

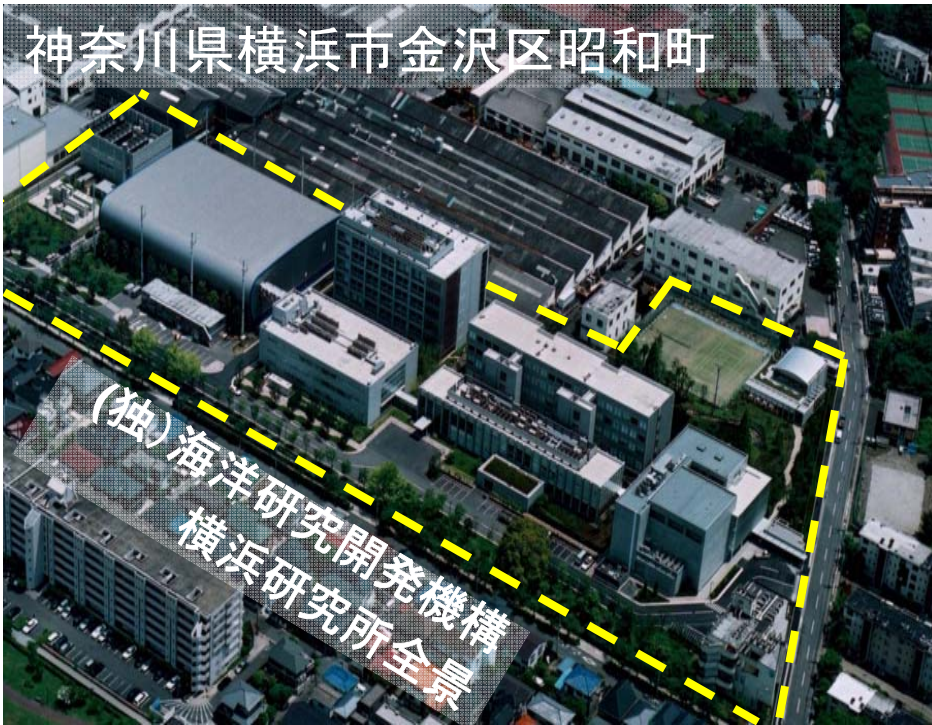
地球シミュレータ産業利用への取り組み



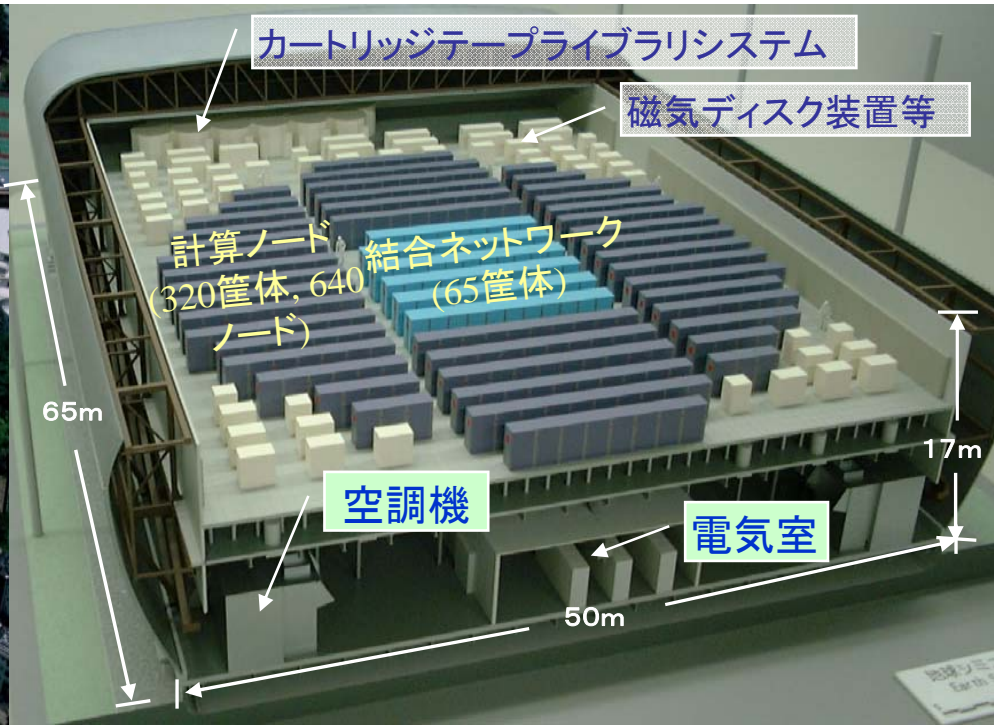
2008. 9. 5
独立行政法人海洋研究開発機構
計算システム計画・運用部
産業利用推進グループ
新宮 哲



神奈川県横浜市金沢区昭和町



(独)海洋研究開発機構
横浜研究所全景



カートリッジテープライブラリシステム

磁気ディスク装置等

計算ノード
(320筐体, 640ノード)

結合ネットワーク
(65筐体)

空調機

電気室

65m

50m

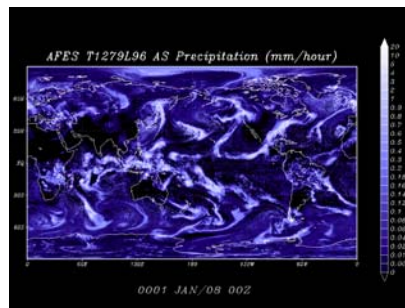
17m



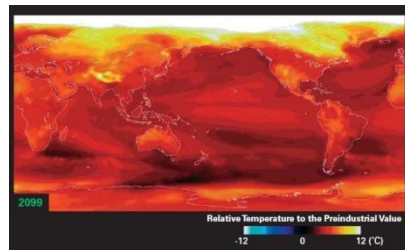
地球シミュレータの役割と目標

地球シミュレータの役割 (地球シミュレータ運営基本計画より抜粋)

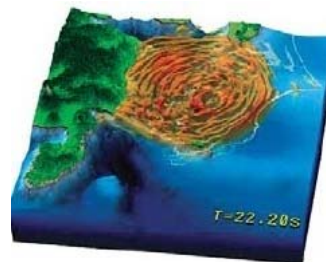
地球大気・海洋の変動及び地球内部の変動を定量的に評価・予測し、自然災害からの人類の生命・財産の保全及び気候変動に対する的確な環境・資源管理と適切な経済活動の支援に寄与し、人と自然の共生とそれによる人類の持続的発展に貢献する。



大気大循環

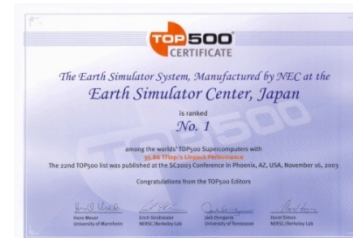


地球温暖化予測



強震動シミュレーション

大気大循環モデルが実効性能で5Tflopsの性能を達成することを目標として設計開発された。実際には、26.58Tflops(ピーク性能比65%)を達成し、SC2002でゴードンベル(最高性能賞)を受賞。



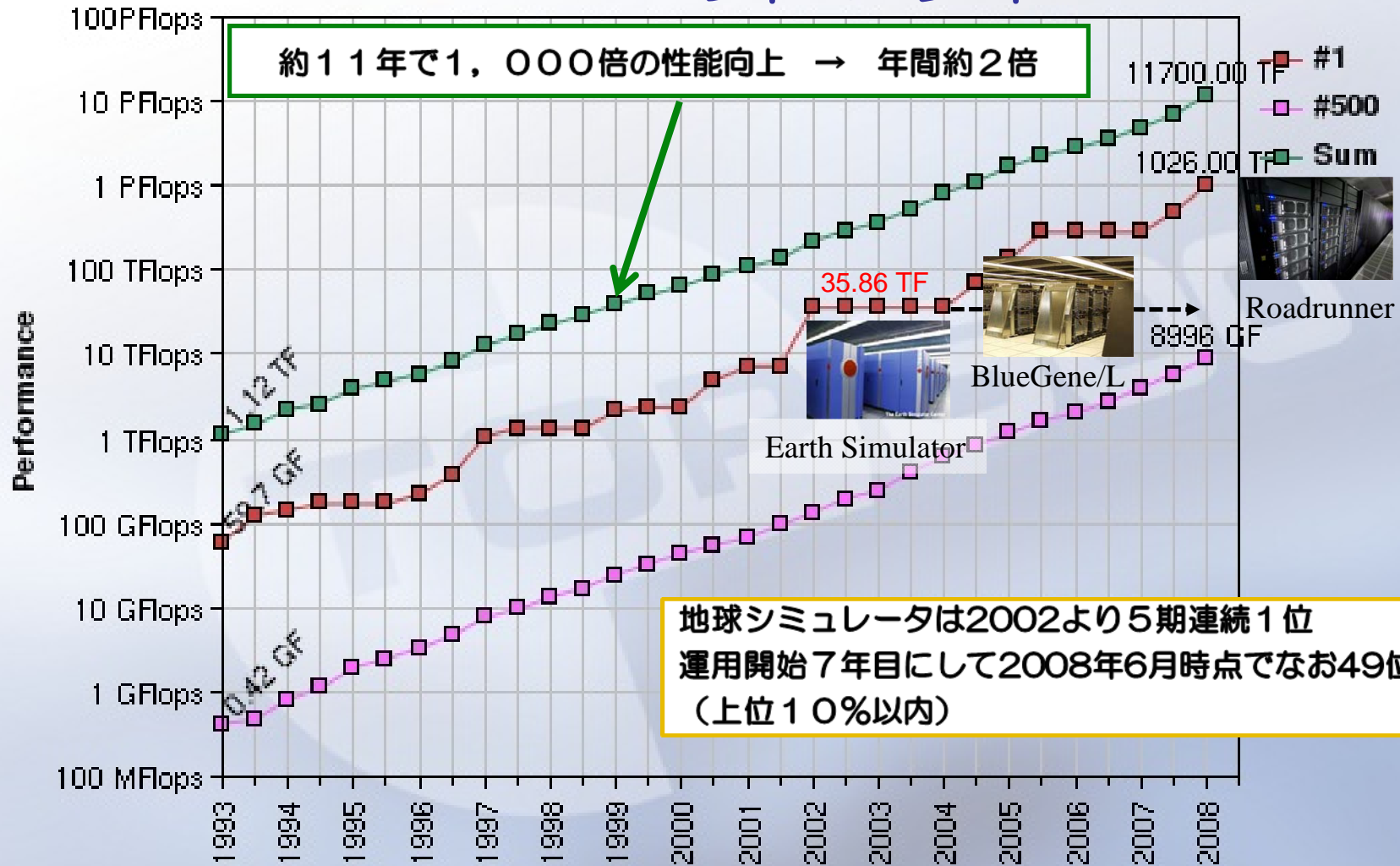
TOP500では
35.86Tflopsで、2002
～2004まで1位

地球シミュレータを取り巻くHPCの動向

- ついにペタフロップスマシンが登場
 - IBM Roadrunner が1.026Pflopsを達成
 - PowerXCell 8i とAMD Opteronのハイブリッド
 - 開発言語はC/C++。それぞれ別のコンパイラで翻訳。
 - 全コア数は122,400台！
- TOP500に2002年にランクイン（運用7年目）した地球シミュレータが未だに上位10%（49位）に残っている
- 国内でも東大、東工大等にピーク性能100Tflops級のHPCシステムが導入され産業界への利用を開放



TOP500のトレンド



地球シミュレータは2002より5期連続1位
運用開始7年目にして2008年6月時点でなお49位
(上位10%以内)

計算性能の指標

■ TOP500ランキング（たかがLINPACK、されど...）

■ 行列計算(LINPACK)による性能評価

- 利点：わかりやすい。広範囲なマシンの比較が可能。
- 欠点：
 - CPU台数を増やせば性能が上がる傾向。
 - 通信の影響が少なく、通信性能の評価としては不十分。
 - 演算は $O(N^3)$, 通信は $O(N^2)$
 - LINPACK性能が高いからと言って、必ずしも実用的なプログラムの性能が良いわけではない。





■ ゴードンベル賞

■ 実用的で高性能なプログラムを用いた研究に対して贈られる

- 利点：
 - 実用的なプログラムでの性能が評価される。
 - 並列計算機のトータルな性能が要求される。
- 欠点：
 - 同一プログラムでの評価ではないので比較し難い。
 - 特定のマシンでしか動作しないプログラムでも認められる。



SC: The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis

History	
	SC2007 Reno, NV November 2007 Conference Proceedings Coming Soon
	SC2006 Tampa, FL November 2006 Conference Proceedings
	SC2005 Seattle, WA November 12-18 2005 Conference Proceedings
	SC2004 Pittsburgh, PA November 6-12 2004 Conference Proceedings
	SC2003 Phoenix, AZ November 15-21, 2003 Conference Proceedings
	SC2002 Baltimore, MD November 16-22, 2002 Conference Proceedings 1 Conference Proceedings 2
	SC2001 Denver, CO November 10-16, 2001 Conference Proceedings
	SC2000 Dallas, TX November 4-10, 2000 Conference Proceedings
	SC1999 Portland, OR November 13-19, 1999 Conference Proceedings
	SC1998 Orlando, FL November 7-13, 1998
	SC1997 San Jose, CA November 15-21, 1997 Conference Proceedings
	SC1996 Pittsburgh, PA November 17-22, 1996 Conference Proceedings
	SC1995 San Diego, CA December 4-8, 1995 Conference Proceedings
	SC1994 Washington, D.C. November 13-18, 1994 Conference Proceedings
	SC1993 Portland, OR November 15-19, 1993 Conference Proceedings
	SC1992 Minneapolis, MN November 16-20, 1992 Conference Proceedings
	SC1991 Albuquerque, NM November 18-22, 1991 Conference Proceedings
	SC1990 New York, NY November 12-16, 1990 Conference Proceedings
	SC1989 Reno, NV November 13-17, 1989 Conference Proceedings
	SC1988 Orlando, FL November 14-18, 1988 Conference Proceedings

- 毎年アメリカで11月に約1週間かけて開催される高性能計算に関する国際会議。
- テクニカルセッションでの最新技術に関する発表を中心とし、チュートリアルセッションも行われる。
- 各分野で賞を設定し、最終選考に残った研究発表と受賞式が行われる。
- メーカーと計算機センター等による大規模な展示会も同時開催される。
- SC08は、テキサス州オースチンで開催。



ゴードンベル賞

地球シミュレータを利用した論文が3年連続で受賞、その後も2007年まで毎年Finalistに選ばれた。

【SC2002】

- 🏆 最高性能賞 **26.58 Tflops** スペクトル法による全球大気大循環シミュレーション
- 🏆 言語賞 **14.9 Tflops** HPFによる核融合3次元流体シミュレーション
- 🏆 特別賞 **16.4Tflops** フーリエスペクトル法による乱流直接数値シミュレーション

【SC2003】

- 🏆 最高性能賞 **5 Tflops** 146億自由度、2.5テラバイトの地震シミュレーション

【SC2004】

- 🏆 最高性能賞 **15.2 Tflops** 地球ダイナモシミュレーション

【SC2005】

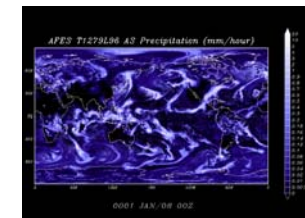
- 🌐 **Finalist 16.447 Tflops** 159-Billion-dimensional Exact-diagonalization for Trapped Fermion-Hubbard Model on the Earth Simulator
- 🌐 **Finalist over 26Tflops** Magnetohydrodynamic Turbulence Simulations on the Earth Simulator Using the Lattice Boltzmann Method

【SC2006】

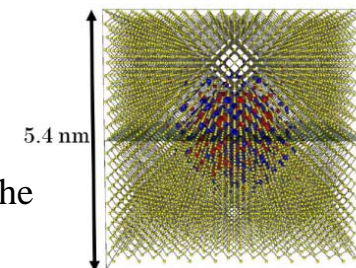
- 🌐 **Finalist 24.6 Tflops** High-Performance Computing for Exact Numerical Approaches to Quantum Many-Body Problems on the Earth Simulator

【SC2007】

- 🌐 **Finalist 14.6 Tflops** First-Principles Calculations of Large-Scale Semiconductor Systems on the Earth Simulator (PHASE)



AFES T1279L96



PHASE 7999Si+1As

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

大気モデルに対する計算性能の記録

-地球シミュレータでのAFESが
27TF/s (5,120プロセッサのピーク
性能比65%) で未だに記録

-8.76TF/s (15,000プロセッサの
ピーク性能比7.8%) がWRFの非静力
学モデルでの記録

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

産業利用に提供する主な設備及び施設

- 地球シミュレータ (ES)
(640ノード、5,120プロセッサ、
メモリ10TB、40.96Tflops)



- 共同研究室 IT棟5F
(8部屋各室施錠可能、夜間・休日は研
究室フロアへの出入口のドアを施錠)



- 大規模データ処理システム
(MDPS)
ハードディスク 240TB
テープライブラリ 1.9PB



- 共用端末室
シミュレータ研究棟3F

- 遠隔リモートサーバ
(ワンタイムパスワードを利用)
- ファイル転送サーバ
- 産業利用支援用サーバ
(Xeon Quad-core x2, 64GB)



大規模可視化システム（H20.3に導入）

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



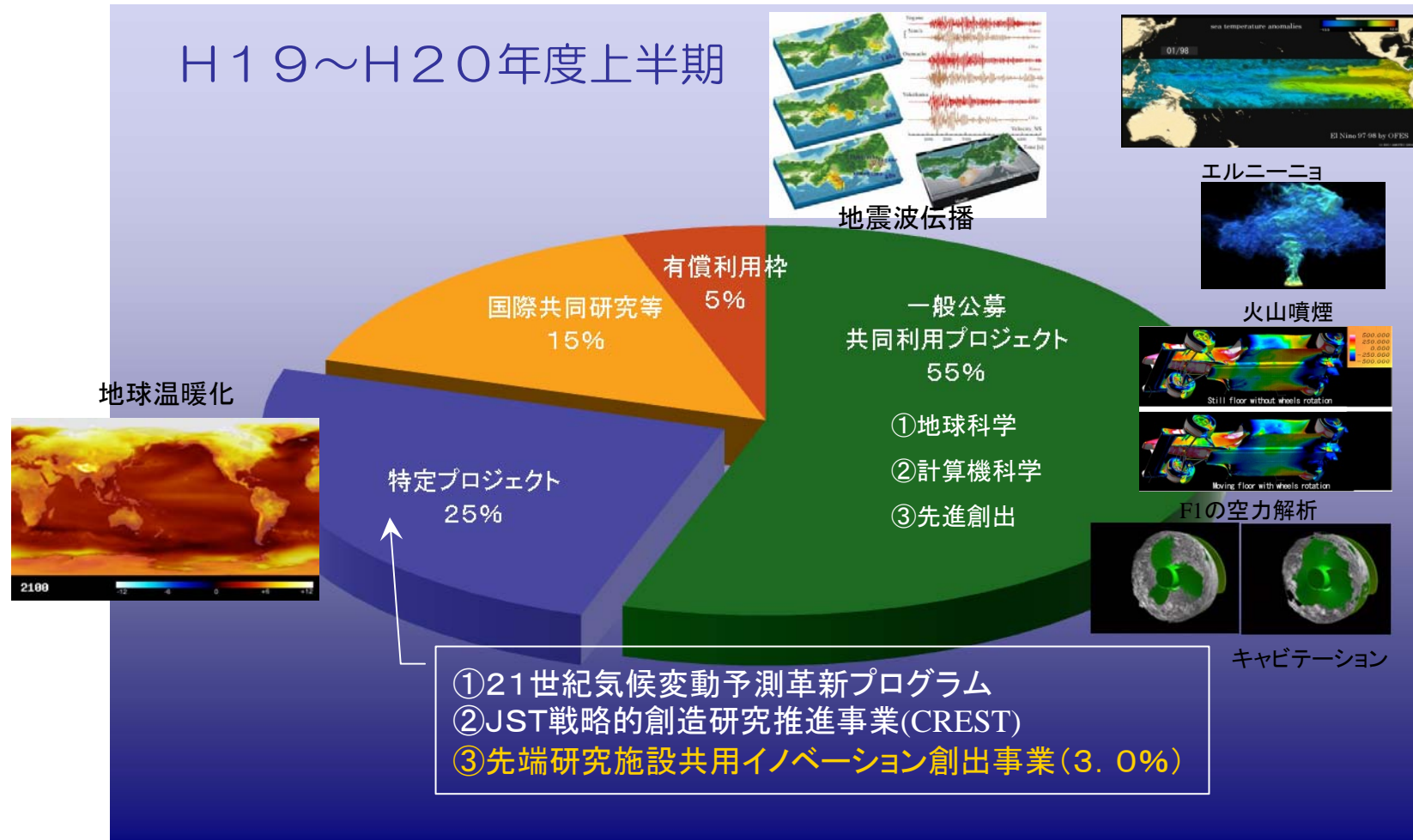
ソフトウェア環境

- OS：SuSE Linux ES10
- コンパイラ：PathScale3.1, gcc 4.1.2
- 可視化ソフト：Fieldview 12, AVS/Express 7.2など
- 流体解析／構造解析メッシュジェネレータ：Pointwise (Gridgen後継)



地球シミュレータ計算資源の分野別配分

H19~H20年度上半期



H19,H20年度とも先端研究施設共用イノベーション創出事業に、153,000ノード時間を配分

地球シミュレータ産業利用の取り組み

- 一般公募（共同利用プロジェクト）
 - 先進創出分野（H14～） バイオ、材料、流体など
- 民間企業との共同研究(H16～18)
 - 自動車工業会との共同研究
 - 民間航空機設計技術の開発に係わる共同調査
- 文部科学省の委託事業
 - 先端大型研究施設戦略活用プログラム(H17～18)
 - 先端研究施設共用イノベーション創出事業(H19～)
- 成果専有型（成果非公開）有償利用
 - 試行期間（H17-18）を経て、H19.6より正式に運用開始



文部科学省「先端研究施設共用イノベーション創出事業」

平成17~18年度

平成19~23年度

先端研究施設共用イノベーション創出事業

国が支援をする拠点(施設・設備)を公募

ナノテクノロジー
総合支援プロジェクト

【ナノテクノロジー・ネットワーク】

先端大型研究施設
戦略活用プログラム



SPring-8



地球シミュレータ

地球シミュレータ
戦略活用プログラム

【産業戦略利用】



地球シミュレータ

東京大学
情報基盤
センター

東京工業大学
TSUBAME

全部で17施設が対象

地球シミュレータ
産業戦略利用プログラム

先端大型研究施設戦略活用プログラム (H17-18)

地球シミュレータ戦略活用プログラム実施課題

利用企業名	実施年度	プロジェクト名
日本電気株式会社	H17	コンピュータ技術を活用した創薬手法の研究における疾患原因蛋白の構造解析手法の研究
大成建設株式会社	H17	まるごと建物シミュレーションによる環境配慮型建築・街区計画手法の開発
株式会社本田技術研究所	H17	新奇ナノマテリアルの構造と特性に関する大規模シミュレーション研究
住友化学株式会社	H17-18	有機材料の発光特性シミュレーション
SRI研究開発株式会社	H17-18	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
株式会社 東芝	H18	機能性ナノ粒子設計シミュレーション
東日本旅客鉄道株式会社 JR東日本研究開発センター	H18	新幹線車両の空力騒音シミュレーション 新幹線車両の空力騒音シミュレーション
新日本製鐵株式会社	H18	CO2排出ミニマムを目指した実高炉内の四相(固気液粉)流れの大規模シミュレーション

先端研究施設共用イノベーション創出事業（H19～） 地球シミュレータ産業戦略利用プログラム

地球シミュレータ利用メニュー

戦略分野利用推進

戦略分野の利用推進により
効率的な成果創出を狙う

2つの戦略分野を設定
「極限環境流体シミュレーション」
「ナノ・材料における物性解明・機能
高度化シミュレーション」

新規利用拡大

新規企業参入による産業利用拡大
新規分野での施設利用有効性の検証

新規企業、新規分野
利用は最大2回まで

有望な新規
戦略分野の
抽出

施設共用によるイノベーション創出
有償利用による自立的な運用
計算機シミュレーション技術者の育成

H21年度の募集は12月～1月を予定。

文部科学省 先端研究施設共用イノベーション創出事業 地球シミュレータ産業戦略利用プログラムの概要

- 実施期間
 - 実施期間は原則5年間（H19年度～H23年度）
- 募集は年度単位
 - 年度毎に全課題を募集し年度末に評価を実施。
 - 戦略分野利用推進、新規利用拡大併せて原則年間12課題を募集。
 - 12課題に達しない場合は追加募集を実施。
 - 新規利用拡大については2回までに限定。
- 課題選定の方法
 - 機構内外の有識者で構成された課題選定委員会により選定。



利用課題選定の観点（産業戦略利用）

共通項目

1. 平和利用であるか
2. 利用するプログラムが、動作実績があり改変可能なものであるか
3. 実施に必要な人員体制などを確保していること
4. 本事業における利用計画が、試作を行い有効性を検証することまでであるか（プロダクトランは、有償利用をご検討下さい）

戦略分野利用推進

1. 応募した戦略分野との合致性
2. 目標達成時のインパクト
3. 目標達成の見込み
4. 将来的な有償利用への移行の見込みがあるか
もしくは成果公開により有償利用の拡大が見込めるか
5. 利用するプログラムが、地球シミュレータ上の並列処理（分散メモリ型）やベクトル処理に対して適性がありそうか

新規利用拡大

1. これまで地球シミュレータで実施されたことのない分野であるか
2. 地球シミュレータの新規利用者であるか
（利用回数2回までは新規利用と見なされます）



利用成果公開の考え方（産業戦略利用）

- 利用成果は公開が原則
 - 利用成果報告書（利用終了後に提出）
 - 利用成果報告（地球シミュレータ産業利用シンポジウムで発表）
- 公開の延期
 - 提出した報告書を利用者が特許取得などの理由により公開の延期を希望し、所定の手続きにて施設運用機関に認められた場合には、**最大2年間の公開延期が可能。**
- 報告の義務
 - 地球シミュレータを利用して得られた成果に関して、特許出願、特許取得、製品化につながった場合は、各段階において速やかにその概要を報告して頂きます。



シミュレーションソフトウェアの利用パターン

- 独自開発
 - 企業内で開発体制を保持
 - 開発要素があると数年単位の期間が必要
 - ESでのベクトル処理、並列処理の最適化を支援
- 海外商用パッケージ（LS-Dyna, Fluent, etc.）
 - 一般に移植に手間がかかる
 - 大規模並列に対応していない、ソースが修正出来ない、ベクトル計算に適さない、ライセンスなどの問題がある
- 国産のソフトウェア
 - 文部科学省IT基盤構築のための研究開発プログラム「戦略的革新シミュレーションソフトウェアの研究開発」で開発されたソフトウェア等
 - 開発元による支援が受けられる、ソースの修正が可能
 - ESでの大規模並列実行の実績が有るものが多い
 - FrontFlow/blue, FrontFlow/red, PHASE, ABINIT-MP, FrontSTR, etc.



利用可能ノード数制限の解除条件

$$S = \frac{T_1}{T_N} = \frac{1}{1 - \alpha + \frac{\alpha}{N} + \beta}$$

$$E = \frac{S}{N} \geq \frac{1}{2} = 50\%$$

N プロセッサ台数 (又はコア数)

T_1 1台で実行したときの時間

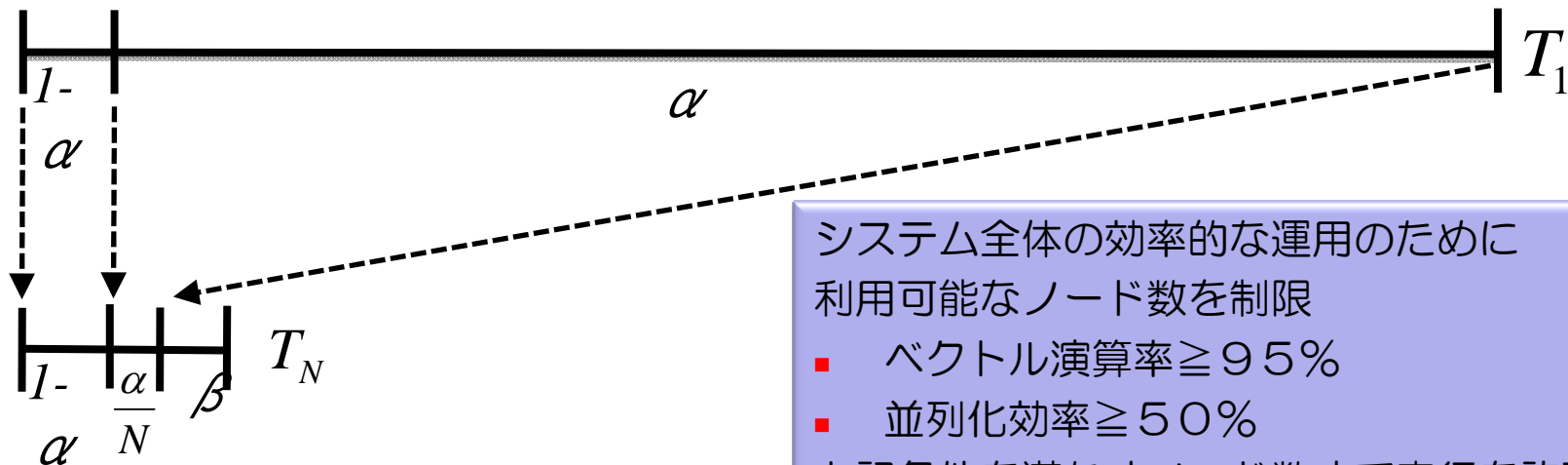
T_N N 台で実行したときの時間

S 並列実行時の加速率(*Speedup*)

α 並列化率

β 通信やインバランスなどのオーバーヘッドの割合

E 並列化効率(*Efficiency*)



システム全体の効率的な運用のために
利用可能なノード数を制限

- ベクトル演算率 $\geq 95\%$
- 並列化効率 $\geq 50\%$

上記条件を満たすノード数まで実行を許可

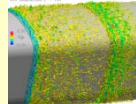

$N \rightarrow \infty$ 、 $\beta \rightarrow 0$ の極限でも

$1 - \alpha$ が1%でも残っていると $S < 100$ ($\alpha = 99\%$), 0.1% で $S < 1000$, 0.01% で $S < 10000$, 0.001% で $S < 100000$ ($\alpha = 99.999\%$)

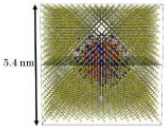
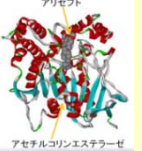


ESで動作実績のある主なプログラム例（1）

流体解析シミュレーション

プログラム名	説明	開発元	実効性能/最大規模
FrontFlow/blue 	乱流音場解析ソフトウェア 3次元非定常非圧縮N-S方程式、 LES(Large Eddy Simulation), 有限要素法	東京大学生産技術研究所 (文部科学省IT基盤構築のための研究 開発プログラム「戦略的革新シミュ レーションソフトウェアの研究開 発」)	500ノード 3.4TFLOPS ピーク性能比 10%
FrontFlow/red 	乱流燃焼解析ソフトウェア RANS(Reynolds Averaged Navier-Stokes)または LES(Large Eddy Simulation)モデルが選択可能、 SIMPLE法に基づく陰解法、有限体積法		100ノード 593GFLOPS ピーク性能比 9%
VECTIS	3次元CFDプログラム エンジン燃焼解析	Ricardo社 (欧州最大の独立系車 輛エンジニアリング・コンサルティ ング会社)	31ノード
PAM-FLOW	自動車空力モデル	ESI Group (本拠地はフランス)	16ノード
STAR-CD	汎用熱流体解析プログラム	CD-adapco Group	8ノード

分子シミュレーション

プログラム名	説明	開発元	実効性能/最大規模
PHASE 	第一原理擬ポテンシャルバンド計算ソフトウェア 密度汎関数法、ナノデバイス・材料開発 SC07 Gordon Bell Award Finalist	東京大学生産技術研究所 (文部科学省IT基盤構築のための研 究開発プログラム「戦略的革新シ ミュレーションソフトウェアの研 究開発」)	512ノード 16.2TFLOPS ピーク性能比 49%
BioStation (ABINIT-MP) 	非経験的フラグメント分子軌道法プログラム 医薬品設計等の効率的な分子設計を可能にする 量子論に基づいたタンパク質と化学物質の相互作用解 析システム		512ノード 3.5TFLOPS ピーク性能比 11%
VASP	Vienna Ab-initio Simulation Package 第一原理電子状態計算 (密度汎関数法) 物性予測、材料挙動のシミュレーション	Vienna大学	10ノード 360GFLOPS ピーク性能比 56%

ESで動作実績のある主なプログラム例（2）

構造解析シミュレーション

プログラム名	説明	開発元	実効性能／最大規模
ADVENTURE Solid	構造解析ソフトウェア	ADVENTUREプロジェクト(九州大学)	256ノード 5.1TFLOPS ピーク性能比 32%
LS-Dyna	構造解析ソフトウェア、有限要素法	米国リバモア・ソフトウェア・テクノロジー社(LSTC)	163ノード 560GFLOPS ピーク性能比 5.4%
Advance/FrontSTR	構造解析ソフトウェア 有限要素法	東京大学生産技術研究所 アドバンスソフト（株） (文部科学省IT基盤構築のための研究開発プログラム「戦略的革新シミュレーションソフトウェアの研究開発」)	40ノード
PAM-CRASH	衝撃・衝突解析ソフトウェア 有限要素法構造解析プログラム 自動車、船舶、航空、宇宙、鉄道分野等	ESI Group（本拠地はフランス）	70ノード
RADIOSS-CRASH	衝撃、安全関連の挙動、製造プロセス、流体-構造連成問題のシミュレーションを目的とした包括的な過度応答、動的応答の有限要素ソルバー	米国Altair Engineering, Inc.	14ノード

文部科学省 先端研究施設共用イノベーション創出事業 地球シミュレータ産業戦略利用プログラム平成19年度採択課題

採択分野	企業名	プロジェクト名	プログラム名
★流体①	東日本旅客鉄道(株) JR東日本研究開発センター	新幹線車両の空力騒音シミュレーション	FrontFlow/blue
★流体②	新日本製鐵(株)	CO2排出ミニマムを目指した実高炉内の多相(固気粉)流れの大規模シミュレーション	実高炉内の粒子群と気流のシミュレーション (DEM+流体)
★ナノ①	SRI研究開発(株) 現: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	(株)東芝	機能性ナノ粒子設計シミュレーション	(公開延期)
ナノ③	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
★新規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
新規②	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低減技術の開発	FrontFlow/blue
新規③	キャノン(株)	電子機器ファンダクト系の空力騒音の数値解析	FrontFlow/blue
新規④	(株)日立プラントテクノロジー	遠心圧縮機の空力騒音低減の研究	FrontFlow/red
新規⑤	住友電気工業(株)	III-V族化合物半導体混晶の欠陥準位に関する第一原理電子状態計算	PHASE
新規⑥	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
新規⑦	(株)本田技術研究所	化学気相反応における触媒に関する大規模シミュレーション研究	PWscf, DL_POLY

★ 本シンポジウムで発表する課題

略称	利用メニュー「戦略分野名」
流体	戦略分野利用推進「極限環境流体シミュレーション」
ナノ	戦略分野利用推進「ナノ・材料における物性解明・機能高度化シミュレーション」
新規	新規利用拡大

文部科学省 先端研究施設共用イノベーション創出事業 地球シミュレータ産業戦略利用プログラム平成20年度採択課題

採択分野	企業名	プロジェクト名	プログラム名
流体①	東日本旅客鉄道(株) JR東日本研究開発センター	数値シミュレーションによる次世代高速新幹線用低騒音パンタグラフの開発	FrontFlow/blue
流体②	新日本製鐵(株)	CO2排出ミニマムを目指した実高炉内の多相(固気粉)流れの大規模シミュレーション	実高炉内の粒子群と気流のシミュレーション (DEM+流体)
流体③	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低減技術の開発	FrontFlow/blue
流体④	(株)日立プラントテクノロジー	遠心圧縮機の空力騒音低減の研究	FrontFlow/red
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	(株)東芝	機能性ナノ粒子設計シミュレーション	(公開延期)
ナノ③	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④	(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
新規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
新規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
★新規③	キッセイ薬品工業株式会社	フラグメント分子軌道(FMO)法の創薬における分子シミュレーションへの応用ー特にフラグメントベースドドラッグデザインへの応用ー	ABINIT-MP
★新規④	NECソフト株式会社	分解耐性核酸アナログを用いたアプタマーデザイン評価用シミュレーション技術の開発	ABINIT-MP

★ 平成20年度より新たに採択された課題

略称	利用メニュー「戦略分野名」
流体	戦略分野利用推進「極限環境流体シミュレーション」
ナノ	戦略分野利用推進「ナノ・材料における物性解明・機能高度化シミュレーション」
新規	新規利用拡大



支援体制

- 施設共用技術指導研究員
 - 4名の研究員（常勤）
 - 技術支援
 - 実行性能分析及び高速化
 - 移植、デバッグ支援
 - 計算結果の可視化支援
 - 遠隔利用、ファイル転送、データバックアップ等の利用支援
 - その他、利用に関する各種相談

研究員	専門分野
A	可視化、MPI 流体力学
B	分子科学 量子化学
C	プラズマ物理 (電磁流体)
D	流体力学 粒子モデル

- 施設共用リエゾン
 - 新規分野拡大のため、創薬分野の専門家をリエゾンに採用
 - 応募前の相談から施設利用中の支援まで対応

2名のアドバイザー（非常勤）
（有限要素法、ベクトル並列、密度版関数法などの専門家）

その他
物質系モデル開発研究員（非常勤）
メーカー系SEによるプログラム相談対応



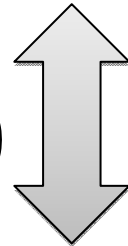
産業利用形態の例

産業界における
数値シミュレーションの応用
新製品の研究開発
基礎研究
製品評価など

- <共用イノベーション>
●機密保持契約 (NDA)
<有償利用>
●有償利用契約書

利用ニーズ

企業



JAMSTEC

先端研究施設の提供



ASP: Application Service Provider
アプリケーションソフトウェアの開発、
提供、サポート等のサービスを行っ
ている企業

利用プログラムのサポート

連携機関

ASP, 大学等



- <ASPが受託計算を実施する場合>
●有償利用契約書

地球シミュレータの運用
利用環境の整備・提供
プログラムの移植・高速化等
の技術支援

（成果専有型）有償利用契約について

■ 原則

- 年度毎に契約
- 利用成果は非公開（100%利用者に帰属）
- 利用負担金は、1ノード時間当たり1,585円
- 予め設定した利用ノード時間で契約
- 超過分を含めて年度末に精算
- リモートからのアクセスも可能
- 動作確認等のトライアルが無償で利用可能。（3ヶ月間、有償利用予定の10%まで）

■ 個別調整も可

- 前払い、分割払い等



共用ナビ 研究施設総合ナビゲーションサイト



<http://kyoyonavi.mext.go.jp/>

Googleから”共用ナビ”で検索

先端研究施設共用
イノベーション創出事業
に参加している研究施設
の総合案内サイト

- 全施設の検索
- 募集・採択情報
- イベント情報
- ニュース
- 利用成果報告など

計算システム計画・運用部のホームページのご案内

http://www.jamstec.go.jp

The image shows two overlapping browser windows. The background window is the JAMSTEC homepage (http://www.jamstec.go.jp/index.html). The foreground window is the Super Computer System Planning and Operations Department page (http://www.jamstec.go.jp/spod/jp/index.html). A yellow arrow points from the '計算システム計画・運用部' link in the left sidebar of the JAMSTEC homepage to the '地球シミュレータのご利用について' link in the right sidebar of the SP00 department page.

JAMSTEC 独立行政法人 海洋研究開発機構
JAPAN AGENCY FOR MARINE-EARTH SCIENCE AND TECHNOLOGY

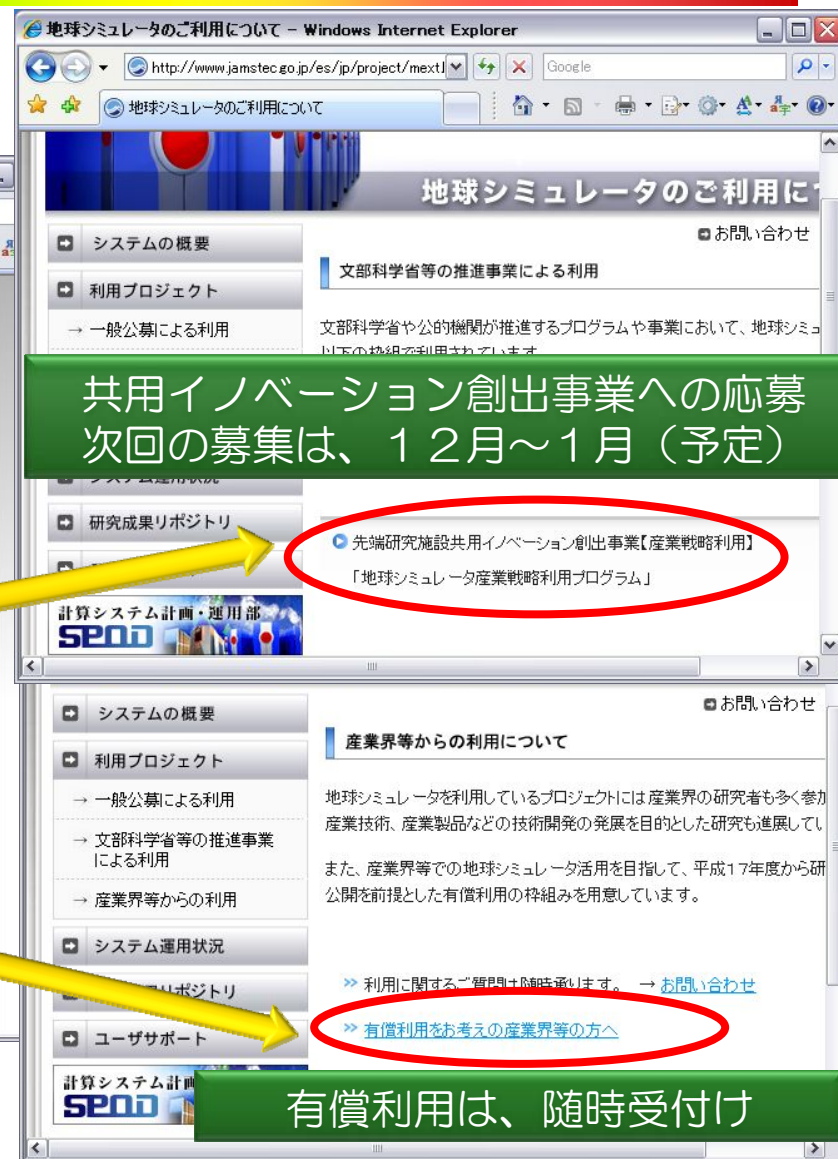
計算システム計画・運用部
Super Computer System Planning and Operations Department

地球シミュレータのご利用について

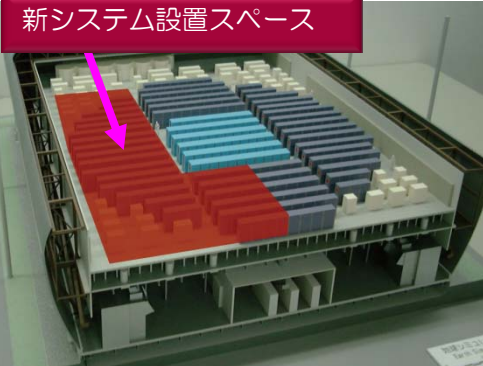
JAMSTEC
スーパーコンピュータシステム

地球シミュレータ利用の申込み案内

<http://www.jamstec.go.jp/es/jp/index.html>



地球シミュレータの更新概要



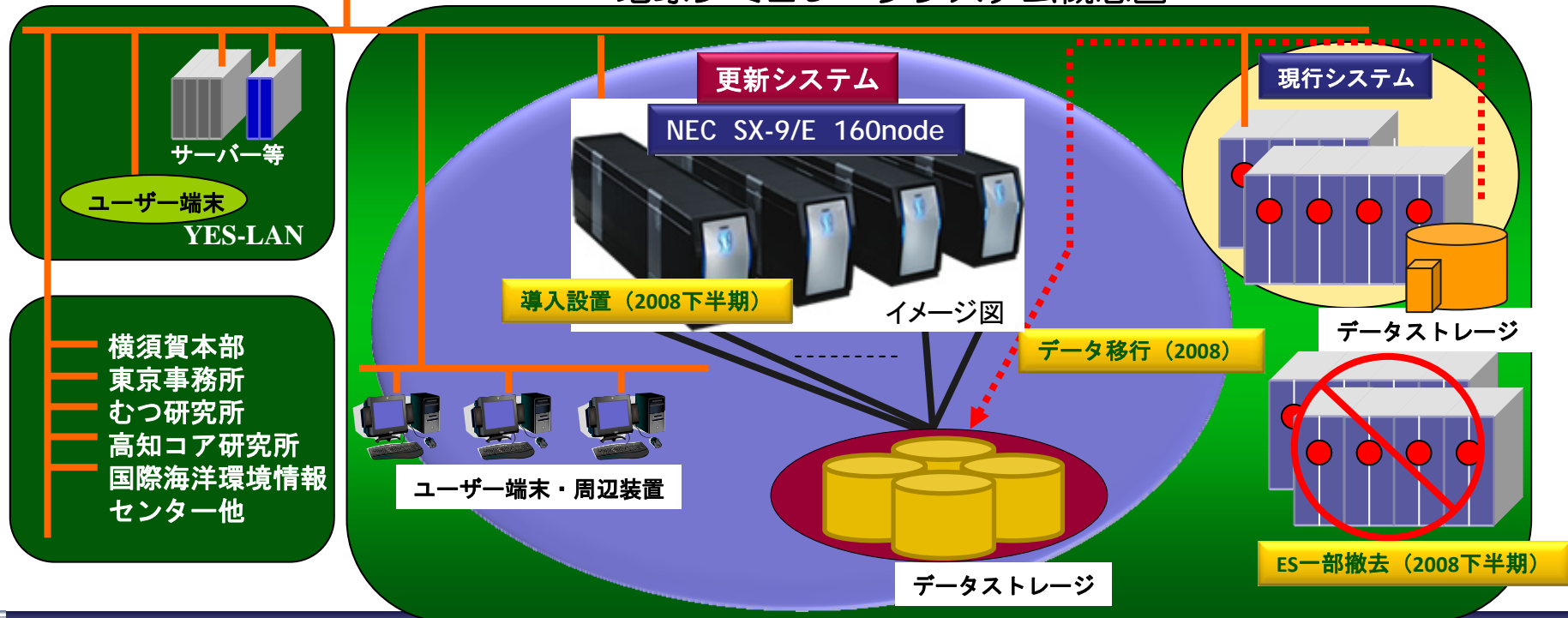
新システム設置スペース

	【更新後の性能（現行システム性能）】			【更新作業の計画（2008）】		
	<ul style="list-style-type: none"> ・ピーク性能 : 131TFlops以上 (41TFlops) ・実効性能 : 現行システムの2倍以上 ・総主記憶容量 : 20TB以上 (10TB) 			<ul style="list-style-type: none"> ・現行システムの一部撤去 ・撤去部分に更新システムの設置・システム構築 ・データ移行 		
	2006(H18)	2007(H19)	2008(H20)	2009(H21)	2010(H22)	2011(H23)
現行ES	運用(H21.3末まで)			移行に向けシステム一部撤去・データ移行実施		
更新システム		検討	調達	運用(H21.3月より6年リース)		

外部機関へ接続

SINET3

地球シミュレータシステム概念図



ハードウェア諸元 ES vs. SX-9/E

		Earth Simulator	SX-9/E	性能比
CPU	クロック	1GHz	3.2GHz	3.2x
	バクトル性能	8GF	102.4GF	12.8x
	メモリ転送性能	32GB/s	256GB/s	8x
Node	CPU数	8	8	1x
	バクトル性能	64GF	819.2GF	12.8x
	メモリ容量	16GB	128GB	8x
	ノード間転送性能	12.3GB/s x2	64GB/s x2	5.2x
System	ノード数	640	160	1/4x
	演算性能	41TF	131TF	3.2x
	メモリ容量	10TB	20TB	2x
	NW トポロジ	フルクロスバ (回線交換方式)	2段ファットツリー (パケット交換方式)	—

地球シミュレータ次期システムのメリット

- ノード当たりの共有メモリが大きい
 - 大規模な問題に適用可能（特にナノ・バイオ系に有利）
- CPU性能が高いため、少ない台数で高性能
 - 並列化阻害要因の影響を受けにくい（非並列部分、通信、バラツキなど）
- 大規模ストレージの利便性向上
 - テープがなくなり全てHDD（2PB）に
- ネットワーク環境の改善
 - スループットを改善、使い勝手を改善
- 経費負担の価格性能比が向上
 - ノード数1/4に対して、ノード性能比12.8倍
 - 価格性能比は3.2倍以上（調整中）



まとめ

- 産業界から地球シミュレータ利用する方法
 - 先端研究施設共用イノベーション創出事業【産業戦略利用】
「地球シミュレータ産業戦略利用」への応募
 - (成果専有型) 有償利用への申込み
 - 一般公募 先進創出分野への応募 (H21年度の公募は未定)
- 産業界向けアプリケーションソフトウェアの整備が重要
 - 「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発(RSS21)」で開発されたアプリケーションのようにESでの実績があるものを利用できれば効率的。
 - 独自開発のソフトウェアを利用する場合は、長期的な取組みが必要。
- シミュレーションに関する専門技術を有する機関との連携が有効
 - 大学、公的な研究機関、民間企業 (ASP等) など
- ソルバーだけでなくプリ・ポストの大規模計算への対応も重要
- 地球シミュレータ次期システムの産業利用は平成21年度から



ご静聴ありがとうございました

