

# 我が国のインターネットトラフィックの実態から見たネット中立性に関する問題点の考察

A Consideration of Network Neutrality from the View Point of Internet Traffic Analysis

江崎 浩<sup>†</sup> Hiroshi Esaki<sup>†</sup>

## Summary

「ネット中立性」は「インターネット中立性」と同一ではなく、「インターネット中立性」を実現することを念頭に置いた議論と検討が行われなければならない。「ネット中立性」と「自律性」を提供し、そのうえで、「インターネット中立性」で定義された消費者(=ユーザ)の権利を実現するための、ネットワークに課すべき要件が考察されなければならない。また、現在の海外線トラフィックに見られるトラフィックの不均衡は、インターネットのグローバル性と、各国ごとに制定される法制や規制の不統一性に起因しているとも考えられる。すなわち、我が国の法制や規制の考察においては、インターネットの持つグローバル性の影響を慎重かつ適切に考慮しなければならない。更に、ISP にとっての問題トラフィックが、P2P (Peer to Peer) トラフィックではなく、映像などのリッチコンテンツのストリーミングトラフィックに移行しており、この問題の解決可能な技術が P2P 技術である可能性が大きい点は注目し得るであろう。このような、インターネットトラフィックの現状と最新技術の動向を考慮した「ネット中立性」の議論が行われなければならない。

## Key Words

トラフィック特性, 中立性, P2P, インターネット

## 1. 「ネットワーク」と「インターネット」

インターネット(Internet)は、「ネットワークのネットワーク」であり、各ネットワークにはそれぞれ自律性が存在し、構築と運用には自律性と自立性が前提とされている。このようなインターネットの特性が、インターネットシステム自身の持続性(Sustainability)をもたらすものである。この特性は、選択肢(Alternatives)の提供と新しい技術の導入障壁の軽減をもたらすことにつながり、その結果、新しいサービスの展開が小さなコストで実現可能となり、新技術の導入と新規ビジネスの創造・展開の障壁を低くすることに貢献する。このような、システムの構築と運用構造を維持するこ

とが、「ネットワークの中立性」(以下「ネット中立性」)の維持に対応していると考えられる。「ネット中立性」におけるネット(ネットワーク)は、インターネットへのグローバルな接続性を必ずしも持たないネットワーク(例えば、ADSL 網や ATM 網のようなデータリング網や NGN 技術を用いたアクセス網など)を含むものである。すなわち、「ネット中立性」の議論における「ネットワーク」は、インターネットを構成するサブシステムであり、グローバルなインターネットシステムが提供すべき後述する四つの要件のすべてを満足する必要は必ずしもない。しかしながら、インターネットを構成するサブシステムとしての「ネットワーク」は、これら四つの要件の実現に対して、甚大あるいは致命的な影響を与えることがないように、技術面および運用面での考慮と統治が行われなければならない。

インターネットの黎明期においては、ネットワー

<sup>†</sup> 東京大学大学院 情報理工学系研究科, 東京都  
Graduate School of Informatics, The University of Tokyo,  
Tokyo, 113-8656 Japan

ク間の相互接続は、すべてが基本的には「ピアリング (Peering)」であり、相互接続に際して料金を徴収するという概念をもっていなかった。しかし、インターネットの発展過程において、人々のインターネットが提供する IP パケットの転送サービスへの依存度が増加するとともに、サービス対価をユーザ (=エンドユーザ及び相互接続するネットワーク) に求め、高品質なサービス提供を行う ISP (Internet Services Provider) が登場してきた。しかし、全世界を網羅する ISP が登場するわけではなく、ISP どうしが相互接続と協調動作を行うことで全世界を網羅する情報通信網が構築されており、Tier1 プロバイダと呼ばれる BGP (Border Gateway Protocol) フルルートに対する接続性サービスを提供する複数 ISP を頂点として、Tier2 および Tier3 などのプロバイダは、より上位のプロバイダからトランジットサービス (Transit Service) を購入しながら、ユーザへのインターネット接続サービスを提供している。

「インターネット」における中立性の要件は、米国を中心に議論が行われ、基本的には以下に要約される。

- (1) **コンテンツへのアクセス権**：消費者は、適法なインターネットコンテンツの選択とアクセスの権利を有する。
- (2) **サービスの提供権**：消費者は、法律の要件に従うことを条件として、自らが選択するアプリケーション、サービスを運営する権利を有する。
- (3) **通信機器の接続権**：消費者は、ネットワークに害を及ぼさない適法な機器とネットワークを接続する権利を有する。
- (4) **競争への参画権**：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との競争に参画する権利を有する。

これら四つの項目が、「インターネットサービス」に関して、ISP 並びに ASP (Application Service Provider) が提供しなければならない「中立性」とであるとされている。基本的には、インターネットが、「コモンズ (Commons)」[1] としての特性を維持するために必要な要件をまとめたものである。「コモンズ」の概念においては、他人に対して害を与えない範囲において、人々は自由にコモンズとして定義される資源を利用する権利を持つ。すなわち、コモンズに資する資源を持つ者は、これを利用する者に対して、公正な要件を満たす

場合には、これを利用可能にする義務を持つことを意味する (排他性の否定)。ここで、各プロバイダによるユーザへのコモンズに資するサービスの提供に当たっては、どのような技術で、また、どのようなポリシー (課金方法など) でサービスを提供するかに関して、各ネットワークに自律性が保障されなければならない。上述したように、ネットワークの構築方法・運用方法に関する自律性が各ネットワークに担保かつ維持されることが、インターネットシステムの持続性に必須の条件となるからである。

インターネットサービスを提供するプロバイダは、すべてのユーザに対して、インターネット上のコンテンツへのアクセス性を提供する義務を持つ (上述の「コンテンツへのアクセス権」とともに、我が国においては「通信の秘匿義務」(米国では「表現の自由」) が憲法で定義されている。これらプロバイダに課せられた義務とエンドユーザの権利は、「ネット中立性」に関して非常に重要な論点である。「青少年ネット規制法」に関連する ISP への有害情報のフィルタリングサービスの義務化、P2P トラヒックなど特定のトラヒックに対するフィルタリングの実施や総量制限の実施は、これらの観点を鑑みながら議論が行われなければならない。

本論文では、「ネット中立性」を「インターネット中立性」の立場から議論し、その問題点を考察している。2章では、「インターネット中立性」の四つの要件の観点から、「ネット」に (これら四つの要件のすべてを満足する必要はない) に関して、「オープン性」確保の意味と、ビジネスを成立させるための必要な「囲い込み」に関する考え方を議論する。その後、3章以降で、本論文の主題である、「我が国のインターネットトラヒックの実態」の分析をもとに、「ネット中立性」の議論を行う。

## 2. 「オープン」と「囲い込み」

### 2.1 「オープン」性

「技術仕様の公開」をオープン化と定義する 경우가多く見受けられるが、これは非常に狭義の解釈であり、技術仕様の公開のみでは、真の意味でのオープン性は実現されない。オープン性を持つ技術仕様や運用仕様の策定に当たっては、十分な利害関係者 (ステークホ

ルダ)がその検討に参画し、コンセンサスが形成されなければならない。すなわち、技術仕様の策定に関する「中立性」が確保されなければならない。パートナー企業に対してのみ、技術仕様の公開を行う形態は、「技術仕様の公開」は行っているが、ユーザに対して、「技術仕様にアクセスする権利」を提供しているとは必ずしもいえない。インターネットを構成するステークホルダに対する「オープン性」が存在するかという観点での分析と議論が行われなければならない。

## 2.2 「囲い込み」

携帯電話ビジネスにおいては、アプリケーション、コンテンツ、データ転送を垂直統合し、ユーザを特定の(通信)プラットフォームに囲い込むビジネス構造が構築されたことによって、ユーザが特定の通信プロバイダに固定(Lock on)されてしまい、ユーザの自由なアクセスプロバイダの選択権の障害となっているとの指摘が行われている。このような問題を解決するために、携帯電話システムを水平方向にオープン化すべきとの議論が行われている。すなわち、水平型ビジネスを可能にすることで、垂直統合型の囲い込みを是正するものである。これは、携帯電話システムがインターネットサービスを提供する段階になって、インターネットへの接続性の提供が「インターネット中立性」に鑑み義務となったためと見ることができよう。

一方、あるインフラやプラットフォーム技術が、ボトルネック性を持つ場合にも、囲い込み現象が発生する。我が国の有線アクセス網におけるNTT東西や、オペレーティングシステムにおけるマイクロソフトウィンドウズ(Microsoft Windows)が、その典型例として挙げられる。これらは、垂直統合型ではなく、水平統合型での囲い込みを行っている。このような形態において、中立性を提供するためには、ユーザがこれらを利用することに関する権利を有することを具現化することが必要となるとともに、その技術仕様の策定が、関係するステークホルダで行われなければならない。

このような観点で考えると、有線システムにおけるネット中立性やボトルネック性を持つ事業者に対する施策よりも、より、資源的制約の大きい無線システムに対する「中立性」も、きちんと議論されなければならない。有線システムは、有線の敷設に対するコスト

の負担の問題はあるにしても、事実上は、(通信の実現に必要な)資源の増強に対する上限が存在しない。具体的には、空間的制限は非常に少なく、例えば通信ケーブルが不足している場合には、通信ケーブルの敷設・増設を行うことが可能である。これに対して、無線システムは、限られた無線資源を複数の通信事業者が共有しなければならず、必然的に、競争に参加可能な事業者の数が有限となってしまふ。このような形態においては、ある程度市場が立ち上がった段階での水平方向へのオープン化の実現が必要となる。次世代無線技術(WiMAX及び次世代PHSシステム)において、周波数の割当てに際して、MVNO(Mobile Virtual Network Operator)への無線データトランスポート基盤の解放が、ライセンスの取得の申請を行う事業者に必要な条件とされたルール設定は、大変興味深い「ネット中立性」の実装方法の一つであると考えられる。

同様の施策は、3章において議論するP2Pトラヒックの実態などを鑑みるに、デジタルコンテンツの流通経路の多様化の推進に資するルール設定と産業構造の根本的な検討が必要であることを示唆している。

## 3. 我が国のトラヒックの現状と特徴

我が国のインターネットトラヒックの測定と解析結果([2]など)から、以下に挙げるような問題を、「ネット中立性」に関して提起する。

### 3.1 トラヒック量の増加への対応

NTT東日本・NTT西日本が提供するFLET'sサービスの提供により、トラヒックはますます東京地区に一極集中する傾向にある。このような現象は、多くのISPの経営にとって、主に、広域をカバーする安価なデータリンクサービス網が提供された結果、人的資源と物的資源の集約化・統合化によるコストメリットが、広域データリンクサービスの購入コストを上回ったことに起因すると考えられる。

また、国内にキャッシュサーバ及びミラーサーバの設置が困難であることが原因と見られる、海外からの流入トラヒックの超過現象は、ますます拡大化する傾向を見せており、海外線提供プロバイダの経営環境へ

の負荷増大が懸念されている [2].

2008年5月時点で、我が国のブロードバンドインターネットユーザが生成するトラフィックの総量は、ダウンロードで約 880 Gbit/s、アップロードで 630 Gbit/s に達している [3]. 図1にブロードバンドユーザのトラフィック量の時間変化を1週間分示した(2005年から2008年の5月時の典型的な1週間のデータ). P2P型ファイル共有ソフトウェアが生成していると予想される背景

トラフィックが存在しており、早朝においてもトラフィック量は大きく減少することはない. 一方、午後10～11時ごろには、インターネットのトラフィック量が最大(ピーク)となっており、ピーク値とボトム値の差は、2004年9月の測定開始から比較して年々急速な増加を見せている. また、週末のトラフィックパターンと、週末以外のトラフィックパターンも大きく異なっている. 週末のトラフィックは、1日の早い時間からトラフィックの

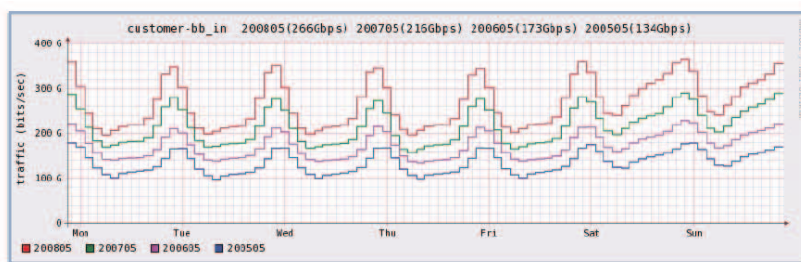


図1 ブロードバンドユーザアップロードトラフィック

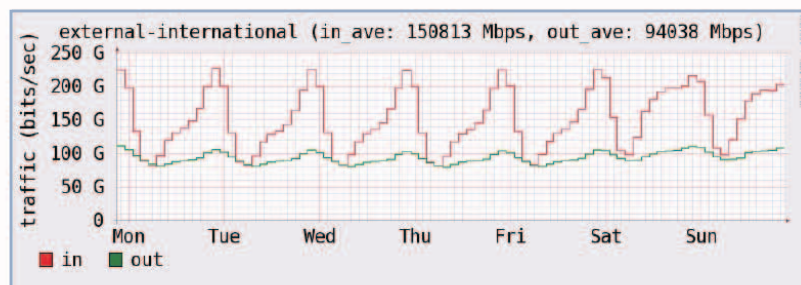


図2 国際線トラフィック (海外→国内)

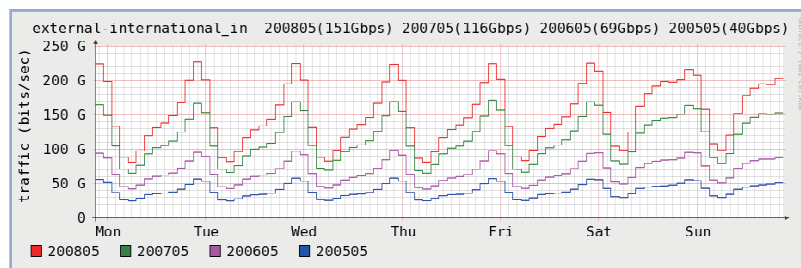


図3 国際線トラフィックの変化 (海外→国内)

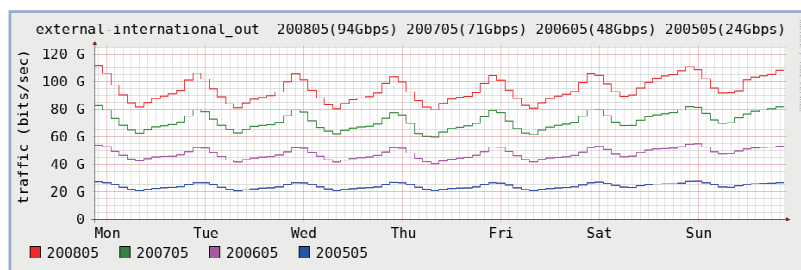


図4 国際線トラフィックの変化 (国内→海外)

総量が増加していることが分かる。また、都道府県別に見たトラフィック特性を見ると、東京都、大阪府及び福岡県においては、ウィークデイのトラフィック特性（いわば、都市型のトラフィックパターン）が他の地域とは明らかに異なっており、日中のダウンロードトラフィック（ネットワーク⇄ユーザ）が、週末のトラフィック以上に、朝から夜まで大きな値となっていることが観測されている。

海外線トラフィックでは、海外から国内に流入するトラフィック量がその他のすべてのトラフィック量の増加速度と比較して、極めて大きいことがわかっている [3]。

図2は2008年5月における海外線トラフィックの総量の1週間の変化を示している。また、図2及び図3には、2005年以降の経年変化の様子を示した。

図4に示したように、日本から海外へのトラフィックは、ほとんど時間変化のない特性となっている。一方、海外から日本へのトラフィックは、日本国内の活動特性とほぼ同じ時間帯で変動していることが分かる。両方向のトラフィックの最小値は、それぞれ早朝の時間帯になっており、ほとんど同じ値となっている。これは、早朝のトラフィックは、P2Pファイル共有などの機械的なトラフィックであると予想される。一方、海外から日本へのトラフィックは、日本国内の人の活動に比例して変動しているようであり、午後10時付近にピークとなっている。

更に、図2に示されているように、国内のブロードバンドトラフィックの特性と同様に、時間変動の大きさ（Amplitude）は、年々増加する傾向を示している。一方、図4に示されている国内から海外方向のトラフィック特性では、トラフィック量の増加が観測される一方で、時間変動の大きさの増加はさほど大きくないことが分かる。このようなトラフィック特性の違いは、国内トラフィックには全く観測されない特性であり、国際トラフィックにのみ観測されている。この原因に関しては、詳細な解析と今後の変化の観測が必要である。

一つの可能性としては、海外に存在するコンテンツサーバからの、インタラクティブなリッチコンテンツのダウンロードやストリーミングサービスの急速な増加が考えられよう。特に、映像コンテンツと音楽コンテンツのインターネットを通じた利用法と流通方法は、海外と我が国において異なる場合が多い。多くの映像

コンテンツや音楽コンテンツは海外ではオンライン化が可能であるが、日本国内ではオンライン化が非常に難しいという場合も存在しているようである。著作権が保護されるべきコンテンツに関する取扱いは、ベルヌ条約（2001年6月現在148か国が加盟、日本は1899年に加盟）に従って、加盟国の著作物に関しては自国の著作物と同等に取り扱うことになっている。しかしながら、実際の司法当局の解釈と判例は、各国間で同等のものとはなっていないのが実情であり、このような司法における解釈と運用の違いによって、コンテンツサーバの設置場所がビジネス判断として決定される場合も少なくないようである。

更に、例えば米国においては、「表現の自由」が憲法で規定されており、コンテンツの表現内容に関して、オンライン化においても大きな自由が確保されている。一方、日本においては、厳密には憲法においては「出版の自由」が保証されているのみで、「表現の自由」までは保証されていないと解釈されている。インターネットシステムが国境を越えたグローバルなシステムであることと、各国でのサービス提供、サービス内容、ビジネスルールは、国単位としての憲法、法律、条例が適用されるため、システム構造がこれらの違いに柔軟に適用する形でのシステム展開が行われる。

このように、国際トラフィックの不均衡が、コンテンツの複製や一時固定に関する管理ポリシーの相違に起因した、コンテンツサーバの設置場所の偏りによって発生しているのであれば、この問題は、以下で議論するミラーサーバやキャッシュサーバを日本国内に設置することを可能とする施策が適用されることで解消可能であるかもしれない。すなわち、現在キャッシュサーバやミラーサーバを設置する代わりに、海外に存在するコンテンツサーバの能力を強化し、かつ同一内容のデジタル情報を何度も転送するために必要な帯域の増加、特に国内の通信回線に比べて、その帯域コストと増強コストが大きな海外線の利用を増加させることで、日本国内のブロードバンドユーザの要求に対応しているのであれば、大変非効率な社会インフラストラクチャの維持・運用が行われていることになる。今後の詳細な分析が、社会インフラの効率的な構築と運用という観点からも検討・議論されなければならないかもしれない。

### 3.2 ネットワーク資源の公平な利用

ブロードバンドトラフィックにおける、ネットワーク資源の利用においては、一部のいわゆるヘビーユーザが大部分の資源を利用しているとの議論が存在する。P2P型のファイル共有ソフトウェアが社会的な問題となった2005年ごろには、P2P型アプリケーションを動作させているほんの一部のユーザが、社会インフラであるインターネットの通信帯域資源のほとんどを消費しており、これらのトラフィックを規制すべしとの意見と、一部のリッチコンテンツを提供する事業者が通信インフラ資源を不当に安価に利用しビジネスを展開している（いわゆるインターネットただ乗り論）との意見が見受けられた。このような傾向が事実であるのか？それまでの状況と大きく異なるのか？客観的な数値データに基づいた議論が行われなければならなかったが、なかなかそのような議論に資するデータが存在しなかった。

図5に、各ユーザが1日にネットワークとの間で交換されるデータトラフィックの総量を横軸にして、そのトラフィック量以上のトラフィックを交換しているユーザの割合を示した。10%のユーザが1日に500 MByte以上のデータ交換を行い、1%のユーザが1日に6 GByte以上のデータ交換を行っている。注目すべきは、分布には、偏りが少なく、比較的連続分布していることである。すなわち、「一部の極端なユーザ」ということは、少なく

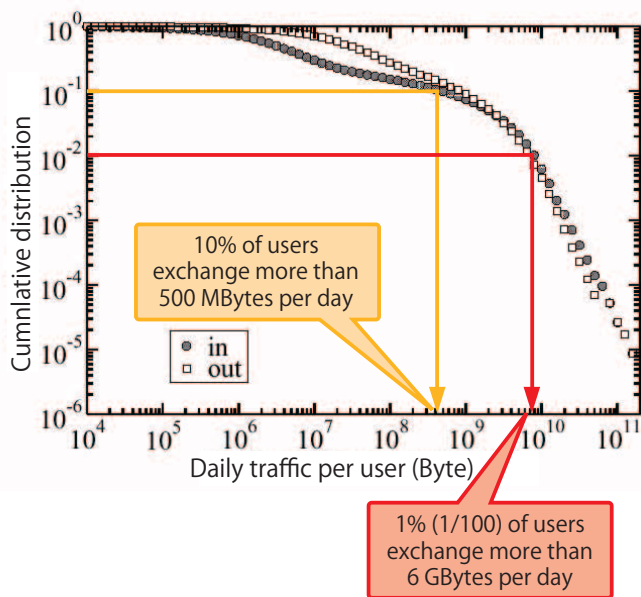


図5 個別データトラフィック量の積算分布

ともこれらのデータからは証明することが難しい。

このような、大量のトラフィックを生成しているアプリケーションは、P2P型のファイル共有ソフトウェア及びサービスとの批判が多く見受けられるが、最近では、逆に、P2P技術を用いた、より効率的なコンテンツ配信を実現するための研究開発とビジネス展開が、推進されつつある[4]～[7]。

本稿を執筆している時点では、詳細な解析結果を示すことができないが、本稿の図1に示したように、近年のトラフィック特性は、バックグラウンドトラフィックの総量と同程度以上のトラフィックが、インタラクティブなトラフィックと考えられるトラフィックによっていることが暗示されている。すなわち、インターネットトラフィックの最繁時においては、半分以上のトラフィックが、ユニキャスト通信を用いたインタラクティブなダウンロード方向（ネットワーク⇨ユーザ）のトラフィックであると予想される。

このような、インタラクティブなダウンロード方向のコンテンツ配信の効率化を実現するものは、いわゆるCDN (Contents Delivery Network) システムと呼ばれるものである。CDNシステムにおいては、複数のISPからなるインターネット上に、仮想的なCDN網を構成し、コンテンツのキャッシュ機能とミラー機能を持つサーバを地理的に分散配置することによって、効率的なコンテンツ配信を実現する。すなわち、CDNシステムのアーキテクチャは、技術的には、いわゆるP2P型ファイル共有システムとほぼ同様の技術を適用している。事実、P2P型ファイル共有システムとして登場した多くのシステムが、CDNシステムとして形を変えてビジネス用途に導入される事例が登場しつつある。すなわち、技術的には同一であるが、その運用とガバナンス手法が異なるものとして、P2P型ファイル共有システムが、インターネットのトラフィック増加の問題を解決可能な技術として注目されているのである。

米国におけるP4P技術の研究開発[5]、我が国におけるP2P実験協議会[4]における技術検討がその例として挙げられよう。ISPとP2Pサービスを展開するノードが何らかの方法で協調動作することで、ネットワークのトラフィックエンジニアリングを実現し、サービス品質の向上とネットワーク内のトラフィックの増加を抑制する可能性が研究されている。すなわち、ISP間での

P2P サーバの最適配置と、データ転送経路の最適化が行われれば、現在のトラフィック状況を大きく改善する可能性があることが認識されており、テストベッドを用いた効果の数値的な評価に向けた研究が進められている。

総務省で開催された「ネット中立性」に関する委員会において、商用サービスとして展開されている疑似マルチキャスト型ストリーム映像配信サービスの事例が報告された。P2P 技術を適用しない場合に必要となる配信サーバサイトの通信帯域幅を、P2P 技術を適用することで、80%以上削減することに成功している [8]。

また、NPO 法人ブロードバンドアソシエーションでは、P2P 技術の可能性を社会が認め、P2P 技術のような革新的な技術を社会が抑圧ではなく、自身の成長とイノベーションのために御することの必要性をうたった提言書（本稿付録）をまとめている [9]。本提言書においては、P2P 技術の可能性に関する議論だけではなく、「ネット中立性」に関連するトラフィック制御の問題、コンテンツフィルタリングの問題、通信装置のネットワークへの接続を行う権利に関する問題、更には、革新的技術開発に関する統治方法の問題などが、P2P 技術に関連して議論されている。

最後に、エンドユーザが生成する IP パケットの転送に関する ISP による（コンテンツ）フィルタリングとトラフィックの通信量制限に関する議論を行う。有害情報及び違法な情報（著作権を適切に尊重・保護しないコンテンツ）に対するフィルタリングは行われなければならないが、コンテンツのフィルタリングが、ISP によって行われなければならない、あるいは ISP がユーザの承諾なく実施することを許容するとする現在の方向性は、技術的な観点と「通信の秘匿性」の観点から見れば、事実上不可能であると考えられる。「通信の秘匿性」の観点から、ISP などの通信事業者は、ユーザのコンテンツを検閲する権利を持たない。したがって、コンテンツの内容の受信に関する判断を ISP 側が行うことは、事実上不可能であり、この判断は、上流であるコンテンツサービスプロバイダと、エンドユーザにおいてしか行うことは不可能である。また、特定のアプリケーションのみを制限（フィルタリングあるいは流量の制限）するとの議論も存在するが、これも、技術的に、

既に事実上非常に困難となっている。文献 [10] に示されているように、80%以上の TCP コネクションは動的ポート番号 (Dynamic Port Number) を利用しており、したがって、TCP のポート番号を用いたパケットフィルタリングは、既に事実上不可能となっている。

### 3.3 インターネットサービスの地域格差

インターネットサービスの普及度や利用コストに対して、大きな地方格差が存在するとの意見も多い。地域格差の実態に対する客観的なデータの不足が、想像での議論に終始してしまう結果となっており、早々に解決しなければならない問題である。例えば、図6には、各都道府県の人口に対して、各都道府県ごとの総トラフィック量を、ある商用プロバイダにおいて計測した結果である。図6のように、各都道府県の総トラフィック量は、ほぼ人口に比例していることが分かる。すなわち、一人当たりのトラフィック量に関する地域格差は、少なくとも、ユーザー一人当たりの平均トラフィック量に関しては、存在しないということになっている。

しかしながら、エンドユーザがインターネット接続に必要なコストと、地域のインターネット接続サービスを提供する事業者がインターネット接続を提供するために必要とするコストの構造は大きく異なることも顕在化しており、より詳細な科学的データに基づいた検討と議論が行われなければならない。

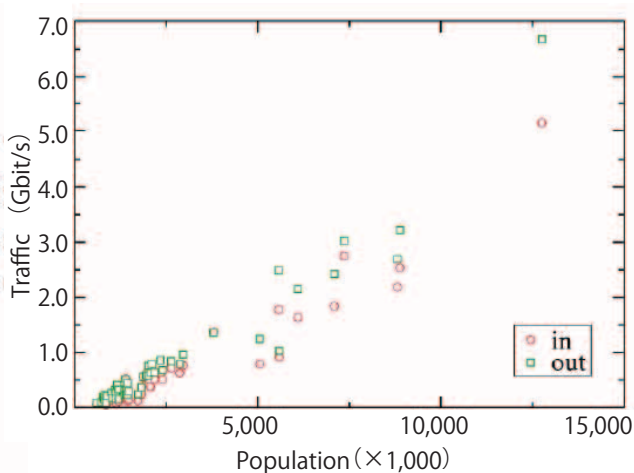


図6 都道府県人口に対する総トラフィック量の特性

## 4. むすび

本論文で行った「ネット中立性」の議論を行うに当たって留意すべきポイント(=問題点)は、以下のとおりである。

- (1) 「ネットの中立性」と「インターネット中立性」を混同しないこと。
- (2) 技術仕様のアクセス権に関する「オープン性」が確保されること。
- (3) さまざまな「囲い込み」の実現形態に対する「ネット中立性」の議論が行われること。
- (4) 実データに基づいた「公平性」確保のためのトラフィック制御技術・制御ポリシーに関する議論が行われること。

「ネット中立性」は「インターネット中立性」を実現することを念頭に置いた議論と検討が行われなければならない。ネットの中立性と「自律性」を提供し、そのうえで、インターネットの中立性で定義された消費者(=ユーザ)の権利を実現するための、ネットワークに課すべき要件が考察されなければならないと考える。また、現在の海外線トラフィックに見られるトラフィックの不均衡は、インターネットのグローバル性と、各国ごとに制定される法制や規制の不統一性に起因している。すなわち、我が国の法制や規制の考察においては、インターネットの持つグローバル性の影響を慎重かつ適切に考慮しなければならない。最後に、既に、ISPにとっての問題トラフィックは、P2Pトラフィックではなく、映像などのリッチコンテンツのストリーミングトラフィックに移行しており、この問題を解決可能な技術がP2P技術である可能性が大きい点は、注目に値するであろう。

## 文 献

- [1] L. Lessig, コモンズ, 翔泳社, Jan. 2003.
- [2] K. Fukuda, K. Cho, and H. Esaki, "The impact of residential broadband traffic on Japanese ISP backbones," ACM Comput. Commun. Rev., vol. 35, issue 1, pp. 15-22, 2005.
- [3] ISPトラフィック勉強会,  
<http://www.hongo.wide.ad.jp/InternetTraffic/>
- [4] P2P実験推進協議会,  
<http://www.fmmc.or.jp/P2P/about.htm>
- [5] H. Xie, et al., "P4P: Explicit Communications for

Cooperative Control between P2P and Network Providers,"  
[http://www.dcia.info/documents/P4P\\_Overview.pdf](http://www.dcia.info/documents/P4P_Overview.pdf)

- [6] C. Huang, et al., "Can internet video-on-demand be profitable?," ACM SIGCOMM 2007, pp.133-144, Kyoto, Japan, Aug. 2007.
- [7] T. Karagianis, et al., "Should internet service providers fear peer-assisted contents distribution?," ACM IMC 2005, pp.63-76, Berkely California, USA, Oct. 2005.
- [8] 総務省, "P2Pネットワークの在り方に関する作業部会報告書," p.60, [http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/pdf/070629\\_11\\_1.pdf](http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/pdf/070629_11_1.pdf)
- [9] NPOブロードバンドアソシエーション,  
<http://www.npo-ba.org/>
- [10] K. Cho, K. Fukuda, H. Esaki, and A. Kato, "Growth trends in Japanese broadband traffic," 6th Asia Broadband Summit, Bali, Indonesia, Feb. 2007,  
<http://www.iijlab.net/~kjc/papers/kjc-abs2007-2up.pdf>

## 付録：P2P 基本提言

NPO 法人ブロードバンドアソシエーション  
P2P 関連問題研究会

### 提言の要旨

1. インターネットにおける問題を解決する手段として、P2P技術にはさまざまな可能性がある。これは今後のインターネット社会にとって不可欠な技術である。P2P技術は商用化の時代へ突入しており、社会的インフラとして積極的に取り入れられるべきである。
2. P2P技術に関連して問題となった事項は、すべてP2P技術の本質的問題ではなく、しかも、現在、商用で用いられているP2Pネットワークでは解決済みである。
3. 日本における先進的なソフトウェア開発、特にP2P技術の開発は、種々の裁判例により萎縮しており、世界的に立ち後れている。日本の技術発展のためには、技術者が安心して開発できる環境を実現しなくてはならない。
4. P2P技術の開発をめぐる、現在も法的問題などの課題があり、このような問題を速やかに解決すべく、立法を含めた是正手段が講じられるべきである。

### 提言の理由

#### 第1 P2Pの可能性について

##### 1. インターネットを巡る今日的課題について

今日、インターネットは社会的インフラとなっている。消費者はより高品質なコンテンツへと需要をシフトさせており、必然的に大容量データの送受信が求められている。しかし、インターネット社会の発展に伴う利用者の増大と通信能力の向上により、通信の負荷が一極に集中し、ネットワークの効率が低下するという問題が生じている。このような問題に対する一つの解がP2Pである。平成19年度に総務省により設置された「P2Pネッ



トワークの在り方に関する作業部会」の報告書では、具体的な商用システムにおいて、P2P 技術がサーバの通信負荷とデータ処理負荷の低減に寄与している実例が幾つか挙げられている。

## 2. P2P ネットワークの優位性

自律性と役割分担の対称性を重んじる P2P ネットワークには、次のような利点がある。

- (ア) 資源の効率的活用：役割が固定的ではないので、休眠している CPU、メモリ、ディスク領域などの計算機資源やネットワーク帯域を、状況に応じて借用することで、効率的に活用できる。
- (イ) 耐故障性：役割分担の対称性を利用し、サービスを複製しておくことで、障害が起こったときにその発生を隠すことができる。また、障害の起こったサブシステムの役割を、システムの残りの部分が担うことで、一部が壊れてもそのままシステムが動き続けられる。
- (ウ) スケーラビリティ：ある役割を分担する負荷を、参加者が増えるにつれて分散させていくことで、システムが大規模になっても動き続けることができる。
- (エ) 創発性：新しいシステムを開始するうえでも役割に制限がないため、サービスの提供に必要なネットワークを、誰もが自律的に組み上げることができる。

上記の利点を持つ P2P ネットワークの構築方法を、実用でできるレベルで社会に提供していくのが P2P 技術である。

## 3. 社会基盤としての P2P ネットワーク

P2P 技術は、単にコンピュータネットワークの応用範囲を広げ、その性能を向上させていくことに寄与するだけに留まらない。社会基盤としての情報空間をデザインしていくうえで、P2P ネットワークには大きな役割を担える可能性がある。その要となるのが、P2P 技術の持つ自律性である。今日の目まぐるしく変化する世界状況においては、問題の速やかで効果的な解決のためには自律・分散的手法を用いていかざるを得ない。そのために P2P ネットワークを情報基盤として用いていくことは有益であるし、P2P ネットワークに則して組織構造を変えていくといった施策も必要であろう。また、P2P 技術の持つ負荷分散や資源割当ての最適化といった特徴は、多くのコスト削減を生み出すと考えられる。省資源化が地球的問題となっている今日において、P2P 技術は、社会に積極的に取り入れられるべきである。

## 4. P2P 技術が新たな時代に突入していること

P2P 技術には、その社会への導入に関して、以降の節で述べるように、かつて混乱の時代があった。しかし、その技術的有用性が否定されたわけではない。また、現在では商用化されたシステムが確立しており、積極的に取り入れられるべき基盤が確立している。

## 第2 P2P 技術を巡る問題について

### 1. P2P トラフィックの実態について

2004 年ごろにおいて、P2P アプリケーションの登場によってブロードバンドインターネットのトラフィック特性が大きく変化したのは事実である。しかし、その後もトラフィックの特性の変化は継続して観測されている。総じて、P2P アプリケーションは、少なからぬ量のトラフィックを継続的に生成しているが、その量は、1日を通してさほど大きく変化しない。一方、リッチコンテンツのダウンロードやストリーミングサービスの充実により、トラフィックの総量は急激に増加している。このトラフィックはユーザの操作によって生成されるため、時間帯によって、その量は大きく変動している（特に海外で提供されている動画共有サービスなどを利用する国際線トラフィックの変化は著しい）。すなわち、P2P の総トラフィック量が依然として少なくないことは事実ではあるが、徐々に、インターネットサービスの事業者にとって負担となるアプリケーションは、P2P ではなく、急激にトラフィック量が変動するサービスになりつつある傾向が観測されている。また、P2P 技術を積極的に利用した効率的なデータ配信システムの導入も行われており、サーバ設備の負荷低減や、サーバ設備が必要とする通信帯域幅の低減に P2P 技術が貢献している事例も数多く報告されている。

### 2. P2P に関連する問題の本質について

P2P 技術が、技術開発の意図とは離れて、著作権侵害や情報漏えいに関連して取り上げられることがある。このことにより、P2P 技術がネガティブなイメージで捉えられることが多いのが現状である。しかし、著作権の侵害や情報の漏えいは、以下に示すように、P2P 技術によってもたらされたものでも、P2P 技術の本質的問題でもない。この問題を解決し、P2P 技術が健全な形で社会に応用されていくためには、技術に関する一般向けの教育・啓蒙も含めた長期的な取り組みが必要であり、また、P2P 技術の有用性を明確な形で世界に明らかにし、具体的な応用を推進していく必要がある。

### 3. 情報漏えい問題について

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ことは、非常に不幸な出来事である。しかし、これらは P2P 技術が引き起こしたものではなく、情報漏えい系ウイルスの感染によってもたらされたものである。情報漏えい事件は、P2P 技術を用いないクライアント／サーバ型システムでも起きており、古くは電子メールを介した情報漏えいウイルスの存在が広く知られている。情報漏えいをもたらすウイルスは、決して P2P 技術に由来するものではない。また、情報漏えい問題の多くは、①私物のパソコンと機密情報が保存されているパソコンを区別していない、②機密情報を暗号化していない、③よくわからないファイルを安易に開こうとすることで実行形式ファイルを実行している、など、利用者の利用方法に

由来している。この点の解決のために、利用者に対する啓蒙活動を続けていくとともに、関係者と協力してウイルス対策を促進していかななくてはならない。そのためには、ソフトウェアに係わる事故・事件に関して技術者に適切なフィードバックがかかり、速やかにソフトウェアの修正と再配布を行えるような体制を作っていくことが必須である。また、商用 P2P ネットワークでは、認証したコンテンツのみを流通させる技術などを用いることにより、情報漏えいの心配のない利用環境を提供可能である。

#### 4. 著作権問題について

P2P ファイル共有ソフトにおいて、著作権侵害が問題視されたこともあるが、デジタルコンテンツの無断複製は P2P 固有の問題ではない。これは、流通するデータの内容の決定をユーザに委ねる以上、不可避の問題である。現在も、クライアント／サーバ型ファイル共有サービスで多くの著作権侵害の実態がある。また、この問題は、インターネットに固有の問題ですらない。これまで、新しい技術と著作権法はしばしば衝突をしてきた。しかし、必ず調和に至ることは歴史が証明していることである。現在、商用 P2P の分野では、DRM (Digital Right Management) 技術や、認証技術を活用して、コンテンツホルダの認証を得たものだけを流通させることも可能であり、著作権侵害の問題は解決可能である。

### 第3 日本における P2P 技術開発の現状

1. 日本では、システム提供者に対する著作権侵害などの責任を問う裁判例や、特に P2P ファイル共有ソフトの開発者に対する刑事立件などを通じて、ソフトウェア技術者が開発を萎縮している現状にある。このことは、世界的には奇異なものとして捉えられている。インターネットにおいて、キャッシュ保持による著作権侵害責任を恐れるあまり、他国と比べ通信に偏りが著しい状況となっているのはその一例である。一定の条件のもとで許されるとしても、十分とはいえない。技術の発展は効率の良い流通インフラを実現し、コンテンツホルダに多くの利益をもたらすことになるが、そのことに対する理解が、我が国の産業界には不足している。
2. P2P 技術はいうまでもなく、技術者によって開発されるものである。しかしながら、上記のような現状では、日本で開発

する開発者が P2P 技術の開発を断念せざるを得ない状況である。技術者に責任者を追わせる現状の法律実務は誤りである。

### 第4 将来の P2P のあり方について

P2P 技術への移行は世界的な潮流であるにもかかわらず、日本はその流れに立ち後れている。その原因として硬直的な著作権法を含む法律や規定、消極的な産業など多くの原因が挙げられている。日本の国際競争力向上の観点から、立法を含めた諸制度の改善を行うべきである。

#### P2P 関連問題研究会メンバー

- 江崎 浩 (東京大学・委員長)
- 石川 宏 (NTT アドバンステクノロジー・副委員長)
- 斉藤賢爾 (慶應義塾大学)
- 津田大介 (IT・音楽ジャーナリスト)
- 石橋 聡 (NTT)
- 伊勢幸一 (ライブドア)
- 壇 利光 (弁護士)
- 古川 享 (慶應義塾大学)
- 持田侑宏 (フランステレコム)
- 安田 浩 (東京電機大学)
- 山下達也 (NTT コミュニケーションズ)
- 吉開範章 (日本大学)
- 早稲田祐美子 (森・濱田松本法律事務所)
- 飯野嘉郎 (ブロードバンド・アソシエーション)

(平成 20 年 9 月 8 日受付, 12 月 28 日再受付)



江崎 浩 (正員)

昭 62 九大大学院修士課程了。同年 (株) 東芝入社。平 2 ベルコア社, 平 6 コロンビア大・客員研究員。平 10 東大大型計算機センタ・助教授。現同大大学院情報理工学系研究科教授。工博。MPLS-JAPAN 代表, IPv6 普及・高度化推進協議会専務理事, ISOC 理事。