

# ネットワーク高度利用推進協議会

## ネットワーク効率化WG成果



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

ネットワーク効率化WG 副主査 山下 達也(NTTコミュニケーションズ)  
亀井 聡(日本電信電話株式会社)  
井上 剛(NTTコミュニケーションズ)

# ネットワーク高度利用推進協議会

## ネットワーク高度利用 推進協議会

会長 東京大学大学院  
教授 浅見 徹  
副会長 東京大学大学院  
教授 江崎 浩

オブザーバ：総務省

## 旧P2Pネットワーク実験協議会

P2PガイドラインWG

ネットワーク効率的利用  
実証研究WG

## ネットワーク高度利用普及啓発 WG

主査：江崎教授 副主査：慶応大学齊藤教授、  
インフォシティ岩浪氏 顧問 浅見教授

- P2P普及啓発に向けた取組を行う。セミナー、展示会等の開催
- 違法な著作物流通を阻止するための対策検討

## P2Pガイドライン S WG

リーダー：岩浪氏

- 「P2Pを利用したサービス/ソフトウェアに関するガイドライン」の充実
- 普及啓発活動（P2P啓発資料の作成、シンポジウム等）

## P2P安心安全基準SWG

リーダー：齊藤教授

- P2Pサービスの安心安全基準を整備
- 著作権者の参加を検討

## ネットワーク効率化WG

主査：江崎先生 副主査：東京大学関谷講師、NTTCom山下氏  
顧問：浅見教授

- ネットワークトラフィック増大に対応する方策について検討。成果の公表
- キャッシュ（P2P含む）の有効利用に関して検討
- ネットワーク位置情報を活用した実証実験
- 標準化への取組

## P2P帯域制御検討SWG

リーダー：山下氏

- P2P帯域制御への対応策について検討
- 事業者が留意すべき事項等について検討

事務局

FMMC

- 協議会全体の運営に係る事務作業（主体的な活動は各WGで策定・実施）

# ネットワーク効率化WGの目的

○ 我が国のブロードバンドサービス契約者のダウンロードトラフィック総量は推定で1.45T(テラ<sup>2</sup>)bps。この1年で約1.2倍(17.8%増)となった。また、アップロードトラフィック総量は推定で872.4Gbps。集計以来初めて減少した。

## 最近のトラフィック動向

### ■ 総務省がインターネットトラフィック総量推計値を発表

#### ● バックボーンのトラフィック状況

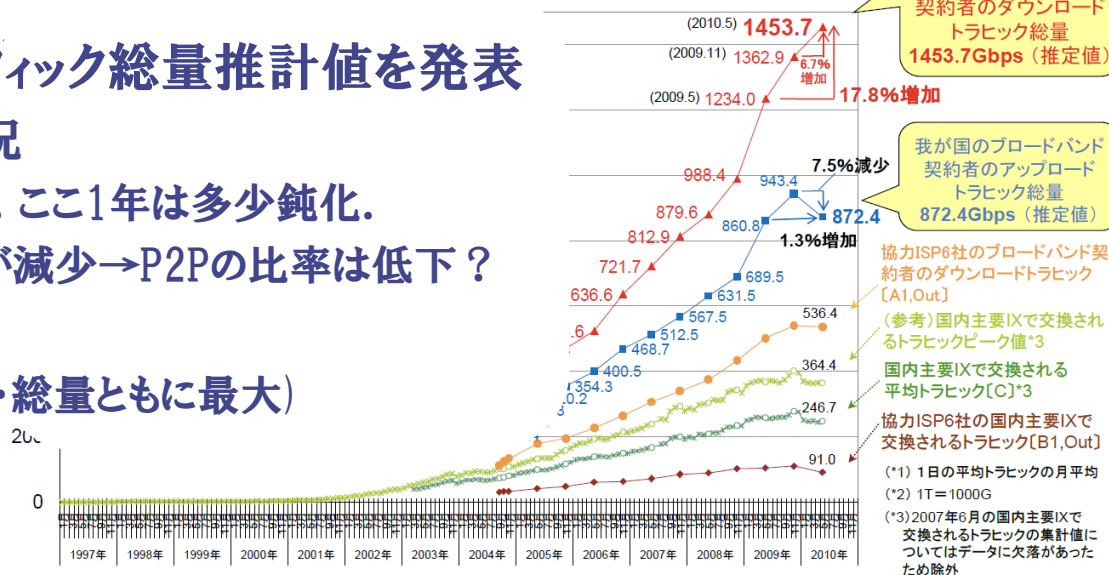
- 総量はこの1年間で1.2倍, ここ1年は多少鈍化。
- 日変動(ピークと底の差)が減少→P2Pの比率は低下?

#### ● コンテンツの流れ方

- 海外流入が増加(増加率・総量ともに最大)

(Gbps)

我が国のインターネットトラフィックの推移(平均)



## 本WGの目的

### ■ ネットワークを守りつつ、コンテンツ流通を促進するためには、トラフィックの急増をある程度押さえつつ<sup>(1)</sup>、同時に大量のトラフィックをさばく事が可能なアーキテクチャを作る<sup>(2)</sup>必要がある。

#### ● (1)に対する取組み

- 帯域制御

#### ● (2)に対する取組み

- キャッシュ、コンテンツルーティング

# さらなるネットワーク効率化の取り組みについて

課題

商用P2P普及のための  
ネットワーク効率化

Youtube,ニコ動など  
httpトラヒック

Winny、Share  
など草の根P2P

ヒントサーバ

キャッシュ、CDN  
(改正著作権法)

帯域制御  
(帯域制御ガイドライン)

取組

ヒントサーバによる  
商用P2P効率化

キャッシュ適用による  
効果の実証

商用P2Pと帯域制御  
との共存

2010一定の成果

# P2PによるNW効率化

# NW高度利用推進協議会の会員の分類

## ■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  
株式会社ドリームポート  
日本電気株式会社  
株式会社ハイマックス  
ブラザー工業株式会社  
株式会社ビットメディア  
株式会社ネクストウェブ  
NTTスマートメディア株式会社  
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BB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  
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

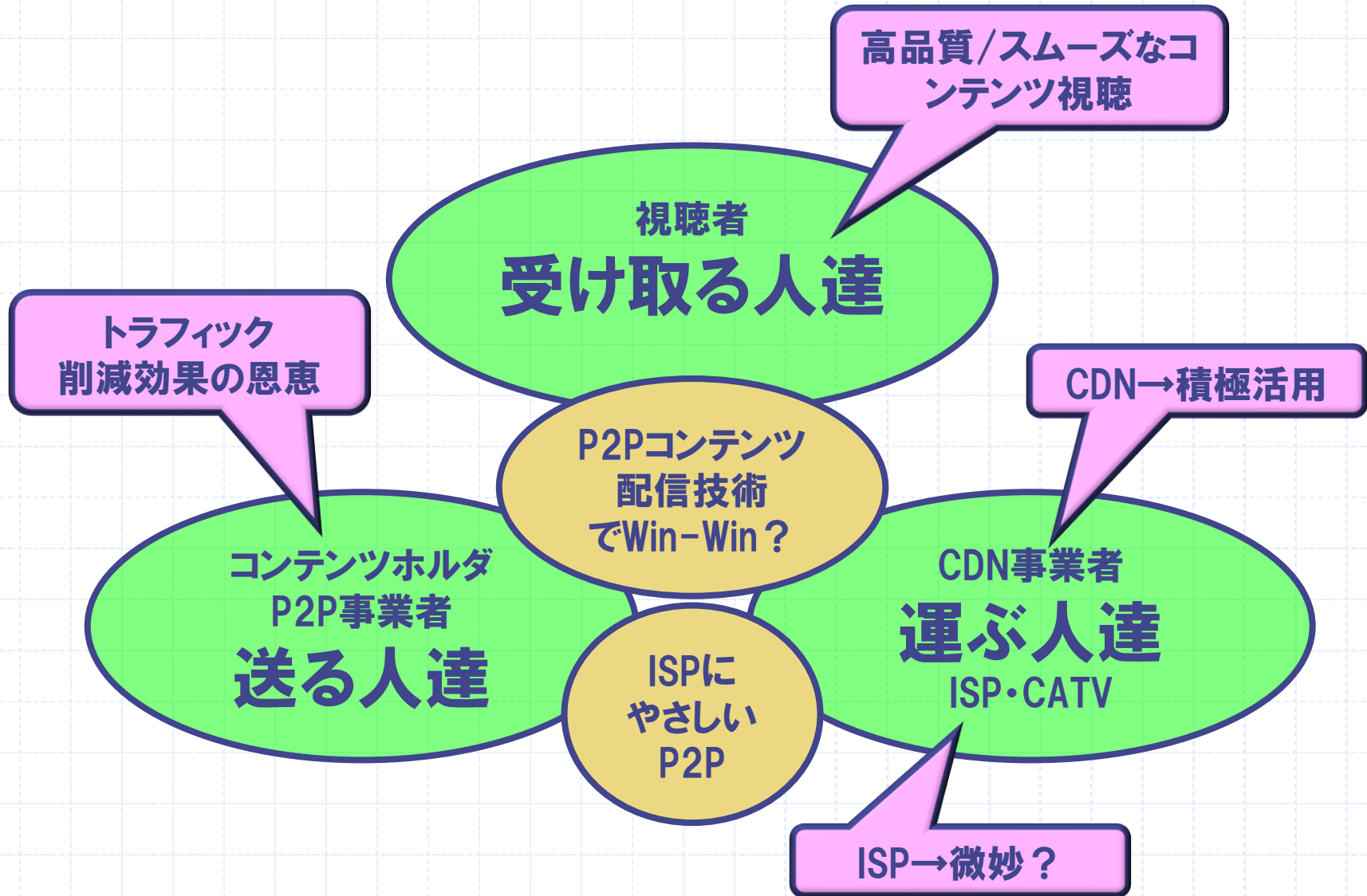
国立大学法人東京大学大学院  
岡山IPv6コンソーシアム  
株式会社KDDI研究所  
日本電信電話株式会社

視聴者

自治体  
岡山県  
京都府  
仙台市

受け取る  
人達

# P2Pコンテンツ配信技術への対応の違い



# P2P技術のメリット

- ▶ サーバでのボトルネックを防ぎつつ多数のユーザにコンテンツ配信可能.
  - 数分の一～数十分の一にサーバトラヒック<sup>7</sup>を削減.
- ▶ ユーザ数が増えれば増えるほど安定配信可能
  - 配信前のアクセスユーザ数見積りが不要なため、より高解像度でのコンテンツ配信が可能.



# ネットワーク負荷とコスト

## ▶ 効率よく配信するにはどうすればいいのか？

8

### ■ サーバ側の視点

- ネットワークに投入するので、あとはネットワークの中で複製してくれればサーバから出る量は減る。

### ■ ネットワーク側の観点

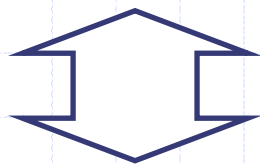
- できるだけ利用者の近くから流す。
- 利用者の近くまで持ってきてから複製する。

理想的には、マルチキャストが使えれば最も効率的。擬似マルチキャストとして P2P、キャッシュ技術が位置づけられる。

# P2P配信の課題

## ▶ P2P技術を用いたコンテンツ配信の利点（主にコンテンツ供給側）

- 利用者を配信源とすることでサーバコストを圧縮できる。
- 需要が予測できない配信に適する。



インフラと配信事業者の  
利害が衝突

## ▶ P2Pトラフィックが持つ問題点（主にISP）

- サーバボトルネックが軽減するため流通量が増大
- 下位のネットワークを考慮しないため効率が悪くなりがち。
- 他のトラフィックを圧迫

# 海外での各種実験と協議会実験

|             | ISP           | P2P           | Protocol | 測定                |
|-------------|---------------|---------------|----------|-------------------|
| 海外実験(P4P)   | Verizon等      | pando         | 独自       | アプリ内(一部シミュレーション?) |
| 海外実験(P4P)   | Comcast       | Bittorrent    | 独自       | アプリ内              |
| 海外実験(ALTO)  | China Telecom | Bittorrent(系) | ALTO(改)  | バックボーンでの計測(含DPI)  |
| 国内実験(-2009) | 複数ISP         | 複数アプリ         | 独自       | ダミーノード            |
| 国内実験(2010)  | 複数ISP         | 複数アプリ         | ALTO(改)  | ダミーノード            |

- 海外での既存実験は単一ISP・単一アプリが中心.
- 光普及率・バックボーンの構造・ビジネスの構造の差が.
- 普及が進むにつれ同様の問題が発生すると予測.

# キャッシュによるNW効率化

# 再度注目が集まるキャッシュ

## ▶ 技術自体は古い. なぜ今？

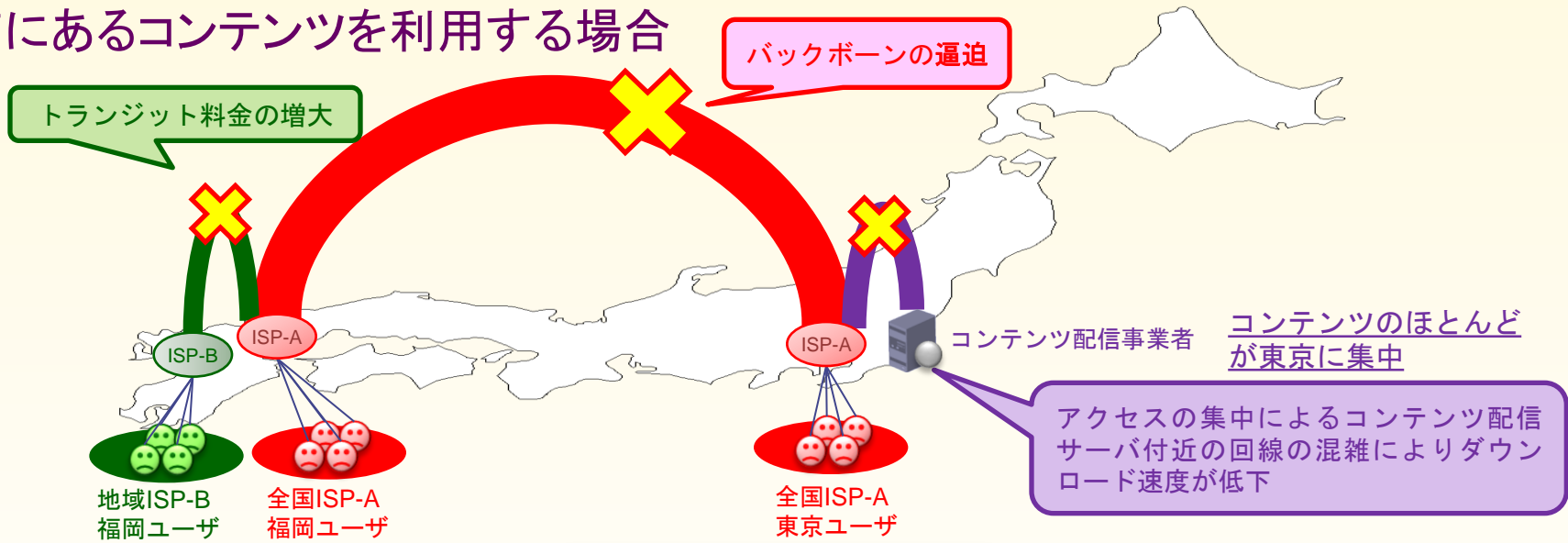
- フラッシュ等コンテンツの肥大化.
- 2010/01施行の改正著作権法によるキャッシュの合法化.

## ▶ 世界での導入状況

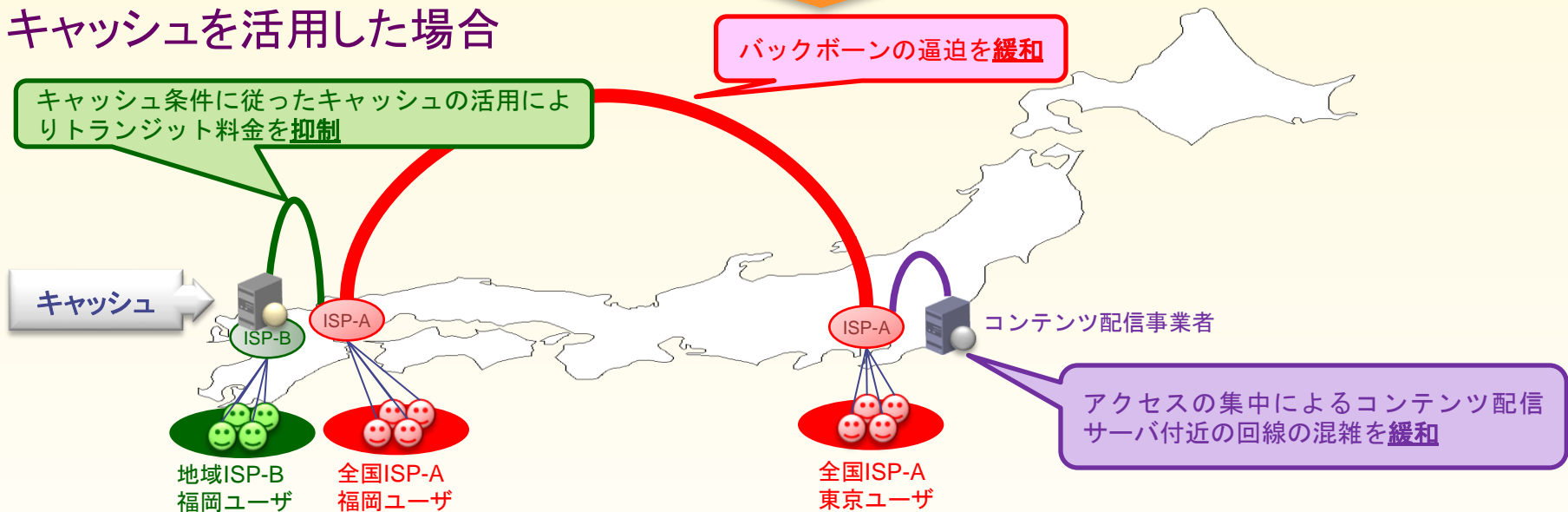
- トランジットが高い国ではフォワードキャッシュ
- そうでもない国 (アメリカ, 日本, ヨーロッパ等) ではリバースキャッシュの導入が進んできた.
- 今後国内でも地方ISP/CATVでのニーズが高まる.
- YouTube等に関しては国内でも一般的需要あり.

# 東京ー地方間トラフィックへのキャッシュ活用の例

## 東京にあるコンテンツを利用する場合



## キャッシュを活用した場合



# 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



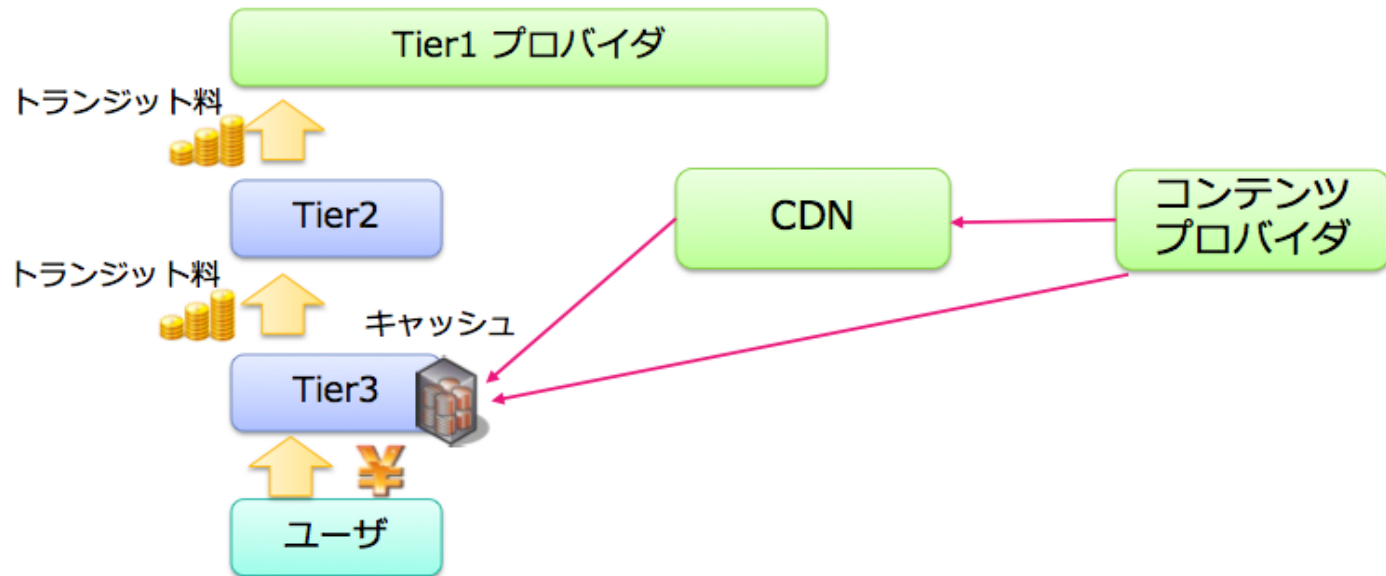
UTAGOE 首藤さんのプレゼン資料(2008/2/19)より抜粋させて頂きました



# キャッシュをどこに配置するか？

## キャッシュの可能性

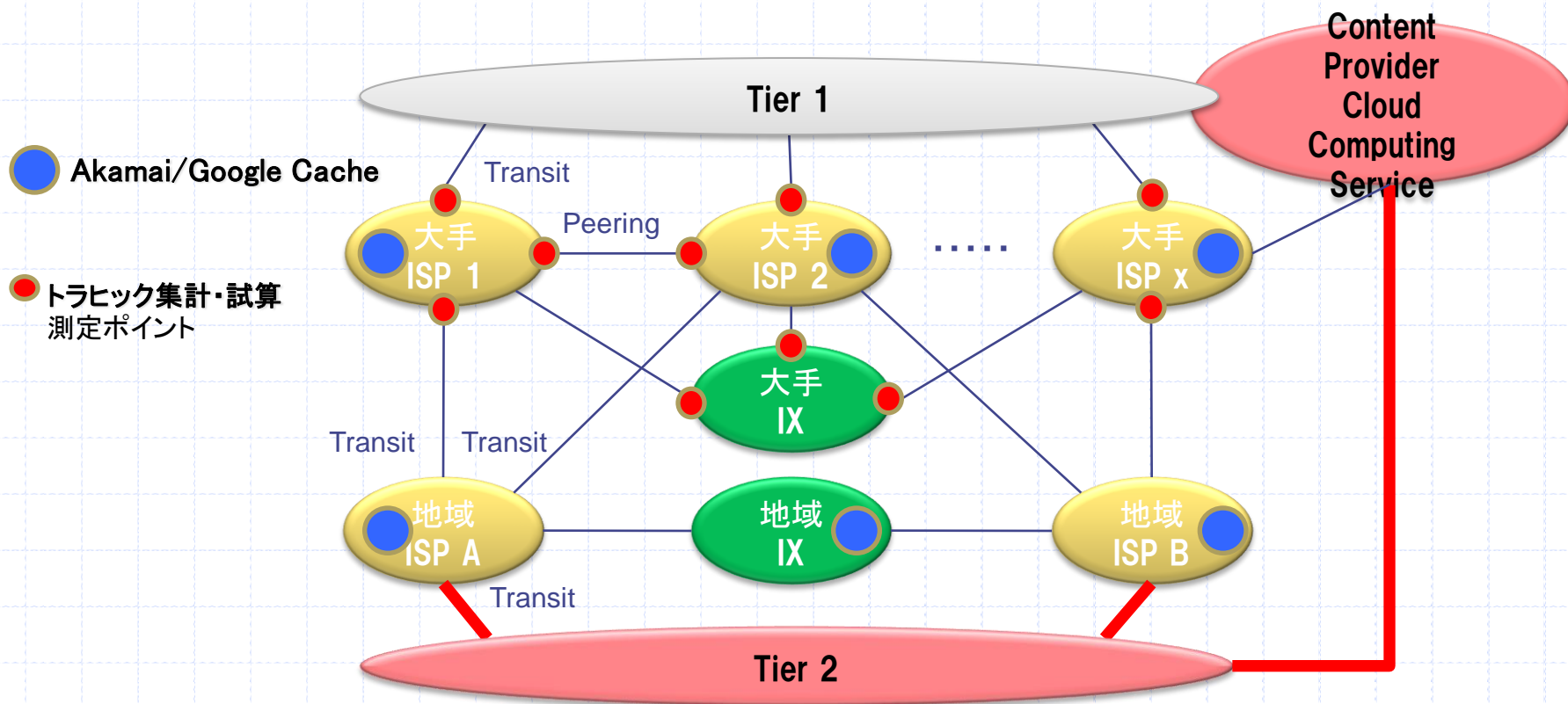
- コンテンツをユーザの近くに置くことで…
    - ユーザの体感速度向上
    - コスト削減
- が可能か？誰が設置するか(ISP?, CDN?, CP?)?





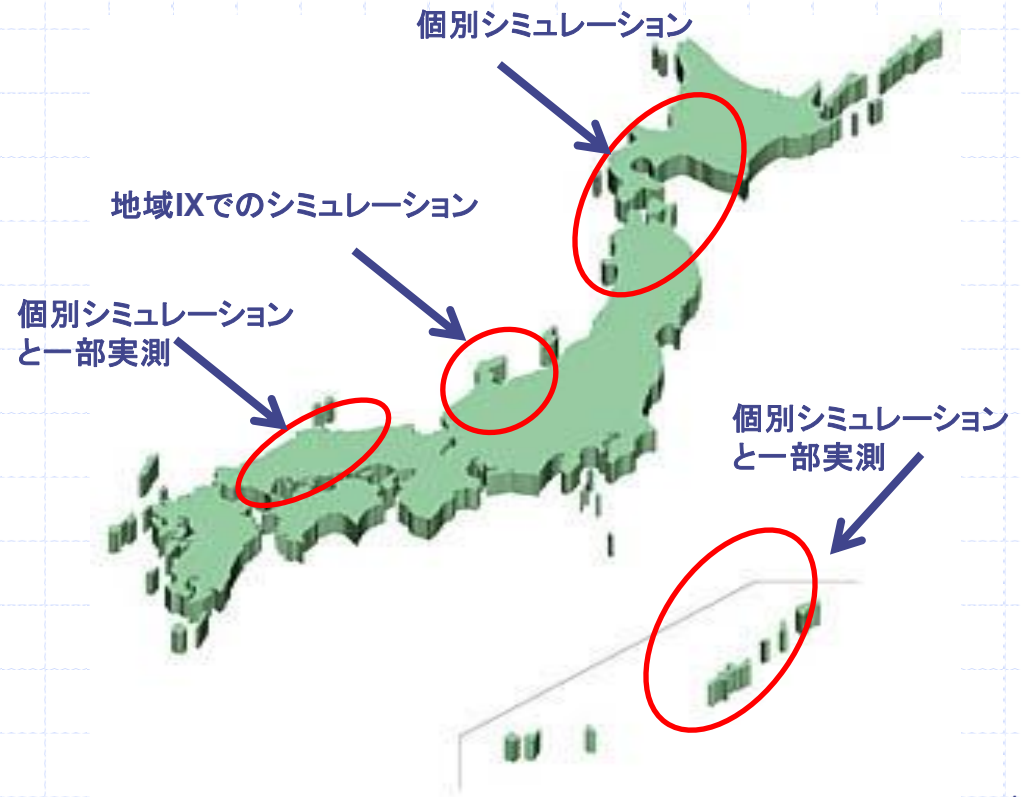
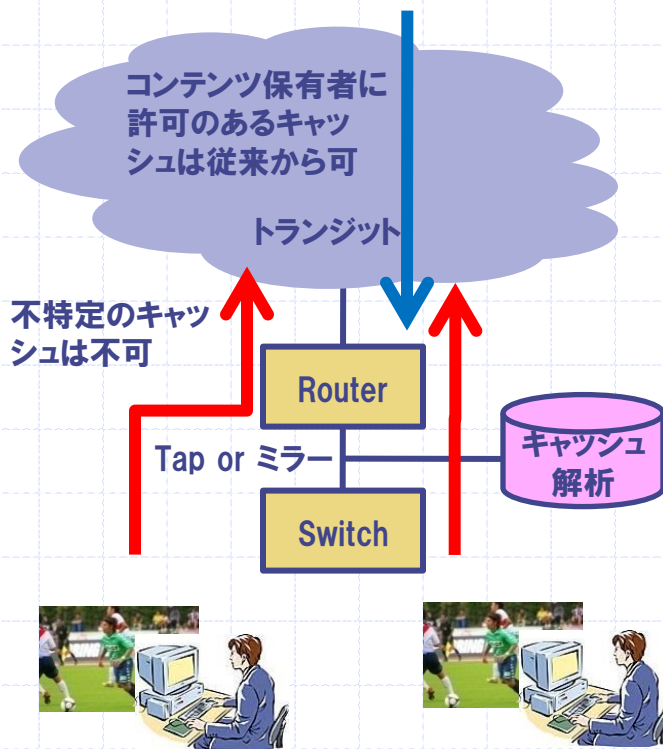
# トラフィック測定から見えて来た課題

- 大手IXを通らないトラフィックが増加している？
  - Hyper Giantsと直接peerしたTier2 ISPのトランジット販売の増加
  - AkamaiやGoogleのCacheの地方展開、地方ISPの自前cache設置
- 地域レベルでのトラフィック変動は把握できていない
  - 地域折り返しトラフィックの増加
  - 地域IXP + NTT-NGN 案4



# キャッシュ効果測定

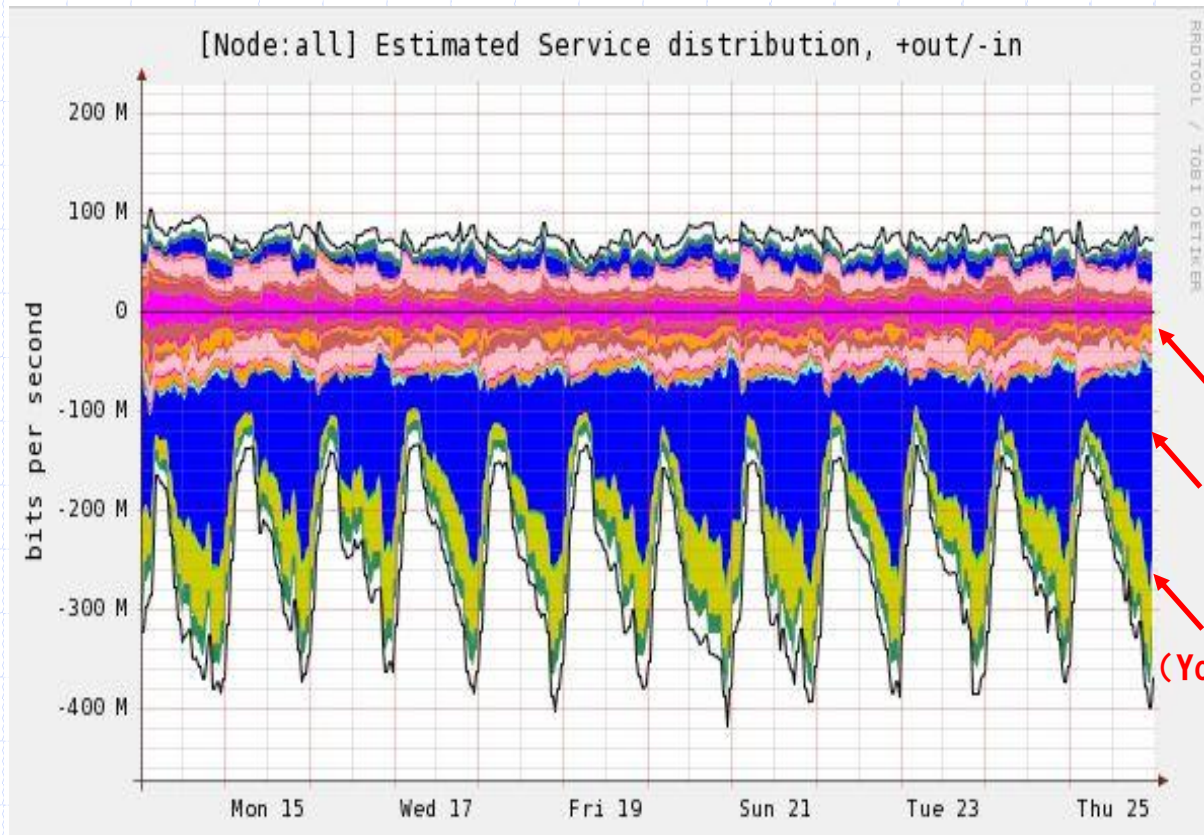
- ▶ 著作権法改正(2010年1月)により、キャッシュを多くのシーンで利用可能
- ▶ 増加傾向をたどるHTTP Flash (Youtubeやニコ動など) に対するNW効率化
- ▶ H21年度 キャッシュシミュレーション
- ▶ H22年度 キャッシュ実測



# キャッシュが有効なトラフィックとは

## ▶ キャッシュ適用した場合に有効なトラフィック

- コンテンツが不正である可能性があるWinny, Shareなどのキャッシュは不可
- Http,CGM (Consumer Generated Media) のキャッシュ適用は可



Cache効果  
が見込まれる

トラフィック解析結果

# 転送料上位ドメイン

▶ 全てキャッシュするのではなく、上位20サイトほどの対応で効果は決まってくる？

| ドメイン名              | 削減率   | 転送Gbyte数 | 転送割合   | httpリクエスト数    | httpリクエスト割合 |
|--------------------|-------|----------|--------|---------------|-------------|
| 合計                 | 26.1% | 62,295   | 100.0% | 1,270,362,491 | 100.0%      |
| youtube.com        | 34.0% | 15,212   | 24.4%  | 11,293,530    | 0.9%        |
| nicovideo.jp       | 23.9% | 3,114    | 5.0%   | 9,755,477     | 0.8%        |
| yahoo-streaming.jp | 0.0%  | 2,345    | 3.8%   | 1,000,000     | 0.0%        |
| fc2.com            | 14.2% | 2,270    | 3.6%   | 1,000,000     | 0.0%        |
| hotfile.com        | 4.1%  | 1,501    | 2.4%   | 1,000,000     | 0.0%        |
| apple.com          | 39.5% | 1,352    | 2.2%   | 1,000,000     | 0.0%        |
| filesolve.com      | 1.4%  | 1,269    | 2.0%   | 1,000,000     | 0.0%        |
| xvideos.com        | 16.0% | 1,235    | 2.0%   | 4,913,784     | 0.4%        |
| megaupload.com     | 8.8%  | 1,157    | 1.9%   | 1,306,580     | 0.1%        |
| googlevideo.com    | 25.4% |          |        |               |             |
| yimg.jp            | 83.7% |          |        |               |             |
| dmm.co.jp          | 3.8%  |          |        |               |             |
| dailymotion.com    | 25.5% |          |        |               |             |
| asg.to             | 5.7%  |          |        |               |             |
| llnwd.net          | 16.6% | 537      | 0.9%   | 706,145       | 0.1%        |
| megavideo.com      | 30.4% | 537      | 0.9%   | 1,099,573     | 0.1%        |
| yahoo.co.jp        | 16.7% | 490      | 0.8%   | 46,330,256    | 3.6%        |
| rapidshare.com     | 0.2%  | 463      | 0.7%   | 69,229        | 0.0%        |
| playstation.net    | 45.6% | 459      | 0.7%   | 1,939,669     | 0.2%        |
| caribbeancom.com   | 11.7% | 443      | 0.7%   | 1,662,700     | 0.1%        |
| filesonic.com      | 5.4%  | 391      | 0.6%   | 129,889       | 0.0%        |
| blip.tv            | 75.6% | 372      | 0.6%   | 33,603        | 0.0%        |
| rakuten.co.jp      | 31.4% | 362      | 0.6%   | 30,639,039    | 2.4%        |

Youtubeが25%程度  
以降ニコニコ動画、Gyaoなど  
どのISP/CATVも近い状況

最近の特徴は  
ファイル共有サービス

|  |        |
|--|--------|
|  | ファイル共有 |
|  | 動画     |
|  | アダルト動画 |
|  | その他    |

# HyperGiant( Youtube )等への対応として

## ▶ 地方ISP/CATVとして取り得る手段は？

| 地方ISP | 概要            | メリット                     | デメリット                                 |
|-------|---------------|--------------------------|---------------------------------------|
| ISP-1 | 大手IXでCPとPeer  | IXでトラフィック解消              | 大手IXまでのL2費用、Latency                   |
| ISP-2 | Googleキャッシュ設置 | 無料？トラフィック解消<br>Latency改善 | Googleとの守秘、Blackbox<br>Googleのみのキャッシュ |
| ISP-3 | 自前キャッシュ設置     | トラフィック解消<br>Latency改善    | キャッシュ装置コスト                            |

自前でキャッシュを設置する場合について実証





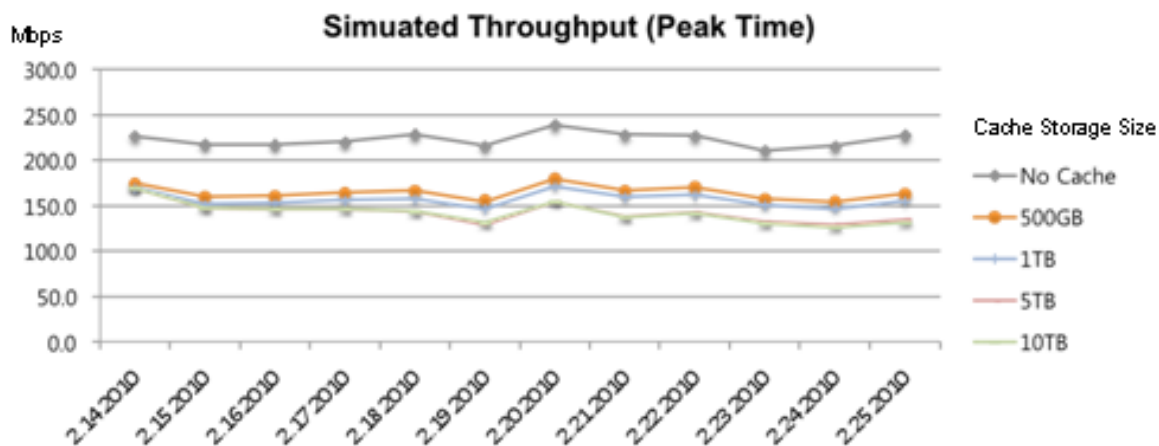
# 各種キャッシュ装置を実検証

| 製品<br>比較項目     | A社                  | B社                          | C社                                    |
|----------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| 提供形態<br>(HW関連) | ソフトウェア              | アプライアンス<br>(単一ラインナップ)       | アプライアンス<br>(複数ラインナップ)                 |
| 対応プロトコル        | HTTP                | HTTP                        | HTTP、P2P                              |
| コンテンツフィルタ      | 機能あり                | 機能あり                        | 機能あり                                  |
| キャッシュ方式        | ユーザ通信終端による<br>キャッシュ | ユーザ通信終端による<br>キャッシュ         | ユーザ通信の観測による<br>キャッシュ                  |
| 透過型キャッシュ       | 可能                  | 可能                          | 可能                                    |
| 分散キャッシュ        | 可能                  | 不可                          | 不可                                    |
| IPv6対応         | 対応予定                | 対応予定                        | 対応予定                                  |
| キャッシュ効果        | 20-40%              | 20-40%                      | 20-40%                                |
| 特徴             | ・HWに非依存             | ・定義ファイルの自動更新<br>・部分キャッシュが可能 | ・高効率ファイルを中心に蓄積(例:3回ヒットで<br>キャッシュから応答) |

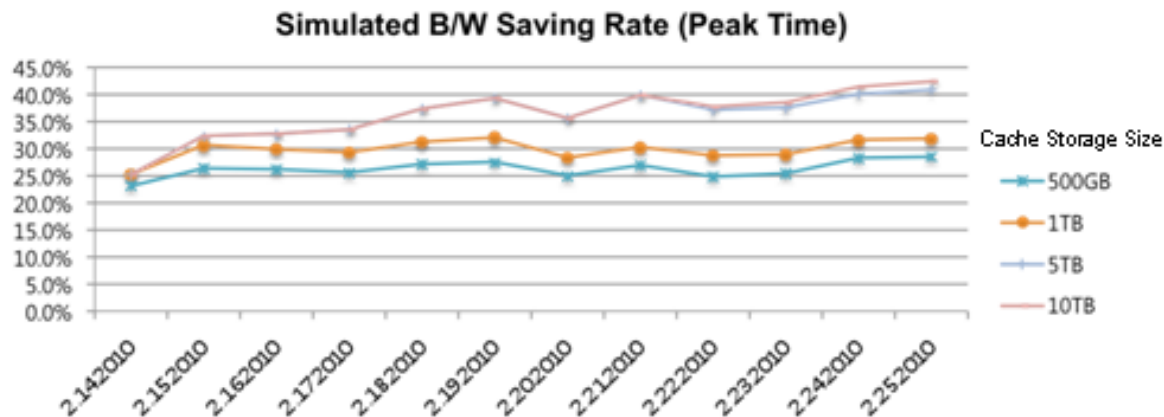
# キャッシュシミュレーション事例

- ▶ ISP単体で見た場合HTTP,CGMに対し30%~40%のトラフィック削減効果あり
- ▶ だいたいトラフィック全体では30%程度削減を予測
  - キャッシュ効果はストレージの容量が関係
  - 蓄積するコンテンツが多いほどキャッシュヒット率が向上

トラフィックレート



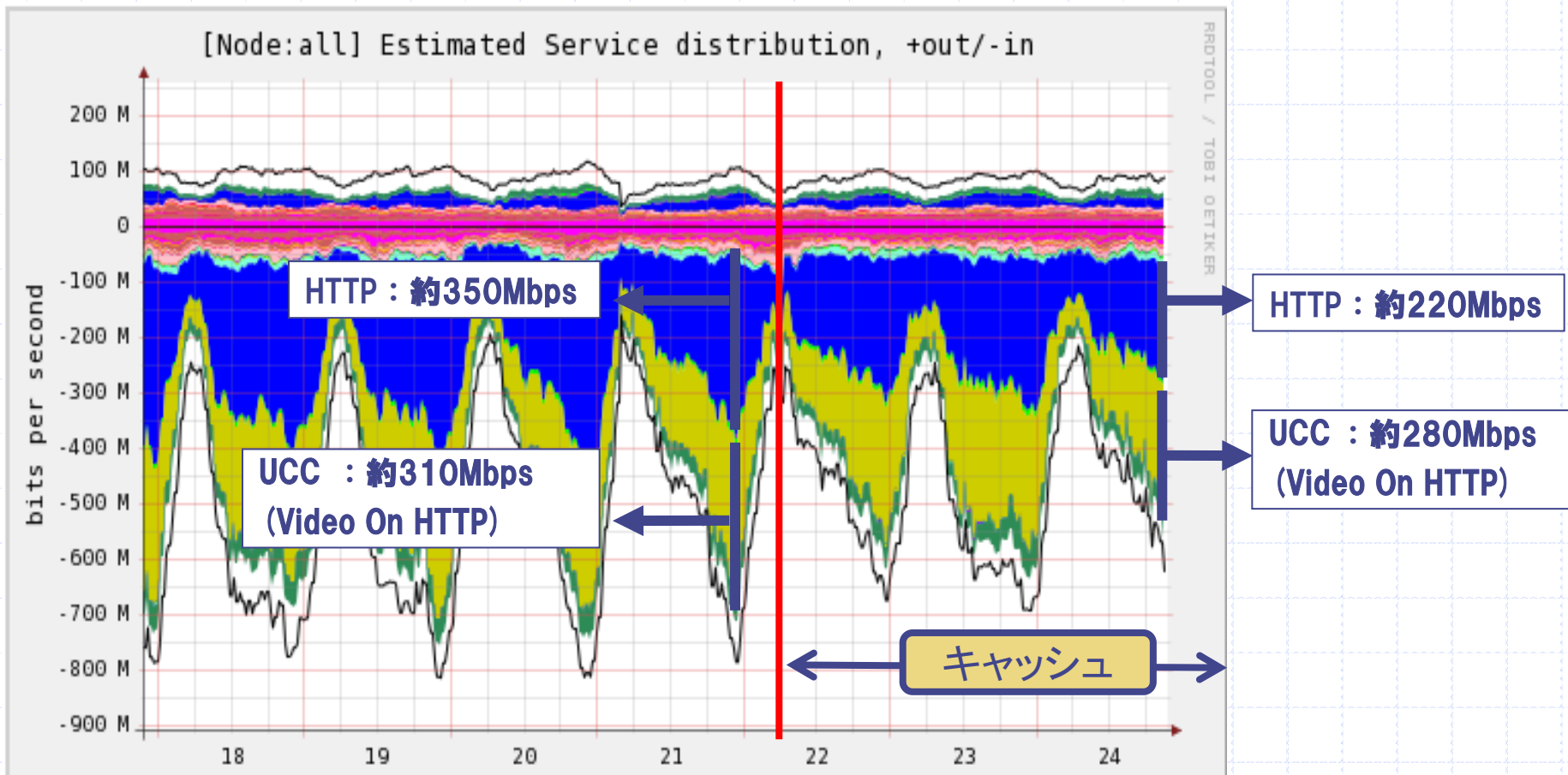
トラフィック削減率



# キャッシュ実証事例①-1

▶ ユーザ数万人のISP/CATVにてキャッシュ効果を1ヶ月程度確認

■ P2P帯域制御を実施の後にキャッシュを適用

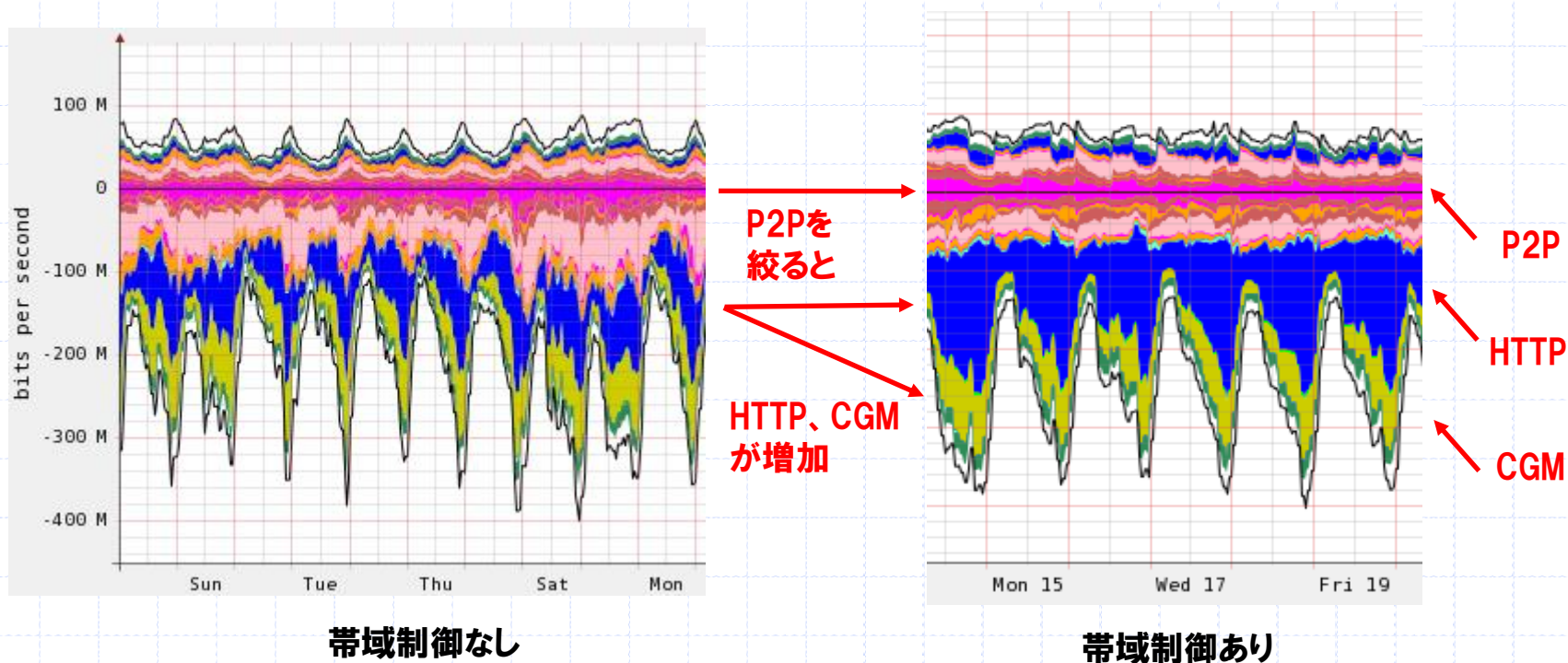


Webトラフィック削減効果:  $1 - (220\text{Mbps} + 280\text{Mbps}) / (350\text{Mbps} + 310\text{Mbps}) \doteq 25\%$



# 帯域制御に加えてキャッシュを実施する場合の有効性

- ▶ P2Pを帯域制御した場合でも、トラフィックの総量は減少せず
  - P2Pが利用していた帯域をHTTP、CGMが占有
  - HTTP、CGMに対してキャッシュを実施することで、さらなるNWの効率利用が可能



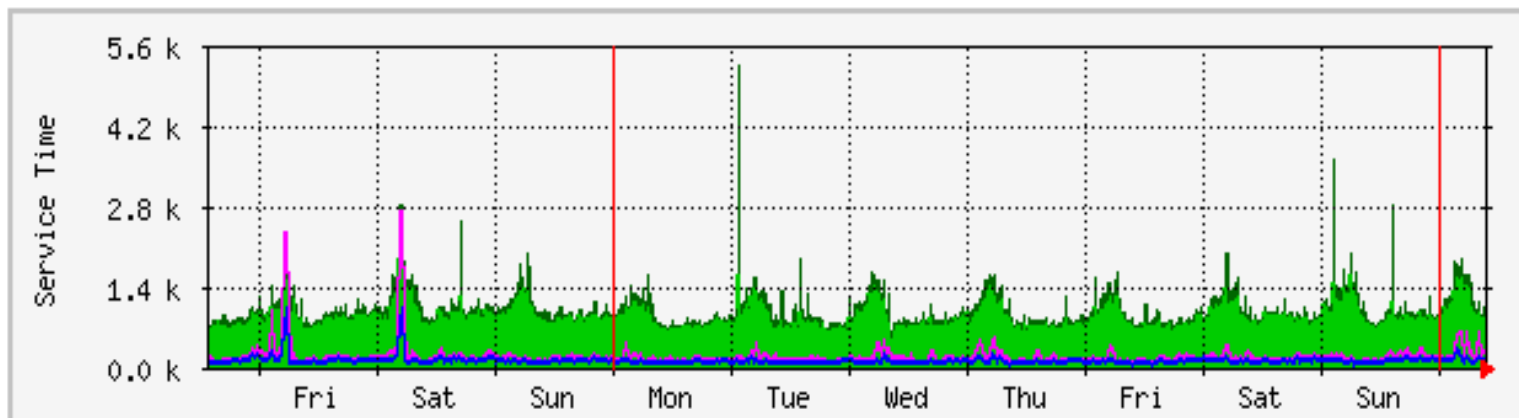
トラフィック解析結果の比較

# キャッシュ実証事例①-2

## ▶ Latencyは向上

- 回線価格は、複数社競合させる、新技術などで削減できる要素
- Latencyについてはこれまで対処方法が無かったが向上させることができる

Weekly Graph (30 Minute Average)



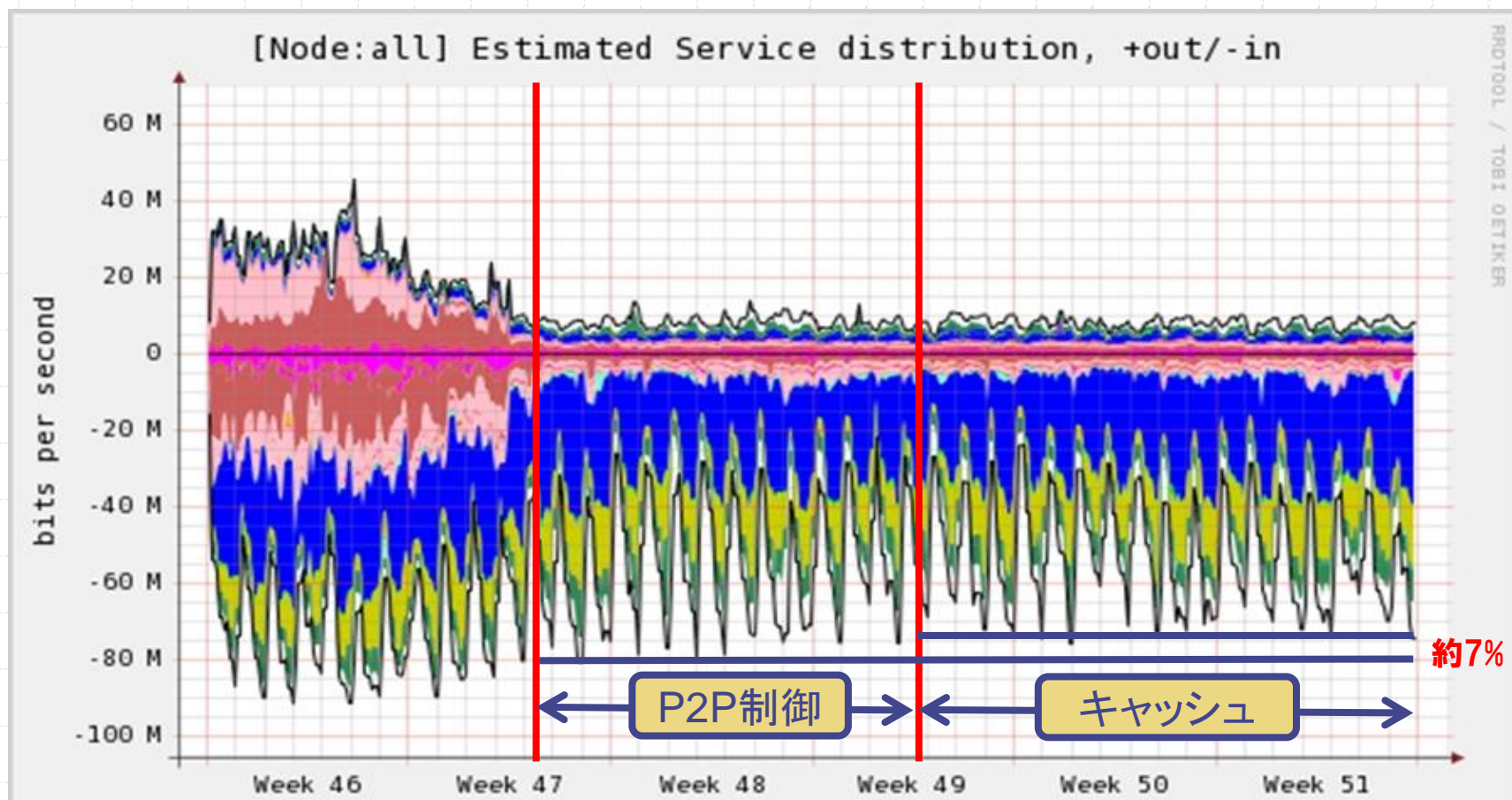
|           | Max         | Average    | Current    |
|-----------|-------------|------------|------------|
| Average : | 5259.0 msec | 899.0 msec | 780.0 msec |
| Hit :     | 2701.0 msec | 102.0 msec | 87.0 msec  |

クライアントへのレスポンスが平均で約9倍以上向上

## キャッシュ実証事例②

▶ ユーザ**数千人**のISP/CATVにてキャッシュ効果を1ヶ月程度確認

- P2P帯域制御を実施の後にキャッシュを適用

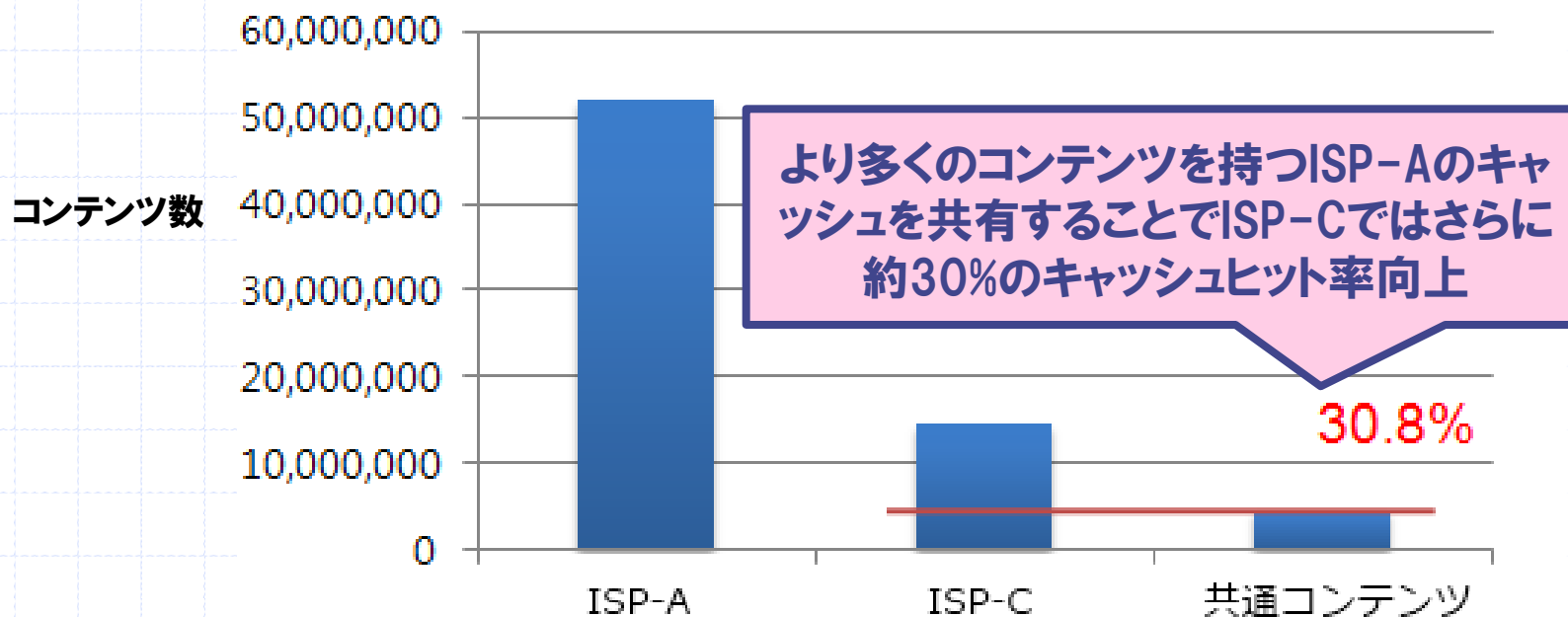


# さらなる効率化のために① キャッシュ連携

▶ 異なるISPのキャッシュを連携(共有)することでキャッシュヒット率が向上

- キャッシュの共有により、多くのコンテンツを参照可能  
⇒ キャッシュのヒット率の上昇
- ISPのキャッシュコストを共同負担するモデルもありうる

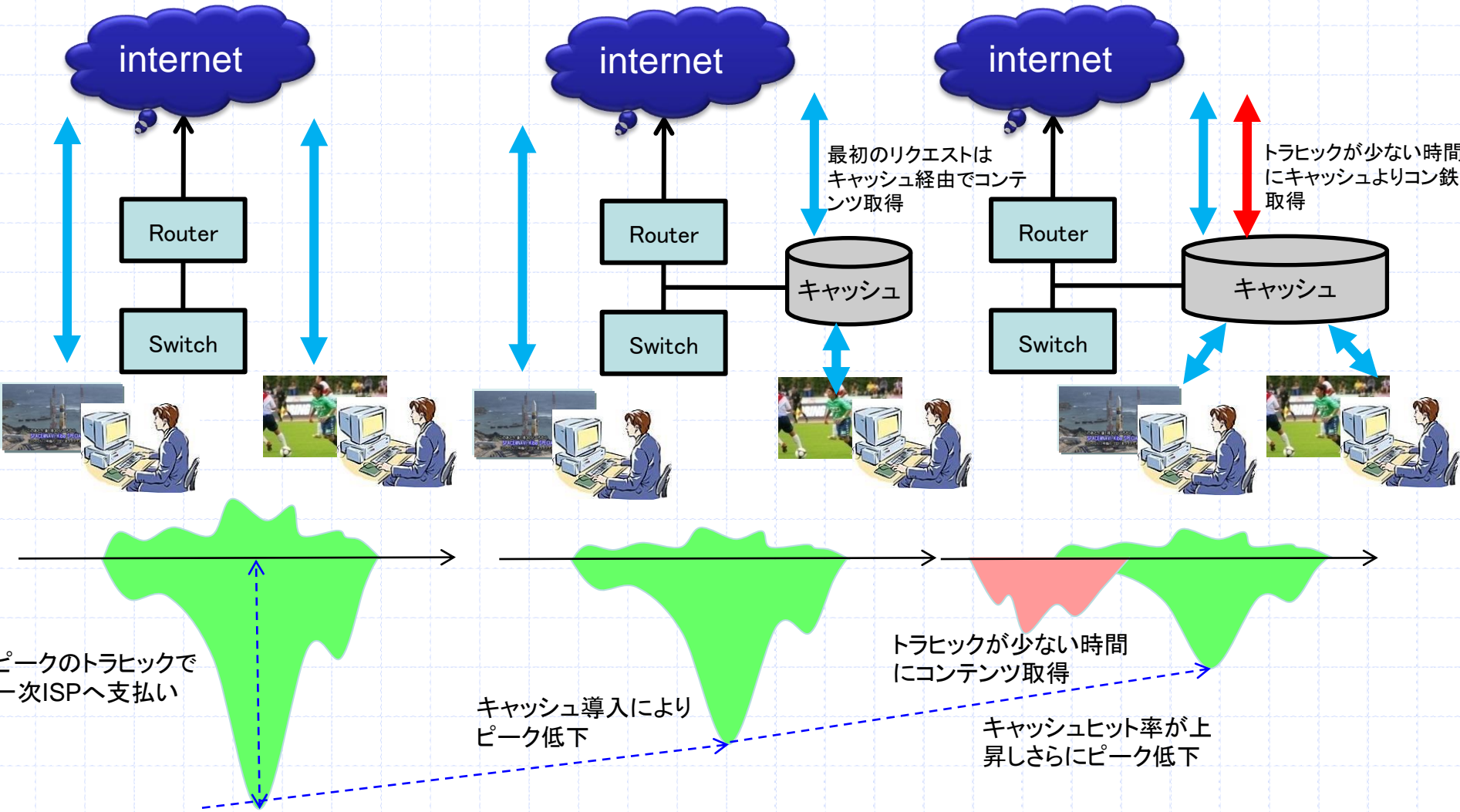
## Number of Total Stored Contents



キャッシュを共有した場合の効果

# さらなる効率化のために② 事前のキャッシュ

- ISPのトラフィックが少ない時間帯にコンテンツをため込むエコ利用
- アクセスの多いコンテンツをキャッシュするためより効率的





# キャッシュ導入における課題？

著作権法の改正



キャッシュが合法に

実証して効果がある

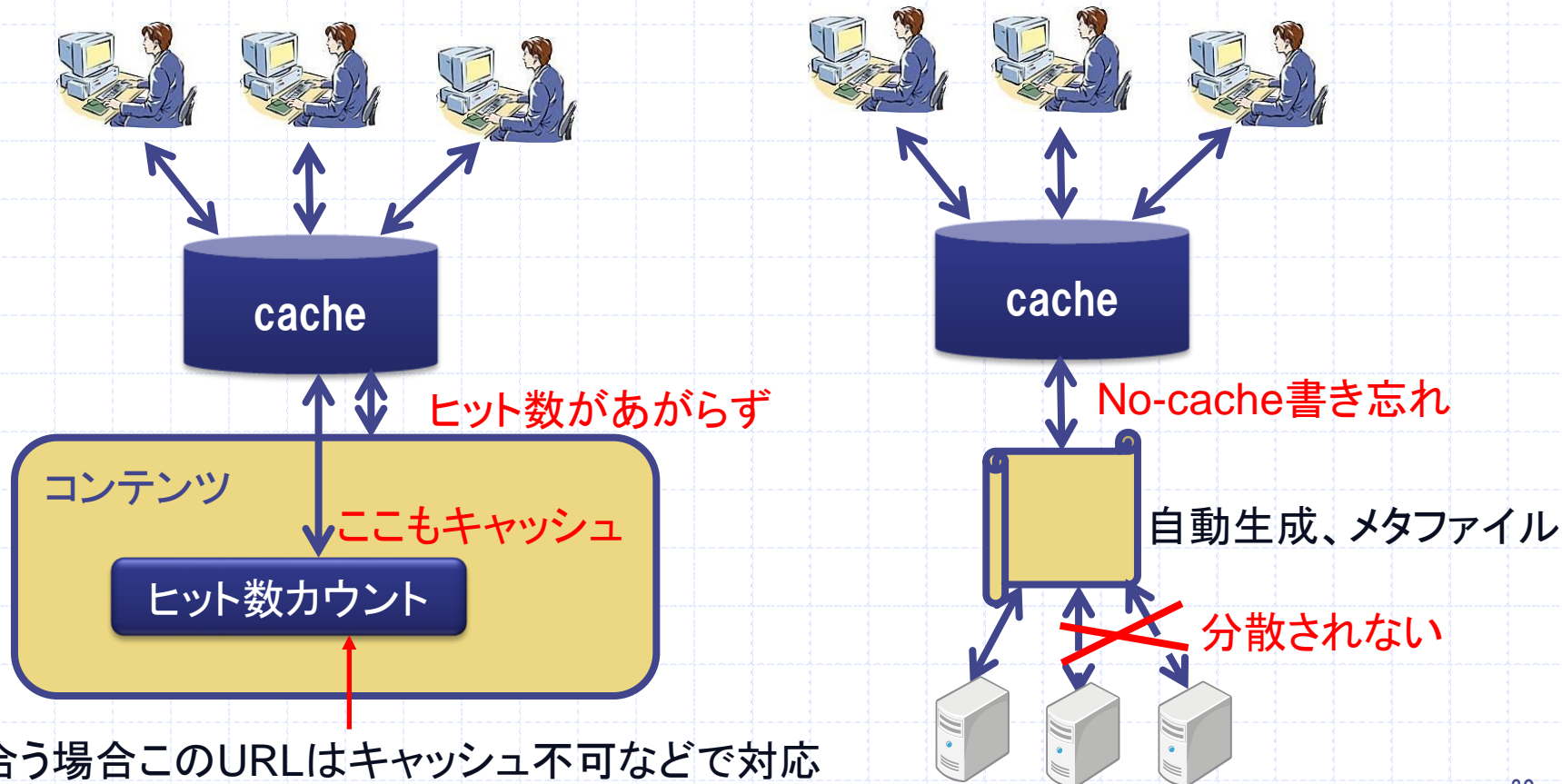


どんどんキャッシュを導入  
課題は無い？。。。。

# コンテンツプロバイダ,ISP,キャッシュメーカの連係が必要？

## ▶ コンテンツプロバイダ、ISP、キャッシュメーカの連係が必要

1. アクセス数を元にアフィリエイトを算出する場合
2. HTMLの知識不足などでキャッシュされてしまう場合
  - 従来のCDN事業においてもある課題ではあるが、コンテンツプロバイダと話し合いの上のキャッシュではなく任意にキャッシュする場合は問題が発生する確率が高くなる？



# まとめ

- ▶ キャッシュによる効果は確認できた
  - とわいえシミュレーションどおりとは行かない点も若干
- ▶ ユーザ数が少ないISP/CATVにはキャッシュ連係が効果的
- ▶ キャッシュを導入することによりLatencyが改善
  - 地域ISP/CATVが持つ距離遅延を解決する可能性がある

## 【将来検討】

- ▶ キャッシュ連係機能について検証
  - 個々のキャッシュ内容に基づき、最適なキャッシュへのトラフィック誘導
  - IX内に共用キャッシュを持つ場合についてのトラフィック誘導
- ▶ キャッシュが持つ特性を有効活用したトラフィック効率化の検討

## 【課題】

- ▶ コンテンツプロバイダ、ISP、キャッシュメーカーの連係が必要
  - アクセス数を元にアフェリエイトを算出する場合
  - HTMLの知識不足などでキャッシュされてしまう場合



# 余談:トラフィック測定において見えてくる事

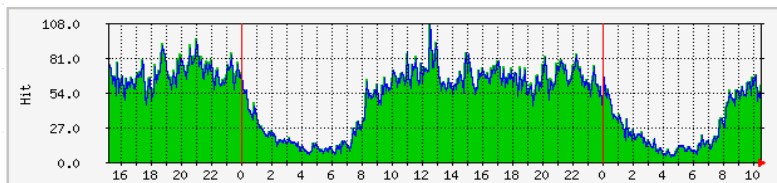
## ▶トラフィック詳細を見ることでBOT感染?とみられる事例も

- トラフィック量ではみられなかった異常がHTTPのリクエストから判明する場合あり

Hit Request/sec(毎秒のHITリクエスト数)

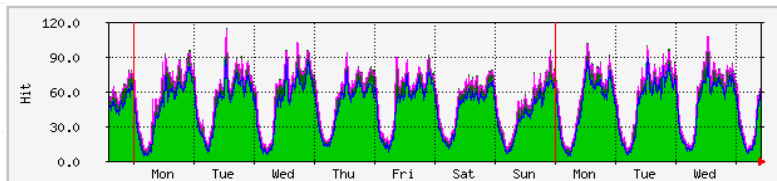
Miss Request/sec(毎秒のMISSリクエスト数)

~Daily~ Graph (5 Minute Average)



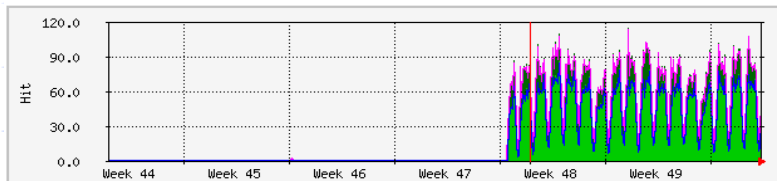
|             | Max        | Average   | Current   |
|-------------|------------|-----------|-----------|
| Total Hit:  | 107.0 /sec | 49.0 /sec | 60.0 /sec |
| Memory Hit: | 106.0 /sec | 47.0 /sec | 58.0 /sec |

~Weekly~ Graph (30 Minute Average)



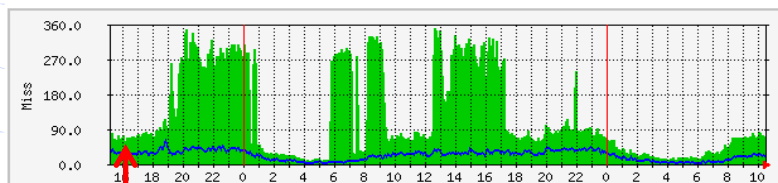
|             | Max        | Average   | Current   |
|-------------|------------|-----------|-----------|
| Total Hit:  | 115.0 /sec | 47.0 /sec | 62.0 /sec |
| Memory Hit: | 113.0 /sec | 46.0 /sec | 60.0 /sec |

~Monthly~ Graph (2 Hour Average)



|             | Max        | Average   | Current   |
|-------------|------------|-----------|-----------|
| Total Hit:  | 115.0 /sec | 47.0 /sec | 35.0 /sec |
| Memory Hit: | 113.0 /sec | 45.0 /sec | 34.0 /sec |

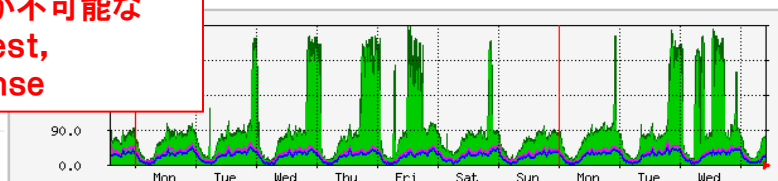
~Daily~ Graph (5 Minute Average)



|              | Max        | Average    | Current   |
|--------------|------------|------------|-----------|
| Total Miss:  | 357.0 /sec | 119.0 /sec | 71.0 /sec |
| Cached Miss: | 61.0 /sec  | 22.0 /sec  | 19.0 /sec |

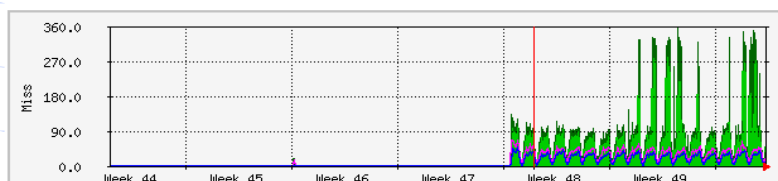
Cacheが不可能な  
Request,  
Reponse

~Weekly~ Graph (30 Minute Average)



|              | Max        | Average   | Current   |
|--------------|------------|-----------|-----------|
| Total Miss:  | 357.0 /sec | 83.0 /sec | 72.0 /sec |
| Cached Miss: | 62.0 /sec  | 21.0 /sec | 23.0 /sec |

~Monthly~ Graph (2 Hour Average)



|              | Max        | Average   | Current   |
|--------------|------------|-----------|-----------|
| Total Miss:  | 357.0 /sec | 73.0 /sec | 48.0 /sec |
| Cached Miss: | 66.0 /sec  | 21.0 /sec | 12.0 /sec |