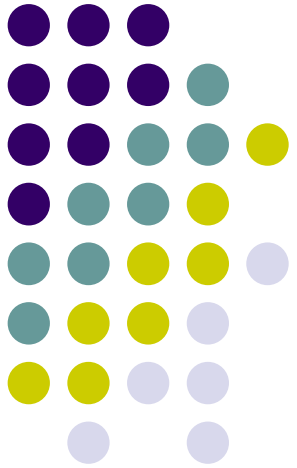
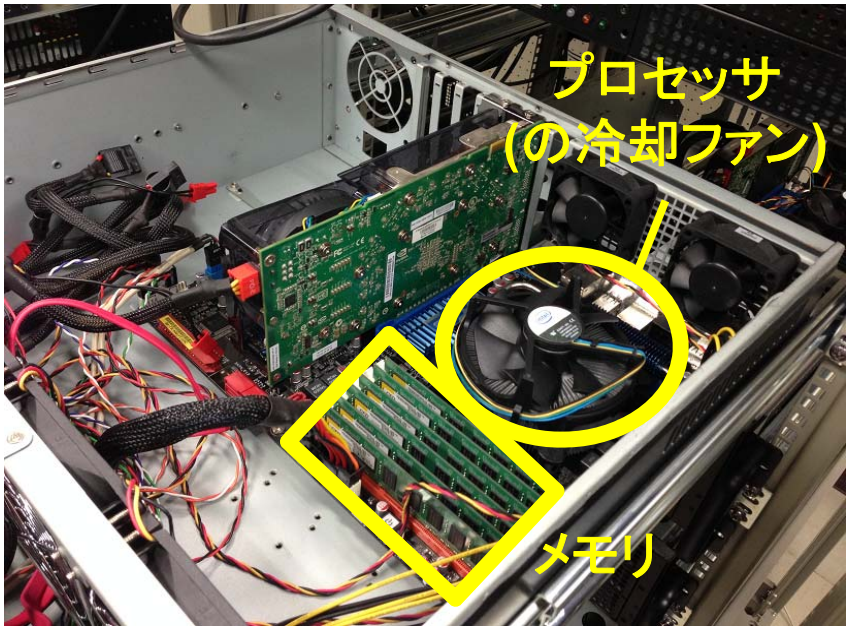
2014年度
実践的並列コンピューティング
第2回



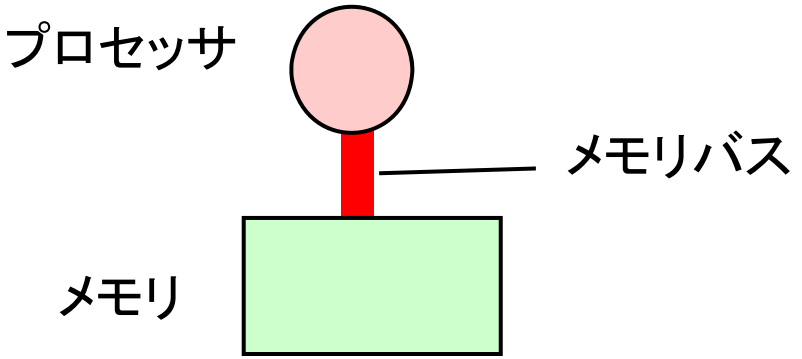
並列アーキテクチャと
並列プログラムモデル

遠藤 敏夫
endo@is.titech.ac.jp

単純化した
コンピュータアーキテクチャ

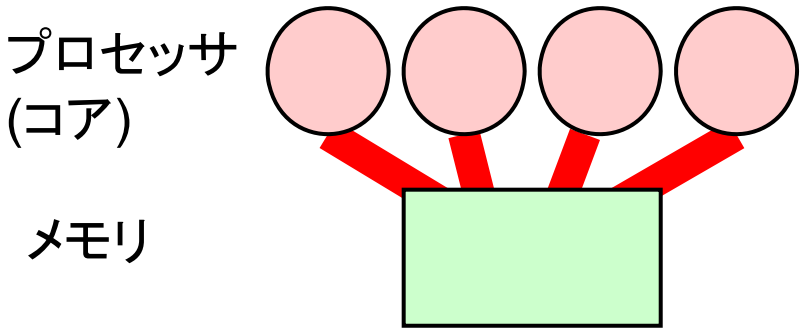


単純化したアーキテクチャ

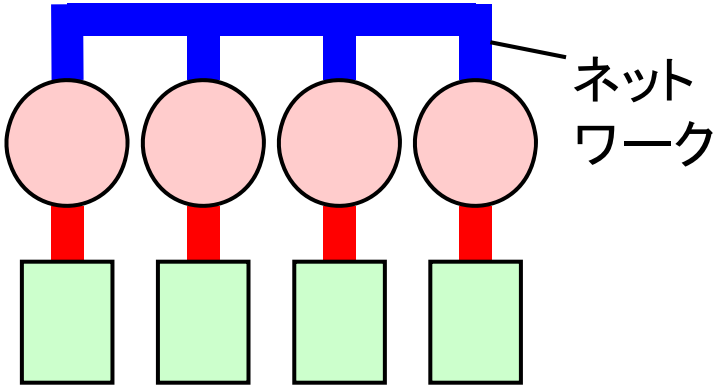


並列アーキテクチャの分類

共有メモリ並列アーキテクチャ

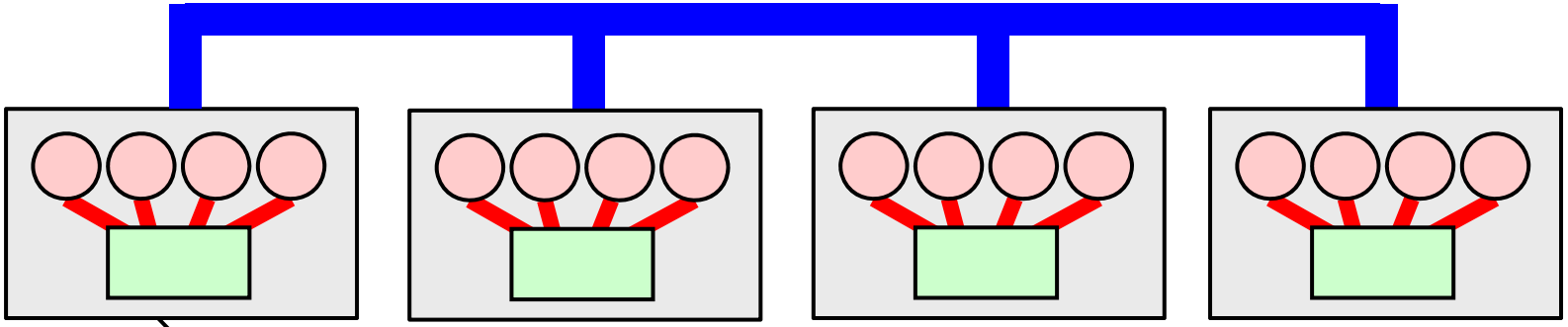


分散メモリ並列アーキテクチャ



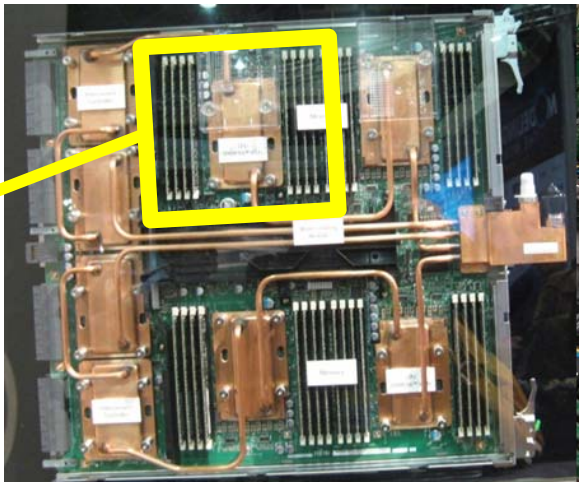
近年の並列アーキテクチャ

近年のスパコンのほとんど全ては共有と分散の組み合わせ
計算ノード内は共有メモリ，計算ノード間は分散メモリ



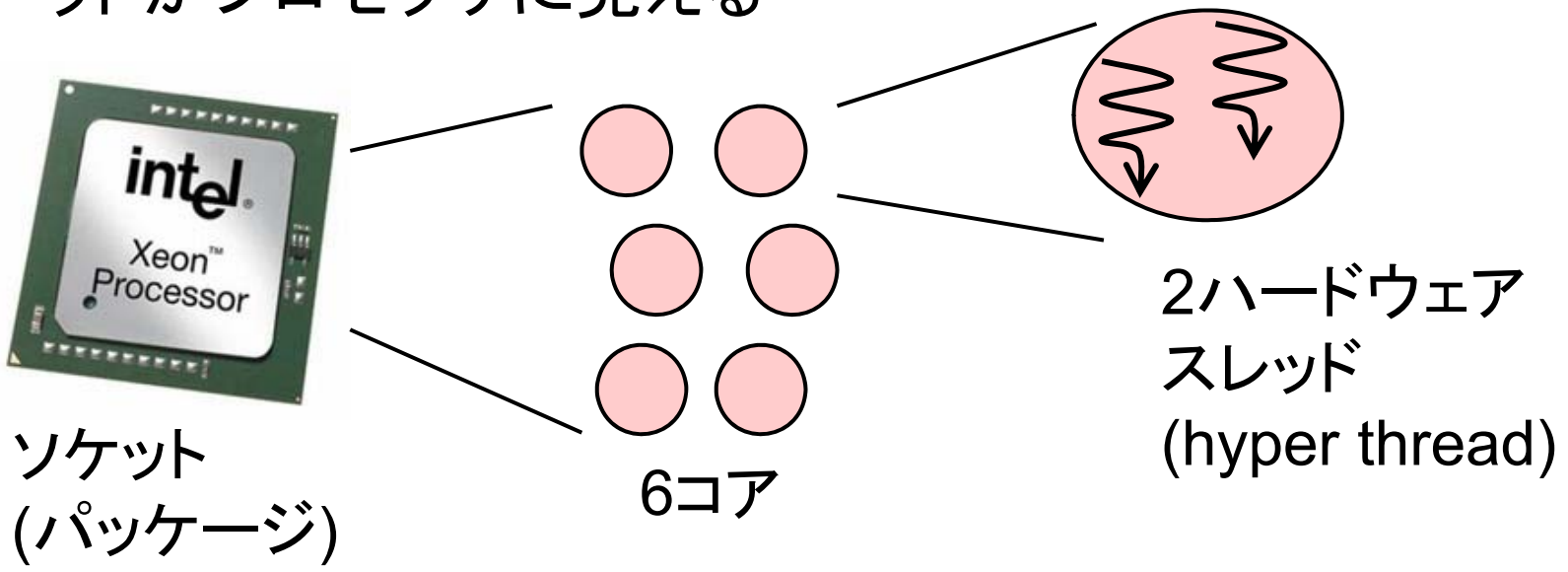
TSUBAME2
の計算ノード

京の
計算ノード

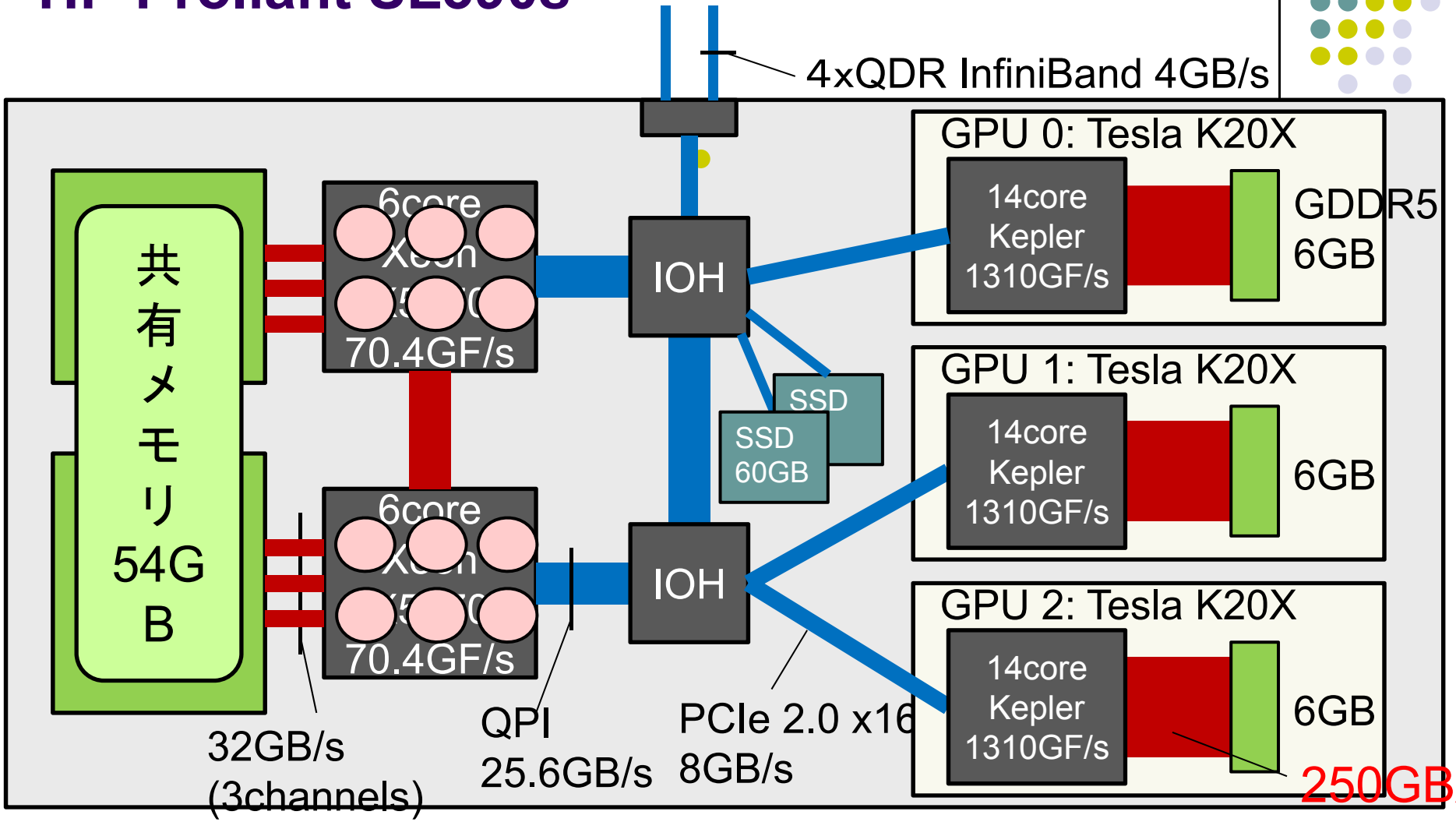


用語：ソケットやコア

- マルチコア時代になり，プロセッサの定義が複雑に
  - プロセッサの機能を持つ「コア/CPUコア」を複数，パッケージに詰め込むようになった
  - HyperThreadingによりさらに複雑に．1コアを2つのハードウェアスレッドが共有する．OSからはハードウェアスレッドがプロセッサに見える



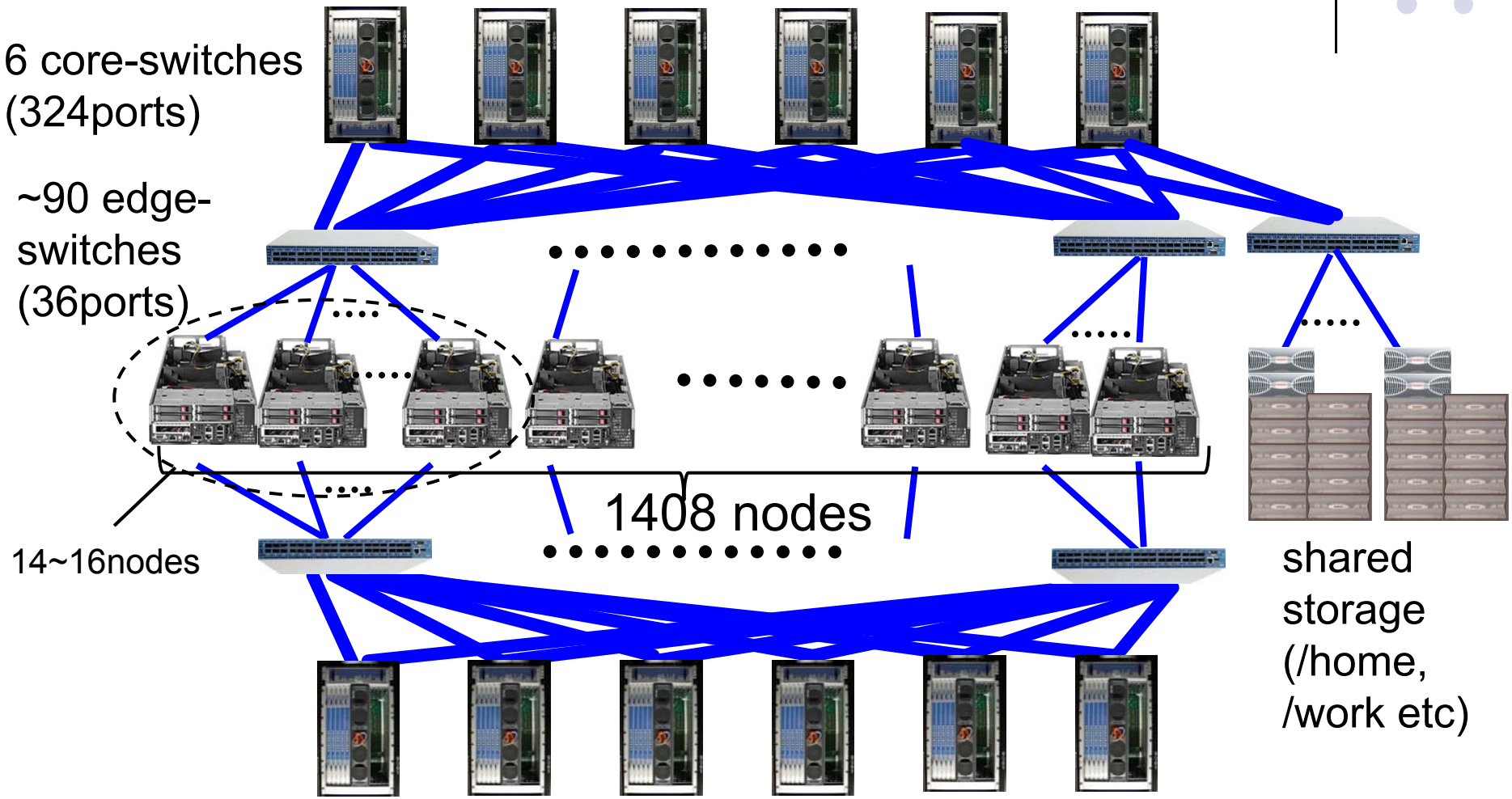
TSUBAME2のノードアーキテクチャ
HP Proliant SL390s



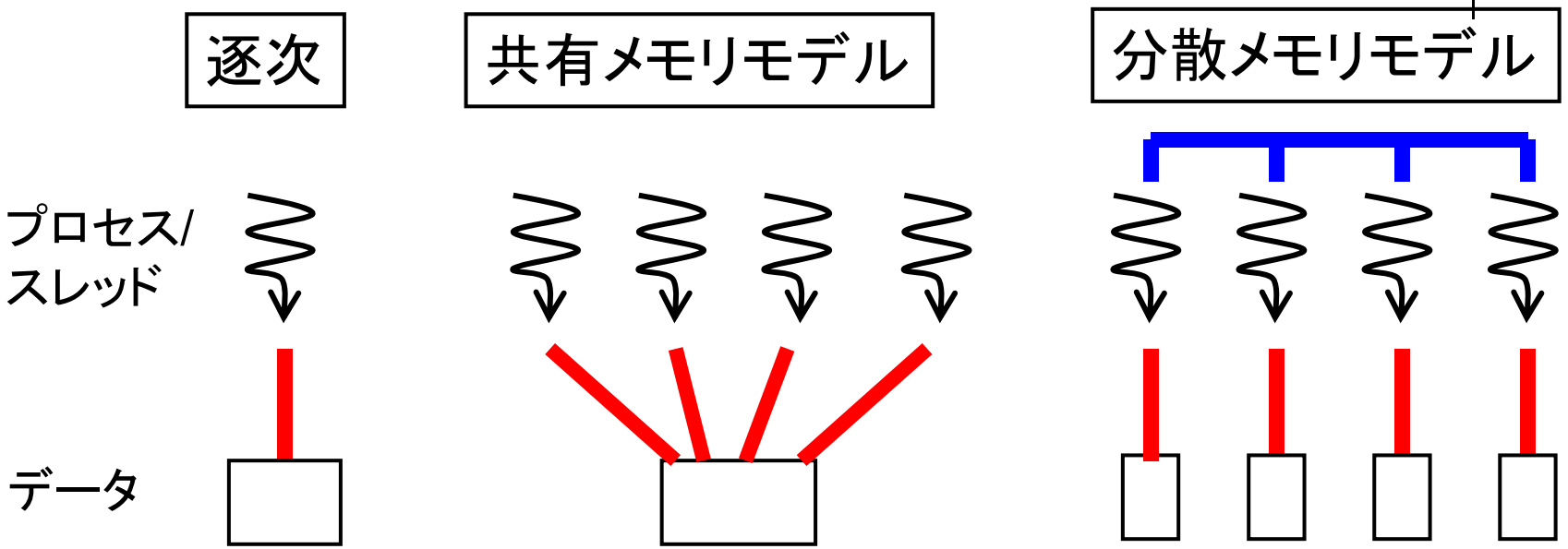
HyperThreadingのため，2ソケット×6コア×2HT=24プロセッサに見える．/proc/cpuinfoファイルの内容を参照

TSUBAME2のネットワーク構成(簡略化)

Dual-rail Full-bisection Fat-tree topology



並列プログラミングモデルの，メモリモデルによる分類



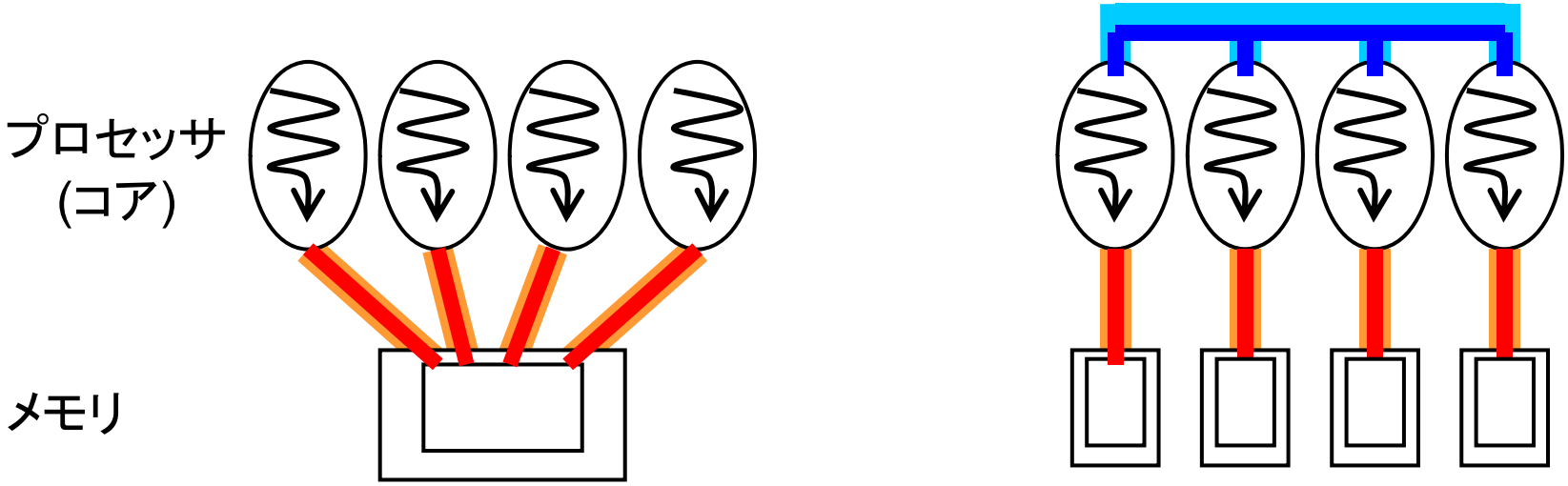
スレッド達が共通のデータにアクセス可能
- OpenMP(言語拡張)
- pthread(ライブラリ)
- Cilk (言語拡張)

プロセス間では通信が必要
- MPI (ライブラリ)
- socket (ライブラリ)
- UPC, HPF(言語拡張)
- MapReduce

プログラミングモデルとアーキテクチャ (1)

共有メモリアーキテクチャ

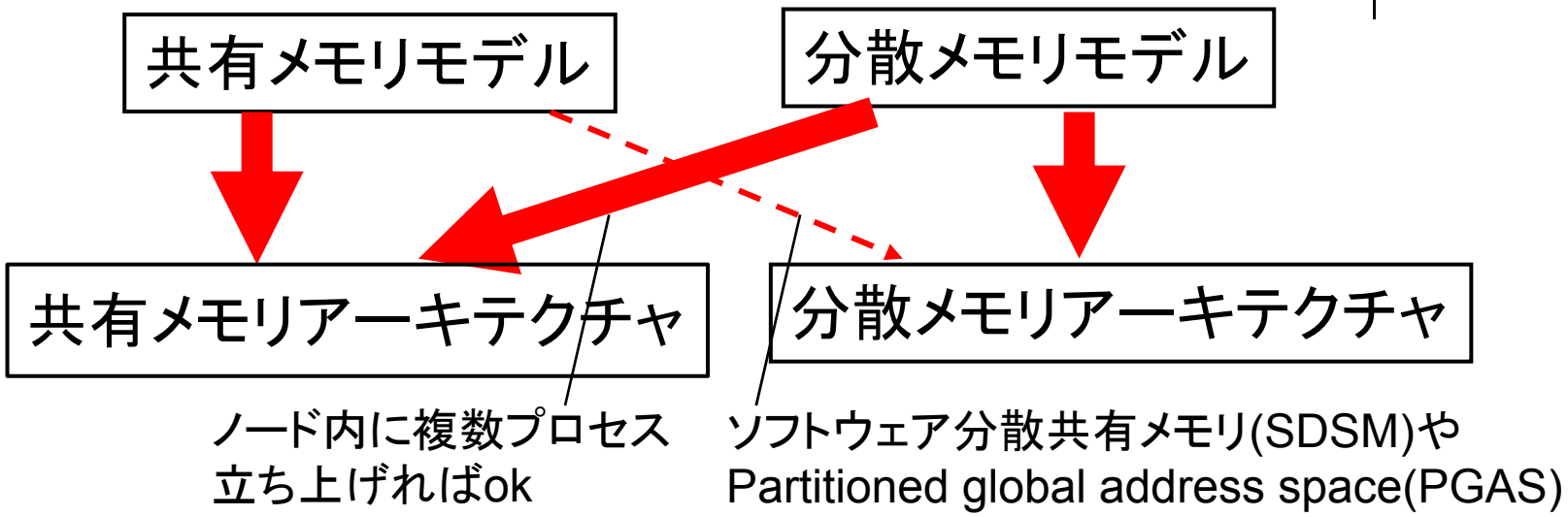
分散メモリアーキテクチャ



この図のように、きれいに対応するケースばかりではない

- 1コアに複数スレッド/プロセスが同居しうる
- 共有メモリアーキテクチャ上で分散メモリモデルが走りうる

プログラミングモデルとアーキテクチャ(2)



TSUBAME2の場合：

- 共有メモリモデル(OpenMPなど)で、1ノード内の12コアまで利用できる
- ノードをまたぐ、大規模並列を行いたい場合、分散メモリモデル（MPIなど）でソフトウェアを作る必要
  - 効率向上のために、MPIとOpenMP両方使う場合も

About Account

- TSUBAME2のアカウントができたら，連絡してください．
  授業用のTSUBAMEグループへ登録します．

Subject: TSUBAME2 ppcomp account

To: ppcomp@el.gsic.titech.ac.jp

- 専攻・研究室
- 学年
- 氏名
- アカウント名

次回：4/20(月)
OpenMPとは

- 共有メモリモデルによる並列プログラミングAPI
  - Pthread, Java threadより組むのがちょっと楽
- C言語，C++, Fortranに対応
- 並列化のための指示文や，ライブラリ関数
  - 指示文：#pragma omp ~~