

令和元年度の地球シミュレータの運用実績は、運用期間中に利用可能だったノード時間は全体の99.90%、提供した計算資源のうちユーザの利用時間割合は97.71%であり、極めて安定な稼働と高い利用率でした。現地球シミュレータの稼働開始から6年間、ユーザの皆様のご協力のもと、本年度も順調に実績を積み上げることができました。来年度は、新たなスーパーコンピュータシステムの導入が開始されます。JAMSTECおよび地球情報基盤センターでは、ユーザの皆様の今後の研究開発の方向性を見据え、地球環境科学の発展により一層の貢献ができるよう新システムの導入計画を進めてまいります。研究者の皆様におかれましては、現地球シミュレータの資源をさらに存分にご活用いただき、研究の発展に結びつけていただけますよう祈念いたします。

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サポートを行います。
- 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ー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。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研究プログラム」、「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。

機構課題に対して公募課題は、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。

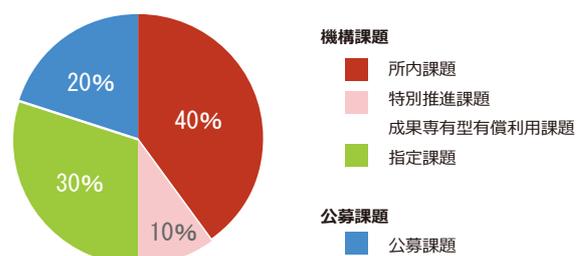


図1：平成31年度/令和元年の地球シミュレータ資源配分

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
大気・海洋分野		
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
航空機により観測された非常に強い台風の雲解像モデルを用いた高解像度シミュレーション	坪木 和久	名古屋大学 宇宙地球環境研究所
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
安定密度成層下の三次元局所乱流塊による内部重力波放出	渡邊 智昭	名古屋大学 大学院工学研究科
大型大気レーダー国際共同観測データと高解像大気大循環モデルの融合による大気階層構造の解明	佐藤 薫	東京大学 大学院理学系研究科
豪雨・高潮・津波の重畳災害に関する研究	有川 太郎	中央大学 理工学部都市環境学科
固体地球・宇宙分野		
津波被害軽減に向けたアウターライズ地震による津波の高精度計算	馬場 俊孝	徳島大学 大学院社会産業理工学研究部
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を用いた金星・火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大循環シミュレーション	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
太陽地球圏環境予測プロジェクト (PSTEP)	草野 完也	名古屋大学 宇宙地球環境研究所

環境分野		
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
MECモデルによる海底下貯留物の複数点からの海中漏出情報の推定法の開発	佐藤 徹	東京大学 大学院新領域創成科学研究科
計算科学分野		
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
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 大学院工学研究科
大気境界層を対象とした高レイノルズ数乱流における凍結乱流仮説の検証	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
実空間乱流構造と波数間エネルギー・スカラー輸送の関係と大気海洋拡散予測への応用	酒井 康彦	名古屋大学 大学院工学研究科
正極活物質と電解液界面におけるLi拡散挙動の解析	吉尾 里司	住友金属鉱山株式会社

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
大気・海洋分野		
北極域環境変動メカニズムの解明に向けた高解像度海氷海洋結合モデリング	渡邊 英嗣	海洋研究開発機構 地球環境部門 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 地球環境部門 海洋観測研究センター
「日本沿海予測可能性実験」のための海洋モデル大規模計算	宮澤 泰正	海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門 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 付加価値情報創生部門 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 付加価値情報創生部門 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 付加価値情報創生部門 情報エンジニアリングプログラム
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 地球環境部門 環境変動予測研究センター
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 地球環境部門 環境変動予測研究センター
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 地球環境部門 北極環境変動総合研究センター
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 付加価値情報創生部門 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 付加価値情報創生部門 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 付加価値情報創生部門 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 付加価値情報創生部門 地球情報基盤センター
中層大気の季節内～季節スケール予測	渡辺 真吾	海洋研究開発機構 地球環境部門 環境変動予測研究センター
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 付加価値情報創生部門 情報エンジニアリングプログラム
地球表層における物質循環モデルの開発研究	滝川 雅之	海洋研究開発機構 地球環境部門 北極環境変動総合研究センター
高解像度全球非静力学モデルを用いた台風の将来気候予測に関する研究	小玉 知央	海洋研究開発機構 地球環境部門 環境変動予測研究センター

固体地球・宇宙分野		
幅広いプラントル数における対流と固体地球惑星科学への応用	宮腰 剛広	海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門 数理科学・先端技術研究開発センター
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 付加価値情報創生部門 数理科学・先端技術研究開発センター
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 付加価値情報創生部門 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 海域地震火山部門 地震津波予測研究開発センター
環境分野		
暑熱環境改善と自立分散電源確保を両立させる持続可能な都市インフラ整備のシナリオづくり	杉山 徹	海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門 情報エンジニアリングプログラム

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
令和元年12月～令和2年3月		
サンゴ礁地形による津波・波浪の減衰効果の定量評価	渡部 真史	中央大学 理工学部

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月には二代目のシステム(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、三代目の地球シミュレータ(ES3)を3月から運用することとなりました。ES3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。

ES3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(図2)。

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、ES3は可用率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いました。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。性能評価試験の結果から、ES2に比べて、ES3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：地球シミュレータ(ES3)

表1：ES2とES3の仕様比較

		ES2	ES3	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	1/4~1×
	ベクトルバッファサイズ	256KB	1MB	4×
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
	ノード間通信性能	8GB/s×8×2	4GB/s×2	1/16
システム	ノード数	160	5120	32×
	演算性能	131TF	1.31PF	10×
	メモリ容量	20TB	320TB	16×

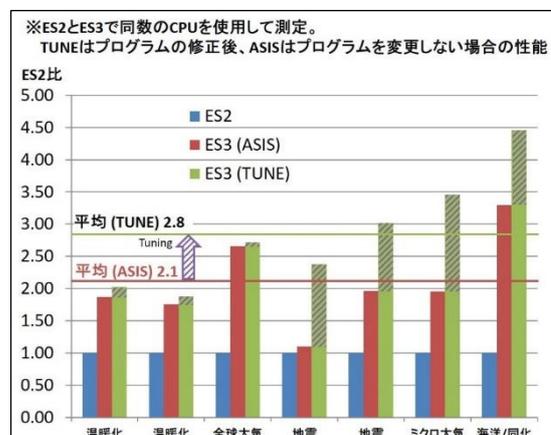


図3：ES2とES3の性能比較