# 汎用品を用いてスーパーコンピュータのネットワークを作る

鯉渕 道紘
国立情報学研究所
アーキテクチャ科学研究系

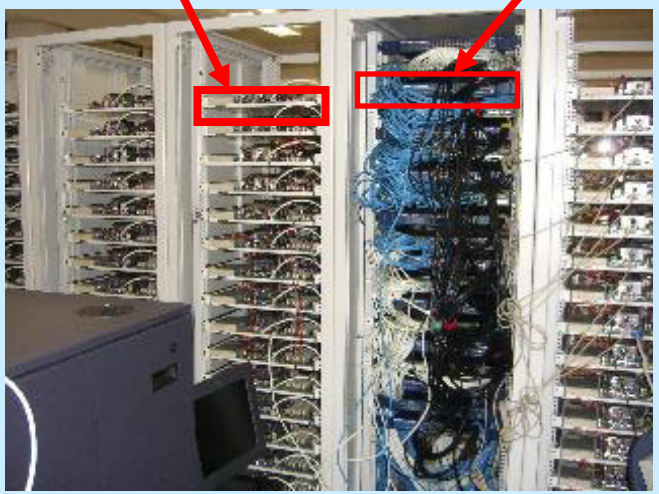
# イーサネット

- **世界中の家庭、オフィスで一般的に使われている**LAN(**ローカルエリアネットワーク**)
  - **インターネットへの接続に利用**(ADSL, B-Flets, CATV)
- 10M/100M/1G/10G/100Gbps**の帯域**
- **数千円～数万円で購入可能**

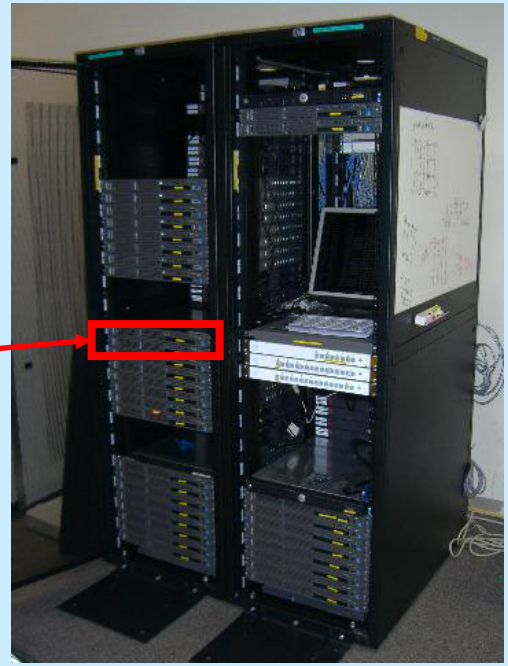
GbE**スイッチ**

# PCクラスタ

- 安価な汎用の製品で構成した大規模計算機
  - パーソナルコンピュータ(PC)＋イーサネットが一般的
  - バンド幅(GbE, 10GE, 100GE)は専用NWに匹敵
- 目指せ！スーパーコンピューティング




同志社大学

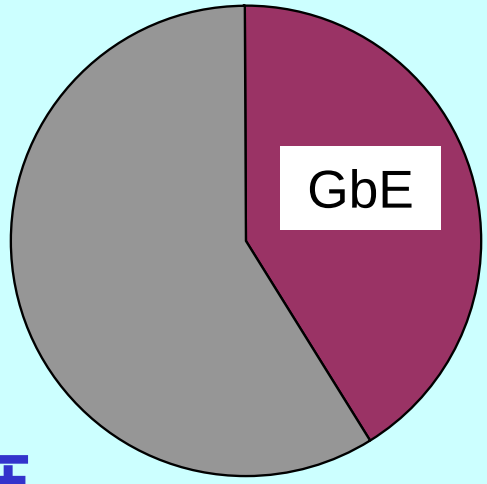



NII

# スーパーコンピューティングの可能性

- インタコネクトにイーサネットを用いたPCクラスタ
  - 専用ネットワーク (SAN) よりも安価
  - バンド幅 (GbE, 10GE, 100GE)は SAN に匹敵

*トップ500世界ランキングのスーパーコンピュータの内訳*




2007年6月現在

(http://www.top500.org/stats/list/29/conn/)

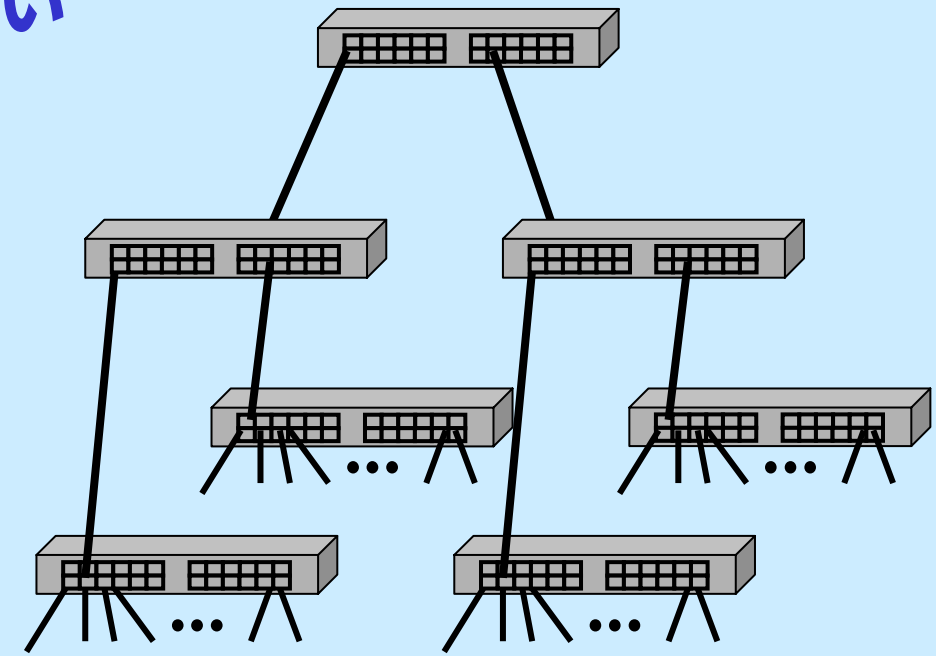
# 1つのシステムに何台のスイッチが必要か？

- **並列システム構築の目安**：1Gflops　　1Gbps
- Intel Core2 Duo E6700 2.66GHz**だと**15Gflops
  - **ノードースイッチ間は、複数リンクが必要**
  - 10GE**スイッチ：数十ポート、**GbE**スイッチ：数百ポート**
- **バランスの取れた**HPC**システムを作るためには、多数のスイッチが必要！！**

# 現状の問題点

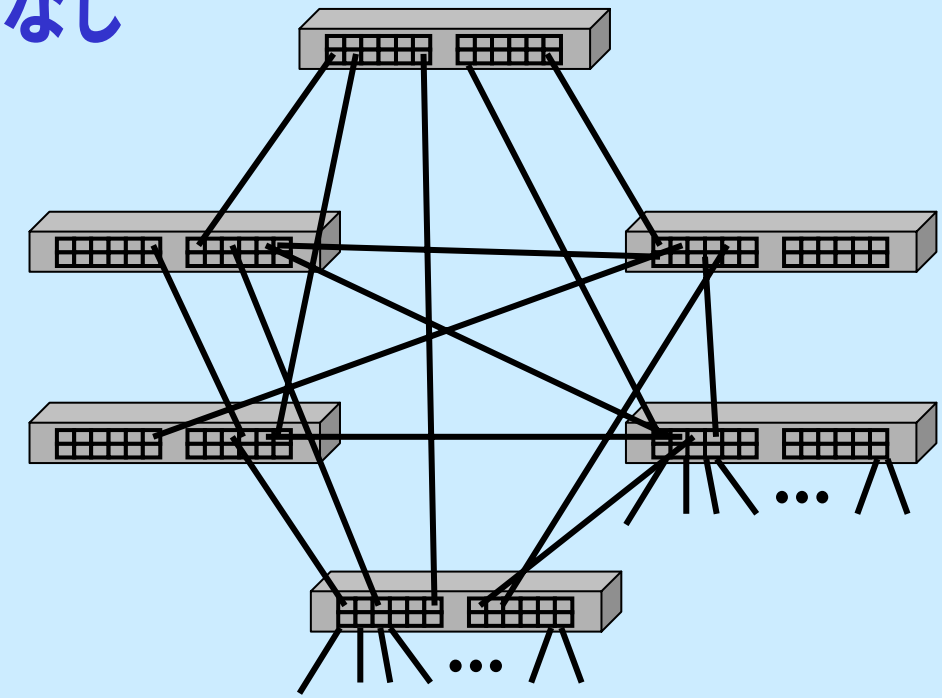
- 超並列計算機は3Dトーラスなどの密結合トポロジ
- でも、イーサネットのトポロジは木構造のみ
  - ループ構造は不可
    - スパニングツリープロトコル (STP)
  - スケーラビリティに乏しい
    - リンク集約化も、、、

Blue Gene/L



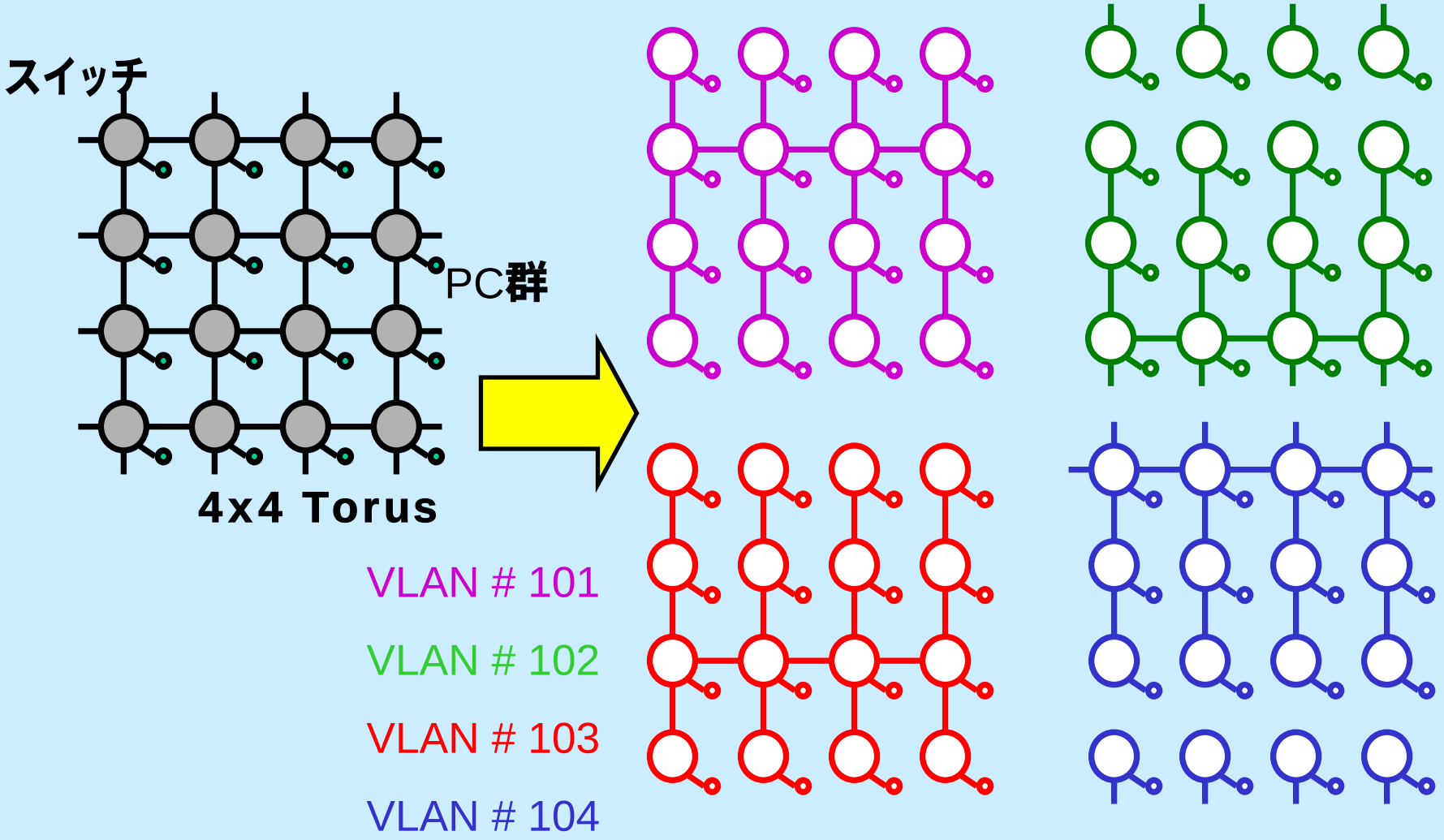
# 本研究の目的

- **あらゆる大規模トポロジを既存の商用イーサネットスイッチの機能を利用して実現する。**
  - VLAN(virtual LAN)**を利用**
    - VLAN**ルーティング法** [**工藤ら**, 2004]
  - **ホスト側は変更の必要なし**
    (VLAN**に未対応で**OK)



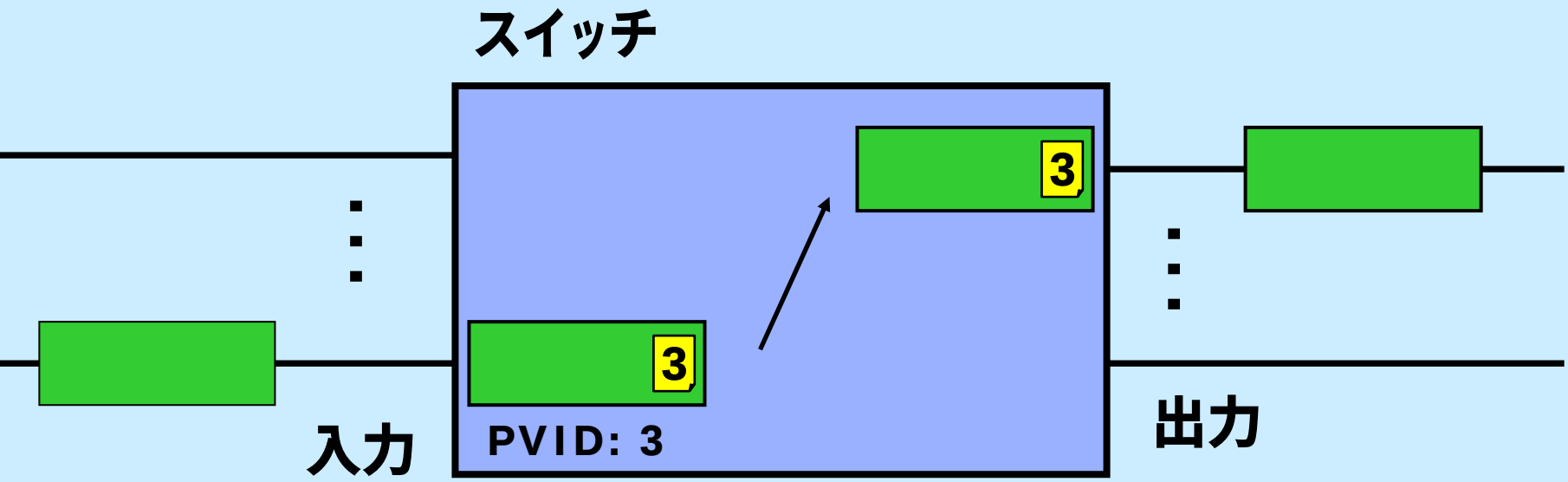
# VLANルーティング法

- 複数のツリーを組み合わせてスパコンと同じトポロジ、ルーティングを実現



# イーサネットスイッチの動作

- ホストではなく，スイッチでVLANタグ付けを行う
  - フレーム入力時に，PVIDタグを付加
  - フレーム出力時に，VLANタグを除去
- ホスト側のソフトウェアに対する変更は不要



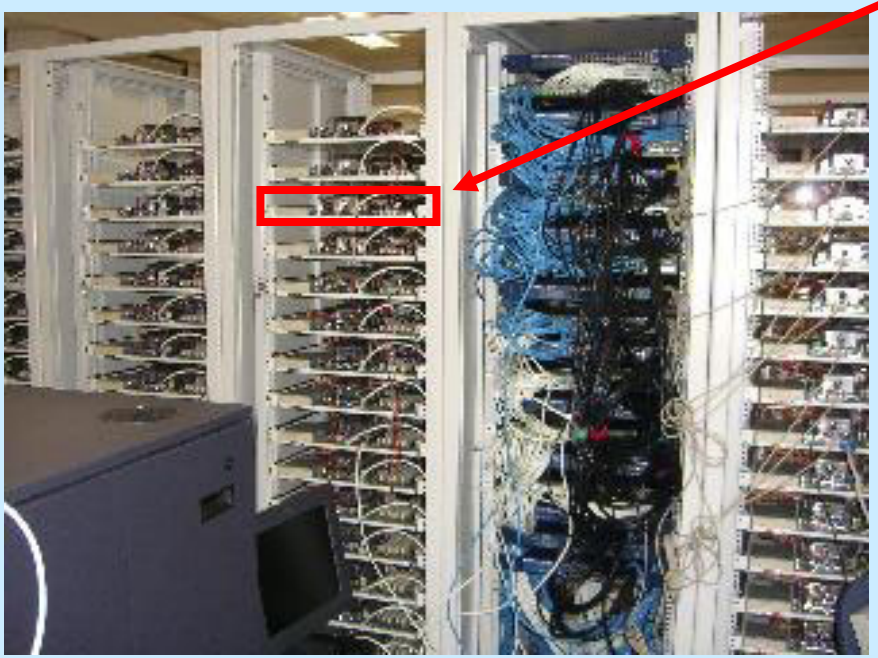
# スパコンの実現性：VLAN数

| | 単純な割当て | 局所性利用 |
|---|---|---|
| Fat ツリー (u,d,r) | $u^r$ | u |
| メッシュ (k-ary n-cube) | $k^{n-1}$ | n |
| トーラス (k-ary n-cube) | $2k^{n-1}$ | 3n |

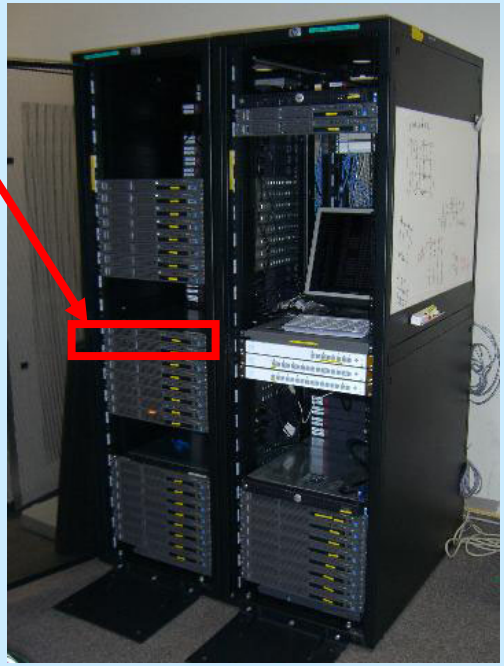
- トポロジの次数以内のVLAN数で実現可能
- スパコン並の大規模クラスタインターコネクトが構成可能!
- VLAN技術による遅延、帯域の低下は極めて小さい

# 実装と評価

- 同志社大学の大規模PCクラスタにおいて運用へ
  - Top500世界ランキングにおいて93位(2003/11)
- NAS並列ベンチマーク

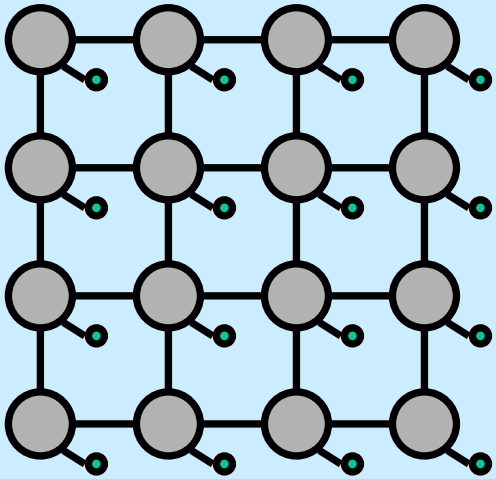



大規模PCクラスタ、同志社大学

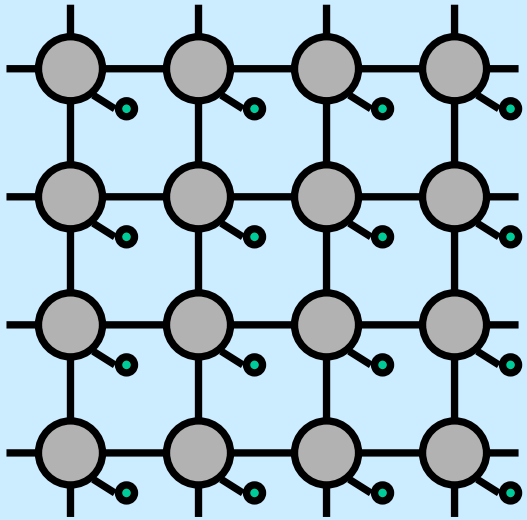


中規模テストベッド、NII

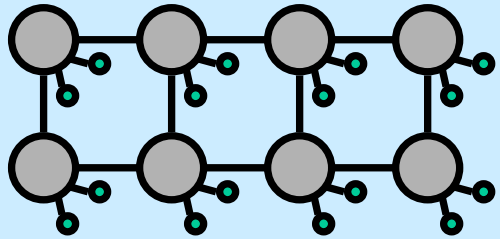
# 実装したトポロジ



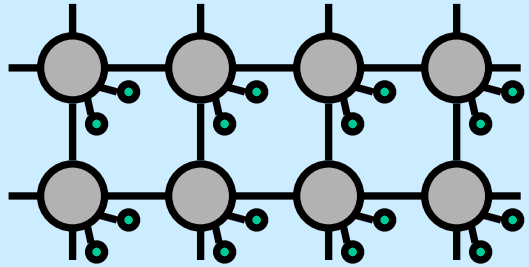
4x4 Mesh



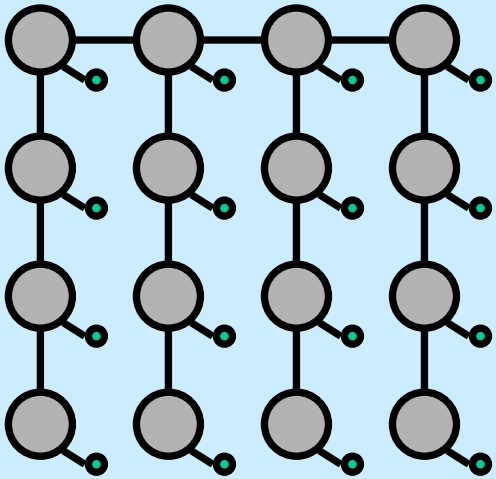
4x4 Torus



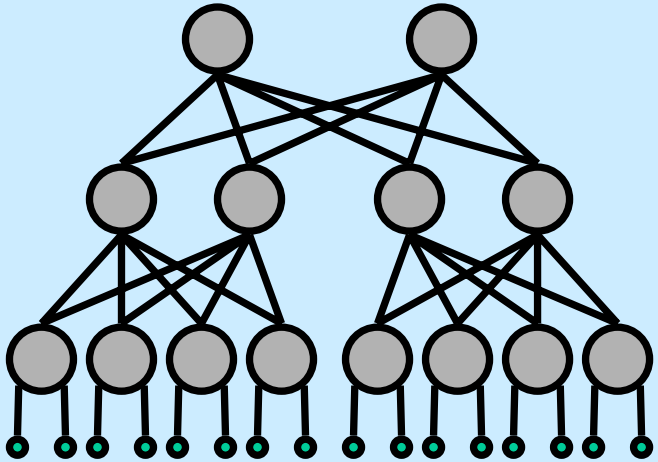
4x2 Mesh



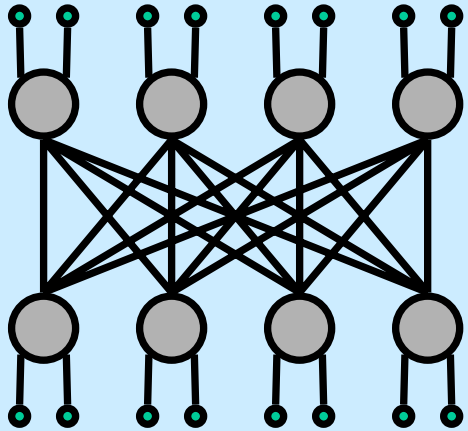
4x2 Torus



Tree

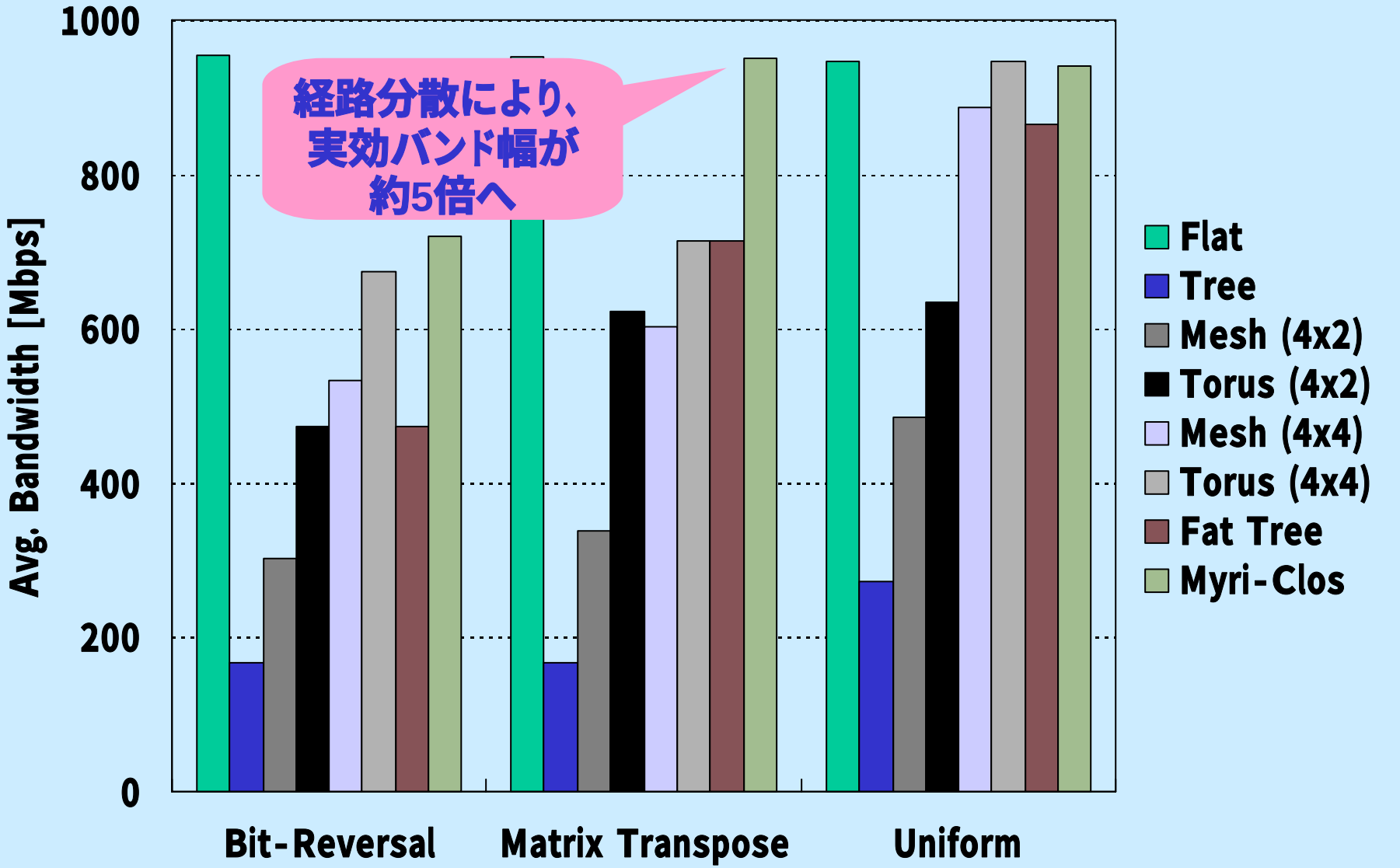


Fat Tree (2,4,2)

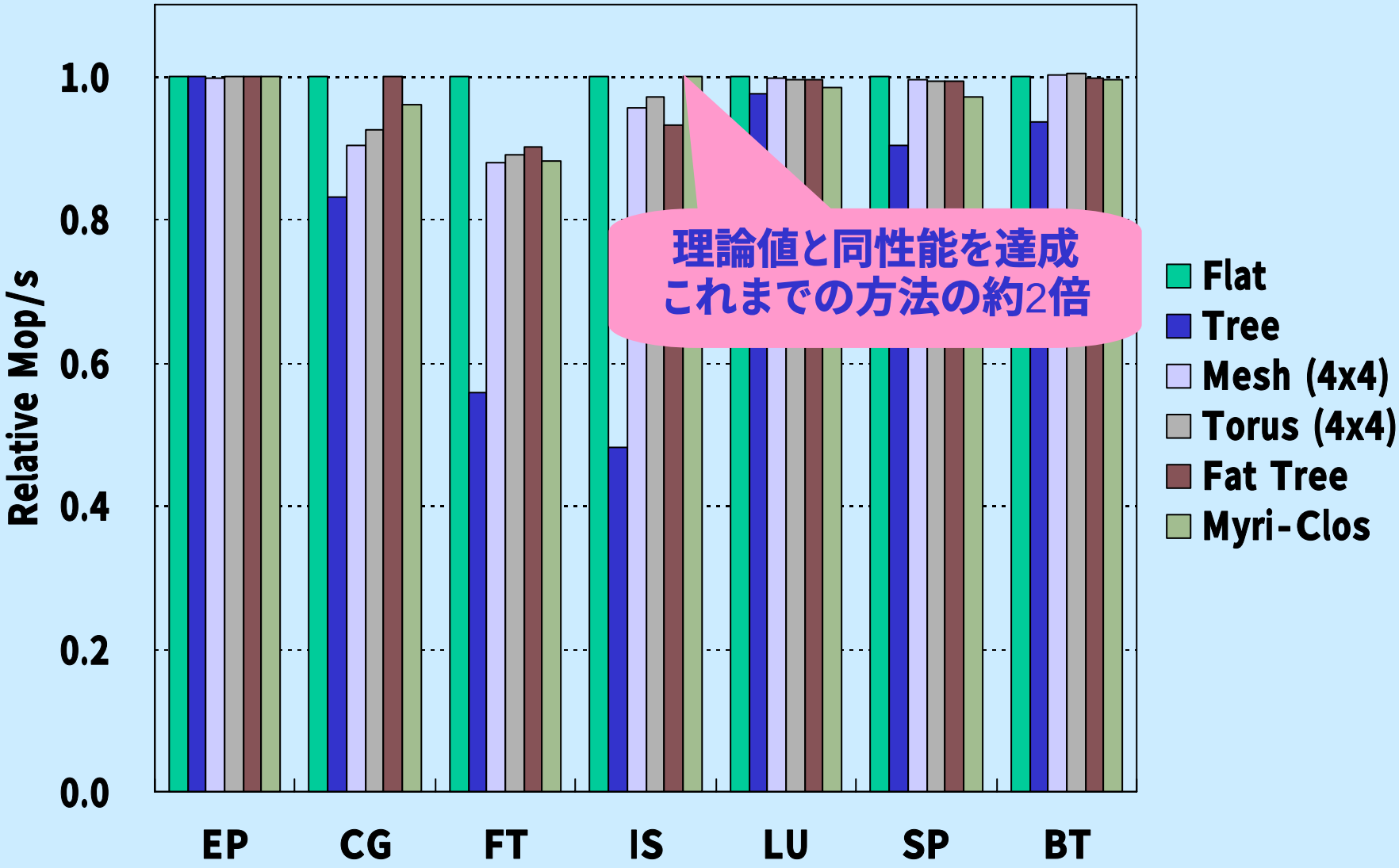


4x4 Myrinet-Clos

# トラフィックパターンの結果



# NAS並列ベンチマークの実行結果



# まとめ

- PCクラスタはもはやスーパーコンピュータの王道！
- スーパーコンピュータの結合網と同じトポロジ、ルーティングをPCクラスタにおいて実現する手法を考案、実装、評価
- 既存のPCクラスタにそのまま適用可能
  - すでに運用段階の技術であり、追加コスト0で性能向上
    - 同志社大学大規模PCクラスタ(世界93位(2003/11), NIIテストベッド
- 世界中のPCクラスタは本技術の適用を検討する時

| | これまで | 提案手法 |
|---|---|---|
| トポロジ | ツリー | トーラス、hypercube等 |
| 経路数 | 1 | 複数 |
| VLAN数 | 1 (無) | 数個程度 |