

2008 年度卒業論文  
山田正雄ゼミナール

インターネットの問題と対策  
～ ネットワークの混雑～

日本大学法学部 管理行政学科 4年

学籍番号：0550220

松田将彦

## 問題の所在

インターネットは爆発的に拡大し、もはや私たちの生活になくてはならない存在になったといえる。インターネット・ユーザは全世界で 14 億人を超えた。また、ブロードバンドの発展・普及にともないコンテンツやアプリケーションの質も変化した。Eメールやテキストのみならず画像や音楽、動画といった大容量のコンテンツが随所で見られるようになった。そして、昨今では NGN という次世代のネットワークが世界各国の通信事業者主体で進展しつつある。NGN は、インターネットという一般道路内に行ける高速道路である。そこでは、高品質な通信ができる。

その一方、インターネットはその性質と急成長ゆえに、負の側面も生み出している。それは情報セキュリティの問題、spam、情報爆発、デジタルデバイド、IPv4 の枯渇、サイバースペースにおける犯罪といったことである。また、NGN に関しては、インターネット上に料金を支払いさえすれば高品質な通信が可能というところで新たな格差が生じるのではないかという危惧がある。

そのようなインターネットの問題のひとつに、ネットワークの混雑というものがある。言うなればそれは、インターネット上における情報の渋滞である。その背景はインターネットの発展によってトラフィックが増加したことである。ネットワークの混雑は、ユーザの利便性を著しく低下させる可能性がある。同時に、ISP や通信事業者の恣意的な帯域制御(特定のコンテンツ・アプリケーションに対する差別的な扱い)を助長する恐れがある。

本論文では、このネットワークの混雑に対して、どのような観点から何をすべきなのかを明らかにしていく。

- 目次 -

問題の所在.....	- 1 -
<b>1 インターネットの発展.....</b>	<b>- 3 -</b>
1.1 インターネットとは.....	- 3 -
1.2 インターネットの現状と課題.....	- 4 -
<b>2 ネットワークの混雑.....</b>	<b>- 6 -</b>
2.1 ネットワークの混雑とは.....	- 6 -
2.2 トラフィックの増加の背景.....	- 8 -
2.2.1 ユーザの量と質の変化.....	- 8 -
2.2.2 コンテンツの量と質の変化.....	- 9 -
2.2.3 ブロードバンドの発展.....	- 11 -
2.3 まとめ.....	- 12 -
<b>3 対応策への視点.....</b>	<b>- 14 -</b>
3.1 インターネットの特性.....	- 14 -
3.2 ISPにおける競争確保.....	- 15 -
3.3 ユーザにおける選択の自由と公平性.....	- 16 -
<b>4 具体策.....</b>	<b>- 18 -</b>
4.1 通信網の増強.....	- 18 -
4.2 帯域制御.....	- 19 -
<b>5 まとめ.....</b>	<b>- 23 -</b>
結びにかえて.....	- 24 -
参考文献.....	- 25 -

## 1 インターネットの発展

### 1.1 インターネットとは

そもそもインターネットとは何なのか。英語では小文字と大文字とでその意味合いを使い分けている。internet はコンピュータ・ネットワークとコンピュータ・ネットワークをつないだものである。the Internet は、インターネット・プロトコルで常時接続されたコンピュータ・ネットワークの集合とされる。

また、村井純著『インターネット』によると、internet は 広義では、ネットワークとネットワークをつないだものはすべて インターネット・プロトコルを使っているネットワーク（直接つながっていなくても、同じプロトコルを使っていれば、インターネット）と定義されている。The Internet は、最も狭義で、インターネット・プロトコルで「いつも」つながっている範囲（故障、事故を除く）とされている。

現在においては大多数のネットワークが TCP/IP を用いている。TCP/IP とは通信を行ううえでの約束ごとである。このことを鑑みて、インターネットを以下のように定義する。

インターネットとは、世界中に張り巡らされたコンピュータ・ネットワークである。当然、アクセス回線や端末が何かは問われない。

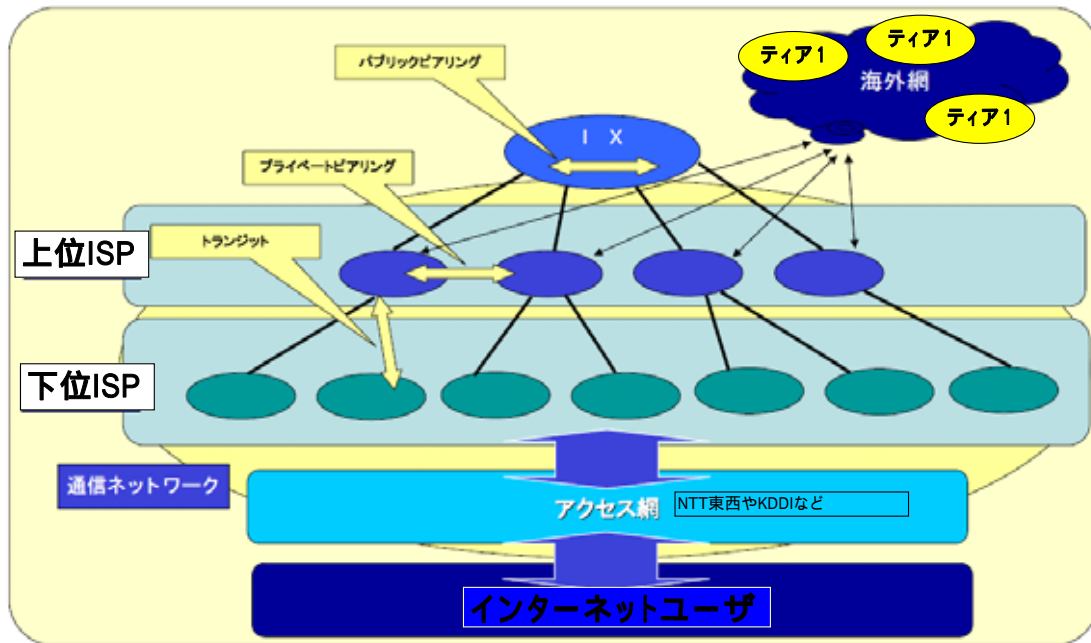
そのようなインターネットの起源は、1969 年の ARPANET（アルパネット、アーパネット）であると一般に言われている。ARPANET は、米国国防総省 ARPA の一機関である IPTO において研究され、作られた分散型のネットワークである。これは、全米四箇所にある大型のメインフレームを相互に接続し、コンピュータ資源の共有を目的に作られた。その後 1972 年頃に電子メールが使われるようになり、資源の共有のみならずメッセージのやり取りが行われるようになった。

ARPANET における特徴は、パケット交換方式である。パケット交換とは、通信の方式の一種で、その概念はイギリスのドナルド・デイヴィスと米国のポール・バランによって編み出された。パケット交換は、データをパケット（＝小包）という単位に分けて、相手先へ送り、相手先においてもとのデータに復元するというものだ。

その後、ARPANET は他のネットワークと相互接続を果たし、商用化をへて現在のインターネットへと至る。

現状のインターネットは、階層構造をしている（図表 1）。エンドユーザを末端に、アクセス回線、下位 ISP、上位 ISP、ティア 1 という具合だ。

図表1 インターネットの構造(イメージ)



出展：ネットワークの中立性に関する報告書資料を基に作成

## 1.2 インターネットの現状と課題

インターネットの商用化とWWWの開発によって、インターネットはソフトウェア・ハードウェアの両面において加速度的に成長を遂げる。Webブラウザが登場し、ブラウザを巡る戦争が勃発した。そして、Yahoo!をはじめとするポータルサイトの盛衰が起き、ITバブルを尻目に躍進を続けたイーベイ(ネット競売大手)、アマゾン(ネット書籍)やグーグルという優良ネット企業が生まれていった。

2005年時においてはWeb2.0というキーワードをティム・オライリーが提唱した。Web2.0とは、2005年当時における次世代のWebのことである。そもそもWebは、仕組みのことである。このWeb2.0によって、インターネット上の情報の構造化が進んだ。そして、インターネットにおけるコミュニケーションのあり方も変化した。

今までのWebにおけるコミュニケーションは、きわめて一方向的なきらいがあった。しかし、それが双方向的なコミュニケーションに徐々に変化していった。その代表例が、ブログの存在だ。ブログとは、Webログの略称であり、Web上の日記のことである。昨今では、一般のブログのみならずビジネスブログと呼ばれる社内ブログやマーケティングブログが広がりつつある。

また、SNSの存在も重要である。SNSとは、ソーシャル・ネットワーキング・サービ

スのことで、人と人の交流を促進・サポートするサービスあるいは、それをする Web サイトそのものである。代表例には、mixi やマイスペースがある。

さらに、日本においては携帯電話からのインターネット利用の普及も見過ごすことはできない。先に挙げたブログや SNS には、携帯電話の公式サイトや非公式サイトから始まったものもある。そのうちのひとつが、中高生に圧倒的な人気を誇るディー・エヌ・エーの運営するモバゲータウンである。

このようなインターネットであるが、課題も山積している。例えば、セキュリティ問題、スパムメール（迷惑メール）、違法・有害サイト、IPv4 の枯渇と IPv6 への移行、デジタルデバイド、各種の権利を巡る法律的な問題といった具合である。

セキュリティ問題に関しては、行政や企業による啓蒙活動やセキュリティ対策の導入により、個人情報漏洩やシステムの脆弱性を狙った攻撃の件数は減少傾向にある。しかし、SQL インジェクションといった新たな攻撃方法がでてきている現状もある。つまり、セキュリティにおける完璧な対策は存在せず、常にいたちごっこ状態に陥る為、終わりが無いと言える。

もっとも直近の事例としては、パソコンの USB 端子に差し込んで使う外部記憶媒体である USB メモリー経由で感染するコンピュータ・ウイルスの事例がある。USB 感染による被害を受けている主体は、多くが大学である。感染があった大学は 13 大学に達し、2008 年度時点で日本大学、明治大学、早稲田大学、立教大学、東京大学、東京外語大学、京都大学などである。原因としては、学内のパソコンの管理の甘さや USB メモリーの低価格化がある。管理の厳しい企業と違い、大学においてすべての学生にセキュリティ対策徹底をさせることが難しいといった状況があると指摘されている。また、2005 年と比べ、USB メモリーの価格も約 10 分の一に下がり、学生における使用率が高まったことも要因とされている。

検索サイト米グーグルの提供するサービス「ストリートビュー」は、不動産や観光業におけるビジネスでの利用が進んでいる。一方で、それはプライバシーの権利侵害であるという批判も根強く存在する。ストリートビューによって、プライバシーに関しての新たな枠組みが議論されようとしているのかもしれない。

## 2 ネットワークの混雑

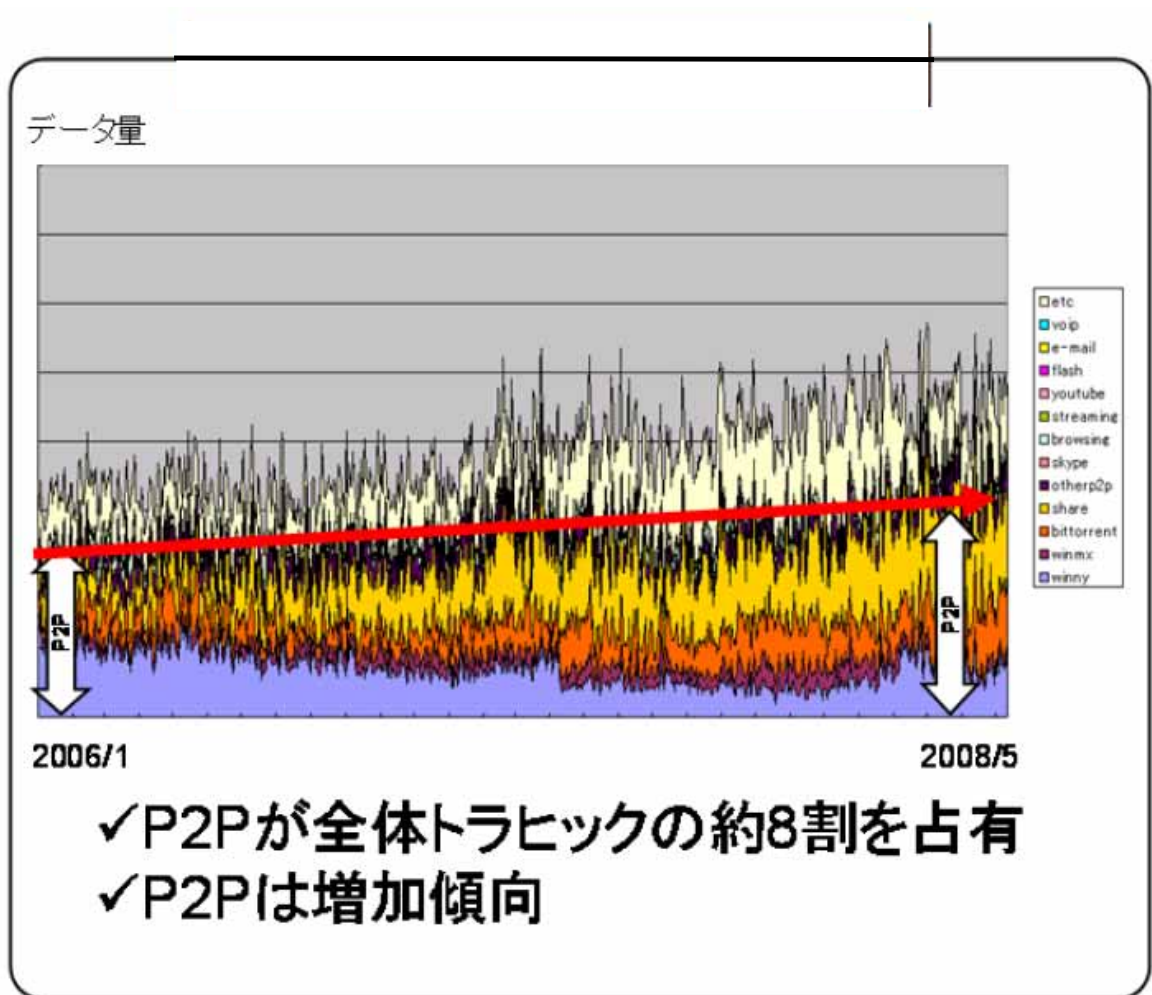
### 2.1 ネットワークの混雑とは

ネットワークの混雑とは、ネットワーク上の渋滞のことである。高速道路の場合、合流地点に多くの車が集中することや、たくさんの車が同一の道路に集中すると渋滞がおきる。

ネットワークにおいても同様に、バックボーンの部分では渋滞が起こる可能性がある。ネットワークでは、この渋滞もしくは混雑を正しくは、輻輳（ふくそう）という。また、ネットワーク上を流れるパケットの量をトラフィックといい、このトラフィックが多いとネットワークが混雑する可能性が高くなる。注1

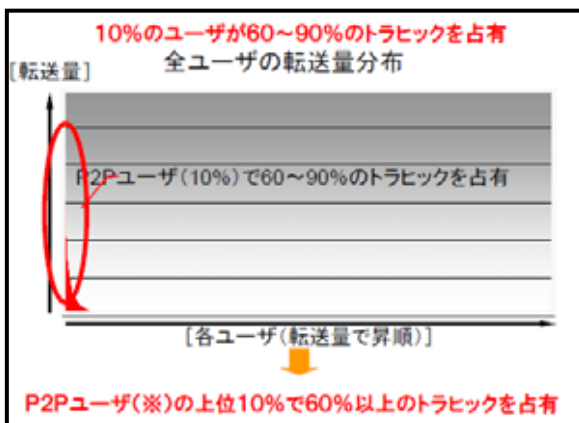
ある調査によると、通信回線の帯域（通信速度、回線容量）の80～90%が一部のヘビーユーザによって占有（使用、消費）されている、という報告がある（図表2、3、4）。

図表2：トラフィックの推移（ある大手プロブプロバイダーの例）

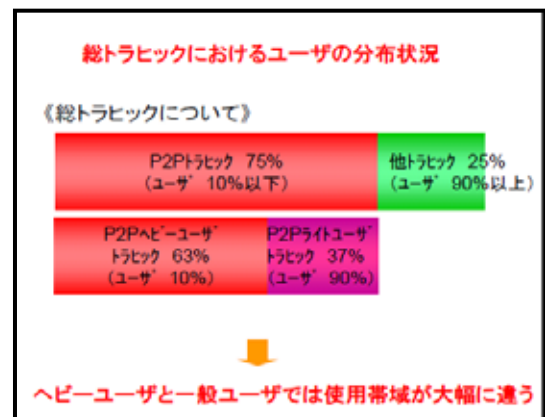


出典：インターネット政策懇談会 報告書素案 資料

図表 3



図表 4

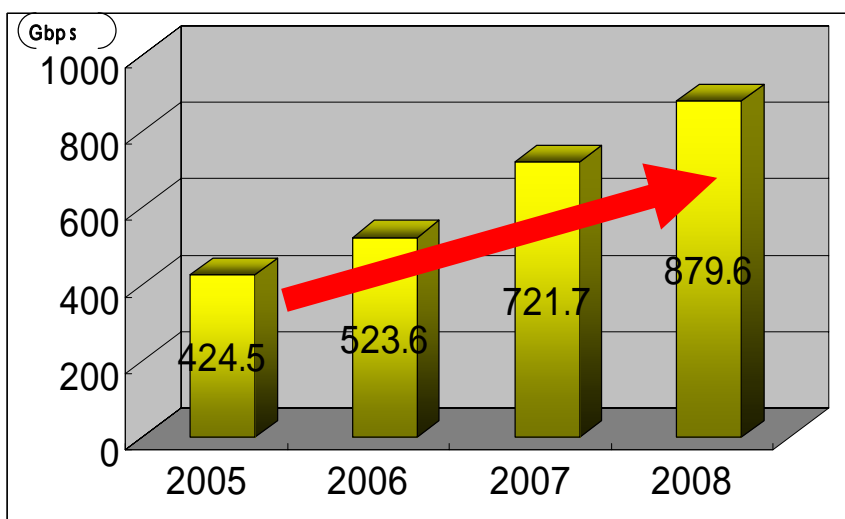


出典：(社)日本インターネットプロバイダー協会、(社)電気通信事業者協会、(社)テレコムサービス協会、(社)日本ケーブルテレビ連盟 「帯域制御に関するガイドライン」 2008 年

このような状態に陥ると、インターネットの通信速度が下がる恐れがある。あるいは、通信そのものが困難になる場合もある。通信回線の能力には限界があり、つまり回線容量は無限ではなく上限があるため、ユーザがインターネットでパケットをやり取りする時(各種 Web サイトの閲覧・使用やアップロードを行うなど)に、普段より時間がかかるということが頻繁に発生し得る。注2

このような状態を引き起こす可能性があるネットワークの混雑の主な原因は、トラフィックの増加にある。我が国におけるインターネット上の総トラフィック量は年々増加傾向にある(図表5)。

図表 5：わが国のブロードバンド契約者のトラフィック総量(推定値)





出展：総務省総合通信基盤局 電気通信事業部データ通信課 「我が国のインターネットにおけるトラフィック総量の把握」 2008 年より、作成

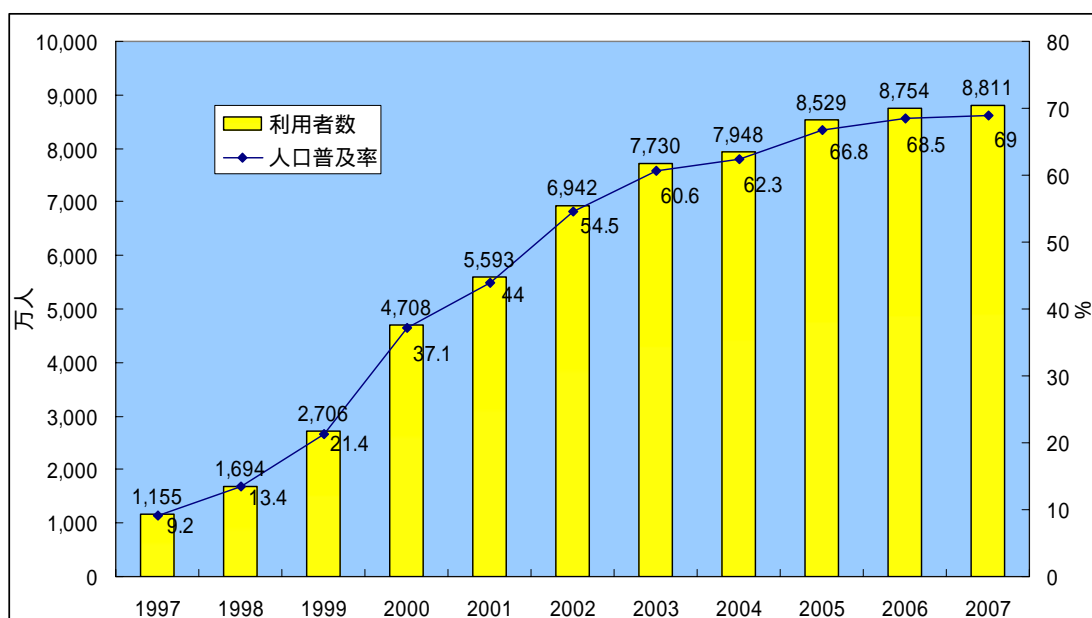
トラフィックの増加の背景には、ユーザ、コンテンツ、ブロードバンドという三つの要素がある。これらを分析することで、トラフィックの今後の動向を予測し、ネットワークの混雑における対策へ役立てる。

## 2.2 トラフィックの増加の背景

### 2.2.1 ユーザの量と質の変化

インターネットのユーザは、量と質の両面で変化している。まず、量の側面としてインターネット・ユーザの数量を見ていく。我が国におけるインターネット・ユーザは、図表から 8,800 万人を超え、人口普及率は 69%に達し（図表 3）世界の平均（21.9%）を上回っている。しかし、我が国の総人口が 2007 年において減少に転じたことから注 3、20 年 30 年といった長期的な観点において国内のインターネット・ユーザ数は横ばい状態あるいは非常にゆるやかな減少状態に陥ると予測できる。

図表 6：わが国におけるインターネット利用者数と人口普及率

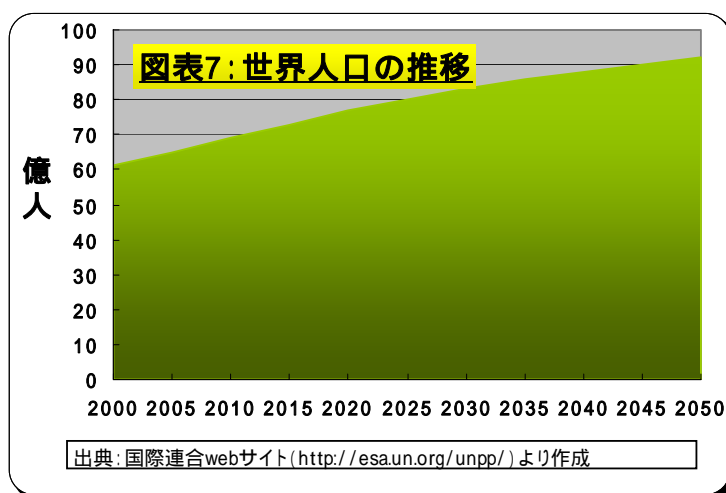


出典：平成 19 年通信利用動向調査報告書（世帯編）調査結果の概要より作成

一方で、世界のインターネット・ユーザ数は約 14 億人にのぼる。また、ホスト・コン

コンピュータ数は 4 億台に達する。特に中国においては、ユーザ数は日本を軽々上回り、今や世界で最大のユーザ数を誇る。中国インターネット情報センタ - によると、2007 年 6 月末時点で中国には 1 億 6200 万人のユーザがおり、2008 年末のユーザ数は前年同期比 41.9% 増の 2 億 9800 万人に達した。『農村での利用者が 6 割増と大幅に増えた。人口普及率は 22.6%。7 割超の日本や米国よりはまだ低いが「初めて世界平均 (21.9%) を上回った」という。』注 4

また、世界人口の推計から (図表 7) 今後も長期的にインターネット・ユーザ数は増加



傾向にあると言える。特に、中国やインドを筆頭とした新興国と発展途上国におけるインターネット・ユーザ数が増加していくと予測できる。同時に、インターネットへのアクセス端末がパソコンのみならず、携帯電話や TV などの家電に広がり、インターネットのユーザ数増加に拍車をかけるだろう。

次に、質の面の変化をみていく。質の面では、ヘビーユーザの存在が大きい。ここでいうヘビーユーザとは、インターネットを頻繁に使っているだけでなく、P2P などを利用し、大容量の動画などを頻繁にアップロードするユーザをいう。ある調査によると、P2P ヘビーユーザによって、帯域の 60% ~ 90% が占有されているという結果がある (図表 2、3、4)。

以上のように、ユーザの量と質は変化してきた。このことは、直接的にトラフィックの増加に結びついていると言える。

### 2.2.2 コンテンツの量と質の変化

コンテンツも量と質の両面から変化している。まず、量としては E メールや画像から音楽や動画といった大容量のものへシフトしてきた。テキストのみならず、音声や動画のコンテンツが増えたことで全体の量も増えていると考えられる。

動画投稿サイト (Youtube やニコニコ動画) や動画配信サイト (GyaO) の人気を裏付けているといえる。動画サイトだけでなく、家電とインターネットの融合も進んでおり、「米ヤフーと韓国サムスン電子は 5 日、薄型テレビ向けのインターネットサービスで提携すると発表した。ヤフーの技術を使い画面上で株式情報やニュースなどネットコン

テンツをみられるテレビをサムスンが2009年春をメドに商品化。米欧13カ国で売り出す。(中略)サムスンの新型テレビではヤフーが手がける写真共有やニュース、天気情報の配信サービスのほか、メディア企業などが流す動画などを視聴できる。関連技術を公開するため外部のソフト会社が同テレビ向けの独自サービスを開発することも可能という。」注5

一方、我が国では、2008年12月にNHKがインターネット上で過去の番組などの配信を開始した。著作権や二重支払いといった課題・議論が残るものの、サービス開始から1週間で、パソコン向けで約8000人が会員登録し、視聴回数が7万5000回に達したという。

さらに、サービス開始12月1日から同月31日において「パソコンでの会員登録数は1万6000人、番組などを見ていただいたビデオビューは22万回。(中略)パソコン利用の会員データによると男女別では90%が男性、年代別では40歳代が最も多く、30歳代、50歳代がこれに続いている。70歳代の方もいて幅広い年代の方々に利用していただいていると思っている。」注6という状況にある。

このように、個人ユーザが主に利用するコンテンツは、その種類や量が増えているのがわかる。他方、企業ユーザにおいてはコンテンツの利用形式に変化が見られる。

従来企業における業務アプリケーションソフトウェアの利用方法は、当該ソフトウェア(受注あるいはパッケージソフト)を購入し、所有するという形式が主であった。しかし、昨今はブロードバンドの普及を受けて、インターネット経由で配信されるソフトウェアをWebブラウザで利用する形式が一部で普及しつつある。このソフトウェアを所有するのではなく、必要に応じてネットワーク経由で利用する仕組みをSaaS(Software as a Serviceの略、サーズまたはサーズ)という。かのインターネット検索サイト最大手米グーグルは、米国発の金融危機による世界景気後退の影響を受けて、成長が鈍化した。同社は新たな収益源のひとつにインターネット経由で業務アプリケーションを有料で提供するサービスを展開しようと考えている。注7

次に、質の側面として情報の受信に偏っていたものから双方向のコンテンツにシフトしたことが考えられる。たしかに、インターネットの商用化を受けて、多くのユーザがインターネットで情報のやり取りをすることができるようになった。たとえば、EメールやWebサイトの閲覧、電子掲示板の利用などである。

しかし、だれもが容易に情報を発信することができたわけではない。HPの作成にしてもある程度の技術やお金が必要であった。そのような状況がブログ(weblog、ウェブログの略称)、SNS、ウィキペディア、アマゾン、Youtube、グーグルといったWeb2.0を代表するサービスや企業の出現とその拡大・普及によって一変した。

ブログによって、個人ユーザは不特定多数の人に対し容易にかつ多くの場合無料で情報を発信できるようになった。ブログの日本国の開設数は、2008年1月時点で1,690万に達し、そのデータ量は42テラバイトである。コンテンツの中身もテキストだけではなく、画像や音楽、動画の掲載が目立つようになってきた。注8 矢野経済研究所によると、国内

ブログ開設数は2008年3月現在で1,985万サイトと推計されている。注9

このようにインターネットにおけるコンテンツは、大容量化し、ユーザ参加型の双方向性を有してきた。これらのコンテンツを利用するユーザは増え、だからこそ、コンテンツも更なる進化・発展を遂げる。それはまるで車の両輪のような関係である。次にこの両者の関係を支えるブロードバンドに関してみていく。

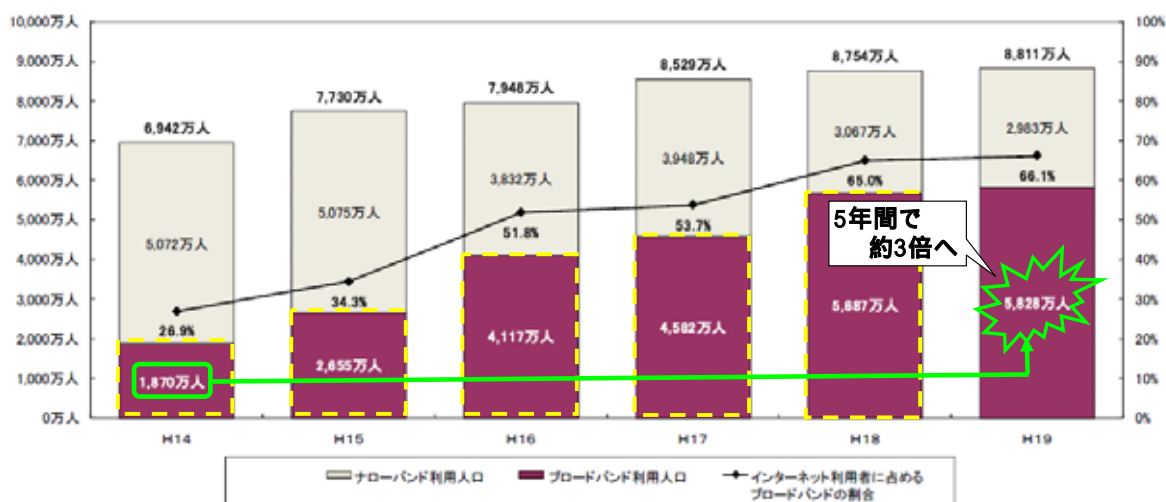
### 2.2.3 ブロードバンドの発展

ユーザとコンテンツという両者の変化を底で支えるものとして、ブロードバンドの発展がある。ブロードバンドとは、「おおむね500Kbps以上の通信回線」注10である。ブロードバンドには、ADSLや光ファイバーといったものがある。特に、100Mbps以上の光ファイバーでは、ハイビジョンな動画をスムーズに楽しむことができる。

これに対して、ナローバンドとは、おおむね128Kbps以下の伝送容量をもつ低速な通信回線をいい、電話回線を利用するダイヤルアップ接続やISDN(Integrated Services Digital Network、総合デジタル通信網サービス)回線などがある。注11

現在、我が国におけるブロードバンドの普及状態は、平成14年から約3倍の数になり、5,800万人に上る(図表8)。

図表8：ブロードバンド利用者数の推移



出典：平成19年通信利用動向調査報告書(世帯編)調査結果の概要より作成

これによって、高速かつ大容量のパケットのやり取りが可能になった。さらに、日本におけるブロードバンド料金は、他国と比較して安価である。このことが、ブロードバンドの普及に貢献したことに疑いようはない。

### 2.3 まとめ

以上、ネットワークの混雑とトラフィック増加の背景を考察してきた。ブロードバンドの発展を土台として、ユーザとコンテンツの量・質が変化してきた。世界レベルではインターネット・ユーザの数は今後も増加を続け、国内レベルではここ5年から10年ほどは微増となるが、20年30年後では横ばいあるいは緩やかな減少になるであろう。コンテンツは、アクセス端末の多様化（携帯電話や家電）に伴い、大容量化が一段と進み、かつその総量も増えていく。その結果、国内のみならず世界的にインターネットを流れるパケット量、すなわちトラフィックは増加する。これを受けて、ネットワークの混雑はより頻繁に起き得る可能性がある。

## 注釈

- [1] 村山公保 『基礎からわかる TCP/IP ネットワークコンピューティング入門 第2版』  
オーム社 2007年 139頁
- [2] 井上 博勝、後藤 優太、岩谷 幸雄、坂田 真人 「ネットワークのラウンドトリップタイムと混雑の関係」 『電子情報通信学会技術研究報告. NS, ネットワークシステム』  
Vol.101 No.355 7-12頁 2001年10月
- [3] <http://www.ipss.go.jp/>、国立社会保障・人口問題研究所 Web サイト、国立社会保障・人口問題研究所
- [4] <http://it.nikkei.co.jp/internet/news/seisaku.aspx?n=AS2M13026%2015012009>、IT+PLUSWeb サイト、NIKKEI NET
- [5] 日本経済新聞 2009年1月6日 朝刊
- [6] <http://www9.nhk.or.jp/pr/keiei/toptalk/kaichou.htm>、NHK オンライン、NHK
- [7] 日本経済新聞 2009年1月26日 朝刊 「グーグル減速、イーベイ不振 米ネット業界、曲がり角」
- [8] 総務省情報通信政策研究所 調査研究部 「ブログの実態に関する調査研究の結果」  
2008年
- [9] 矢野経済研究所 「ブログサービス市場の動向に関する調査結果概要 2008」2008年 1頁
- [10] ブロードバンド国家戦略研究会 「ブロードバンド国家戦略 世界の取り組み」  
NTT出版 2003年 5～6頁
- [11] ブロードバンド国家戦略研究会 「ブロードバンド国家戦略 世界の取り組み」  
NTT出版 2003年 5～6頁

### 3 対応策への視点

#### 3.1 インターネットの特性

インターネットは、その特性が故に爆発的な成長を遂げ、かつ成長し続けている。

ちなみに、福家秀紀はインターネットの成長要因を次のように述べている。

インターネットの発展要因が、ネットワーク側の機能は TCP/IP に基づくルーティングに最小化し、それ以外の機能は端末側で実現するいわゆる「エンド・ツー・エンド」の原則にあることは、インターネット・コミュニティの共通認識であるといつてよい。注1

ネットワークの混雑への対策を考える上では、インターネットの今後の成長を鑑みて、インターネットの特性を極力維持する方向で検討する必要がある。

インターネットの特性は、オープン性、ベストエフォート、エンド・ツー・エンドである。まず、オープン性である。ここでのオープン性とは、TCP/IP という通信プロトコルが国際的に標準化されていること注2 である。また、その仕様が世界中に対して公開されていることも指す。以上のふたつのオープン性によって、TCP/IP という通信規約さえ守ればアクセス端末が何であっても、かつ誰であってもインターネットに接続することが可能となった。さらに、インターネット上で自由にアプリケーション・ソフトウェアを開発することができたのである。

次に、ベストエフォートである。ベストエフォート (best effort、最善努力) とは、通信においてサービスの品質保証がないことである。たとえば、ISP の接続契約において、最大 25Mbps となっていた場合を考えてみる。この場合、ユーザは常に 25Mbps で通信することができるわけではなく、状況によっては 25Mbps を大幅に下回ることもある。このような接続型式をベストエフォート型という。インターネットは、原則ベストエフォート型である。ベストエフォート型では、品質は保証しないが、最大限の努力はしようということなので、どこかの帯域が混雑していたら違う経路でパケットを送ろうとする。つまり、インターネットでは、パケットの経路は常に一定ではなく、ルートが変化していくのである。

最後に、エンド・ツー・エンドの原則である。これは、パケットのやり取りをする際に、ルータなどは経路選択とパケットを送ることに専念し、複雑な処理はパケットをやり取りする端末自身に行わせるという原則である。Eメールを送受信する際、基本的にはウイルスチェックなどは当該端末において行われ、経由するルータでは行われない。これにより、ルータの機能を制限することができ、電話網などに比べて、安価にネットワークの構築が可能になる。

以上三点の特性から、インターネットの本質が明らかになる。インターネットは、決して安全で、高品質なネットワークではない。セキュリティやサービスの品質より、ネットワーク同士のつながりやすさを重視していると言える。また、ルータには複雑な処理をさ

せないことで通信機器コストは低く抑えられる。かつ、ベストエフォートであるがゆえにパケットの経路は状況によって常に変化する。よって電話網と違い厳密に流通する情報量を図ることができず、インターネットにおけるコスト負担はラフなものになっている（詳細は 3.3）。しかしながら、だからこそインターネットは世界規模に張り巡らされた通信網になりえたとも考えられる。よって、今後のインターネットの発展を阻害することなく、現状の問題のひとつであるネットワークの混雑に対処することが適切である。

### 3.2 ISP における競争確保

ネットワークの混雑を解消する最も効果的な方法は、バックボーンの帯域すなわち回線容量を増強することである。しかし、そのためのコスト負担に ISP が耐えられるかどうかには疑問がある。

なぜなら、我が国におけるインターネット利用者やブロードバンド市場は飽和状態に近づき、今後は緩やかな増加あるいは横ばい状態になると予想され（図表 3、図表 5）、インターネットの接続料金は現在のところ基本的には定額制なため、ユーザ数が増えない以上収入が伸びるとは考えにくいからである。

さらに、ISP のコストには通信回線の設備コストのほかに、通信機器のコストと相互接続のコストがある。前者は、一台数千万円するものもあるというルータなどの費用である。相互接続コストとは、トランジットとピアリング、IX 接続費用の三つをいう。

ピアリングとは、ISP と ISP が対等な関係で相互に接続し、互いの顧客間の相互通信を可能にするものである。注3 対等な関係なため、相互接続費用は不要である。詳細な条件は当該 ISP 間において決められる。

一方トランジットとは、ピアリングのような対等な関係ではなく、垂直あるいは上下関係での相互接続であるため、上位 ISP（階層構造で上位に位置する ISP で、下位 ISP より多くの ISP と相互接続している。）に対して下位 ISP は相互接続料金を支払うものである。その詳細な契約内容は通常守秘義務条項が付帯されているため、実態は明らかではない。注4 しかし、相互接続料金は両者の間における帯域（回線容量）に依存するといわれている。つまり、両者の間により大きい回線容量が必要であれば下位 ISP が上位 ISP に支払う接続料金が高くなるのである。注5 その為に、下位 ISP（一般には中小 ISP）は、ユーザからの収入が増加しないにもかかわらず（定額制であるために、どれだけのトラフィックが発生しようとも料金は変わらない）ユーザの使用コンテンツが大容量であるために上位 ISP に支払う接続料金が高くなる。

以上の要因から、ネットワークの混雑に対処に有効な通信回線の増強を中小 ISP が実施することは、現状では難しいといえる。よって、ISP における競争を維持しつつ、ISP がバックボーンの強化をするためには、ISP 間の接続コストや ISP・ユーザ間の接続料金の



あらたな仕組みづくりが必要であるといえる。

### 3.3 ユーザにおける選択の自由と公平性

現在、インターネットに接続する際には多くの選択肢が存在する。ISP に関しては、おおむね六種類の選択が存在する。NTT 系、KDDI 系、ソフトバンク系、電力会社系、CATV 系、その他（USEN やメーカー系）といった多種多様な事業者から、ユーザは価格やサービス内容、地理的条件を踏まえて選択することができる。

さらに、アクセス回線は、ADSL や光ファイバー、一部 ISDN といったものから、通信速度と料金を軸に取捨選択することができる。そして、NTT 東西がサービスを開始した NGN という高品質な通信の利用も、料金はかかるが選択肢としては存在する。

このようにわが国における現状のインターネットでは、ユーザに選択肢が多く与えられている。しかし、ISP・ユーザ間の料金に関しては原則定額制のみである。その背景には、基本的にインターネットにおいては正確なトラフィックを測ることが難しいということがある。そのため、定額制が一般的であった。

ところが、現在は状況が変わりつつある。一部のヘビーユーザによるネットワークの占有が起きている事実がある。そのヘビーユーザとライトユーザが同額の定額制料金であることは、ISP 側とライトユーザ側からみて公平といえるのだろうか。

では、一部のヘビーユーザへの従量課金（過剰にやり取りしたパケット分に対しての）や特定のアプリケーション（たとえば P2P など）の使用を制限することは公平といえるのだろうか。なにを持って公平性の基準とするのかは、難しい問題である。

だとするならば、より柔軟に対応することがもとめられているのではないだろうか。定額制のみに固執するのではなく、携帯電話におけるパケット定額制にある二段階の形式を導入するなどして、料金体系に幅を広げることを視野に入れるべきではないか。

## 注釈

- [1] 福家秀紀 「ブロードバンド時代の情報通信政策」 NTT 出版 2007年 139～140 頁
- [2] ここにおける標準化とは、国際的な標準化機構によって決められたものではなく、ユーザあるいは市場によって事実上の標準と認められた、デファクト・スタンダードである。一方、国際的な機関によって決められたものは、デジュレ・スタンダードと呼ばれる。
- [3] 福家秀紀 「ブロードバンド時代の情報通信政策」 NTT 出版 2007年 50 頁
- [4] 福家秀紀 「ブロードバンド時代の情報通信政策」 NTT 出版 2007年 51～52 頁
- [5] 谷脇康彦 「インターネットは誰のものか 崩れ始めたネット世界の秩序 」 日経 BP 社 2007年 88～91 頁

## 4 具体策

### 4.1 通信網の増強

先ほど述べたように、ネットワークの混雑への対応策でもっとも重要なものは、ISP によるバックボーンの強化である。そのためには、ISP 間と ISP・ユーザ間における接続コストのあらたな仕組みづくりが必要である。

ISP 間の相互接続は、ピアリングとトランジットに大別できると述べた。ピアリングでは、相互接続料金が不要なためここでは問題にならない。問題は、トランジットである。トランジットで問題になるのは、その料金算定の方法や実際の接続料金がどのくらいなのかが不明瞭であることである。一説には、ティア 1 とのトランジット料金はかなりの高額であるといわれている。恐らく、この辺りが ISP 間の相互接続における問題の核心では内科と思う。しかし、その内実が不透明であるため、言及することを避ける。

一方、ISP・ユーザ間においては、定額制 + 従量課金、優先レーンとベストエフォート、二段階定額制といった仕組みが考えられる。は、一定のパケット量までは定額であるがその後は従量課金で料金を算出するものである。インターネット政策懇談会において、

米国のタイムワナー・ケーブル社は 1 ヶ月あたりのパケット量の上限を超過するユーザから 1GB あたり 1 ドルの追加料金を徴収するテストを 2008 年 6 月 5 日よりテキサス州ポーモントにおいて開始した。同社の料金プランは通信速度 768kbps、29.95 ドル/月のものから 15Mbps、54.90 ドル/月まで数種類あり、パケット量の上限はそれぞれ 1 ヶ月あたり 5GB と 40GB である。注 1

しかしながら、インターネットの特性ゆえに流れるパケット量を正確に測ることは難しい。ISP が所有するすべてのルータの機能を強化しトラフィックを正確に測定するためには莫大な費用がかかり、その費用を ISP 側が負担することは現実的に難しい。また、ルータに過度の機能を持たせることは、インターネットの原則あるいは理念に反しているといえる。よって、従量課金を導入することは現実的にハードルが高いと考えられる。だとすると、 と は実現可能性が低い。

一方、優先レーンとベストエフォートは、インターネットに従来のベストエフォート（一般道路）と通信の品質を保証した優先レーン（高速道路）を用意するものである。どちらの道路を使用するかは、ユーザ側の意思決定による。当然、従来のものより、優先レーンのほうが定額制の料金は高くなる。あとは、ユーザ側が追加的な料金を支払って高品質な通信を行いたいのか、あるいは現状のベストエフォート型のサービスでよいのかを検討するだけである。

たしかに、にはユーザにおける選択の自由があり、ネットワークの混雑をそれによる収入を通信網増強に当てることで反射的に多少解消する可能性がある。しかし、問題もあ

る。それは、そもそも優先レーンを作ることができるのかということとベストエフォートというインターネットの特性が弱まるのではないかということである。

ある ISP が所有する回線内では優先レーンを作ることができたとしても、無数にある他社の回線において優先レーンをつくることができるのかどうかは疑わしい。注 2 また、インターネット上に品質の保証された優先レーンを作るとは、ベストエフォート型のインターネットに適切かどうか疑問がのこる。

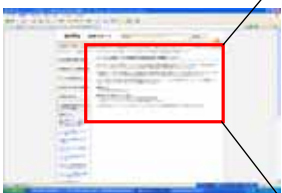
以上のように、ISP がバックボーンの強化をするためには、コスト負担のあり方を導入する必要がある。しかし、ISP 間の相互接続費用や ISP・ユーザ間で新たな料金体系を導入することには、実情が不透明な部分があることや技術的・理念的な問題がある。

ISP におけるバックボーンの増強には、ハードルがいくつもある。しかし、ネットワークの混雑を解消するためには、通信回線の増強が必須である。よって、ここでは、問題点はあるもののより現実的な 優先レーンとベストエフォートを提案する。次の節では、通信網の増強を前提とした上での帯域制御を見ていく。

## 4.2 帯域制御

一部のヘビーユーザによってネットワークの帯域が占有され、一般ユーザの通信に不具合が生じる、あるいは通信そのものが困難になる状況を鑑みて、一部の ISP では帯域制御を行っている。たとえば、@ニフティは、ユーザが Winny などのファイル交換ソフトを使用している場合、帯域の制御を行っている。(図表 9)

図表 9 : @ニフティにおける帯域制御の事例



### ファイル交換ソフト利用時の通信速度の制限について

当社では、多くのお客様へインターネットを快適な状態・環境で利用していただくために、4月28日(金)より、ファイル交換ソフト(Winnyなど)利用時の通信速度の制限を順次拡大いたします。

本制限は、一部のお客様による、連続的且つ長時間に渡り大量のデータをやり取りするソフトウェアからの通信により、多くのお客様の通信速度低下を招く状況を解消するために実施するものです。

なお、特定のお客様の通信速度を制限するものではなく、メールの送受信やホームページの閲覧、データのアップロード・ダウンロードには影響ございません。

■開始日  
2006年4月28日(金)より

■制限の影響を受けるお客様  
Winnyなどのファイル交換ソフトを利用するお客様  
※Bフレッツやフレッツ・ADSLより順次実施いたします。

ご利用状況によって、Winnyなどのファイル交換ソフトの通信速度が低下する場合があります。

出典：@ニフティの Web サイトより作成

帯域制御は、大別すると特定のアプリケーションを制御するアプリケーション制御方式とトラフィックの量を制御する総量規制方式に分けることができる。

アプリケーション制御方式は、「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」注 3 ものである。他方、総量規制方式は、「ユーザごとのデータ転送量の基準を設定し、それを越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」注4ものである。

帯域制御に関しては、ネットワークの中立性に関する懇談会において一定の合理性が認められている。

一部のヘビーユーザ等によるバーストラフィックが発生して契約者全体の通信速度が低下することを防止するため、全般的な帯域制御を緊急避難的に実施することは社会的に許容されるものと考えられる。

しかし、帯域制御に対して一定の合理性は認めたものの、

こうした帯域制御が合理的な水準を超えて行われると、本来は設備増強によって対応すべきトラフィック増に対しても帯域制御により対処することを選択し、結果として過大な供給制約をもたらす可能性が存在する。

という指摘をしている。さらに、

特定のヘビーユーザに対する帯域制御や、競合関係にある特定のアプリケーション等の利用についての帯域制御に加え、ポートブロッキングにより当該アプリケーション等が機能しないようにする場合など、従来は想定していなかった競争制限的な帯域制御が行われる可能性も存在する。

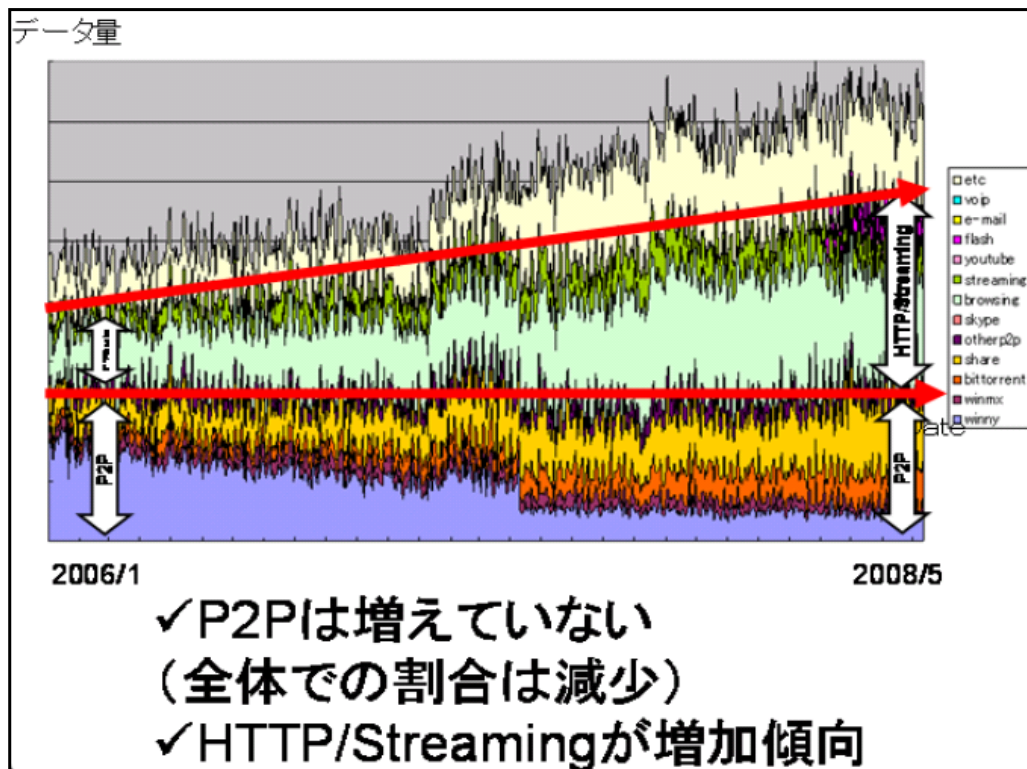
という可能性を示唆している（米国において、このような恣意的な帯域制御が行われた事例が存在する。注5）。帯域制御を行うことの合理性とそれによる危険性を指摘しつつ、今後の検討課題として、以下の二点を挙げている。

まず、「特定のヘビーユーザ」の基準あるいは「特定のアプリケーション等」の定義及びこれらに対して帯域制御を行う場合の客観的な基準を設定し、帯域制御の恣意的な運用を避ける必要がある。（中略）また、個別のトラフィックパターン（通信フローのパターン、パケットの特徴、パケット内の制御情報等）をチェックして個々のアプリケーションを識別するディープ・パケット・インスペクション技術を用いた帯域制御は相当のコストを要することはもとより、個別のトラフィックパターンをどこまで解析するかという点について、「通信の秘密」の確保（電気通信事業法第4条）との関係において慎重な検討が必要注6

であるとしている。ネットワークの帯域を占有しているのが、P2Pヘビーユーザであるとするデータがある（図表2、3、4）。一方で、最近ではP2Pのみならず、ストリーミン

グなどによる帯域の占有が目立ってきているというデータが存在する。(図表 10)であるならば、P2P などのアプリケーションに対する帯域制御は一定の効果はあるものの、今後同程度の効果を発揮しつづけるかには疑問がある。

図表 10 : ある大手プロバイダのトラフィック総量



出典：インターネット政策懇談会 報告書素案より

## 注釈

- [1] インターネット政策懇談会 「インターネット政策懇談会 報告書素案」 2008年
- [2] 谷脇康彦 「インターネットは誰のものか 崩れ始めたネット世界の秩序」 日経BP社 2007年 141～144頁
- [3] (社)日本インターネットプロバイダー協会、(社)電気通信事業者協会、(社)テレコムサービス協会、(社)日本ケーブルテレビ連盟 「帯域制御に関するガイドライン」 2008年 3頁
- [4] (社)日本インターネットプロバイダー協会、(社)電気通信事業者協会、(社)テレコムサービス協会、(社)日本ケーブルテレビ連盟 「帯域制御に関するガイドライン」 2008年 3頁
- [5] 2005年2月マジソンリバー・コミュニケーションズ社(通信事業者)がボナージ(VoIP提供事業者)を排除するためにVoIP用のポートを閉鎖するという事案が発生した。  
FCCが調査を行い、マジソンリバー・コミュニケーションズ社とFCCの間に和解が成立した。『IP電話を意図的に妨害していたとして、連邦通信委員会(FCC)から罰金を科されていたノースカロライナ州の電話会社、マジソンリバー・コミュニケーションは、1万5000ドルを支払うことで合意した。ボナージは、「小規模な通信事業者でもまだ1、2社ある」と説明していた。』(財団法人国際IT財団、米国IT業界動向2005年3月号より)  
これを受けて、FCCは「ブロードバンド普及を促進し、公共インターネットの開放性と相互接続性を維持・促進するための4原則」を採択した。  
消費者は、自らの選択により、合法的にインターネット上のコンテンツにアクセスする権利を有する。  
消費者は、法の執行の必要性に従いつつ、自らの選択によってアプリケーションやサービスを楽しむ権利を有する。  
消費者は、ネットワークに損傷を与えない合法的な端末装置を自らの選択によって接続することができる。  
消費者は、ネットワークプロバイダ、アプリケーションプロバイダ&サービスプロバイダ、コンテンツプロバイダ間の競争を楽しむ権利を有する。  
要するに、消費者は健全な市場競争の元で、法の範囲内においてインターネット上の各種サービスを取捨選択する権利を有しているということである。  
2007年1月連邦議会(上院)において、インターネットの中立性に関する法案(S.215)が提出された。また、2008年2月連邦議会(下院)においてInternet Freedom Preservation Act of 2008という法案が提出されている。
- [6] ネットワークの中立性に関する懇談会 「ネットワークの中立性に関する懇談会 報告書」 2007年 28～29頁

## 5 まとめ

本論文では、ネットワークの混雑に対して、どのような観点から何をすべきなのかについて論じてきた。

ネットワークの混雑には、インターネットの特性、ユーザにおける選択の自由と公平性およびISPの競争確保という三つの観点から、対策を考える必要がある。インターネットが発展してきた要因である、オープン性、ベストエフォート、エンド・ツー・エンドを極力損なわない方向で、かつユーザとISPが互いに利益を享受できるような対策が望ましい。

上記を判断基準とするとネットワークの混雑に対して具体的には、通信網の増強と帯域制御をしていくべきである。より重要であるのは、通信網の増強である。そのために新たなコスト負担の仕組みづくりがかかせない。

現行ISP・ユーザ間では、定額制が一般的である。しかし、それでは、公平なコスト負担とはいえない。そこで、ベストエフォート型サービスと高品質な通信が可能なサービスをつくり、その上でユーザに選択させるという仕組みを提案した。



## 結びにかえて

本論文を終えて、今後の研究課題が見えてきた。それは、インターネットにおける相互接続の仕組みとその費用に関して、である。ネットワークの混雑を解決する根本的な対策は、ISP や通信事業者のバックボーン回線の増強にある。そのための設備費用を ISP や通信事業者だけで負担することには無理がある。ゆえに、ISP・ユーザ間の接続料金にあらたな料金体系を導入することを本論分で指摘した。

一方、ISP 間における相互接続費用（特にトランジット）に関しては、実際どのような料金設定なのかが不明瞭であり、言及することができなかった。

よって、インターネットにおける相互接続費用のあり方（ティア1と国内上位ISP、上位ISPと下位ISPなど）に関して、調査し研究する必要がある。

それを受けて、ISP 間、ISP・ユーザ間における接続費用に対して総合的な主張をしていきたい。

最後になったが、二年間成長しない私を暖かく指導して下さった山田正雄教授、および山田ゼミナール7,8期生、OBOGに感謝を述べて終わりとしたい。

2009年1月30日

## 参考文献

### 【書籍】

- 村井純 『インターネット』 岩波書店 1995
- 村山公保 『基礎からわかる TCP/IP ネットワークコンピューティング入門 第2版』 オーム社 2007年
- 福家秀紀 『ブロードバンド時代の情報通信政策』 NTT出版 2007年
- 谷脇康彦 『インターネットは誰のものか 崩れ始めたネット世界の秩序』 日経 BP社 2007年
- ブロードバンド国家戦略研究会 『ブロードバンド国家戦略 世界の取り組み』 NTT出版 2003年

### 【雑誌】

- 井上 博勝、後藤 優太、岩谷 幸雄、坂田 真人 「ネットワークのラウンドトリップタイムと混雑の関係」 『電子情報通信学会技術研究報告. NS, ネットワークシステム』 Vol.101 No.355 7-12頁 2001年10月

### 【報告書関係】

- 総務省情報通信政策研究所 調査研究部 「ブログの実態に関する調査研究の結果」 2008年
- インターネット政策懇談会 「インターネット政策懇談会 報告書素案」 2008年
- ネットワークの中立性に関する懇談会 「ネットワークの中立性に関する懇談会 報告書」 2007年

### 【その他】

- <http://www.ipss.go.jp/>、国立社会保障・人口問題研究所 Web サイト、国立社会保障・人口問題研究所
- <http://it.nikkei.co.jp/internet/news/seisaku.aspx?n=AS2M13026%2015012009>  
IT+PLUSWeb サイト、NIKKEI NET
- <http://www9.nhk.or.jp/pr/keiei/toptalk/kaichou.htm>、NHK オンライン、NHK  
日本経済新聞 2009年1月6日 朝刊
- 日本経済新聞 2009年1月26日 朝刊 「グーグル減速、イーベイ不振 米ネット業界、曲がり角」
- 矢野経済研究所 「ブログサービス市場の動向に関する調査結果概要 2008」 2008年  
(社)日本インターネットプロバイダー協会、(社)電気通信事業者協会、(社)テレコムサービス協会、(社)日本ケーブルテレビ連盟 「帯域制御に関するガイドライン」 2008年