

P2Pネットワーク実験協議会

ネットワーク効率的利用実証研究WG



http://www.fmmc.or.jp/p2p_web/

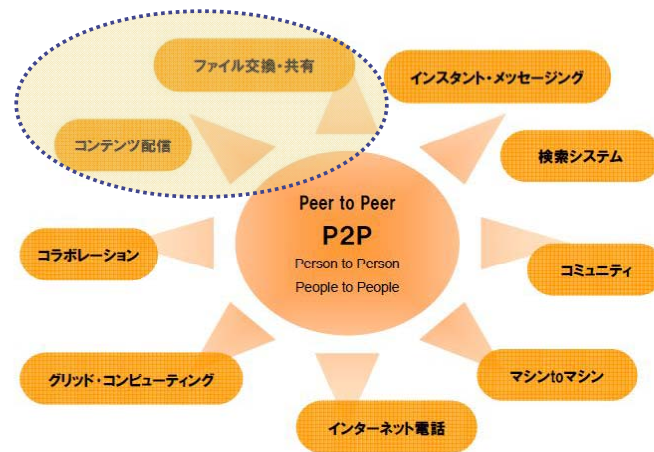
P2Pネットワーク効率的利用実証研究WG
山下 達也 (NTT Communications)

P2Pに関する問題の所在

P2P=Peer to Peer

- ▶ ネットワークは賢くあるべきか(ネットワークの中立性その他)という議論を引き起こした最初のインターネットアプリケーション

P2Pネットワーク技術の利用領域



出処:P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書(インフォシティ提供資料)

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

2

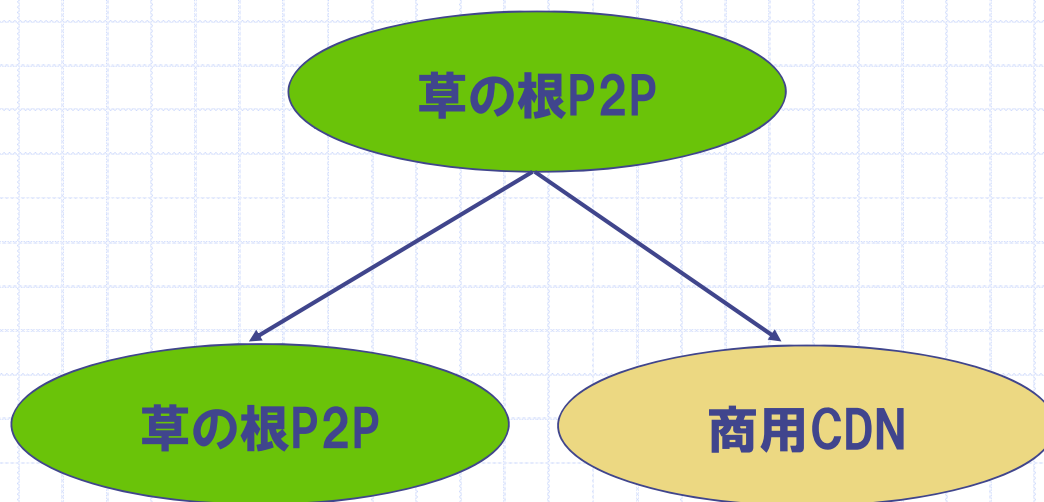
近年のP2Pは…

- ▶ P2Pは、P2Pファイル共有利用のAlways-onユーザ端末の出現により誕生した新たな情報交換形態となった
- ▶ BTW、これまでは負の側面が強調されてきた
 - 情報漏洩
 - ウィルス
 - 著作権法違反
 - ISPリソースの無駄使い
 - Winny、Share、BitTorent…
 - **ネットワークただ乗り論**

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

3

草の根P2Pと商用P2P(CDN)



商用コンテンツに限り, 色々問題の多いCGMは扱わない

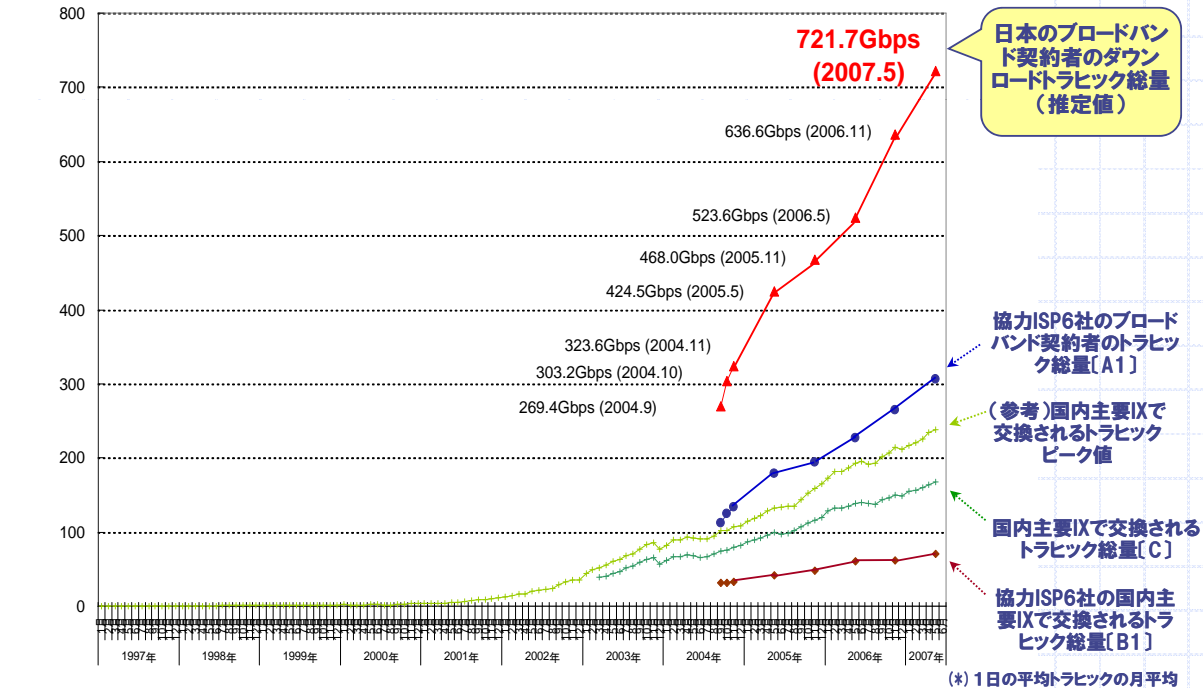
問題の所在

- ▶ P2P技術はトラヒ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
- ▶ トラヒック増大に伴う、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

日本のインターネットトラフィックの推移

- 日本のインターネットを流通するトラフィックの規模は、700Gbps相当であり、1年で約1.4倍の伸び。
- この傾向が続けば、2008年5月頃には、インターネットトラフィックの規模は、1T(テラ)bpsに達する見通し。

日本のインターネットトラフィックの推移(平均)

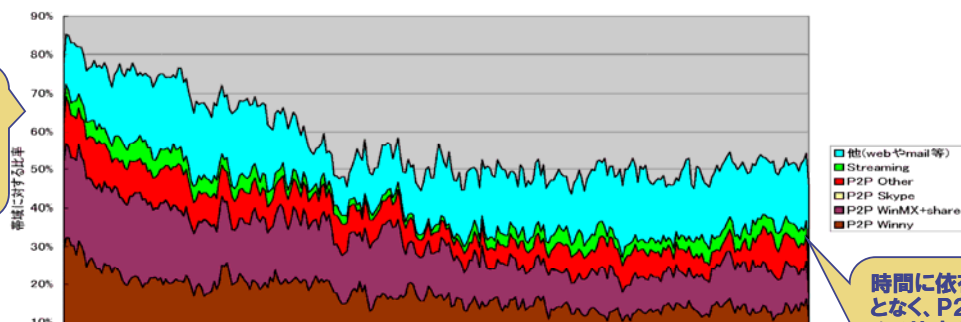


Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation, All rights reserved

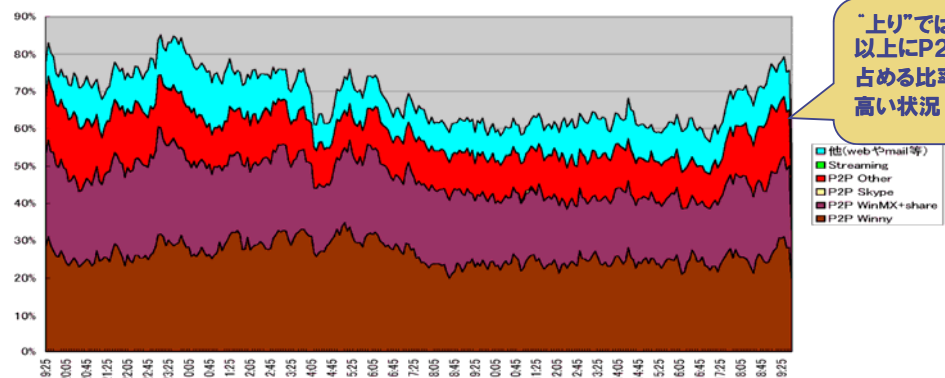
6

時間帯別のトラフィックの推移(ある大手プロバイダーの例)

2006年4月のある日の下りのトラフィック



2006年4月のある日の上りのトラフィック



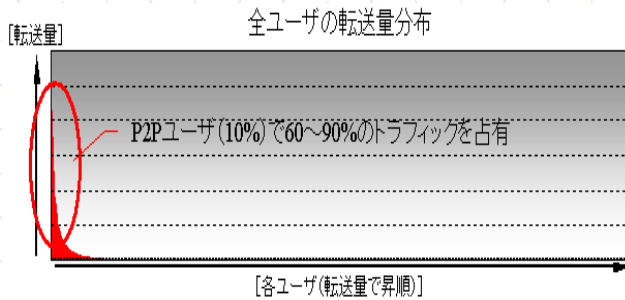
Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation, All rights reserved

7

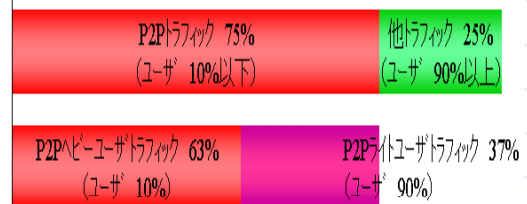
P2Pユーザーのトラフィック利用状況

10%のユーザが60～90%のトラフィックを占有

総トラフィックにおけるユーザの分布状況

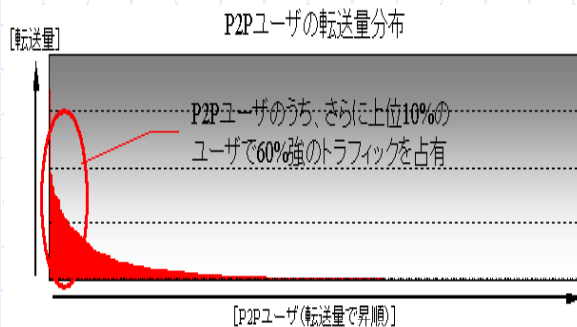


《総トラフィックについて》

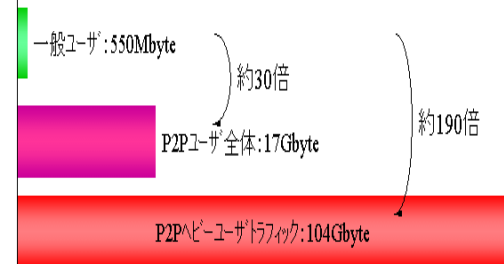


P2Pユーザ(※)の上位10%で60%以上のトラフィックを占有

ヘビーユーザと一般ユーザでは使用帯域が大幅に違う



《単位ユーザあたりのトラフィックについて》



(※)「P2Pユーザ」とは24時間以内にP2Pトラフィックが1Mbyte以上あったユーザとして測定。

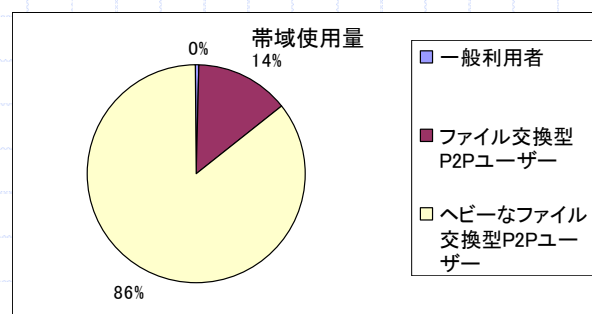
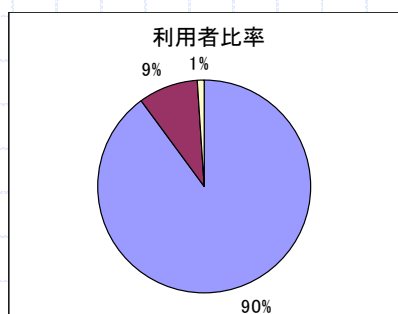
測定: 2003/6/30 12:00～2003/7/1 11:59

(注)第4回P2P作業部会資料(ぶららネットワークス提供)(P71)(一部抜粋)

(注)ぶららネットワークスは2003年11月からP2P帯域制御を行っているため、制御を行わない状況下のデータとして発表しているのは 2003年時のものが最新。

大容量トラフィックが及ぼすさまざまな問題

- ▶ 利用者全体では1%にすぎないファイル交換型P2Pのヘビーユーザーが、バックボーン帯域の50%を消費
 - 一般利用者の190倍も利用
- ▶ また全体の10%のファイル交換型P2P利用者が全体のトラフィックの90%を利用
 - (2003年ぶららネットワークス調査 他のISPでも同様の傾向)
- ▶ 同じ料金を払っているにも関わらず、ファイル交換型P2P利用者と一般利用者が使っている帯域の極端なアンバランス
- ▶ ファイル交換型P2P利用者と同一バックボーン回線を利用するほかの利用者へのしわ寄せ



●2007年1月24日 ネットワークの中立性に関する懇談会第3回JAIPA資料より抜粋、加工

大容量トラフィックが及ぼすさまざまな問題

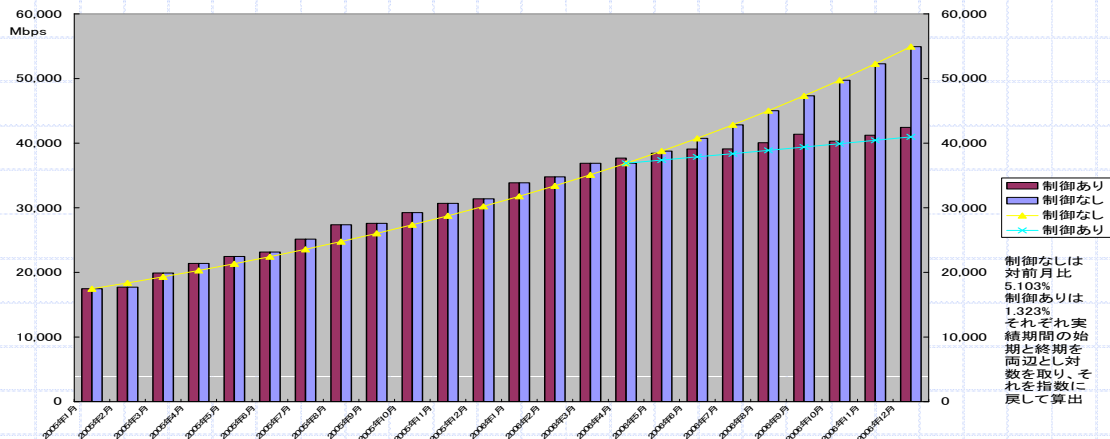
▶ ファイル交換型P2P制御前とファイル交換型P2P制御後におけるトラフィックの伸びのトレンドの変化

■ ファイル交換型P2P制御前

- トラフィックは月間5.103%で伸びていた。年間にすると1.72倍...
 - ・ 総務省が発表している日本全体のトラフィックの伸び (年間1.4倍) を上回る

■ 装置を使いファイル交換型P2Pを帯域の15%に押さえる制御を実施

- 上りではそれまで最高で7割を占めていたファイル交換型P2Pが抑えられた結果、トラフィックの伸びは月間1.323%に低下



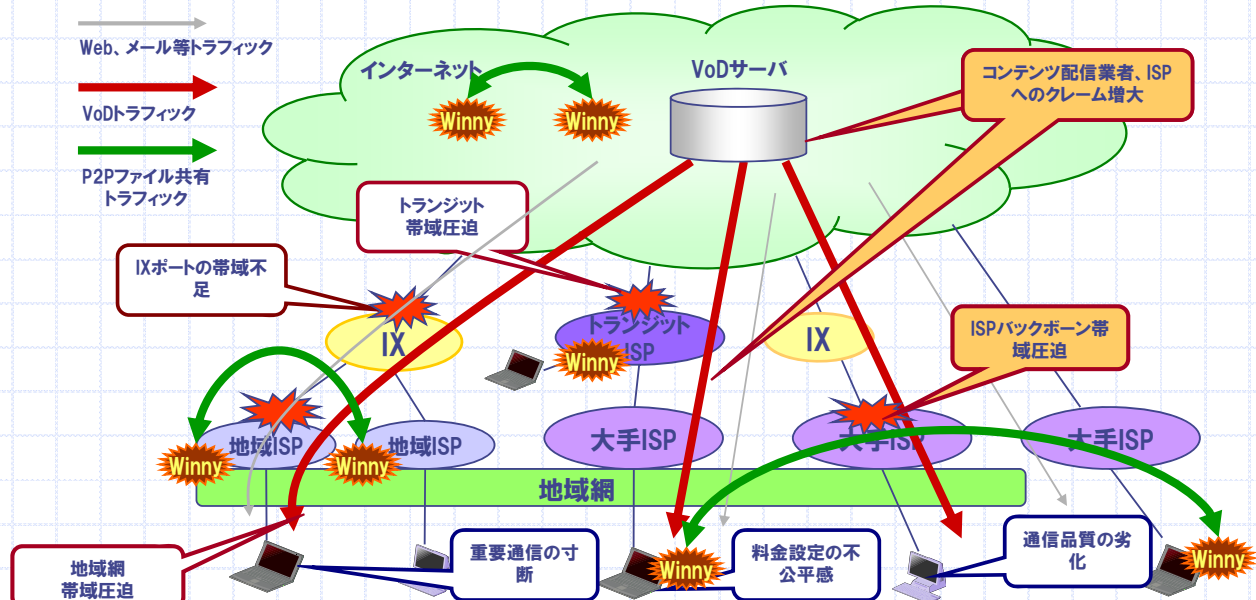
Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation, All rights reserved

10

大容量トラフィックが及ぼすさまざまな問題

■ 高品質VoD、P2Pファイル共有 (Winny・Share等) トラフィックの急増により、
 -ISPバックボーン帯域の圧迫 -トランジット帯域圧迫 -IXポート帯域の不足 etc... が生じ、既存
 トラフィック (Web、メールなど) の安定的通信に影響を及ぼしている。

■ 上記を解決する手段としては、全てのISP事業者の帯域を増強する必要があるが、際限なく増加し続ける
 トラフィックに対応することは、極めて困難。



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

11

大容量トラフィックが及ぼすさまざまな問題

▶ ISPによる制限の実態

A社	平均的な利用を大幅に超えて利用し、本サービス(インターネット接続サービス)の運用に支障を来すと判断した場合は、当該会員に事前に連絡し、改善しない場合は30日以上前に通知して、個別サービス契約を解除できるものとする。
B社	月間転送量が100Gを超えた場合は契約者に警告し、効果がなければサービスを停止し、状況によっては契約解除もあり得る。
C社	24時間当たり15G以上のトラフィックを送信するなど、サービスに重大な支障を与える場合に、利用を停止又は制限することがあり、その場合、速やかに理由及び期間を通知する。
D社	本サービスの運営上必要であると判断したときなどに、契約者の当該通信に割り当てる通信を制限することがある。

E社	P2Pのトラフィックをパターンから検知する装置をアクセス網とバックボーンの間を導入し、P2Pの上限を一定帯域に制限する。
F社	情報漏えい対策やセキュリティの観点から、P2P遮断を希望する利用者向けにP2P遮断のサービスを提供する。

2006年6月 総務省次世代IPインフラ研究会第一次報告書
2007年1月 ネットワークの中立性に関する懇談会第3回JAIPA資料 より抜粋

大容量トラフィックが及ぼすさまざまな問題

- ネット混雑時・通信制限へ指針、総務省検討・年明けにも適用
 - 総務省は年内をメドに高速インター ネットの混雑を緩和するための指針を作る。大量の映像をやりとりする利用者が増えた結果、一般家庭での通信速度が遅くなる「ネット渋滞」の増加に対応。
 - 通信事業者などが回線の利用を制限する際の基準を設ける。ネット渋滞を解消すると同時に、通信・接続事業者による利用制限の乱用も防ぐ。
 - 新指針は電気通信事業法に基づく。NTT、ネット検索の米グーグル、インターネット接続事業者などが参加する「ネットワークの中立性に関する懇談会」で6月をめどに方向性を打ち出す。詳細を詰めたうえで年明けから新指針に基づく通信制限が始まる見通し。

2007年5月21日/日本経済新聞 朝刊

ネットワークの中立性に関する懇談会報告書の概要

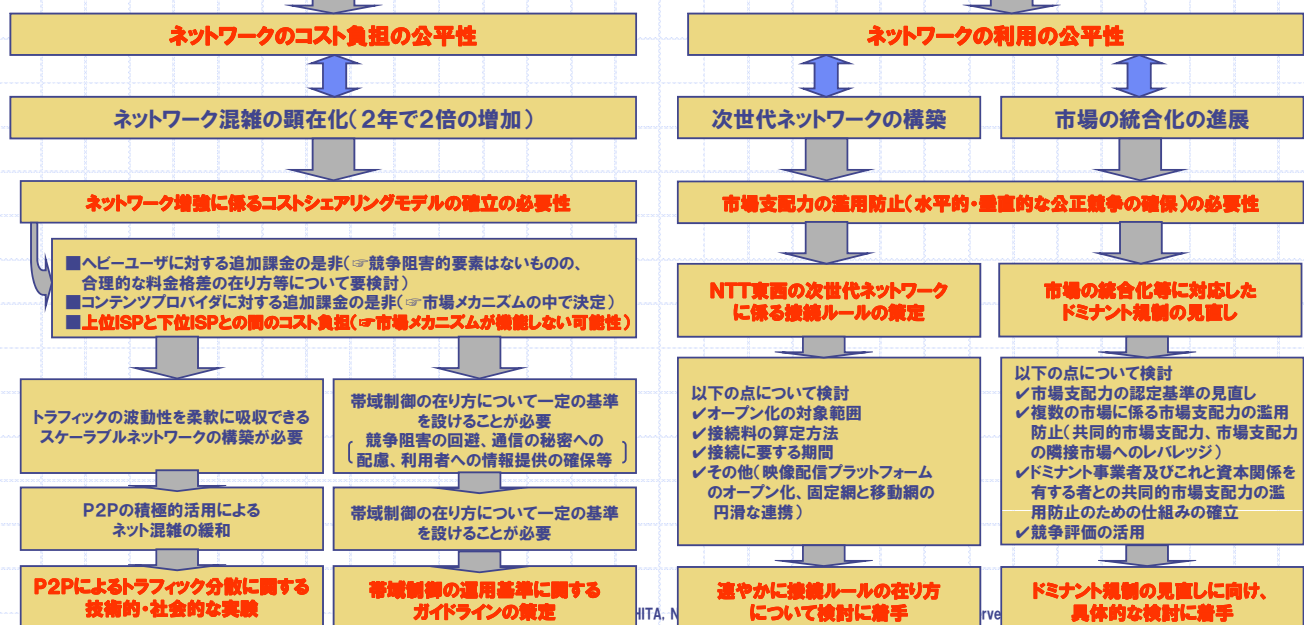
ネットワークの中立性 (network neutrality) を確保するための三原則-----ブロードバンド政策における基本的認識

「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ー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 ---



帯域制御の運用基準に関するガイドライン

▶ ネットワークの中立性に関する懇談会 最終報告書(2007/9)

- 「帯域制御については、ネットワークの安定的運用という観点から一定の合理性が認められるものの、運用次第ではネットワークの利用を阻害するおそれがあるほか、電気通信事業法上の「通信の秘密」の原則等に抵触するおそれもあることから、関係者による運用ルールの策定が望ましい…」

▶ 電気通信事業関連の4団体※で、インターネットの帯域制御を行う際のガイドラインの策定に向けて検討する協議会を発足

- ISP等の電気通信事業者に実態調査を実施、208社より回答有
- 2008/5/23に「帯域制御の運用基準に関するガイドライン」を公表

※ 社団法人日本インターネットプロバイダー協会

社団法人電気通信事業者協会

社団法人テレコムサービス協会

社団法人日本ケーブルテレビ連盟

実態調査の結果

▶ 回答のあったのは280社

- 69社が帯域制御を実施中
- ローミング提供者が帯域制御を実施しているところを含めると106社
- 30社が帯域制御の実施を検討中

▶ 帯域制御の実施方法、理由、効果等

- 実施中＋検討中の99社のうち、59社が帯域制御装置を使ったP2P等の特定アプリケーションの制御を実施または検討中
- 理由としては、ネットワーク利用の公平性確保、サービス品質確保等が大半を占める
- 実施中の事業者の90%以上が「効果あり」と回答

▶ 要望等

- 帯域制御を実施するための具体的な指標、根拠を策定すべき
- 約款、周知方法、情報開示等、ISPが行うべきことを明確化すべき
- 通信の秘密等の法制面の整理を行ってほしい

本ガイドラインの位置づけ

▶ それまで帯域制御を実施する事業者が個別に総務省と相談してきた内容を文書化

▶ 今後は、ガイドラインに準じて帯域制御を実施するなら、個別に総務省に相談する必要はない???

▶ 法的効果はないし、強制力もないが…

▶ 法的解釈の参考になってくれることを期待

- 本ガイドラインは、裁判例や行政機関による法令の適用関係に関する解釈をまとめたものではなく、あくまでも事業者としての行動の指針として、事業者団体が自主的に策定するものである。したがって、本ガイドラインは、法的効力を有するものではなく、これを遵守するか否かについては、個々の事業者の判断に任される。しかしながら、帯域制御に係る要件が本ガイドラインによって整理・公表されることにより、今後、電気通信事業者が本ガイドラインに従って制御を実施した場合には、形式的には「通信の秘密」を侵害する態様で帯域制御が行われた場合でも、正当業務行為として違法性が阻却されるとの判断がなされることが期待される。

ガイドラインの対象

- ▶ ISP等がP2Pファイル交換ソフト等の特定のアプリケーションに対して、通信帯域の制御を行う場合
- ▶ ユーザごとのデータ転送量の基準を設定し、それを超えたユーザについては通信帯域の制限や契約の解除を行う場合

ガイドラインの基本原則

- ▶ トラフィックの増加に対しては、本来ISP等はバックボーン回線等のネットワーク設備の増強によって対処すべきであり、帯域制御はあくまでも例外的な状況においてのみ実施すべきものである
- ▶ 「特定のヘビーユーザ」及び「特定のアプリケーション」の具体的内容については、各ISP等のネットワーク構造や逼迫状況、他のユーザの利用状況と照らし合わせて個別に判断する必要があるため、本ガイドラインにおいて具体的な定義や基準を設定することはしない
- ▶ 以下を理由とするのはNG
 - セキュリティや著作権侵害
 - ヘビーユーザと一般ユーザの経済的公平性の担保

通信の秘密、利用の公平(不当な差別的取扱の禁止)

▶ 通信の秘密

- ISP等が、自己のネットワークを通過するパケットのヘッダやペイロード情報をチェックすること、特定のアプリケーションに係るパケットを検知すること、その結果を踏まえ当該パケットの流通を制御することは、それぞれの行為が「通信の秘密」の侵害
- 「正当業務行為」(第35条)に当たる場合に違法性が阻却される

▶ 利用の公平

- 特定のヘビーユーザの発着信するP2Pファイル交換ソフト等起因するトラヒックがネットワーク帯域を過度に占有していることにより、他のユーザの利用に支障が生じている又は支障が生ずる蓋然性が極めて高いため、ISP等が制御装置を利用して当該ヘビーユーザのトラヒックを制限するといったことは、かかる状況が客観的データによって担保されており、かつ、契約約款等に基づいて他の一般ユーザと同等のレベルまで制御する限りにおいては、通常は**不当な差別的取扱い**には該当しないと考えられる

情報開示、課題等

▶ 情報開示

- 帯域制御を実施する場合にはその旨の周知が必要である
- 帯域制御に関する運用方針を約款に明記、ユーザ周知、説明等

▶ 今後の課題

- アクセス網(NTT東西フレッツ等)で帯域制御が実施された場合
- 関係事業者間(ISPとCSP等)の情報共有のあり方
- ネットワークコスト負担の公平性
- P2Pファイル共有以外の動画コンテンツの増加…
(YouTube、ニコニコ動画、Gyao等々)

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ィ
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スマートコネクスト株式会社
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

実証実験協力ISP・CATV事業者(50音順)
(株)愛媛CATV
知多メディアスネットワーク(株)
ミテネインターネット(株)

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

(2008年11月21日現在)

普及する商用P2P ～商用CDNとしてのP2P～

Copyright (C) 2009, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation. All rights reserved

24

商用CDNサービスとしてのP2P ネットワーク実証実験協議会参加各社のP2P配信システムとサービス http://www.fmmc.or.jp/p2p_web/

企業名	技術・システム	サービス
ブラザー工業(株)	Einy	D-Stream
(株)ハイマックス	F-Orc	動画配信 / 電子カタログ配信 / モジュール配信
(株)ドリームポート	SkeedCast	Contents Distribution Service / Business / Embedded, 京都府, IJJ, NTT Com.
BitTorrent(株)	BitTorrent DNA	ダウンロード / ストリーミングサービス, 日経ブロードバンドニュース
TVbank(株)	BBブロードキャスト	ベネッセチャンネル
ウタゴエ(株)	UG Live / Ocean Grid	Suono Dolce(ニッポン放送、インプレスイメージワークス、ウタゴエ、Jストリーム)
(株)グリッド・ソリューションズ	GridDelivery System	STARDUST.TV
(株)ビットメディア	シェアキャスト2	シェアキャスト2 実証実験(エフエム世田谷)

2009/2
/25

商用P2Pのコンテンツ制御の現状

▶ 商用P2Pの著作権保護技術はWebと同じ安全性レベルにある

ライブ配信

EinyBroadcast
UG Live
BB Broadcast
ShareCast 2
F-Orc

1. キャッシュファイルは存在しない
2. 主記憶間のデータ転送
3. 配信終了後キャッシュはネットワーク上にない

ファイル転送

EinyOndemand^{1,3}
BitTorrent DNA^{2a,3,4}
GridDelivery System¹
SkeedCast^{2,4,5}
F-Orc¹

1. 配信元からネットワーク上のキャッシュを消去可能
2. 配信元はピアのコンテンツ再送信を止められる
 - a. キャッシュファイルのインデックスをネットワークから消去
3. コンテンツはセンターからだけアップ可能
4. キャッシュファイルは暗号化されている
5. キャッシュファイルはセンターからDRMで制御されている

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

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(カノープス) 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…

普及する商用P2P(3)

P2Pを使わない(使わなくなった)ところ



「Joost」がP2P視聴ソフトの提供を終了
Webベースのサービスに

P2Pを使うところ



CNN、オバマ大統領就任式
のライブストリーミングにP2P
テクノロジーを利用



Flash Player上でP2P通信

Inauguration streaming traffic

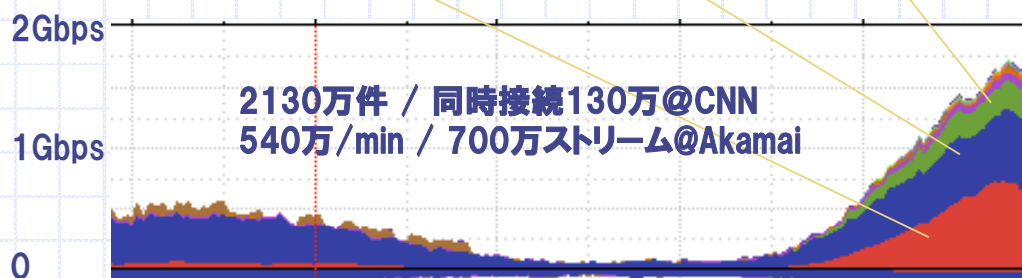
P2Pトラヒックは既に問題ではない, のか?

▶ Inauguration streaming traffic

(from nanog-ML)

- 通常の1.5~2.5倍のトラヒック
- イリノイ大のInboundトラヒック

- flash-streaming (TCP 1935), HTTP, CNN Streaming (UDP 8247)



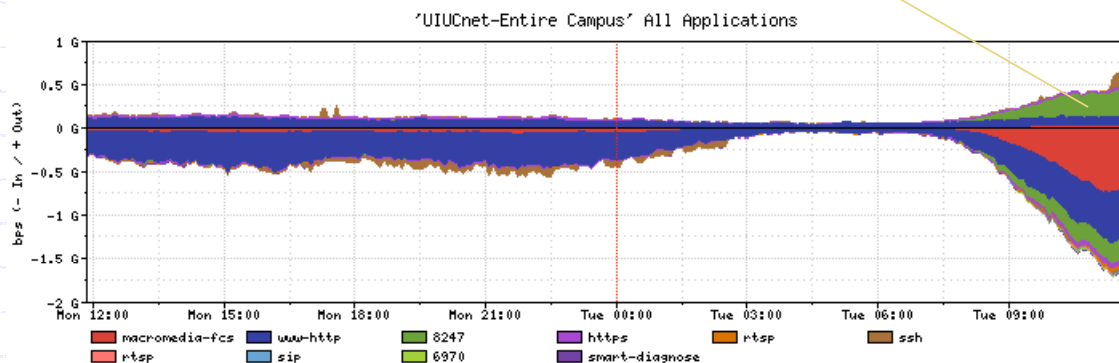
Copyright (C) 2009, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation. All rights reserved

30

Inauguration streaming traffic

▶ CNNトラヒック (UDP 8247)

- Inbound=252Mbps / Outbound=296Mbps
- CNN is using Octoshape's **P2P plug-in** with Flash.



それでも試聴不可な現象は多数見られた

Copyright (C) 2009, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation. All rights reserved

31

普及する商用P2P(4) クライアントソフト

専用ソフトのインストール不要なもの



Flash Player上でP2P



SHARECAST2+



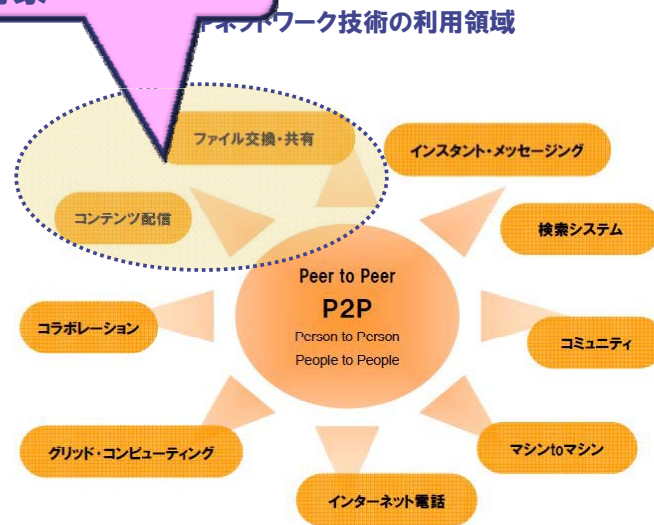
Utagoe Live

JAVAアプレット

P2Pの効果
～特にコンテンツ配信における効果について～

P2P=Peer to Peer

P2Pネットワーク実験協議
会の主な対象



出処:P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書(インフォシティ提供資料)

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

34

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

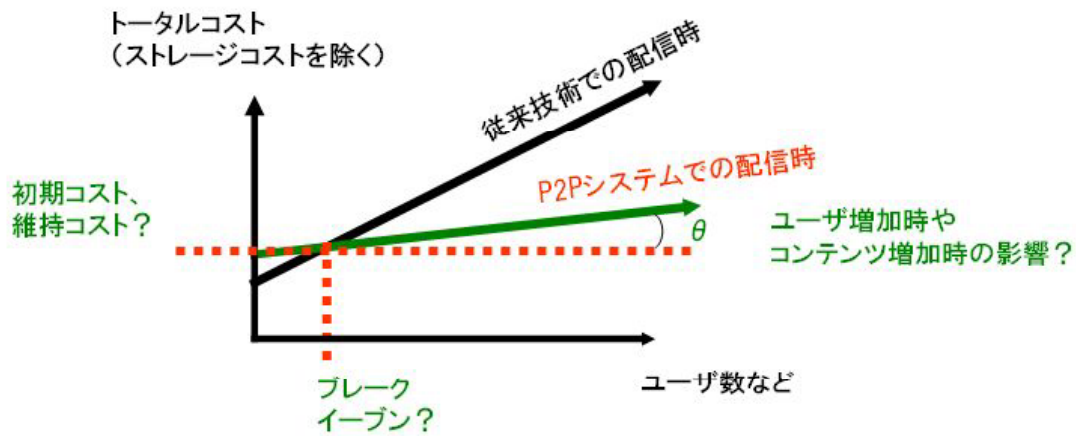
- 50%~90数%の削減効果
- サーバ・クライアント方式と比較して、同一設備で数倍から数十倍の視聴者に対応可能

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

35

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

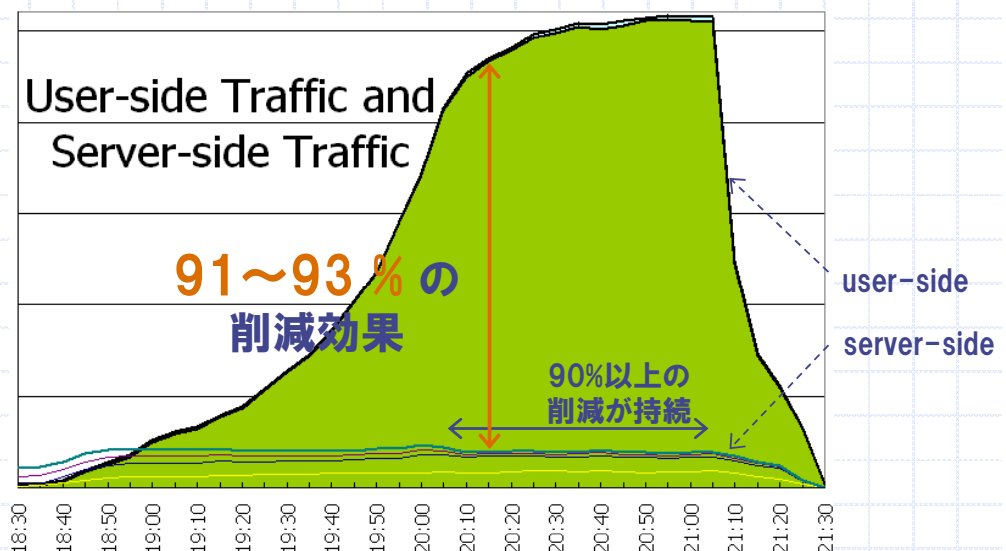
Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation. All rights reserved

36

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



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

37

- 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%)



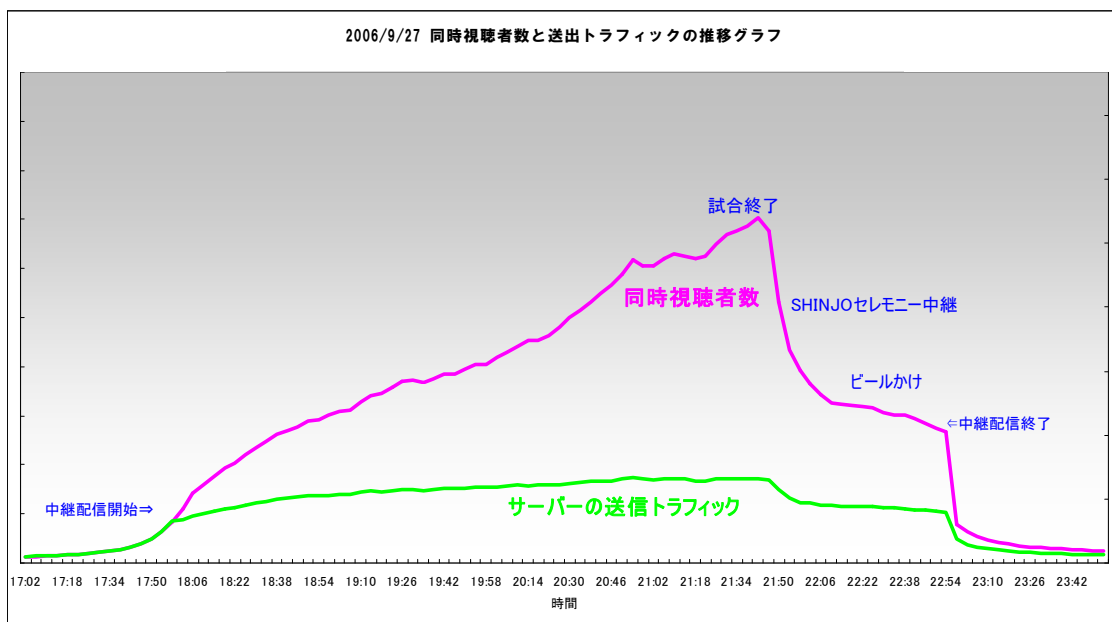
ユーザは利用合意手続き後、
簡単なダウンロード手順で
インストール完了

2008/11/26

2007 © TVBank Corporation All Rights Reserved.

38

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



全体トラフィック: 27.02Gbps
27.02Gbps

実際の送信トラフィック: 6.56Gbps

768kbpsの高ビットレート、最大同時接続35,000超
2008/11/26 従来の75%の送信トラフィックをセーブ ※ピーク時

2007 ©

39

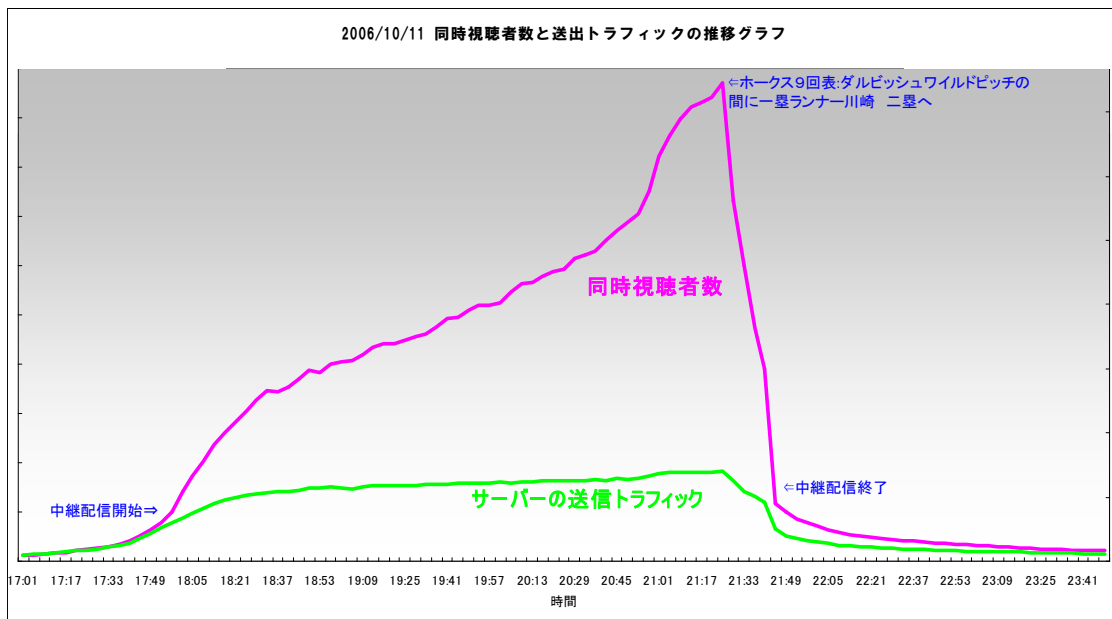
- プレーオフ第2ステージ 第1試合 10月11日(水) 17:58~21:45
- 最大同時視聴者数 **48,545人**
 - 総視聴者数 **105,986人**
 - 総トラフィック **768kbps/人 × 48,545人 = 37.3Gbps**
 - センター配信トラフィック **6.97Gbps (総トラフィックの18.7%)**

2008/11/26

2007 © TVBank Corporation All Rights Reserved.

40

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

37.3Gbps

768Kbps x 48,545users =

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
 2008年/従来の81%の送信トラフィックをセーブ ※ピーク時

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

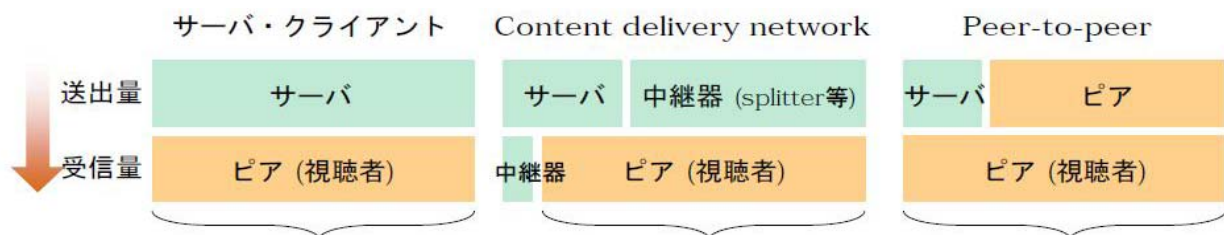


低コストで多種多量のコンテンツ流通を促進
P2Pのコンテンツ配信っていい事ばかり!?

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

42

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)より抜粋させていただきました

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

43

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
ブイザー工業株式会社
株式会社ビット・トラックス
株式会社ネクストウェブ
NTTスマーケティング株式会社
株式会社Jストリーム
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DYメディアパートナーズ

■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
株式会社ウィルコム
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
株式会社エヌ・ティ・エス・テレコム
株式会社エヌ・ティ・エス・テレコム
トランスポート株式会社コーラルネット
株式会社クワッド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**

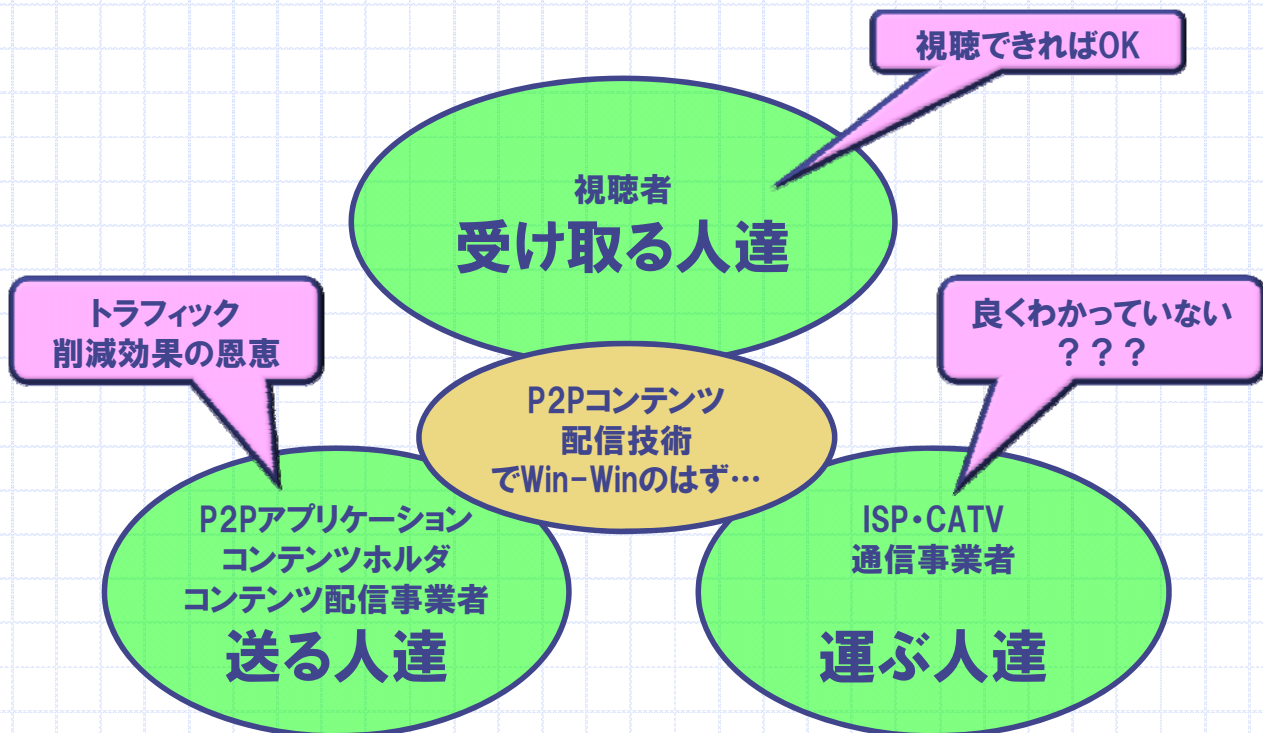
■研究機関・大学

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

**視聴者
受け取る
人達**

誰にとっての効果か？



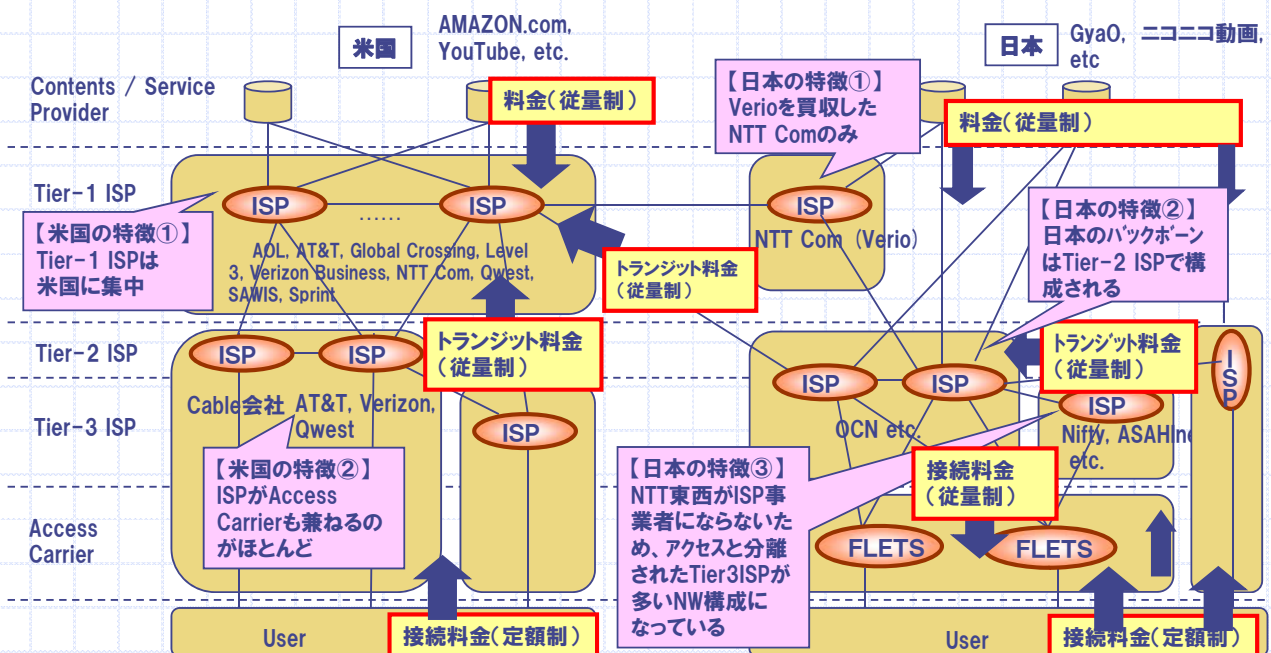
「運ぶ人達」の抱える問題

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

46

日米のインターネットのネットワーク構造

- ・Tier1ISPは殆ど米国のため、日米間のトラフィック増加は、日本のISPにとっては、トランジット料金の増加に繋がる。
- ・（輸入と同等）
- ・日本はアクセスと分離したTier3ISPが多い
- ・Tier2/3 ISPでは、収入は、接続料金（定額制）、支出は、トラフィック見合いの「設備」と「トランジット接続料金」となる。



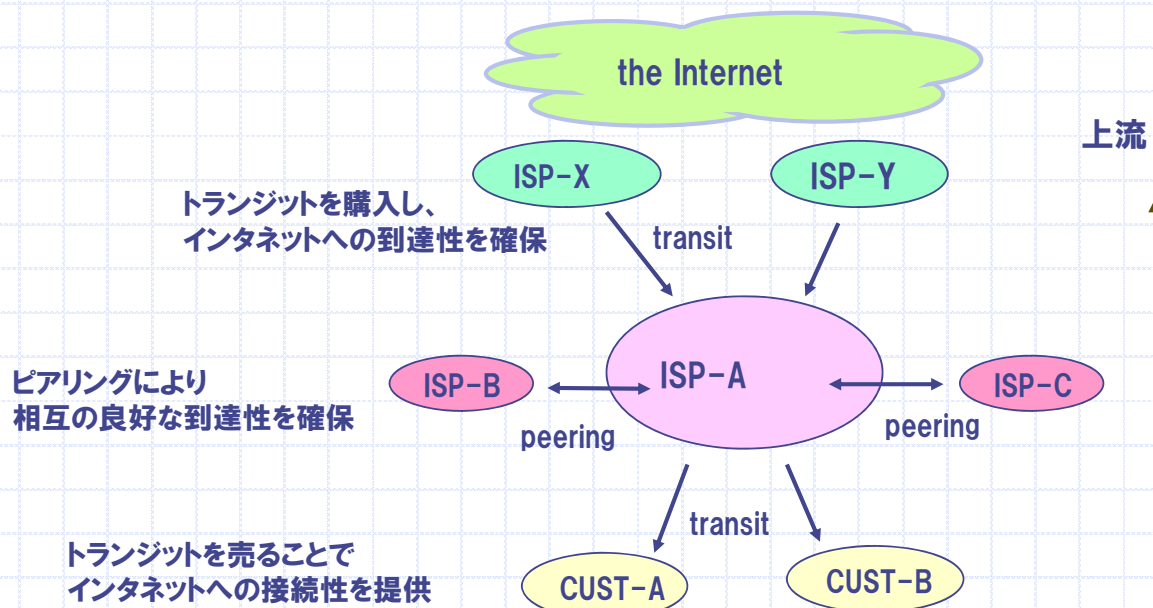
Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation. All rights reserved

47

Tierの構造

▶ インターネットの階層構造

☆あるISPの視点からみたインターネット



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

48

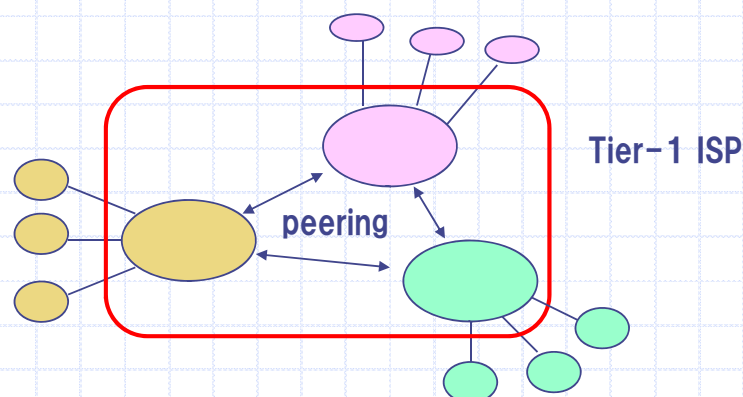
Tierの構造

▶ 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
= Σ (Tier-1 ISPが配下にもつ経路)



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

49

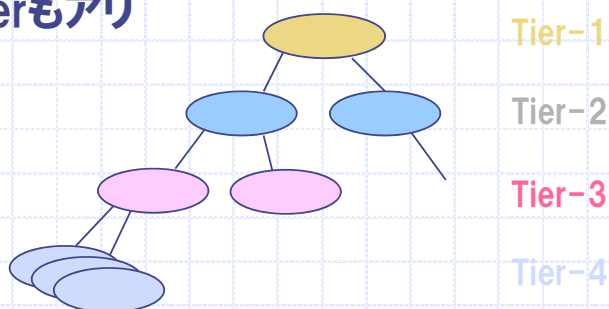
Tierの構造

▶ 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

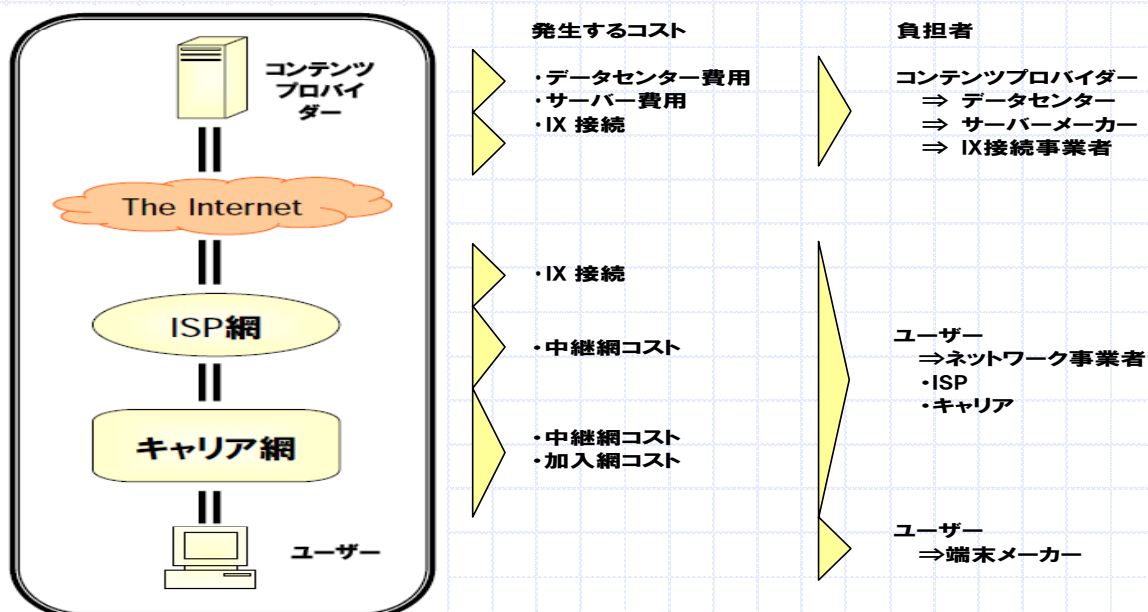
▶ 実際のTier構造ははるかに複雑

- 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



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
 - ー 日本のブロードバンド契約者数 25,755,080 (2006年12月末)
 - ー 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
 - ー IIJ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
 - ー GyaOのサービス開始(2005年4月)
 - ー 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。
 - ー 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
 - ー 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」

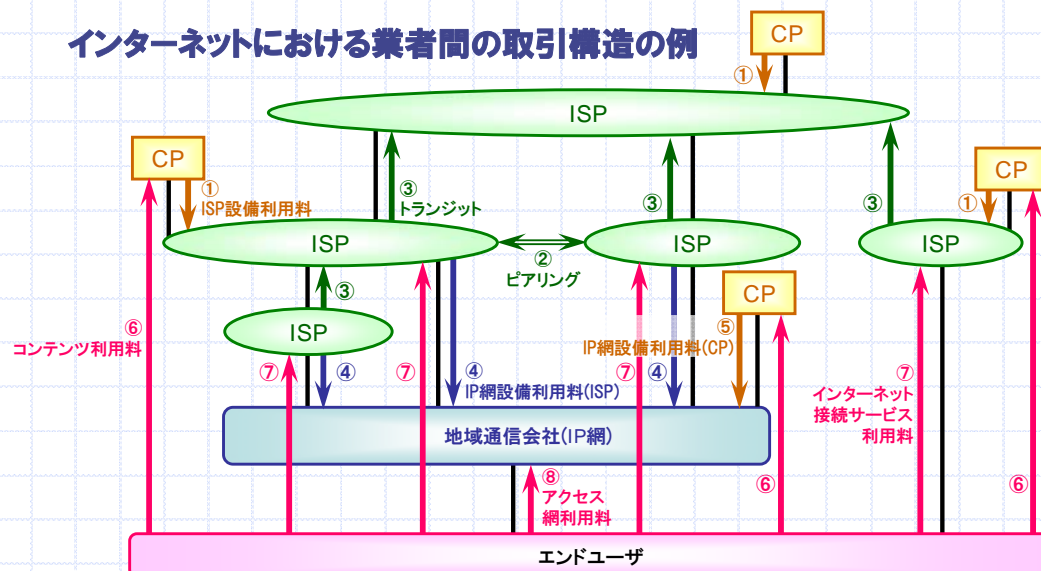
出処:P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書

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

52

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



① 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	⑤ 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
② 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	⑥ 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
③ 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	⑦ 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
④ 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	⑧ 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

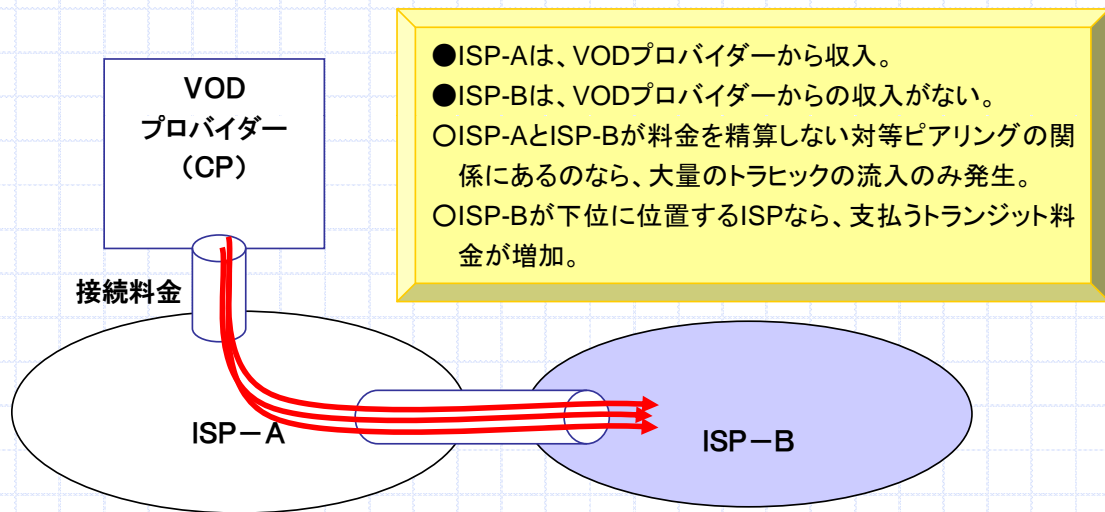
出処:P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書「ネットワークの中立性に関する懇談会」日本電信電話(株)提供資料を基に編集

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

53

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

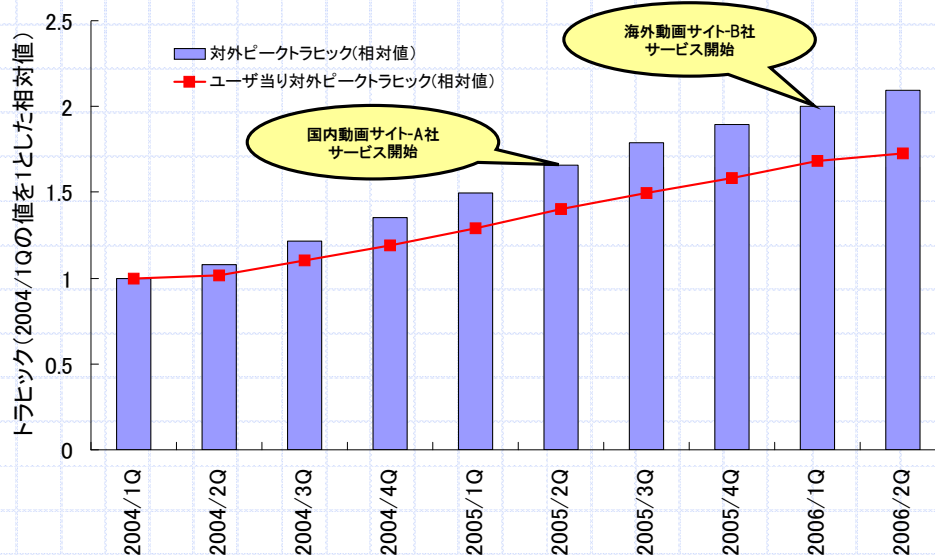
Copyright (C) 2008, Tatsuya YAMASHITA, NTT Communications Corporation. All rights reserved

54

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

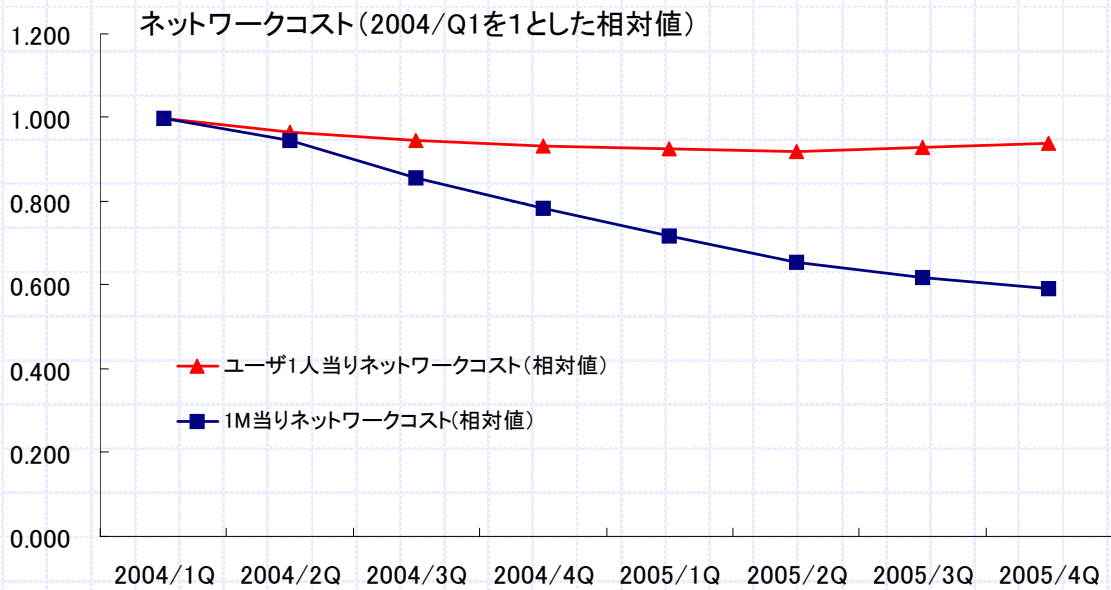


出処:P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書ソフトバンクBB(株)提供資料

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

55

大手ISPのトラフィックとネットワークコストの推移例

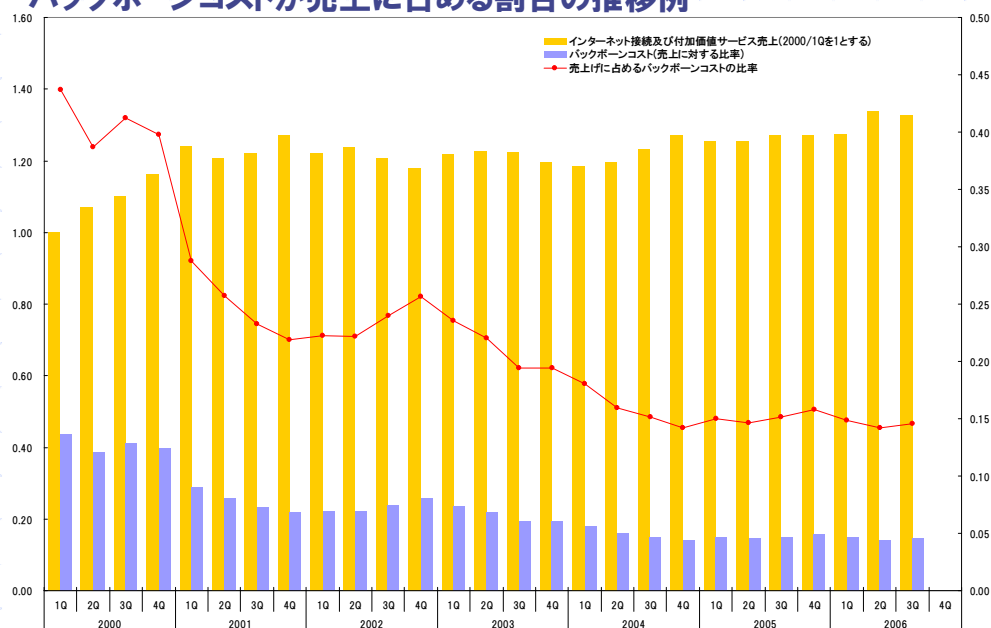


出処:P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書ソフトバンクBB(株)提供資料

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

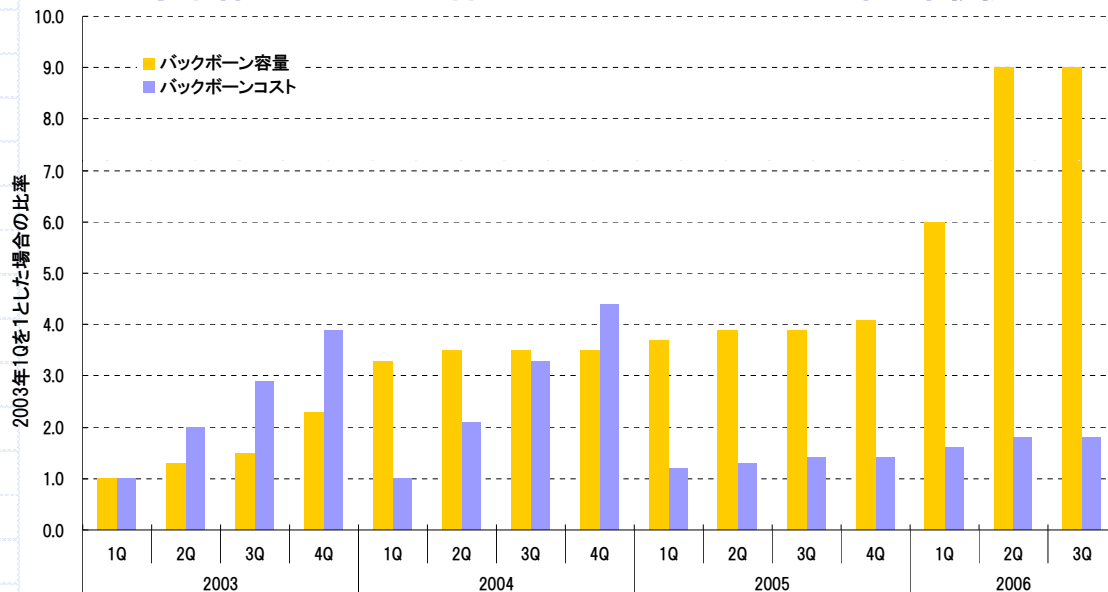


出処:P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書(株)インターネットイニシアティブ決算資料より作成

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

58

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)

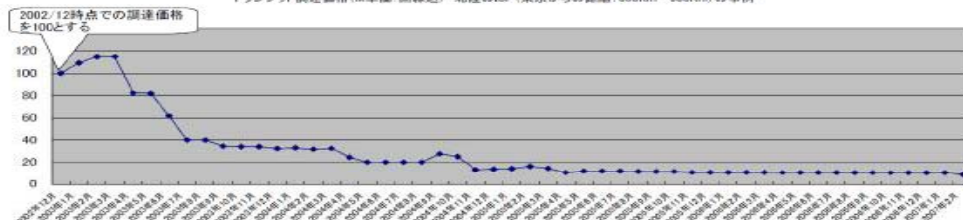
図表 73 地域ISPの状況の例
(北陸のあるISP)

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、選択肢がかなり狭まり、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肢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

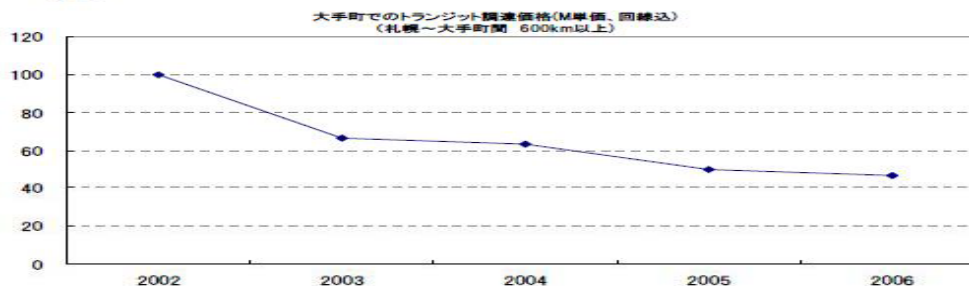
59

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

60

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

62

事業者間コスト負担問題の整理

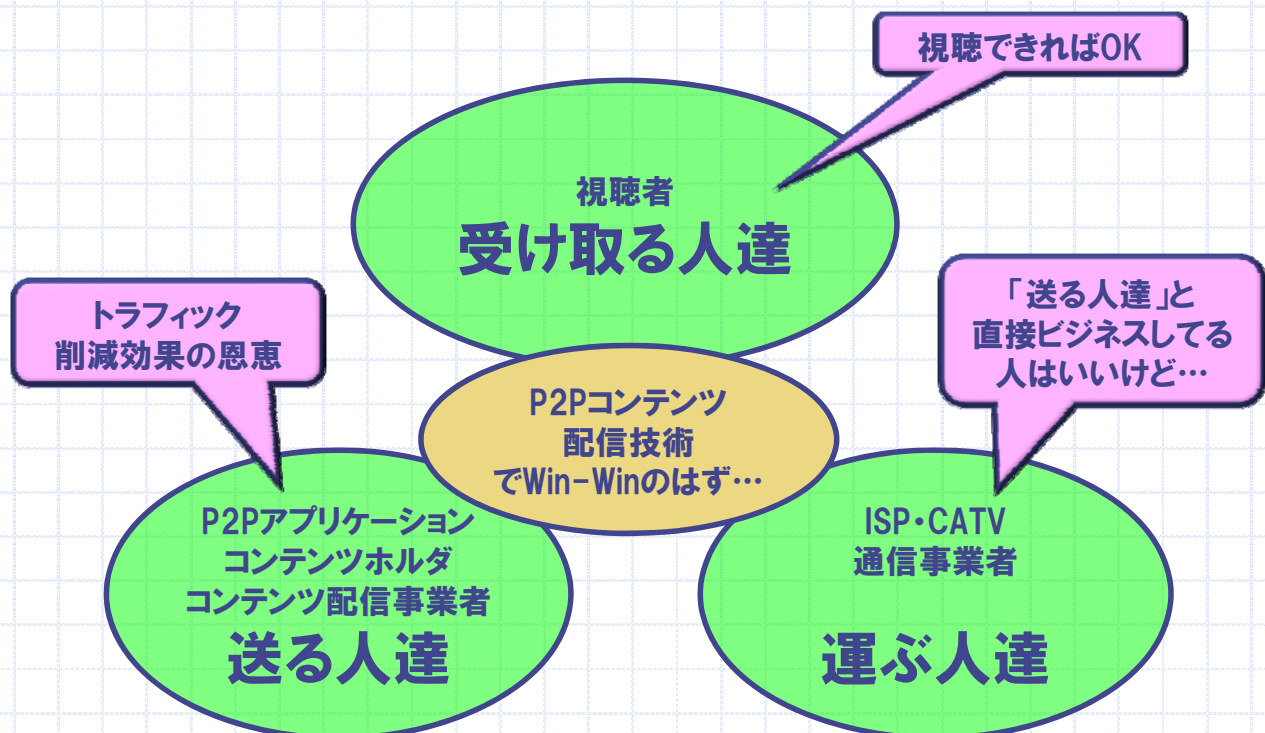
1. トラフィック増大により、ネットワークコストは上昇している。
2. 帯域当たりの回線コストの低廉化も進んでいる。
 - 大手ISP等のバックボーンコストはトラフィックの増加のように上昇しておらず、トラフィック増大＝設備投資コスト増大の図式は必ずしも成立していない。
3. 大量のアクセスがあるASPやCP等と直接接続しているISPには、トラフィック増大見合いの対価が支払われるので、設備投資に対するインセンティブが働く。
4. 直接接続していないISPは、トラフィック増大により自身の設備投資負担が増大している。
 - 上位ISPとの間のトランジットのトラフィックも増加し、従量制が基本であるトラ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

63

誰にとっての効果か？（再掲）



P2Pの現状分析

P2Pは近くのピアからコンテンツを取得できる

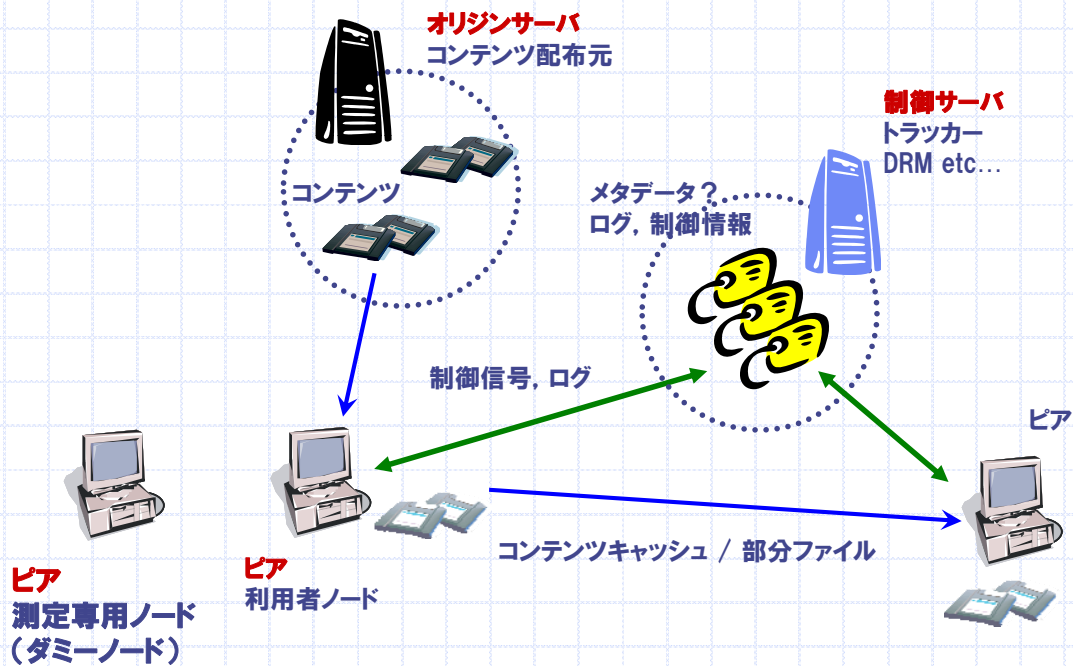
▶ 従来型のCDNも有効ではある

- 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ネットワークの仕組み



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

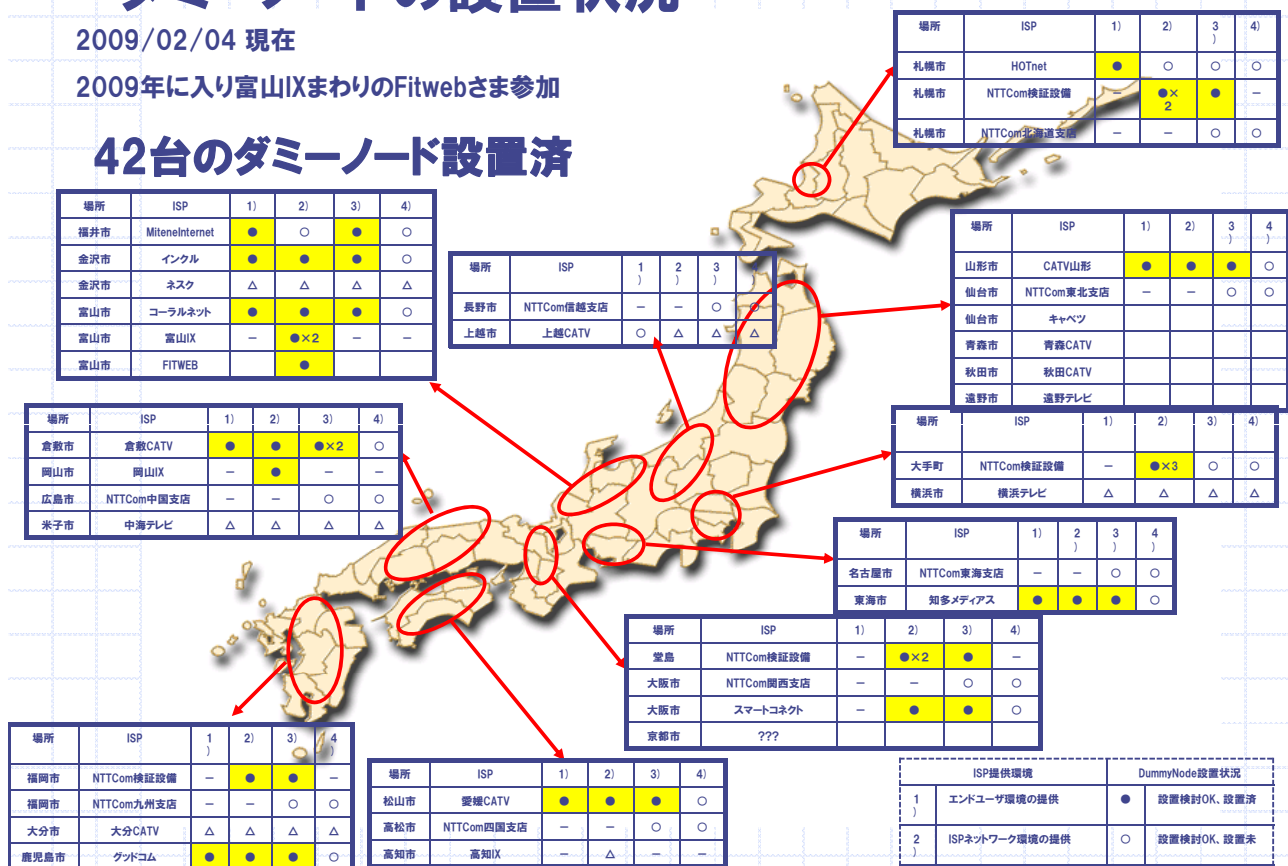
67

ダミーノードの設置状況

2009/02/04 現在

2009年に入り富山IXまわりのFitwebさま参加

42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

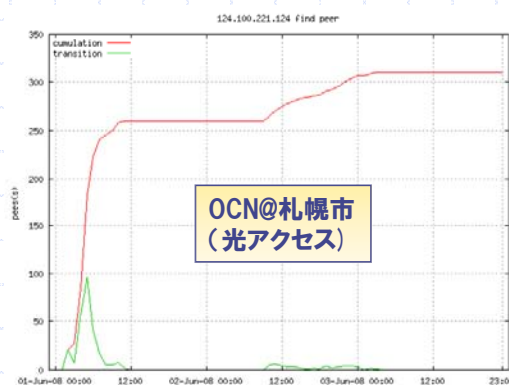
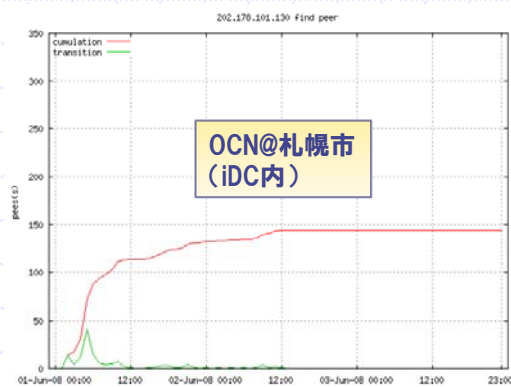
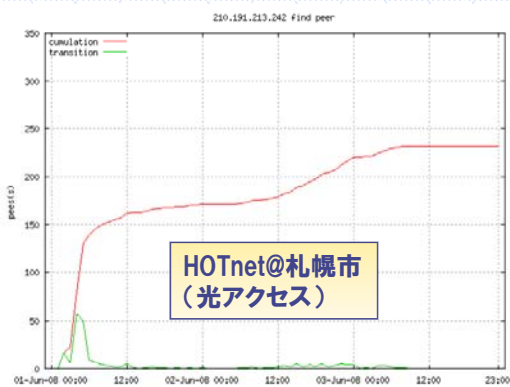
▶ ダミーノードにおける実ネットワークでのトラフィック測定

- 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

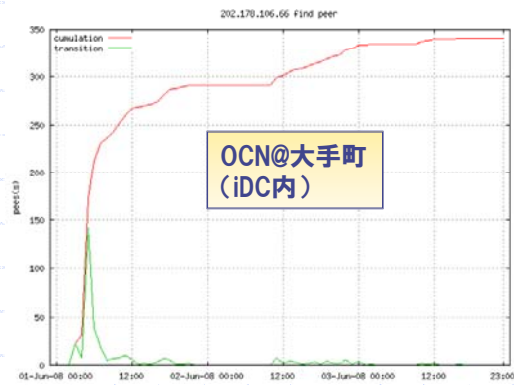
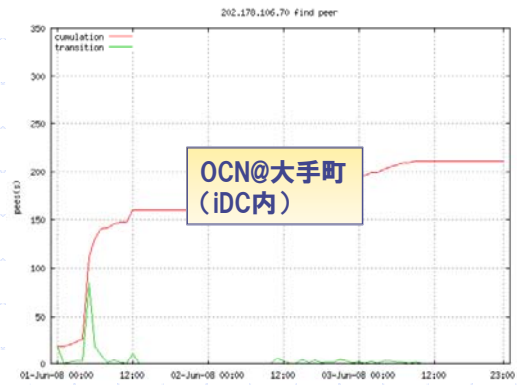
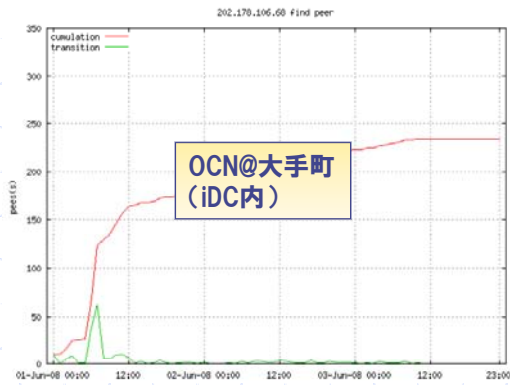
▶ 現在までの実証実験の結論

- 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。

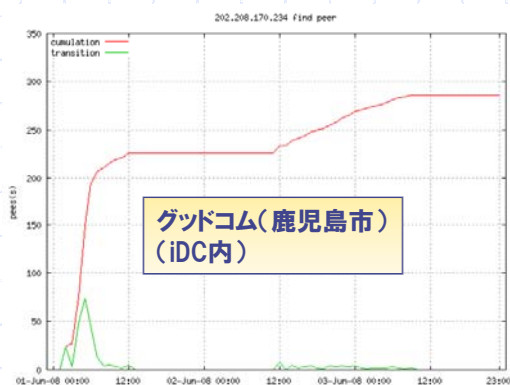
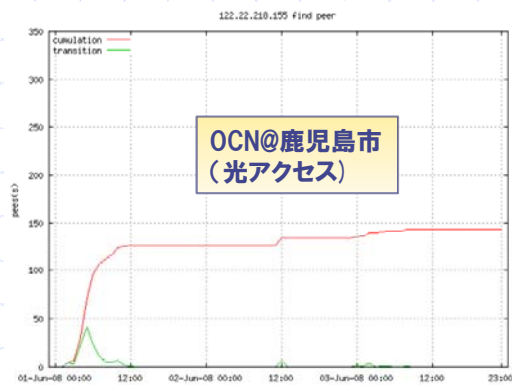
配信実験1でダミーノードが通信したPeer(ノード数)



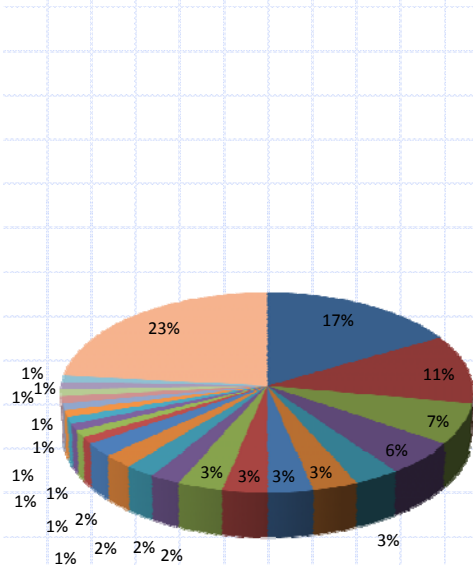
配信実験1でダミーノードが通信したPeer(ノード数)



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)



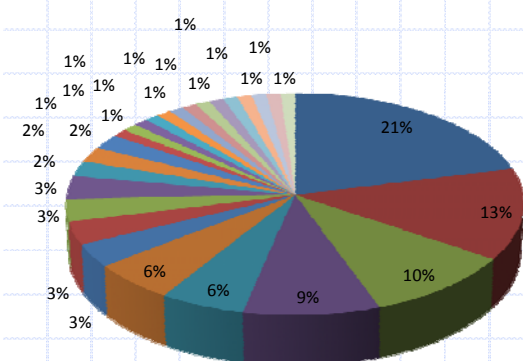
北海道のISP
(HOTnet:AS7682)
光アクセス



鹿児島のISP
(SYNAPSE:AS7511)
光アクセス

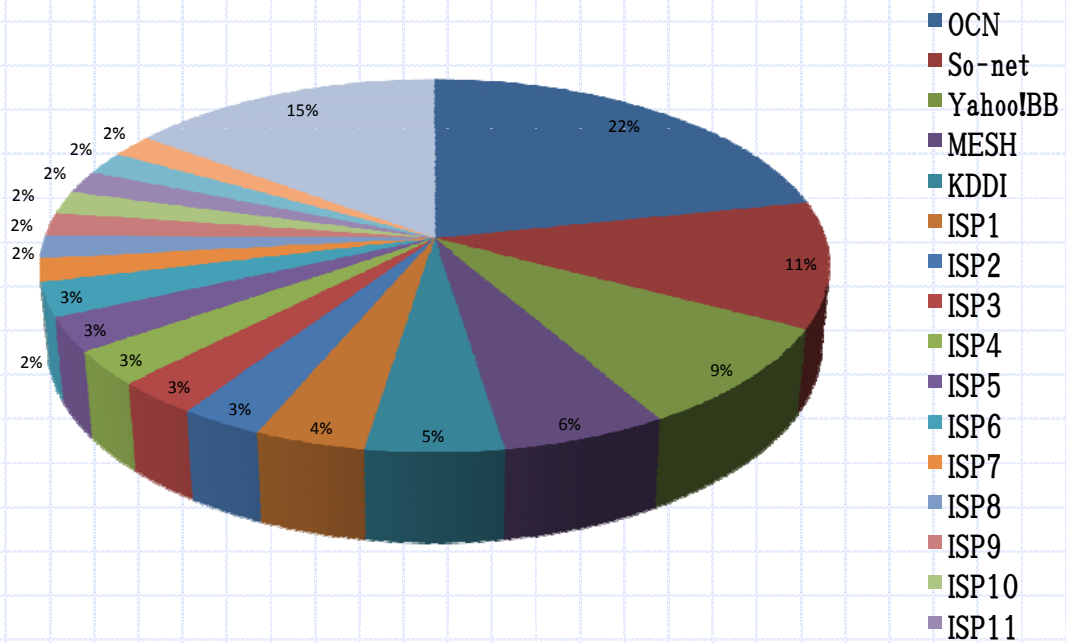


配信実験1でダミーノードが通信したPeer(AS別)



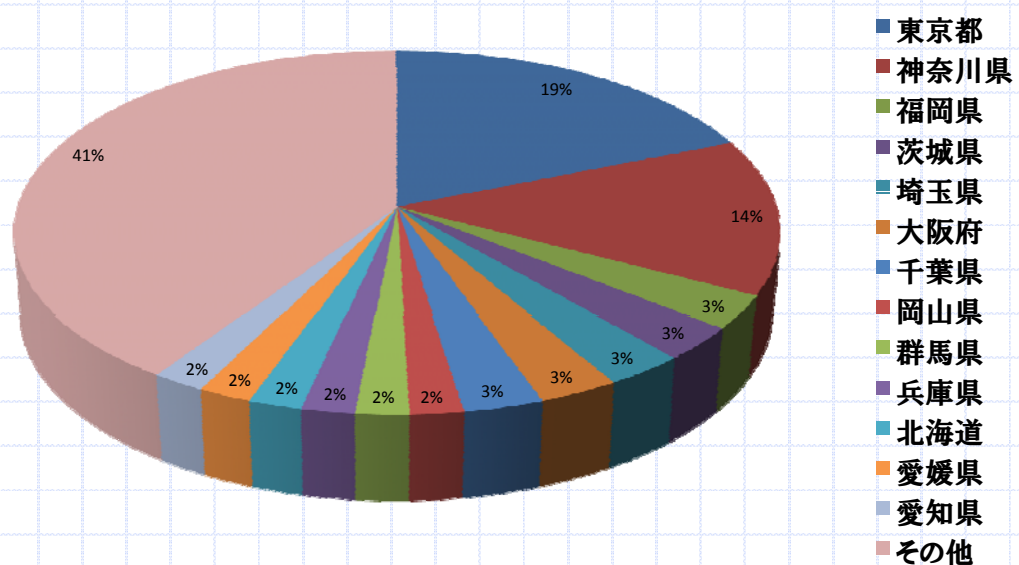
配信実験1でOCN@大手町のダミーノードが通信したPeer

▶ 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:全国型ISP)

■ 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(地域型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だったら別にいいけど…
 - 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

▶ そのものの役割

- 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」する可能性

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

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事業者を提供する

▶ 実証実験のフィールド

- まずは地域IX (InterDomain) から