

シンポジウム
「これからのスーパーコンピューティング技術の展開を考える」

FUJITSU

shaping tomorrow with you

【パネルセッション2】
将来のスーパーコンピューティング技術の取り組みについて

2011.6.28

TCソリューション事業本部

奥田 基

- はじめに
- コンピュータ技術の視点から「将来のコンピューティングの要件・技術を考えると」
- コンピュータ技術の視点から「将来のプロジェクト推進を考えると」
- まとめ

- TOP500の37回目のランキング(2011年6月)で第一位を獲得。

- ◆ *8.162PFlops (68,544 CPUs, 548,352 cores)*



- 関係各位のこれまでのご努力・ご尽力・ご支援に感謝いたします。

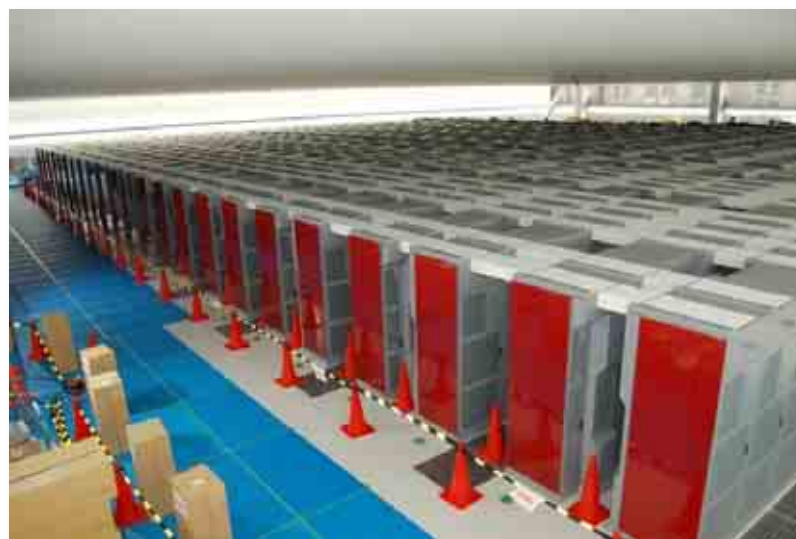
- ◆ 政府・文科省・理研の方々

- ◆ アカデミア・産業界の方々

- ◆ 特に、震災の影響を受けながら、納入に向けて努力いただいた、北関東・東北地域の関係企業の方々



2010年10月



2011年6月

理研AICS* マシン室設置状況

* : 計算科学研究機構(AICS : Advanced Institute for Computational Science)

Courtesy of RIKEN

コンピュータ技術の視点から

「将来のコンピューティング要件・技術を考えると」

■ 将来のスーパーコンピューティングにとって何が必要なのか？

◆ 高性能(Performance)

- ピーク性能
- 実行効率

◆ 生産性(Productivity)

- アプリからみた性能の出しやすさ
- アプリの移行・チューニングの容易性
- アーキテクチャの継続性(アルゴリズム、最適化技術、・・・が継続して生かせる)
- 流通ソフトの利用

：

◆ 運用性(Operability)

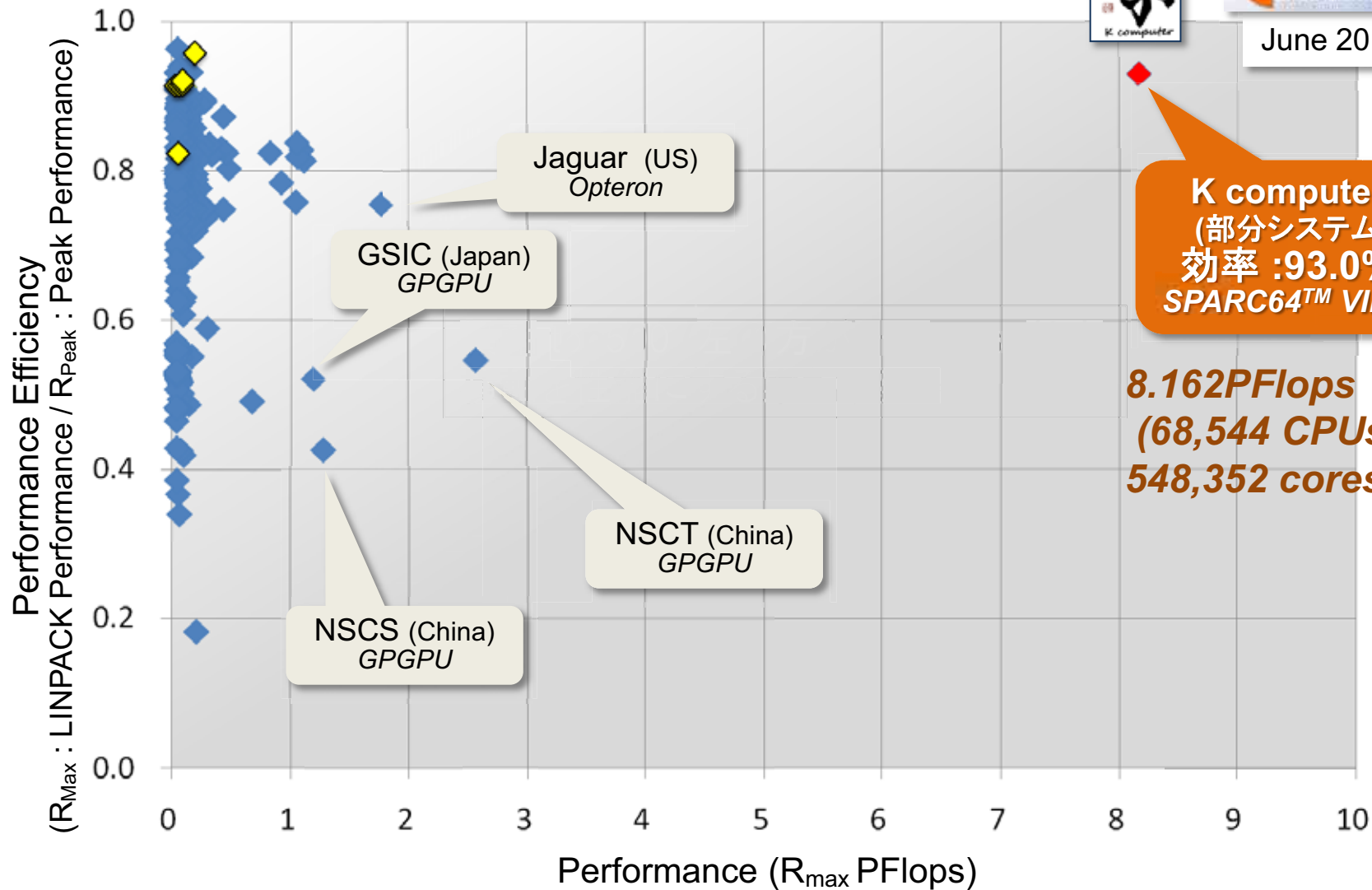
- システムの信頼性 (長時間の実行)
- データの保全性 (Data integrity : 何度計算しても結果が同じ)
- 低消費電力
- 運用のしやすさ
- 整備費用・運用費用

：

■ LINPACK 性能とその効率(LINPACK性能/ピーク性能)



Productivity



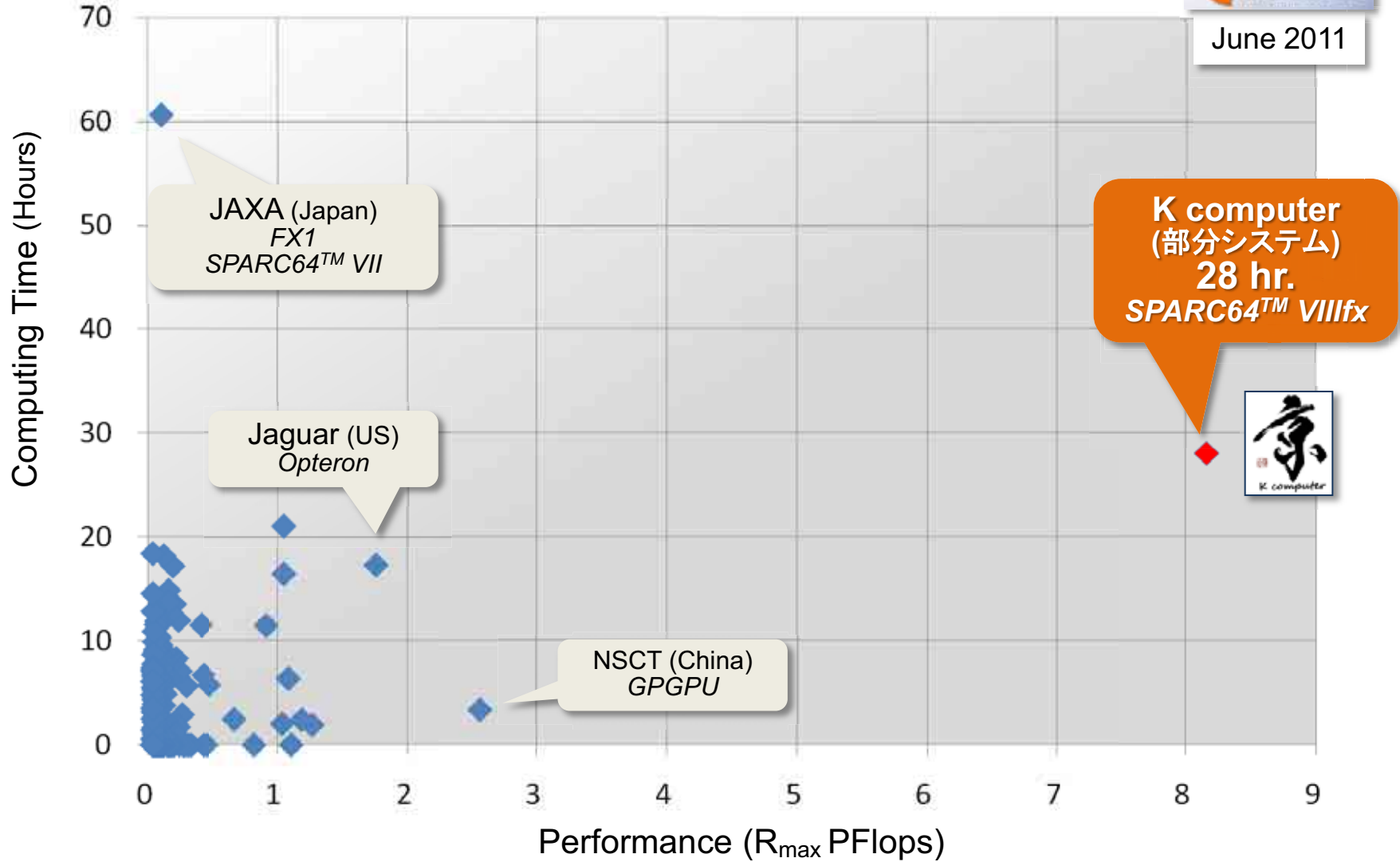
K computer
(部分システム)
効率 : 93.0%
SPARC64™ VIIIfx

8.162 PFlops
(68,544 CPUs,
548,352 cores)

■ LINPACK 性能とその実行時間



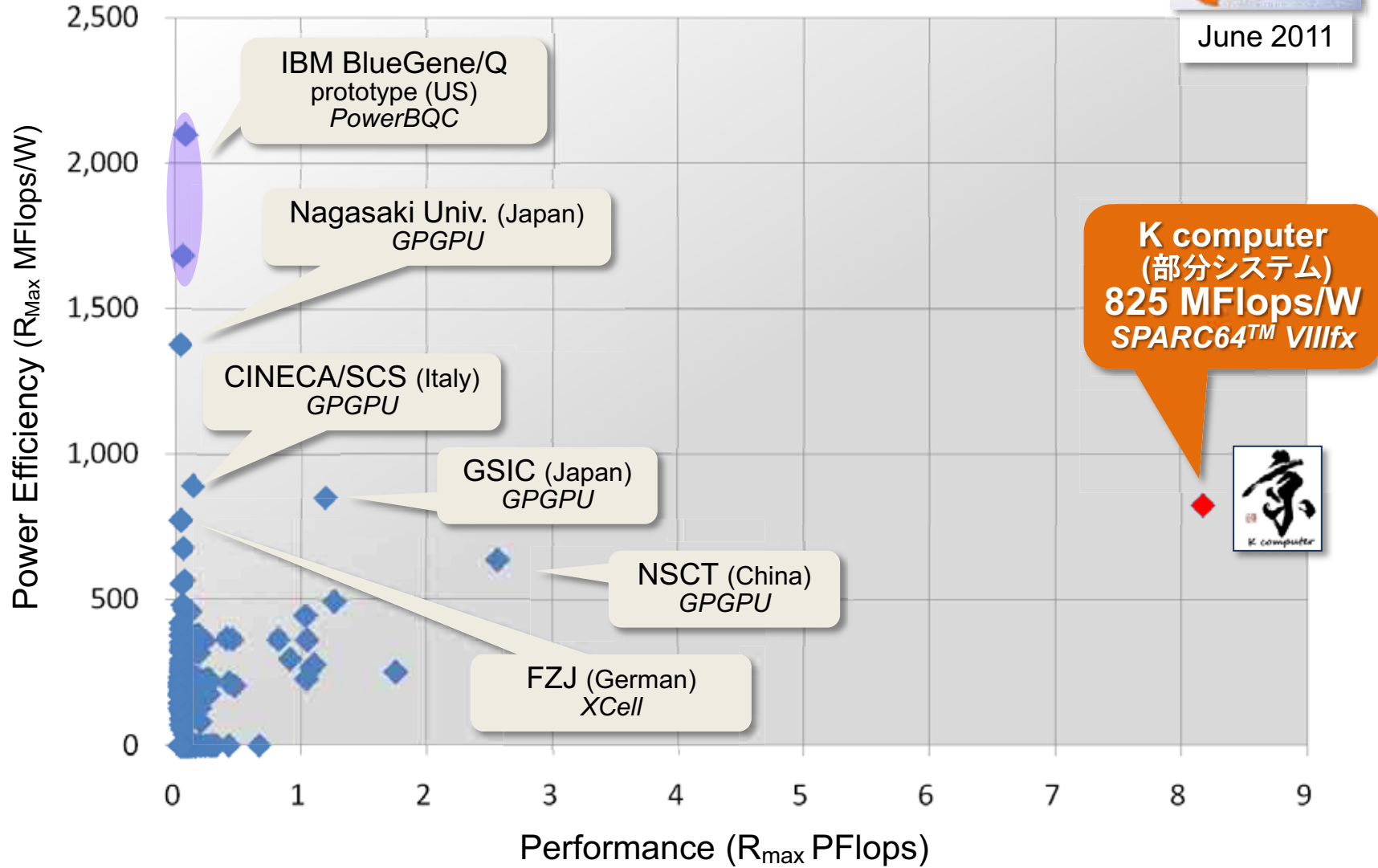
June 2011

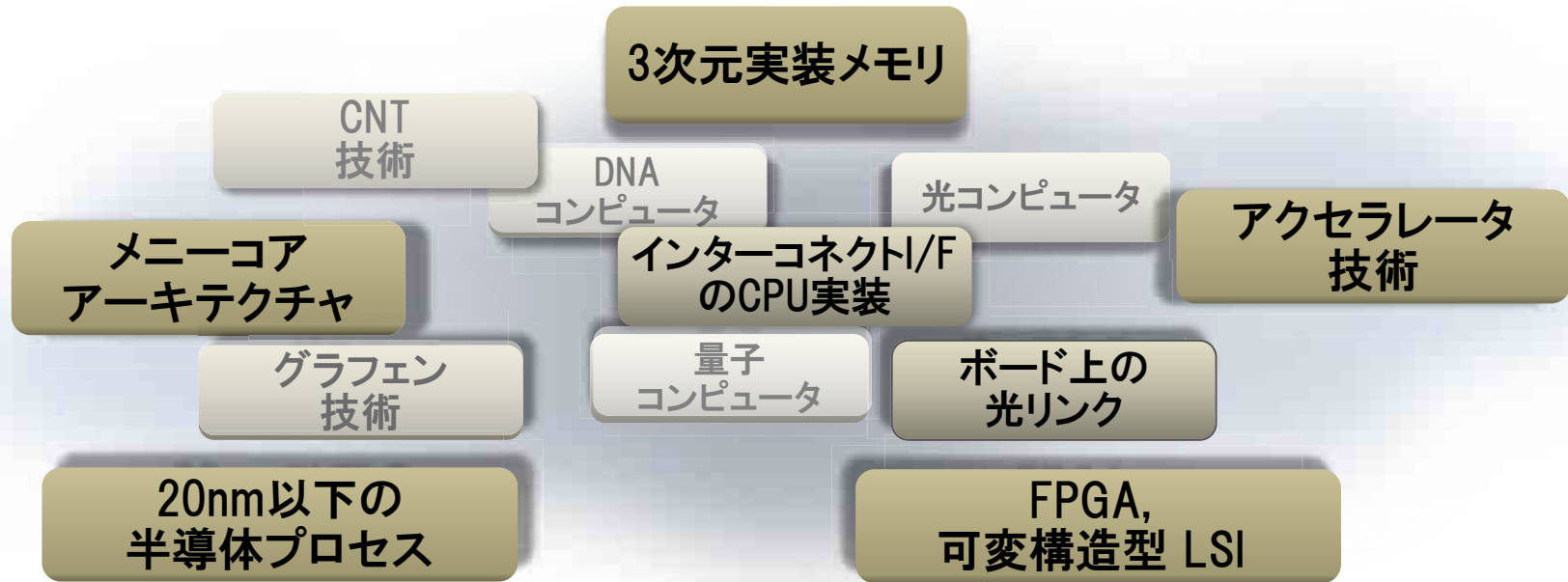


■ LINPACK 性能と消費電力(LINPACK性能/電力)



Greenness





- 我々の前に今後使える、使えると予想される技術は色々あるが……
 - ◆ 今後2-3年で使える技術
 - ◆ 5年後頃には実用化できる技術
 - ◆ 10年先の将来の技術
- スーパーコンピュータは道具。日本の将来のスーパーコンピューティング・ロードマップにより開発技術の方向性が決まる
 - ◆ 利用領域：ハイエンド …… ローエンド、アカデミア …… 産業界
 - ◆ アプリケーション：最先端アプリ …… 市販アプリ、適用分野
 - ◆ 開発技術：システム全体 …… 要素技術

コンピュータ技術の視点から
「将来のプロジェクト推進を考えると」

- そもそも多額の費用を掛けて、自前で開発する必要があるのか？
 - ◆ x86 クラスタ、x86 クラスタ + GPGPU の最新の物を買ってくればよいのでは？
 - ◆ ハード開発では無く、アプリ開発に注力すべきでは？
 - ◆ 一部だけ開発して、組み合わせれば良いのでは？
- 一種類のシステムでは無く、色々な種類のマシンを開発すべきでは？
 - ◆ 投資を一カ所に集中するのでは無く、要素技術に集中
- 汎用性を求めるのではなく、特定のアプリを目指した専用機にすればエクサの実現は容易になるのでは？
 - ◆ FPGAや専用チップを作れば、安上がりで・早くエクサを実現できる！
 - ◆ 汎用性はx86クラスタに任せたら？

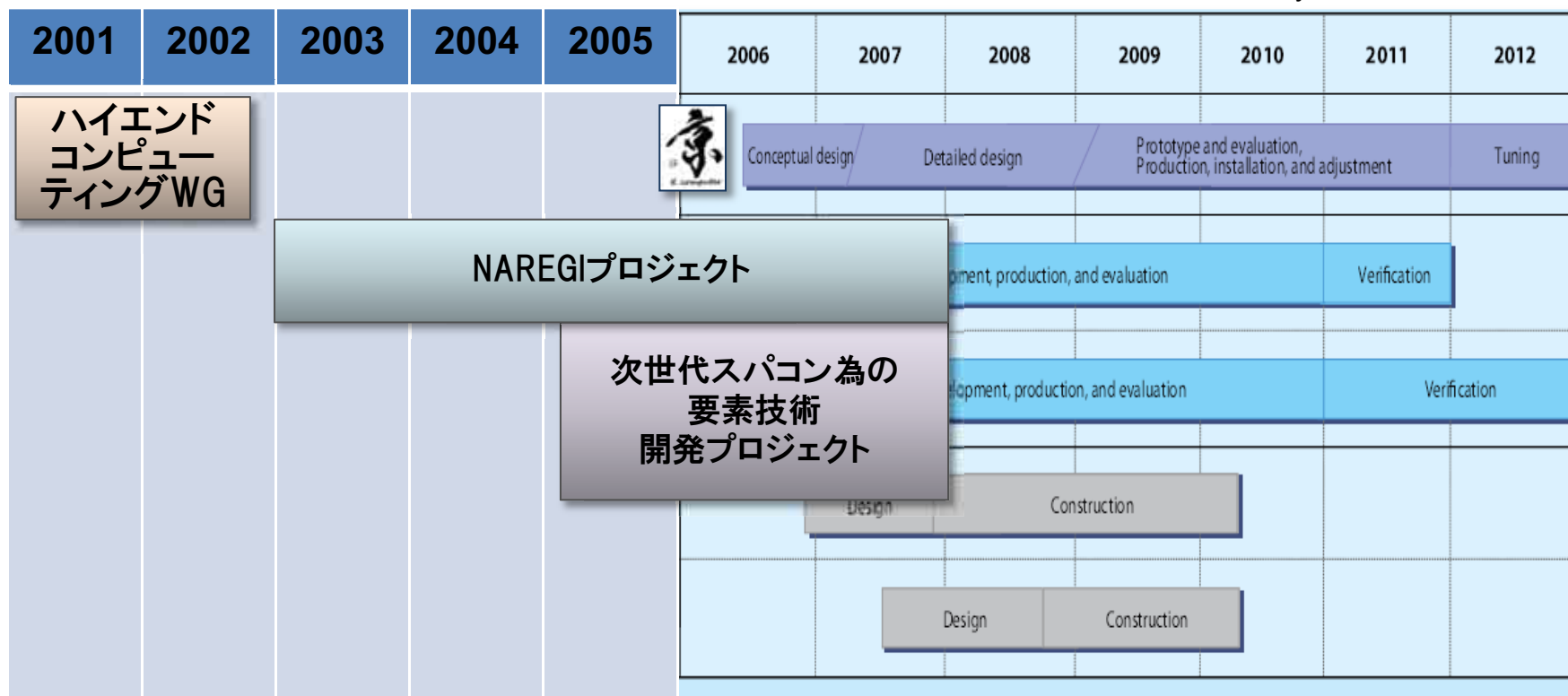
- **最先端に挑戦することで得られるもの**
 - ◆ 最先端技術 (最先端の研究開発は最先端の道具でしか得られない)
 - ◆ 最先端に挑戦するマインド
 - ◆ 信頼性の重要さ
- **技術の継続性・継承性が必要**
 - ◆ システム設計・開発技術(LSI、OS、MW、システム、インターコネクト、..)は一度その投資を止めたら、世界の流れに追いつく事はほとんど不可能
 - ◆ アプリケーション資産の継承性と継続的な開発。例えば今回の挑戦で、実効1Pflopsクラスのアプリケーション高速実行へのノウハウが急速に蓄積される。
 - アプリケーションのループ一つ一つの性能分析
 - アプリケーションの新アルゴリズム開発
 - アプリケーションの最適化
 - コンパイラ最適化技術・CPU設計・インターコネクト設計
 - ◆ これらの技術・ノウハウを継続・継承して次のシステムに積み上げていく事が重要
 - 全く新しい技術への挑戦も必要だが、継承性が無いと、アプリケーションはついていけない。
- **プロジェクトの推進**
 - ◆ 国としての合意形成と継続した予算の確保
 - ◆ スピードの重要性
 - 計算機技術の進展の速さについていける推進・意志決定の速さ(汎用チップは毎年性能向上)



次世代スパコン「京」開発スケジュール

- 2006年より開発を開始。
- 2010年10月よりAICS に計算機の導入が開始される。
- 2011年4月より一部システムによる試験運用が開始される。
- 2012年中に運用開始
- プロジェクトのきっかけは、2001年にJEITAで開始された、ハイエンドコンピューティングWG

Courtesy of RIKEN



■ コ・デザイン

- ◆ 当面は並列度を上げることでしか、アプリケーションの性能向上は望めない
- ◆ 数学者・応用数学者・アプリ開発者・計算機開発者・計算機利用技術者 のタイトな連携 (コ・デザイン)が必要。
- ◆ コ・デザインがこれまで以上に重要。最先端のスーパーコンピュータ環境はコ・デザインでしか実現できない
- ◆ コ・デザインにはこれを進める場が必要

■ コ・デザイン実現には自前での開発能力が必須

- ◆ アプリ・CPU・コンパイラ・MW/OS・ネットワーク すべての間での連携が必要
- ◆ 例えば、CPUへの機能の内蔵
 - 最新世代CPUではMemory controller内蔵
 - 次は アクセラレータ機能、Network Interface Controller、・・・が内蔵?
- ◆ アーキテクチャも大切だが、高信頼性設計はノウハウの固まり

■ コ・デザインはグローバルに進める必要あり

- ◆ グローバルな計算機利用技術・アプリ技術の取り込み
- ◆ 多大な開発費の分担
- ◆ 国際貢献による仲間作り

■ 世界の技術(現状)

国	アプリケーション		利用技術	システム		
	先端アプリ	流通アプリ		CPU	インターコネクト	実装
米国	○	○	○	○	○	○
日本	△～○	×～△	△～○	○	○	○
EU	仏	○	○	×	△	○
	その他	○	○	×	×	×
中国	×～△	×	×	×～△	×～△	△
その他	×～△	×	×～△	×	×	×

■ 世界の技術(5年後の予想)

国	アプリケーション		利用技術	システム		
	先端アプリ	流通アプリ		CPU	インターコネクト	実装
米国	○	○	○	○	○	○
日本	△～○	×～△	△～○	○?	○?	○
EU	仏	○	○	×	△	○
	その他	○	○	×	×	×
中国	△	×	×	△～○	△	○
その他	×～△	×	×～△	×	×	×

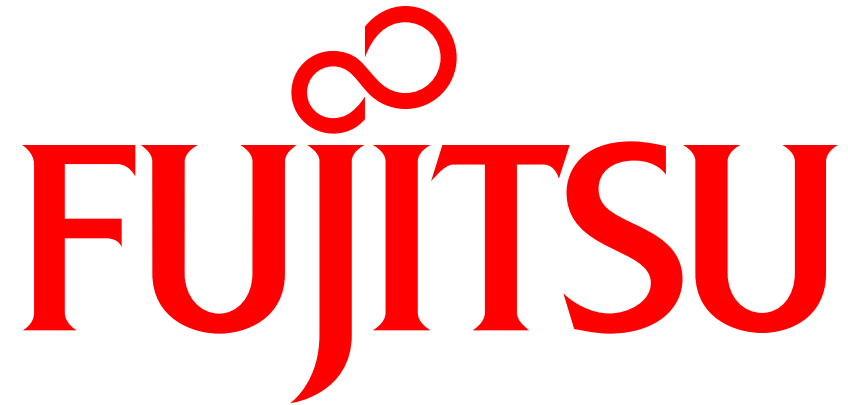
グローバルな連携による、コ・デザインの実施により、アプリケーション技術・利用技術の取り込みと仲間作りが必要。

- 将来のハイエンド・スーパーコンピューティング環境実現にあたってはコ・デザインが重要
 - ◆コ・デザインは自前で開発しているからこそできる
 - ◆コ・デザインには関係者の連携が必須
 - ◆資産の継承・人材の育成・マインドの面からも最先端への挑戦の継続は止めてはいけない。国としての基幹技術
 - ◆開発すべき技術はロードマップが決まれば見えてくる
 - ◆グローバルな連携が必須
- プロジェクト推進にあたっては
 - ◆プロジェクトの素早い立ち上げ、継続した投資には国としても方向性の合意がまず必要(アカデミア、産業界、・・・)
 - ◆現実的なアプリユーザの観点からのロードマップとその実現
 - システムの信頼性・アプリ資産の継承性・継続した開発が重要
 - 実効 10PFlops(ピーク性能100-200TFlops) は既存の技術の改良と先端技術の適用により実現できる?
 - 実効100PFlops(ピーク性能 1EFlops)の実現には、相当な技術ジャンプが必要? 要素技術レベルでの中長期の研究開発投資が必要

「京」の世界一位達成に向けての、ご支援・ご協力に感謝します。

世界一位達成は「京」プロジェクトの通過点、これからが本当の勝負。

ここで得られた成果の普及・アプリの成果創出・次期プロジェクト立ち上げに向け、
継続したご支援・ご協力をお願いします。



shaping tomorrow with you