              |
| 高精度流体シミュレーションによる小型ファンまわりの流体现象理解と空力騒音発生メカニズムの解析：「騒音」という環境課題の改善にむけて | 青野 光    | 東京理科大学 工学部機械工学科              |
| 高解像度大気環境同化データセットの構築   | 滝川 雅之   | 海洋研究開発機構 ビッグデータ活用予測プロジェクトチーム |

### 地球シミュレータ特別推進課題（成果創出加速）

| 課題名                            | 課題責任者氏名 | 課題責任者所属                      |
|--------------------------------|---------|------------------------------|
| 平成 29 年 5 月～ 8 月               |         |                              |
| 対流圏化学再解析データセット (TCR) バージョン2の構築 | 滝川 雅之   | 海洋研究開発機構 ビッグデータ活用予測プロジェクトチーム |
| 従来型観測の同化による高解像度日本域領域再解析        | 福井 真    | 東北大学 大学院理学研究科                |
| 平成 29 年 9 月～ 12 月              |         |                              |
| 内部重力波による局所乱流塊からのエネルギー放出        | 長田 孝二   | 名古屋大学 大学院工学研究科               |
| 北海道における気候変動による洪水リスク変化の評価       | 山田 朋人   | 北海道大学 大学院工学研究院               |

### 地球シミュレータ特別推進課題（イノベーション推進）

| 課題名                               | 課題責任者氏名 | 課題責任者所属        |
|-----------------------------------|---------|----------------|
| 平成 29 年 9 月～平成 30 年 3 月           |         |                |
| 粒子法に基づく数値地盤実験室（数値地盤構造模型実験システム）の開発 | 山本 修一   | 株式会社大林組        |
| 平成 29 年 12 月～平成 30 年 3 月          |         |                |
| MSSG による年間のマイクロスケール風況予測           | 今村 博    | 株式会社風力エネルギー研究所 |

### 3. 地球シミュレータシステム構成

地球シミュレータは、平成 14 年に初代システムが運用を開始し、地球温暖化に関する IPCC 第 4 次および第 5 次報告書への貢献をはじめ地球科学ならびに関連科学技術の発展に多くの貢献をしてきました。平成 21 年 3 月には第二代 (ES2) への更新が行われました。その間、フラッグシップ・システムから、海洋地球科学分野を主とした計算を担当するシステムへと役割が変わりましたが、この分野を中心に多くのユーザに利用されてきました。ES2 は、平成 27 年 2 月末日をもって運用を終了し、新地球シミュレータを 3 月から運用することとなりました。新地球シミュレータでは省エネルギー化を達成するとともに、引き続き海洋地球科学分野を中心とした研究を推進する HPC 基盤システムとして活用されるように運用を行っています (図 2)。

新地球シミュレータ調達は、平成 25 年 5 月に資料招請、平成 26 年 2 月入札公示、同 5 月に開札を行い、機種を決定しました。平成 27 年 2 月末に予定通り全体の 1/2 の 2560 ノードを検収し、3 月初めより稼働を開始して試験運用に入り、

5 月末には全システムの検収を完了して、6 月より正式運用を開始しました。

検収に当たっては、システムが運用に耐えうるものであることを担保するため、機能、性能が提案仕様を満たしていることを、それぞれ 914 項目、13 項目の実証検査で確認するとともに、試験運用での負荷環境下での二週間の連続運用とその間 90% 以上の資源が利用可能であることを要件とする可用性検査を実施し、新地球シミュレータシステムは、可用性 98.985% で検査合格となりました。性能試験では、調達時の性能評価試験に用いたベンチマークプログラムで実測を行ったが、実際のシステムは、コンパイラの改善などが寄与し、入札時の報告値を実測値が 2 ~ 5% 上回ることが確認されました。性能評価試験に基づけば、ES2 に比べて、新地球シミュレータでは、同数の CPU を用いれば、平均 2.1 倍 (プログラムを変更しない場合) ~ 2.8 倍 (プログラムを新システムに合わせて変更した場合) の性能を得られることが示されています (表 1、図 3)。



図 2 新地球シミュレータ

表 1 ES2 と新地球シミュレータの仕様比較

|       |             | ES2           | 新・地球シミュレータ | 性能比    |
|-------|-------------|---------------|------------|--------|
| CPUコア | クロック        | 3.2GHz        | 1.0GHz     | 1/3    |
|       | ベクトル性能      | 102.4GF       | 64GF       | 1/1.6  |
|       | メモリバンド幅     | 256GB/s       | 64~256GB/s | 1/4~1x |
|       | ベクトルバッファサイズ | 256KB         | 1MB        | 4 x    |
| ノード   | CPUコア数      | 8             | 4          | 1/2    |
|       | ベクトル性能      | 819.2GF       | 256GF      | 1/3    |
|       | メモリ容量       | 128GB         | 64GB       | 1/2    |
|       | ノード間転送性能    | 8GB/s x 8 x 2 | 4GB/s x 2  | 1/16   |
| システム  | ノード数        | 160           | 5120       | 32 x   |
|       | 演算性能        | 131TF         | 1.31PF     | 10 x   |
|       | メモリ容量       | 20TB          | 320TB      | 16 x   |

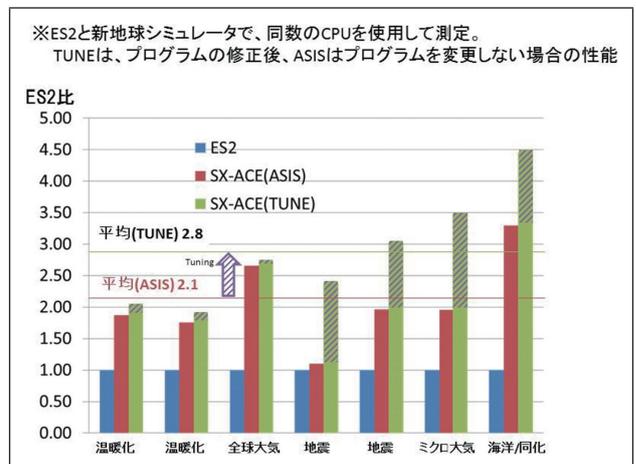


図 3 ES2 と新地球シミュレータの性能比較

