



Design and Evaluation of a Cooperative Mechanism of Hybrid P2P File-Sharing Networks to Enhance Application-Level QoS

ハイブリッド型 P2P ファイル共有ネットワークにおける
アプリケーションレベルの性能向上のための
ネットワーク協調機構の設計と評価

付 宏野

大阪大学 大学院情報科学研究科 村田研究室

fuhongye@ist.osaka-u.ac.jp





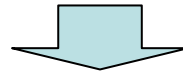
発表内容

- **研究の背景**
 - ハイブリッド型P2Pファイル共有ネットワーク
- **研究の目的**
 - 複数のハイブリッド型 P2P ファイル共有ネットワーク間の協調の仕組みを提案
- **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**



研究の背景

- 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

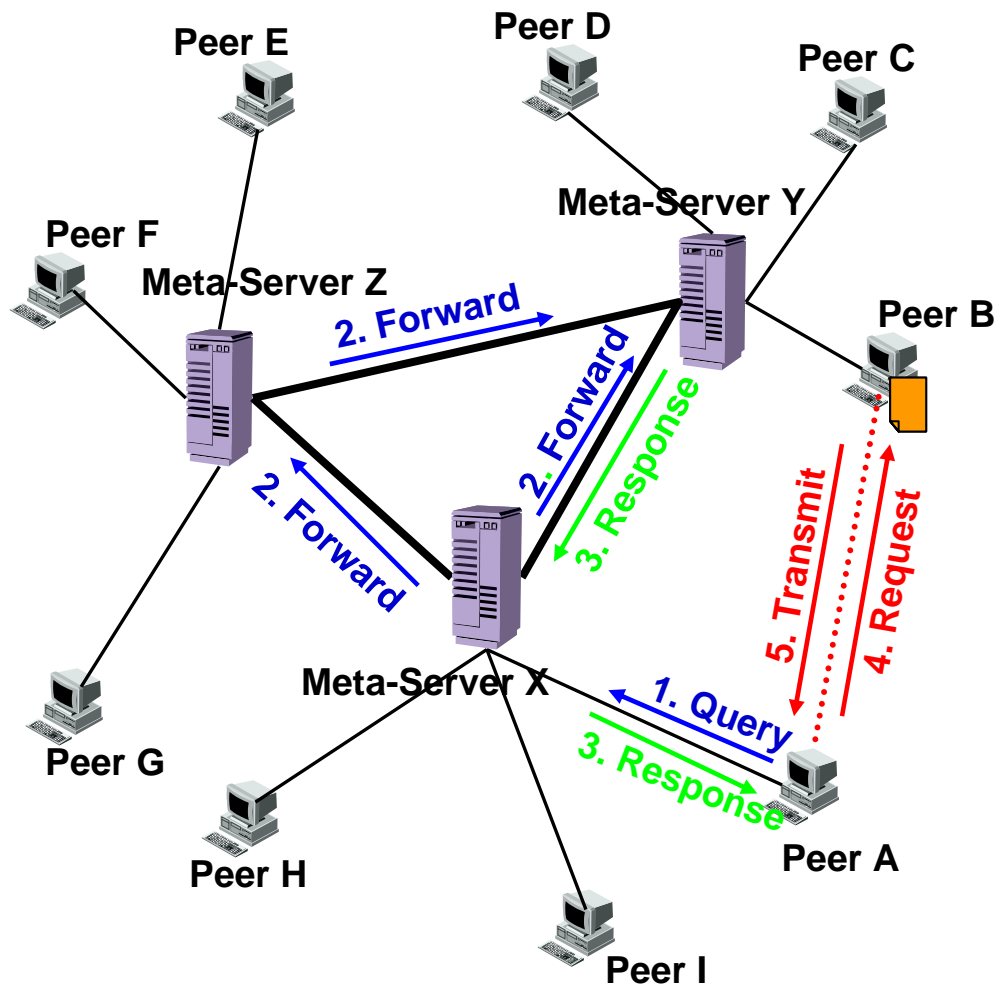
- オーバレイネットワークが協調制御することにより、競合を防ぎ、互いのQoSを向上



オーバレイネットワークの協調

- 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



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. 検索メッセージを受信するメタサーバは該当するメタ情報を持たない場合は、その検索メッセージをメタサーバ間でフラッディングする
3. メタサーバは該当するファイルのメタ情報を持っている場合は、応答メッセージを返信する
4. ピア A がファイルを所持しているピア 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

———— Logical Link



研究の目的

- 複数のハイブリッド型 P2P ファイル共有ネットワーク間の協調の仕組みを提案
- P2P ネットワークの協調とは
 - 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
- P2P ネットワーク協調の効果
 - より多くのファイルを発見
 - より多くのファイル所有者を発見
 - システムの安定性が向上
 - メタサーバ間ネットワークが切断された場合でも、協調相手のネットワークを介して、メタサーバ間通信を維持できる

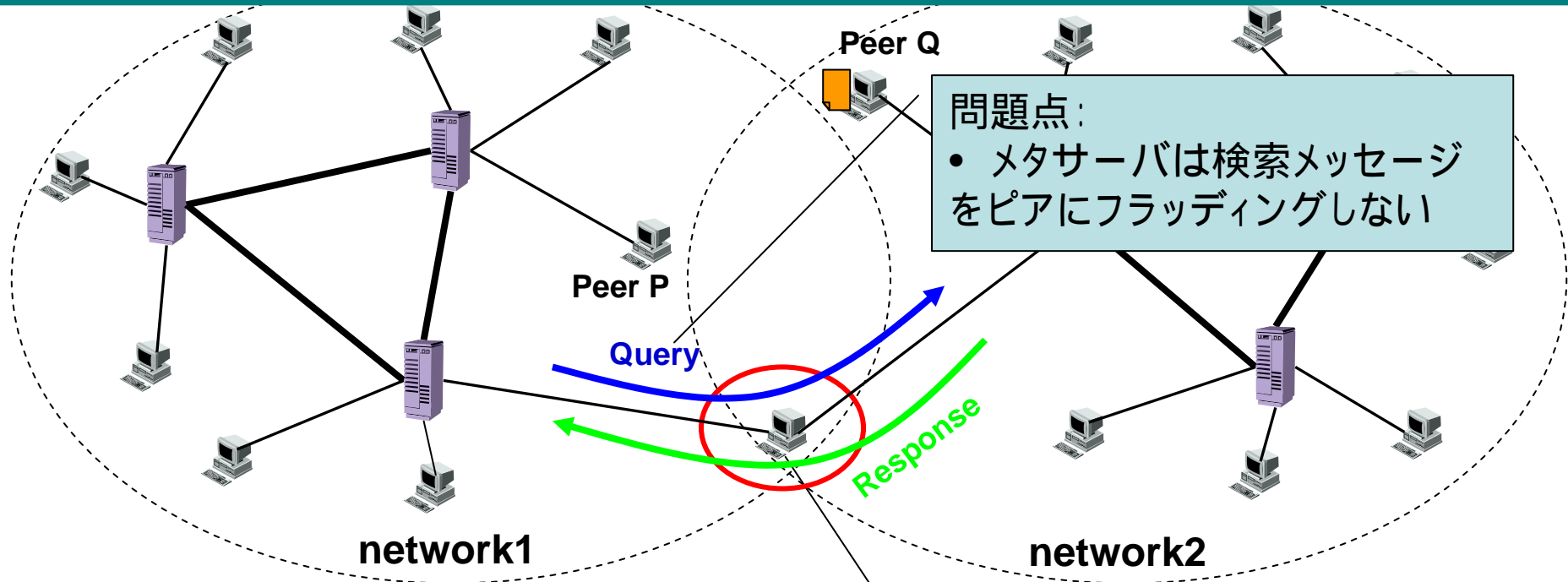


協調機構の概要

- ユーザが自身の、または、メタサーバの管理者がユーザのアプリケーションレベルの QoS を向上させるため、協調プログラムを導入
- 協調プログラムの役割
 - 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
 - ネットワーク間でメッセージをやり取りし、協調を実現
- 2種類の協調メカニズム
 - **協調ピアを介した協調**
 - メタサーバ間接続による協調

協調ピアを介した協調機構

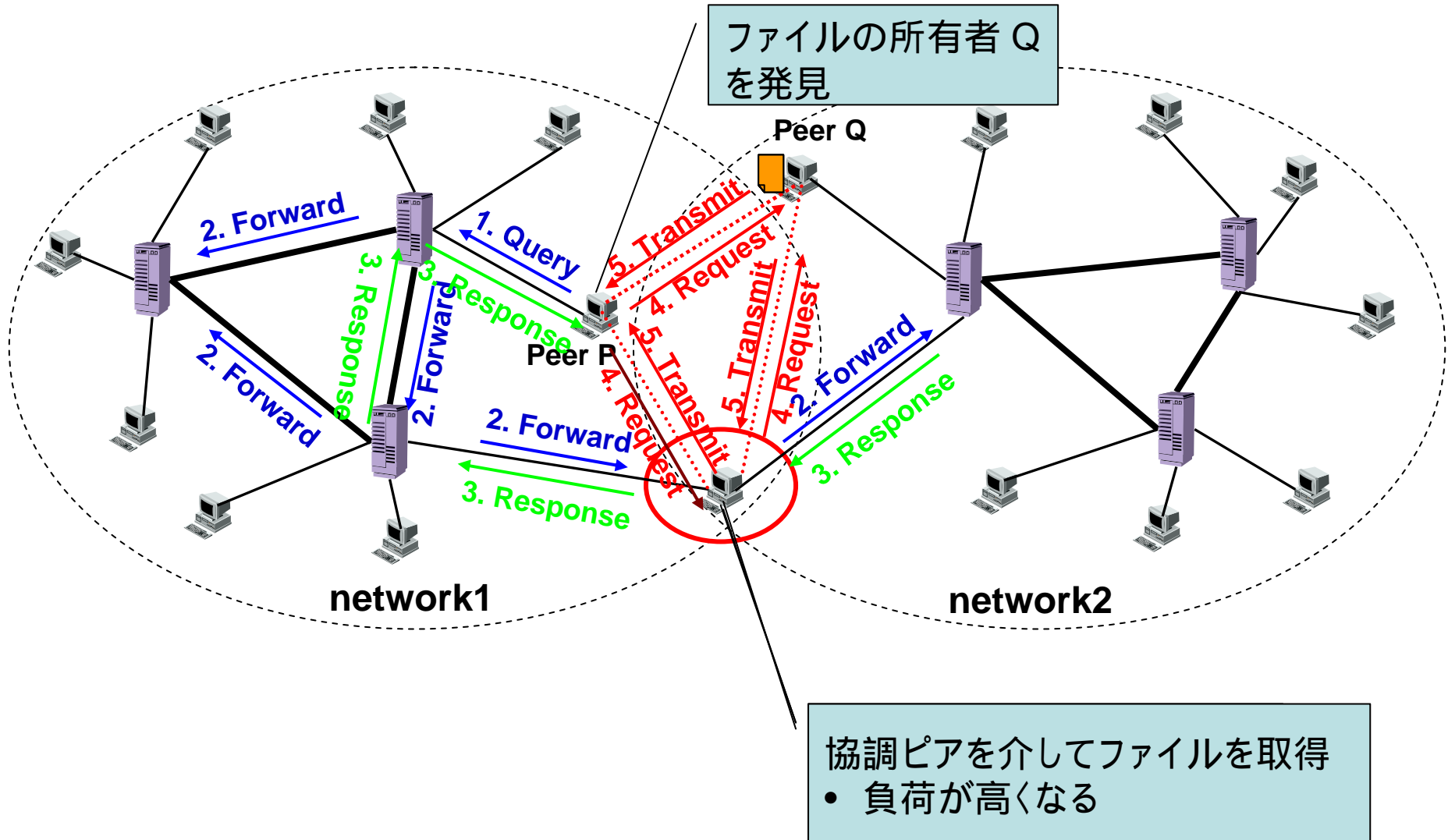
メタサーバや他のピアは協調ピアの存在や協調について知ることなく、協調を達成



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導入。
メタサーバモジュール: 検索・応答メッセージの中継や応答後、協調ピアの生成といった
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

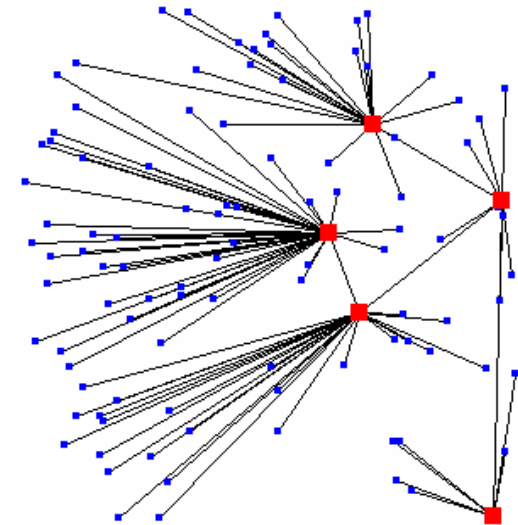
→ 協調ピアはピアであると同時に、メタサーバとしても見える

ファイル取得の流れ



シミュレーション環境

- P2P ネットワークのトポロジ
 1. 2次元の領域に m 台のメタサーバと n 台の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
- 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



トポロジの例
($m = 5, n = 100$)

評価指標

- アプリケーションレベル

- 平均検索遅延

- 通常のピア

人気度 i のファイルに対する検索遅延

$$\sum p_i h_i$$

- 協調ピア

人気度 i のファイルが検索対象となる確率

$$\sum p_i (1 - a_i) k_i$$

- システムレベル

- 協調ピアの負荷

- 処理したメッセージ数

- メタサーバの負荷

- 処理したメッセージ数

協調ピアにキャッシュがない場合の
人気度 i のファイルに対する検索遅延

人気度 i のファイルの協調ピアにおける
キャッシュヒット率

シミュレーション結果

- 平均検索遅延 -

一つのネットワークのピア数 n : 1000

キャッシュサイズ : 100

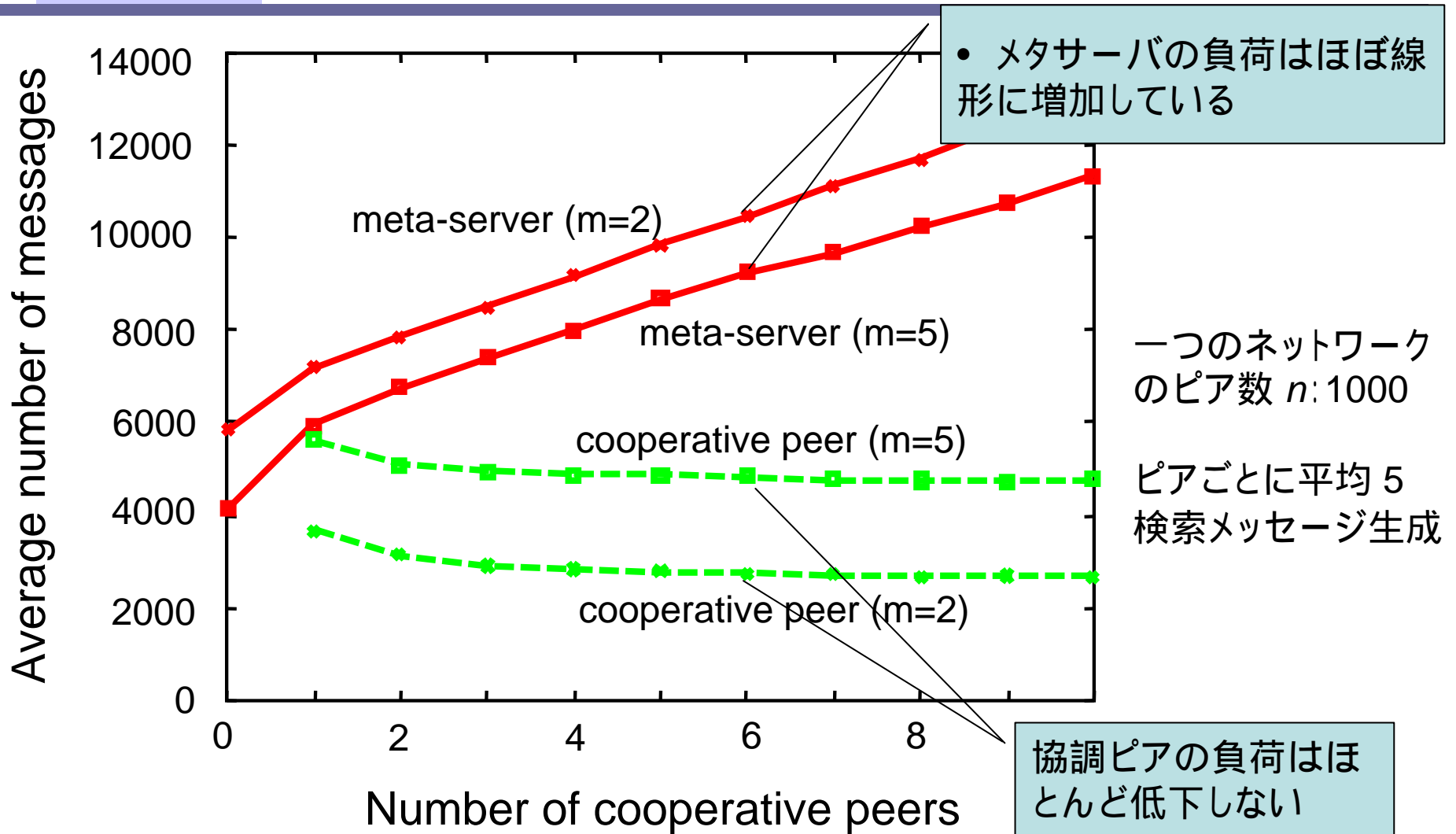
ファイル種類総数 F : 500

Number of Meta-Servers	Normal Peer	Cooperative Peer
m=1	1.11	0.95
m=2	1.21	0.98
m=5	1.69	1.23
m=10	2.10	1.41

協調ピアにおけるファイル検索遅延が
通常のピアと比較して短くなることがわかる

シミュレーション結果

- 協調ピア数に対する負荷の変化 -



協調しあうネットワーク間に存在する協調ピアを一定数以下に抑えるのがよい

まとめと今後の課題

- **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**

- 協調により, P2P ネットワークのトポロジが動的に変化する場合の協調
- 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



-
- ありがとうございました

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

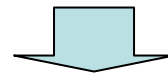
- ファイル可用性は約 68 ~ 70%
- 検索ヒット率は約 89 ~ 95%

		File Availability	Hit Ratio
100:100	network1	69.9%	89.6%
	network2	68.4%	89.1%
1000:1000	network1	69.2%	93.5%
	network2	69.4%	93.5%
10000:10000	network1	69.0%	95.3%
	network2	69.7%	95.4%

- 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

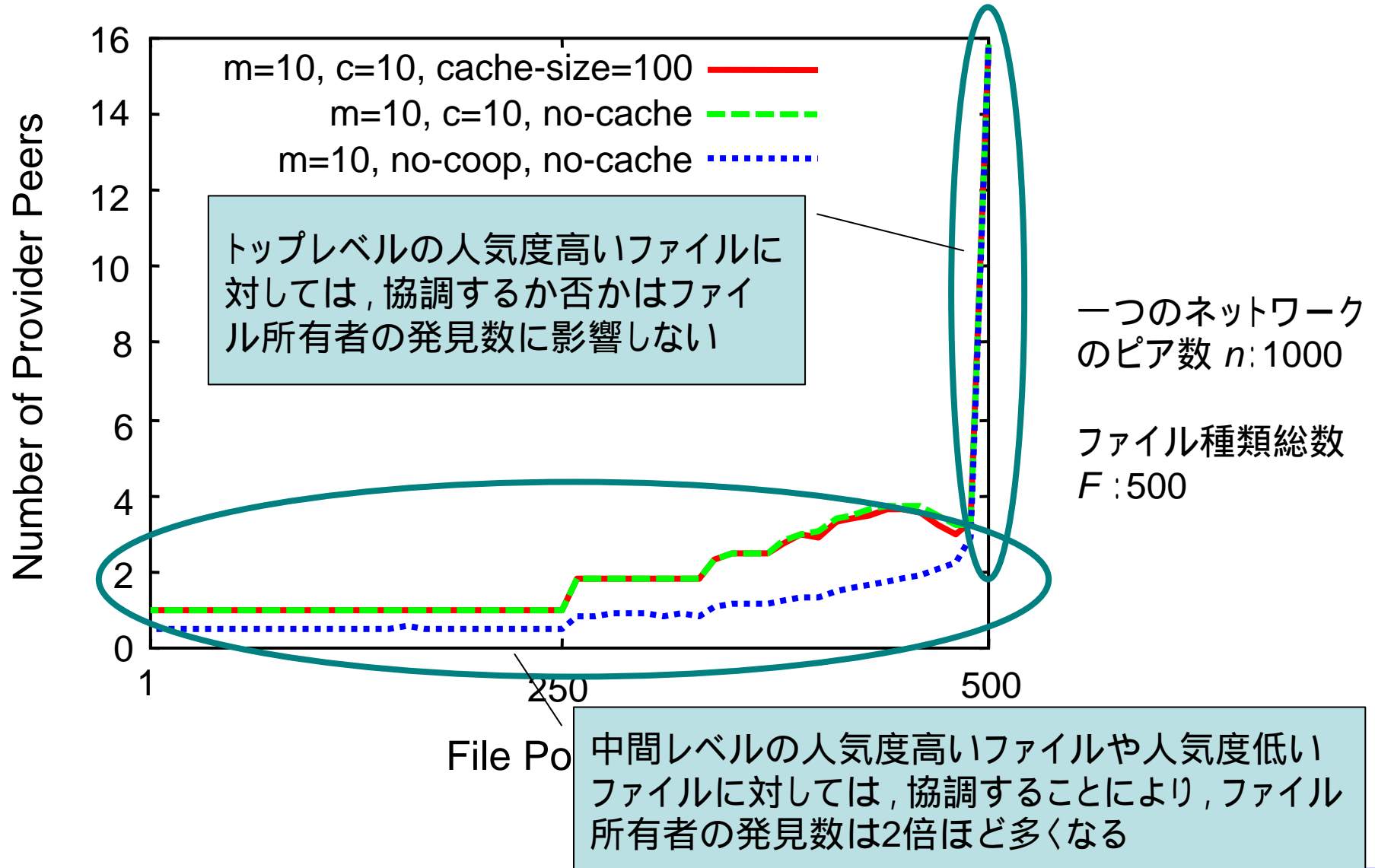
- ファイル可用性は 100%
- 検索ヒット率は 100%



- 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

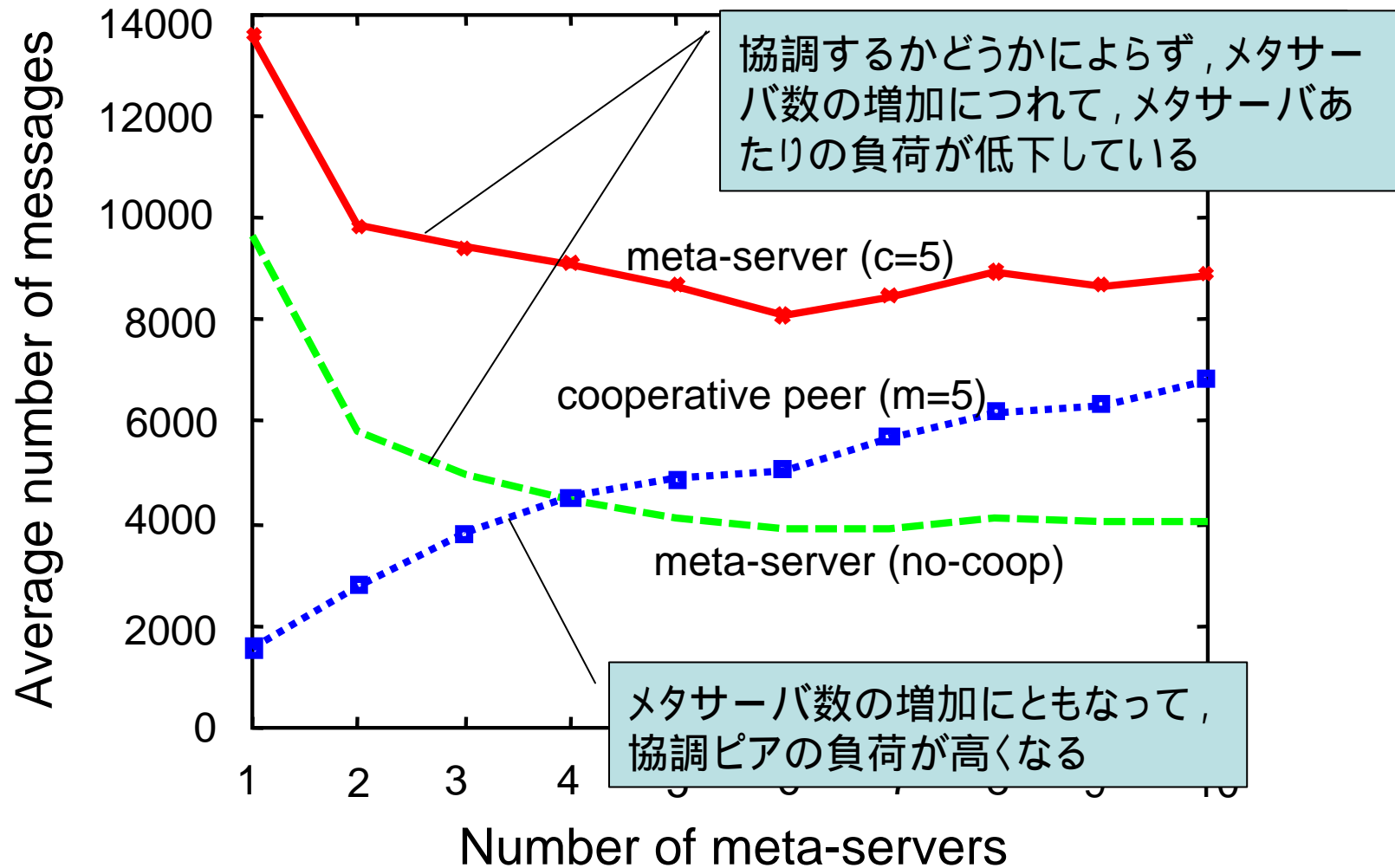
シミュレーション結果

- ファイル所有者の発見数 -



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 -



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