

エクサスケール・スーパーコンピュータ開発の概要について

理化学研究所計算科学研究機構

エクサスケール・スーパーコンピュータ開発プロジェクト準備室長

システムソフトウェア研究チームリーダー

石川 裕

社会的・科学的課題とシステム設計の基本的考え方

- Science-driven System
 - 計算科学ロードマップ(第2版)に基づく概念設計
 - 社会的・科学的課題および必要とする計算資源量について精査
 - ロードマップで見えてくる使い方は
 - 大規模、精密、長時間発展といったcapability computingのニーズ
 - » 大規模計算を解く。例えば、京で8万ノード使わないと動かせないプログラム
 - 複雑な現象を対象とした課題におけるcapacity computingのニーズ
 - » 気象、気候シミュレーションなど多くの分野では、初期パラメータを変えてシミュレーションし、それらの結果から予測値を得る。例えば、京で80ノード使って動作するプログラムを1000個同時に動かす
 - Big data computing、社会科学シミュレーションのニーズ
 - これらの要求に応えるシステムの設計が前提
- Sustainable System
 - 京の後継機として京の資産が受け継げる、そして、将来の計算機システム発展動向を見据えたシステム
 - 2020年ころの世界の最先端システム、競争力、競合力あるシステム
 - 将来の我が国のHPCの発展につながるシステム
- TCO(Total Cost of Ownership)-aware System
 - 白書で必要とされる計算資源量に対して、低電力、ソフトウェア高移植性、高耐故障性を有するシステム設計

開発目標

目標性能：京コンピュータの100倍性能を目指す
アプリケーション実効性能で100倍

	京	ポスト京
性能	10.51 Pflops (Linpack)	エクサスケール
消費電力	12.7 MW(Linpack)	30 ~40MW

開発目標達成検証法（設置時）
社会的・科学的課題を解決するために使用されるアプリケーションの中からベンチマークプログラムとして選定し目標性能を検証する

100倍向上するアプリケーション例

医療・創薬	新薬スクリーニングのための分子動力学シミュレーション
総合防災	被害予測のための地震波伝播シミュレーション
基礎科学	量子色力学から原子核・宇宙初期の解明を目指す格子QCD計算

10～数十倍向上するアプリケーション例

医療・創薬	病気診断に貢献する心臓シミュレーション
総合防災	実時間ゲリラ豪雨予測
グリーンエネルギー創出と環境	デバイス材料の電子状態計算
基礎科学	太陽活動の長期シミュレーション
ものづくり	車体衝突シミュレーション

「京」

汎用部

様々な種類の計算を万遍なく実行できる汎用プロセッサを多数結合したシステム



できるだけ幅広い分野に計算資源を提供することを目的。国内における計算科学を牽引



「京」: 汎用部のみからなるシステム

エクサスケールコンピュータ実現課題

電力性能比

2020年頃から運用可能な最先端サーバ技術だけで開発した1エクサマシンの電力は50MW以上の電力が必要

強スケーリング

演算コア数計算ノード数の増大に応じてアプリケーション（同一問題サイズ）実行時間が短くなること

強スケーリング問題例

4 Tflops, 40 GB



計算ノード
1 TF
10 GB
memory

並列計算は以下の処理を繰り返す

- 各計算ノードで計算 (例: 10秒)
 - 計算ノード間でデータ交換 (例: 1秒)
- 全体で11秒

- 10倍のトータル性能(トータルメモリ容量は同じ)
- 計算ノード性能同じだが、メモリ容量は1/10になる



40 Tflops, 40 GB



計算ノード
1 TF
1 GB
memory

計算ノードで計算するメモリ容量が1/10になった分計算時間も短縮

- 各計算ノードで計算 (例: 1秒)
 - 計算ノード間でデータ交換 (例: 1秒)
- 全体で2秒 (5倍の性能向上しかない)

「京」とポスト「京」の違い

汎用部

様々な種類の計算を万遍なく実行できる汎用プロセッサを多数結合したシステム



できるだけ幅広い分野に計算資源を提供することを目的。国内における計算科学を牽引



「京」： 汎用部のみからなるシステム



改善

加速部

科学技術計算に重要な、特定のパターンの演算において極めて高い性能および電力効率を得られるように設計。同じタイプの計算を繰り返すことに特化した機構を持つ



できるだけ幅広い分野に計算資源を提供しつつ、電力問題等を解決



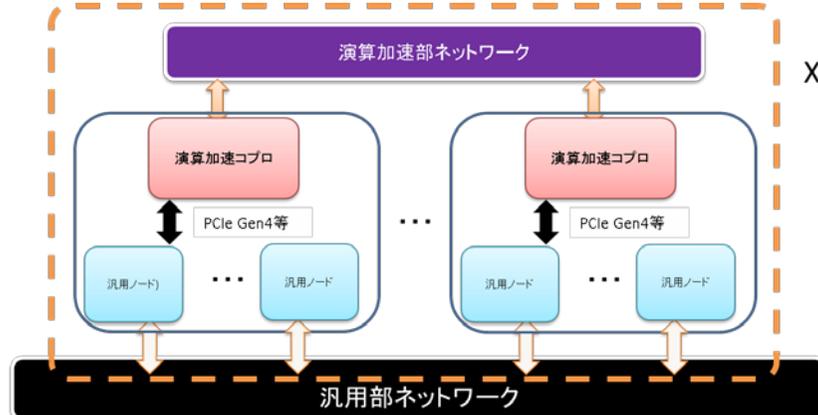
ポスト「京」：
汎用部と加速部を組み合わせた
ヘテロジーニアスシステム

【加速部を入れる意義】
・電力性能の大幅な向上
・強スケーリング対応（一定サイズの問題を実時間で高速化できること）

【「京」からの高度化】
・演算性能、メモリ容量の増強
・電力あたりの演算性能の改善
・（ノード間ネットワークの）高性能・高信頼性

ポスト「京」のシステム

X N



開発体制予定

