



High Performance Computing 過去と現在、そして未来へ

スケーラブルシステムズ株式会社
代表取締役 戸室 隆彦



DIRECTION

NORTHEAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

この資料について



ハイパフォーマンスコンピューティング (HPC) は、常に遥かに高い性能を目指してシステム開発を行ってきた歴史でもあります。このHPCでは、多くのアイデアと努力、技術革新によって、その長足の進歩を遂げています。

このHPCの将来については、過去の歴史を振り返り、今後の動向を注意深く見極める必要があります。特に、この10年で、HPCにおけるシステム開発の様相は、大きく変わってきました。従来は、HPCプラットフォームを大小のコンピュータベンダーが開発し、その優越を競ってきました。現在もHPCシステムの開発や販売における競合は激しいものがあり、逆にこのような競合があってこそその進歩とも言えます。

しかし、この10年で大きく変わったのは、コンピューティング・プラットフォームの構成です。現在では、標準化され、広く流通しているコンポーネントを効率よく組み合わせることで、製品化されたプラットフォームが、HPC分野でも主流となっています。もちろん、特別に設計され、特定の目的のために最適化されたシステムの価値は、依然として高いものがあります。しかし、今後10年のHPCシステムの動向を考えた場合、今後予想されるワークロードや利用モデルにおいてのプラットフォームの進化を考えた場合、標準コンポーネントを利用したHPCプラットフォームが大きな位置を占めることは間違いありません。特に、マイクロプロセッサは、「性能」から「機能」へと進化します。従来のマイクロプロセッサは、動作周波数の向上による「性能」を追求がメインでした。しかし、複雑化するワークロードや利用モデルの変化を考えた場合、プラットフォーム要素と連動・連携する「機能」が今後のマイクロプロセッサの進化の大きな比重を占めることとなります。

現在、HPCプラットフォームでは、「性能」はもちろん、重要ですが、実は、それ以外の「機能」の面において、幾つかの(大きな)課題があります。これらの課題に対応するためにも、マイクロプロセッサの「機能」強化は重要になってきています。このプレゼンテーションでは、High Performance Computingの歴史を振り返りながら、今後の技術動向も含めて、HPCシステムについて、説明します。

DIRECTION

NORTHEAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

(この資料での)用語の定義



- 並列計算 (Parallel computing)
 - 多くのプロセッサを搭載した一つのシステムによって、(複数の)単一問題を処理する
- 分散処理 (Distributed computing)
 - ネットワークで接続された複数のシステムによって、様々な問題をSWが管理して、処理を行う
- グリッド・コンピューティング (Grid Computing)
 - ネットワークで接続された複数のシステム上で、SWによって密に関係付けられたシステムを構築して、その上で大規模な単一問題や多くの処理を行う

スケーラブルシステムズ株式会社



- 1986 日本クレイ株式会社入社
SE、セールスサポート、マーケティングサポート
などの活動と技術面で会社をリードしています
- 1996 日本SGI株式会社 (SGIのCray買収により)
SEディレクター、製品技術本部長など
- 2003 執行役員チーフテクノロジーオフィサー
SGI製品はもちろん、広範囲な技術動向について
お客様へのご紹介や各社とのアライアンスの活動
を行いました。
- 2005 スケーラブルシステムズ株式会社設立



2005



Scalable Systems

スケーラブルシステムズは、CRAYとSGIでの豊富なHPC関連の経験を生かして、新たなソリューションをご提供します。

1996

2000

2005



1985

1990

1995

CRAY Research Inc.

ベクトル計算機、MPPシステム、スーパーサーバ (SUN互換機) などの様々なアーキテクチャのシステムでのHPCソリューションの提供のための活動を行ってきました。ベクトル処理、並列処理での最先端技術の日本への紹介も行っています。

Silicon Graphics



初めての商用DSM (分散共有メモリスistem) や大規模NUMAシステムでのHPCソリューションの提供をおこなってきました。

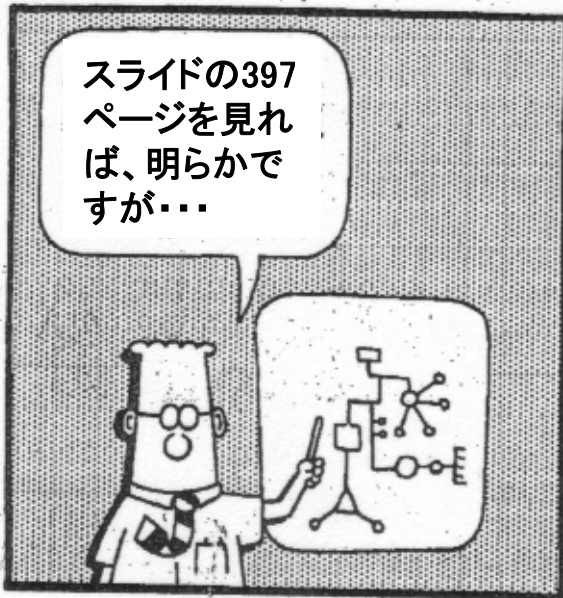
Linuxとインテルプロセッサによるスケーラブルシステムの製品化とそのシステムの導入支援を行っています。

ご注意！！



DILBERT

By Scott Adams



www.dilbert.com scottadams@aol.com



© 2000 United Feature Syndicate, Inc.



DIRECTION

NORTH EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

目次

1. 「HPC」の再定義
2. HPCシステムの歴史
3. HPCシステムの課題
ソフトウェア
ハードウェア
マルチコアプロセッサ
4. Case Study

資料は、4つのプレゼンテーションから構成されます。各プレゼンテーションの内容は相互に関連しますが、個々の資料としても、ご覧いただけます。

資料の内容については、今後も継続してアップデートする予定です。また、掲載されている製品情報等については、予告なく変更される場合もあります。また、弊社はその内容について、販売等を前提としての保障はいたしません。

「HPC」の再定義



ハイパフォーマンスコンピューティング【HPC】

読み方：エイチピーシー

別名：High Performance Computing

自然現象のシミュレートや生物構造の解析など、非常に計算量が多い計算処理のこと。言葉の意味からいえば計算の目的は限定されないが、特に自然科学現象を解明するための計算を指す言葉として用いられる。

ハイパフォーマンスコンピューティングの主な用途として、地球全体の気象など、人間の手で制御することができない現象や、自動車の衝突シミュレーションなど、実験コストが高くつく現象の解析があげられる。

IT用語辞典 e-Words より

HP²C システム



高い性能 (High Performance)

スケーラブルなアプリケーション性能

プロセッサの性能を最大限に引き出すことが可能

高いIOとネットワーク性能

高い生産性 (High Productivity)

‘使い易さ’

充実した運用管理機能

開発環境

豊富なアプリケーション

オープンなシステム環境



DIRECTION

NORTHEAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

High Productivity Computing



‘高い性能＋互換性＋サービス’

- 容易なプログラミングと優れた開発環境
 - 共有メモリAPI (OpenMPやPthread)と分散メモリAPI (MPIやSHMEM)の双方をサポート可能
 - スケーラブルLinuxシステムでは、双方のAPIで非常に高いスケーラビリティを実現
 - プログラムの開発期間の短縮と作業効率の向上
 - 開発プラットフォームとしての最大の利点
- 運用管理
 - より少ない運用管理ノード数
 - 共有ファイルシステムなしでも、ファイル共有が可能(共有ファイルシステムの利用で、さらに運用効率の向上も可能)

HP²C ソリューション



高い性能 (High Performance)

スケーラブルなアプリケーション性能

プロセッサの性能を最大限に引き出すことが可能

高いIOとネットワーク性能

高い生産性 (High Productivity)

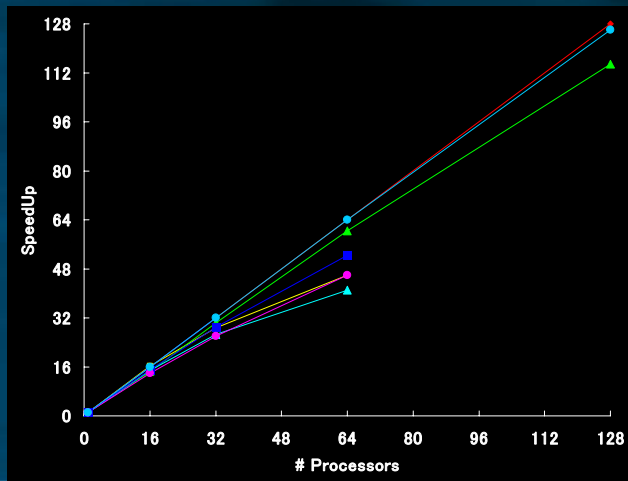
‘使い易さ’

充実した運用管理機能

開発環境

豊富なアプリケーション

オープンなシステム環境



システムインテグレーション



ITインフラの現状

- グローバル・スタンダード化しているITインフラの構築
- ハイエンドシステムの構築に際して、垂直型のシステム提案(各技術の積み重ね)は、ユーザの要求に応えることができるのでしょうか？

ユーザとパートナーの方々

サポート

アプリケーション

ソフトウェア

マイクロプロセッサ

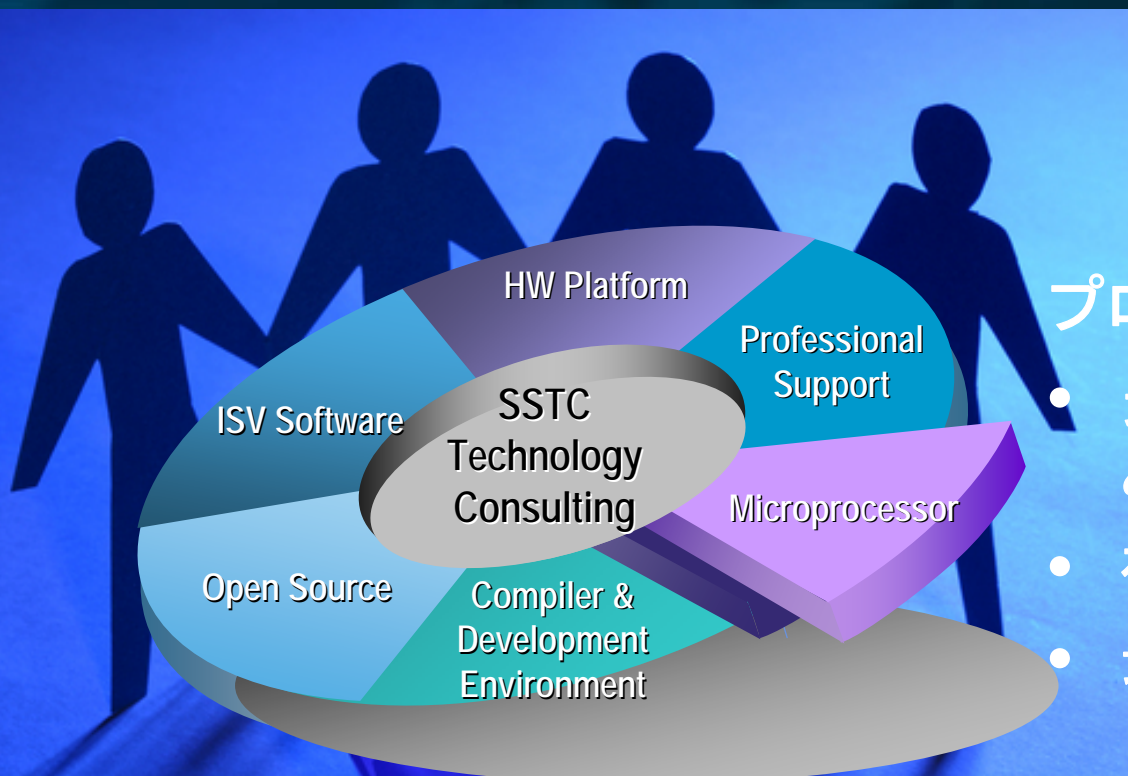
プラットフォーム

「垂直・ピラミッド型」システム構築

「垂直・ピラミッド型」から 「水平・メッシュ型」へ



グローバル・スタンダード化によって、システム構成は、「垂直・ピラミッド型」から「水平・メッシュ型」へと変革しています。



プロジェクトの成功のために

- 先端的な技術の相互の組み合わせとその連携
- 複雑なテクノロジーの連携
- 最適なソリューションの提案

「水平・メッシュ型」コラボレーション

DIRECTION

NORTHEAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

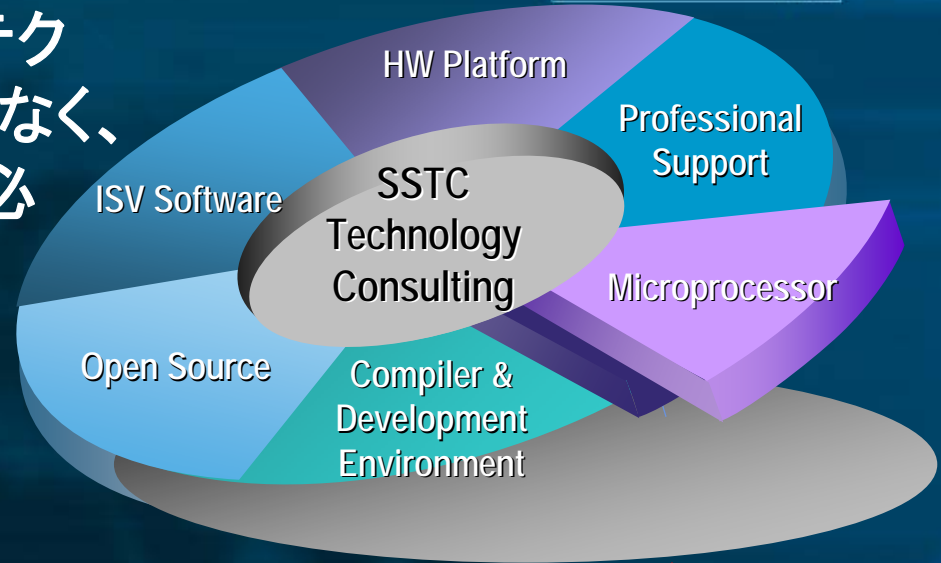
システムインテグレーション



ハイエンドシステムの構築は、テクノロジーを‘スタック’するのではなく、テクノロジーの相互連携を図る必要があります。



「垂直・ピラミッド型」システム構築



「水平・メッシュ型」コラボレーション

SSTCが提供するテクノロジーコンサルテーションでは、HPCシステムの構築のために必要なこれらのテクノロジー全般を広くカバーするコンサルテーションを提供します。

テクノロジーのコラボレーション

「垂直・ピラミッド型」から「水平・メッシュ型」へ



- システム構築は、テクノロジーを'積み上げて'お客様に提供することである、というような説明がなされることが一般的です。
 - しかし、実際には個々のテクノロジーは、相互に深く関わっています。単純にテクノロジーを'積み上げる'のではなく、テクノロジー相互の連携を図ることが必要になります。
- グローバル・スタンダード化によって、システム構成は、「垂直・ピラミッド型」から「水平・メッシュ型」へと変革しています。
 - そのため、複雑なテクノロジーの連携を図り、その中での最適なソリューションとしての提案を行うことが、プロジェクトを成功に導く鍵となります。

お互いの強みを生かし合いリアルタイムでのコラボレーションを図ることにより、リソースを効果的に活用し合うことで、価値を高めることが可能となります。

DIRECTION

NORTHEAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

テクノロジーの「Hub」としての機能



求められるシステムインテグレータの姿

- コラボレーションにおいては、その協調、協力関係は固定ではなく、状況と環境に応じて変化します。的確な判断と経験、また、将来への洞察によって、コラボレーションによるバリューチェーンの再構成が必要になります。
- 仮想的な組織を柔軟に構築するためのテクノロジーの「Hub」としての機能を担い、より高い生産性を実現できるスケーラブルなシステムの構築のための相互連携をより緊密に図ることを可能とします。

DIRECTION

NORTHEAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

HPCシステム



- HPCからHPMS (High-Performance Modeling and Simulation)
 - 計算システム+ストレージ+可視化の統合システム
 - High Performance と High Productivity
- Capability .vs. Capacity
 - 単一ジョブの高速処理
 - 複数ジョブの多重処理
- ハイエンドコンピューティングに関する課題
 - プログラミングモデル(Programming Productivity - Safety, Portability, Performance, Integrationなど)
 - 仮想化、IO、OS、APIなど様々な課題
 - マイクロプロセッサの動向の変化

DIRECTION

EAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

計算科学の位置づけ



計算科学
High Performance Computing

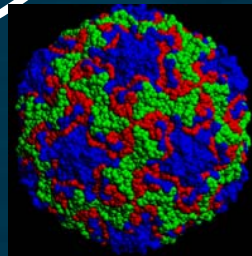
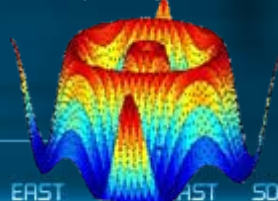
大規模並列システム
スケーラブルコンピューティング



バーチャル・リアリティ
仮想現実空間の構築

「インシリコ」テスト
バイオサイエンスとシュミレーション

物理モデリング
コンピュータグラフィックス



High-Performance
Modeling and
Simulation

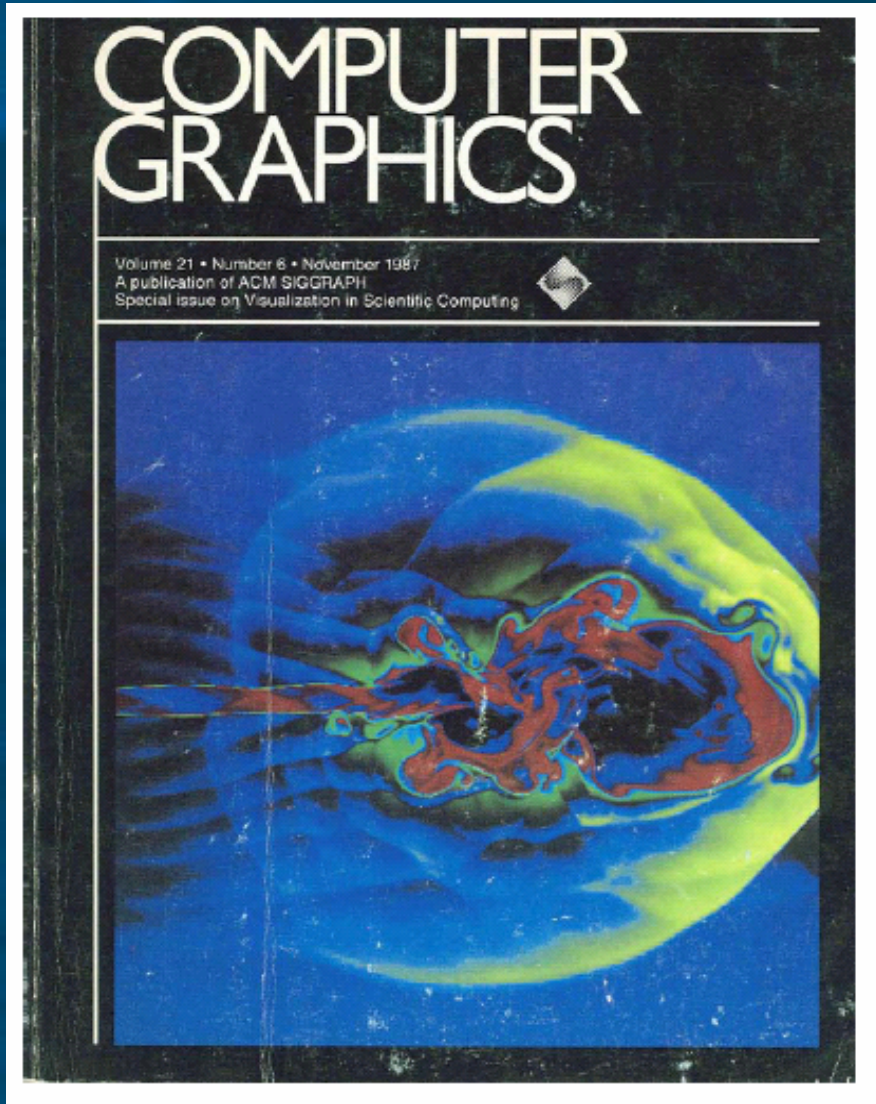
Nature

Observation

Theory

Physical
Experimentation

可視化



NASA Hyperwall Home Page

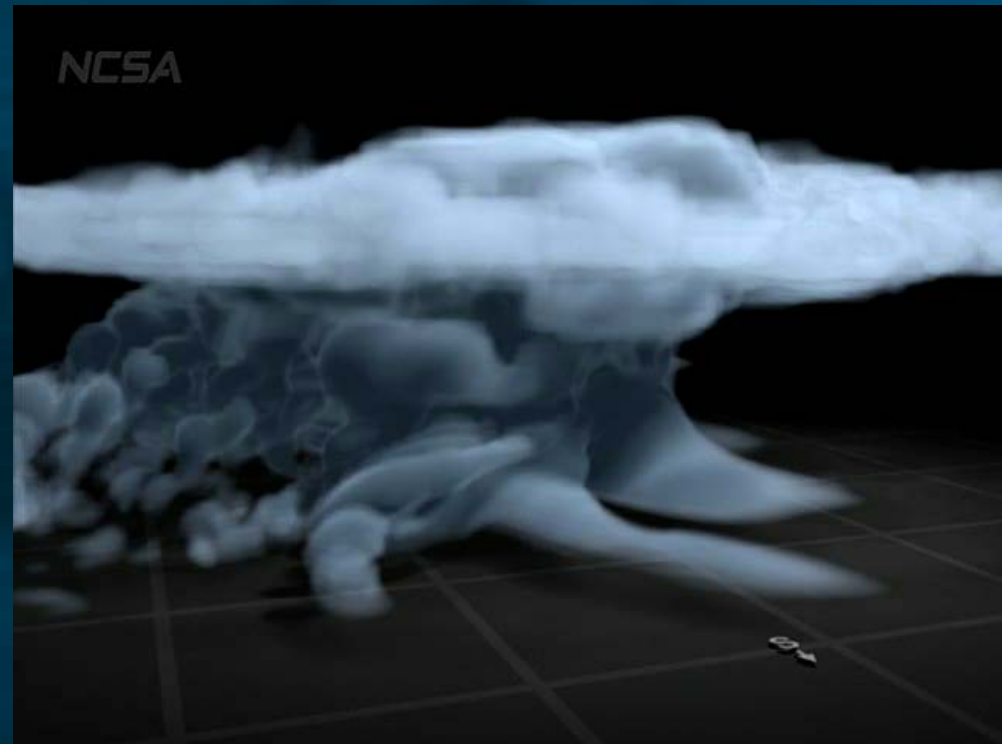
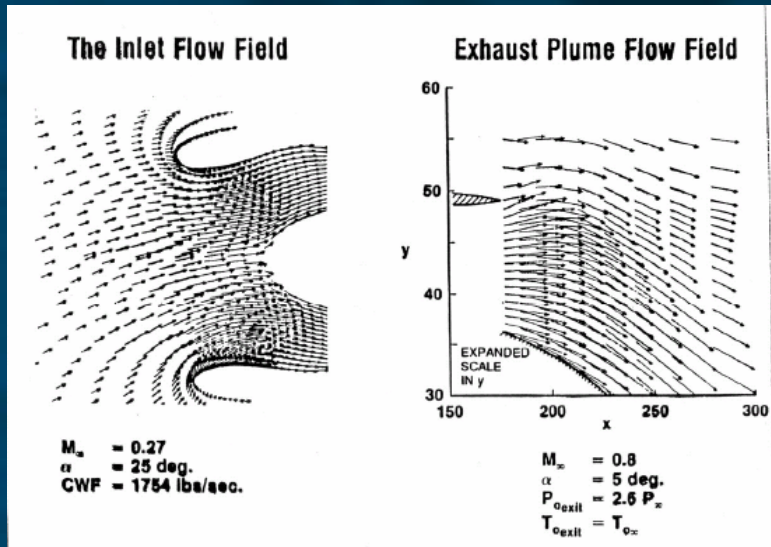
<http://www.nas.nasa.gov/Groups/VisTech/hyperwall/index.html>

“Visualization in Scientific Computing” established the field in 1987 (edited by B.H. McCormick, T.A. DeFanti, and M.D. Brown)

DIRECTION

NORTHEAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

可視化の進化



Computer graphics typical of the time:
-2 dimensional
-line drawings
-black and white
-“vectors” used to display vector field images from a CFD report at Boeing (1985).

The impact of scientific visualization seven years later:
-3 dimensional
-use of “ribbons” and “tracers” to visualize flow field
-color used to characterize updraft and downdraft images
Visualization by NCSA



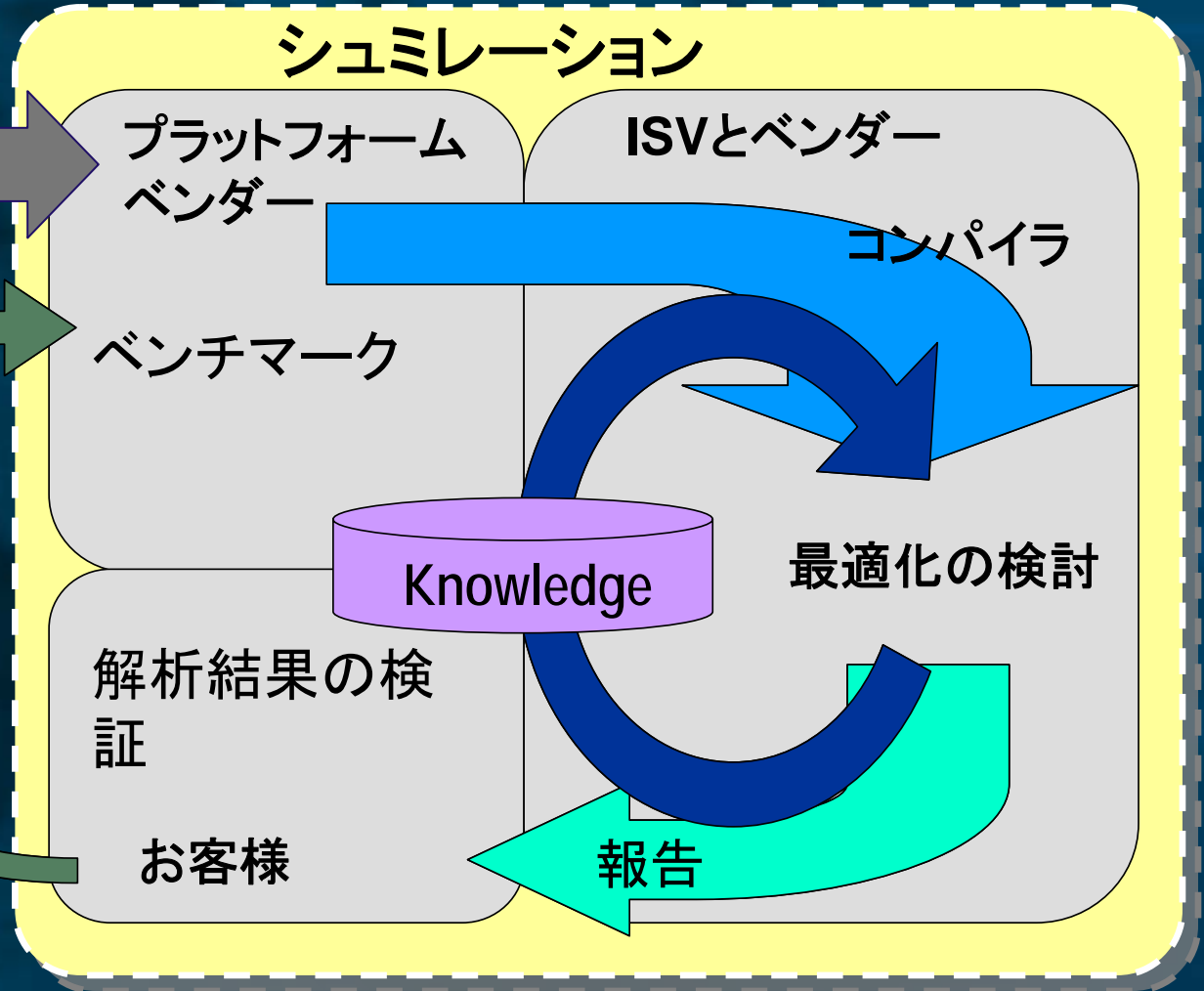
解析におけるサポートモデル



材料モデル
テンプレート
荷重
境界条件
その他、解析条件
設計条件
など



解析モデル

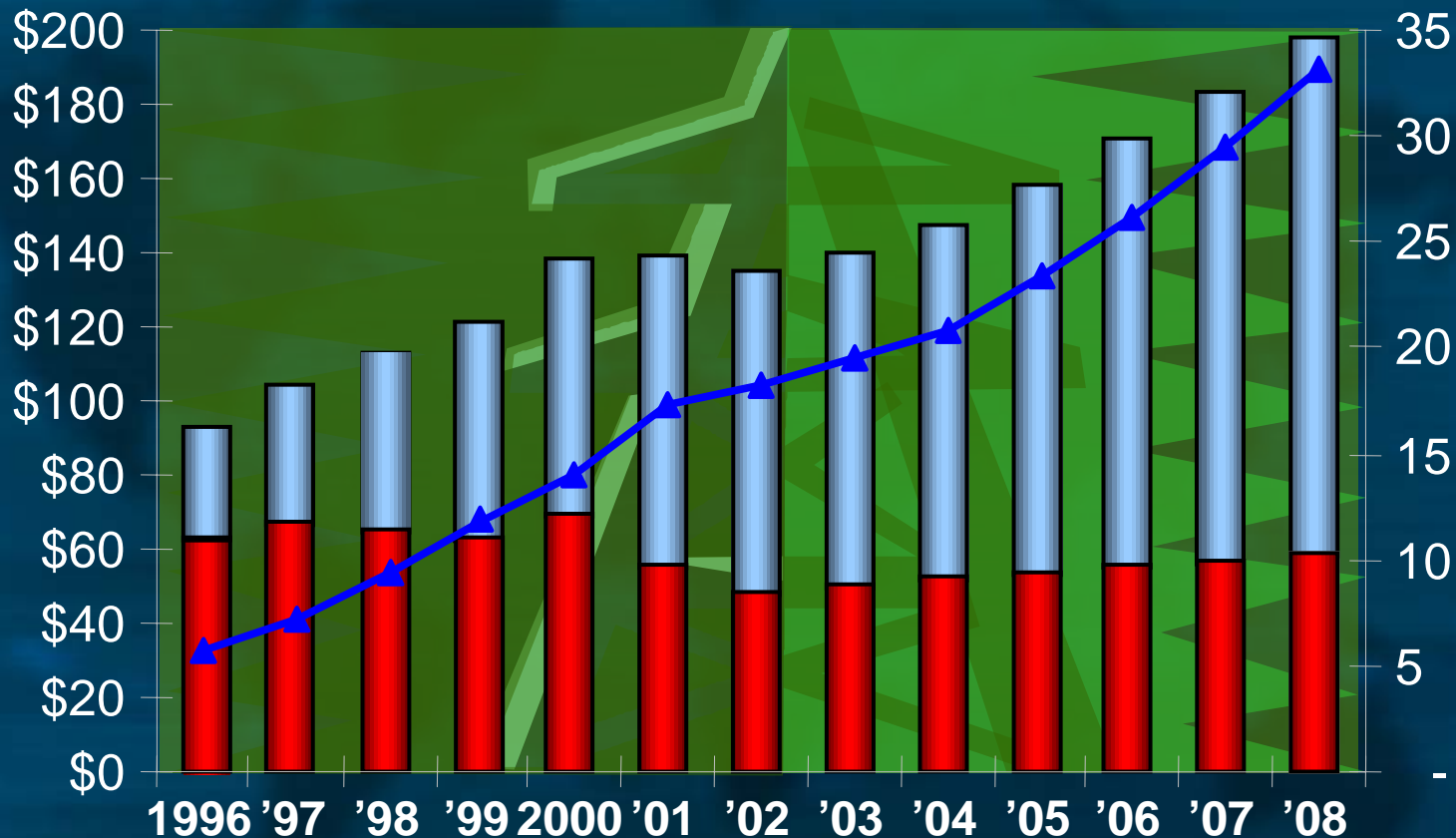


マーケットトレンド



Spending (USB\$)

Installed Base (M Units)



■ New server spending (USM\$) 3% CAGR
■ Cost of mgmt. & admin. 10% CAGR

DIRECTION

NORTHEAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

Source: IDC, 2004

TCO : Total Cost of Ownership



- ハードウェアだけでなく、全てのコストを考慮したシステムTCOでの評価（例えば、小規模ノードクラスは低い購入コストで済むが、大規模ノードでは、ハードウェア以外のコストが増えて、TCOが増す）
- 運用コスト
 - フロアスペース/電力/システム管理
- インストールコスト
 - ノード数に大きく依存
- 購入コスト
 - プロセッサ/インターコネクト/メモリ/ソフトウェアコスト

ハードウェアコストは氷山の一角

ハードウェア
ソフトウェア

システムサポート
システム運用管理コスト
保守サービス
データマネージメント
アプリケーション開発
アプリケーションライセンス
互換性
.....

システム選択の課題



- 構築・運用管理コストの削減（TCO）
- より生産性の高いシステムの構築
 - － 複数の技術を効果的に組み合わせることにより解決を図る
 - － 提供される機能とその価値の評価

DIRECTION

NORTHEAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

性能差と価格性能比

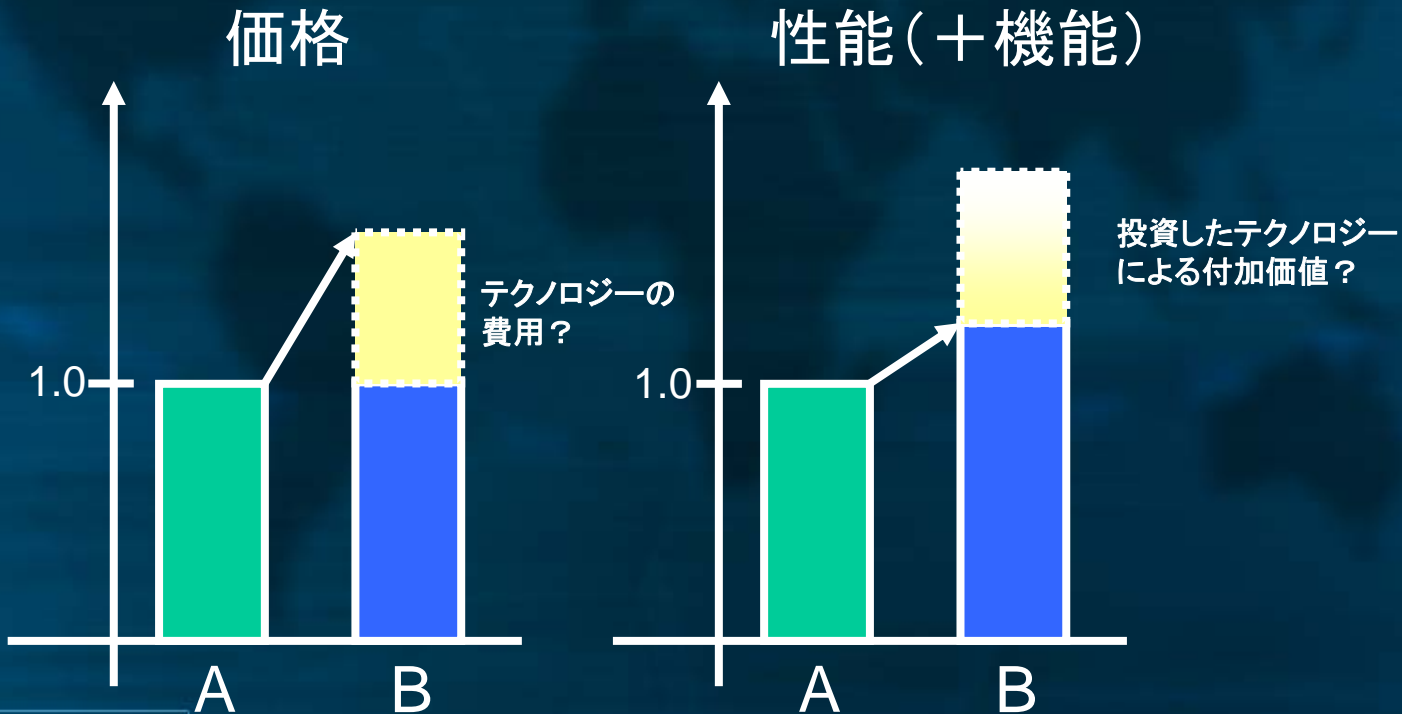


× 性能差 = 価格差

? 価格性能比 = 価格 ÷ 性能

○ 性能差 ≤ √ 価格差

? 価格性能比 = 価格 ÷ (性能 + 機能)



性能差と価格性能比

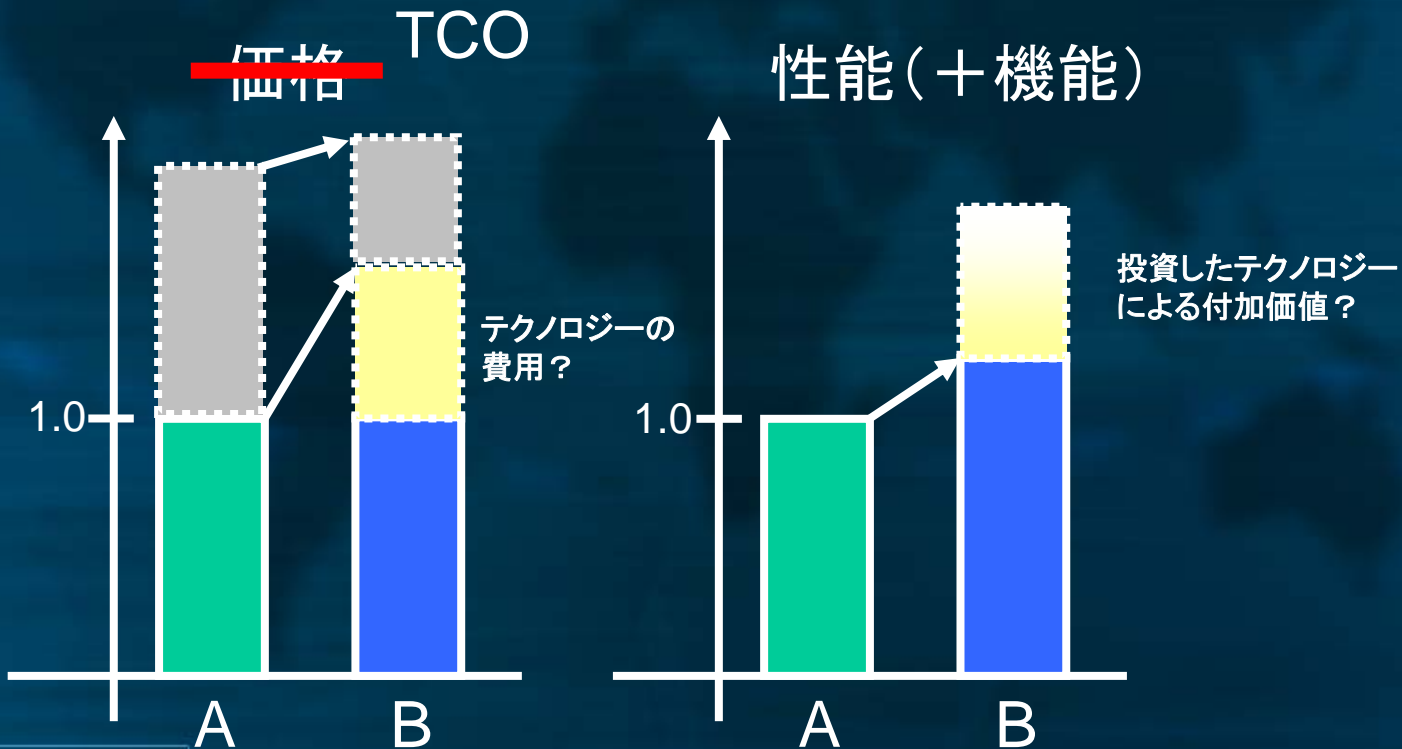


× 性能差 = 価格差

? 価格性能比 = 価格 ÷ 性能

○ 性能差 ≤ √ 価格差

? 価格性能比 = TCO ÷ (性能 + 機能)



システム構築サイクル



○技術動向に関する助言

システムの増強
や構成変更

○現有システムの評価と
ボトルネックの明確化

○次期システム導入
のための性能評価
(ベンチマーク)



テクノロジー
コンサルテーション

○性能評価の結果など
をベースに次期システ
ムでのワークロード処理
のシュミレーション

次期システムの構築

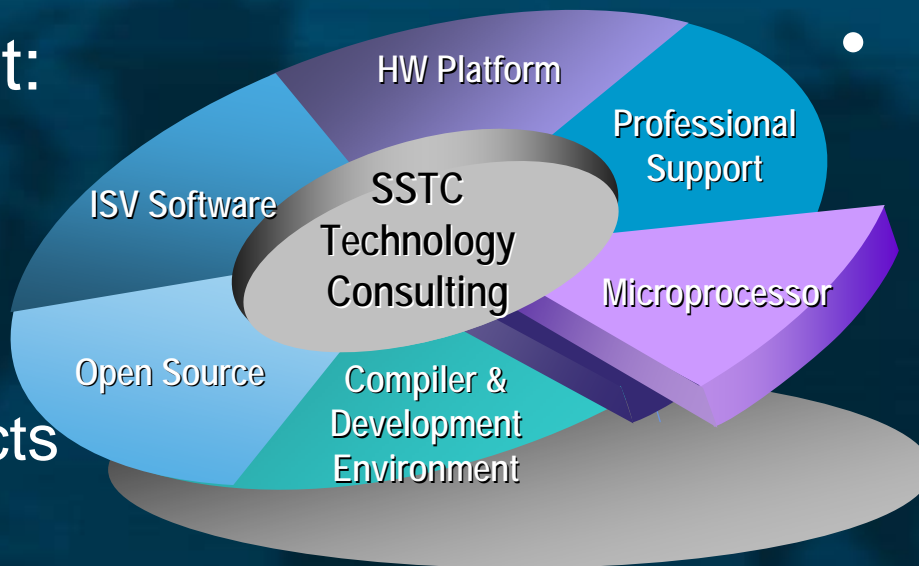
DIRECTION

NORTHEAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

HPC ソリューション



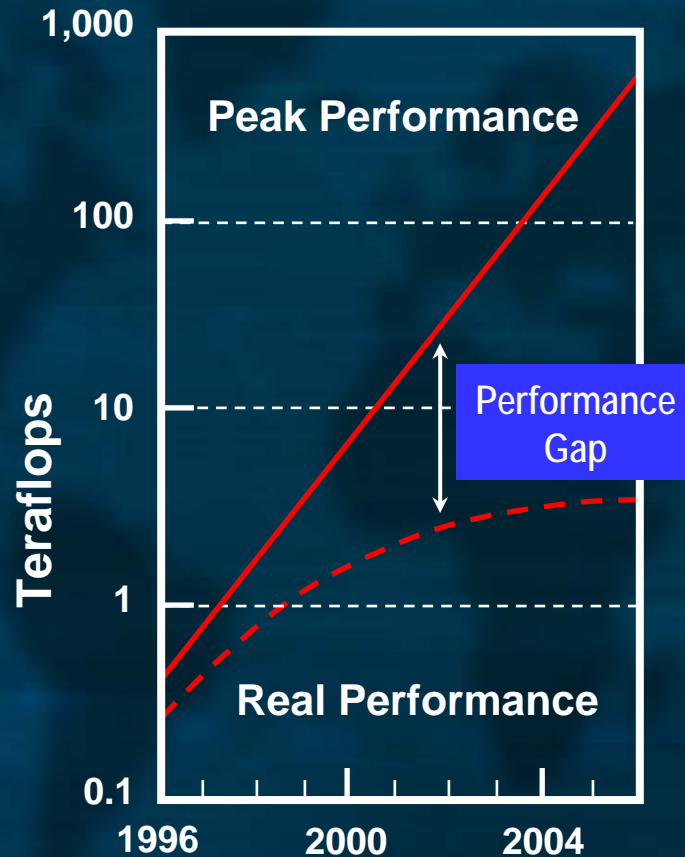
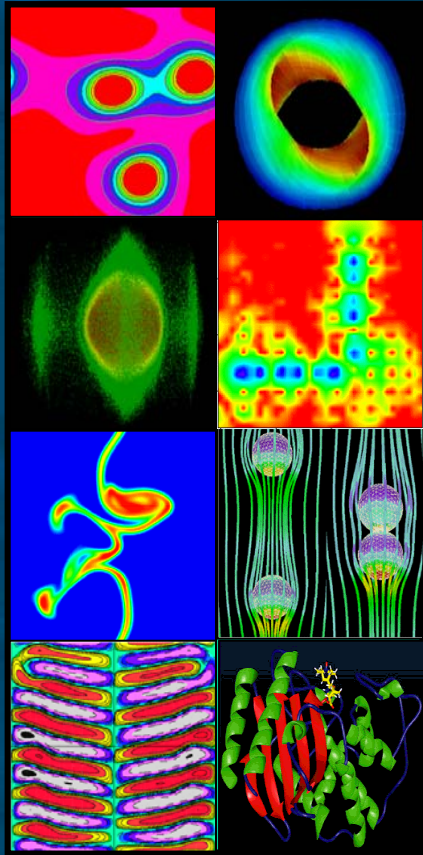
- It is NOT just:
 - Hardware
 - Software
 - Storage
 - Interconnects



- It IS also:
 - Applications
 - Architectures
 - Support
 - Services

HPCソリューションは、単にハードウェアとソフトウェアによって構成されるのではなく、アプリケーションやサービス・サポートなども含む統合的なソリューションです。

性能ギャップの拡大



ピーク性能の大幅な向上

- 1990年代は、性能の向上は、 10^2 のオーダーでしたが、2000年代になると 10^3 のオーダーで性能は向上しています。

しかし...

- 多くの科学技術計算用途のアプリケーションのピーク性能に対する実効性能の比率は、5-10%となっています。(1990年代のベクトル計算機は、40-50%の対ピーク性能を示していました。)

今、必要なのは

- より高い実効性能を発揮することが可能な計算アルゴリズムと手法の開発とスケーラビリティの向上
- プログラミングモデルなども含めて、スケーラブルな計算機環境の構築

システムの‘バランス’



エコシステムに対応するためにも、電力消費量や発熱量を積極的に抑える技術の開発

省電力

大規模なクラスタシステムの構築及びアプリケーションのワークロードに対応した高速性能

インターコネクト

CPU-メモリ間的高速なデータ転送やより高速なネットワーク、大規模なストレージのサポート

高速プロセッサ

マルチコアによって、プロセッサ単体の処理性能の向上を図る

64ビットアドレス

64ビットのアドレス空間と拡張されたレジスタによるOSとアプリケーション双方の機能・性能拡張

メモリ性能と容量

64ビット化とマルチコア化にともなう高速・大容量へのニーズに対応し、また、その拡張性の高い実装技術の実現

I/Oバンド幅

DIRECTION

NORTHEAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

マーケットの現状



- HPCも高付加価値のサービスが問われる時代
- ベンダー間の競争
 - コンポーネントの提案ではなく、複数の技術を組み合わせ、システムを提案し、それをサポートする能力での評価
- 部分的な最速の追求はあまり意味がない
 - 無秩序なシステム
 - 十分な競争力を発揮出来ない

DIRECTION

NORTHEAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

次世代ITインフラに対する戦略



コアとスレッド

- より多くのスレッドを効率よく利用可能
- マルチスレッド向け最適化

電力管理

- 省電力
- データセンター運用管理機能

仮想化

- 柔軟性と優れた運用管理
- 仮想的なシステムパーティション

I/O とメモリ

- 高いバンド幅
- 信頼性の向上
- 業界標準ソリューションの提供

RAS

- ハードウェアベースの自己監視/自己管理
- ファームウェアベースのエラー履歴管理

システム管理

- より低いTCOを実現するための一般・標準化されたマネージメント機能

Source: Intel

64ビットマイクロプロセッサ、マルチコア、仮想化などといった新しい技術がすべて関連する

HPCアーキテクチャ



- ベクトル、スカラー、FPGAを統合したシステムの構築を各社が提案
 - アプリケーションに最適なシステムアーキテクチャへの対応
 - プロセッサとメモリ性能のギャップへの挑戦
 - プログラミングの生産性の向上
 - 複雑化するシステムをよりシンプルにし、システムの運用コストの低減
- 実際問題としては、複数のアーキテクチャを‘標準コンポーネント’でインテグレーションすることも可能

標準コンポーネントの進化



- プロセッサの性能向上
 - ‘マルチコア’による省電力での性能向上が可能
 - HPCアプリケーションは、容易に‘マルチコア’の利点を活用可能（OpenMPやMPI）
- ファイルシステム
 - 高性能なスケーラブルファイルシステム（オープンソース）
- インターコネクト
 - PCI-Express（メモリ \leftrightarrow インターコネクト）
 - 高速の商用製品やオープンソースでの強力（OpenIBなど）

DIRECTION

NORTHEAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

標準コンポーネントの利点



- 特定のベンダーからのシステムを組み合わせるのではなく、他社のシステムも含めてベストなシステムの選択が可能
 - スケーラブルSMP、ベクトル計算機、クラスタの幅広い選択肢
 - 64ビット、マルチコアマイクロプロセッサの性能向上を最大限に活用
- 標準コンポーネントの技術革新の活用
 - PCI-Expressや、FB-DIMMの利用技術

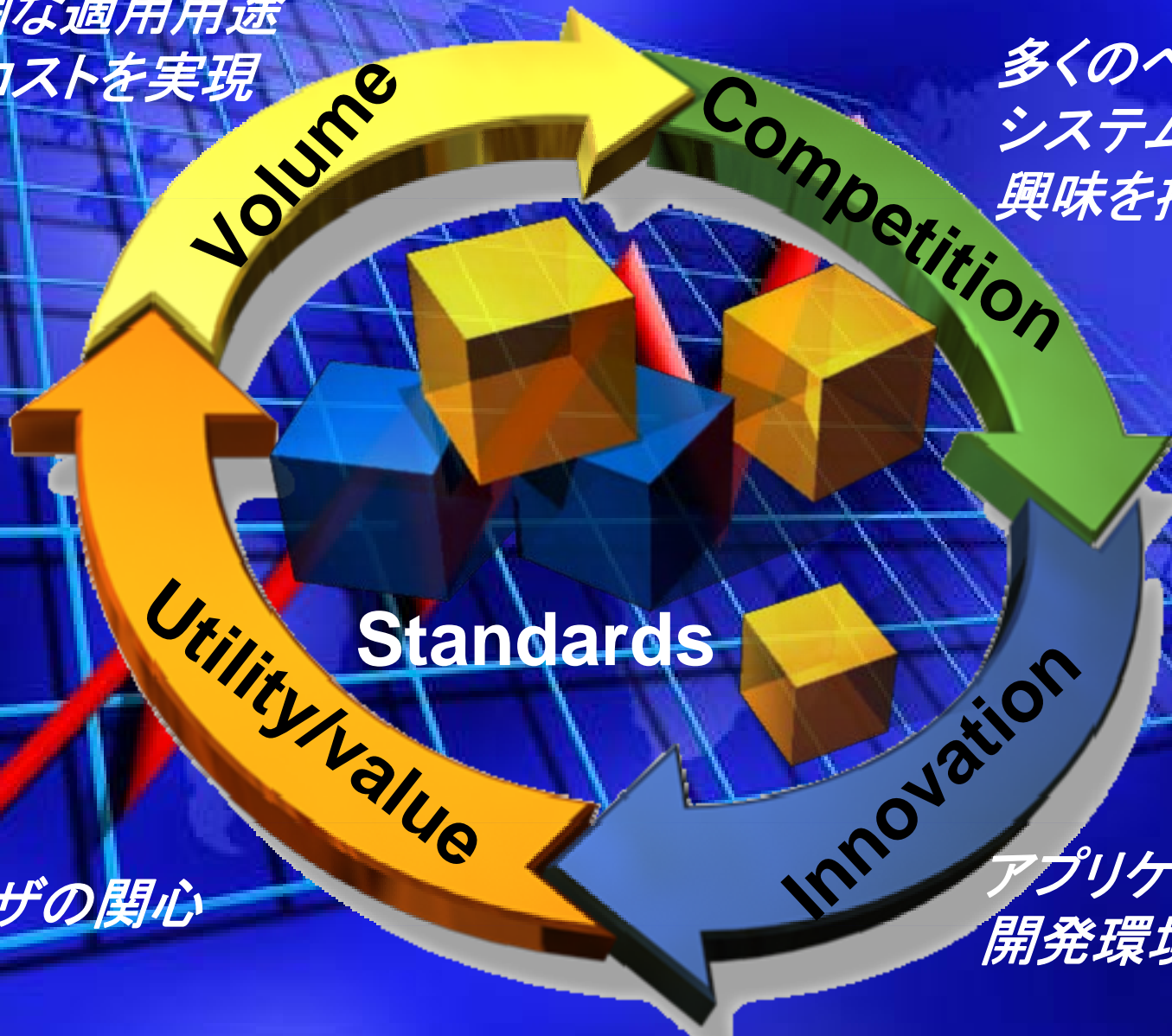
DIRECTION

EAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

HPCシステムのサイクル

広範囲な適用用途
と低コストを実現

多くのベンダーが
システムの販売に
興味を持つ



ユーザの関心

アプリケーションや
開発環境の改善

マルチコアへの対応

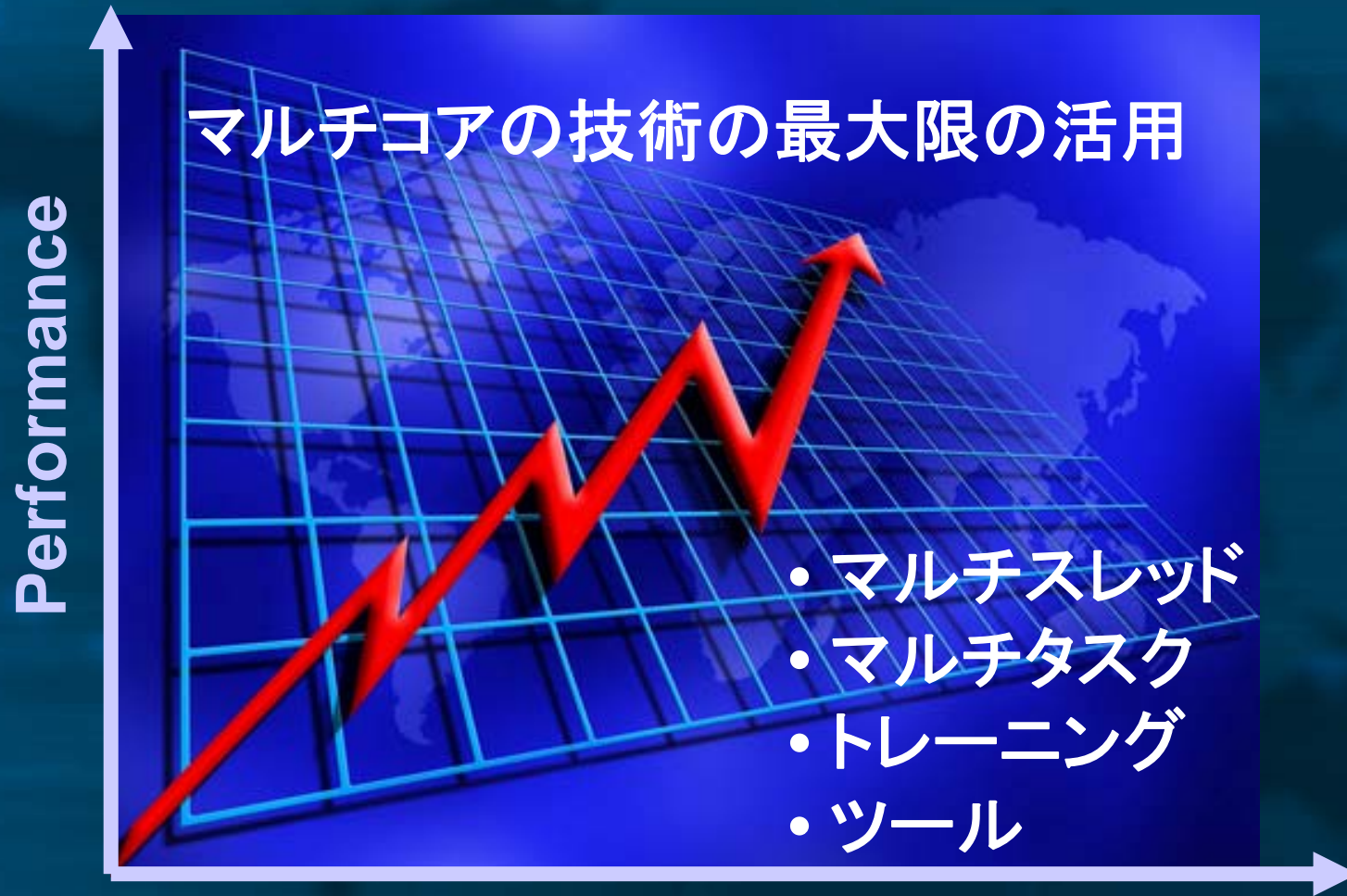


- マイクロプロセッサ
 - 今後のマイクロプロセッサは、64ビット、マルチコアが標準になる
 - マルチコアプロセッサに対応したプログラミングサポートや開発環境のサポートが重要
- HPCも高付加価値のサービスが問われる時代
- ベンダー間の競争
 - コンポーネントの提案ではなく、複数の技術を組み合わせ、システムを提案し、それをサポートする能力での評価

DIRECTION

EAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST

マルチコアによる性能向上



「テクノロジー」について



- 「テクノロジー」をどのようにとらえるか？
 - 企業経営基盤のコア要素
 - ユーザの本質的な課題を解決する戦略的な武器
- 今後のマーケットは、「テクノロジー」が牽引する
 - ただし、ユーザに何らかのメリットをもたらさない「テクノロジー」は、意味を成さない
 - テクノロジーを最適に組み合わせることで、問題解決のためのソリューションを提供

テクノロジーとITインフラを明確に説明することが今、求められています。

さらに詳しい情報は.....



- 弊社のコンサルテーションに関するご提案資料もダウンロード可能です。(非公開WEBページ)別途、弊社に内容等については、お尋ねください。

お問い合わせ先:

〒102-0083

東京都千代田区麹町3-5-2

BUREX麹町 8F

電話:03-5875-4718

FAX:03-3237-7612

E-mail: biz@sstc.co.jp

<http://www.sstc.co.jp>

SSTC
Scalable Systems Co.,Ltd.
スケーラブルシステムズ株式会社

<http://www.sstc.co.jp>
biz@sstc.co.jp

Enter >> Back to SSTC Home Page >>

Copyright 2005 Scalable Systems Co., Ltd. All rights reserved.

www.sstc.co.jp/biz



ハイエンドコンピューティングに関するコンサルテーションとして、幅広いサービスをご提供致します。

このサービスを最大限に活用していただくことで、コラボレーションによる「顧客志向」のコンサルテーションサービスをご提供できればと思っております。



社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。無断での引用、転載を禁じます。

In general, the name of the company and the product name, etc. are the trademarks or, registered trademarks of each company.

Copyright Scalable Systems Co., Ltd. , 2005. Unauthorized use is strictly forbidden.

2005年10月

DIRECTION

NORTHEAST EAST SOUTHEAST SOUTH SOUTHWEST WEST