

地球シミュレータ 産業戦略利用プログラム 事業説明



2010. 10. 8
独立行政法人海洋研究開発機構
地球シミュレータセンター
シミュレーション応用研究グループ
新宮 哲

先端研究施設共用促進事業とは

- ◆ 大学などの研究機関等が保有する先端研究施設の共用を促進し、基礎研究からイノベーション創出に至るまでの科学技術活動全般の高度化を図るとともに国の研究開発投資の効率化を図ることを目的とした事業です。
- ◆ 先端研究施設を保有する研究機関が実施する施設共用の取組（補助事業）に対して、文部科学省が、それに必要な対象経費の全部又は一部を研究開発施設共用等促進費補助金により補助しています。

地球シミュレータの紹介

地球シミュレータ (ES2) のスペック

システム全体		計算ノード当たり		プロセッサ単体性能	
演算性能	131 TFlops	演算性能	819.2 GFlops	演算性能	102.4 GFlops
プロセッサ数	1280	プロセッサ数	8	クロック	3.2 GHz
計算ノード数	160	ノード間転送性能	64GB/s×2	メモリ転送性能	256GB/s
総メモリ容量	20 TB	共有メモリ容量	128 GB	Byte/Flop	2.5



特徴
 ベクトル型並列計算機
 CPU単体の演算能力が高い
 大容量の共有メモリ
 高速なデータ転送能力
 実効性能では世界トップクラス

気象モデルでの性能比較

SC'07 Gordon Bell Finalistの発表
“NCAR/WRF nature Run”から

WRF (非静力学の領域モデル)

8.76TF/s (Cray XT4 12K processors at 13.4% peak)

3.35TF/s (BlueGene/L 15K processors at 7.8% peak)

AFES (静力学の全球モデル)

26.58TF/s (on ES 5,120 CPU at 65% peak)

SC'02 Gordon Bell Award (Peak Performance)

Conclusions

- Computational record for an atmospheric model?
 - AFES Earth Simulator still the record at 27 TF/s
 - 8.76 Tf/s (7.47 TF/s with I/O) is a WRF record and the record for a model designed to run at high, non-hydrostatic resolution with scale-appropriate dynamics
- Parallelism and scaling?
 - 15K processors at 7.8% peak (7.2% with I/O)
 - We think yes.
- I/O performance at scale
 - 6.4% penalty for I/O on Blue Gene; 14.75% on XT4
 - Needs improvement but science enabled in meantime
- Science
 - Important new steps towards understanding the behavior and predictability of the atmosphere through frontier simulation



Mesoscale & Microscale Meteorological Division / NCAR

JaguarとES2でWRFを性能比較

ORNL Jaguar

(Cray XT5 Quad core, Rmax 1.059PF/s,
11/2008,06/2009にTOP500で2位のマシン)

50TF/s on 148,480 cores at 3.6% peak

<http://www.cray.com/Assets/PDF/industrysolutions/CMMACSWRFPoster.pdf>

ES2 (NEC SX-9/E, Rmax 122.4TF/s)

23TF/s on 1,280 CPU at 17.5% peak

2010/3月測定

Jaguar/ES2

core(CPU)数は**116倍**の差があるが、
WRFの性能差は僅か**2.2倍**

TOP500の性能差は**8.6倍** (Rmax値)

TOP500の性能比較だけでは不十分



地球シミュレータ(ES2)が、2009 HPC Challenge Awards の2指標でそれぞれ第3位を受賞。

G-FFTでは、第1位の Cray XT5とピーク性能比を比べるとES2(SX-9)の方が14倍効率が良い。

G-FFT (高速フーリエ変換の総合性能)
 XT5 11TF/2044.7TF=0.5%
 ES2 7TF/98.3TF =7.1%

EP-STREAM-Triad (多重負荷時のメモリアクセス性能)

XT5 196,608/224,256 core
 ES2 960/1280 cpu(=core)
 (測定時/全体 プロセッサ数)

約1/200のcore数で同等の性能を発揮

2009 HPC Challenge Awards

2009 HPC Challenge Class 1 Awards

G-HPL	Achieved	System	Affiliation	Submitter
-------	----------	--------	-------------	-----------

1st place	1533 Tflop/s	Cray XT5	ORNL	Buddy Bland
---------------------------	--------------	----------	------	-------------

1st runner up	736 Tflop/s	Cray XT5	UTK	Steve Whalen
-------------------------------	-------------	----------	-----	--------------

2nd runner up	368 Tflop/s	IBM BG/P	LLNL	Tom Spelce
-------------------------------	-------------	----------	------	------------

G-RandomAccess	Achieved	System	Affiliation	Submitter
----------------	----------	--------	-------------	-----------

1st place	117 GUPS	IBM BG/P	LLNL	Tom Spelce
---------------------------	----------	----------	------	------------

1st runner up	103 GUPS	IBM BG/P	ANL	Scott Parker
-------------------------------	----------	----------	-----	--------------

2nd runner up	38 GUPS	Cray XT5	ORNL	Buddy Bland
-------------------------------	---------	----------	------	-------------

G-FFT	Achieved	System	Affiliation	Submitter
-------	----------	--------	-------------	-----------

1st place	11 Tflop/s	Cray XT5	ORNL	Buddy Bland
---------------------------	------------	----------	------	-------------

1st runner up	8 Tflop/s	Cray XT5	UTK	Steve Whalen
-------------------------------	-----------	----------	-----	--------------

2nd runner up	7 Tflop/s	NEC SX-9	JAMSTEC	Kenichi Itakura
-------------------------------	-----------	----------	---------	-----------------

EP-STREAM-Triad (system)	Achieved	System	Affiliation	Submitter
--------------------------	----------	--------	-------------	-----------

1st place	398 TB/s	Cray XT5	ORNL	Buddy Bland
---------------------------	----------	----------	------	-------------

1st runner up	267 TB/s	IBM BG/P	LLNL	Tom Spelce
-------------------------------	----------	----------	------	------------

2nd runner up	173 TB/s	NEC SX-9	JAMSTEC	Kenichi Itakura
-------------------------------	----------	----------	---------	-----------------

2009 HPC Challenge Class 2 Awards

Award	Recipient	Affiliation	Language	PDF
-------	-----------	-------------	----------	-----

Best Performance \$1000	George Almási	IBM	UPC and X10	PDF
-------------------------	---------------	-----	-------------	---------------------

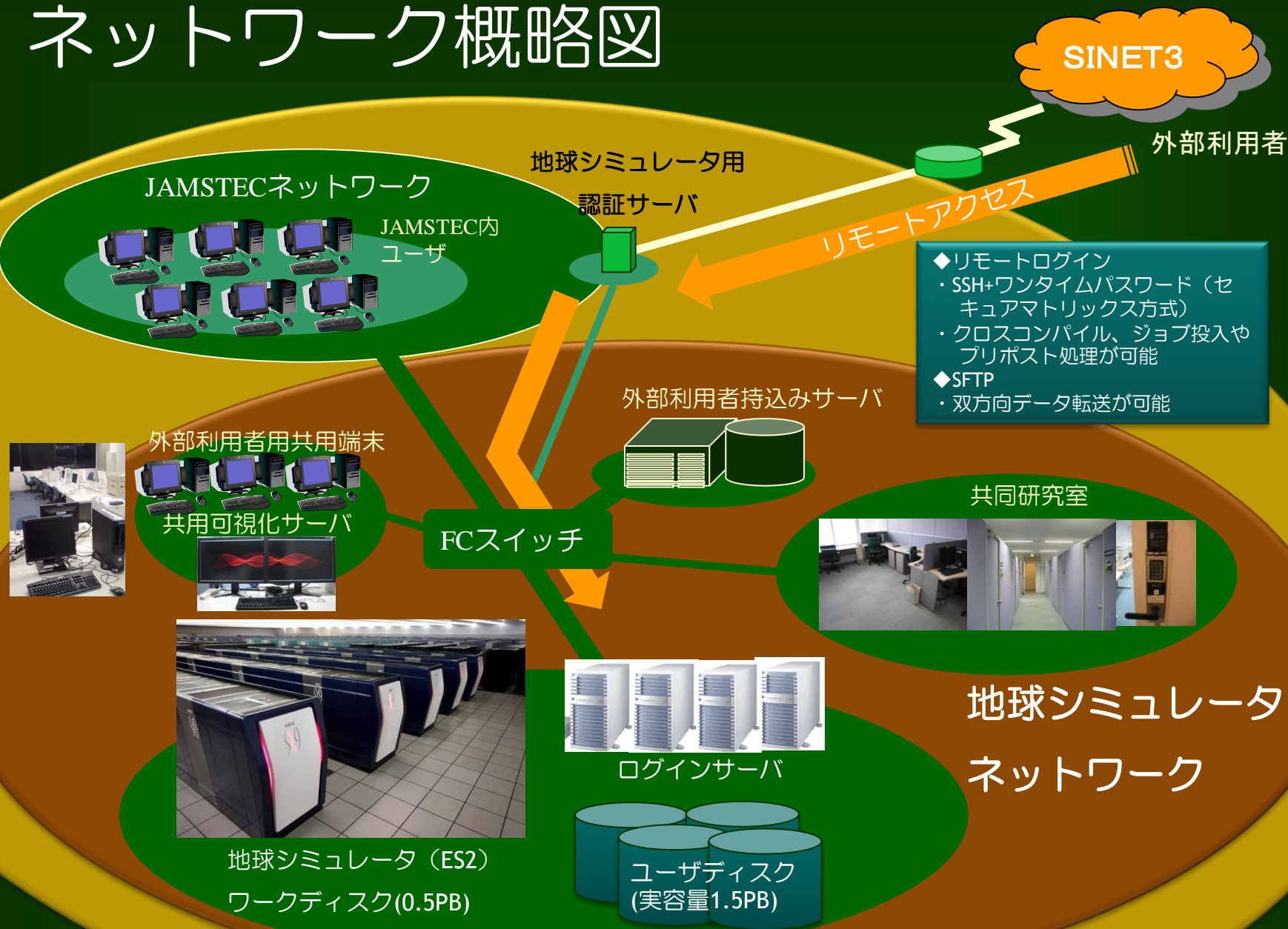
Most Elegant Implementation \$1000	Steve Deitz	Cray	Chapel	PDF
------------------------------------	-------------	------	--------	---------------------

Honorable Mention	Jinpil Lee	University of Tsukuba	XcalableMP	PDF
-------------------	------------	-----------------------	------------	---------------------



地球シミュレータ の共用利用環境

ネットワーク概略図



共用可視化サーバ（大規模可視化システム）

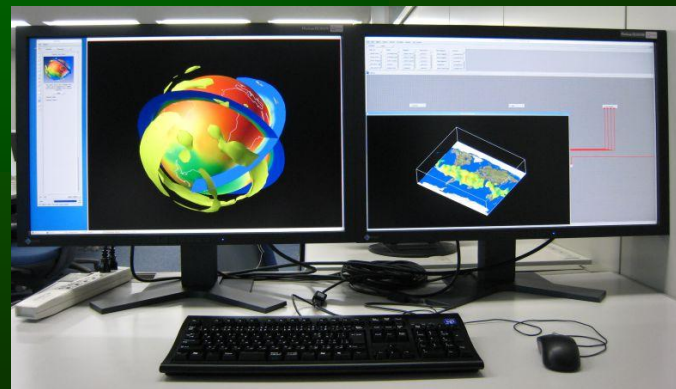
SGI社 Asterism（シミュレータ研究棟3F共用端末室に設置）

- ◆ CPU：3.2GHz Dual Core Opteron 8CPU(16core)
- ◆ メモリ：256GB
- ◆ ディスク容量：約20TB
- ◆ グラフィックス：NVIDIA Quadro PLEX Model IV
 - GPU：NVIDIA Quadro FX 5600 ×2（SLI）
 - ジオメトリ：3億トライアングル/秒
 - 384億テクセル/秒/充填率
- ◆ ディスプレイ：
 - ◆ 30型ワイド液晶モニタ WQXGA(2560×1600)×2



ソフトウェア環境

- ◆ OS：SuSE Linux ES10
- ◆ コンパイラ：Intel Fortran, PathScale, gcc
- ◆ プリ・ポスト処理用ソフトウェア（後述）



共用可視化サーバで利用可能なソフトウェア

プログラム名称	処理機能、対象	開発元
AVS/Express 7.2	可視化ソフト	AVS社
AVS/Express PST	可視化ソフト	AVS社
OpenGrADS	可視化ソフト	OpenGrADS Project
FIELDVIEW 12 (8並列版)	可視化ソフト	Intelligent Light社
Gridgen 15.13	流体解析用メッシュジェネレータ	Pointwise社
POINTWISE 16.02	流体解析用メッシュジェネレータ	Pointwise社
Discovery Studio	創薬支援モデリングソフト	accelrys
Amber10	分子動力学計算	Amber Group

※ 実際のご利用には、ソフトウェアによってはライセンスなどの調整を利用者側で行なう必要があります。

地球シミュレータで動作実績があるプログラム

プログラム名称	処理機能、対象	開発元
○流体シミュレーション		
FrontFlow/blue	空力騒音解析、移動境界問題	CISS (東京大学生産技術研究所革新的シミュレーション研究センター)
STAR-CD	汎用熱流体解析	CD-adapco Group
PAM-FLOW	汎用熱流体解析	ESI Group
VECTICS	エンジン性能解析	Ricardo
○構造・衝突シミュレーション		
LS-Dyna	衝突解析	LSTC
PAM-CRASH	衝突解析	ESI Group
RADIOSS	衝突解析	Altair Engineering Inc.
FrontSTR	構造解析	CISS
ADVENTURE Solid	構造解析	ADVENTURE PROJECT (九州大学)
○分子シミュレーション		
PHASE	第一原理バンド計算	CISS
Advance/PHASE	第一原理バンド計算	アドバンスソフト (株)
VASP	第一原理密度汎関数法	Vienna大学
ABINIT	第一原理密度汎関数法	ABINIT Group
PWscf	第一原理密度汎関数法	DEMOCRITOS National Simulation Center 他
BioStation/ABINIT-MP	フラグメント分子軌道法	CISS

※ 実際のご利用には、ソフトウェアによってはライセンスなどの調整を利用者側で行なう必要があります。

地球シミュレータ
産業戦略利用プログラム
事業説明

地球シミュレータと産業利用の経緯

2002
(H14)

- 地球シミュレータ(41Tflops, 5,120cpu,10TB)の運用開始
- TOP500のランキングで2004年6月まで世界一の性能を維持

2005
(H17)

- 先端大型研究施設戦略活用プログラム（SPring-8とESが対象）を受託
 - 「地球シミュレータ戦略活用プログラム」として開始
 - 「成果専有型有償利用」をユーザを限定して試行的に開始

2007
(H19)

- 先端研究施設共用イノベーション創出事業（対象施設を大幅に拡大）を受託
 - 「地球シミュレータ産業戦略利用プログラム」として開始
 - 「成果専有型有償利用」を公開募集開始

2009
(H21)

- 地球シミュレータの更新システム(131Tflops,1,280cpu,20TB)の運用開始
- 先端研究施設共用促進事業（補助金化、有償利用化）の補助を受け
 - 「地球シミュレータ産業戦略利用プログラム」を継続して実施
 - 「成果公開型有償利用」を開始

地球シミュレータの分野別配分と産業利用

(1) 一般公募枠 40%

- 地球科学分野
- 先進創出分野 (地球科学分野以外の先進的・独創的な研究)

(2) 特定プロジェクト枠 30%

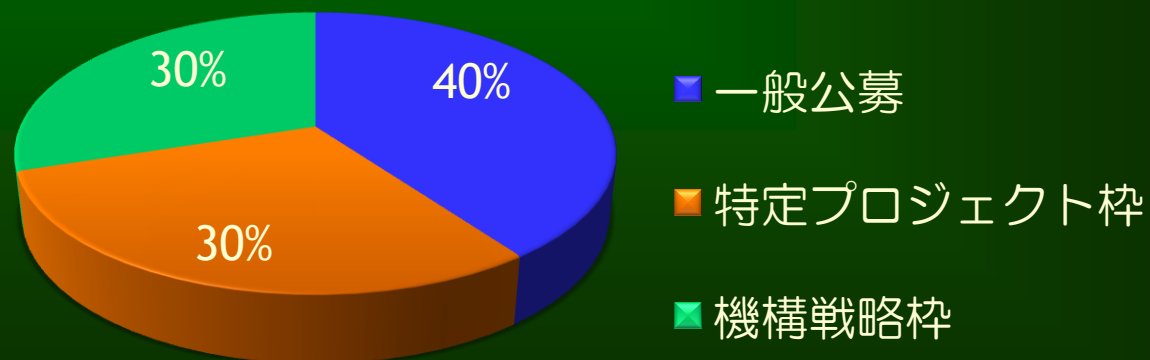
国等からの委託・補助でESを利用するプログラム

- 21世紀気候変動予測革新プログラム
- 地球シミュレータ産業戦略利用プログラム
- 戦略的創造研究推進事業(JST/CREST)」等

(3) 機構戦略枠 30%

海洋研究開発機構が主導する研究プロジェクト

- 国際・国内共同研究
- 成果専有型有償利用



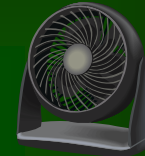
「地球シミュレータ産業戦略利用プログラム」の概要

- ◆ 対象となる利用者
 - 主として、民間企業
 - 独立行政法人、大学等の利用も可能（料金体系が異なる）
- ◆ 対象とする利用範囲
 - 産業応用を目指した基礎研究から、イノベーション創出に至るまで幅広い産業利用が対象
- ◆ 募集分野（後述）
- ◆ 成果公開型有償利用（後述）
- ◆ 資源配分（全体の5%～3%を配分；予算状況により変動）
- ◆ 募集方法
 - 利用課題の募集は年度単位（募集時期は12月～2月頃、申請書を提出）
 - 年間12件程度、状況により追加募集（9月～10月頃）を実施
- ◆ 課題選定及び評価の方法
 - 産官学の有識者で構成された課題選定委員会により課題を選定
 - 年度末に利用についての評価を実施
 - 評価結果は、継続利用時の選定時に考慮

募集分野（統合、新設を検討中）

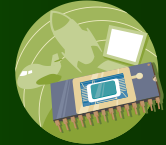
◆ 流体

- 空力、騒音、熱流体など



◆ 材料開発

- 発光材料、ゴム、触媒、半導体など



◆ 環境対応

- グリーンイノベーションにつながる研究開発
- 温暖化防止技術、低炭素化技術
- エコ・省エネ製品の開発など



◆ バイオ

- ライフイノベーションにつながる研究開発
- 創薬でのスクリーニングなど



◆ 防災（新設予定）

- 地震、事故対策など



◆ 新規分野

- 上記以外の新しい分野

利用にあたっての条件

◆ 成果公開が前提

- 利用成果報告書の提出（印刷物及びWEB上で公開）
- 産業利用シンポジウムでの発表など

◆ 公開延期制度

- 特許取得などの理由により公開の延期が認められた場合は、最大2年間の公開延期が可能

◆ 有償利用が前提

- トライアルユース制度
- 利用年数に応じた段階的な料金を設定

トライアルユース制度

- ◆有効性の確認として最大2年間（又は2回まで）の無償利用が可能（プロダクトランは対象外）
- ◆新規利用者
 - 主要なメンバーに地球シミュレータを利用した経験のある方が含まれていないこと
 - 利用実績のある企業でも部署が異なる場合は新規利用者（組織変更で部署名が変わっただけの場合等は対象外となる場合があります）
- ◆又は新規分野
 - 分野の新規性は判断が難しいが、利用するプログラムが異なり、有効性の確認に年単位での期間が必要と見なされた場合など
- ◆他の施設の共用促進事業を利用したことがある場合
 - 他の施設の利用回数を含めてカウントします
- ◆最終的には、課題選定委員会で可否を判断

利用フェーズに応じた料金設定

有償利用種別	成果専有型	成果公開型
事業種別	JAMSTEC事業	補助事業（共用促進事業）
利用成果の扱い	非公開	公開
募集	随時	年1回～2回
トライアル期間	最大3ヶ月間	最大2年間
トライアル資源量	有償利用予定の10%が上限	補助事業の枠内で配分
利用単価	3,947円／ノード時間	下表を参照

成果公開型 有償利用年数	負担率	ノード時間単価
1年目	10%	¥394
2年目	20%	¥789
3年目	30%	¥1,184
4年目	40%	¥1,578
5年目以降	50%	¥1,973

利用パターン例：
公開可能なデータで有効性の
検証を行う間は成果公開型で
利用し、新製品の開発では成
果専有型で利用するといった
柔軟な利用が可能

※ノード時間・・・1ノードを1時間利用した場合を1ノード時間と表記。
大学・独立行政法人等については初年度から50%の負担率を適用。

利用技術支援

◆ 共用促進リエゾン

- 利用予定者に対して施設利用に関する提案・相談
- 技術的課題の解決に関するアドバイス

◆ 施設共用技術指導研究員

- 各課題毎に専属担当者を配置
- 地球シミュレータの利用手続に関する相談
- プログラムの移植、高速化、並列化等に関する技術指導
 - ベクトル化、並列化の経験が無い方も対応可能
- 計算環境に関する支援
 - 遠隔利用、データのバックアップ、可視化等

◆ SEによる技術支援

◆ 利用課題の進捗フォロー

- 年に数回、各利用課題毎に進捗会議を開催
- 利用実績を随時チェックし、研究の進捗をフォロー

◆ 利用講習会の開催

- 利用環境、ベクトル化、並列化など

ESセンター内関連部門

2010.10月現在

地球シミュレータセンター センター長 渡邊國彦

情報システム部
部長 古井利幸

シミュレーション応用研究開発
プログラム
PD 渡邊國彦（兼務）

システム企画
グループ
GL 渡邊正之

基盤システム
グループ
GL 板倉憲一

システム技術
グループ
GL 上原 均

シミュレーション応用研究
グループ
GL 新宮 哲

経理事務

契約手続

地球シミュ
レータの運
用

ネットワー
クの整備

一般利用者
の技術支援

成果専有型
有償利用の
推進

地球シミュ
レータ産業
戦略利用プ
ログラムの
運営

技術指導
研究員

共用促進
リエゾン

事業の推移と採択件数

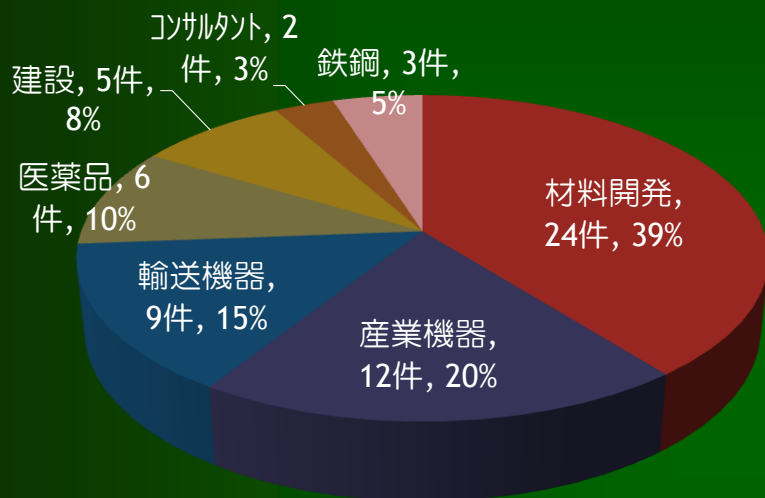
		戦略活用		共用イノベーション		共用促進	
		FY2005 H17	FY2006 H18	FY2007 H19	FY2008 H20	FY2009 H21	FY2010 H22
1次募集		9	9	10	16	13	13
追加募集		—	—	2	—	1	—
採択件数		5	5	12	12	14	13
分野	流体	1	2	2	4	1	1
	材料	3	3	3	4	5	4
	環境	—	—	—	—	2	3
	バイオ	1	—	—	—	2	1
	新規	—	—	7	4	4	4
成果公開型有償件数		—	—	—	—	6	7
公開型契約額（万円）		—	—	—	—	995	1,617

H22は見込

- ◆ 採択件数合計は延べ61件、利用企業は21社

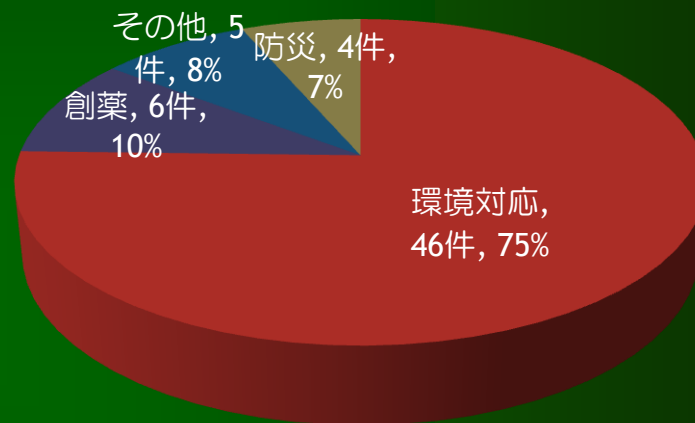
採択課題の分析

産業分野別分類



材料開発分野の利用が多く、次いで様々な産業機器（モーター、インダクタンス、ターボ機械）、輸送機器（自動車、鉄道）まで含めると7割以上となる。

目的別分類



目的別では、環境対応が3/4を占め、その他も社会還元を目的としたテーマが大半。

※H17-H22（戦略活用、共用イノベ、共用促進）の延べ件数

2009年度(H21) 先端研究施設共用促進事業 地球シミュレータ産業戦略利用プログラム採択課題

採択分野	企業名	プロジェクト名	利用プログラム名
流体①	トヨタ自動車(株)  	非定常渦構造の特性解明およびそれに基づく抜本的空気抵抗低減技術の開発	FrontFlow/blue
ナノ①	住友ゴム工業(株) 	ゴム中のナノ粒子ネットワーク構造のモデル構築による高性能タイヤの開発	粗視化分子動力学法
ナノ②	住友化学(株) 	高効率有機発光材料の開発	時間依存密度汎関数法プログラム
ナノ③	(財) 電力中央研究所	SiCパワーデバイス開発のためのシミュレーション	VASP
ナノ④	(株) 本田技術研究所 	非Si系太陽電池材料の安定構造の解析を基にした高効率化研究	PWscf, VASP, ABINIT
ナノ⑤	(株) 東芝  	機能性ナノ粒子設計シミュレーション	PHASE
環境①	大成建設(株)  	二酸化炭素地下貯留に関する大規模シミュレーション技術の開発	TOUGH2_MP
環境②	東洋電機製造(株)  	三次元有限要素法による回転機の高速度高精度数値解析技術の開発	三次元磁界解析プログラム
バイオ①	キッセイ薬品工業(株) 	フラグメント分子軌道(FMO)法のリガンド-タンパク質相互作用解析への応用	ABINIT-MP
バイオ②	大正製薬(株) 	タンパク質-阻害剤のエンタルピー予測法の開発	ABINIT-MP
新規①	(財) 鉄道総合技術研究所 	横風を受ける鉄道車両周りの流れの数値シミュレーション	Les_code (仮称)
新規②	太陽誘電(株) 	確率論的アルゴリズムを用いた次世代インダクタの設計最適化	IA_main, FEM_main
新規③	(株) 構造計画研究所  	地震時の大規模平野の地盤挙動と斜面崩壊シミュレーション技術の開発	K-fdm3d, SuperFLUSH/3D, K-dem
新規④	(株) 電業社機械製作所 	ジェットファンから発生する騒音のシミュレーション	FrontFlow/blue








 成果公開型有償利用の課題

 2009年度の新規採択課題




本シンポジウムで成果発表
東芝は2007年度の成果発表

2010年度(H22) 先端研究施設共用促進事業 地球シミュレータ産業戦略利用プログラム採択課題

採択分野	企業名	プロジェクト名	利用プログラム名
流体①	トヨタ自動車(株)	 非定常渦構造の特性解明およびそれに基づく抜本的空気抵抗低減技術の開発	FrontFlow/blue
ナノ①	住友ゴム工業(株)	 ゴム中のナノ粒子ネットワーク構造のモデル構築による高性能タイヤの開発	粗視化分子動力学法
ナノ②	住友化学(株)	 高効率有機発光材料の開発	時間依存密度汎関数法プログラム
ナノ③	(株) 本田技術研究所	 非Si系太陽電池材料の安定構造の解析を基にした高効率化研究	PWscf, ABINIT
ナノ④	(株) 東芝 研究開発センター	 機能性ナノ粒子設計シミュレーション	PHASE
環境①	大成建設(株)	 二酸化炭素地下貯留に関する大規模シミュレーション技術の開発	TOUGH2_MP
環境②	東洋電機製造(株)	 三次元有限要素法による回転機の高速度高精度数値解析技術の開発	三次元磁界解析プログラム
環境③	(株) 東芝 京浜事業所	 タービン動翼非定常流体力の高精度大規模CFD解析法の開発	数値タービンシステム
バイオ①	大正製薬(株)	タンパク質-阻害剤のエンタルピー予測法の開発	ABINIT-MP
新規①	(財) 鉄道総合技術研究所	横風を受ける鉄道車両周りの流れの数値シミュレーション	Les_code (仮称)
新規②	太陽誘電(株)	確率論的アルゴリズムを用いた次世代インダクタの設計最適化	IA_main, FEM_main
新規③	(株) 構造計画研究所	大規模平野の強震動評価技術の開発	K-fdm3d
新規④	(株) 電業社機械製作所	メッシュ再分割機能を利用したターボ機械大規模解析環境の構築	FrontFlow/blue

略称	利用メニュー
流体	戦略分野
ナノ	
環境	
バイオ	
新規	新規利用

 成果公開型有償利用の課題

 2010年度の新規採択課題

まとめと今後の方針

- ◆ 地球シミュレータの性能は世界トップクラス
- ◆ 成功すれば業界初のシミュレーション事例に！
- ◆ トライアルユースから有償利用への段階的な移行が可能
(成果公開型への移行率は7割以上)
- ◆ 社会に貢献する技術開発を推進
 - 環境負荷を低減する技術開発（温暖化防止、省エネなど）
 - 安全安心な社会を実現する技術開発（防災、創薬など）
- ◆ 成功事例分野の横展開による拡大を推進
- ◆ 新規利用、成果専有型有償利用も大歓迎！
- ◆ お気軽にご相談下さい。

ご清聴ありがとうございました

地球シミュレータの産業利用に関する問合せ先
e-mail: sangyou@jamstec.go.jp