

(参考1)

次世代スーパーコンピュータ
概念設計評価作業部会(第5回)資料

理化学研究所作成

HPC CHALLENGEベンチマークについて

HPC CHALLENGEベンチマークについて

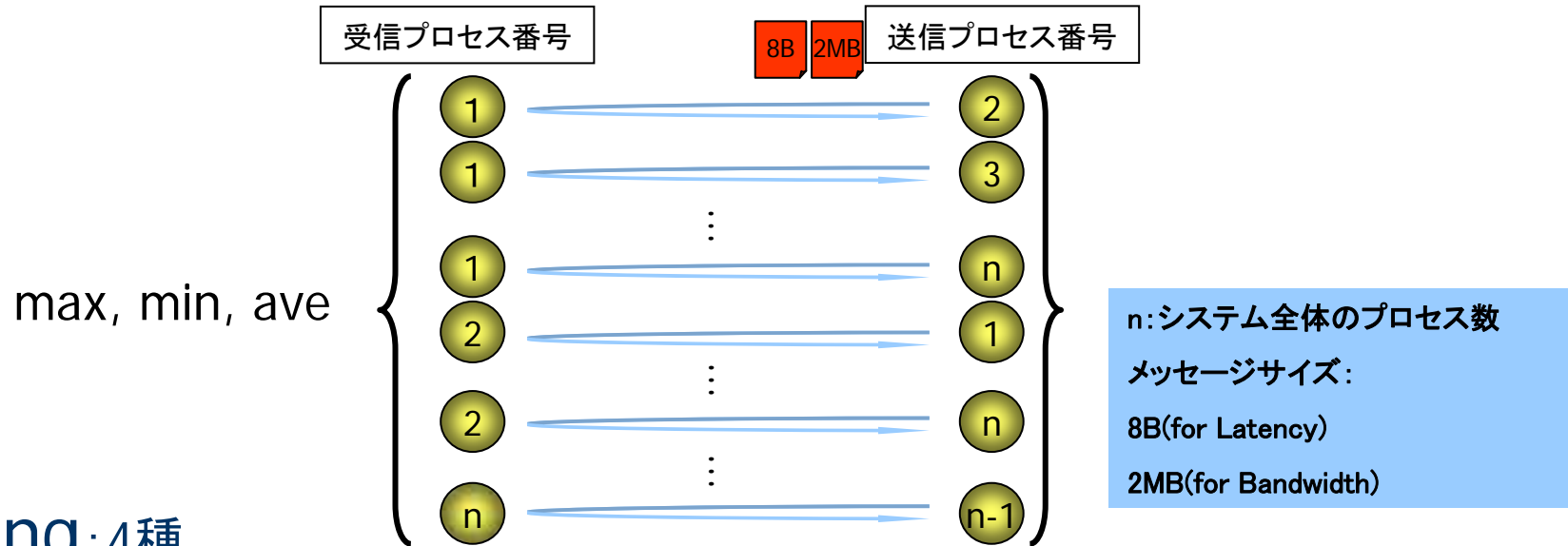
- HPCアーキテクチャの総合性能の評価指標のひとつ
 - 7つのコンポーネント
 - HPL (High Performance Linpack) : 全体性能測定
 - DGEMM (行列積, Linpackの主要部分) : 単一プロセス性能測定
 - STREAM (Copy, Scale, Add, Triad) : 実効メモリバンド幅測定
 - PTRANS (行列転置) システム全体の通信性能測定
 - RandomAccess (ランダムなメモリアクセス) : 通信性能測定
 - FFT (一次元高速フーリエ変換) : 演算性能及び通信性能測定
 - b_eff : 通信性能測定
 - システムの全体性能および単一プロセス性能が評価対象

コンポーネントの詳細

コンポーネント名	評価課題	要求される性能(評価対象)
HPL	連立一次方程式の解法 $Ax = b$	総合的な演算性能(システム全体)
DGEMM	実数行列の行列積 $C = \alpha AB + \beta C$	乗加算演算性能(単一プロセス)
STREAM	実効メモリバンド幅(以下の4種) COPY : $c(i) = a(i)$ SCALE : $b(i) = \alpha c(i)$ ADD : $c(i) = a(i) + b(i)$ TRIADD : $a(i) = b(i) + \alpha c(i)$	実効メモリバンド幅性能(単一プロセス)
PTRANS	行列の転置 $A = A' + B$	全対全通信に対するネットワーク性能(システム全体)
RandomAccess	整数データのランダムな間接参照 $a(rand(i)) = XOR[a(rand(i)), r]$	不規則な1対1通信が大量に発生する状況下でのネットワーク性能(システム全体および単一プロセス)
FFT	1次元離散複素フーリエ変換の解法 $Z_k = \sum_j x_j \exp(-\frac{2\pi jk}{n})$	全対全通信に対するネットワーク性能(システム全体および単一プロセス)
b_eff	8B(レイテンシ)および2MB(バンド幅)のメッセージ交換 (ping-pong, natural ring, random ring)	ネットワークに対する実効レイテンシおよびバンド幅性能(システム全体)

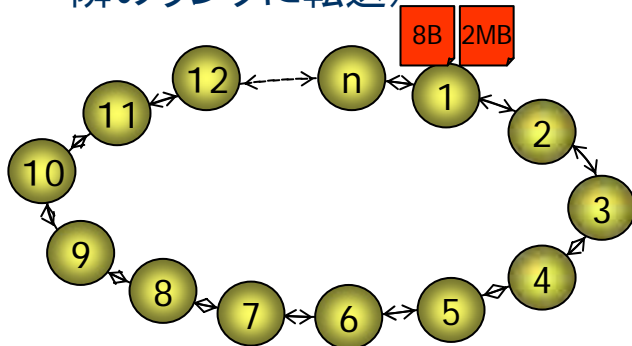
コンポーネントの詳細(b_eff): 10種

- ping-pong (レイテンシ, バンド幅) × (min, max, avg): 6種

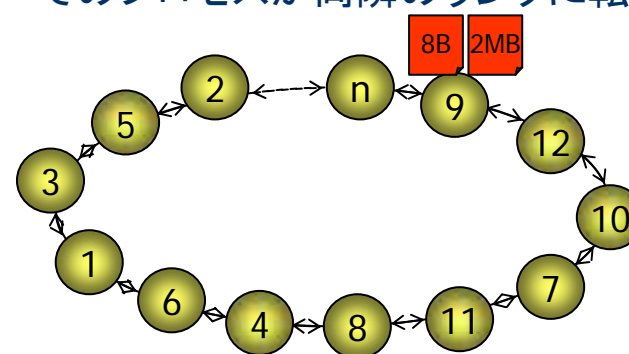


- ring: 4種

- natural ordered (全てのプロセスが両隣のランクに転送)

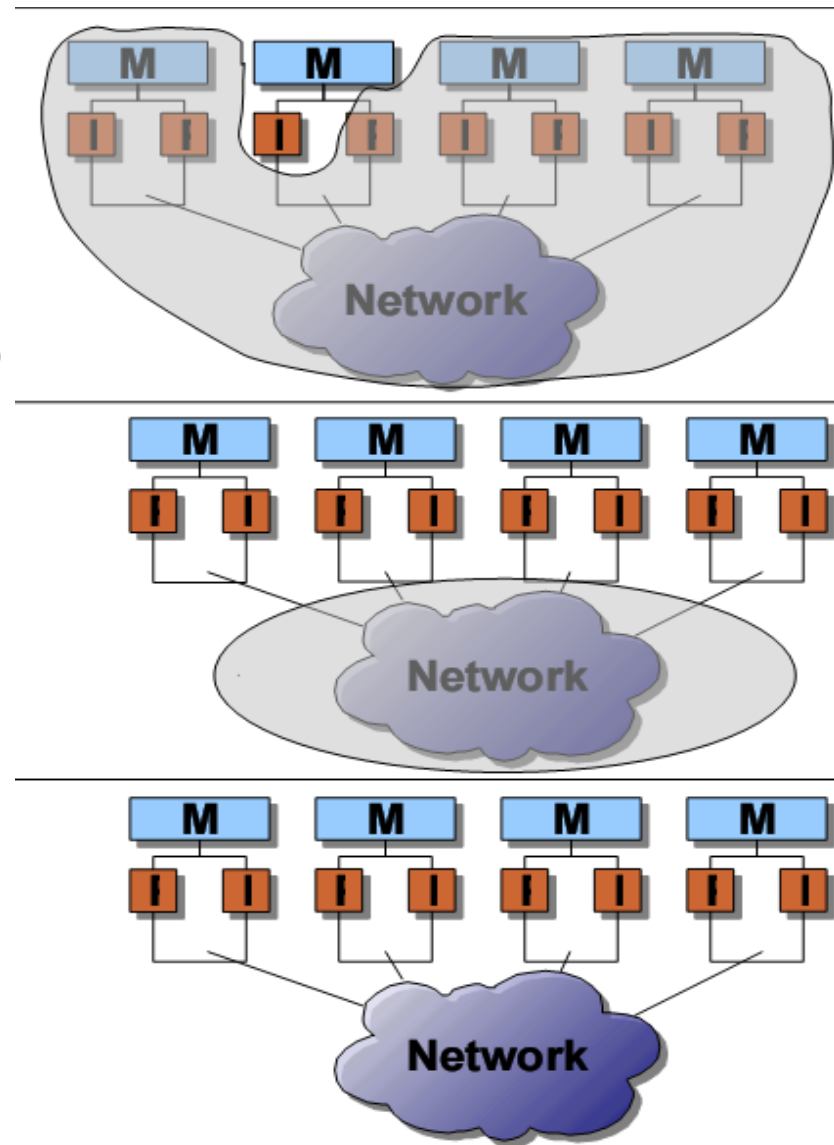


- random ordered (乱数で選択した並びで全てのプロセスが両隣のランクに転送)



評価シナリオ

- “S” (Single)
 - 単一プロセス実行
- “EP” (Embarrassingly Parallel)
 - 全プロセッサを用いるが, (明示的な)通信はなし
 - 評価対象は単一プロセスの性能
 - プロセス全体の総和はしない
 - “S”とほぼ同等
- “G” (Global)
 - システム全体について計算と通信を行う.
 - ネットワークのみ



HPCCのテスト項目28の内訳

Benchmark	G	EP	S
HPL	✓		
DGEMM		✓	✓
STREAM			
Copy		✓	✓
Scale		✓	✓
Add		✓	✓
Triad		✓	✓
PTRANS	✓		
RandomAccess	✓	✓	✓
FFT	✓	✓	✓
b_eff(ネットワーク)	右表		

b_eff(ネットワーク)	Latency	BandWidth
Natural Ring	✓	✓
Random Ring	✓	✓
Max. Ping Pong	✓	✓
Min. Ping Pong	✓	✓
Avg. Ping Pong	✓	✓

- 4項目は全体性能が対象(G)
- 14項目は単一プロセス性能が対象(S,EP)
- 10項目は通信性能が対象(b_eff)

評価シナリオの特徴

- SおよびEPでは、ノード単体性能が高いFatノード型システムが有利

例:EP-STREAM(Triad)

順位	マシン名	性能値(GB/s)	ノード性能	設置機関
1	NEC SX-7	492.1610	0.25TF	東北大学
2	NEC SX-8	61.7735	0.12TF	大阪大学
3	NEC SX-8	40.8954	0.12TF	HLRS(独)

- Gでは、システム全体性能が高いThinノード型システムが有利

例:G-HPL

順位	マシン名	性能値(TF)	システム性能	設置機関
1	IBM BlueGene/L	259.2130	367.00TF	LLNL(米)
2	Cray RedStrom	91.0350	127.41TF	SNL(米)
3	IBM BlueGene/L	67.1174	114.68TF	IBM(米)

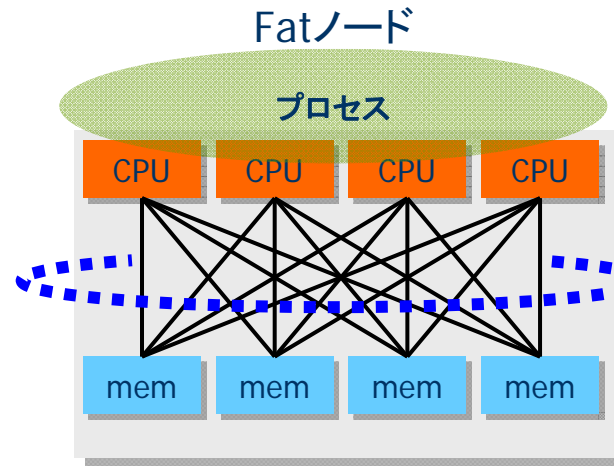
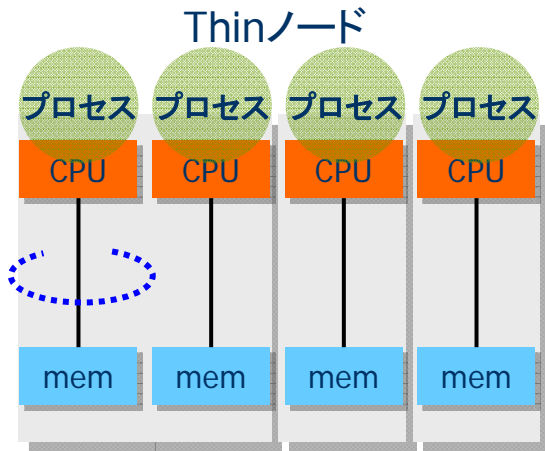
- b_eff(ネットワーク)では、ノード単体性能が高いFatノード型システムが有利

例:RandomRing(Bandwidth)

順位	マシン名	性能値(GB/s)	システム規模 (CPU数)	設置機関
1	NEC SX-7	15.7361	32	東北大学
2	NEC SX-8	13.5473	8	大阪大学
3	NEC TX-7	6.0143	64	東北大学

http://icl.cs.utk.edu/hpcc/hpcc_results.cgiより

ThinノードとFatノード



Fatノード: 多数のCPUから構成され, 全てのCPUから全てのメモリに対し, 広い帯域を有するノード

この例では, Thinノードと比べてプロセスあたりの総メモリ帯域幅は16倍

- FatノードはThinノードに比べ,
 - 配線が増えるため, 消費電力と物量(設置面積)が増加する.
 - プロセスあたりの演算性能がより高い(例: EP-DGEMM).
 - プロセスあたりのメモリバンド幅がより広い(例: EP-STREAM).

(参考) NEC SX-7とBlueGene/Lのノード構成の比較

マシン名	ノードあたりのCPUチップ数	ノードあたりの演算性能 (GFLOPS)	ノードあたりの総メモリ帯域 (GB/s)
NEC SX-7	32	282	1130
BlueGene/L	1	5.6	2.75

主要なシステムのHPCCによる性能比較

- 2007年4月時点のすべての提出データ(153件)について、28種のテスト項目の順位付けしたもの。
- 外側ほど高順位(高性能)であることを示す。

