

# P2Pネットワーク実験協議会



[http://www.fmmc.or.jp/p2p\\_web/](http://www.fmmc.or.jp/p2p_web/)

P2Pネットワーク効率的利用実証研究WG  
山下 達也 (NTTCommunications)

Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation, All rights reserved

0

## ネットワークの中立性に関する懇談会報告書の概要

### ネットワークの中立性(network neutrality)を確保するための三原則——ブロードバンド政策における基本的認識

「自律・分散・協調」を基本精神とするインターネットの潜在能力が最大限発揮され、インターネットを利用するすべてのステークホルダにとっての利益の最大化が図られることが必要であり、

- 1) 消費者がネットワーク(IP網)を柔軟に利用して、コンテンツ・アプリケーションレイヤーに自由にアクセス可能であること
- 2) 消費者が技術基準に合致した端末をネットワーク(IP網)に自由に接続し、端末間の通信を柔軟に行なうことが可能であること
- 3) 消費者が通信レイヤー及びプラットフォームレイヤーを適正な対価で公平に利用可能であること

という3つの要件を基本原則とし、当該要件に合致したネットワークが維持・運営されている場合、ネットワークの中立性が確保されている。

次世代ネットワーク(高信頼性・一体性)とインターネット(自律性等)の並存  
—— ネットワークの選択の自由 ——

#### ネットワークのコスト負担の公平性

ネットワーク混雑の顕在化(2年で2倍の増加)

#### ネットワーク増強に係るコストシェアリングモデルの確立の必要性

- ヘビーユーザに対する追加課金の是非(⇒競争阻害的要素はないものの、合理的な料金格差の在り方等について要検討)
- コンテンツプロバイダに対する追加課金の是非(⇒市場メカニズムの中で決定)
- 上位ISPと下位ISPとの間のコスト負担(⇒市場メカニズムが機能しない可能性)

トラフィックの波動性を柔軟に吸収できる  
スケラブルネットワークの構築が必要

P2Pの積極的活用による  
ネット混雑の緩和

P2Pによるトラフィック分散に関する  
技術的・社会的な実験

帯域制御の在り方について一定の基準  
を設けることが必要  
(競争阻害の回避、通信の秘密への  
配慮、利用者への情報提供の確保等)

帯域制御の在り方について一定の基準  
を設けることが必要

帯域制御に関するガイドライン(仮称)  
の策定

#### ネットワークの利用の公平性

次世代ネットワークの構築

市場の統合化の進展

#### 市場支配力の濫用防止(水平的・垂直的な公正競争の確保)の必要性

NTT東西の次世代ネットワーク  
に係る接続ルールの策定

市場の統合化等に対応した  
ドミナント規制の見直し

以下の点について検討  
✓オープン化の対象範囲  
✓接続料の算定方法  
✓接続に要する期間  
✓その他(映像配信プラットフォーム  
のオープン化、固定網と移動網の  
円滑な連携)

速やかに接続ルールの在り方  
について検討に着手

以下の点について検討  
✓市場支配力の認定基準の見直し  
✓複数の市場に係る市場支配力の濫用  
防止(共同的市場支配力、市場支配力  
の隣接市場へのレバレッジ)  
✓ドミナント事業者及びこれと資本関係を  
有する者との共同的市場支配力の濫  
用防止のための仕組みの確立  
✓競争評価の活用

ドミナント規制の見直しに向け、  
具体的な検討に着手

# P2Pネットワーク実験協議会設立の趣旨

- ▶ インターネット利用の急速な拡大とブロードバンド化の進展に伴い、高品質・大容量の動画をネットワークに安全かつ効率よく配信することが必要になってきました。P2P (Peer to Peer) 技術はこうした需要にこたえる有効な技術手段ですが、なお検証すべき課題も残されているため、総務省支援のもと、財団法人マルチメディア振興センターが事務局となり「P2Pネットワーク実験協議会」を発足して、利用者が安心して映像配信を受けられるように事業者としてのガイドラインを策定し、実証実験を行うこととしました。

協議会の設立:平成19年8月9日

会長

東京大学大学院教授 浅見 徹

ワーキンググループ主査

東京大学大学院教授 江崎 浩

オブザーバー

総務省

事務局

財団法人マルチメディア振興センター

## P2Pネットワーク実験協議会会員 (50音順)

株式会社インターネットイニシアティブ

株式会社インフォシテイ

株式会社ウィルコム

ウタゴエ株式会社

株式会社内田洋行

株式会社エスグラ

NECビッグロブ株式会社

株式会社NHKエンタープライズ

NTTコミュニケーションズ株式会社

NTTコムウェア株式会社

NTTスマートコネク株式会社

岡山IPv6コンソーシアム

岡山県

株式会社角川デジックス

京都府

株式会社グッドコミュニケーションズ

株式会社倉敷ケーブルテレビ

株式会社グリッド・ソリューションズ

株式会社KDDI研究所

株式会社ケーブルテレビ山形

株式会社J-WAVE

株式会社Jストリーム

スカパーJSAT株式会社

スキルアップジャパン株式会社

仙台市

ソフトバンクBB株式会社

TVバンク株式会社

東京書籍株式会社

国立大学法人東京大学大学院

トナミ運輸株式会社コーラルネット

富山インターネット市民塾 推進協議会

株式会社ドリームポート

日本電気株式会社

日本放送協会

株式会社ネクストウェーブ

株式会社ハイマックス

株式会社博報堂DYメディアパートナーズ

BitTorrent株式会社

株式会社ビットメディア

ブラザー工業株式会社

放送大学学園

北海道総合通信網株式会社

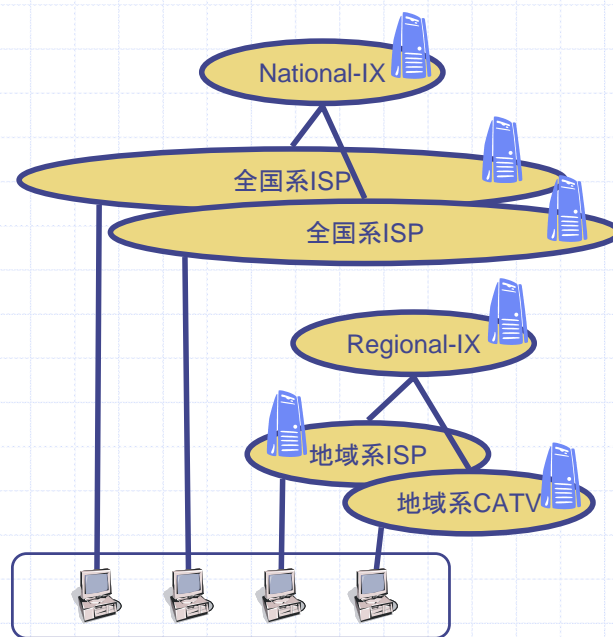
株式会社マンダラネット

オブザーバー:総務省

事務局:財団法人マルチメディア振興センター

# 現在ご協力頂いているISP・CATV・地域IX等

- 北海道
  - 北海道総合通信網株式会社/HOTnet
- 東北
  - ケーブルテレビ山形
- 北陸
  - ミテナインターネット/Mitene
  - 石川コンピュータセンタ/インクル
  - トナミ運輸/コーラルネット
  - 富山IX
- 東海
  - 知多メディアネットワーク
- 関西
  - NTTスマートコネク
- 中国
  - 倉敷ケーブルテレビ
  - 岡山IX
- 四国
  - 愛媛ケーブルテレビ
- 九州
  - グッドコミュニケーションズ/SYNAPS
- 全国系
  - ソフトバンクBB/Yahoo!BB
  - NECビッグロブ/BIGLOBE
  - NTTコミュニケーションズ/OCN



- ▶ エリア毎に下記環境下に測定専用ノードを設置
  - 該当エリアISP/CATVのエンドユーザ環境
  - 該当エリアISP/CATVのISPネットワーク環境
  - 全国ISPのエンドユーザ環境
  - 地域IXのネットワーク環境

Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation, All rights reserved

4

## 普及する商用P2P(1)

### ▶ 大容量コンテンツ配信サービスでの採用が多い

- 特に最近のものでは...
- ブラザー工業殿 (Einy)
  - 不動産向け営業支援システム ミオキューブ
- ビットメディア殿 (ShareCast2Plus)
  - コミュニティFM向けネットTVサービス
- ドリームポート殿 (SkeedCast)
  - JAXA H2Aロケット ハイビジョン映像VOD配信
- グリッド・ソリューションズ殿 (GridDeliverySystem)
  - 大規模オンラインゲームのファイル配信
- ウタゴエ殿 (UGLive)
  - BIGLOBE サムライ7ライブ配信

Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation, All rights reserved

5

## 普及する商用P2P(2)

### ▶ 最近特にHOTなのは組み込みシステム

#### ■ グリッド・ソリューションズ殿

- THOMSON(カーネックス) ハイビジョンプレイヤー HDMA-4000

#### ■ BitTorrent殿

- NETGEAR DIGITAL ENTERTAINER HD EVA8000
- D-Link DNS-323

#### ■ プラネックス殿

- デジタル・フォトフレーム

他多数...

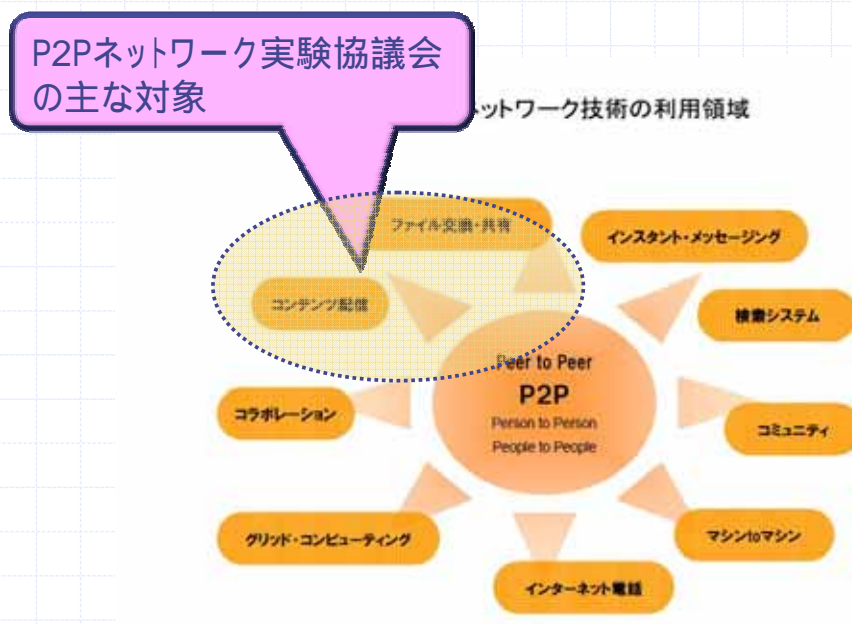
## P2Pの効果

～特にコンテンツ配信における効果について～

# 問題の所在

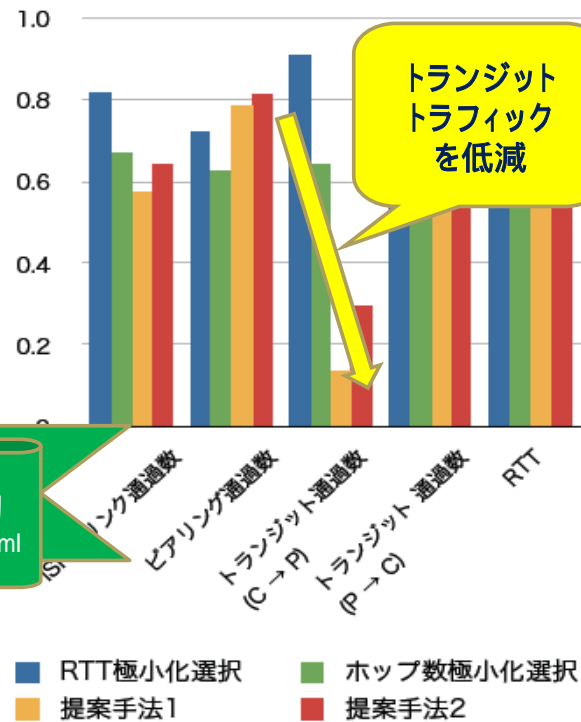
- ▶ P2P技術はトラフィックの集中や負荷の軽減分散のはずが、P2Pファイル交換ソフトの利用急増のため、ISPなどのバックボーンに負担をかけている
- ▶ トラフィック増大に伴う、設備増をP2P利用者に転化できず、市場メカニズムが働かない
- ▶ 一部のP2Pファイル共有ソフトを悪用するウイルスによって、情報漏えい問題が引き起こされた
- ▶ コンテンツの自由な流通により、不正なコンテンツが流通しやすい
- ▶ P2Pファイル共有ソフト開発者に対する、刑事立件を通して、ソフト技術者が開発を萎縮しており、世界的に立ち後れている

# P2P = Peer to Peer



# CDN的P2Pの挑戦が始まっている

- ▶ P2Pシステムでの  
トラフィックエンジニアリング
  - Intra-domain
    - P4P ? みんな勝手に  
始めました。
  - Inter-domain
    - new paradigm ?



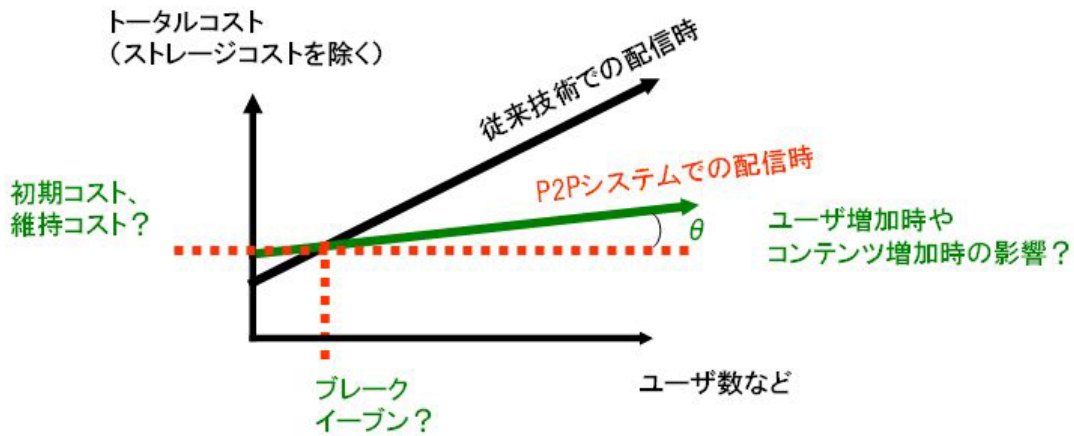
P2P実験協議会との協調活動  
[http://www.fmmc.or.jp/p2p\\_web/index.html](http://www.fmmc.or.jp/p2p_web/index.html)

## P2Pコンテンツ配信の効果

- ▶ ネットワーク状況への高い適応性
  - 視聴者にとって、視聴時の条件の良い相手(ピア)と通信ができる
- ▶ 高い耐故障性
  - 複数のピアを選択できる
- ▶ 低い運用管理コスト
- ▶ 配信元でのトラフィック削減
  - 50% ~ 90数%の削減効果
  - サーバ・クライアント方式と比較して、同一設備で数倍から数十倍の視聴者に対応可能

# CDNとP2Pネットワークの共存による効率化

- 利用者数増加に対するトータルコストの上昇幅を抑えることができる
- 利用者が一定数を超えると従来のCDNよりも配信コストが小さくなる  
ただし、P2Pネットワークの配信効率には様々な要因に左右される
  - 利用者数、同時アクセス数、コンテンツ内容、回線種別、PC性能など



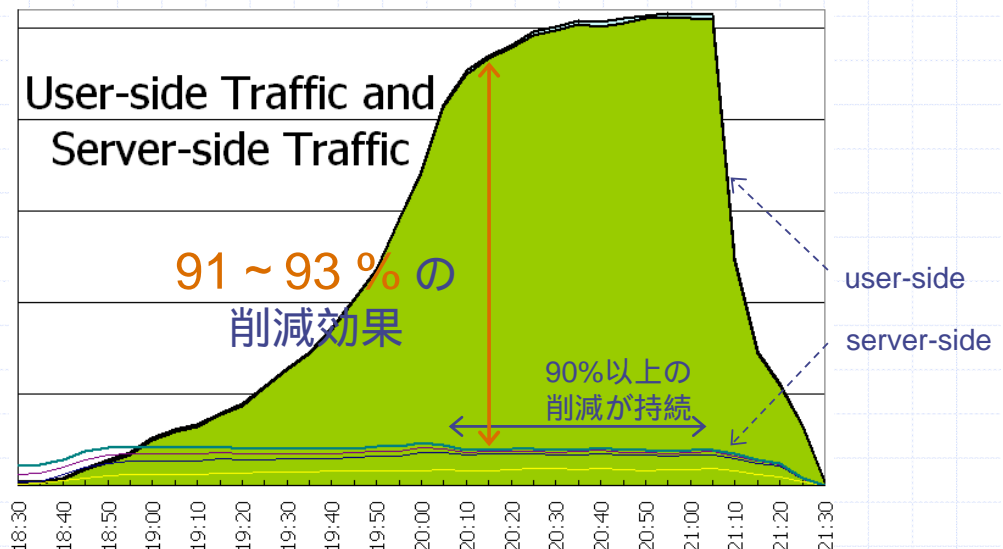
## CDNとP2Pのコスト効率性比較

出処: P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書  
(株)グリッド・ソリューションズ提供資料

# ウタゴエ社 UG Live: トラフィック削減効果

- ▶ 視聴側トラフィックに対する配信側トラフィックが、わずか数%  
90% 以上の削減効果

2007年 11月 26日  
accessのtalk about生中継  
配信: Jストリーム,  
Castella (www.castella.jp),  
ウタゴエ



# TVBank Yahoo!動画イベント中継 事例1

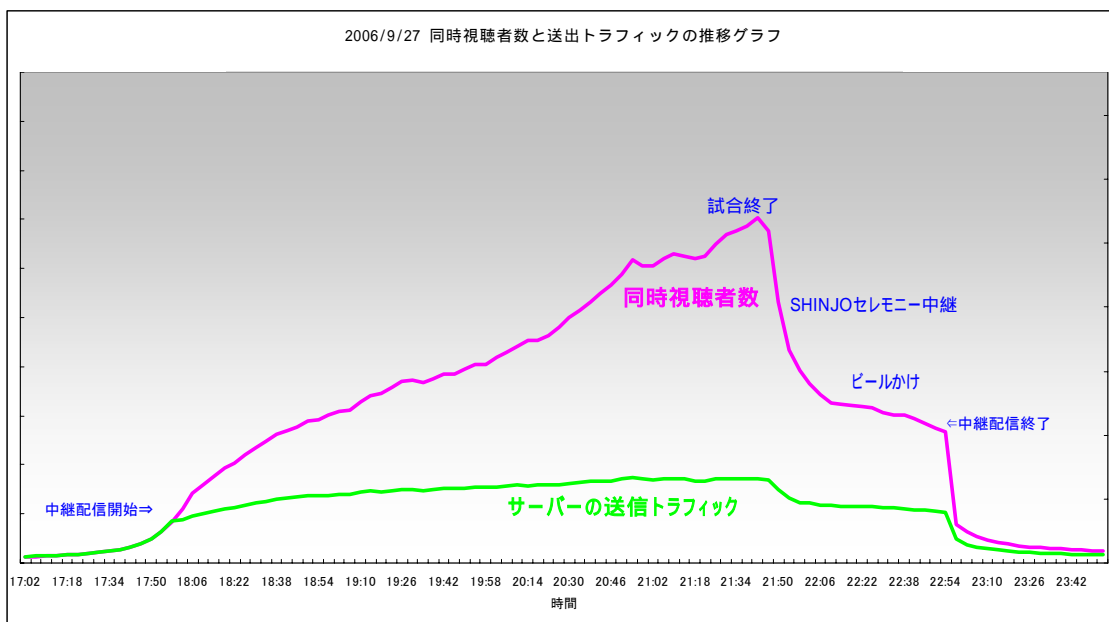
- 日ハム SHINJO選手引退試合 9月27日(水)17:58~22:54
  - 最大同時視聴者数 35,183人
  - 総視聴者数 124,089人
  - 総トラフィック 768kbps/人 × 35,183人 = 27.2Gbps
  - センター配信トラフィック 6.56Gbps (総トラフィックの24.1%)



2008/11/26

ユーザは利用合意手続き後、簡単なダウンロード手順でインストール完了

## TVBank 2006/9/27 日ハム最終戦における同時視聴者数とセンター配信トラフィック



<b>全体トラフィック: 27.02Gbps</b> <small>768Kbps x 35,183users = 27.02Gbps</small>	➔	<b>実際の送信トラフィック: 6.56Gbps</b>
--	---	------------------------------

**768kbpsの高ビットレート、最大同時接続35,000超**  
 従来の75%の送信トラフィックをセーブ ピーク時

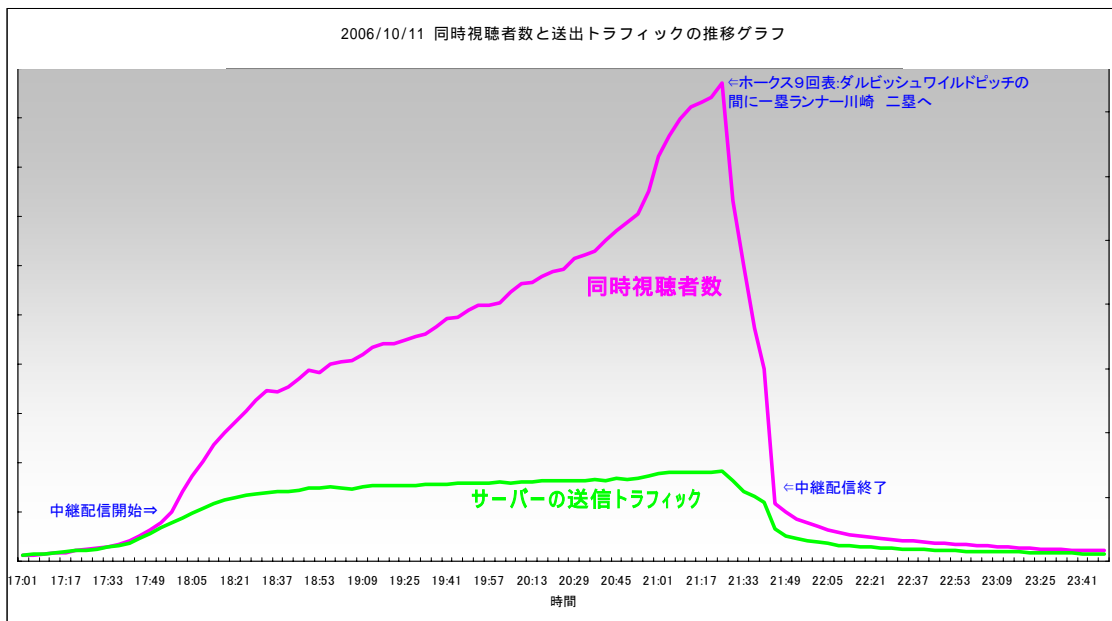


□ プレーオフ第2ステージ 第1試合 10月11日(水)17:58~21:45

- 最大同時視聴者数 **48,545人**
- 総視聴者数 105,986人
- 総トラフィック 768kbps/人 × 48,545人 = 37.3Gbps
- センター配信トラフィック 6.97Gbps (総トラフィックの18.7%)



## 2006/10/11 パ・リーグプレーオフにおける同時視聴者数とセンター配信トラフィック



全体トラフィック: 37.3Gbps  
768Kbps x 48,545users = 37.3Gbps

実際の送信トラフィック: 6.97Gbps

**768kbpsの高ビットレート、最大同時接続48,545人**  
従来からの81%の送信トラフィックをセーブ

# P2Pコンテンツ配信の効果(再掲)

## ▶ ネットワーク状況への高い適応性

- 視聴者にとって、視聴時の条件の良い相手(ピア)と通信ができる

## ▶ 高い耐故障性

- 複数のピアを選択できる

## ▶ 低い運用管理コスト

## ▶ 配信元でのトラフィック削減

- 50% ~ 90数%の削減効果
- サーバ・クライアント方式と比較して、同一設備で数倍から数十倍の視聴者に対応可能

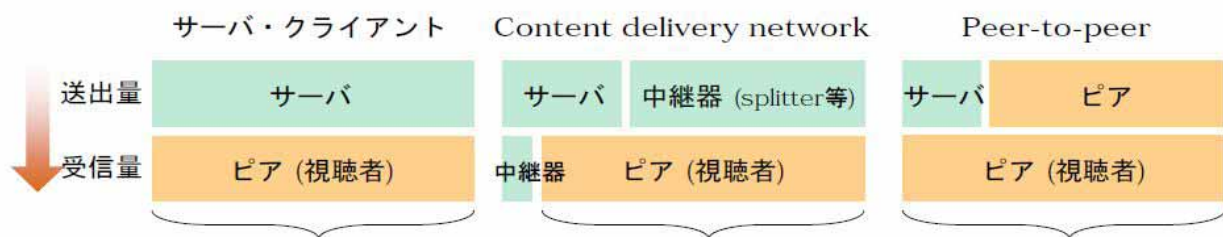


低コストで多種多量のコンテンツ流通を促進  
P2Pのコンテンツ配信っていい事ばかり!?

Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation, All rights reserved

18

## 受信トラフィックの総量は同じ



どの方式を使おうと、受信トラフィックの総量は同じ

例: 1 Mbps を 1,000人が受信すれば、1,000 Mbps = 1 Gbps

### • 注

- CDN では、視聴を行わない中継器による受信の分、総受信量が多い。ここでは無視。
- peer-to-peerでは、制御のための通信が必要となるので、その分、若干通信量が増える。通常、数%。
  - 例: BitTorrentでの、ピアとトラッカ間通信



UTAGOE 首藤さんのプレゼン資料(2008/2/19)より抜粋させて頂きました

Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation, All rights reserved

19

# P2Pネットワーク実験協議会会員を分類してみると...

## P2Pアプリケーション・コンテンツ配信事業者

株式会社インフォシティ  
ウタゴエ株式会社  
株式会社内田洋行  
株式会社エスグラ  
NTTコムウェア株式会社  
株式会社グリッド・ソリューションズ  
スキルアップジャパン株式会社  
TVバンク株式会社  
株式会社ドリームボート  
日本電気株式会社  
株式会社ハイマックス  
ブレイザー株式会社  
株式会社ビッグイシュー  
株式会社ネクストウェーブ  
NTTスマーズ株式会社  
株式会社Jストリーミング  
BitTorrent株式会社

**P2Pアプリケーション  
コンテンツ配信  
コンテンツホルダ  
送る人達**

## コンテンツホルダ

株式会社角川デジックス  
株式会社NHKエンタープライズ  
東京書籍株式会社  
株式会社J-WAVE  
スカパーJSAT株式会社  
富山インターネット市民塾 推進協議会  
日本放送協会  
放送大学学園  
株式会社博報堂DYMEDIAパートナーズ

## ISP・CATV・通信事業者

株式会社インターネットイニシアティブ  
株式会社ウルコム  
ソフトバンク株式会社  
NECビッグコム株式会社  
NTTコミュニケーションズ株式会社  
株式会社データブレーク  
株式会社エヌ・ティ・エス・ネットコム  
トヨタ運輸株式会社コーラルネット  
株式会社クラムコミュニケーションズ  
北海道総合通信網株式会社  
株式会社マンダラネット  
他多数(後述)

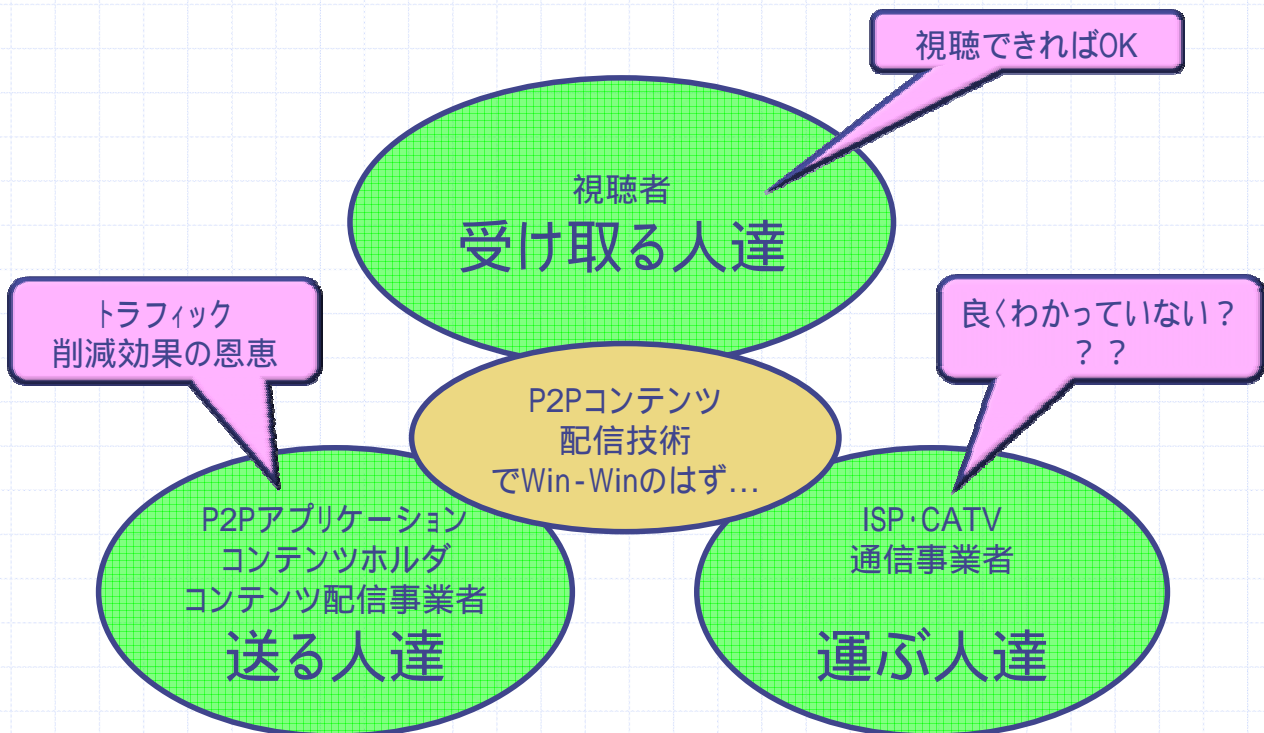
**ISP・CATV  
通信事業者  
運ぶ人達**

## 研究機関・大学

国立大学法人東京大学大学院  
岡山IPv6コンソーシアム  
株式会社KDDI研究所  
日本電信電話株式会社  
自治体  
岡山県  
京都府  
仙台市

**研究機関・大学  
視聴者  
受け取る人達**

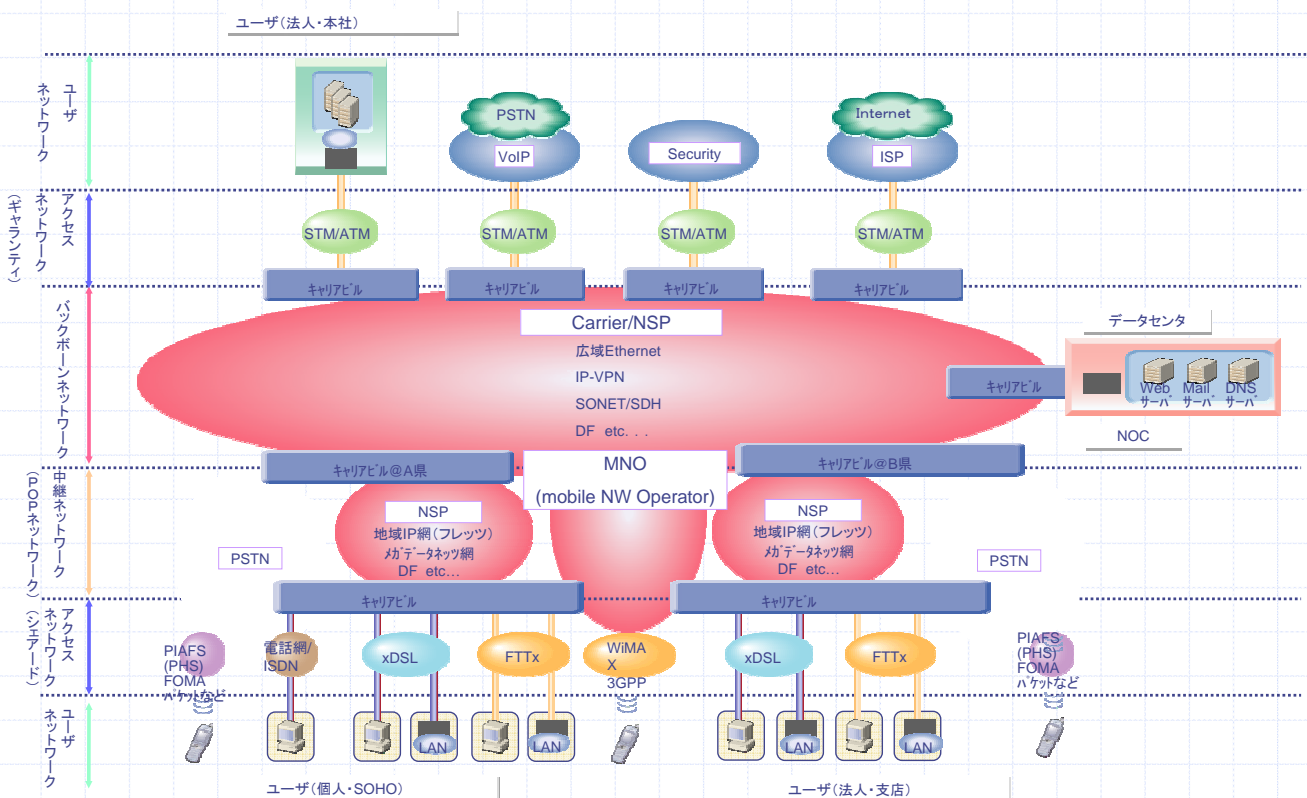
# 誰にとっての効果か？



# 「運ぶ人達」の抱える問題

## ISPの仕組み

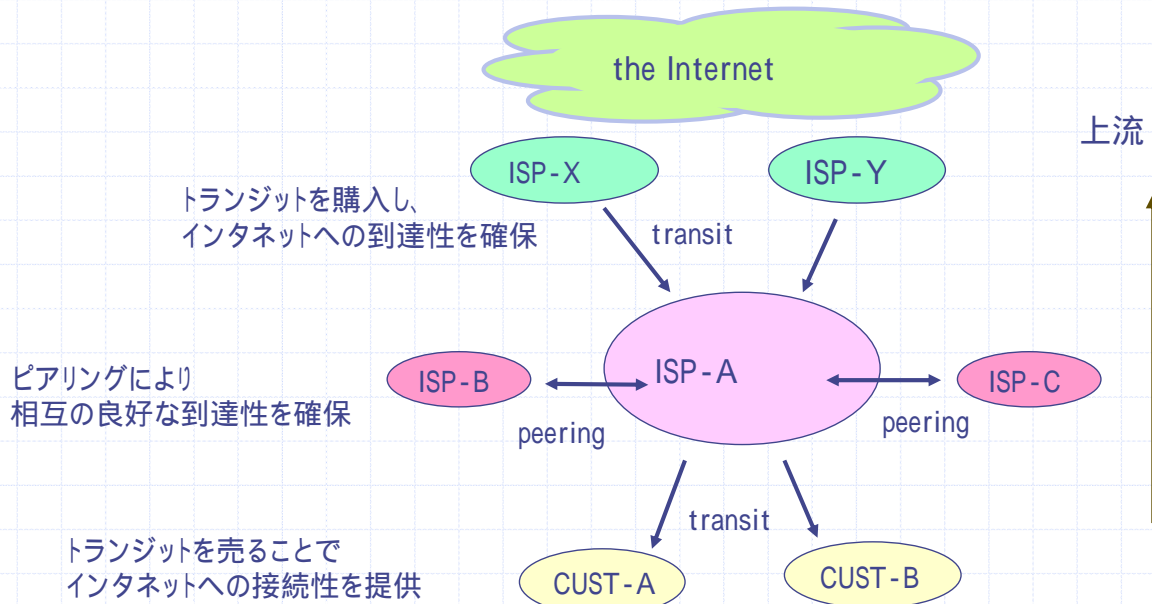
## オーバーレイのネットワーク



# Tierの構造

## ▶ インターネットの階層構造

あるISPの視点から見たインターネット



Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation, All rights reserved

24

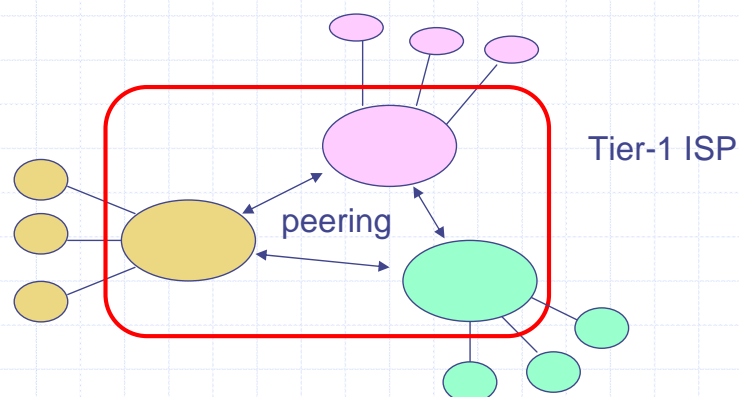
# Tierの構造

## ▶ ISP-X、ISP-Yのさらに上は？

- 最上位の構造はどうなっているの？

## ▶ Tier-1 ISP が最上位層を構成

- Tier-1 ISP のピアリングだけで接続性を確保
- インターネットの全経路  
= (Tier-1 ISPが配下にもつ経路)



Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation, All rights reserved

25

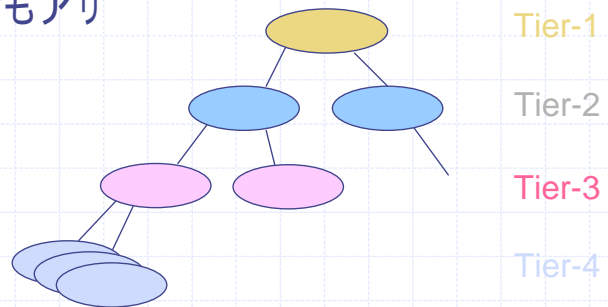
# Tierの構造

## ▶ Tierは階層構造を表現している

- Tier-1 ISPの下はTier-2 ISP
- Tier-2 ISPの下はTier-3 ISP
- etc
- Tier-N ISP同士はpeeringすることも多い

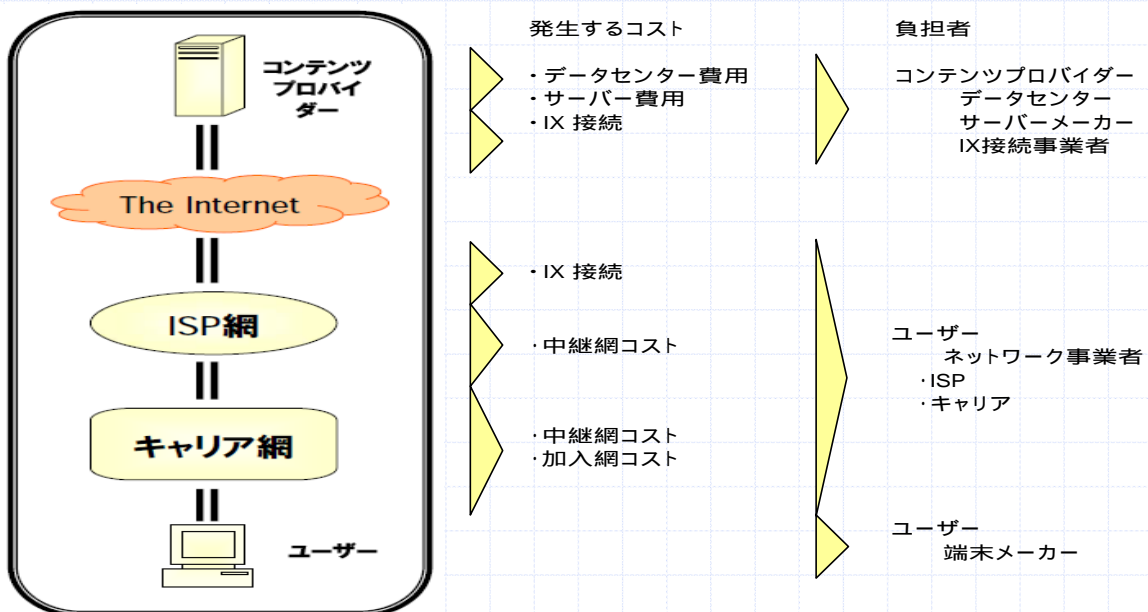
## ▶ 実際のTier構造ははるかに複雑

- きれいな「木構造」にはなりえない ...
  - 複数のTierからトランジット購入するケース
  - Tier-1とTier-2のpeerもアリ



# 各プレイヤーが負担するコスト

## インターネットにおける業者間の取引構造



出処: P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書「ネットワークの中立性に関する懇談会」  
(株)USEN提供資料を基に編集

# トラフィック総量増大によるISP事業者への影響

## トラフィック総量増大が与える通信事業者への影響

### ブロードバンドサービスの利用環境整備

- 光インフラの整備の進展
  - 日本のブロードバンド契約者数 25,755,080 (2006年12月末)
  - FTTHの契約者数 7,940,384 (2006年12月末)

### インターネット経由の動画視聴者の増大

- YouTubeの国内利用者の急増
  - 日米国際回線トラフィックの1/6はYouTube
- 映画や放送番組のインターネット配信
  - GyaOのサービス開始(2005年4月)
  - 第2日本テレビの開始(2005年10月)

### 転送ファイルの大容量化

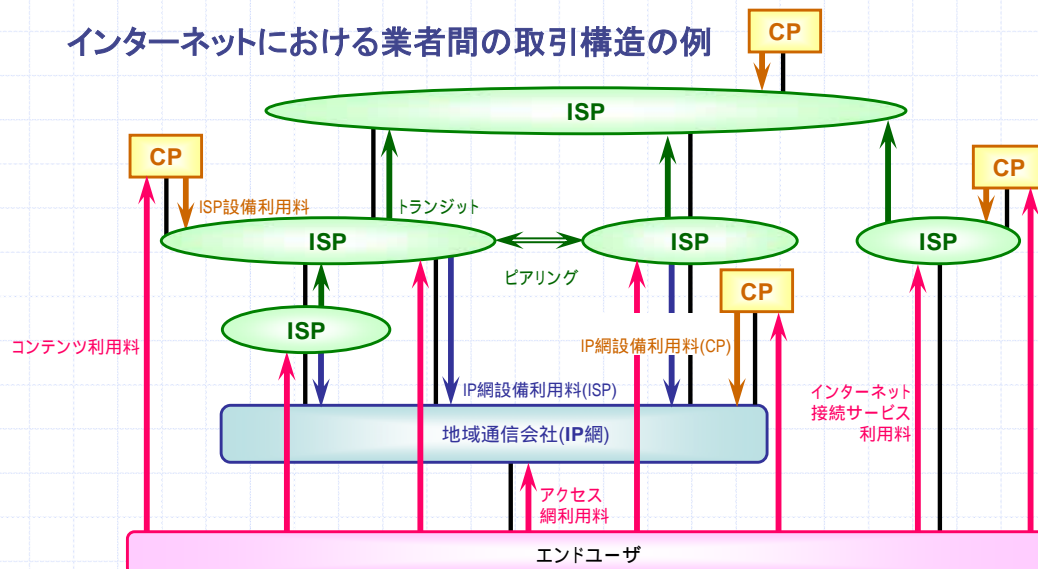
- ファイル共有は音楽から動画に拡大
- 大容量ファイル転送に適したプロトコルの登場。
  - 米CableLabs : ケーブルモデムのアップストリームデータの55%はBitTorrent
  - 英CacheLogic社 (Webトラフィック分析会社) : インターネットトラフィック全体の35%がBitTorrentのトラフィックと発表。また、P2Pのトラフィックはインターネット全体の60%

「コスト負担の在り方が利用者間で不公平」  
 「本来の適正な設備投資規模が保たれていない」  
 「設備投資負担の増大に見合うだけの収益を上げることができない」  
 「ピアリング/トランジットの事業者間取引が現状に不適合」

出処: P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書

# ネットワークコストの負担構造モデル

## インターネットにおける業者間の取引構造の例



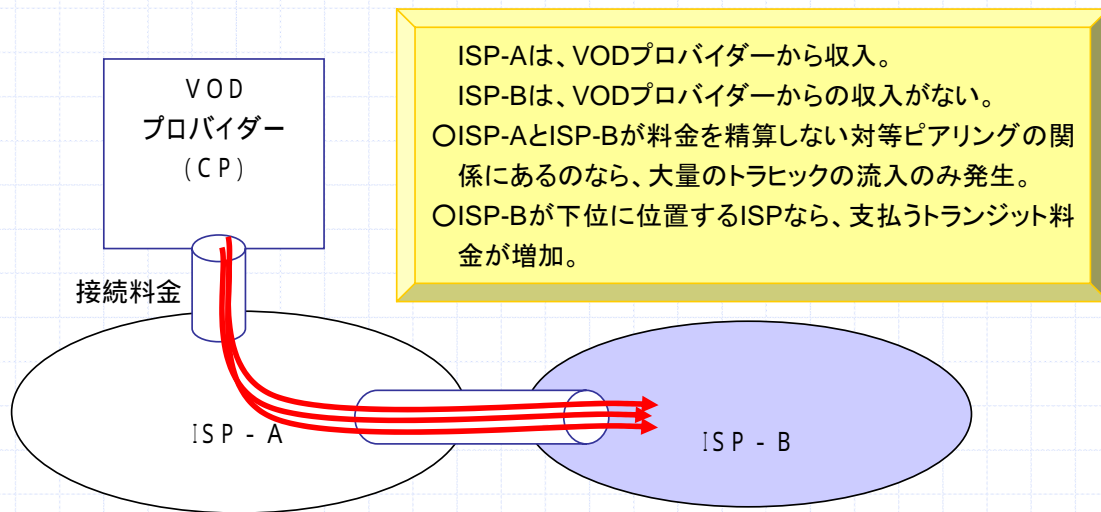
CP ISP	トラフィック等に基づき、CPがISPに対して、ISP設備利用料を支払う
ISP ISP:ピアリング	ネットワークコストの支払いは双方なし(相殺) 接続用回線の費用は両者折半
ISP ISP:トランジット	トラフィックに基づいて、トランジット購入者(下位ISP)がトランジット提供者(上位ISP)に対して支払う POP(アクセスポイント)までの回線は、トランジット購入者(下位ISP)が自前で用意
ISP 地域通信会社(IP網)	ISPが地域通信会社に対して、IP網設備利用料(ISP)を支払う

CP 地域通信会社(IP網)	CPが地域通信会社に対して、IP網設備利用料(CP)を支払う
エンドユーザ CP	エンドユーザがCPに対して、コンテンツ利用料の中で支払う
エンドユーザ ISP	エンドユーザが契約先ISPに対して、インターネット接続サービス利用料を支払う
エンドユーザ 地域通信会社(IP網)	エンドユーザが地域通信会社に対して、アクセス網利用料を支払う

出処: P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書「ネットワークの中立性に関する懇談会」日本電信電話(株)提供資料を基に編集

# ネットワークコストの負担構造モデル

## ISP間でのトラフィックコスト負担の現状

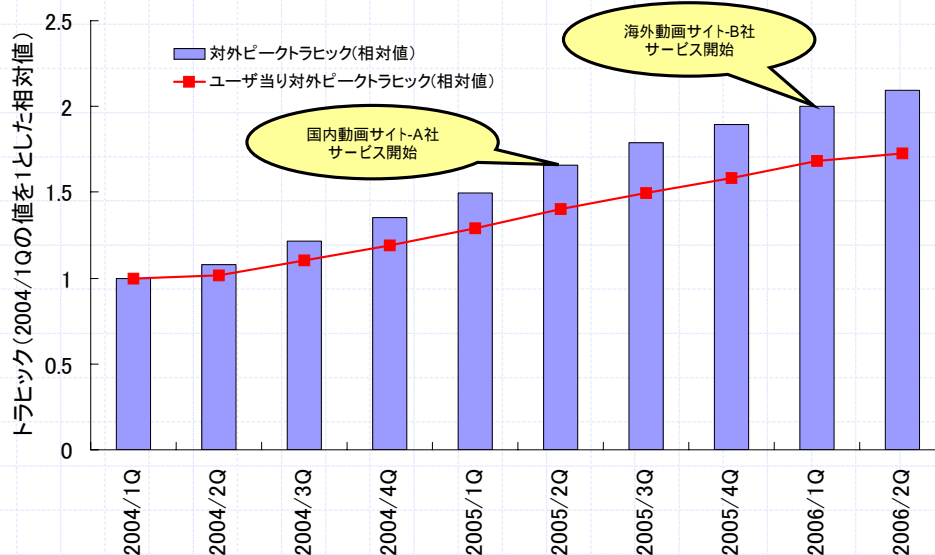


出処: P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書  
NTTコミュニケーションズ(株)提供資料を基に編集

## 大手ISPのトラフィックとネットワークコストの推移例

- ユーザ当たりのトラフィックの伸びは約30%/年だが、ユーザー人当たりのネットワークコストはほぼ一定であり、単位帯域当たりのネットワークコストがトラフィックの伸びを相殺する形で低下している

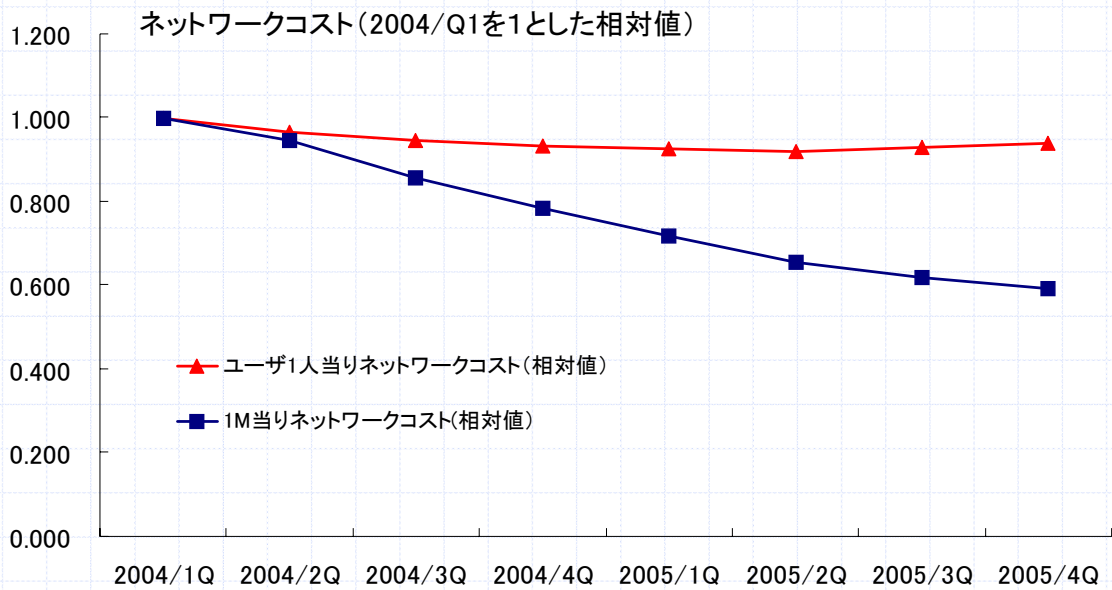
### 大手ISPのトラフィックとネットワークコストの推移例



出処: P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書  
ソフトバンクBB(株)提供資料



# 大手ISPのトラフィックとネットワークコストの推移例

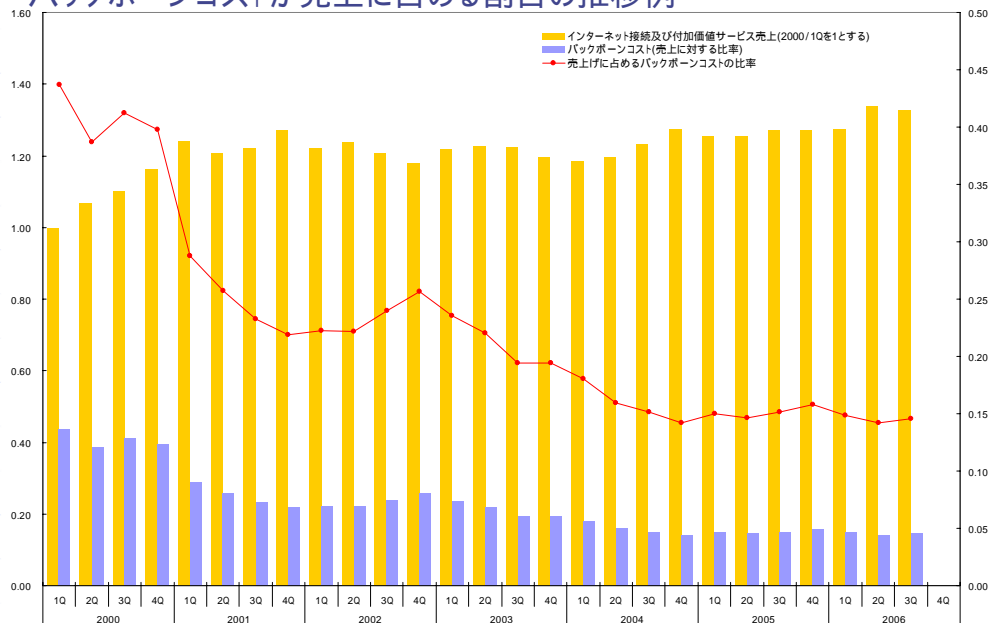


出処: P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書ソフトバンクBB(株)提供資料

# 大手ISPのトラフィックとネットワークコストの推移例

- インターネット接続とメール等の付加サービスの売り上げに対するバックボーンコストの比率が低下傾向にある

## バックボーンコストが売上に占める割合の推移例

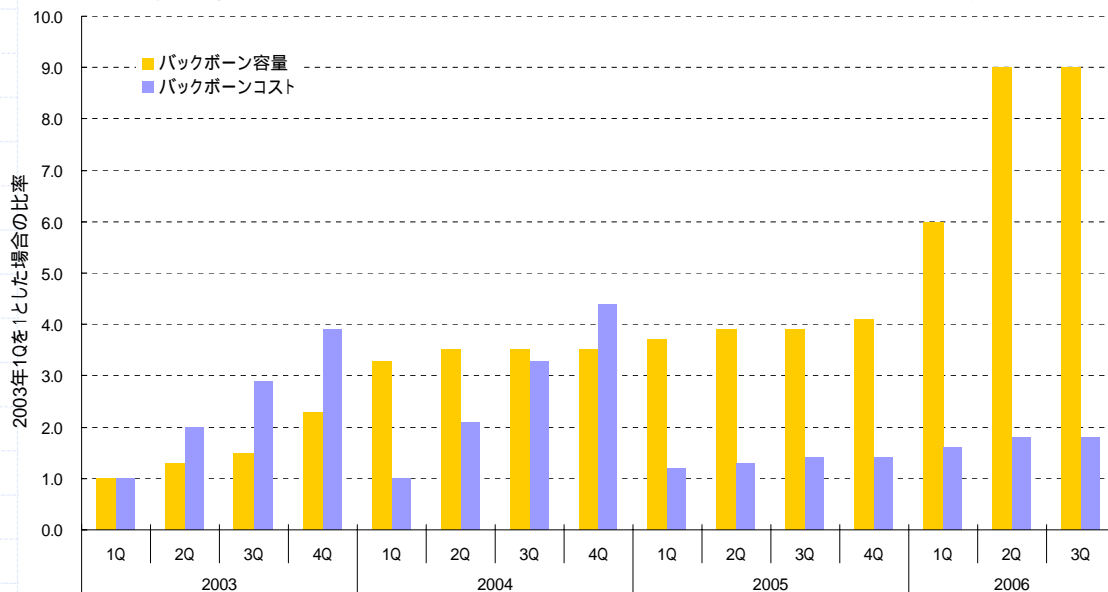


出処: P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書(株)インターネットイニシアティブ決算資料より作成

# 大手ISPのトラフィックとネットワークコストの推移例

■ バックボーンコストのわずかな上昇に対し、バックボーン容量は急拡大

iDC事業者のバックボーン容量とバックボーンコストの比率の推移例



注)

・さくらインターネット(株)における、2003年1Qを基準とした場合の比率の推移

・バックボーンコストにはルータなどのネットワーク機器コストは含まれない。

出処: P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書 さくらインターネット(株) 株式会社提供資料より作成

Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation, All rights reserved

34

## 地域ISPにおけるトランジットコスト(1)

一方、北陸のあるISPでは、トランジット増設にかかるコストは、①冗長構成をとった東京までの長距離回線、②トランジット調達、③iDC利用料、④機器設備コストの順と言う。このISPでは、AS番号を取得していなかったためバックボーンの変更が困難であったが、AS番号を取得することでバックボーンを選択を可能にした。また、トランジット用の長距離回線の価格は高止まりの状態ではあるが、トランジット料金の低廉化が進む東京でのトランジット調達に切り替えて、単位帯域当たりのコストを低減している。(図表 73)

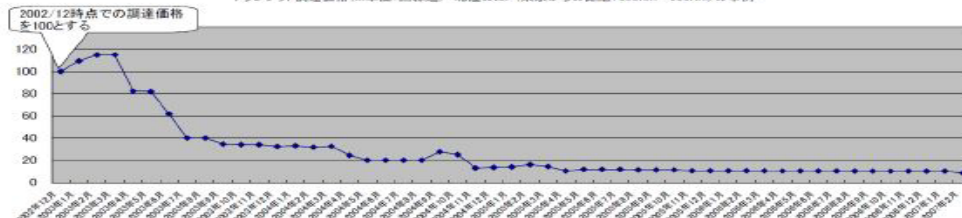
図表 73 地域ISPの状況の例  
(北陸のあるISP)

トランジット増設では、以下の順でコストがかかる。

- ・ 東京までの長距離回線コスト(冗長化が必要)
- ・ トランジット調達コスト
- ・ iDCコスト
- ・ 機器設備投資コスト

- ・ 東京まで長距離回線を調達する場合には、選択がかなり狭まり、調達コストがかかる。
- ・ AS取得及び東京でのトランジット調達によりバックボーン部分の選択が広がり価格低減は可能になった。
- ・ 長距離回線の価格は高止まりの状態。
- ・ 現時点では、トランジット価格の1.5倍が長距離回線のコストであり、東京のISPとはトランジット調達で2.5倍がある。
- ・ 機器の設備投資は発生しているものの、長距離回線及びトランジットコストに比すれば少ない。

トランジット調達価格 (M単価: 回線込) 北陸のISP (東京からの距離: 600Km~300Km) の事例



出処: P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書

Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation, All rights reserved

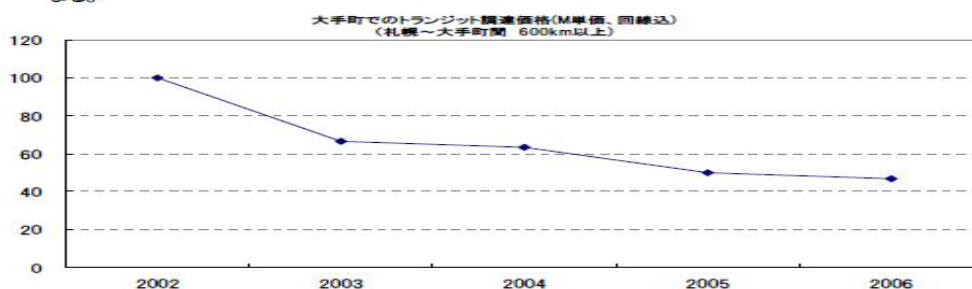
35

# 地域ISPにおけるトランジットコスト(2)

また、通信キャリアでもあるISPの北海道総合通信網社では、東京でのトランジット調達や、東京までの回線の多目的使用によって、コストの平準化を図っている。2002年～2006年で、長距離回線の料金は横ばいではあるが、東京でのトランジット料金の低下により単位帯域当たりのコストは低下している。札幌でのトランジット調達は、東京での場合と比べ約4倍程度と推測できる。(図表74) 同社の場合、通信キャリアであるため、トランジットのアクセスポイントまでの回線を自前で調達できる強みがある。

図表 74 地方のキャリア ISP の例  
(北海道札幌市 北海道総合通信網)

- 2002～2006年の4年で、トランジット料金は回線込みで約1/2程度になっている
  - 札幌～東京までの回線料金は横ばい
  - 競争のある大手町ではトランジット料金はほぼ半減 (大手町でのピアリングは、4年間でほぼ横ばい)
  - ⇒ トータルで調達コストは低下。  
(競争の少ない札幌でのトランジット調達価格はほぼ横ばい。大手町と札幌では約4倍程度と推測。)
- 東京までの回線を多目的で使用することで、コストの平準化を図っている。
- 大手町のトランジット料金が下がっても冗長構成等から、札幌～東京間の他の回線の増速が必要となる。



出処: 北海道総合通信網(株) 提供情報より作成  
出処: P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書

Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation, All rights reserved

36

## 地域格差の解消

このように、地方を拠点とする ISP の間には、規模の大小や資本関係の違いがある。また、地域の置かれている自然環境や通信キャリアのネットワーク構成など、様々な影響も受けている。ただ、地域 ISP に共通しているのは、地元根差した事業活動であり、全国で事業展開する大手 ISP との最大の違いである。

事業モデルが経済合理的であるよう、変化の激しい市場への適合を進めていけば、結果として、従来の事業モデルが変化を迫られることは、一面やむを得ない。しかし、全ての ISP が東京一極でのトランジット調達に切り替わっていくことは、この国のネットワーク構造として健全なのか、品質面でどうなのかという点は未解決である。そもそも、社会経済的にみて、地方のブロードバンド化を、現在の延長線上に自ずと進展していくものとみてよいのか疑問が残る。ブロードバンドサービスを利用できない地域の解消を目標にして取り組む以上、政策としては、地方の通信インフラの光化やそこでのブロードバンドサービスの普及に対する具体的対策が必要であろう。市場メカニズムとできるだけ矛盾しない形で対策を具体化していくべきである。

出処: P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書

Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation, All rights reserved

37

# 事業者間コスト負担問題の整理

1. トラフィック増大により、ネットワークコストは上昇している。
2. 帯域当たりの回線コストの低廉化も進んでいる。
  - 大手ISP等のバックボーンコストはトラフィックの増加のように上昇しておらず、トラフィック増大 = 設備投資コスト増大の図式は必ずしも成立していない。
3. 大量のアクセスがあるASPやCP等と直接接続しているISPには、トラフィック増大見合いの対価が支払われるので、設備投資に対するインセンティブが働く。
4. 直接接続していないISPは、トラフィック増大により自身の設備投資負担が増大している。
  - 上位ISPとの間のトランジットのトラフィックも増加し、従量制が基本であるトランジット料金の支払いも増大している。

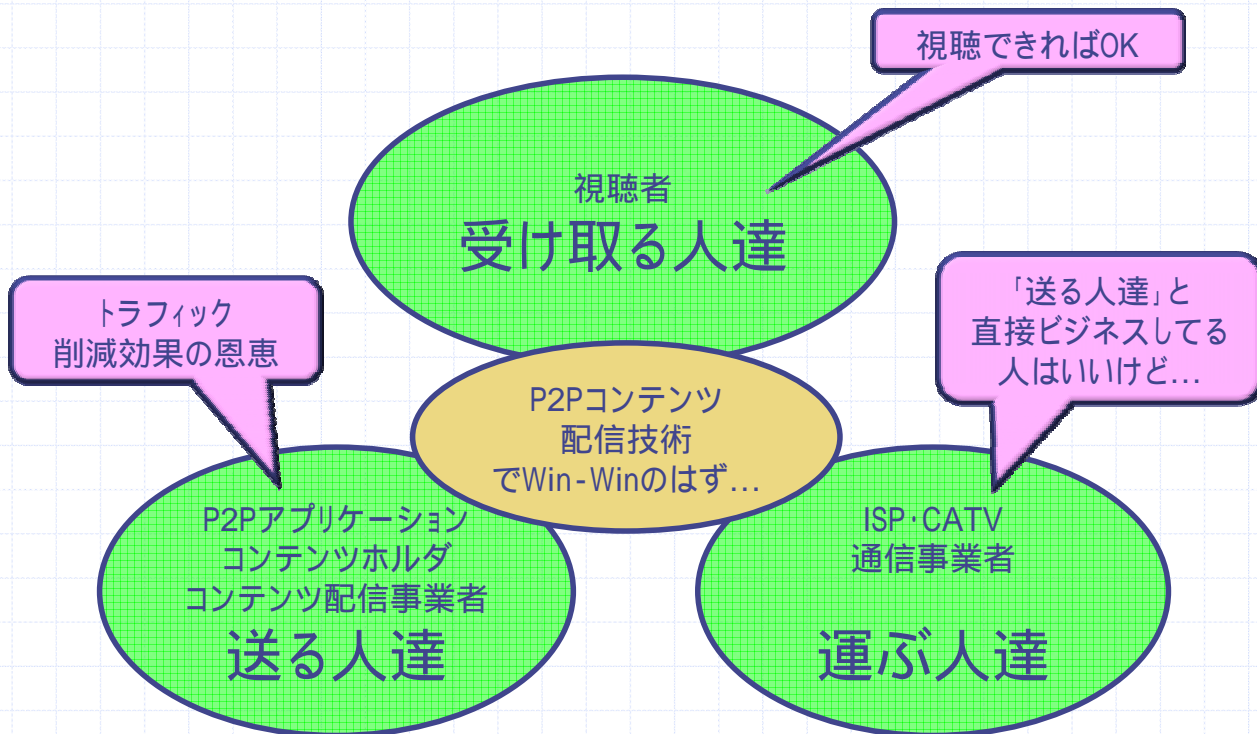
出処：P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書

Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation, All rights reserved

38

**P2Pコンテンツ配信の課題**  
～P2Pネットワーク実験協議会の目標～

# 誰にとっての効果か？(再掲)



## P2P技術によるトラフィック量の増加

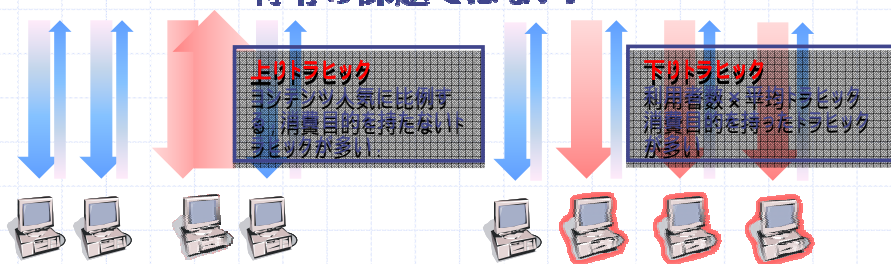
### ▶ 上りトラフィックの増加

- コンテンツ保持者による供給
- コンテンツ人気に比例する
- 一般利用者が容易に超人気コンテンツの供給源になり得ることから問題化
- 消費目的を持たないトラフィックが多い

### ▶ 下りトラフィックの増加

- コンテンツ取得により発生
- 利用者数×コンテンツサイズに比例する
- ひとりあたりのDLするコンテンツサイズの増加により問題化
- 消費目的を持ったトラフィックが多い

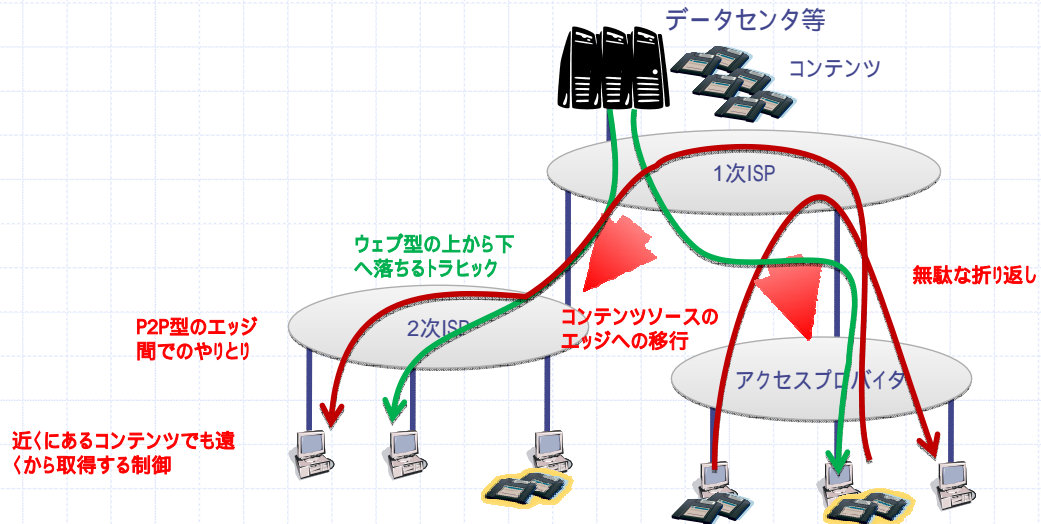
P2P技術はこれらの傾向を助長はするが、  
特有の課題ではない。



# P2Pトラフィックによるトラフィック構造の変化(1)

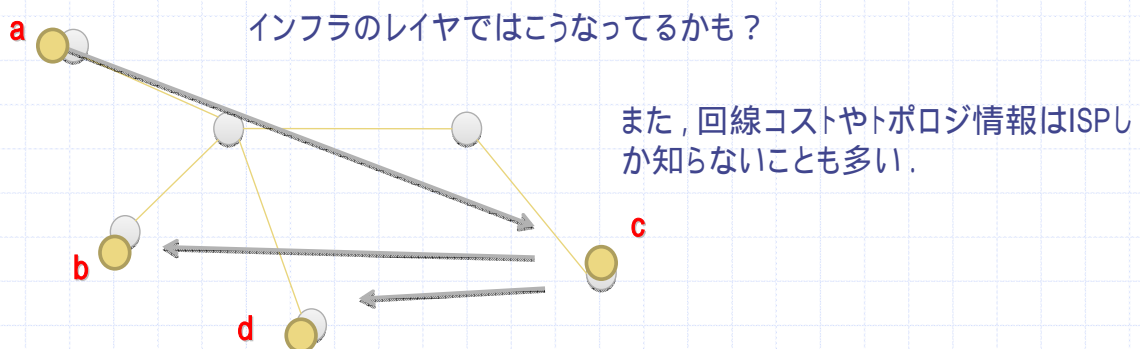
## ▶ P2P技術によるトラフィックの空間的变化

- トラフィックマトリクスの変化(エッジ側への移行)
  - トラフィックソースがエッジ側に偏る傾向.
- P2P論理ネットワークでの中継や、ダウンロード先選択等の制御は物理網を考慮しない.
  - 設備効率の悪化



# P2Pトラフィックによるトラフィック構造の変化(2)

## ▶ P2Pトラフィックのインフラ利用形態の非効率性



## P2Pトラヒックとインフラとを巡る課題

- ▶ 量の問題はP2Pとは独立に解決すべき問題
- ▶ 構造的問題は解決可能な問題を多く含む
  - 誰が見ても非効率な隣接・経路選択
    - 比較的研究が進んでいる領域
  - インフラ側の意志を反映した隣接・経路選択
    - ISPとP2Pとの協力が必要

現在P2Pネットワーク実験協議会で議論・実験中

## P2Pは近くのピアからコンテンツを取得できる

- ▶ 従来型のCDNも有効ではある
  - どこにでもキャッシュ(中継機)が設置されているわけではない
    - CDN事業者のコスト問題、「送る人達」から見た効率問題
  - ファイル共有型P2P = ユーザのPCリソースを利用する究極?のCDN
- ▶ 多くの商用P2Pソフトウェアは「近くのピアを選択する機能」は実装済
  - スループットや通信遅延に応じて、データ要求・送信先を選択
    - 視聴者 = 「受け取る人達」がうれしい
    - 既に効果は実証されている
  - 相手の所属ネットワーク情報を元に、データ要求・送信先を選択
    - ISP・CATV・通信事業者 = 「運ぶ人達」がうれしい
    - 実装済みの商用P2Pソフトウェアもあるが...
    - BTW、効果が実証されているとは言い難い
  - まずは実証実験を通して現状分析

## P2Pとインフラを巡る海外での動き

### ▶ 海外でもP2Pトラフィックが問題になりつつある。

- Bittorrentトラフィックとネットワーク中立性
- BBCの放送再配信トラフィック

## P2Pとインフラを巡る海外での各種動き

- ▶ P4P: Proactive network provider participation for P2P / Provider portal for P2P
  - 後述。
- ▶ P2P-Next: P2P-Next Consortium
  - 2008/2にEUが1400万ユーロの助成。
  - 助成はインターネットTVにおけるP2Pの活用に、オープンソース・オープンスタンダードでのP2Pプラットフォームの推進。
  - BBCと大学が中心。インフラ企業の名前は現状なし。
- ▶ IETF p2pi (P2P Infrastructure) の始動(BOF)
  - ALTO(Application-Layer Traffic Optimization)
  - TANA(Techniques for Advanced Networking Applications)
- ▶ IETF PCN WG (pre-congestion notification)
  - 長大フロー低優先化の試み(British Telecom等)。



## P4Pの概要

- ▶ DCIA内のP4P WGにて議論されている, ISP情報を用いたP2Pトラフィック制御の枠組み.
  - Proactive network provider participation for P2P
  - Provider portal for P2P
- ▶ DCIA
  - Distributed Computing Industry Association
  - コンシューマベースの配信システムの商用展開を目指す.
  - もともとは Kazaa の Sharman Networks が2003年に設立.
  - ワーキングは以下
    - P4P WG
    - P2P Digital Watermark WG
    - Consumer Disclosures WG
    - P2P PATROL WG
    - P2P Revenue Engine WG
    - P2P Music Models WG
  - 2004年18社 現在では100社
    - P4P WG は2007年6月発足. Verizon, Pando, Yale Univ. を中心として活動. その他, Telefonica, AT&T 等の名も.

## P4Pウェブサイトでの情報

- ▶ P4Pのミッション
  - コンテンツ配信の促進およびISPリソースを最大限に活用するための方法論を探求する.
- ▶ P4Pの目的
  - ISPに対して, P2Pトラフィックのサービスレベルを向上しつつトラフィックを管理する権限を与える.
  - P2P配信事業者に対して, ISPの帯域を有効活用しつつコンテンツ配信を促進できる権限を与える.
  - P4Pの研究者にサポートを行う.
  - ISPやP2P配信事業者が共同で取り組める手法に取り組みつつ, 知財にも気を配る.
  - P4P普及のための事例を収集する.

## P4P , p2pi , P2P-Next とそれぞれの狙い

### ▶ p2pi関連 BOF@IETF72 は次の2件

- ALTO(Application-Layer Traffic Optimization)
  - ほぼP4Pと同じ方針(メンバも重複)であるが, アルゴリズムは検討対象外とし, ISP提供のOracleサーバの仕様策定に注力か. 方針はまだ揺れている.
- TANA(Techniques for Advanced Networking Applications)
  - ベストエフォートとは別のP2P(等)用の非優先クラスを設けるという方向性.

### ▶ p2p-next

- BBC・EU 等が後援. 成果はオープンソースで提供予定.
- アプリレイヤで効率を上げれば下位もついてくるという発想?
- tit-for-tatのBitTorrentに対し, give-to-getを提案.
- Pioneer から STB発表. Tribler (大学発のBT互換ソフト)ベース.

### ▶ Vint Cerf

- Transmission rate capを提案. 現在の主流は Volume cap.

## P4Pの(P2Pネットワーク実験協議会から見た)課題

### ▶ インフラとアプリの協力という基本的な方向性は同じ.

### ▶ 効率化目標が個々のISP内トラヒックとなっており, バックボーントラヒックの効率化は困難.

- ISP毎にiTracker(トポロジ情報サーバ)を提供
- 合成方法はいまのところスコープ外

### ▶ Bittorrentへの過適応

- 海外での普及率が高いが, 国内ではそれほどでもない.
- PureP2Pへの適用は将来の課題となっている.

### ▶ 国内ネットワーク構造への適用時のカスタマイズ

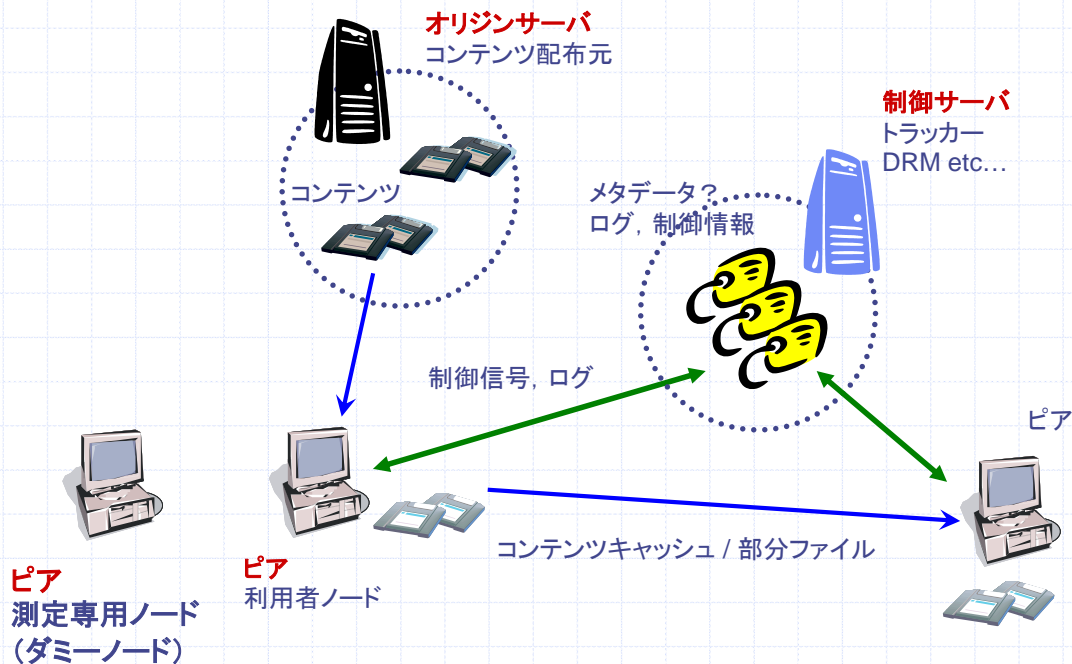
- 全国面ISP, アクセスISP, 地域ISP等の間での利益背反等.

## P2Pネットワーク実験協議会の方針

- ▶ P4PがISP内最適化を目指しているのに対し、ISP間バックボーンにおける最適化を目指したい。
- ▶ 特定方式に依存しない、ピュアP2P機構でも使える汎用的な方式を。
- ▶ ゆるやかな情報共有による制御を目指したい。
- ▶ とは言え、まずは制御の仕組みをできるだけ共通で作ることが急務。
- ▶ まずはスモールスタートとして、ASを見た制御、地域性を見た制御を可能とする仕組みを考える。

## P2Pの現状分析

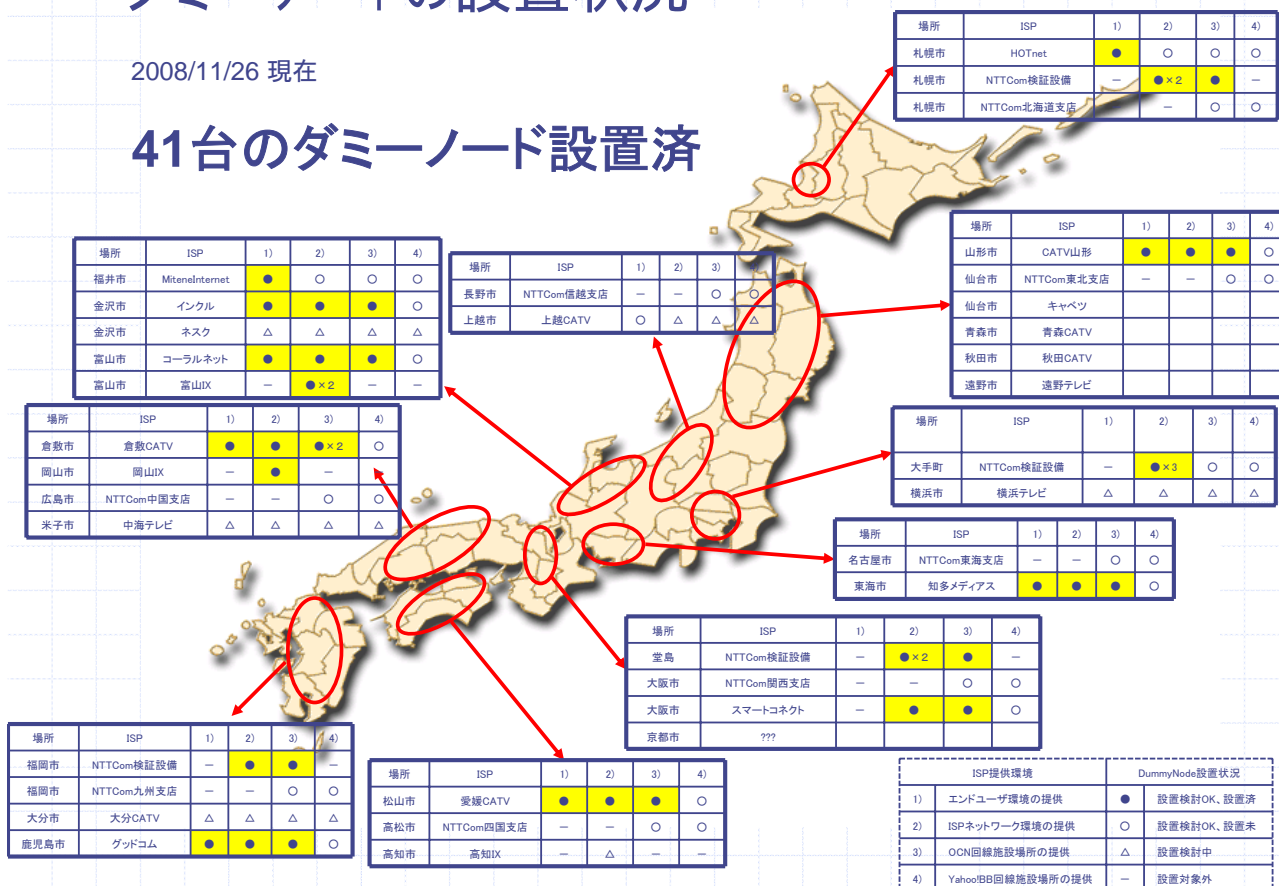
# P2Pネットワークの仕組み



# ダミーノードの設置状況

2008/11/26 現在

## 41台のダミーノード設置済



## 実証実験事例(1)

### ▶ 実証実験事例(実験開始順、P2P配信/コンテンツホルダ)

- 東京ネットムービーフェスティバル ダウンロード配信
  - BitTorrent(BitTorrentDNA)、J-Stream、NTTCom
  - 角川デジックス、角川クロスメディア
- アニメ映像 HD動画配信
  - ドリームポート(SkeedCast)
  - アニプレックス、GDH
- ストリート系ダンス映像 動画配信
  - ブラザー工業(D-Stream)
- 地域発コンテンツ コミュニティFM向けネットテレビ放送 ライブ配信
  - ビットメディア(ShareCast2)
  - エフエム世田谷
- CS放送 専門チャンネル 多人数型同時配信
  - TVバンク(BBブロードキャスト)
  - ベネッセコーポレーション

## 実証実験事例(2)

### ▶ 実証実験事例(実験開始順、P2P配信/コンテンツホルダ)

- アニメチャンネル・ダウンロード配信と一般ストリーミング同時配信
  - BitTorrent(BitTorrentDNA)、J-Stream
  - 角川デジックス
- iTunes/iPod向けポッドキャスト/H.264動画配信
  - グリッド・ソリューションズ(P2Pポッドキャストアクセラレータ)、KDDI研究所
  - イーネット・フロンティア
- ニュースサイトのP2P配信技術とCDNとのハイブリッドによる配信
  - BitTorrent(BitTorrentDNA)、J-Stream
  - 日経デジタルメディア
- 超高速インターネット衛星「きずな」/H-IIAロケット14号機打上げライブ・VOD配信
  - ウタゴエ(OceanGrid)、ドリームポート(SkeedCast)、J-Stream、NTTCom
  - JAXA
- 教育系コンテンツの地域限定配信
  - NEC
  - 東京書籍
  - ドリームポート(SkeedCast)
  - 京都府

# 2007年度～2008年度前半実証実験の現状

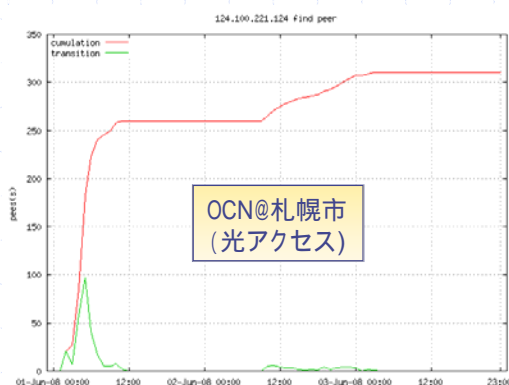
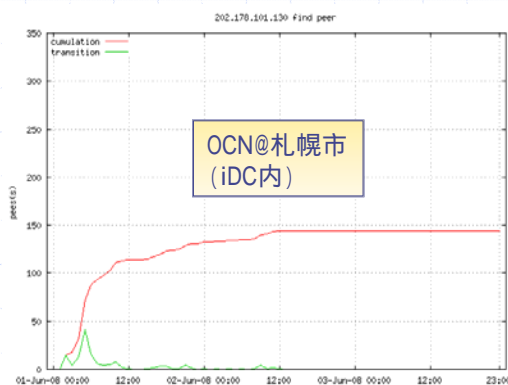
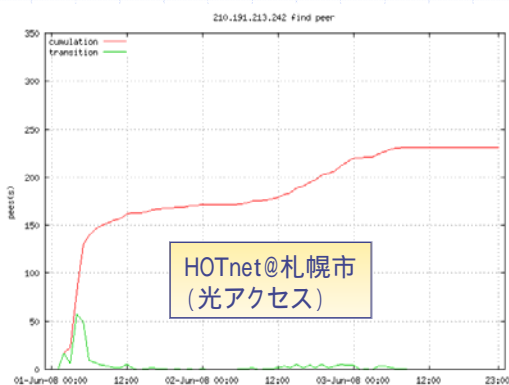
## ▶ ダミーノードにおける実ネットワークでのトラフィック測定

- ダミーノード数41台
- 接続先の地域分布の偏り測定
- 接続先のネットワーク分布の偏り測定

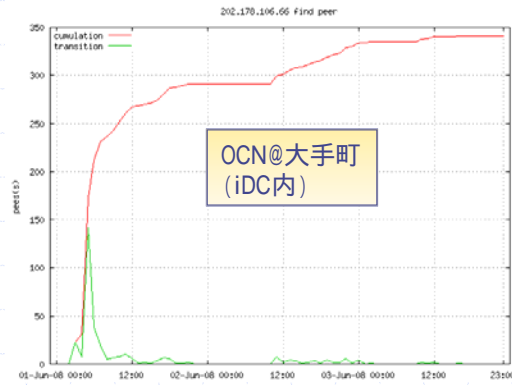
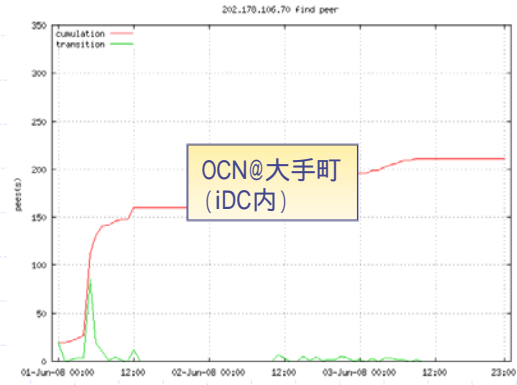
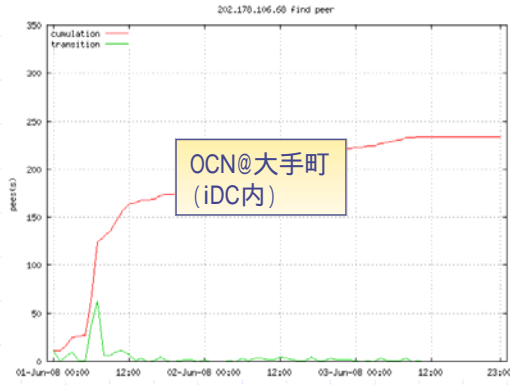
## ▶ 現在までの実証実験の結論

- 現状のP2Pシステムでは接続先の
  - 地域分布
  - ネットワーク分布の偏りが見られる。

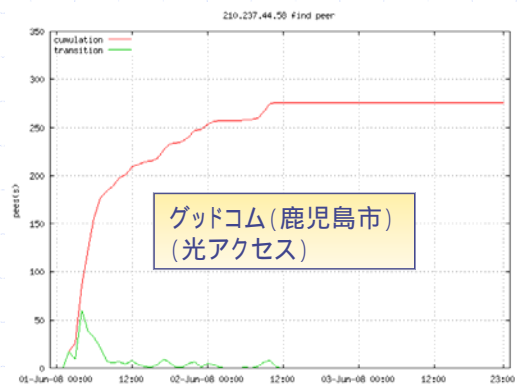
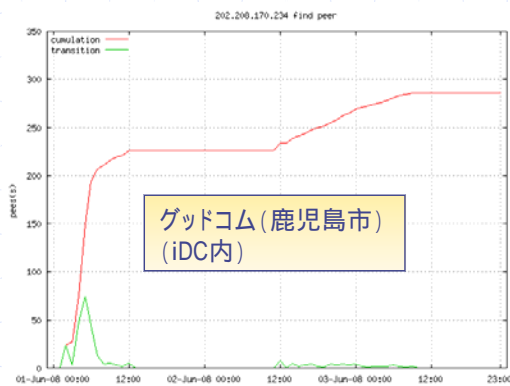
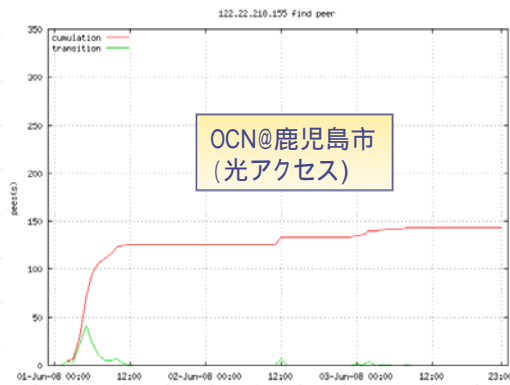
## 配信実験1でダミーノードが通信したPeer(ノード数)



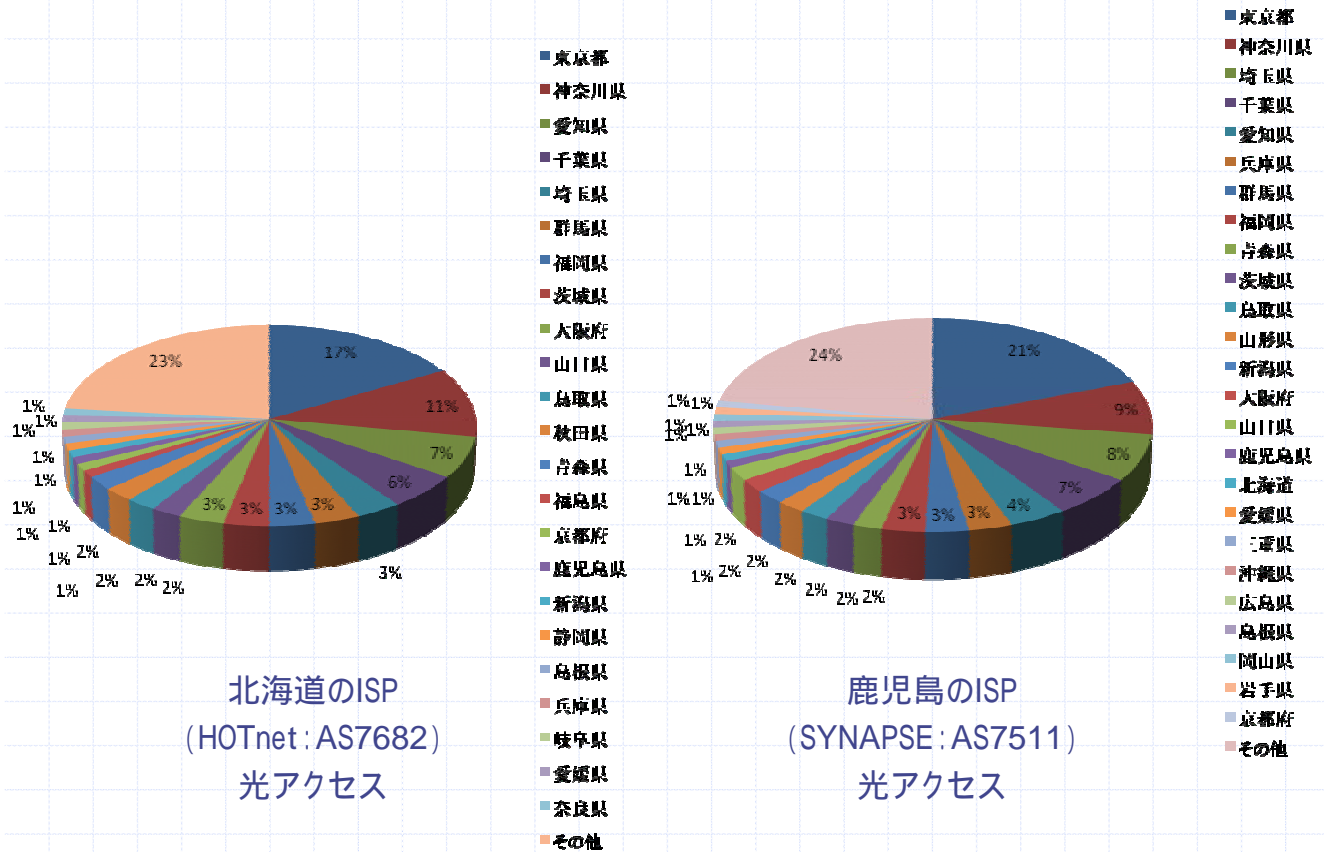
## 配信実験1でダミーノードが通信したPeer(ノード数)



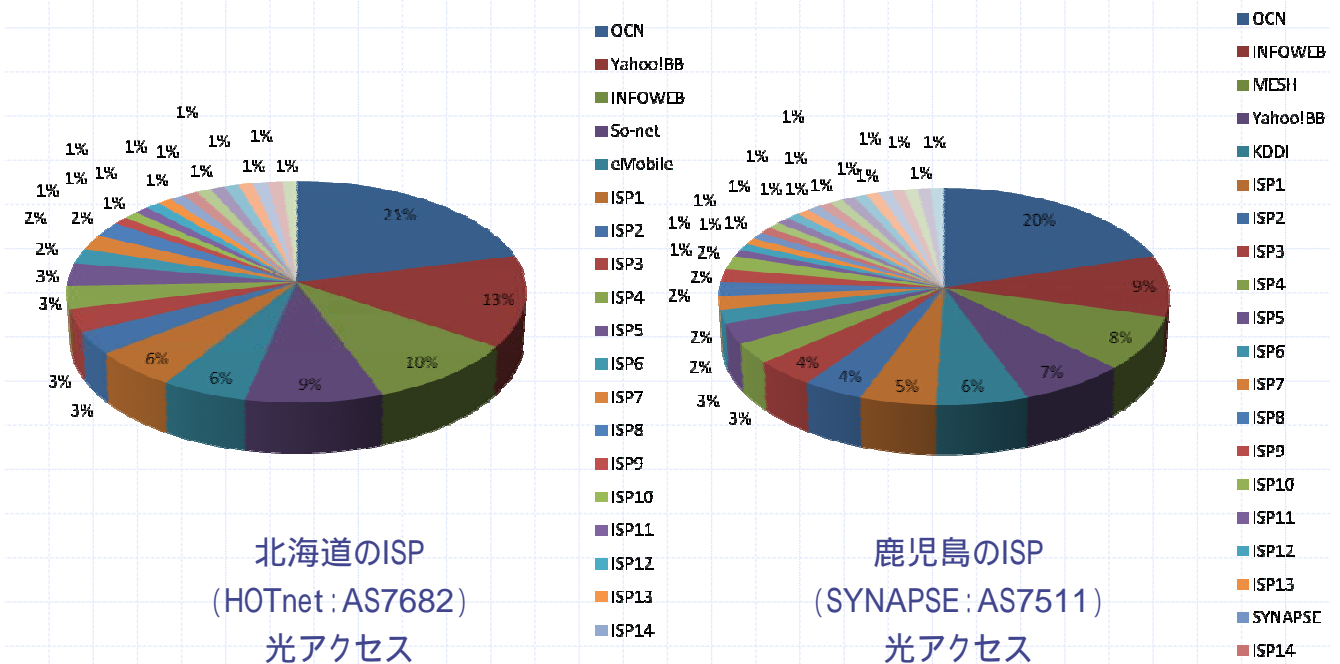
## 配信実験1でダミーノードが通信したPeer(ノード数)



## 配信実験1でダミーノードが発見したPeer (地域別)



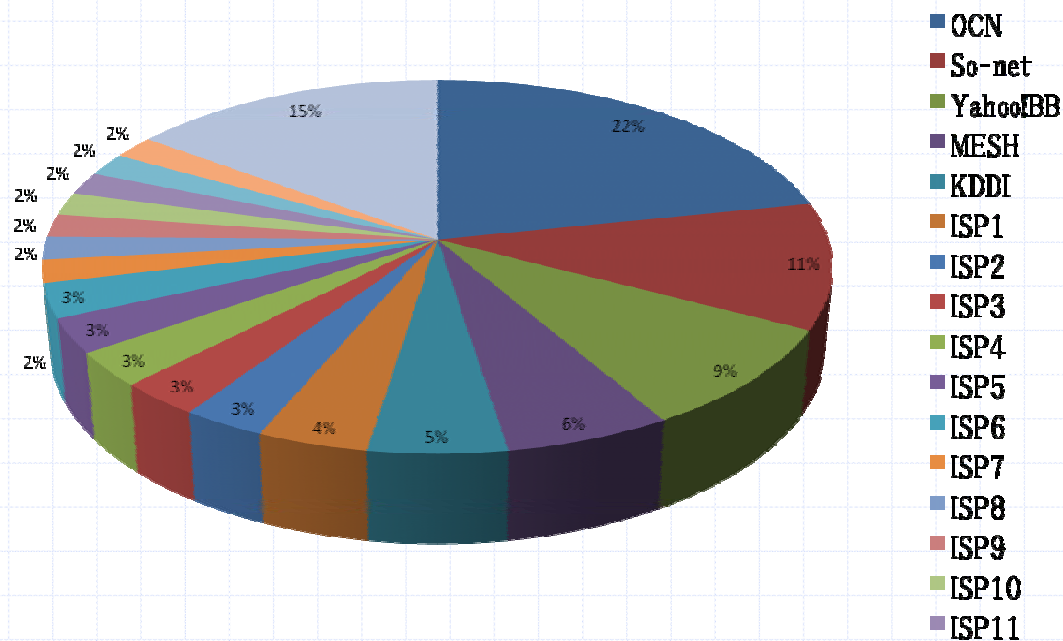
## 配信実験1でダミーノードが通信したPeer (AS別)





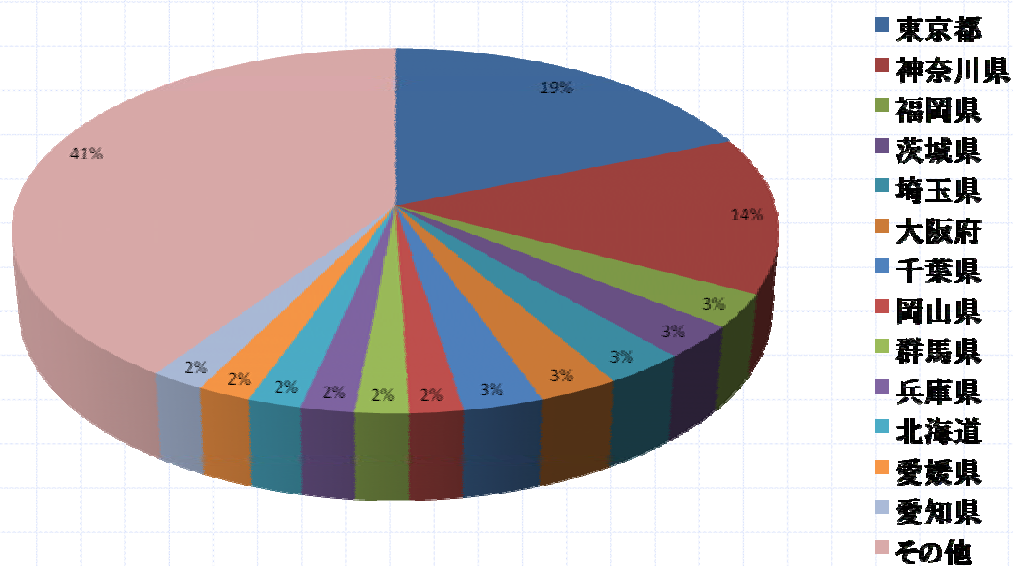
## 配信実験1でOCN@大手町のダミーノードが通信したPeer

### ▶AS別分布



## 配信実験1でOCN@大手町のダミーノードが通信したPeer

### ▶選択されたOCN内Peerの(OCN内の)地域別分布



## 現状のPeer選択に関する考察 (OCN)

### ■ OCNの東京のダミーノード

項目	配信実験 1	配信実験 2
OCNのPeerを選択する割合	22%	29%
OCNの中の同一地域のPeerを選択する割合	(上記の) 19%	(上記の) 23%
OCN&同一地域のPeerを選択する割合	約5%	約7%

### ■ P2Pファイル共有系トラフィックに対する対処法は？

- OCNの様な全国系ISPの場合
- まず、できる限りOCN(同一AS)内に閉じ込める
- 次に、IGPの情報を参照しつつ、各POP(同一地域)内に閉じ込める

## 現状のPeer選択に関する考察 (地域ISP)

地域ISPのノードが選択するPeerの場合は...

- 人口が多い都市部、全国系ISPのPeerを選択する確率がさらに高くなりそう
- 同一ISP & 同一地域のPeerを選択する割合は1%以下？
- ISP間(InterDomain)通信が全て無料Peerだったら別がいいけど...
  - 実際はTransitやPaid-Peerの費用が必要

P2Pコンテンツ配信を地域内で最も効果的に実施するために

- 北陸の例(私、福井県出身です...)
- 北陸 = 富山・石川・福井の地域ISPで連携
  - ISPの数も、同一コンテンツの同時視聴者数もマージすればかなりの数になるはず
- 地域IXの再登板
  - IX: Internet eXchange
  - 地域IX配下のAS内にまず閉じ込めることが先決
  - 地域IX間を安価なインフラで相互接続地域制を考慮
    - 地域情報ハイウェイや学術系ネットワークの活用

## 地域IXについての考察

### ▶ そもそもの役割

- 地域発 地域着のトラフィックは、東京/大阪回りではなく、その地域に閉じた方がいろんな意味で効率的だから、地域IXをがんばろう

### ▶ 現状

- 一部のアプリケーションや、地域内コンテンツの交換には一定の役割を果たしているものの...
- 地域発 地域着のトラフィック
  - その地域の人口が日本の10%と仮定  $0.1 \times 0.1 = 0.01$  1%にすぎない

### ▶ 今後

- P2P配信がこのまま増加すると...
- 東京等コンテンツホルダの集積地 全国のトラフィックのふるまいが変わる
  - 最初は、東京・大阪 地域
  - 時間経過とともに、地域 地域に「変身」する？

これって、地域IXの再登板？  
ブロードバンドコンテンツの地産地消の実現

今後の実証実験の予定

## 2008年後半の実証実験の方針

### ▶ 課題

P2Pトラフィックによって、ISP間のトランジットが増加することが懸念される

### ▶ 実施したいこと

P2Pトラフィックを何らかの形で制御して、NW利用の効率化を促す

### ▶ 2008年度後半実証実験の方針

ヒントサーバによってNW効率化を行う手段をP2P事業者に提供する

## NW効率化を行う手段(1)

### ▶ ピアのNW情報を基に最適な接続先決定を「支援する」システム ヒントサーバの提案

#### ▶ 実施したいこと

- なるべく同一ISP内のピア間を接続したい
- 同一ISP内のピアであれば、NW的(位置的)に近いピアを選択
- 異なるISPのピアであれば、よりNWに近いピアを選択したい。

#### ▶ NWの「距離」の測定方法

- 異なるISP間: ASによる重み付け
- 同一ISP内: 位置による重み付け  
GeoIPシステムを利用(IPアドレスの入力に対して、「AS」と「位置」を返す。  
\*重み付けアルゴリズムは現在詳細検討中。

## NW効率化を行う手段(2)

### ▶ ヒントサーバ

#### ■ 2つの役割

##### ● ピアのNW情報を返す

- イメージ例

入力:10.1.1.1(IPアドレス)

出力:{OCN[実際にはAS番号],東京[実際には地域番号]}

##### ● ピア選択を支援する重み付けを行う

- イメージ例

入力:{10.1.1.1,192.168.1.2,192.168.3.4,...}

(自端末IPアドレス、コンテンツを有する端末IPアドレスリスト)

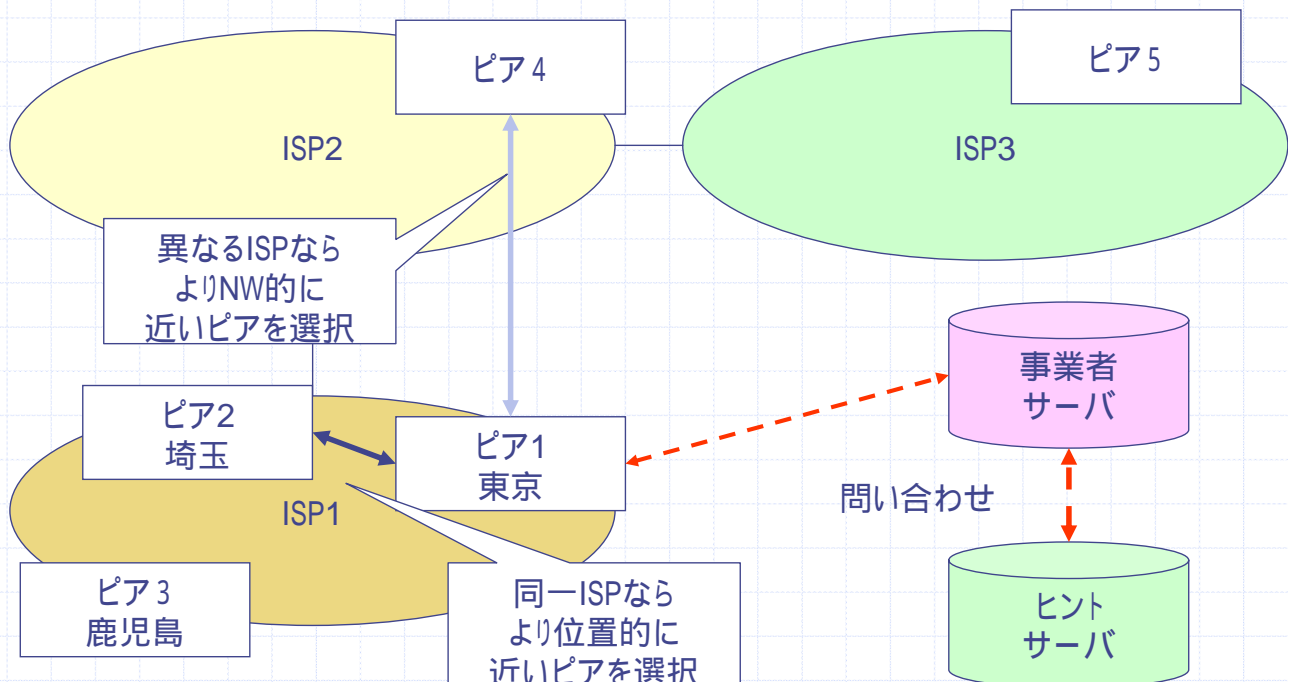
出力:{10.1.1.1,[192.168.1.2,重み2],[192.168.3.4,重み3]...}

##### ● 利用できる範囲

- オンデマンド
- ライブ

P2Pシステムであれば用途は選ばない。

## ヒントサーバ運用のイメージ



# 実験要項(アプリへの要求条件)詳細

## ▶ 必須情報

- 参加ピアのIPアドレス情報
  - リアルタイム
  - 定期更新
  - 実験によっては事前計算

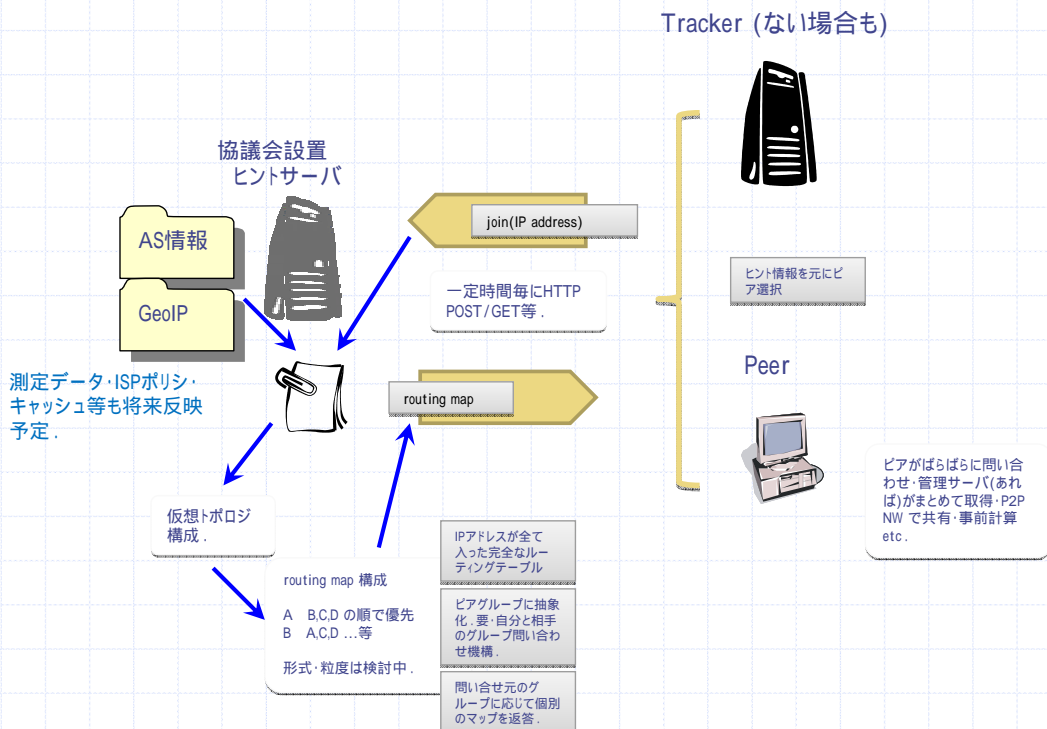
## ▶ ヒント情報反映機能

- ルーティングマップの反映
  - 各ピアのIP or 所属グループ毎にピア選択時の優先度を記述したマップを反映できるように.
  - マップ作成は当面ヒントサーバ側で静的or動的に実施予定.

## ▶ 統計情報

- 当該機能 ON/OFF時の比較検証を実施
  - ダミーノードを用いたサンプリング測定は必須.
  - 試聴数・転送成功率・転送量を取得可能であれば提供頂きたい.

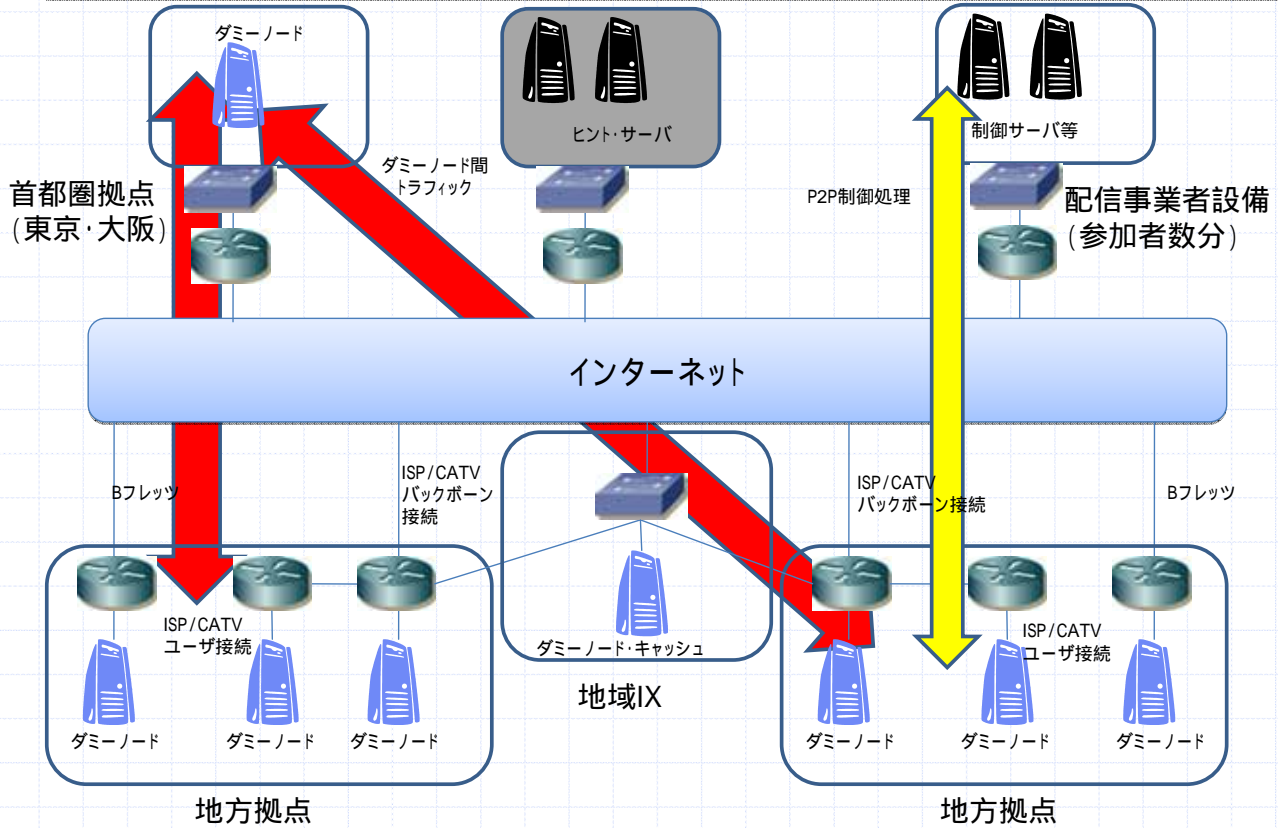
# 協議会実験アーキテクチャ



# 地域IXにおけるP2Pコンテンツ配信実証実験(1)

## STEP1

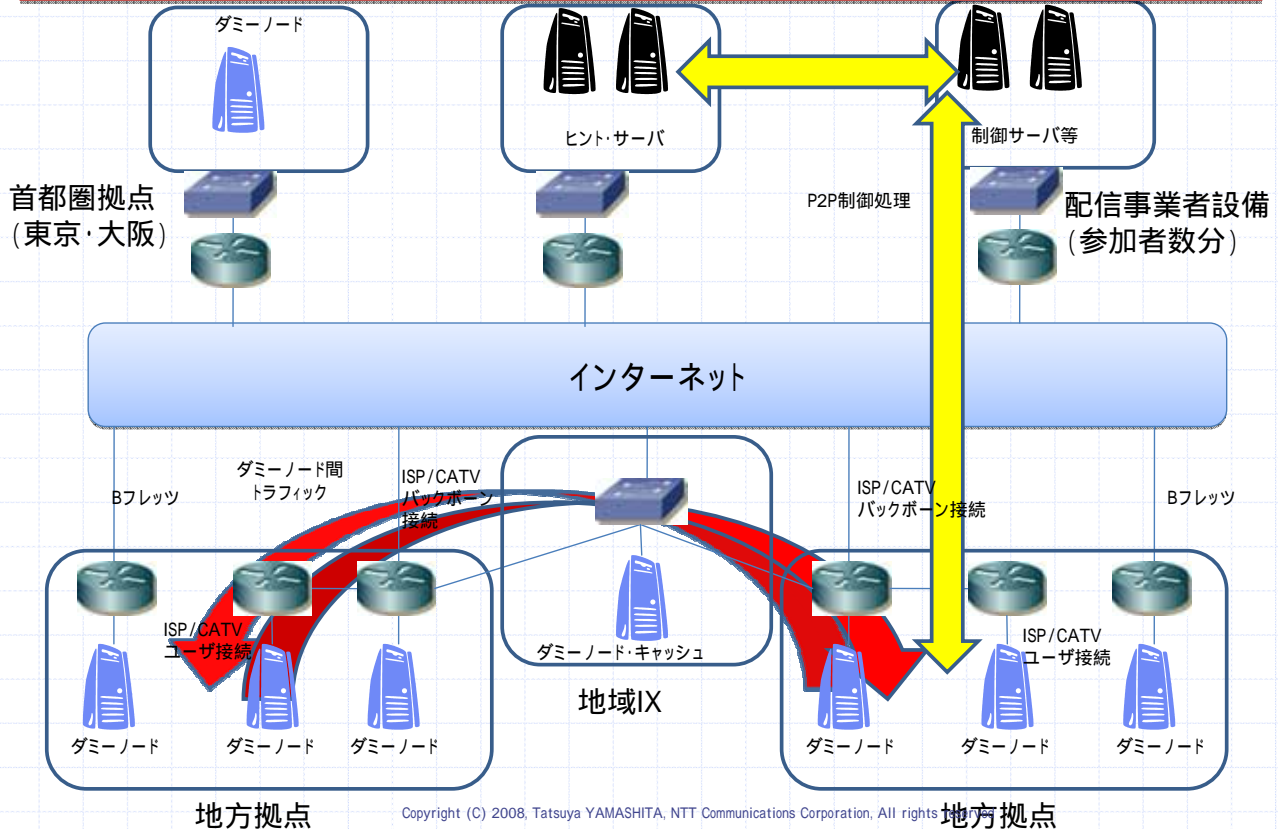
IX配下のISP間のP2P通信において、地方拠点のノードが首都圏拠点のノードと通信しているかダミーノード測定



# 地域IXにおけるP2Pコンテンツ配信実証実験(2)

## STEP2

IX配下で効率的な通信が行えるように、NW構成情報を持つヒント・サーバを設置し検証。



# 地域IXの実験で予定しているコンテンツ例

## P2P活用で利用促進が期待されるコンテンツ

### ■ ホーム & アウェイ中継

- From 大都市 To 地域
- ホームに元気なメディア (CATV等) があればホームの中継はある
- アウェイの中継はコスト的に厳しい場合がほとんど
- 現在、JFLの複数のチームと共同配信を計画中

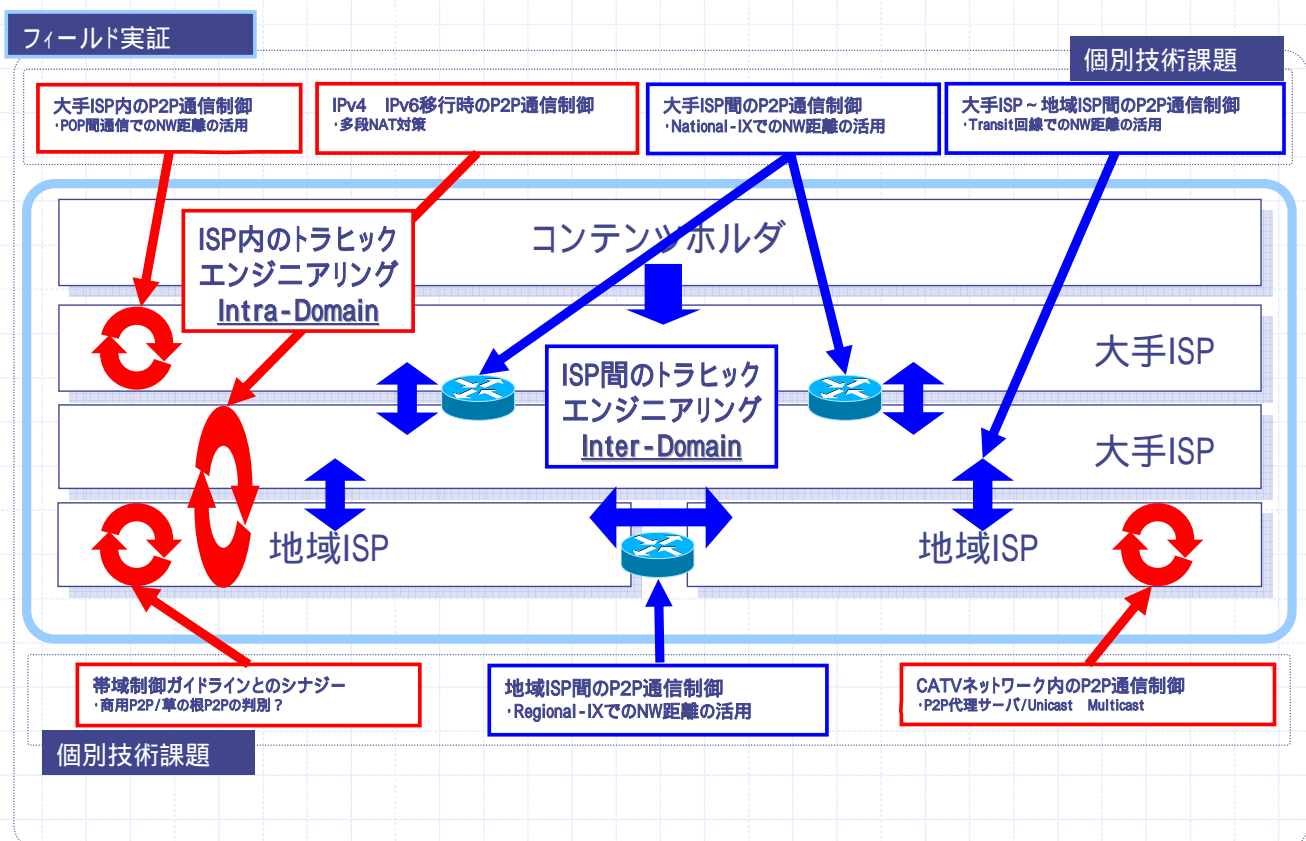
### ■ インターネット市民塾の授業コンテンツ(動画)の配信

- 同一地域内
- 富山インターネット市民塾
- これからは動画利用をますます加速させたい

### ■ 有事の際の防災情報等の配信

- From 大都市 To 地域
- 有事の際の一斉アクセス集中に有効
  - このためにも常時にP2Pソフトを利用してもらう

## P2Pネットワーク実証実験 俯瞰図





# 最後に...

インフラに優しいP2P, P2Pに優しいインフラを目指して...

