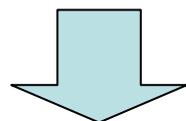


ハイブリッド型 P2Pファイル共有ネットワークにおける ネットワーク協調機構の検討と評価

*付 宏野 若宮 直紀 村田 正幸
大阪大学 大学院情報科学研究科
fuhongye@ist.osaka-u.ac.jp

- 研究背景
 - ハイブリッド型 P2P ファイル共有ネットワーク
- 研究目的
- 協調ピアを介した協調機構
- シミュレーション結果
- まとめと今後の課題

- 物理網上には数多くのオーバレイネットワーク (overlay network) が存在
 - P2P, Grid, CDN, ...
 - アプリケーションの求める QoS を満足できるように
 - 独自に遅延や帯域などのネットワーク特性測定
 - 利己的にトラフィック制御, 経路制御, トポロジ形成

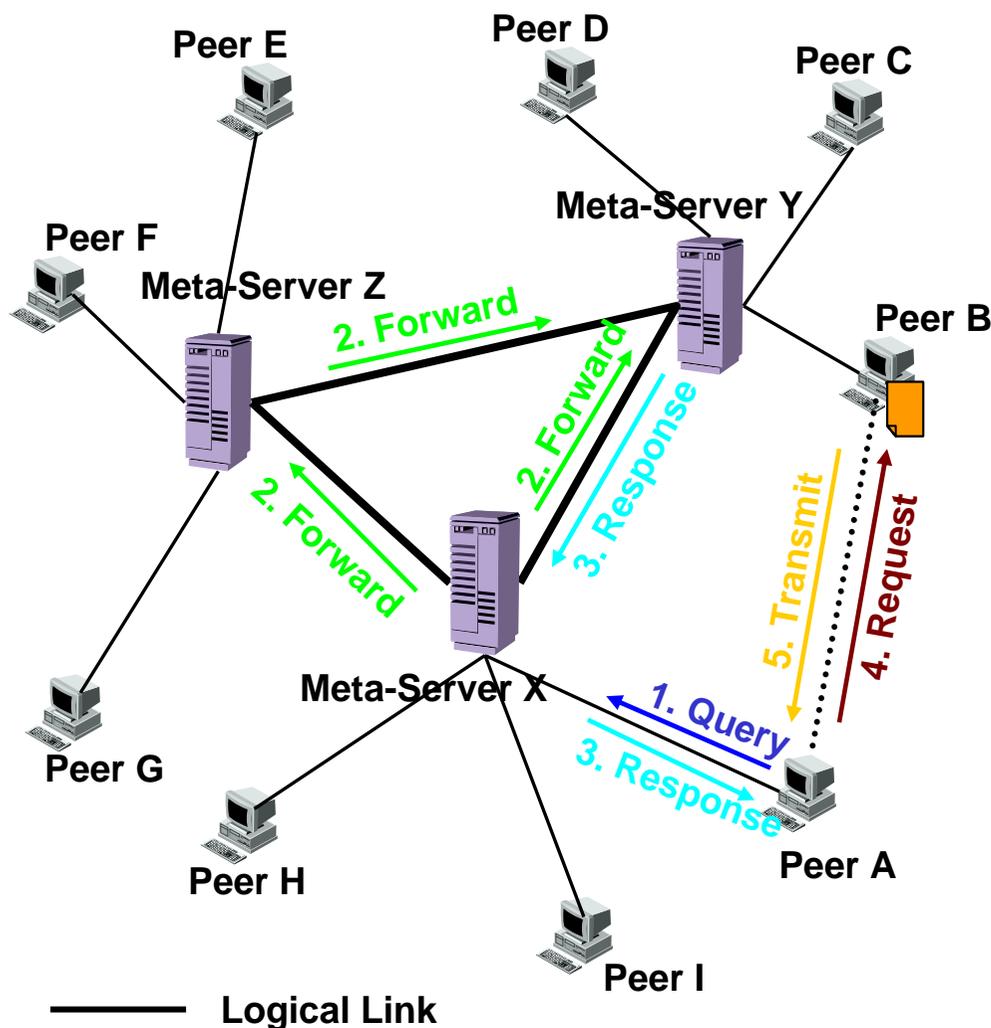


帯域やルータ処理能力などの物理資源を競合し、互いの品質劣化を引き起こす

- オーバレイネットワークの共生環境
 - 様々なオーバレイネットワークが協調し, 互いの QoS を向上
- P2P ファイル共有ネットワークにおける協調
 - ハイブリッド型
 - Napster, winMX, ...
 - ピュア型
 - Gnutella, Freenet, winny, ...

ハイブリッド型P2Pファイル共有ネットワーク

IN 研究会



ファイル取得の流れ

～ ピア A がファイルを取得する場合 ～

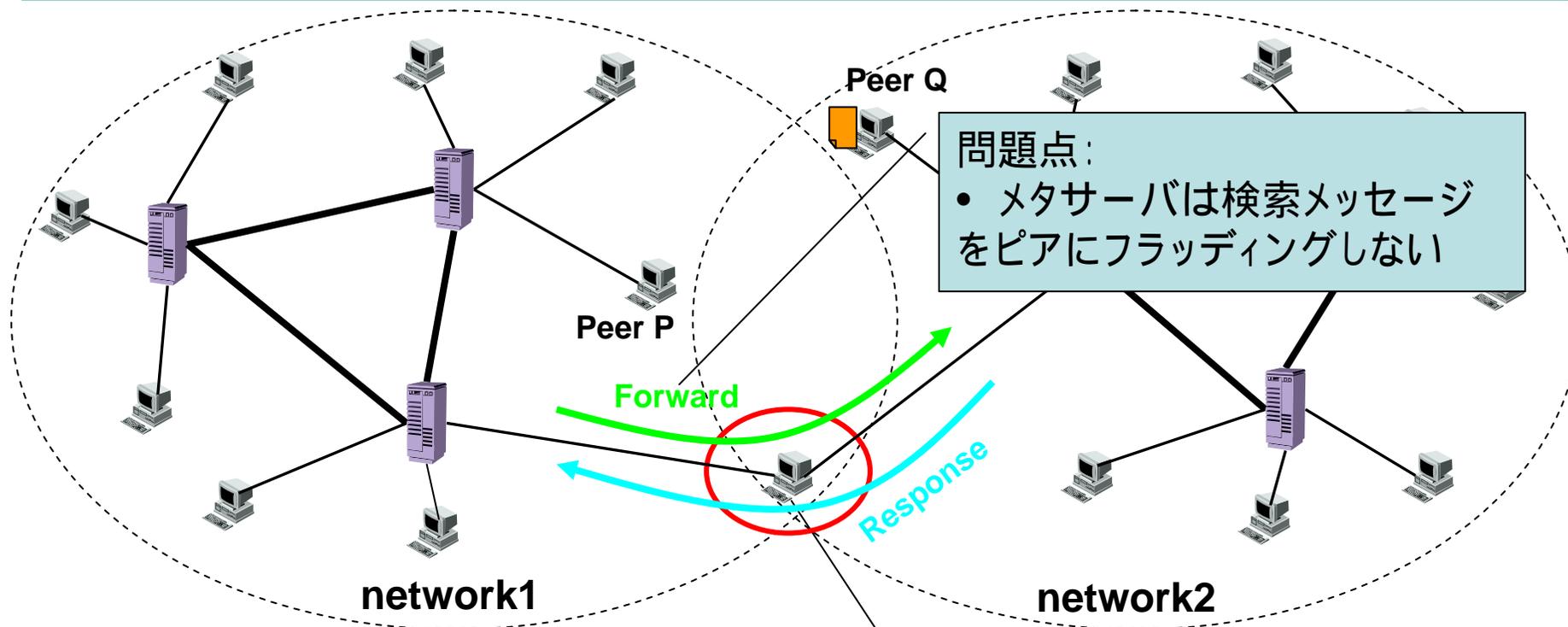
0. ピアは共有するファイルに関する情報をメタサーバに登録
1. ピア A が検索メッセージを発信する
2. 検索メッセージはメタサーバ間でフラッディングされる
3. メタサーバがファイルのメタ情報を返信する
4. ピア A がファイルを所持しているピア (ここでは B) にファイルを直接要求する
5. ピア B がピア A にファイルを直接転送する

- ハイブリッド型 P2P ファイル共有ネットワークの協調の仕組みを提案
- P2P ネットワーク協調とは
 - 複数の P2P ネットワーク間で互いに検索・応答メッセージをやり取り

- 協調用のプログラム(協調プログラム)を導入
 - 役割
 - 協調対象となる P2P ネットワークを発見
 - 協調の是非を判断
 - 協調を行う
 - 導入先
 - ピア
 - 協調ピアを介した協調
 - P2P ネットワークの運営者, または, 一般のユーザによって導入
 - メタサーバ
 - メタサーバ間接続による協調
 - P2P ネットワークの運営者によって導入

協調ピアを介した協調

目標: メタサーバや他のピアは協調ピアの存在や協調について知ることなく, 協調を達成

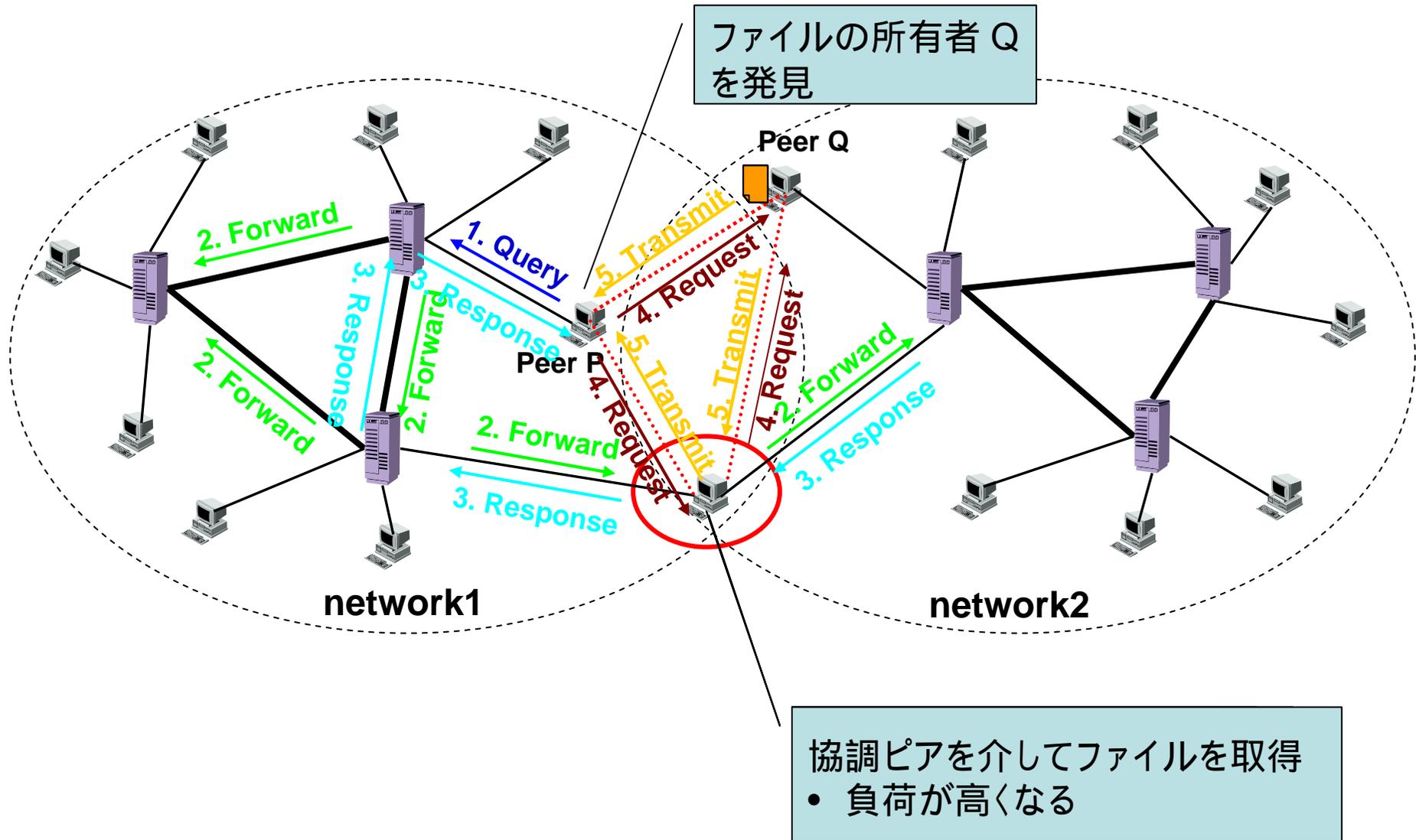


問題点:
• メタサーバは検索メッセージをピアにフラディングしない

協調プログラムにそれぞれのP2Pネットワークに対応共有メタサーバ協調プログラムを含ませる。メタサーバモジュールは、検索・応答メッセージの中継や後応答協調ピアとなる生成といった最小限のメタサーバの機能、およびメタ情報のキャッシュ機能がある

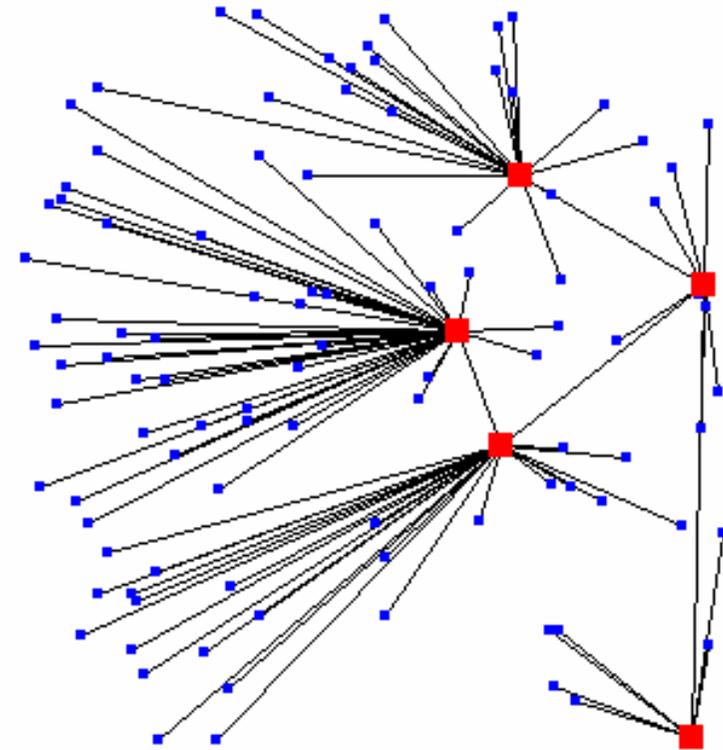
➡ 協調ピアはピアであると同時に, メタサーバとしても見える

協調ピアを介した協調の流れ



- より多くの種類のファイルを発見
- より多くのファイル所有者を発見
- 検索時間を短縮
 - 協調ピアにキャッシュしたメタ情報を利用
- システムの安定性を向上
 - ネットワーク内で、メタサーバ間の接続は故障などで、切断した場合でも、協調ピアと協調相手のネットワークを介して、自分のネットワークのメタサーバと連結性を保持

- P2P ネットワークのトポロジ
 1. 2次元の領域でメタサーバとピアをランダムに配置
 2. メタサーバは既にメタサーバ間ネットワークに属するメタサーバのうち最も近いメタサーバ1つに順次接続
 3. ピアは一番近いメタサーバに接続
- 協調ピアはランダムに配置
 - メタ情報をキャッシュしない



トポロジの例 ($m = 5, n = 100$)

- 総数 F 種類のファイルを2つのネットワークで共有
 - 人気度が $\alpha = 1.0$ の Zipf 分布に従う
 - 2つのネットワークのランダムなピアに配置
- ピアはポアソン分布に従って検索メッセージを生成
 - 検索対象ファイルは $\alpha = 1.0$ の Zipf 分布に従う人気度によって決定

- アプリケーションレベル

- ファイル可用性

$$\text{ファイル可用性} = \frac{\text{利用できるファイルの種類数}}{\text{種類の総数 (F)}}$$

- 検索ヒット率

$$\text{検索ヒット率} = \frac{\text{検索対象のファイルを発見した検索メッセージ数}}{\text{生成された検索メッセージの総数}}$$

- システムレベル

- 協調ピアの負荷

- 受信・中継したメッセージの総数の協調ピアごとの平均値

- メタサーバの負荷

- 受信・転送した検索メッセージと生成・転送した応答メッセージの総数のメタサーバごとの平均値

シミュレーション結果

- ファイル可用性と検索ヒット率 -

- 協調しない場合

- 1つだけの P2P ネットワークのファイルを利用できる

- ファイル可用性は約 69 ~ 70%
 - 検索ヒット率は約 89 ~ 95%

		ファイル可用性	検索ヒット率
100:100	network1	0.69	0.90
	network2	0.69	0.89
1000:1000	network1	0.69	0.93
	network2	0.69	0.93
10000:10000	network1	0.69	0.95
	network2	0.70	0.95

- 協調した場合

- 2つの P2P ネットワークのすべてのファイルを利用できる

- ファイル可用性は 100%
 - 検索ヒット率は 100%

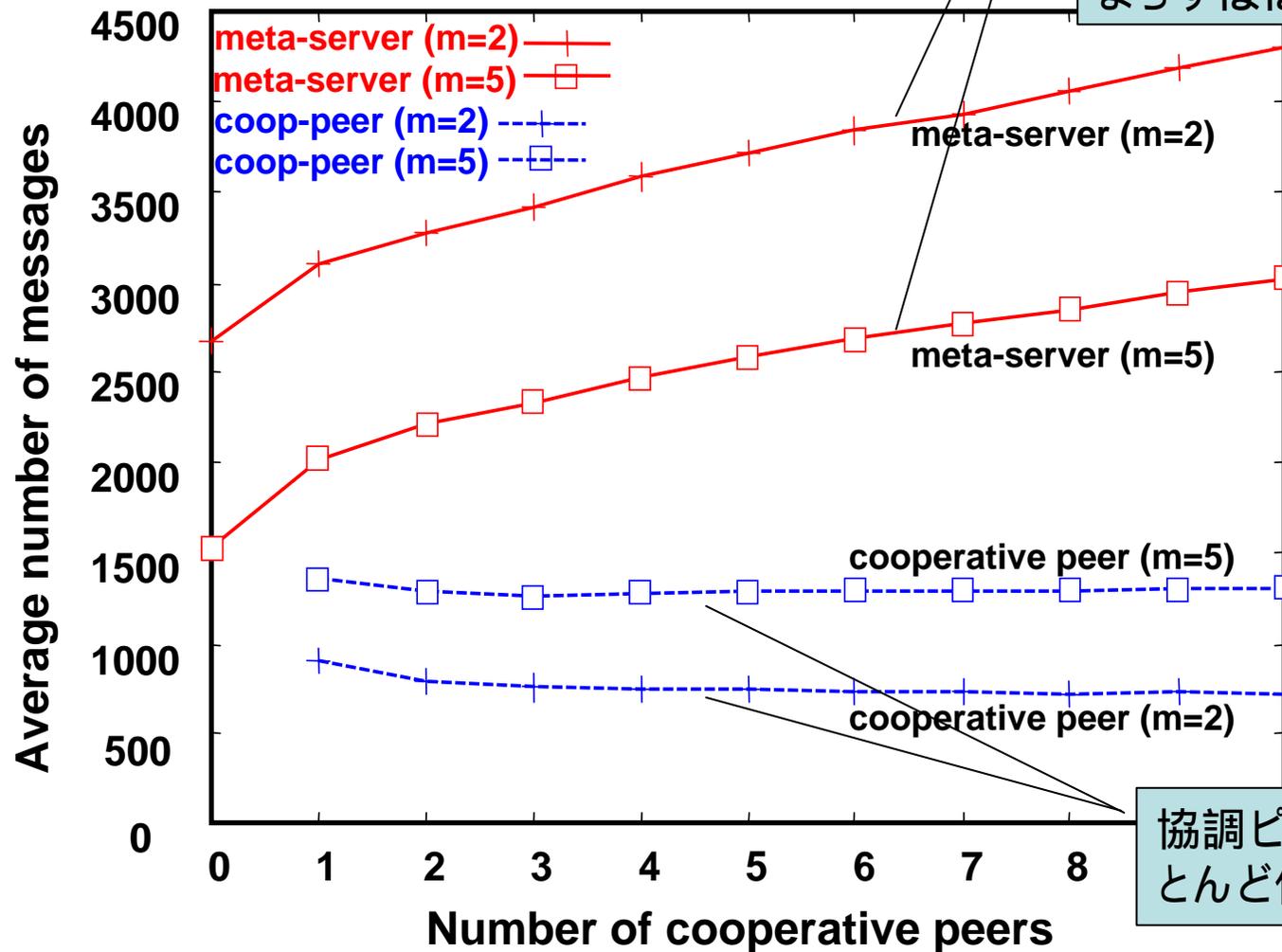


- ファイル可用性が約 30% 増加
 - 検索ヒット率が向上
 - サイズが小さいネットワーク同士が協調するほうが効果が高い

シミュレーション結果

- 協調ピア数に対する負荷の変化(1000:1000) -

- メタサーバの負荷はほぼ線形に増加している
- 協調によるメタサーバの負荷の増加量はメタサーバ数によらずほぼ等しい

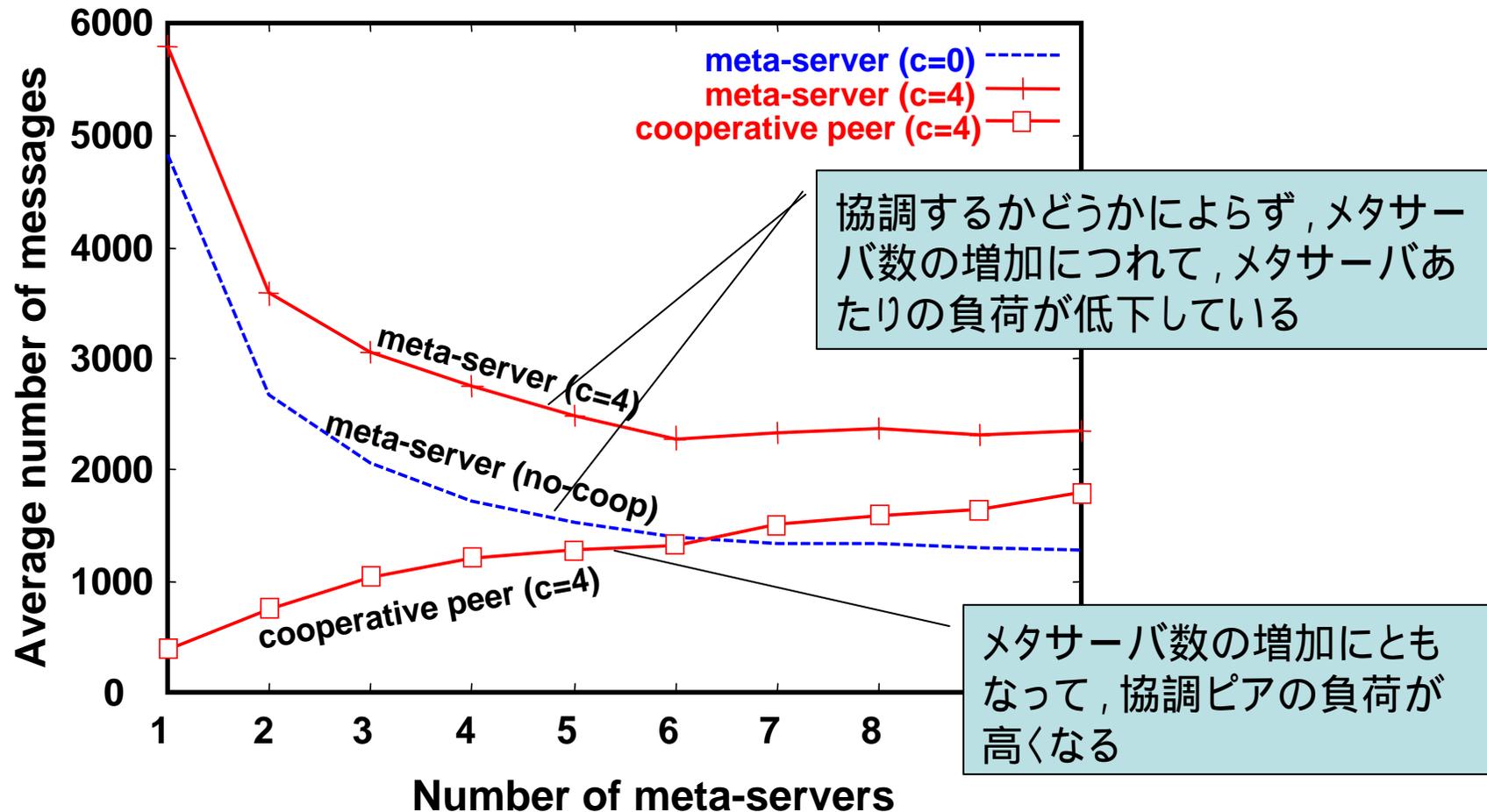


協調ピアの負荷はほとんど低下しない

シミュレーション結果

- メタサーバ数に対する負荷の変化(1000:1000) -

IN 研究会



協調するかどうかによらず、メタサーバ数の増加につれて、メタサーバあたりの負荷が低下している

メタサーバ数の増加にともなって、協調ピアの負荷が高くなる

協調ピアの負荷の観点から、なるべく少数のメタサーバを有する P2P ネットワークの協調が望ましい

- **まとめ**

- 複数のハイブリッド型 P2P ファイル共有ネットワークが効果的に協調し、アプリケーションレベルの QoS を向上させるための仕組みを提案
- シミュレーションを通して、
 - 協調によってファイルの検索効率が向上することを示した
 - ピア数、メタサーバ数や協調ピア数の様々に異なる P2P ネットワークについて、協調による効果と負荷の増加を明らかにした

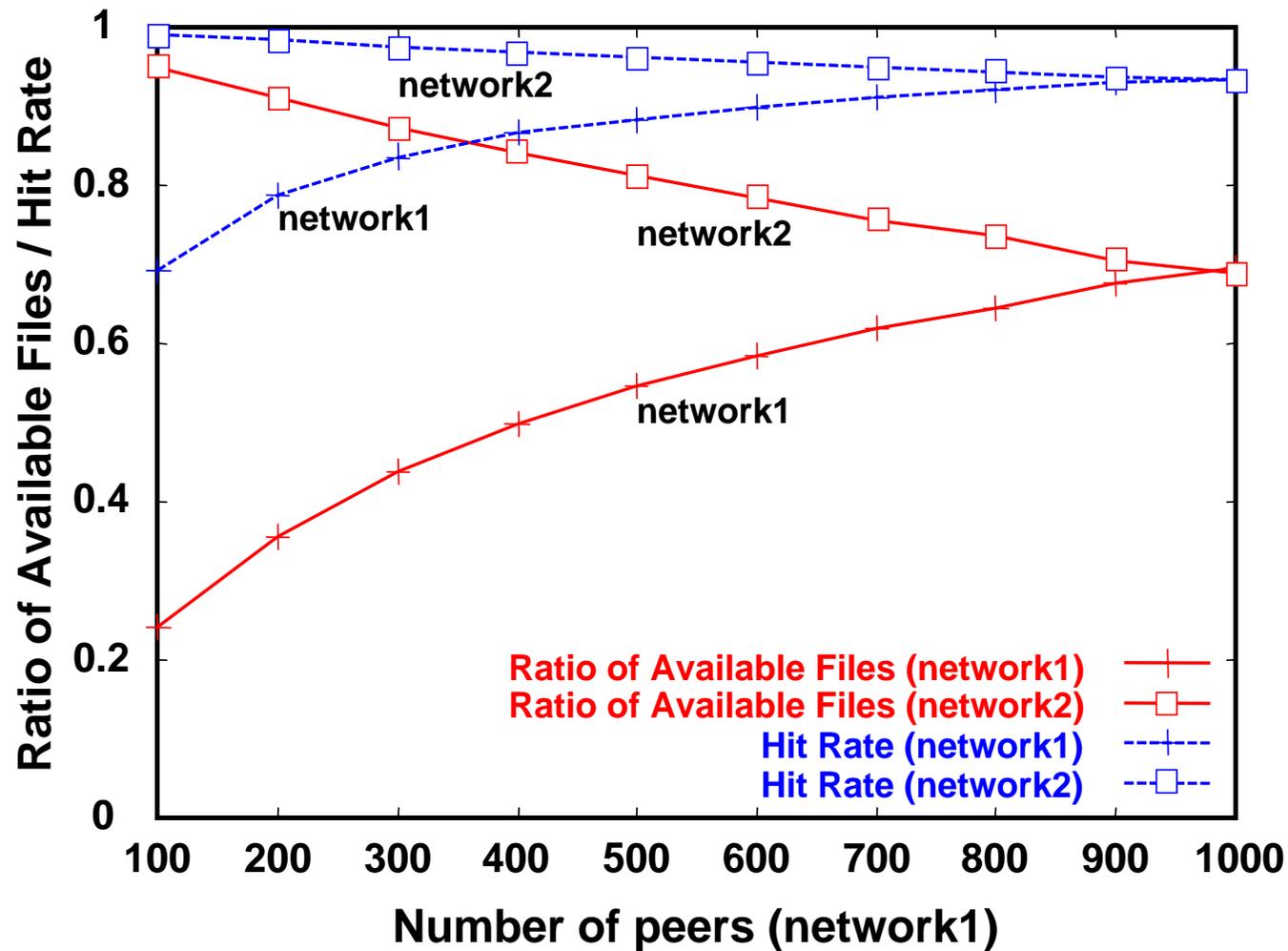
- **今後の課題**

- 協調の是非判断基準の詳細
- 物理網に与える影響の評価と物理網特性を考慮した協調の仕組み
- 協調ピアでのメタ情報のキャッシュアルゴリズム
- 協調ピアとメタサーバの負荷の軽減手法
- 負荷分散のための協調ピア配置手法

シミュレーション結果

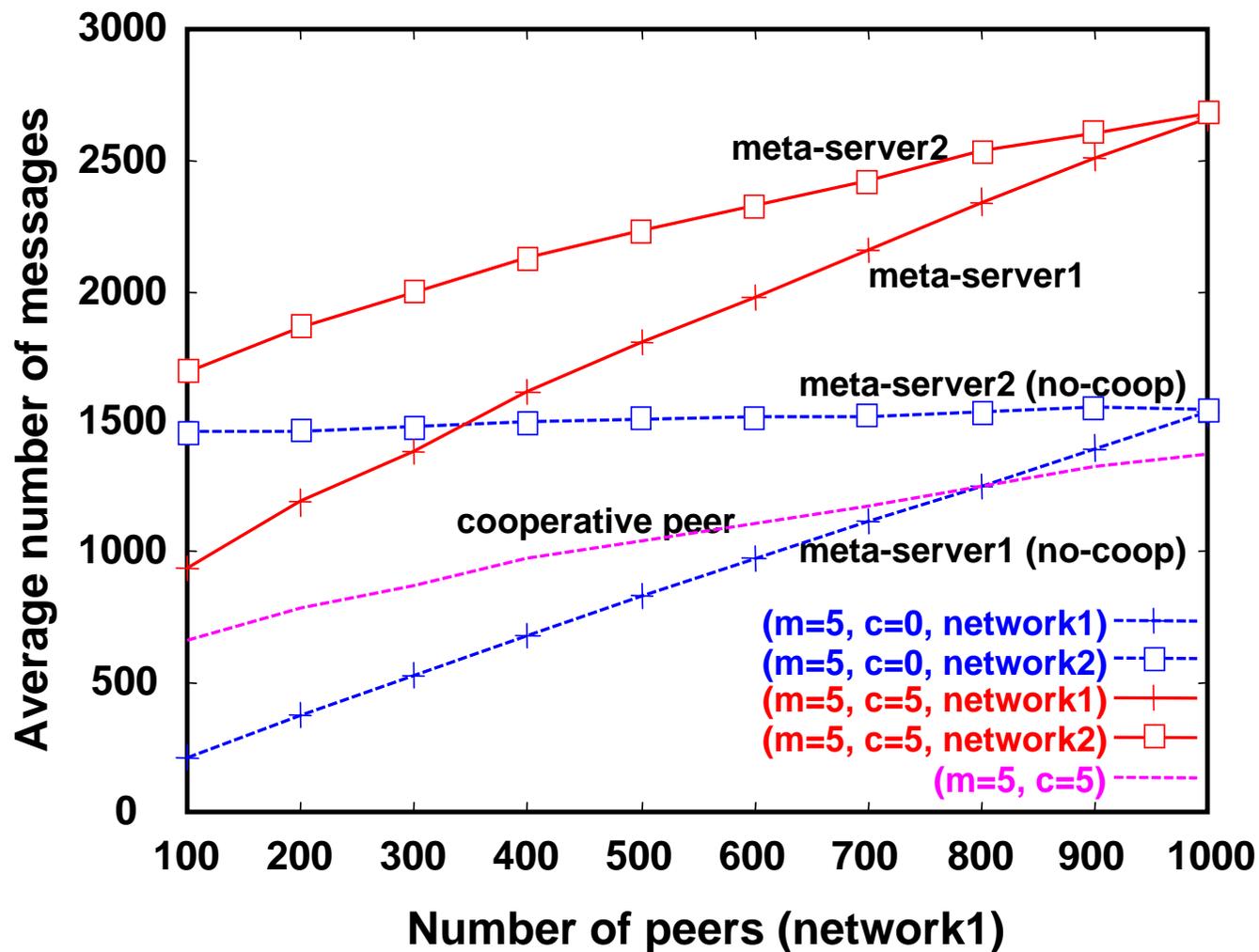
- ファイル可用性と検索ヒット率 (サイズが異なる場合) -

IN 研究会



シミュレーション結果

- サイズに対する負荷の変化 (100 ~ 1000:1000) -



シミュレーション結果

- 協調ピアの負荷とメタサーバの負荷 -

