

## A topology design method for sustainable information networks

(持続成長可能な情報ネットワークのためのトポロジー設計手法)

大阪大学 大学院情報科学研究科 博士前期課程2年  
先進ネットワークアーキテクチャ講座(村田研究室)

日高 直人  
<n-hidaka@ist.osaka-u.ac.jp>

### 研究の背景・目的

- 情報ネットワークの重要性の高まり
  - 社会経済への寄与
- 様々な環境への対応が必要
  - トラフィック要求の変動
  - ルータの故障
  - 設備増設
- 持続成長可能なネットワークの実現が必要

### 持続成長可能なネットワーク

#### 定義

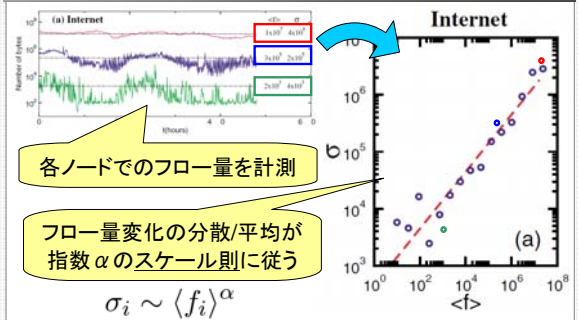
- ルータ増設に伴う流入トラフィックの既存リンクへ及ぼす影響が少ないネットワーク

#### 実現方法

- トポロジー設計によるアプローチ
  - 増設ルータを接続する既存ルータの選定
  - 増設リンクを接続する2ルータの選定
- ネットワーク制御手法によるアプローチ
  - 経路制御

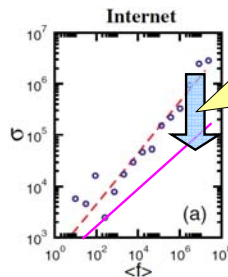
[12] M. A. de Meneses and A.-L. Barabási, "Fluctuations in network dynamics," *Physical Review Letters*, vol. 92, p. 028701, Jan. 2004.

### 関連研究: フロー量変化の分散/平均の関係 [12]



### 評価指標

- フロー量変化の分散/平均が従うスケール則の指数  $\alpha$

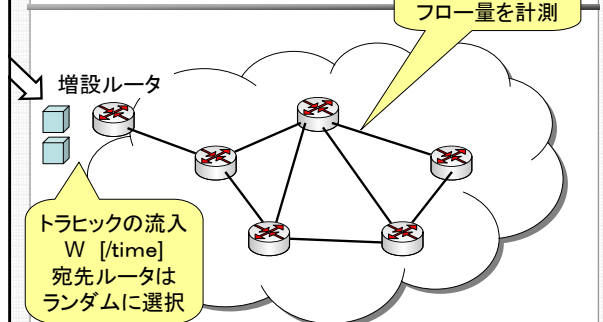


$\sigma_i \sim \langle f_i \rangle^\alpha$

指数  $\alpha$  が小さいトポロジーほどフロー量変化の平均が同じノード/リンクでのフロー量変化の分散が小さい

ルータ増設による既存ノード/リンクへの影響が少ない

### シミュレーションモデル

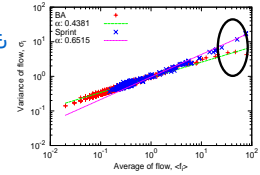


### 既存生成モデル

- ネットワークの成長をモデル化: ノードが追加される
  - BAモデル
    - 各ノードのリンク数に比例した確率で追加ノードから既存ノードへリンクを追加する
  - ランダムモデル
    - 追加ノードからランダムに選んだ既存ノードへリンクを追加する

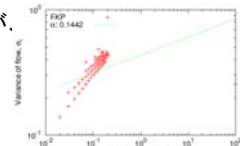
### ISPTポロジ、生成トポロジーでの増設の影響

- フロー量変化の平均が高い部分において、ISPTポロジに比べ、生成トポロジーの方が変化のばらつきが小さい
- ランダムトポロジーにおいても同様にばらつきが小さい
- しかし、BAトポロジー、ランダムトポロジーでは物理制約が考えられていない



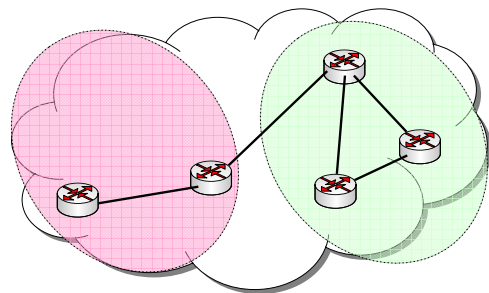
### 物理制約を考慮した生成モデル:FKPモデル

- 距離に関する指標をもとに追加ノードから既存ノードにリンクを追加する
 
$$D(j) = \phi \cdot d_{ij} + h_j$$
- FKPトポロジーでの増設の影響
  - 文献に基づき  $\phi$  を設定したが、特異なトポロジが得られ、特異な結果となる
  - 設計手法への応用は難しい

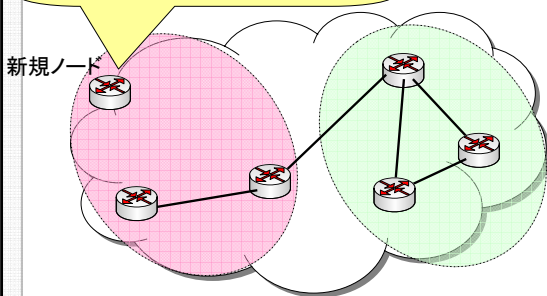


物理的に近い集団(モジュール)間の接続を考える

### モジュール構造を有するトポロジー設計手法の一案

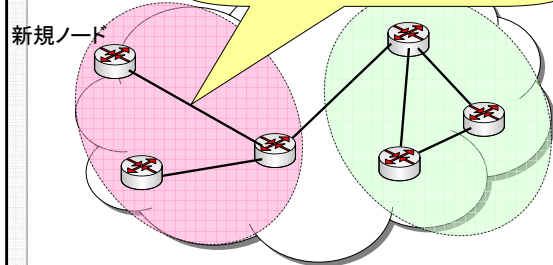


ランダムにノードを配置する  
=モジュールをランダムに割り当てる

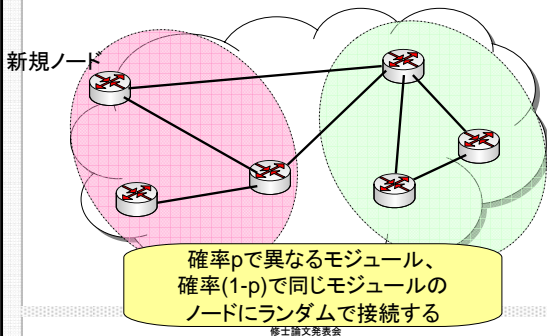


### モジュール構造を有するトポロジー設計手法の一案

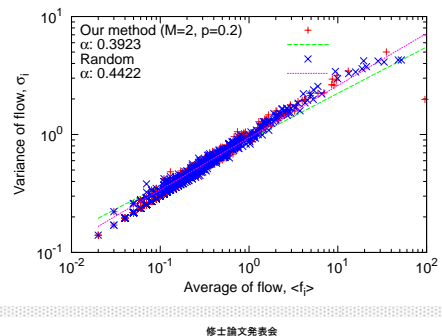
同じモジュール内のノードにランダムに接続する



### モジュール構造を有するトポロジー設計手法の一案



### モジュール構造を有するトポロジーでの増設の影響



### モジュール間リンク数の違い

Table 1: The number of inter-module links and intra-module links

	Inter-module links	Intra-module links
Random model (assume $M = 2$ )	1007	990
Our method ( $M = 2$ )	189	1808

- 物理的制約を考慮した上でも、ルータの増設によりトポロジーに与えられる影響が、BA、ランダムトポロジーと同等のトポロジーが設計可能である。
    - 一案として、モジュール構造を考えた設計手法
- 修士論文発表会 15

### まとめ

- 持続成長可能なトポロジー設計手法の検討
    - 情報ネットワークを設計する上で重要な地理的・経済的制約を考慮
      - 長距離リンクは少ないほうがいい
    - モジュール構造を有するトポロジー設計手法
      - BA、ランダムトポロジーと同等の持続成長可能性が達成できる
      - 長距離リンクも少ない
- 修士論文発表会 16