

平成 28 年度の地球シミュレータの稼働は、年間を通して 99.86% の利用率、89.07% を超える利用率を達成することができました。稼働開始から 3 年目を迎え、各年度ともに高い利用率と利用率を継続できたことは、ユーザーの皆様と私ども地球情報基盤センターの協働からの実績ととらえております。本年度も本誌によってユーザーの皆様の実績をとりまとめご紹介できることを大変誇りに思っております。

地球情報基盤センターでは、オープンで透明性の高い運用を常にモットーとしながら、ユーザーの皆様のあるゆるニーズや要望にもお応えできるよう柔軟な運用と技術サポートを心がけています。限られた資源の中、計算効率の向上のサポートなどは、研究開発のターンアラウンドタイムの短縮に直接的に貢献ができるものと思います。サポート窓口に寄せられる相談内容も多岐にわたりますが、どうぞ有効活用されることをお勧めします。

スーパーコンピュータの技術発展はとどまることなく、新しい技術の台頭や新しいシステムが出現してきております。加えて、対象となる問題の特性や解析手法も多様性を示していることから、地球シミュレータを中心とするスーパーコンピュータシステムのありかたについても、新しい技術や運用手法あるいは外部とのネットワークの繋がり方や使い方などについても技術的検討を進めており、常に安定な運用の実現に加えて新規的な考え方も取り入れられるようにその実現性の検討を進めているところでもあります。

素晴らしいシステムはユーザーが存分に使ってこそその真価が発揮されます。私ども地球情報基盤センターは、ユーザーの皆様の研究開発のさらなる発展に貢献できるよう努めますので、ユーザーの皆さまも是非、より一層、存分に地球シミュレータを活用していただき、さらなる発展に結びつけていただくことを祈念しております。

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用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)。

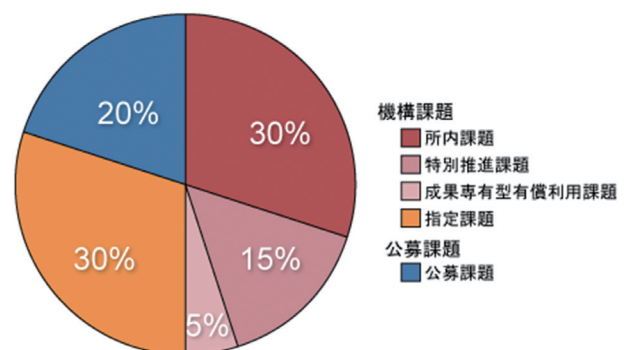


図1 平成 28 年度地球シミュレータ計算資源配分

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。「気候変動リスク情報プログラム」、「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。

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		
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	竹内 義明	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
気候予測の不確実性を考慮したダウンスケーリング技術の開発	佐藤 友徳	北海道大学 大学院地球環境科学研究院
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
上流下層加湿法による短時間豪雨予測実験	若月 泰孝	茨城大学
固体地球・宇宙分野		
津波被害軽減に向けたアウトライズ地震による津波の高精度計算	馬場 俊孝	徳島大学 工学部 建設工学科
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
木星型惑星大気の縞状構造の成因の研究	竹広 真一	京都大学 数理解析研究所
太陽地球環境システムのシミュレーション研究	草野 完也	名古屋大学 宇宙地球環境研究所
環境分野		
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
内湾河口域における水質シミュレーションの高度化に向けたデータ同化アプローチと高解像化	入江 政安	大阪大学 大学院工学研究科

課題名	課題責任者氏名	課題責任者所属
計算科学分野		
計算科学的手法を用いた高レイノルズ数スペクトル統計法則の解明とその乱流モデリングへの応用	山本 義暢	山梨大学 大学院総合研究部
大規模 LES 流体解析による自動車非定常空力予測と性能向上に関する実証解析	坪倉 誠	神戸大学 大学院システム情報学研究所
カノニカル乱流の大規模直接計算とモデリングによる応用計算	石原 卓	名古屋大学 大学院工学研究科附属計算科学連携教育研究センター
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 理論計算科学ユニット
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

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
ハワイ大学国際太平洋研究センター (IPRC) との「アジア・太平洋域を中心とした地球環境とその変動」に関する共同研究	野中 正見	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	大西 領	海洋研究開発機構 地球情報基盤センター
高度情報利用社会実現に向けた大規模環境予測シミュレーションと周辺技術の開発	佐々木 亘	海洋研究開発機構 地球情報基盤センター

課題名	課題責任者氏名	課題責任者所属
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
固体地球・宇宙分野		
実地球環境でのコア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
計算科学分野		
ポストベタスケールシステム向けの並列計算モデルの開発と評価	上原 均	海洋研究開発機構 地球情報基盤センター

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 4 月～7 月		
近未来及び 21 世紀末気候の北上する台風の雲解像モデルを用いたダウンスケーリング実験	坪木 和久	名古屋大学 宇宙地球環境研究所
近未来台風予測は実現できるか？ - 全球非静力学大気モデルを用いた高解像度・大アンサンブル実験	小玉 知央	海洋研究開発機構 シームレス環境予測研究分野
平成 28 年 8 月～11 月		
全球非静力学大気モデルを用いた台風特異年を対象とした高解像度・大アンサンブル実験	小玉 知央	海洋研究開発機構 シームレス環境予測研究分野
高精度流体シミュレーションによる小型ファンから発生する音響予測レベルの確認と向上による「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

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(図2)。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。

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%率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なったが、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	4x
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	32x
	演算性能	131TF	1.31PF	10x
	メモリ容量	20TB	320TB	16x

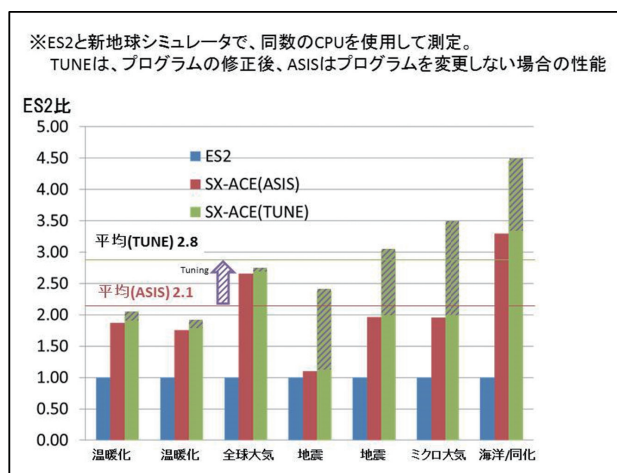


図3 ES2と新地球シミュレータの性能比較

