

# NECのHPCへの取り組み

NECのHPC製品のご紹介



2002年3月5日

第一コンピュータ事業本部 HPC販売推進本部

**NEC** 日本電気株式会社

# 目次

- NECのHPC製品ご紹介
- SX - 6シリーズハードウェアのご紹介
- スカラーサーバExpress5800 1000シリーズ  
及びTX7/AzusA
- Express5800/Parallel PC-Cluster

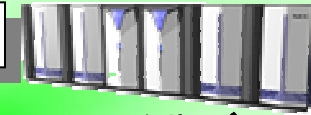


# NECのHPC製品(科学技術計算向けハイエンドコンピュータ)

SXシリーズにスカラ型IA-64サーバ(AzusA)、Express5800も 加えファミリーとして展開

## スーパーコンピュータ

大規模・大容量のハイエンド市場



- ・気候 / 環境
- ・航空宇宙
- ・材料 ・流体
- ・原子力
- ・衝突解析
- ・音振解析

大学・研究所・政府機関  
自動車・航空・化学



SX-6シリーズ

### HPCサーバ

創薬: 分子軌道法



SX-01

### スカラサーバ

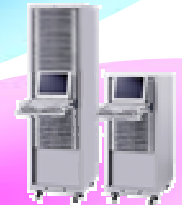


AzusA

TX7シリーズ

Express5800/  
1160Xa

PCクラスタ



Express5800/  
Parallel PC-Cluster



Express5800/50  
シリーズ

中規模～小規模計算

- ・EDA
- ・化学
- ・構造解析
- ・機械・設計

ハイエンドHPC  
ベクトルスーパーコンピュータ

IA-64サーバ  
AzusA

IA-64 ワークステーション  
パラレルPCクラスタ

### バイオ研究領域での PCクラスタ

<主な研究項目>

- ・遺伝子発見(ゲノム解析)
- ・タンパク質単粒子画像解析
- ・分子動力学計算
- ・タンパク質構造予測

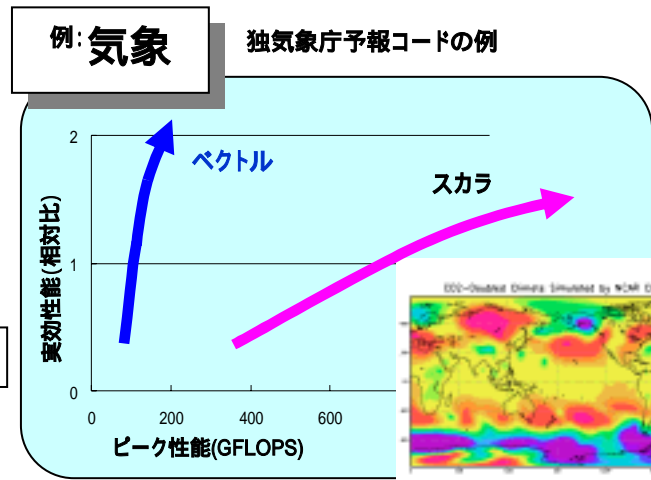
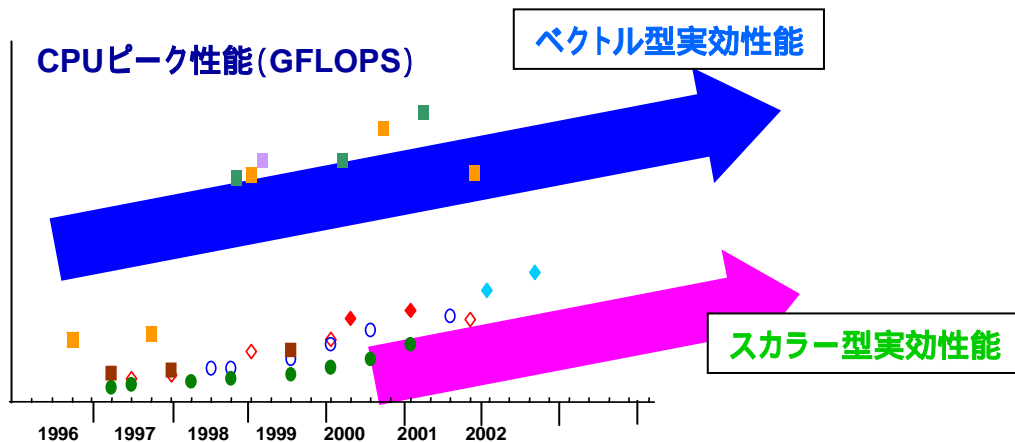


# スーパーコンピュータSX-6 及び HPCサーバSX-6i



# ベクトル型スーパーコンピュータの必要性

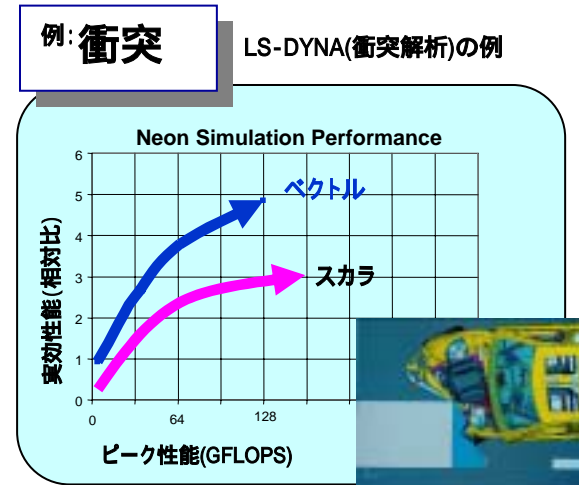
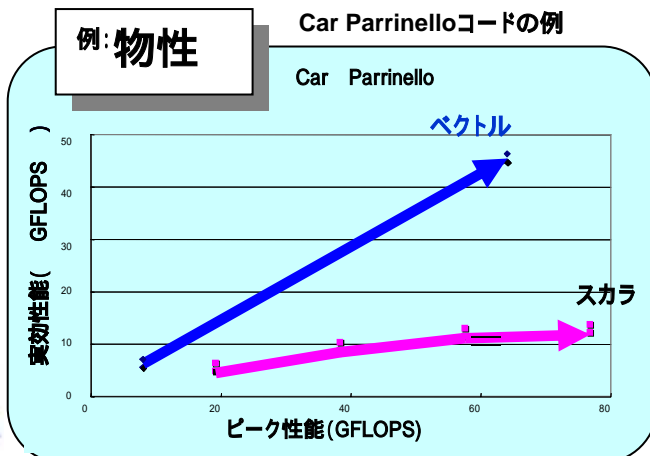
## 大規模シミュレーション:ベクトル型スーパーコンピュータは必須



Si-SiO<sub>2</sub> surface

シリコン表面の物性  
(空気中での酸化の様子)

NEC SX-6 Series



## 化学業種

### 分野

材料設計  
(触媒、化学反応)

成形  
(流動解析)

反応炉設計  
(多層流解析)

攪拌槽解析

プロセスシミュレーション

## 食品業種

### 分野

タンパク質工学  
(構造解析)  
遺伝子工学  
(データマイニング)

## 繊維業種

### 分野

材料設計  
流動解析  
構造解析  
衝突解析

## 精密機械業種

### 分野

Laser Printer設計  
(Header部分)  
(紙送り部分)  
磁気材料設計  
機械部品設計(強度)  
梱包材開発  
ロボット設計  
掘削装置設計  
(機構・構造連成)  
カム・スプリング設計

## 自動車関連業種

### 分野

流体解析  
車体廻り  
Spot溶接  
構造解析  
静解析  
非線形解析  
動解析  
衝突解析  
オフセット/側突  
ダミー/エアバッグ  
鍛造・鋳造  
エンジン解析



# 適用分野拡大

## 自動車・航空宇宙・気象・材料科学・建築でのSX-6の適用分野拡大

### エンジン解析シミュレーション

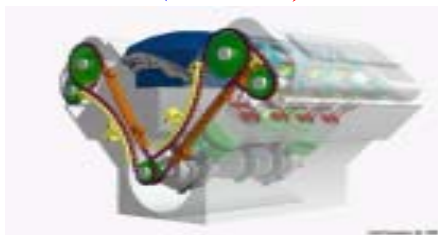
エンジンの寿命・騒音予測など



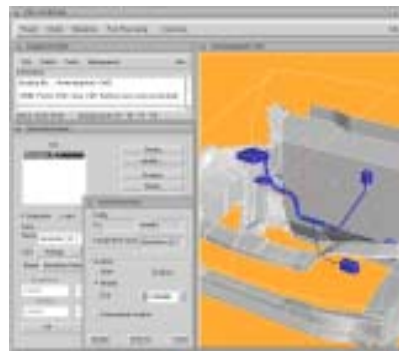
造工程の影響



燃焼過程の影響



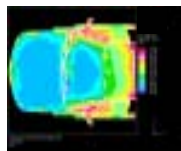
この他、新規分野も検討中:最適化、金融工学等  
電磁波シミュレーション



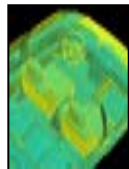
### 高精度・地域気象解析



### 車体騒音解析

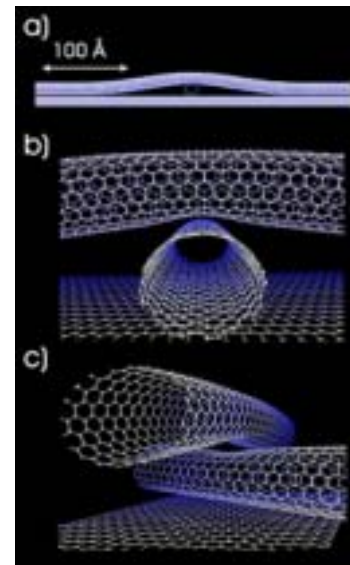


PAM-FLOW



SYSNOISE

### ナノ・テクノロジー



カーボンナノチューブ

化学系

建築

# NECスーパーコンピュータSXシリーズのロードマップ

## SXシリーズ:

10/3 SX-6発表、さらに次世代SXシリーズにわたり強化を続けます

最新テクノロジーを採用する  
スーパーコンピュータの強化・開発

次世代  
SXシリーズ

2001

2001-10-3  
発表

2001-11-28  
発表



地球シミュレータ

1998



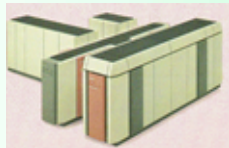
SX-5 Series  
-高い実効性能  
-共有大容量主記憶

1994



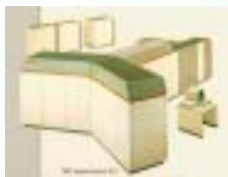
SX-4 Series  
-CMOS技術革新  
-完全空冷

1989



SX-3 Series  
-共有メモリ・マルチプロセッサ  
-UNIX OS(ともに国産初)

1983



SX Series  
-世界で初めて1GFLOPSを  
越えるスーパーコンピュータ

## SX-6 Series

- 1チップベクトルプロセッサ
- スケーラビリティの拡大

ユーザ・ISVとの  
コラボレーション

応用領域  
の開拓

グローバルな  
アライアンス

HPC技術  
の蓄積

先端の  
基板技術

大規模HPC市場のマー  
ケットリーダーに



# SX-6 : 新世代スーパーコンピュータ

イノベーションで価格性能比を**3倍改善**(SX-5比)

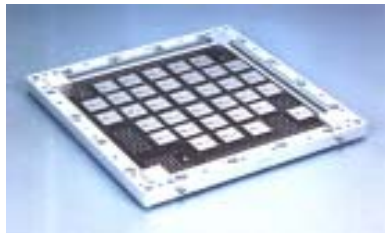
**SX - 4(1994年)**



8 Wide Vector Pipe

Performance : 2 GFLOPS(8.0 ns )  
 LSI : 0.35 μ m CMOS  
 : 37 Chips

**SX- 5(1998年)**



16 Wide Vector Pipe

: 8 GLOPS(4.0 ns ) \*  
 : 0.25 μ m CMOS  
 : 32 Chips

\* 2000年に10GFLOPS版発表

**SX-6(2001年)**



8 Wide Vector Pipe

: 8 GFLOPS(2.0 ns )  
 : 0.15 μ m CMOS  
 :

**ベクトルプロセッサ  
1チップ化に成功**



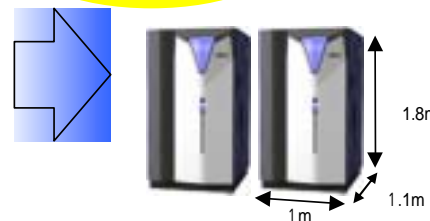
約 6.4 m  
 約 6.9 m  
**SX-4/64M2(128GFLOPS)**  
 消費電力: 約180KVA

価格性能比: 約2.5倍改善



**SX-5/16A(128GFLOPS)**  
 消費電力: 約90KVA

価格性能比: 約3倍改善



**SX-6/16M2(128GFLOPS)**  
 消費電力: 約17.2KVA

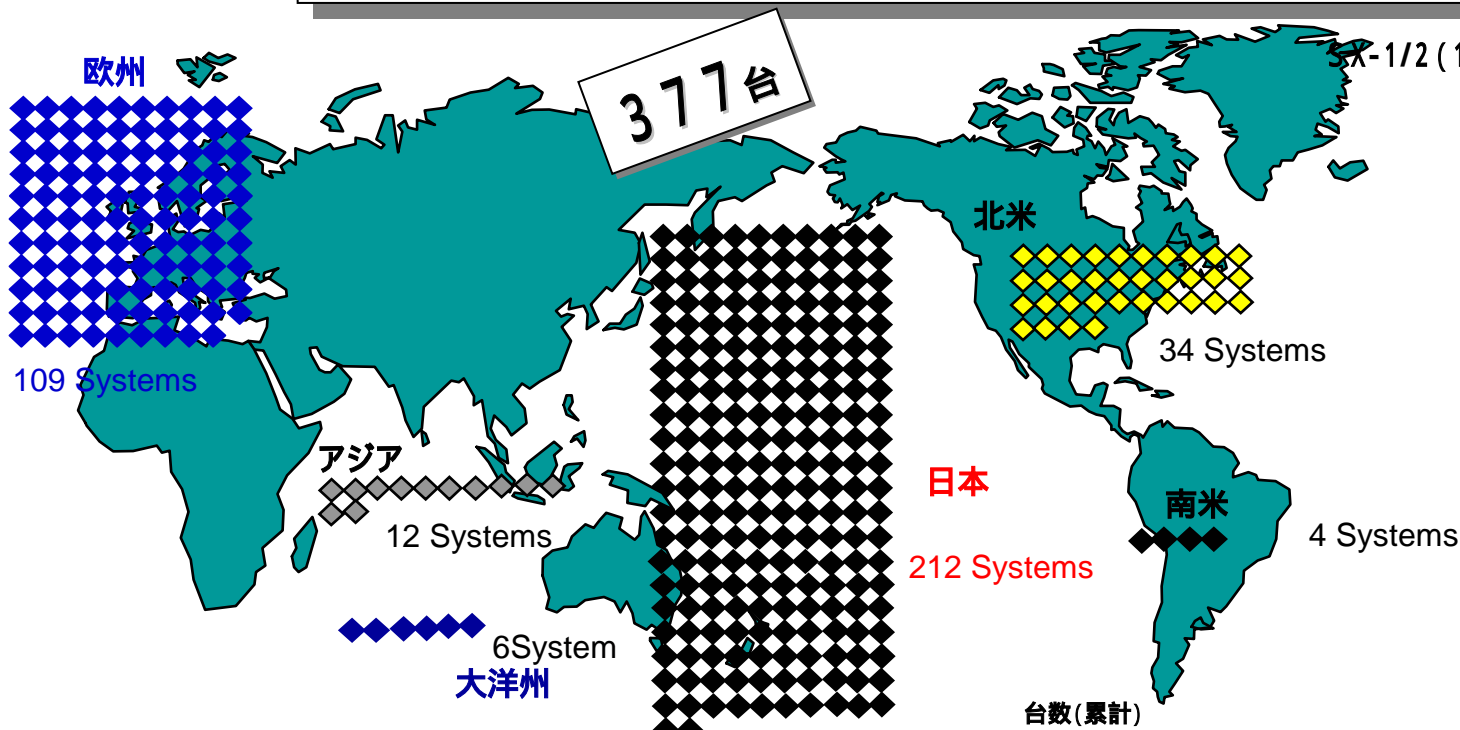
設置性: 2倍以上改善

設置性: 5倍以上改善

# NECスーパーコンピュータの実績(全世界)

受注累計で全世界300台突破!

1983年1月1日(1983年) ~ 2001年12月



- ・蘭 航空宇宙研究所
- ・仏 航空宇宙研究所
- ・仏 ルノー
- ・独 シュツットガルト大
- ・独 フォルクスワーゲン
- ・デンマーク気象庁
- ・国立環境研究所
- ・大阪大/東北大
- ・海洋科学研究所
- ・核融合科学研究所
- ・物質・材料研究機構
- ・豊田中央研究所
- ・日産自動車
- ・航空宇宙技術研究所(角田)
- ・マツダ
- ・トヨタ車体 / 豊田自動織機
- ・三井化学
- ・鹿島

- ・カナダ気象庁
- ・トロント大
- ・ブラジル気象庁
- ・豪気象庁
- ・韓国気象庁
- ・韓KISTI
- ・ホンダ
- ・JSR
- ・大林

台数(累計)

SX-6シリーズ

SX-5シリーズ

SX-4シリーズ  
- CMOS化

SX-3シリーズ  
- 国産初マルチプロセッサ  
- UNIX採用

SXシリーズ  
- 世界初1GFLOPS突破

# SX-6シリーズ ハードウェアのご紹介

2002.3.5

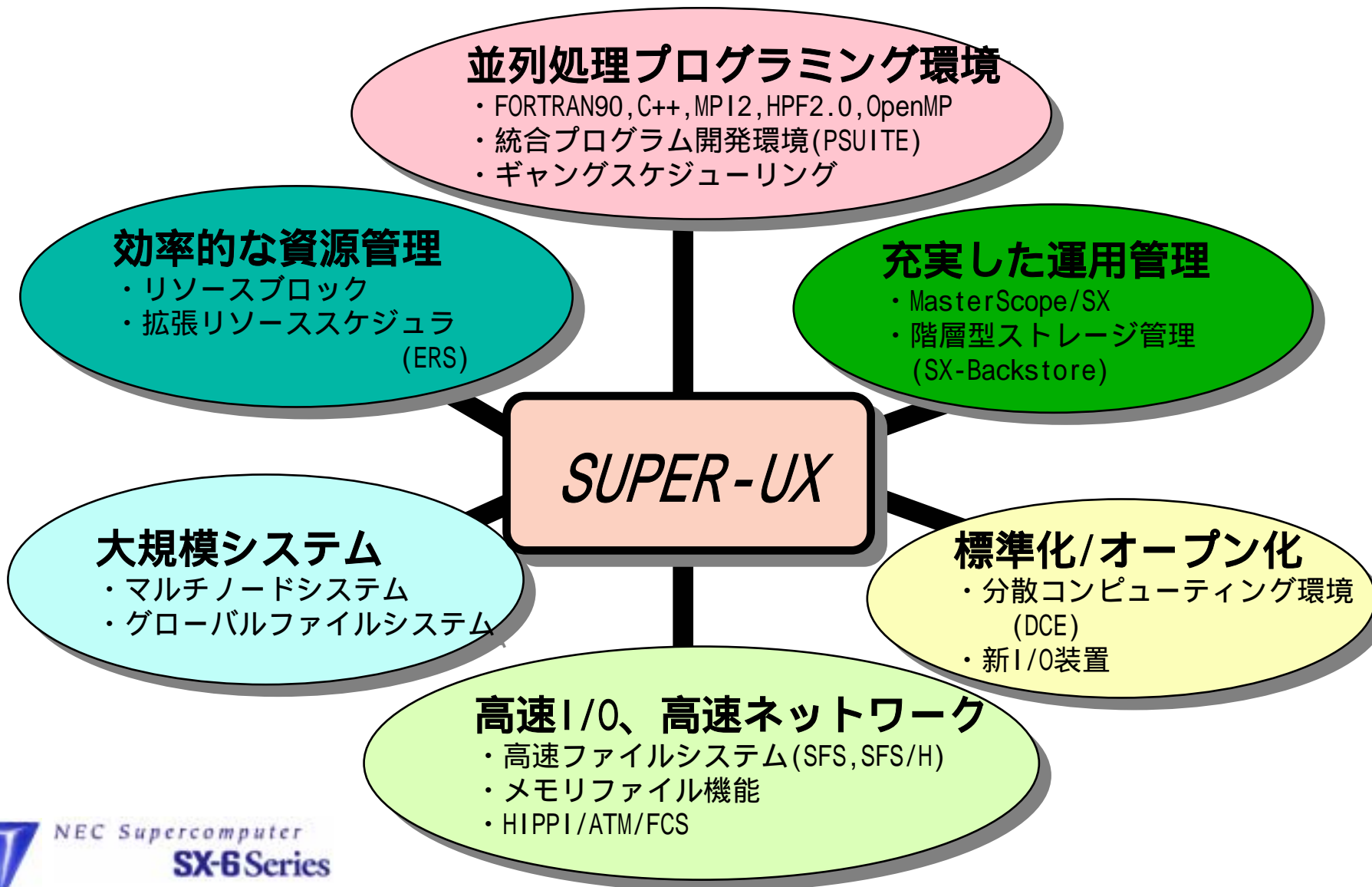
日本電気(株)

コンピュータ事業部・第四技術部

萩原 孝



# SUPER-UXの機能



# SUPER-UX

SUPER-UX : 業界標準の64bitUNIX OS

- SYSTEM VをベースにBSDのネットワーク機能をサポート
  - ・SVR4.2MP, SVID4, POSIX等の取り込み
- SXシリーズとのLM上位互換
- 標準化されている新機能サポート及び継続サポートと強化
  - ・高速I/O, 高速ネットワークのサポート
  - FC-ALディスクアレイ (RAID3/RAID5)
  - DLTテープライブラリ、LTOオートローダ、STK社製テープライブラリ
- クラスタシステムのシングルシステムイメージ機能強化
  - ・全ノードに対する並列インストール
  - ・MasterScope(SystemScopeを強化)により128ノードを一元的に管理
  - ・マルチノードジョブのマイグレーション
  - ・媒体装置管理SW(Volcenter)のクラスタ対応

## 言語・ツールの強化

- Fortran90コンパイラ機能強化
  - ・Fortran95, OpenMPのサポート
- C++コンパイラ機能強化
- 並列処理機能強化 (MPI/SX, HPF/SX)
- デバッグツール (Vampir/SX, TotalView, FSA)

# SX-6 ソフトウェアの特長(強化)

最大128ノード(8TFLOPS)の  
大規模マルチノードシステムのサポート

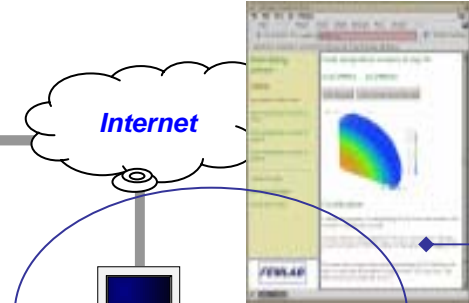
- ・MPI、HPF:  
高スケーラビリティで  
マルチノードシステムをサポート
- ・MasterScope:  
マルチノードの運用システム  
容易な運用性を実現

SX



Network

Internet



END USERS  
(BROWSERS)

WSCE

WebSuperComputingEnvironment

- ・WebベースのAP利用環境
  - データの自由なアクセス
  - AP実行操作  
(Tracking/steering)
  - プログラム開発
  - 計算結果の共有/簡易可視化

SX-GFS

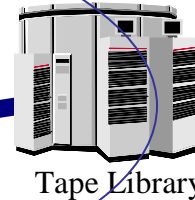
iStorage



FC-AL



AZUSA



Tape Library

Global File System : SX向けSAN機能

- ・SX-6マルチノード間によるファイル共有
- ・最大80%のパフォーマンス(ローカルディスク比)
- ・IA-64 Azusa(Linux)でもGFSをサポート

NEC Supercomputer  
SX-6 Series

# SX - 6 の言語・ツールの特長

## 強力なコンパイラ群

- 自動ベクトル/並列化搭載-
- ・FORTRAN90/SX
- ・C++/SX

## WS上のクロス環境

- ・PSUITE
- ・クロスコンパイラ
- ・MPI2/SX
- ・HPF/SX V2(HPF2.0)

## 並列処理のサポート

- ・OpenMP
- ・MPI2/SX
- ・HPF/SX V2(HPF2.0)

## 統合されたプログラム 開発環境(PSUITE)

- ・プログラム開発支援
- ・デバッグ支援
- ・チューニング支援



# SX上で稼働する主な流通アプリケーション

## 構造解析

- ❖ ADINA V7.0
- ❖ AKUSMOD V70.7
- ❖ **MSC.Nastran V2001**
- ❖ ABAQUS/Standard V5.8
- ❖ MSC.MARC K7.3
- ❖ PERMAS V6
- ❖ INDEED V7.3p
- ❖ OptiStruct V3.5
- ❖ OPTISHAPE V6.0
- ❖ **CDH/Opt**

## 計算化学

- ❖ Cerius2/ADF V2.2
- ❖ AMBER V4.1
- ❖ AMOSS/SX R4.0
- ❖ GAMESS V18
- ❖ GAUSSIAN 98 A.9
- ❖ GROMOS V96
- ❖ MM2
- ❖ MNDO94 V4.3
- ❖ MOPAC V6&V7

## 衝突解析

- ❖ **LS-DYNA V960**
- ❖ **PAM-CRASH V2000**
- ❖ **PAM-STAMP V2000**
- ❖ **RADIOSS V4.1k**
- ❖ ABAQUS/Explicit V5.8

## 流体解析

- ❖ CFX 4.4
- ❖ FIDAP V8.5.2
- ❖ FLUENT V5.3.18
- ❖ STAR-CD V3100B
- ❖ PHOENICS V2.1.3
- ❖ FIRE V7.0C
- ❖ STREAM V3.11
- ❖ POLYFLOW V3.8
- ❖ SIMPOREA
- ❖ **PAM-FLOW V2000**

## 電磁場解析

- ❖ **PAM-CEM V2000**

## エンジン解析

- ❖ **PAM-VEF**

## 数学ライブラリ

- ❖ IMSL F90 MP V4.0
- ❖ NAG Fortran Mark19
- ❖ NAG Fortran90
- ❖ **MathKeisan V1.2.0**
- ❖ FMSlib
- ❖ BCSLIB-EXT V4.0

## ツール

- ❖ TotalView
- ❖ LSF V3.0
- ❖ KUBRIX 4.0

## グラフィックス

- ❖ AVS V4.0
- ❖ AVS/Express V1.0
- ❖ EnSight V6.1
- ❖ RVSLIB/Server R1.2

## 石油

- ❖ FOCUS

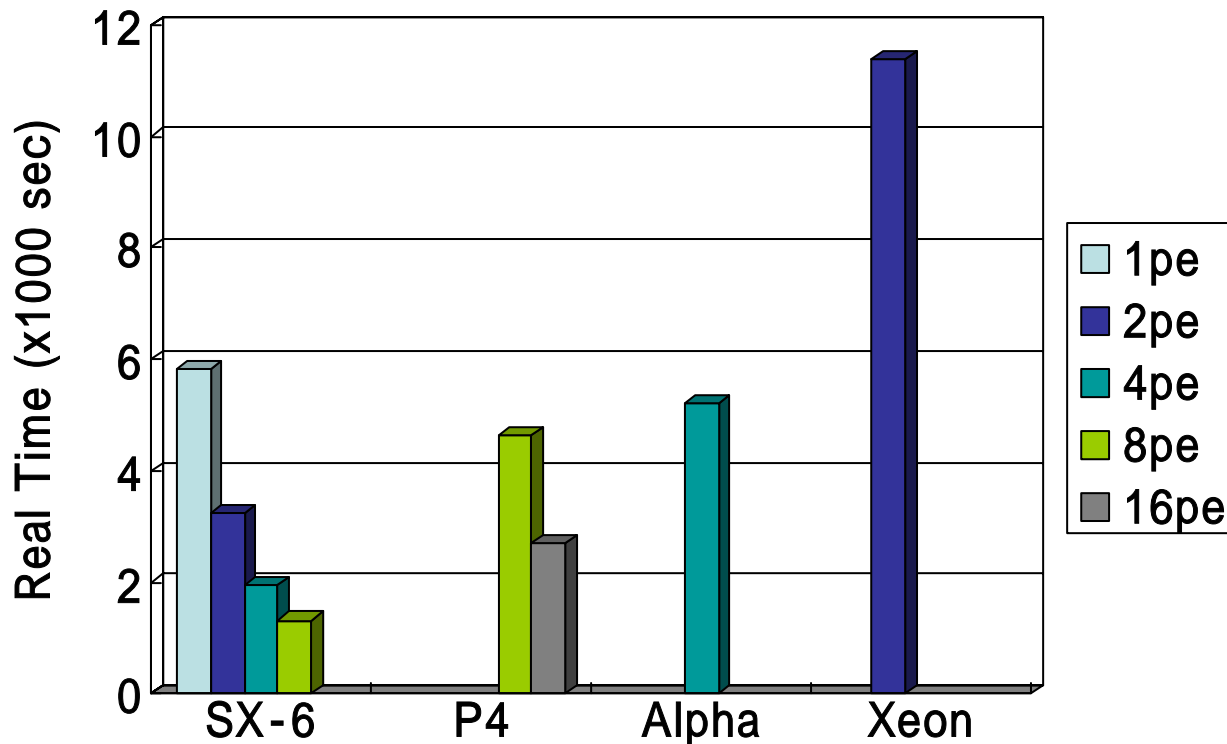




# Gaussian98性能

## 性能比較

- test397:DFT・Force計算(RB3LYP/3-21G, 168原子, 882基底関数)



参考データは株式会社エッチ・アイ・ティー(<http://www.hpc.co.jp/IA-Products/P4LinuxDDR01.htm>)より

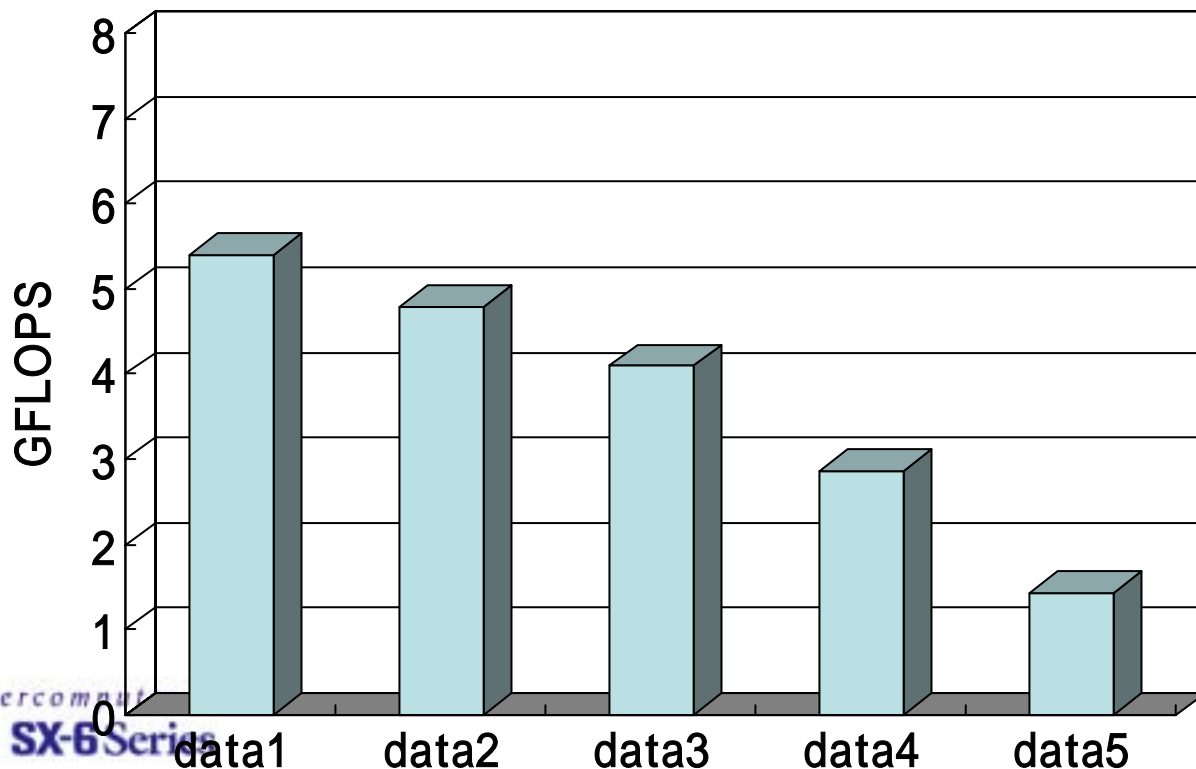
・ Pentium4(2.0GHz) Linda 8/16pe

・ Alpha21264(1.0GHz) UNIX 4pe

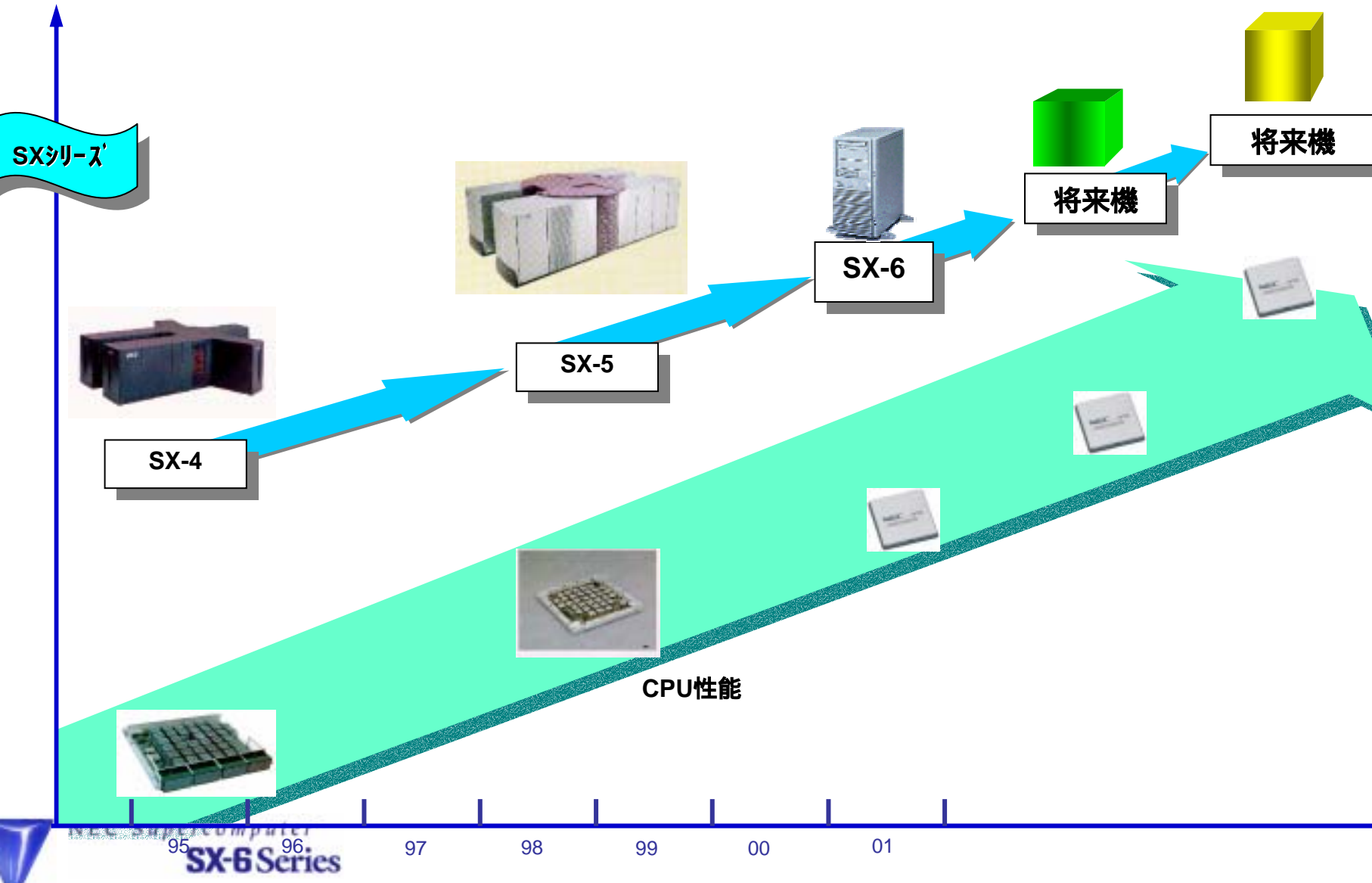
・ Xeon(2.2GHz) thread 2pe

# Gaussian98性能

- data1:MP2構造最適化(MP2=(fc)/6-31G, opt=(calcall,Z-matrix), scf=incore  
26原子,149基底関数)
- data2:MP2シングルエネルギー計算(MP2=full/gen, 26原子, 242基底関数)
- data3:三電子励起を含むCoupled Clusterエネルギー計算(CCSD(t,e4t,full)  
/gen 6d nosymm), 10原子, 128基底関数)
- data4:MP2振動数解析(RMP2=full/6-311++G\*\*,freq,11原子,152基底関数)
- data5:HF構造最適化(HF/3-21G FOpt scf=direct)



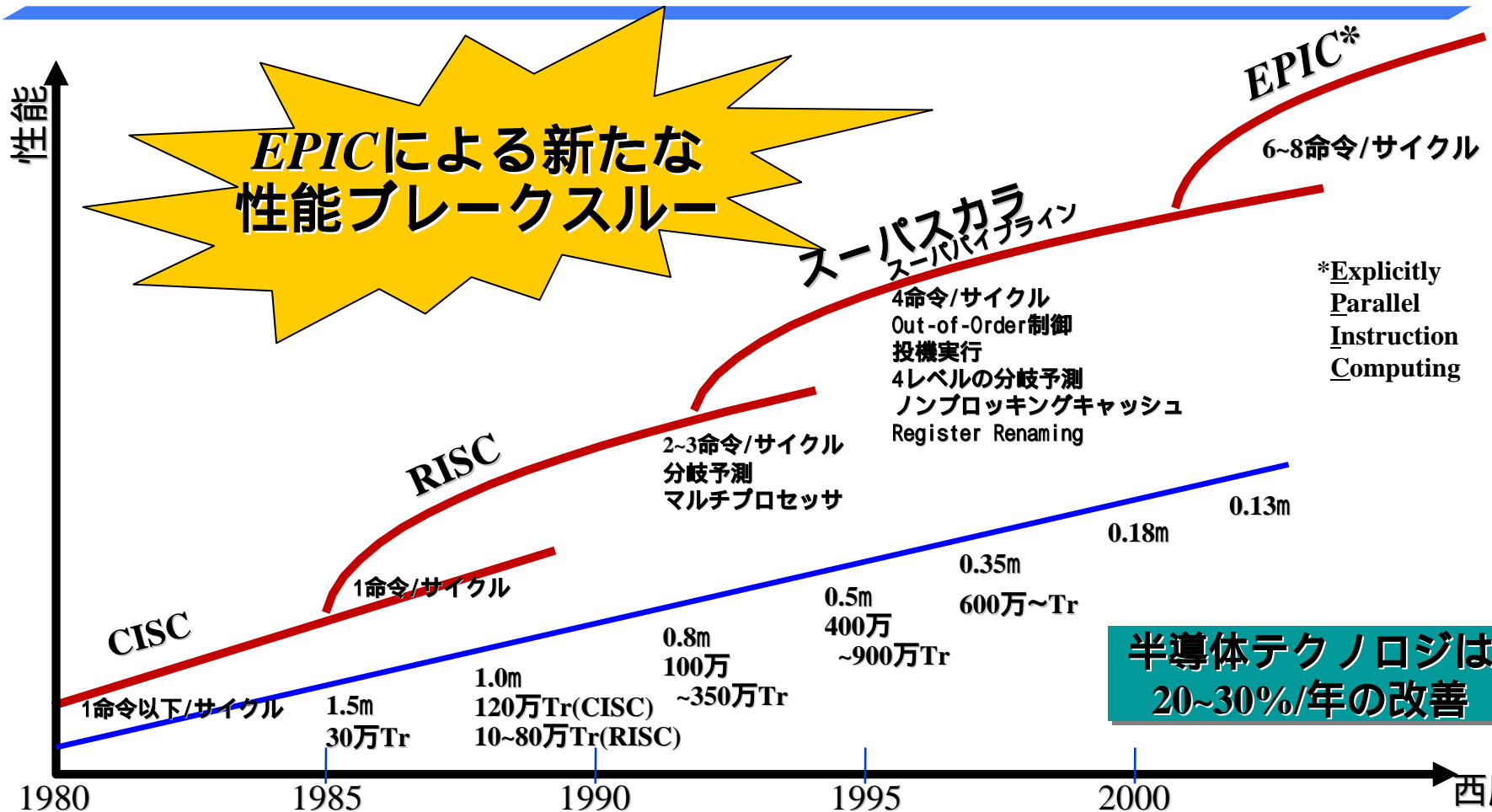
# HP C製品ロードマップ



スカラーサーバExpress5800/1000 シリーズ  
及び  
TX7/AzusA



# プロセッサ技術動向



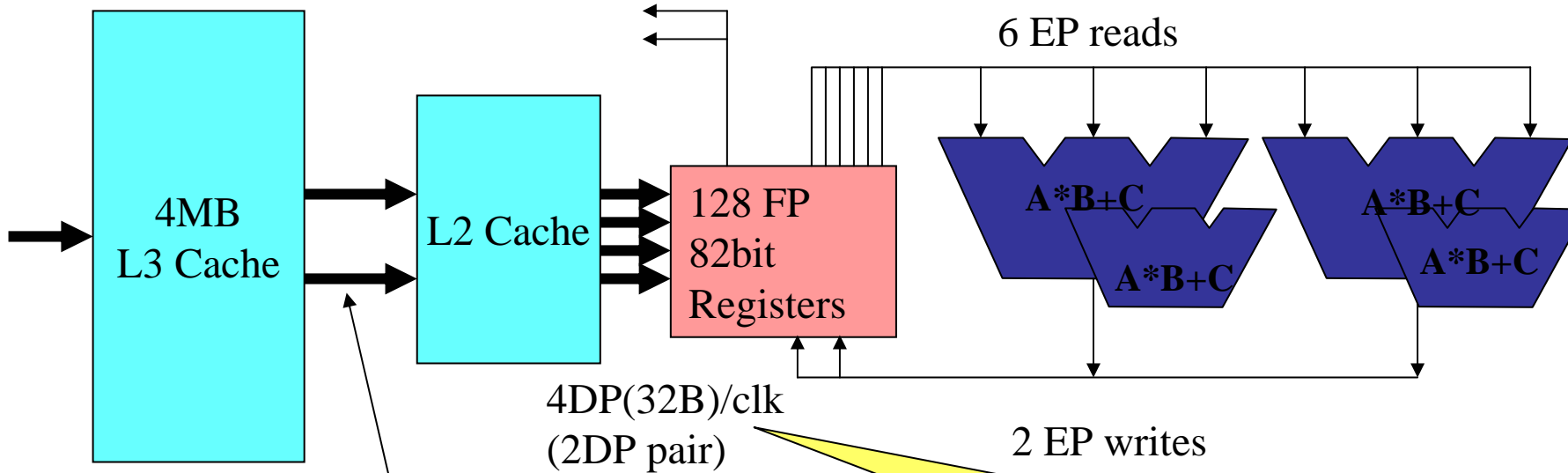
	8086	80286	80386	i486	Pentium	Pentium Pro	PII Xeon	Itanium	McKinley
アーキテクチャ	CISC	CISC	RISC	RISC	RISC	RISC	RISC	RISC	RISC
IPS	1	1	2	2	4	4	4	4	4
SPARC			SPARC		Super SPARC	Ultra SPARC			
チップ	8086	80286	80386	NS2 PCX PA7100	21064	21164	21264	21364(EV7)	

# Itanium プロセッサ

3.2GFlopsのピーク性能(倍精度)  
6.4GFlopsのピーク性能(単精度)

## 強力なメモリバンド幅

2 stores/clock



2DP(16B)/clock

4DP(32B)/clock  
(2DP pair)

2 EP writes

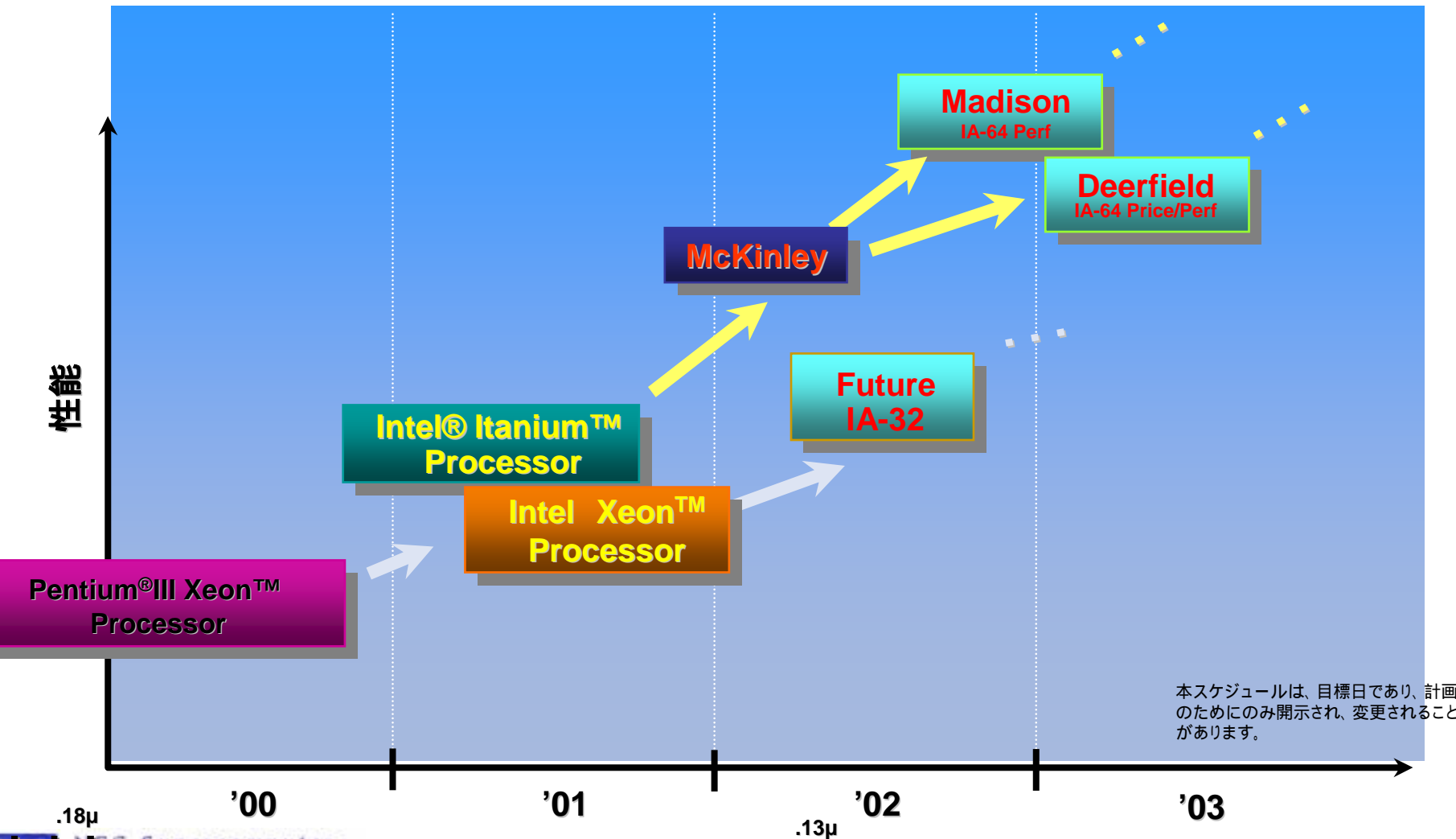
約26GB/s

約13GB/s

DP: Double Precision(64bit)  
EP: Extended Precision(82bit)



# Itanium™ プロセッサ・ファミリ ロードマップ



本スケジュールは、目標日であり、計画のためにのみ開示され、変更されることがあります。

# 開発機種と製品ライン

Express5800  
1000シリーズ

TX7シリーズ

Azusa

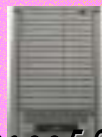


Express5800/11  
60Xa, Xb



TX7/Azusa

Lion



Express5800/10  
40Xa



TX7/4010

IA-64

Linux/Windows

IA-64

HP-UX

応用領域  
~ 中規模

- ・EDA
- ・化学
- ・構造解析
- ・機械・設計
- ・流体



# Express5800/1160 , TX 7 / Azus Aの特長

最新鋭Itaniumを搭載し、NEC独自開発チップセットを使用した  
大規模高性能サーバ ( max16CPU, 64GB, ... )

\* Itanium max16CPU は世界唯一

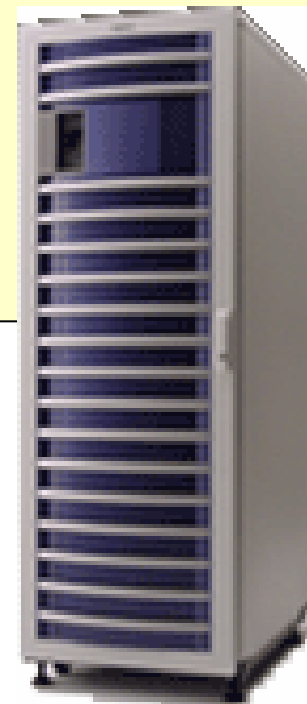
NECのスーパーコンピュータ、メインフレーム技術の投入により、  
高性能・高信頼性・高可用性を達成。

パーティショニング等、新たな運用環境をサポート。

OS・コンパイラ等をNECでAzus A向けに強化。

高度な最適化機能を持つ各種コンパイラ、  
充実したソフトウェア開発環境

万全の保守、サポート体制





# 装置諸元

		Express5800/1160Xb	
CPU	プロセッサ	Itanium	
	クロック (MHz)	800	
	キャッシュ容量 (L3キャッシュ)	4MB	
CPU数		4 ~ 16	
メモリ容量		1GB ~ 64GB	
最大PCIスロット数		128 (64) *1	
内蔵周辺装置 (標準)		DVD-ROM、DAT (DDS-4)	
内蔵ディスク		8台 (576GB) *2	
標準I/O機能		10/100Base-TX	
物理仕様 *4	幅	600mm	
	奥行き	1040mm	
	高さ	1800mm	
	質量	403.7Kg	
電氣的仕様	AC電源	200 ~ 240V × 2	
		50/60MHz	
	発熱量	9342kJ/h	
	省エネ法による区分 *6	A	
	エネルギー消費効率 *6*7	0.32W/MTOPS	
環境仕様	温度	動作時	15 ~ 32
		非動作時	5 ~ 45
	湿度	動作時	20 ~ 80%RH (結露なし)
		非動作時	8 ~ 80%RH (結露なし)

\*1 最大PCI I/Oスロット数は、33MHz用PCIスロット増設機構のみの仕様時が128スロット、66MHz用スロット増設機構のみの使用時が64スロットです。

\*2 内蔵ディスクはオプションです。最大ディスク容量は72GBディスク使用時です。また、拡張筐体にディスクを内蔵することで上記容量を超えて拡張することも可能です。

\*4 物理仕様は筐体の寸法・重量を示しています。

\*6 省エネ法（エネルギーの使用の合理化に関する法律）による表示です。

\*7 エネルギー消費効率とは、省エネ法で定める測定方法により測定された消費電力を、省エネ法で定める複合理論性能で除したものです。



## NECのLinux開発体制

- ・IA-64 Linux ProjectにおけるLinuxのItanium移植・開発に参加・協力。
- ・OSDL(Open Source Development Laboratory)を日本唯一のメンバーとして立ち上げて積極的に活動。

## Linux 2.4 (for Itanium)

- ・広大なメモリ空間・マルチプロセッサ機能・ディスクの大規模論理ボリューム等、大規模高信頼システム向け機能強化を実施。
- ・Itaniumの高速実行機構や豊富なレジスタ群を生かした高性能化を実現。

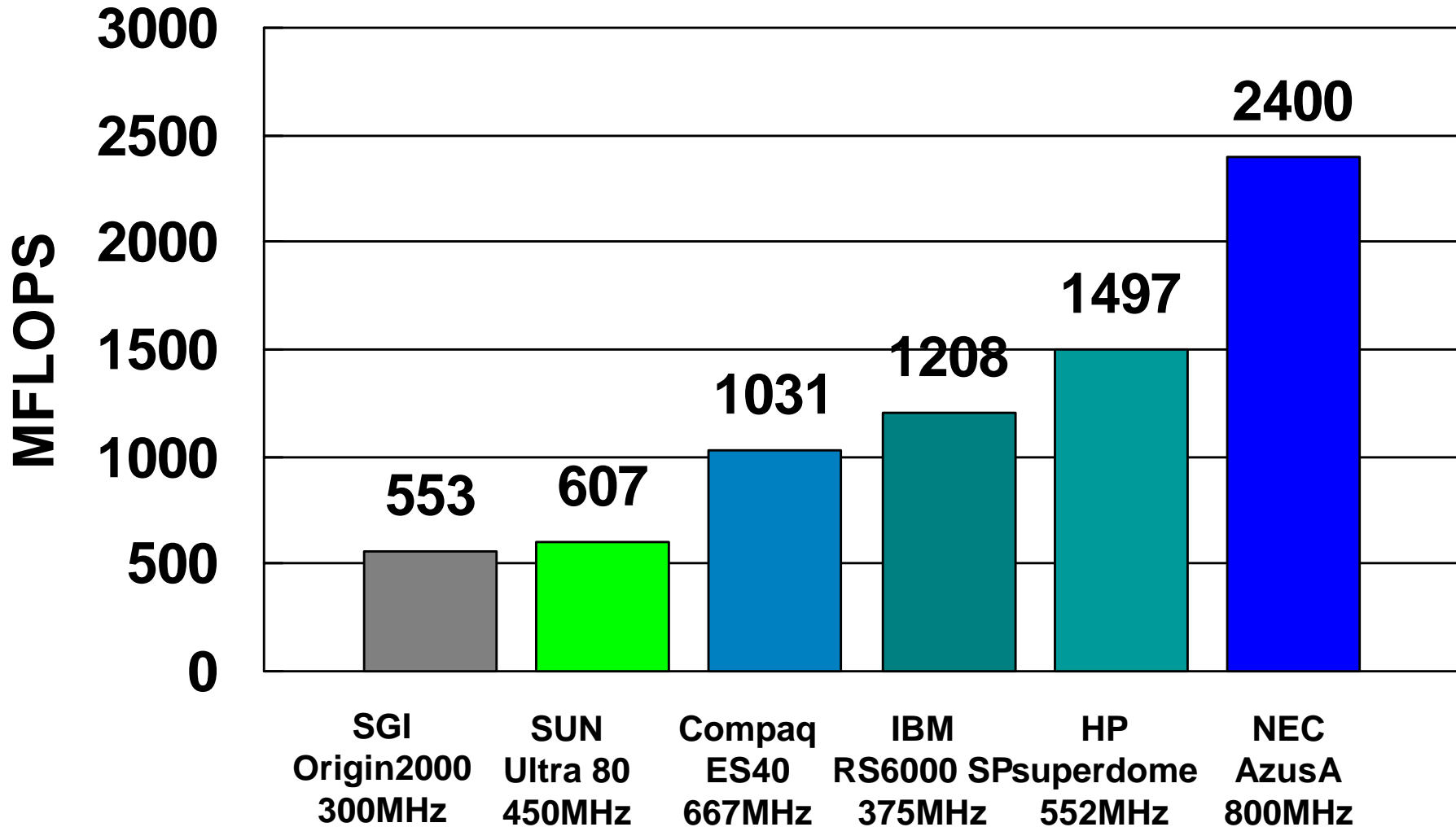
## Linux 2.4 (for AzusA)

[ Red Hat LinuxをベースにAzusA向け強化を行いNECより出荷 ]

- ・AzusAの大規模構成(16way, 64GB, セル単位のメモリ構造, ...)におけるスケーラビリティ向上を達成する強化。
- ・大規模ファイルストレージ, 高速I/Oインターフェース, 高性能周辺機器をサポート。
- ・クラスタシステムにおける可用性強化・サーバ統合管理のソフトウェアを提供。
- ・障害時データ採取機能を強化。
- ・Linux技術センター(コンソフ事本)による充実した技術サポートを実施。

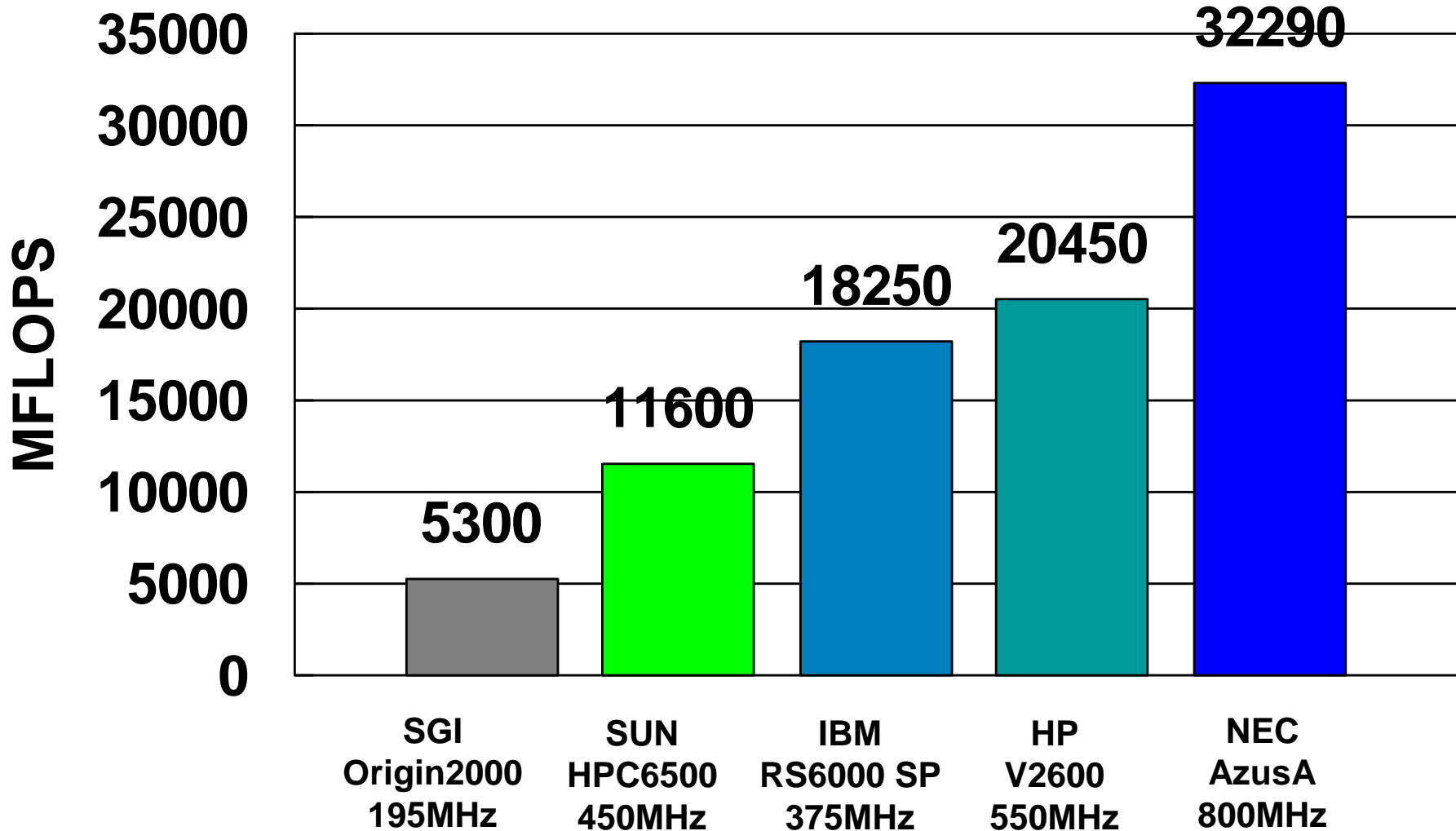
# LINPACK TPP 1CPU

SX-6

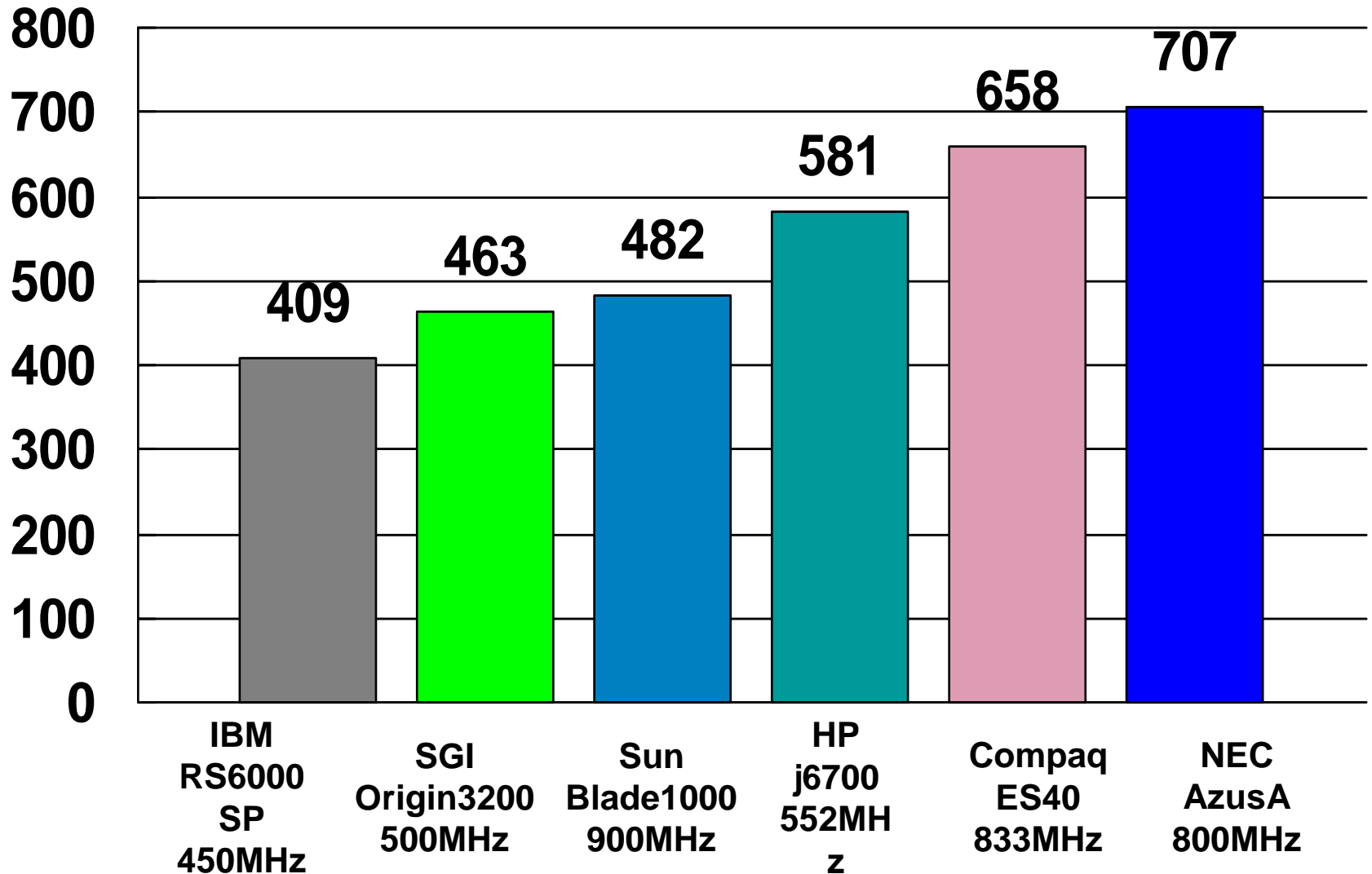


# LINPACK HPC 16CPU

SX-6

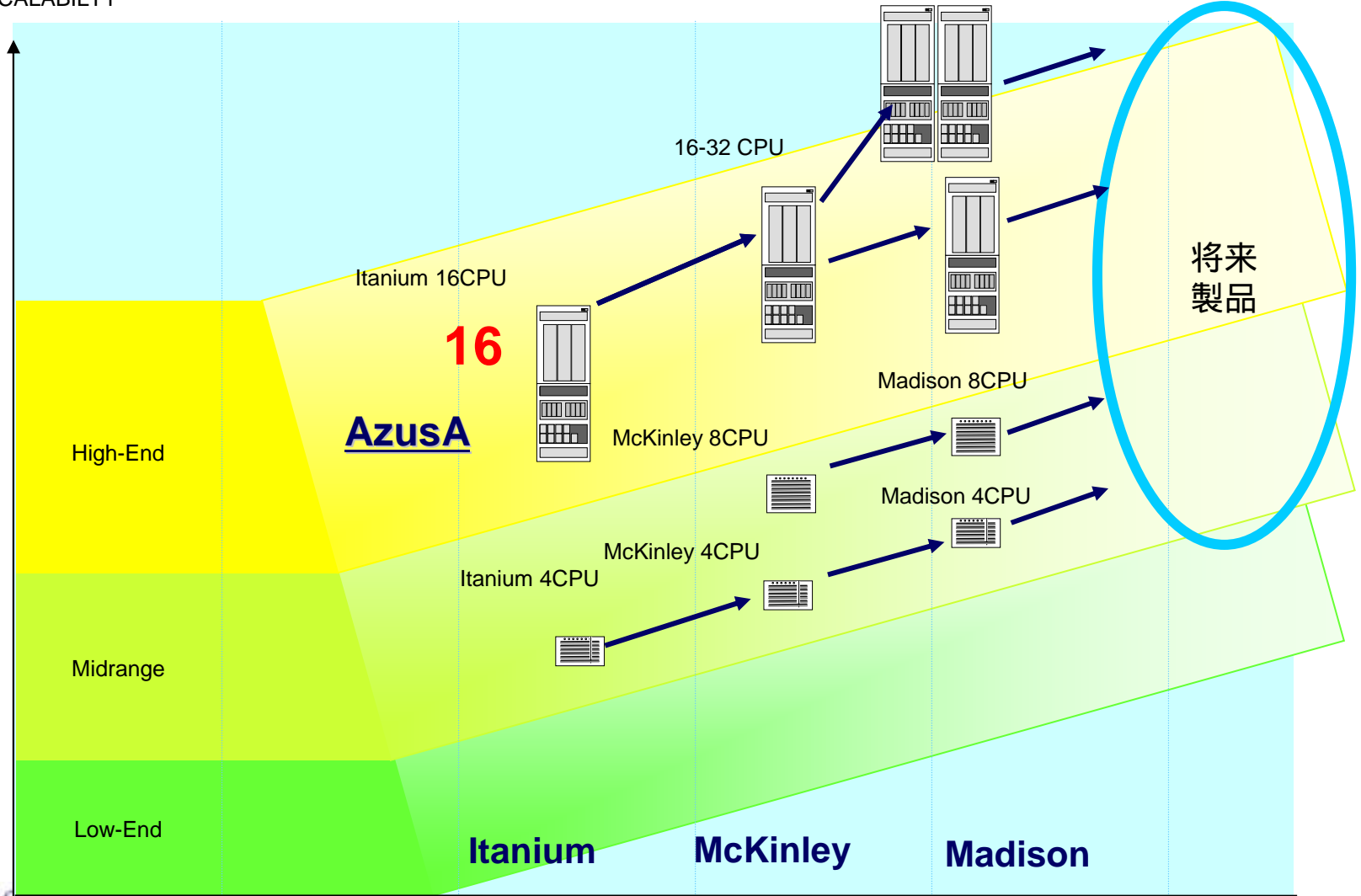


# SPECfp2000 1CPU



# NEC Itanium™ サーバ計画

SCALABILITY



**16**  
**Azusa**

将来  
製品



# Express5800/Parallel PC-Cluster



# 「Express5800/Parallel PC-Cluster」

PCクラスタ構築に必要なハード・ソフト構成を検証し、  
短期間で確実にシステムの構築が可能。

## ・サーバ

1Uラックサーバ「Express5800/120Rb-1」  
「Express5800/110Rc-1」  
2Uラックサーバ「Express5800/120Rd-2」

## ・ネットワーク

オンボード100Mbpsイーサネット  
Myrinet2000インタフェース  
Gigabit Ethernet

・Linux OS  
RedHat Linux  
Turbo Linux

・PCクラスタシステムソフト  
SCore型クラスタ  
Beowulf型クラスタ



# HPC Engineering Center (HPEC)

## for Linux-based PC Cluster System

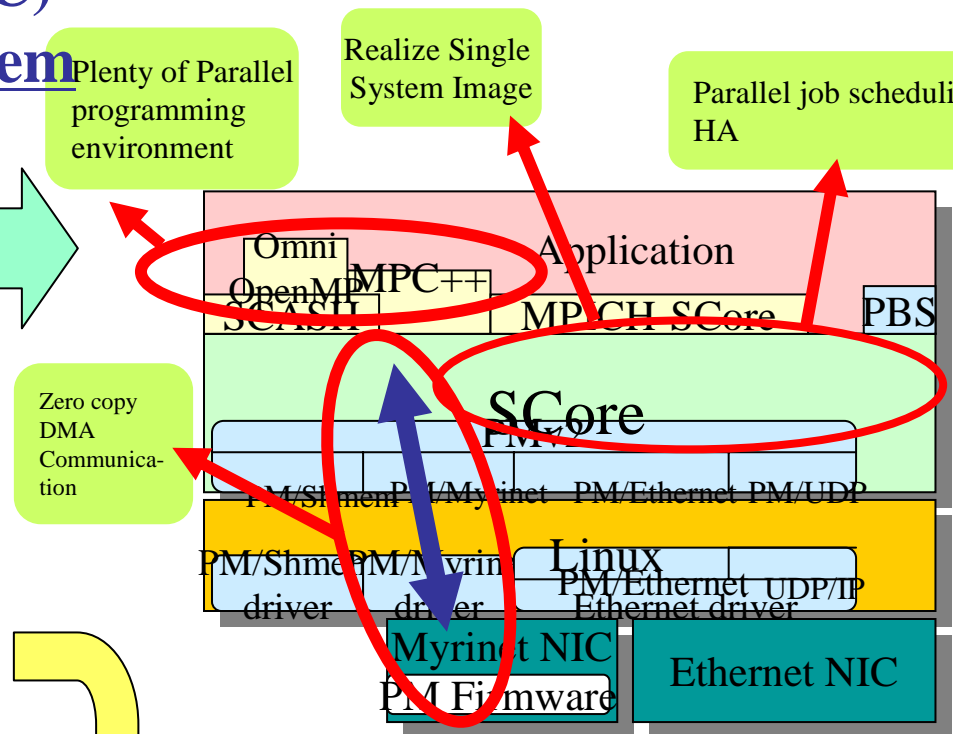
- Enhance and develop of cluster software
- AP porting and tuning
- Technical support for SI/SE
- Remote computing service

## PC-Cluster Consortium

- Established **Oct 4, 2001**  
<http://www.pccluster.org>
- To contribute to the PC cluster market through the cluster system software development
- **Open to world wide** vendors and users
- **NEC contributes to the consortium and PC-Cluster community**

### PCCC Members

NEC, Fujitsu, Hitachi, Mitsubishi, Intel Japan, COMPAQ Japan, RedHat Japan, etc



**PCCC and the Open Cluster Group** has just started talking about collaboration of SCore and OSCAR(\*).  
(\*)-OSCAR (Open Source Cluster Application Resources)  
Released by the Open Cluster Group.  
Current members of the organization include Dell, IBM, Intel, MSC.software, Oak Ridge National Lab, NCSA, SGI, and Veridian

# PCクラスタの活用事例；バイオ

産業技術総合研究所 生命情報科学研究センター(CBRC)様

薄型Expressサーバ×520台(1040CPU)、SCoreクラスタシステム、  
Myrinet2000ネットワーク



Computer  
SX-6 Series

背面ケーブルリング



タンパク質立体図イメージ  
(PCクラスタで計算)

バイオ研究領域でPCクラスタ  
を利用。

<主な研究項目>

- ・ 遺伝子発見(ゲノム解析)
- ・ タンパク質単粒子画像解析
- ・ 分子動力学計算
- ・ タンパク質構造予測

スーパーコンピューターTop500  
において商用PCサーバのクラスタ  
として世界最高性能を記録。

# 構造解析ADventureCluster

ADVENTUREプロジェクト(注)の成果である ADVENTUREシステムをベースに、東京大学、慶應義塾大学、東京工業大学などの協力を得て開発された分散メモリ型並列CAEシステム

(注) 設計用大規模計算力学システム開発プロジェクト;日本学術振興会未来開拓推進事業

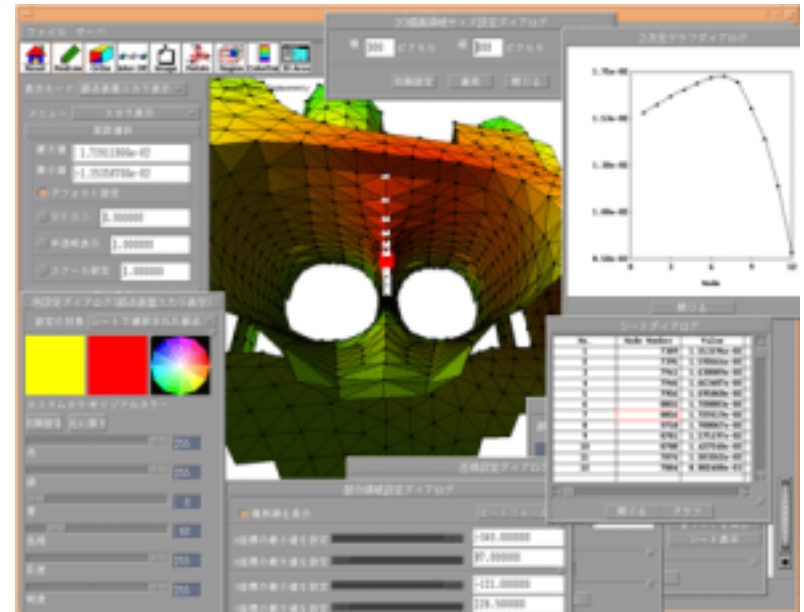
## 【特長】

- ・分散メモリ型並列コンピュータ上で稼動
- ・複雑な形状を単純化することなく解析する
- ・大規模な解析結果の高速なレンダリングが可能



### <<デモ構成>>

- ・ Express5800/120Ra-1 x 16 ノード  
(PentiumIII-1GHz,512MBメモリ)



エンジンのシリンダヘッドの解析結果  
データ提供 マツダ株式会社

ユーザの皆様の問題解決を図るため  
HPC Family(SX-6, SX-6i, IA-64, PC cluster)を  
ご提供

*Multi-Platform Vendor*を目指します

