

地球シミュレータの更新から約2年、800名を超えるユーザーの皆さまの研究・開発になくてはならない役割を果たしていると自負しております。地球シミュレータは年間を通して99%以上の可用率、90%を超える利用率を上げております。これらは、ユーザーの皆さまと私たち地球情報基盤センターの運用・サービスの協働から生まれた実績ととらえております。

研究・開発の速度は速く、多くの異なる分野の融合や組み合わせから新しいテーマやイノベーションが生まれております。地球情報基盤センターでは、技術革新をとらえた運用・サービスをさらに充実するとともに、蓄積してきた技術的知見や運用知見を最大限に活用して、皆さまの研究・開発のさらなる発展に貢献していきたいと考えています。

今後とも、さらなるご指導、ご鞭撻をいただけますようどうぞよろしくお願いいたします。



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、創作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(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。「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。

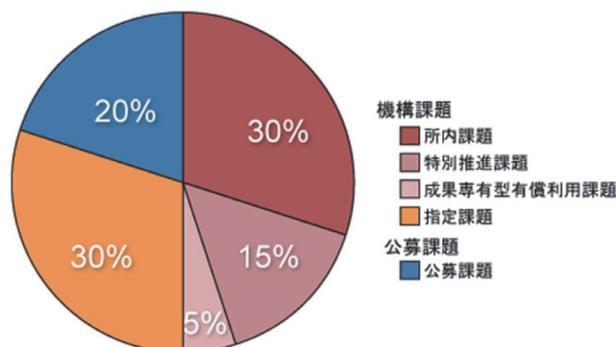


図1 平成27年度地球シミュレータ計算資源配分

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
即時津波浸水予測に向けた高分解能・量的津波シミュレーション	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
津波による環境汚染予測に向けた高分解能物質輸送シミュレーション	山中 亮一	徳島大学 工学部 建設工学科
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	小屋口 剛博	東京大学 地震研究所
木星型惑星大気の高緯度構造の成因の研究	竹広 真一	京都大学 数理解析研究所
ヒートアイランドの数値モデルの開発	足永 靖信	国土交通省 国土技術政策総合研究所
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
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 太陽地球環境研究所
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
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
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科
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
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
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

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
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
全球雲解像モデルを用いた熱帯シームレス予測のための基盤的研究	大内 和良	海洋研究開発機構 シームレス環境予測研究分野
先端的データ同化システムの開発と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
急変する北極気候システム及びその全球的な影響の総合的解明	小室 芳樹	海洋研究開発機構 統合的気候変動予測研究分野
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
実地球環境でのコア活動の数値シミュレーション	浜野 洋三	海洋研究開発機構 地球深部ダイナミクス研究分野
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
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
地球科学分野における複雑乱流プロセスの数値研究	大西 領	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	大西 領	海洋研究開発機構 地球情報基盤センター
フラグメント分子軌道法の生物間相互作用解析 -- ウイルスの受容体への結合特異性解析への応用 --	丸山 正	海洋研究開発機構 海洋生命理工学研究開発センター
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 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
ポストペ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

### 試験運用期間

課題名	課題責任者氏名	課題責任者所属
4次元変分法データ同化システムを用いた高分解能海洋再解析	石川 洋一	海洋研究開発機構 地球情報基盤センター
地球温暖化施策決定に資する気候再現・予測実験データベース	高藪 出	気象庁 気象研究所
即時津波浸水予測に向けた高分解能・量的津波シミュレーション	馬場 俊孝	徳島大学工学部建設工学科
非静力学大気波浪海洋結合モデルを用いた台風-海洋相互作用の研究：特に台風上部の巻雲に注目して	坪木 和久	名古屋大学 地球水循環研究センター

### 第1期

課題名	課題責任者氏名	課題責任者所属
ESの全ノードを用いた全球地震波形計算による地球内部構造の解明	坪井 誠司	海洋研究開発機構 地球情報基盤センター
地球温暖化施策決定に資する気候再現・予測実験データベース	高藪 出	気象庁 気象研究所
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
非静力学大気波浪海洋結合モデルを用いた台風-海洋相互作用の研究：海洋上部貯熱量変動の台風強度に与えるインパクト	坪木 和久	名古屋大学 地球水循環研究センター

### 第2期

課題名	課題責任者氏名	課題責任者所属
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
ESの全ノードを用いた全球地震波形計算による地球内部構造の解明	坪井 誠司	海洋研究開発機構 地球情報基盤センター
内核を取り込んだ新しい地球ダイナモシミュレーション	宮腰 剛広	海洋研究開発機構 地球深部ダイナミクス研究分野
海洋鉛直混合観測データを用いた全球海洋環境再現実験	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

### 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化しましたが、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月末をもって運用を終了し、3月からはES2の実効性能を10倍超上回る新地球シミュレータの試験運用が開始され、6月には正式運用に入りました。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、利用率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

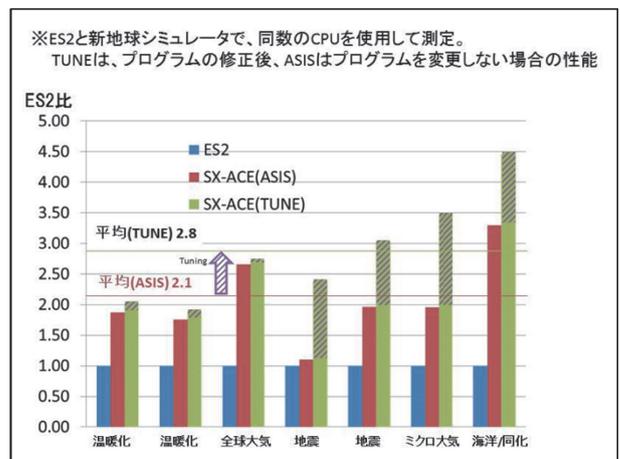


図3 ES2と新地球シミュレータの性能比較

