



# P2P通信技術: BitTorrentプロトコルを用いた 大容量データ配信

株式会社コナミデジタルエンタテインメント 佐藤 良

## 自己紹介



### • 仕事

- オンラインゲームのネットワーク技術開発
  - 2004～ NAT越え
  - 2006～ BitTorrent



- チームへの技術サポート

### • 趣味

- 習い事
  - 経済難でお休み中
- 水泳
  - PS3®もダイエット成功したらしいので、頑張ろう



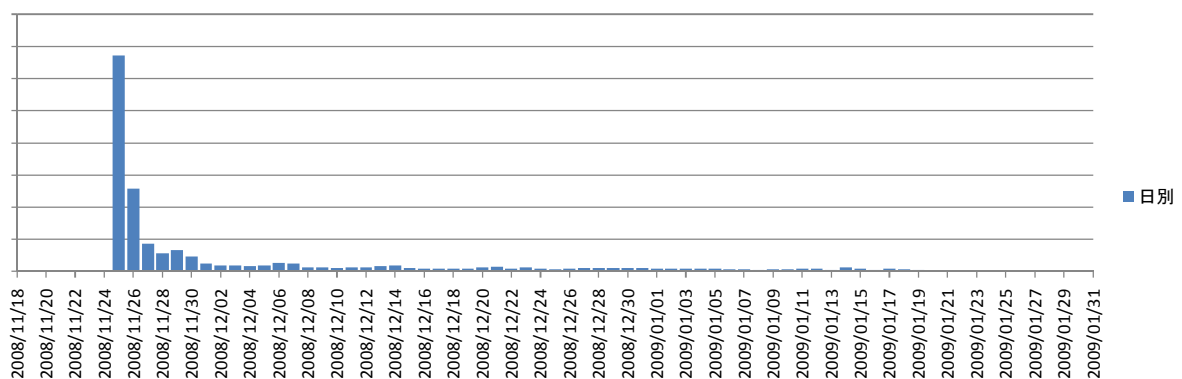
- 様々な物がダウンロードできる
  - ゲーム本体
  - パッチ
  - 追加データ
  - ムービー



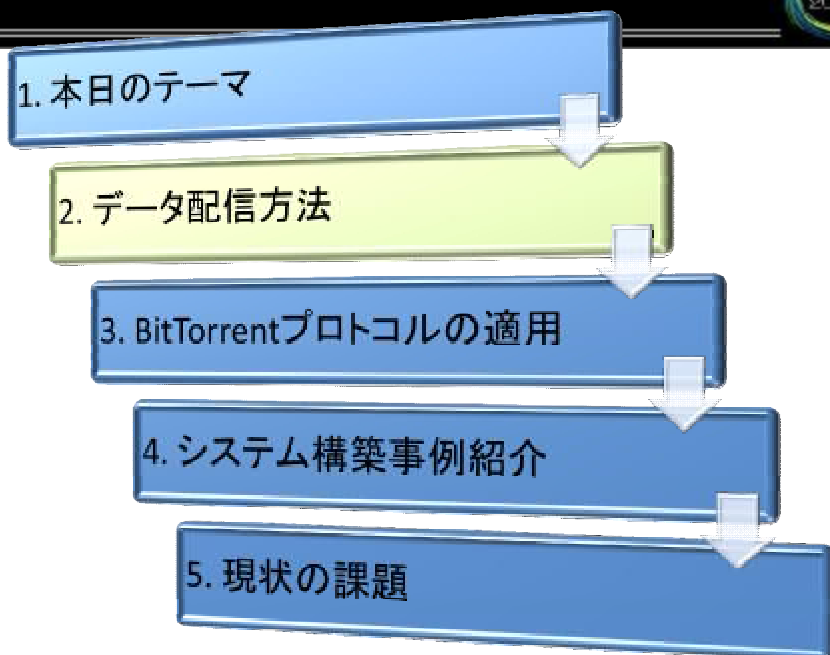
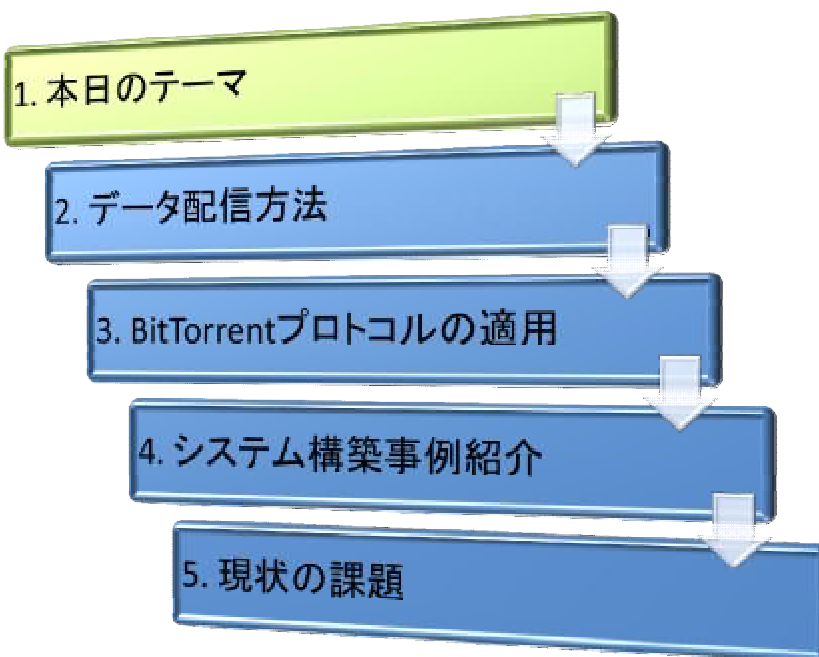
- ダウンロードしたことはありますか？
  - 快適にダウンロードできましたか？
- 配信されている方はおられますか？
  - ダウンロード集中で困ったことはありませんか？
  - 配信費用がかさんでいませんか？

## 大容量データを配信する方法

- あるパッチの日別ダウンロード数の変化

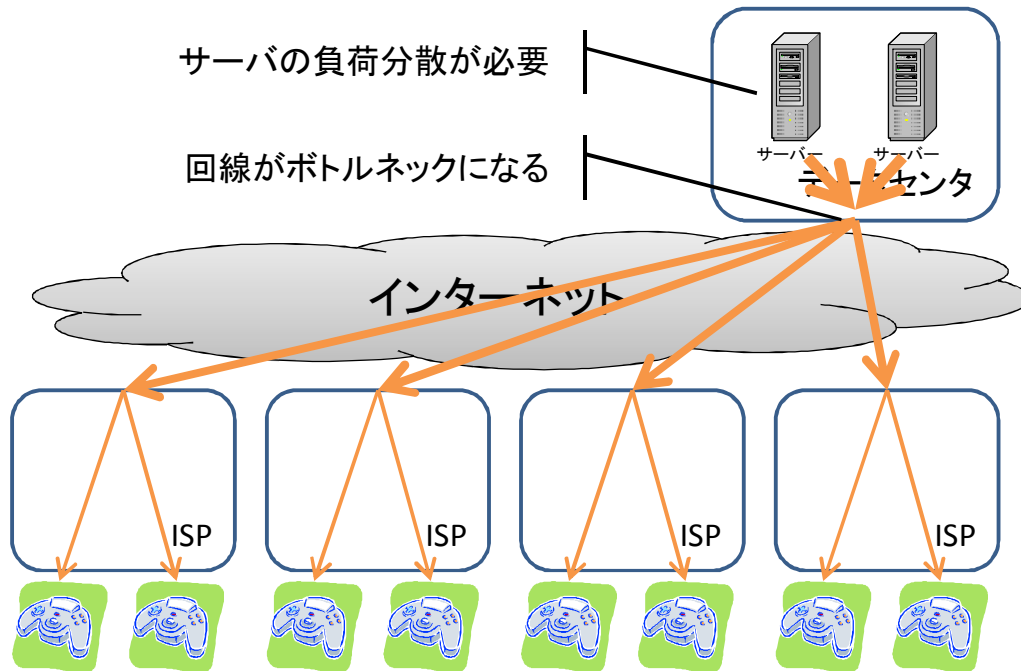


- ピーク帯域を保証する設備を用意するか？
  - そもそも用意できるのか？



## 2. データ配信方法

- Webサーバで配信



- 問題点

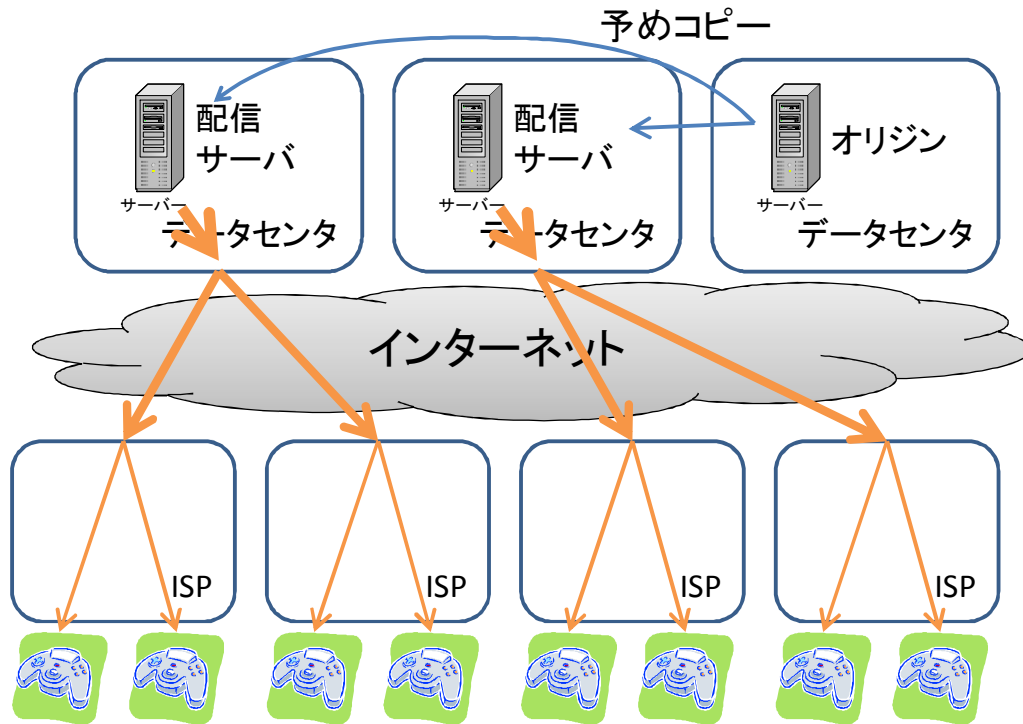
- 回線のボトルネック

- ピーク時のトラフィックが大きく、数日で治まってしまいう  
» 通常時の100倍あるケースも....
- 海外への配信で速度が出ない

- 解決策

- ① ダウンロードが集中しないようにする
- ② サーバ増設、回線帯域増強する
- ③ CDN(コンテンツデリバリーネットワーク)を利用する
  - 複数のデータセンター(DC)から配信するタイプ
  - ISPキャッシュするタイプ
- ④ P2P通信を利用する

# CDN (複数DC) で配信

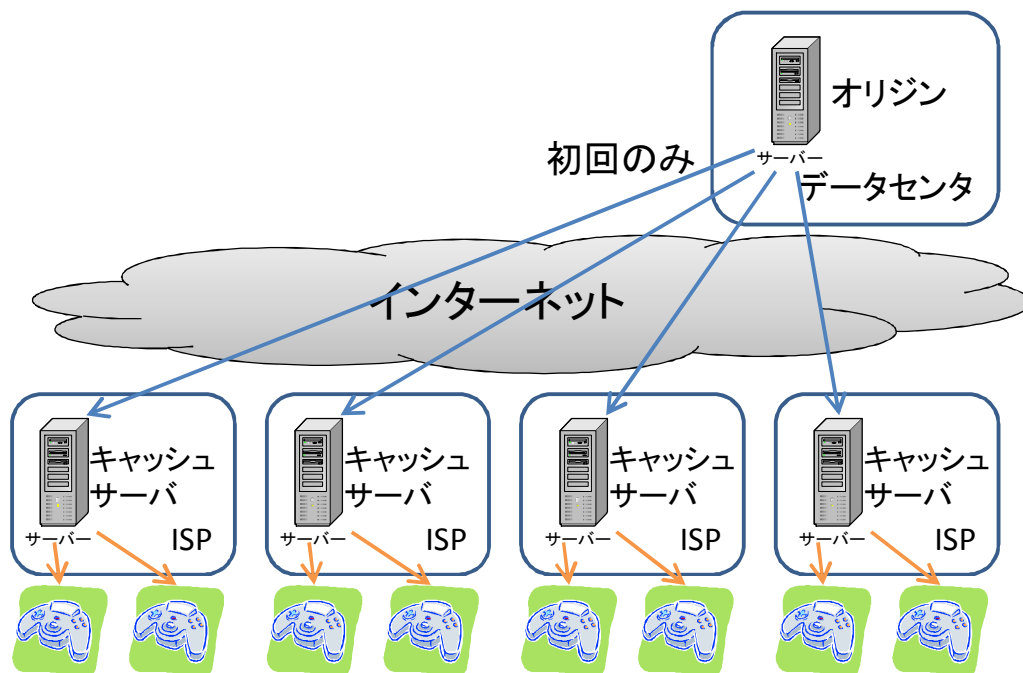


2009/9/1

**KONAMI**

8/50

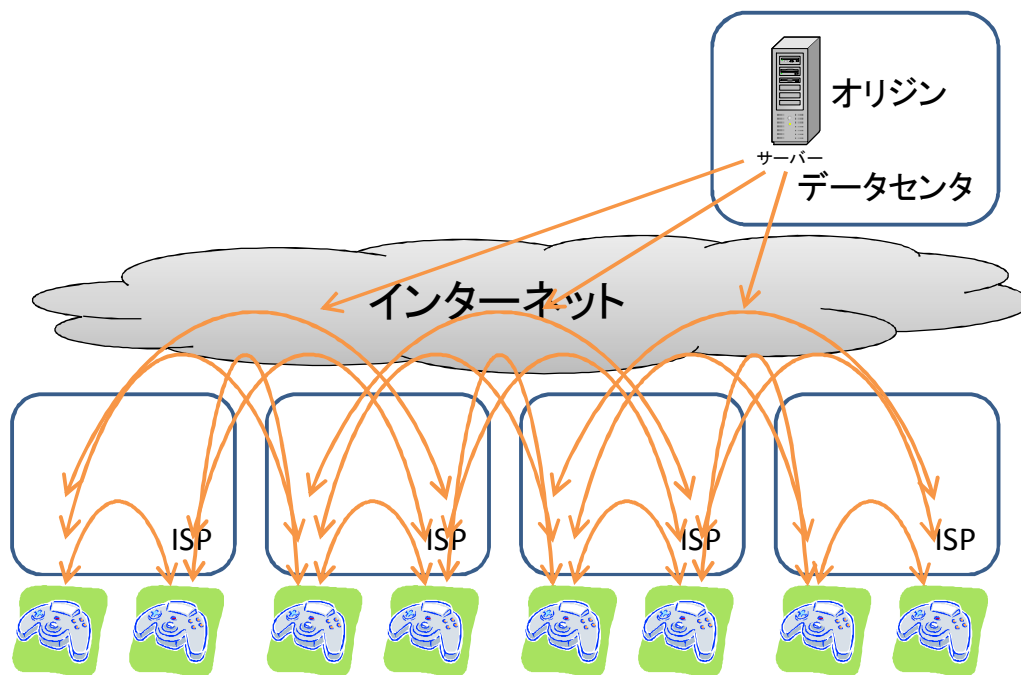
# CDN (ISPキャッシュ) で配信



2009/9/1

**KONAMI**

9/50



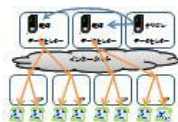
## 月額費用の試算例

- 目標スペック (0.5GB × 4万DL = 20TB, ピーク2Gbps)
- 費用の比較



- Webサーバで配信 (1Gbps共用, 2台)
  - » 10Mbps共用, 2台 17,600円/月
  - » 1Gbps共用オプション × 2 420,000円/月

**計437,600円/月**



- CDN (20円/GB)
  - » 配信料 400,000円/月
  - » オリジンサーバ (10Mbps共用, 1台) 7,800円/月

**計407,800円/月**



- P2P (10Mbps共用, 4台) 31,200円/月

# 比較表



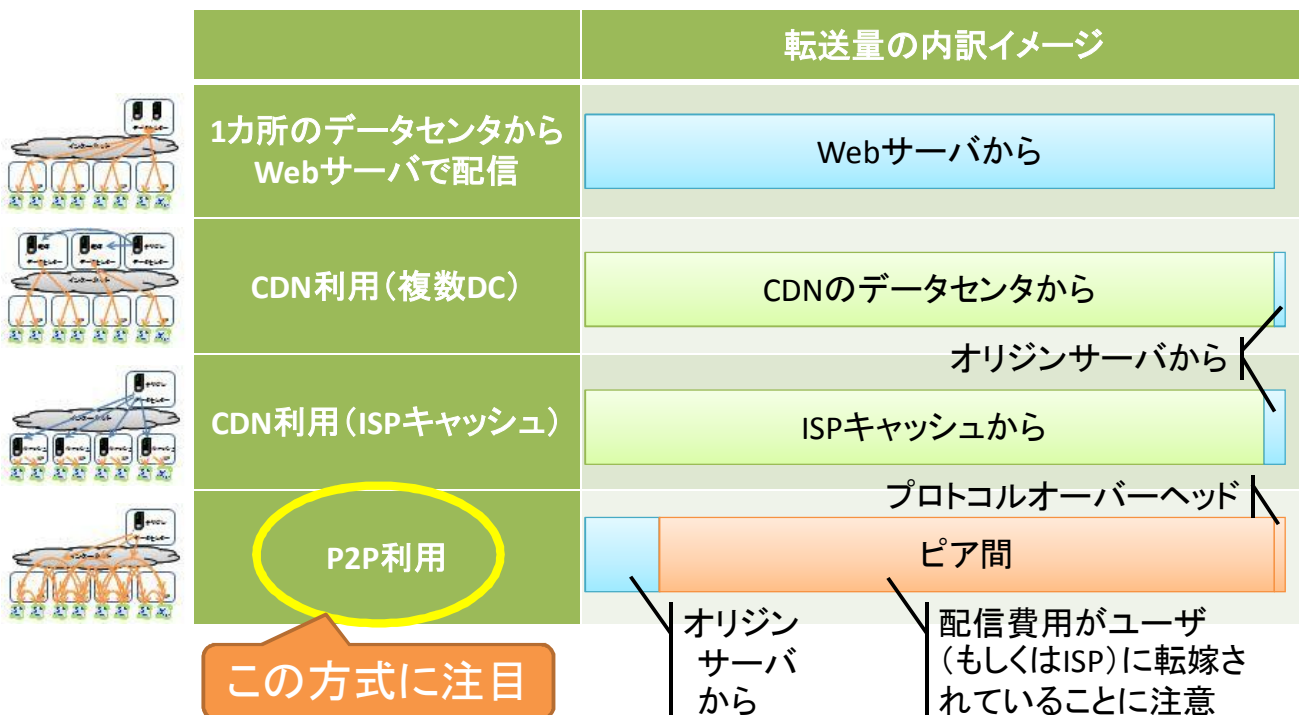
	費用	帯域 自社で用意すべき	非集中時 配信速度	集中時 配信速度	配信初期 速度	アクセス集中 耐性	ワールド ワイド配信
 1カ所のデータセンターから Webサーバで配信	高	多	○	×	○	×	△
 CDN利用(複数DC)	高	極少	◎	○~△	◎	○	○
 CDN利用(ISPキャッシュ)	高	小	◎	○~△	○	○	◎
 P2P利用	低	小	○~×	◎~×	△~×	◎	△

2009/9/1

**KONAMI**

12/50


# 総転送量はほとんど同じ



2009/9/1

**KONAMI**

13/50

- いろいろあるが....
    - 採用条件
      - 配信ファイルを管理できる
      - 匿名性が無い
      - こなれている
- 
- BitTorrentプロトコルを採用
    - 特徴
      - 商用版、オープンソース版がある
      - LinuxのディストリビューションやPCゲームの配布で実績がある
      - クライアントのIPアドレスが分かる

1. 本日のテーマ

2. データ配信方法

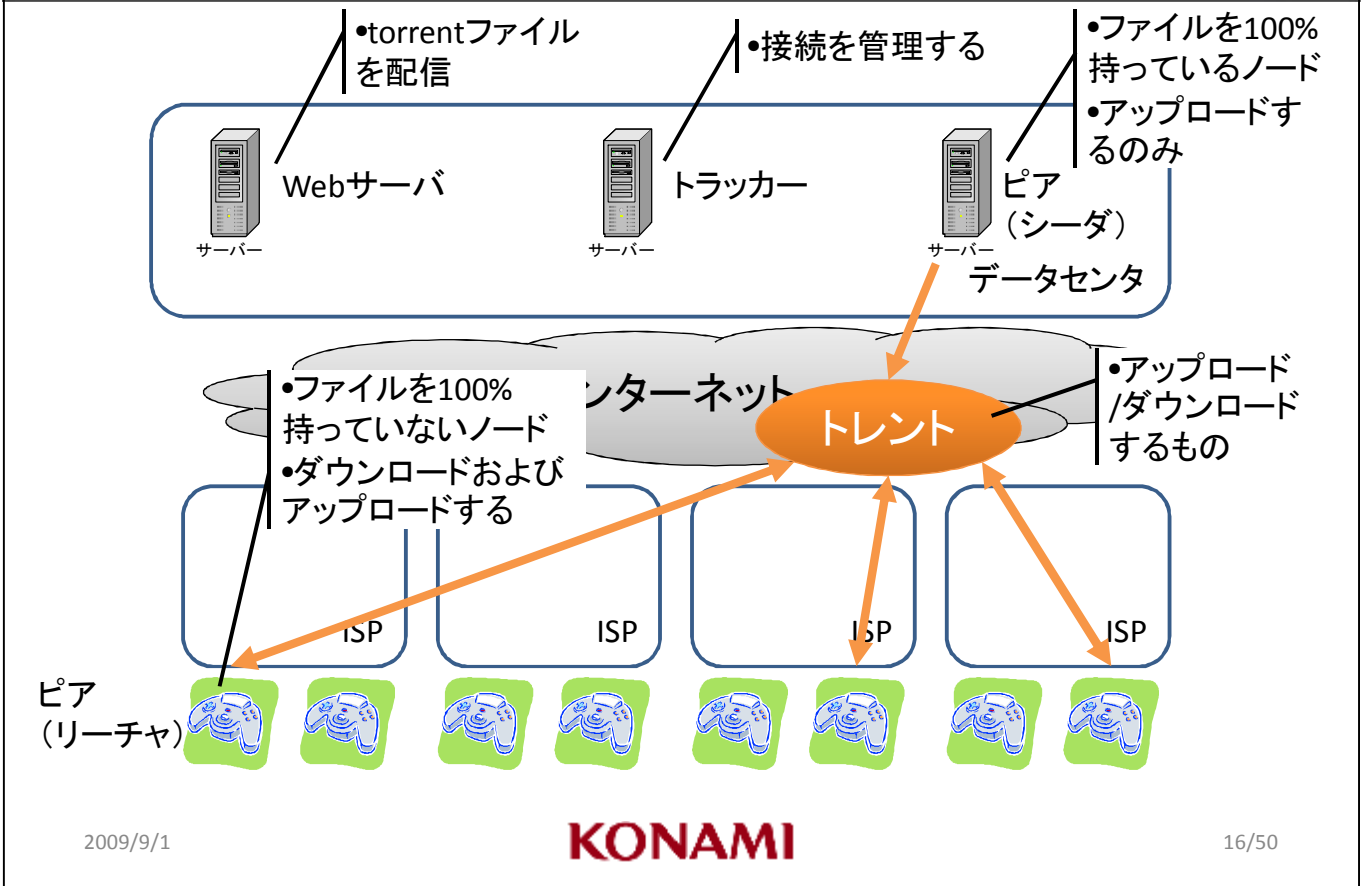
3. BitTorrentプロトコルの適用

4. システム構築事例紹介

5. 現状の課題

## 3. BitTorrentプロトコルの適用





## torrentファイル(メタファイル)の内容

- announceキー
  - **トラッカーのURL**(アナウンスURL)
- infoキー
  - ピース長
  - 各ファイルの情報
    - パス名/ファイル名
    - ファイルサイズ
  - ピース情報
    - ハッシュテーブルサイズ
    - 各ピースのハッシュ値

```

C:\Windows\system32\CMD.EXE
D:\ybitdemo>transmissioncli -i mcomovie.torrent
Transmission 0.72 (1814) - http://transmission.m0k.org/

hash:      8898767a75b2ba8da5a08b54e6fd40e652b41788
announce-list:
tier 0: http://172.16.100.1/tracker/tracker.php/announce
size:      867445556 (1854 * 524288 + 273204)
file(s):
mcomovie/MGO_CAP(sorenson3).mp4 (206983138)
mcomovie/MGO_TGS2007-JJ.mov (680462418)

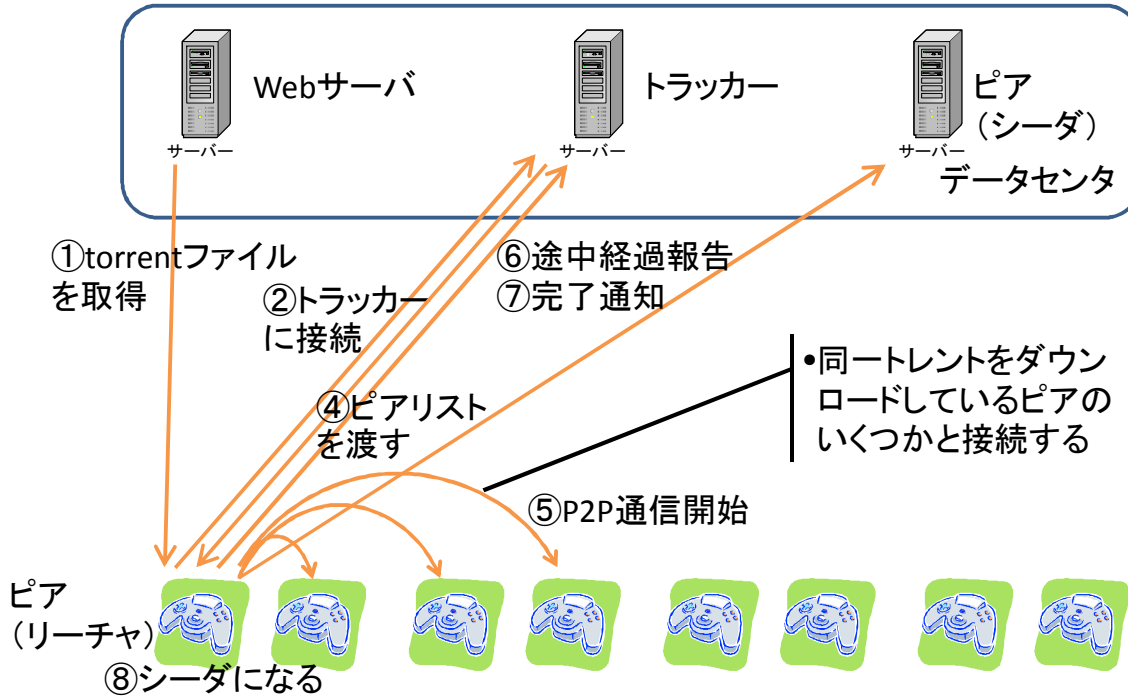
D:\ybitdemo>
    
```

ツールで表示することができる

# ダウンロード手順



## ③ torrentファイルの登録確認



2009/9/1

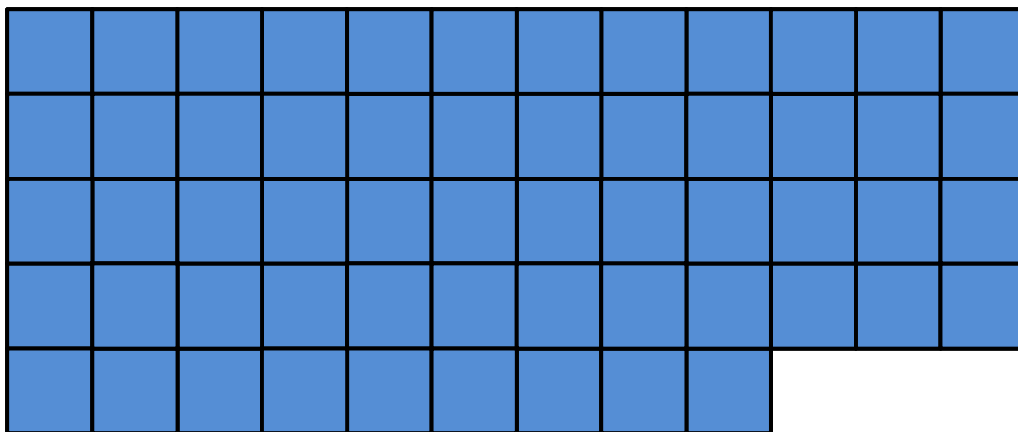
KONAMI

18/50

# トレントのダウンロードイメージ



- ピースに分割してデータをやりとりする
  - ピースサイズ=256KB~数MB程度
- 基本的にランダムにリクエストする



■ リクエスト中

■ ダウンロード済み

2009/9/1

KONAMI

19/50

1. 本日のテーマ

2. データ配信方法

3. BitTorrentプロトコルの適用

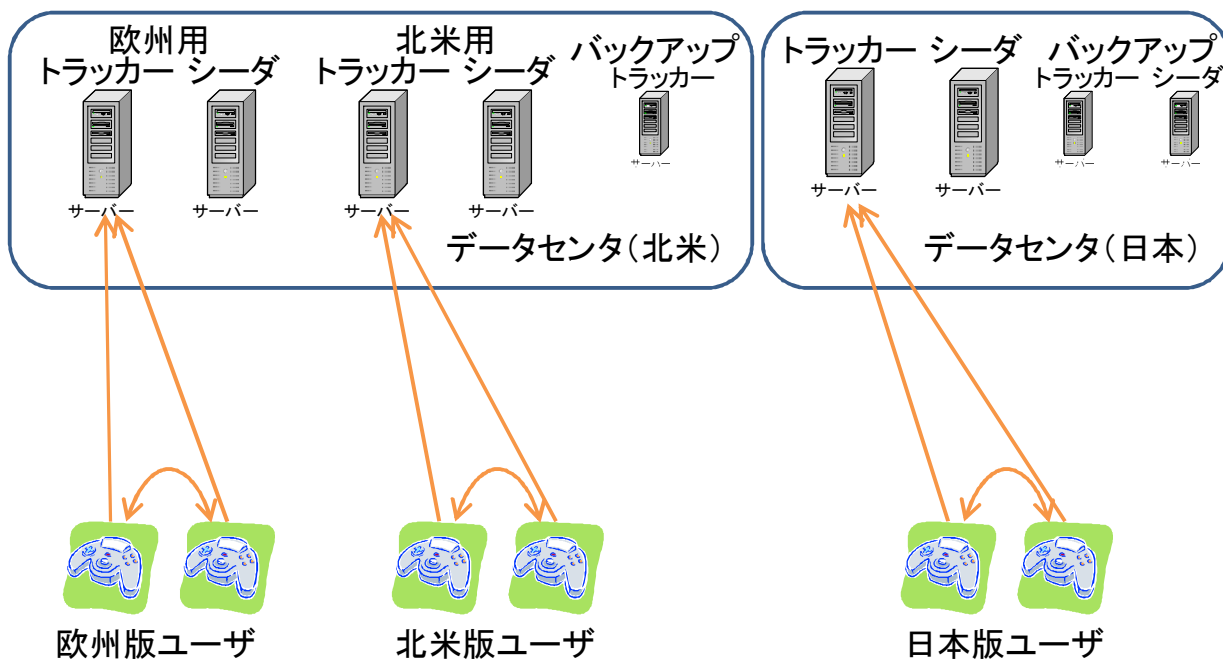
4. システム構築事例紹介

5. 現状の課題

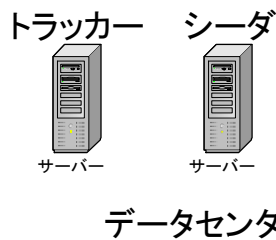
## 4. システム構築事例紹介

## ハードウェア構成

### • METAL GEAR ONLINEの場合



ソフト名	ライセンス
PHPBTracker+ 2.2	GPL
PHP 5.2	PHP License
Apache 2.0	Apache License
MySQL 5.0	GPL



## PHPBTracker+のステータスページ

- Webブラウザでアクセスする

### トレントの統計情報

データをソートするには、項目名のリンクをクリックして下さい。

<a href="#">名前/ハッシュ情報</a>	<a href="#">サイズ</a>	CRC32	<a href="#">追加した日時</a>	<a href="#">UL</a>	<a href="#">DL</a>	<a href="#">完了</a>	<a href="#">転送量</a>	<a href="#">平均完了率</a>	<a href="#">速度</a>
<a href="#">mgomovie</a>	827.3 MB		2009-08-05	1	0	1	0.8 GB	0%	12.64 KB/秒
<b>現在、1トレント追跡中</b>	827.26 MB	---	---	1	0	1	0.8 GB	---	12.64 KB/秒

PHPBTracker+ 2.2 は、MySQLを使用しています。 K = 1024, M = 1024K, G = 1024M, T = 1024G

トレントの平均的な進捗統計情報は、1.7 分毎に更新されます。  
トレントの速度情報は、1 分毎に更新されます。

このページは 0.0177 秒で作成されました。  
[削除された、もしくは非表示のトレントを見るにはここをクリック。](#)

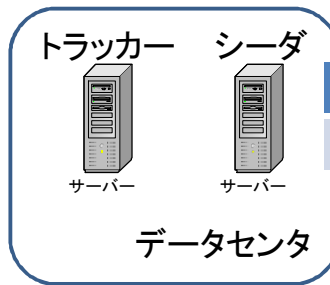
- Webブラウザでアクセスする



- torrentファイルの登録
- IPアドレスアクセス制限の設定などができる

登録されているトレントの操作と情報の確認ができる

## ソフトウェア構成②



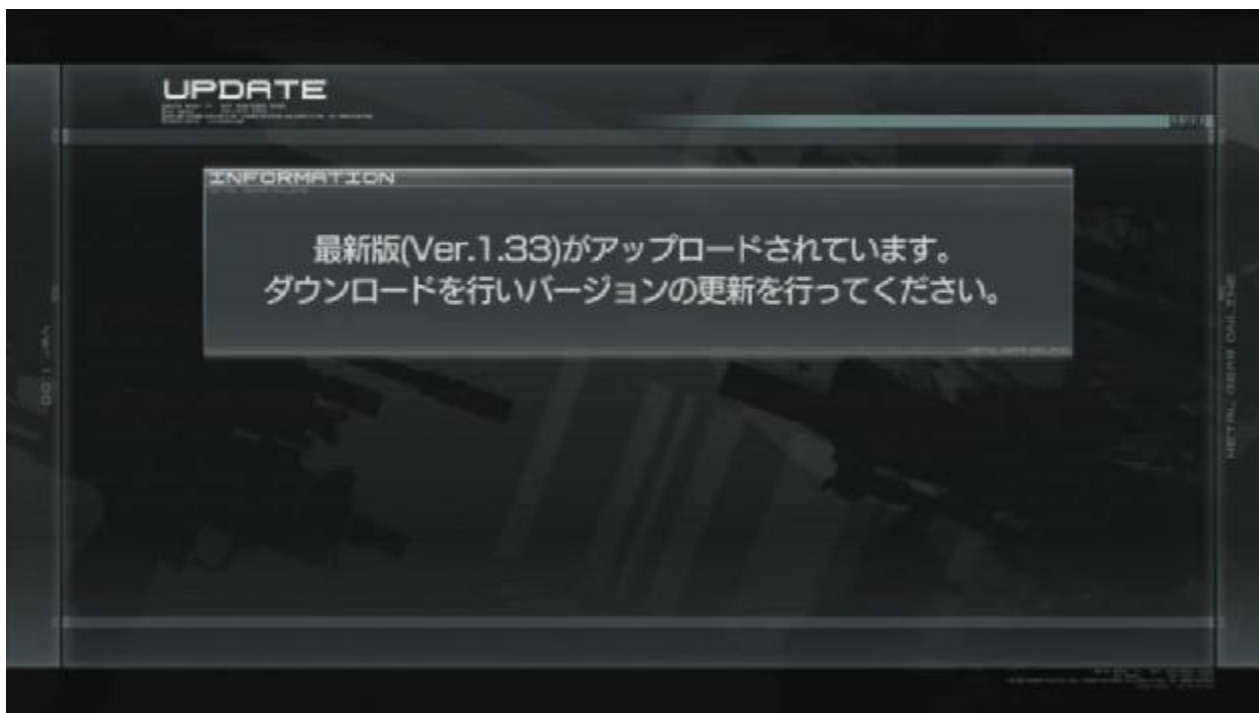
ソフト名	ライセンス
BitTornado 0.3.18	GPL

- シンプルで非常に良い
  - 接続数によるがメモリ使用量は10MBぐらい
- PLAYSTATION®3とWin32に移植
  - PLAYSTATION®3版はメモリの制約で**最大16接続**までに制限 (Win32版は50接続)

ソフト名	ライセンス
Transmission 0.72	MIT License



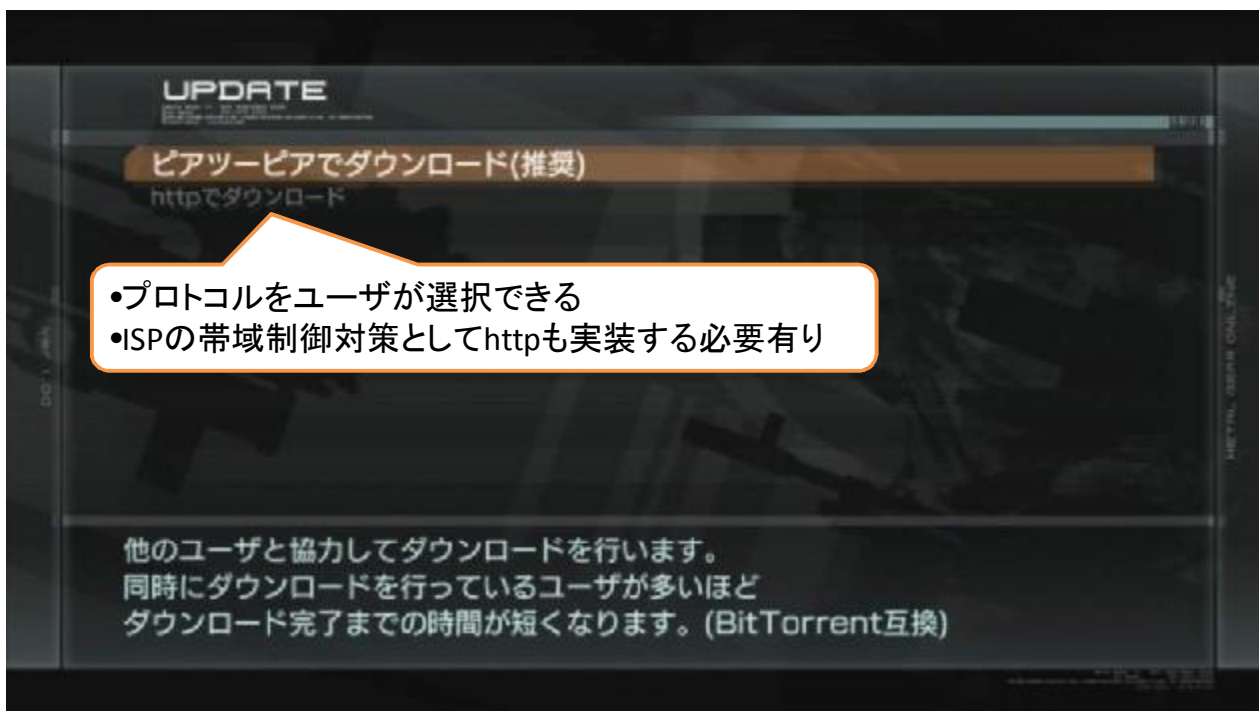
- ソース公開義務無し
- 0.80以降はMIT+GPLであることに注意



2009/9/1

**KONAMI**

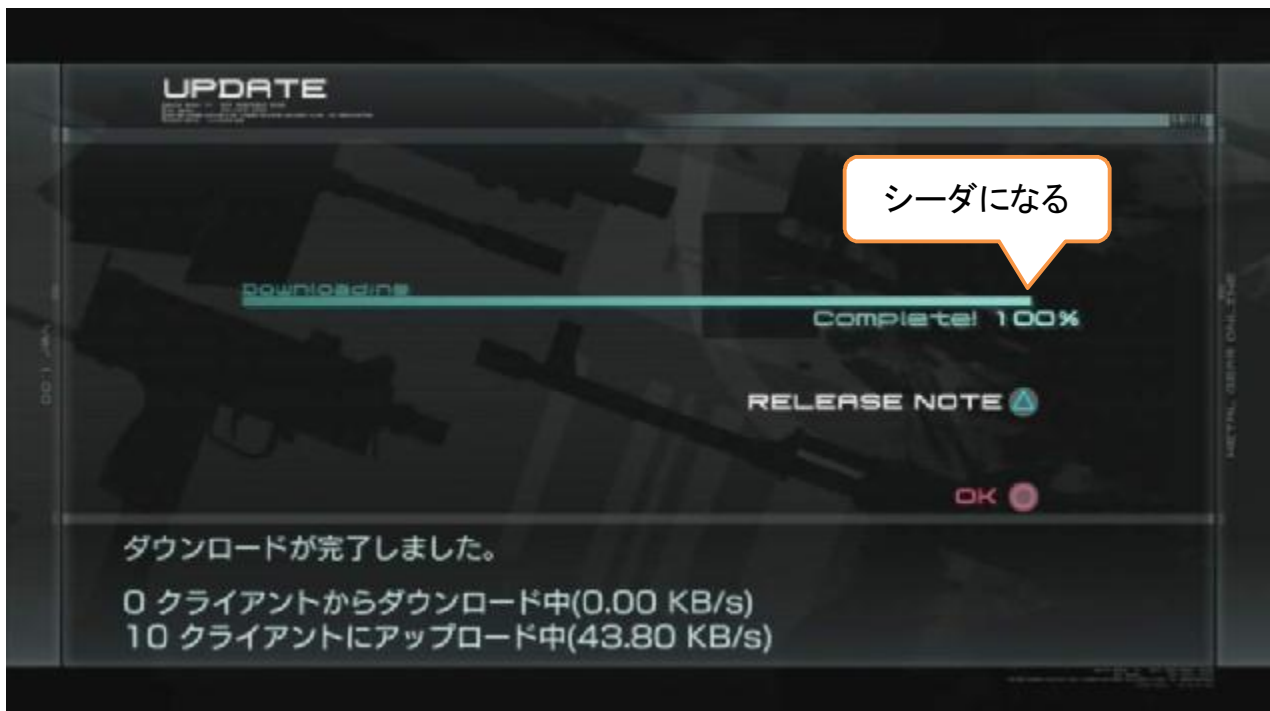
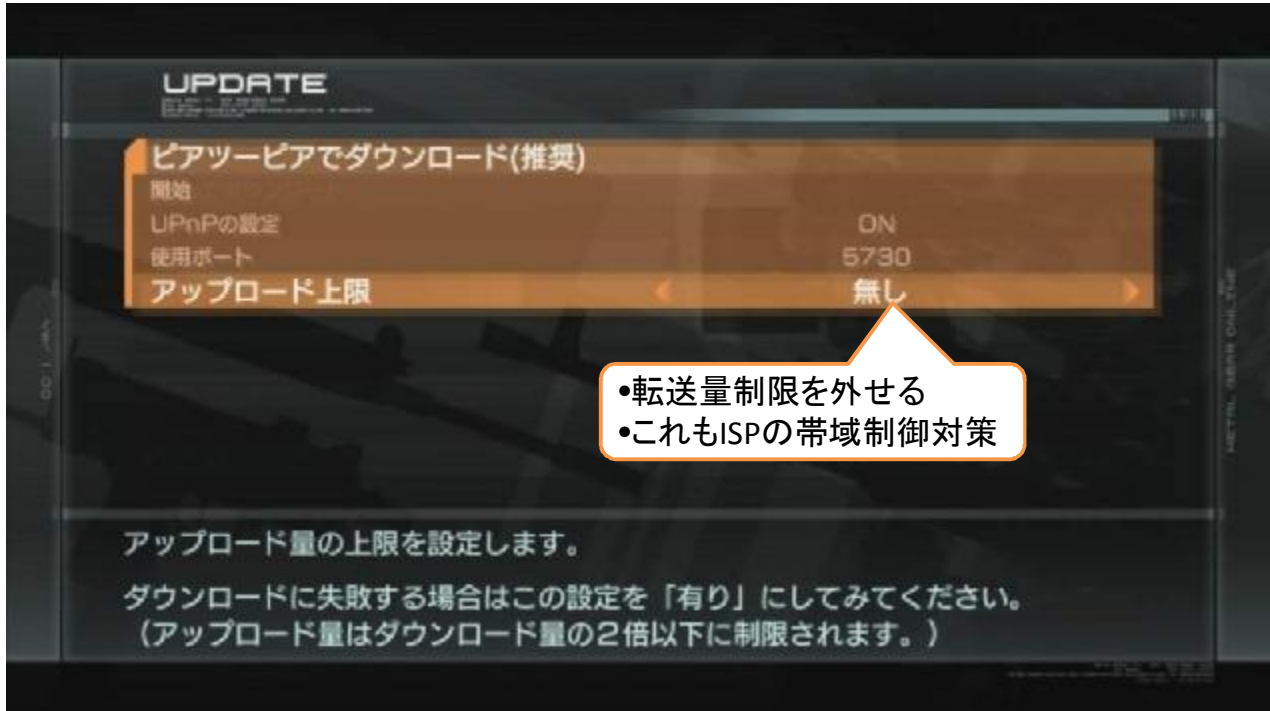
26/50



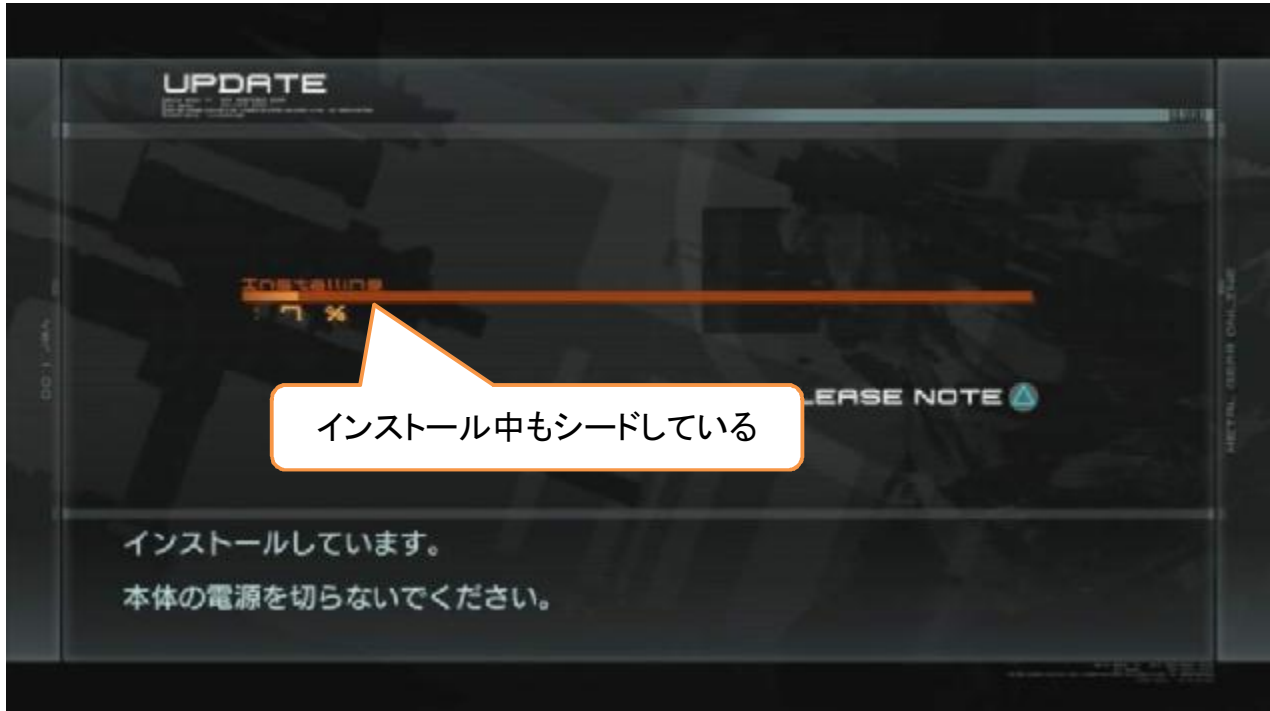
2009/9/1

**KONAMI**

27/50



# METAL GEAR ONLINEの実装



2009/9/1

**KONAMI**

30/50

# METAL GEAR ONLINEの実装



2009/9/1

**KONAMI**

31/50



- ベースバージョンによりパッチを分けることで、転送量が少なくなるように工夫されている

ベースバージョン	更新後バージョン	パッチサイズ
1.0x	1.33	1.4GB
1.1x		1.1GB
1.2x		0.8GB
1.3x		0.1GB

パッチサイズの例

- 日本版、北米版、欧州版と別々のパッチになっている
- ログイン時に新しいパッチが存在すれば必ず適用する

## 運用状況の調査(1)

- 調査データ
  - 1.1x→1.20へのパッチ(470MB)
  - 対象: 日本、北米、欧州
  - 期間: 2008/11/25配信開始、2009/1/19配信終了
- データセンタ(日本)側調査項目
  - P2P通信によりデータセンタからの転送量をどれだけ削減できたか?
    - ① ダウンロード数
    - ② 転送量と転送率、オフロード率
    - ③ 総速度
    - ④ トラッカーのトラフィック
    - ⑤ シーダのトラフィック

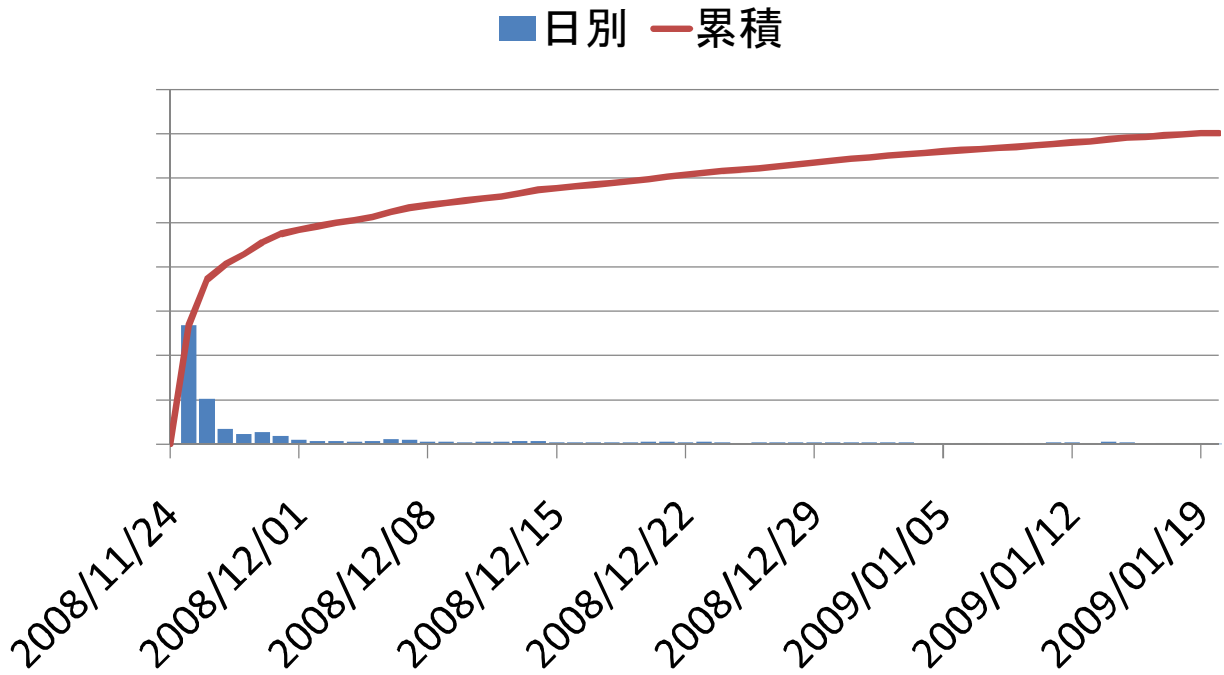
これを“オフロード率”  
と呼ぶ

おことわり  
具体的な件数は大人の  
都合でお見せできません  
ごめんなさい(>\_<)

# データセンタ(日本)側の調査項目①



- ダウンロード数



2009/9/1

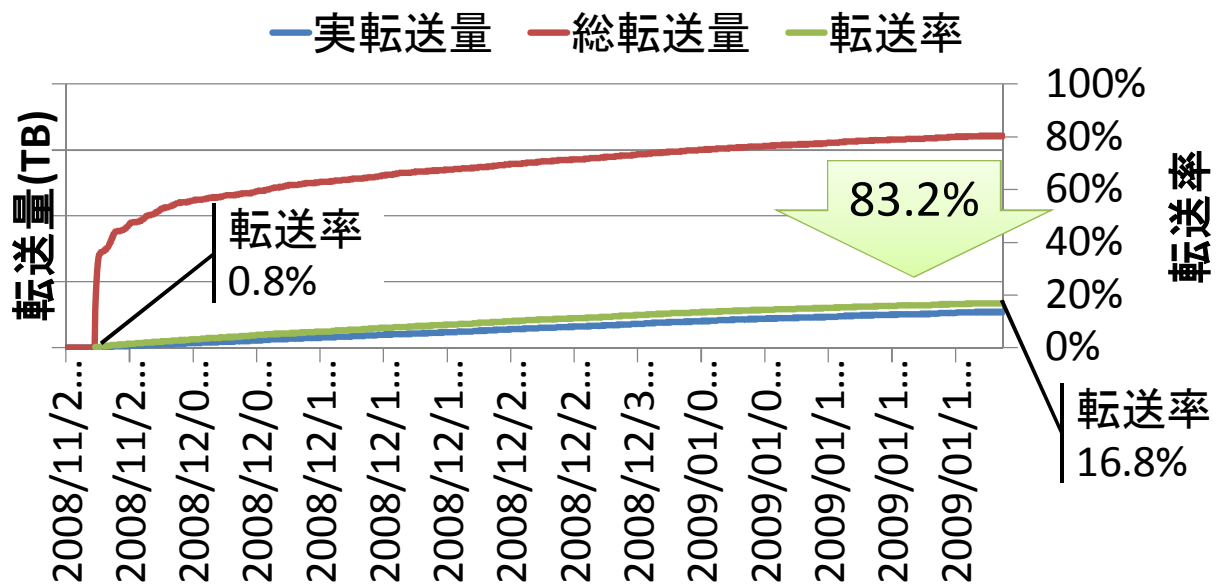
KONAMI

34/50

# データセンタ(日本)側の調査項目②



- 転送量と転送率(=実転送量/総転送量)
- オフロード率(=100-転送率)



2009/9/1

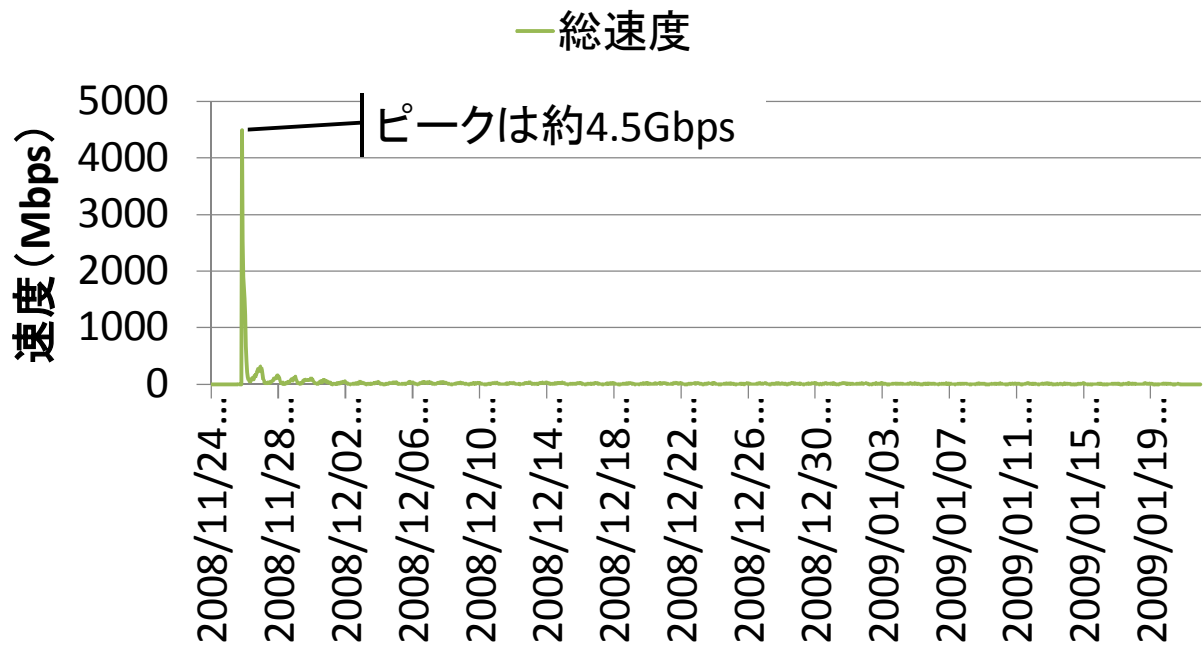
KONAMI

35/50

# データセンタ(日本)側の調査項目③



- 総速度(トレント全体の速度)



2009/9/1

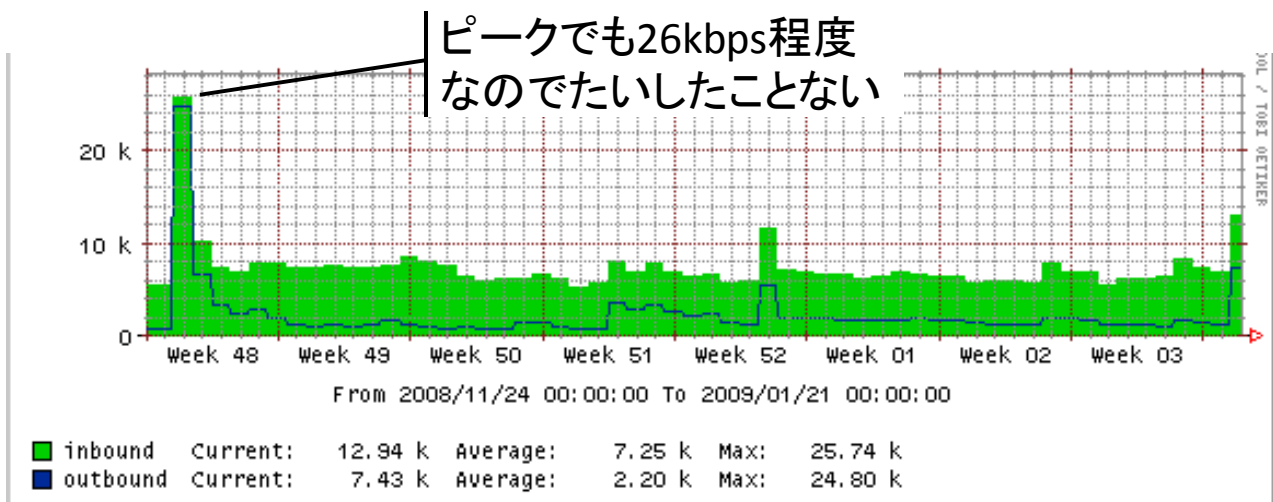
KONAMI

36/50

# データセンタ(日本)側の調査項目④



- トラックのトラフィック

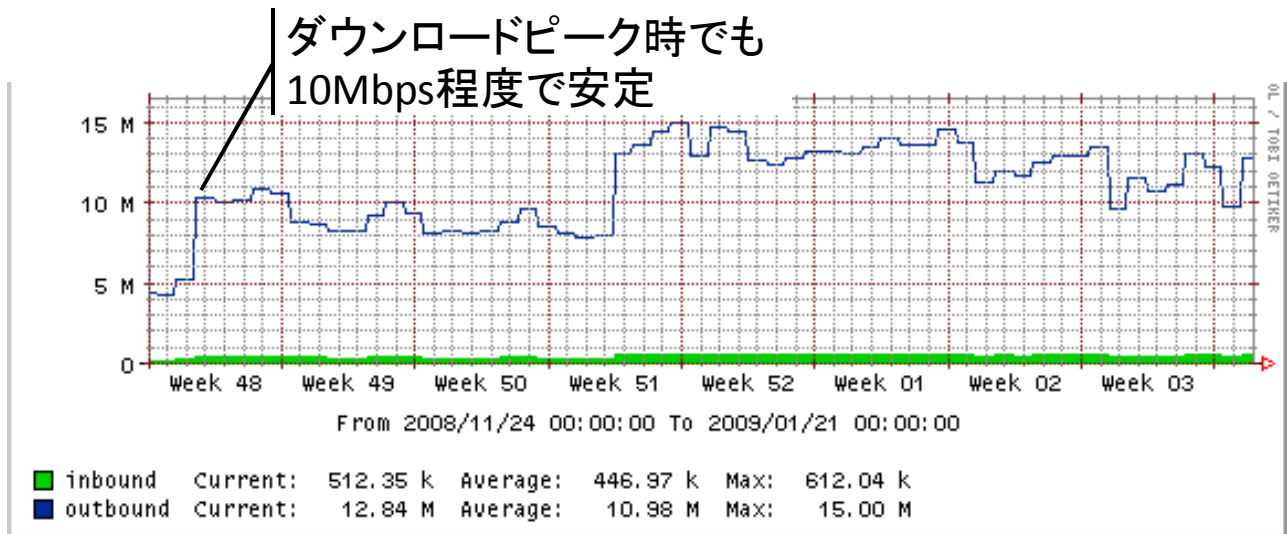


2009/9/1

KONAMI

37/50

- シーダのトラフィック



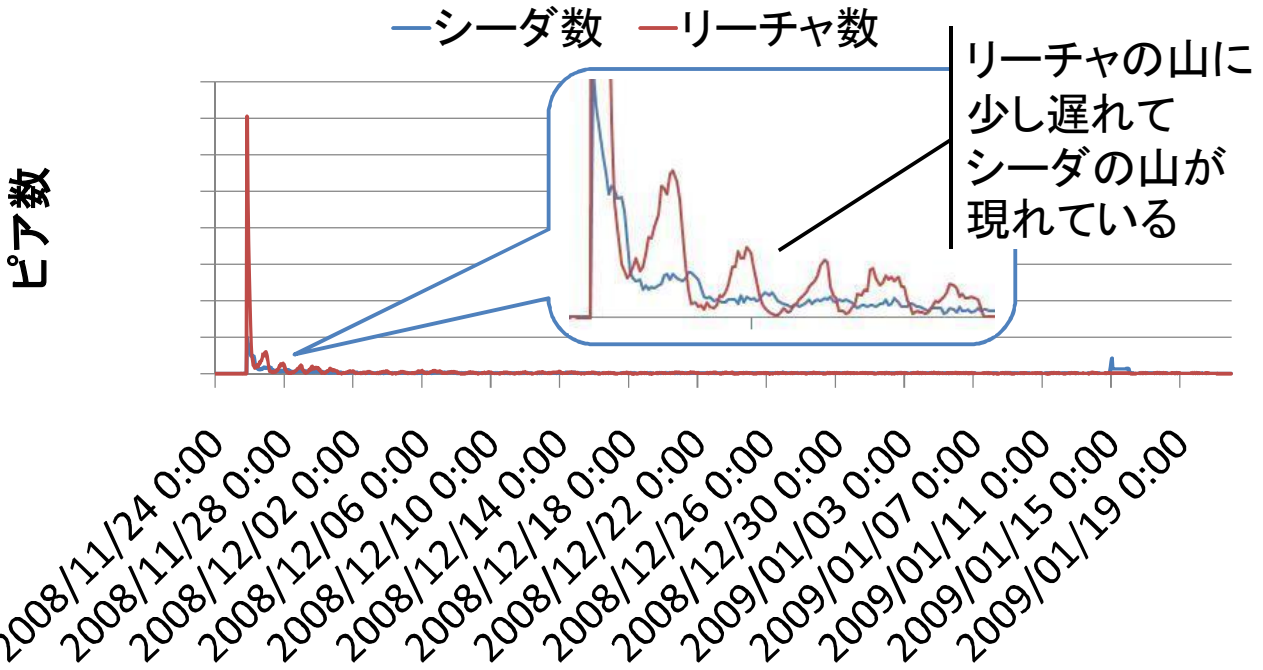
## 運用状況の調査(2)

- クライアント側
  - ピアはどのくらいの速度が出ているのか?
    - ① リーチャ数とシーダ数
    - ② 平均速度
  - httpとBitTorrentの選択の割合は?
    - ③ プロトコル選択数
- 日米欧で違いはあるか?
  - 日米欧の比較

# クライアント(日本)側の調査項目①



- リーチャ数とシーダ数



2009/9/1

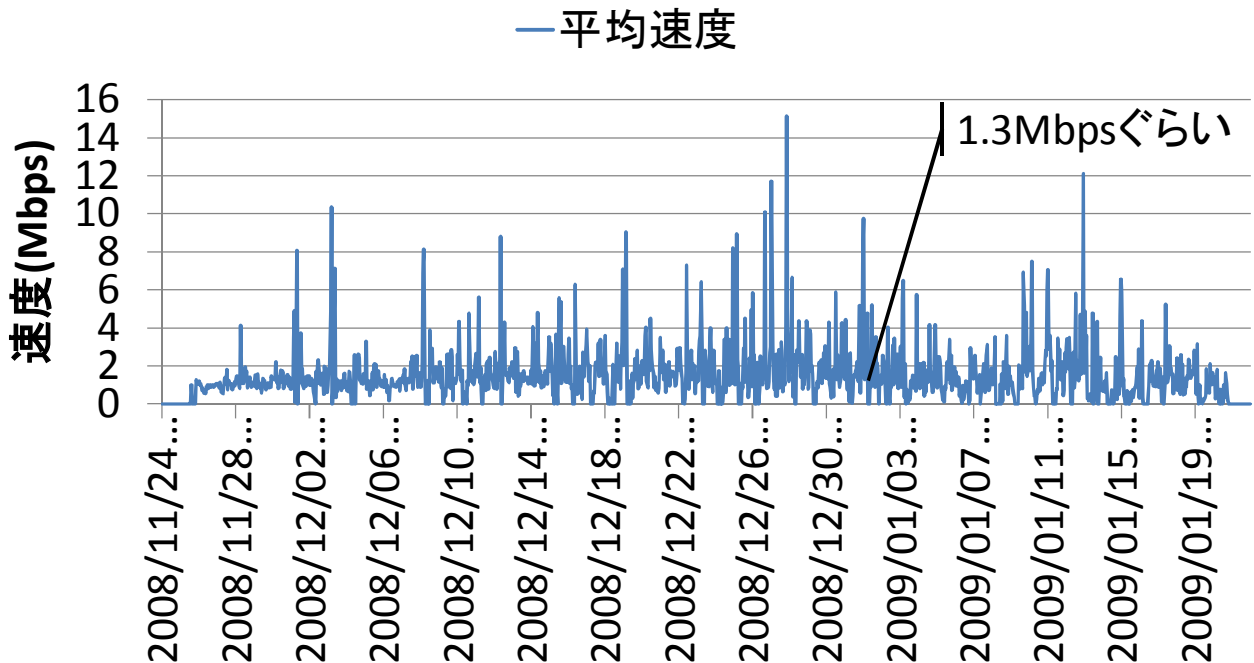
KONAMI

40/50

# クライアント(日本)側の調査項目②



- 平均速度(=総速度/リーチャ数)



2009/9/1

KONAMI

41/50

# クライアント(日本)側の調査項目③



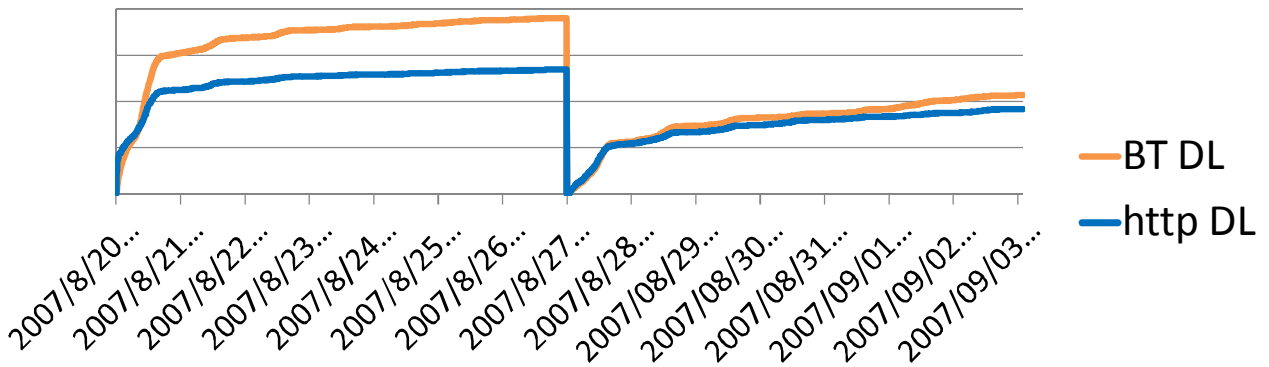
## • プロトコル選択数

- METAL GEAR ONLINEβテスト時の集計結果

- デフォルトがピアツーピア (BitTorrent) になっている
- 概ね1:1と言って良いだろう



ユーザーが選択する



2009/9/1

KONAMI

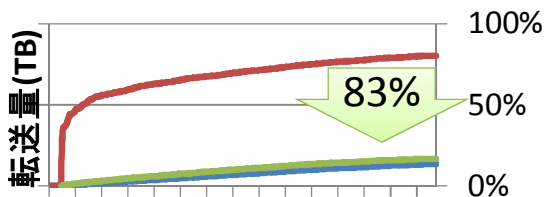
42/50

# 日米欧の比較

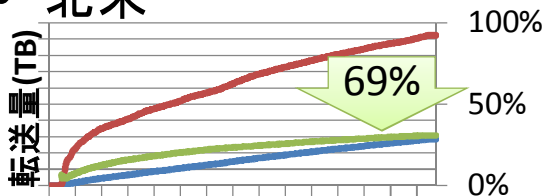


## • 日本

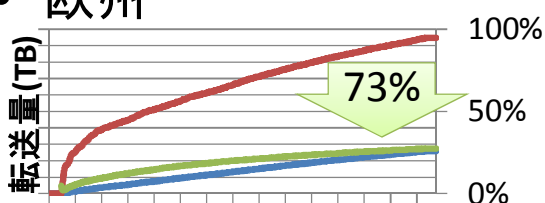
— 実転送量 — 総転送量 — 転送率



## • 北米

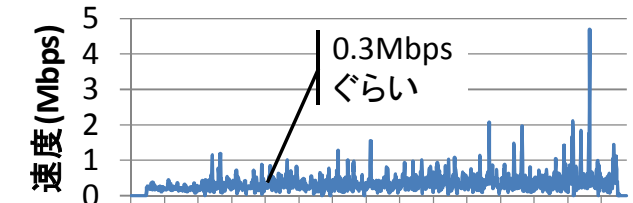
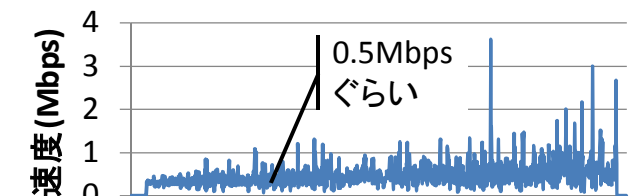
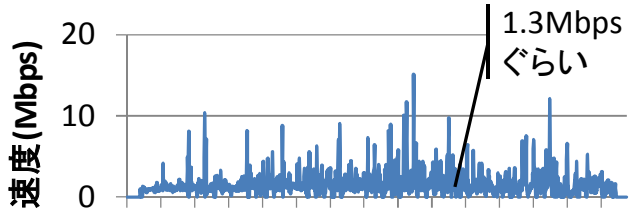


## • 欧州



主軸のレンジが異なっていることに注意

— 平均速度

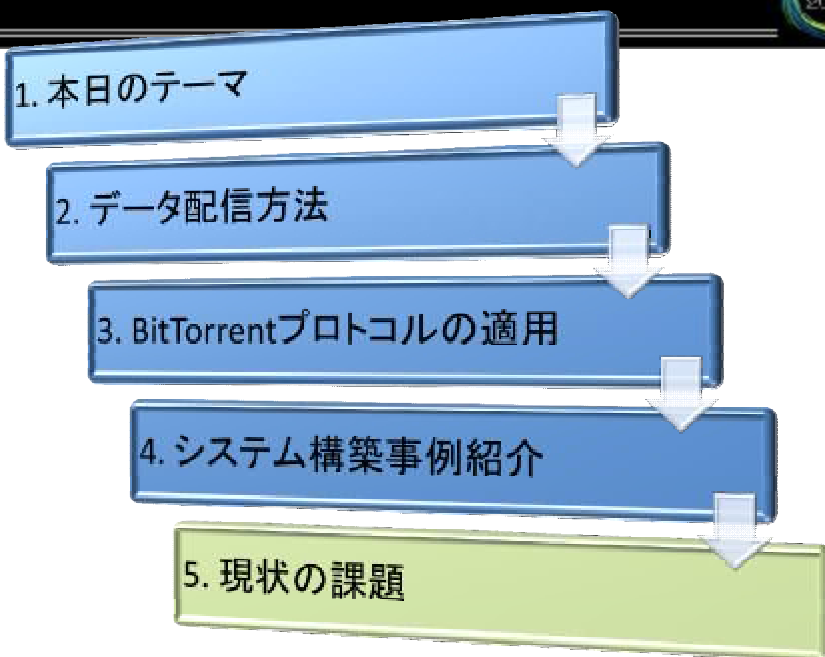


2009/9/1

KONAMI

43/50

- **70%程度以上のオフロード率**が見込める
  - 1.1x→1.20では最終的に69%以上オフロードされた
  - ピアが多いときは、**99%**もオフロードされている
- 非常に小さく**安定したトラフィック**で済む
  - ピーク時4.5Gbps以上必要なところを10Mbpsで済んでいる
    - 10Mbpsなら既存設備で十分対応できる
      - » Webサーバと比較すると**100万円/月**ほどの費用差
      - » CDNで単価20円/GB、20TB/月の配信した場合と比較すると、**約40万円/月**の費用差
- クライアントのダウンロード速度は堪えられない速度ではないが、もう少し出て欲しい
  - 日本:1.3Mbps、北米:0.5Mbps、欧州:0.3Mbps



## 5. 現状の課題

- ネットワーク面
    - 特に欧州で速度が出ない
      - 根本的な問題点
        1. メモリの制約で同時接続数を上げられない
        2. アップロード速度の遅いADSLに引っ張られる
        3. ネットワーク的な距離を考慮していない
        4. ISPの帯域制御に引っかかっているピアに引っ張られる
        5. NAT越えが出来なくて同時接続数が上がらない
- ISP内での接続を積極的に行うP4Pの採用を検討する

- ネットワーク面(続き)
    - NAT越えが困難
      - 根本的な問題点
        - » P2P通信にTCPを使用している
- P2P通信をUDPにする
- 運用面
    - サーバ(シード)の運用が独特
- httpでシードする拡張仕様を採用する



- P2P技術でダウンロードのトラフィック集中を分散することが出来た
  - 過剰な設備投資が抑えられ、費用面で非常に効果有り
- 速度が今ひとつだが、接続相手を選択すること、NAT越えしやすくすることで解決できる可能性がある
- 私から皆さんへのメッセージ
  - 今なら新しいトラッカーやクライアントもあるので、是非挑戦してみてください
  - P2P技術はまだまだ発展余地のある分野なので、情報共有など協力していきましょう

## (参考資料)リファレンス

- BitTorrent
  - <http://www.bittorrent.org>  
仕様書、拡張提案書がある
- Transmission
  - <http://www.transmissionbt.com>
- PHPBTTracker+
  - <http://sourceforge.net/projects/phpbttrkplus/>
- BitTornado
  - <http://www.bittornado.com>

ご静聴ありがとうございました

©2009 Konami Digital Entertainment

2009/9/1

**KONAMI**

50/50