

「コンテンツ配信（CDN）技術と P2P 技術を巡る動向」

市川類@JETRO/IPA NY

1. はじめに

近年、動画コンテンツなどの多量・大容量の情報・コンテンツが、インターネットを通じて流通・配信されるようになってきているが、その背景には、これらを可能とするようなコンテンツ配信技術の存在がある。

もともと、インターネットのアーキテクチャーは、米国で開発され、普及が開始された。そのインターネットに関し、このような多量・大容量の情報・コンテンツを効率的に配信することを可能にする技術についても、米国を中心に開発され、ビジネス化されてきている。

その際、米国においては、このようなインターネット関連の技術が単に生まれるだけでなく、ベンチャー企業を中心にその技術をビジネス化し、収益をあげようとする志向が強いように見受けられる。具体的には、以下のとおり。

- ・ CDN（Contents Delivery Network）技術については、MIT の技術を元に、大学発ベンチャーとして、Akamai がビジネスを開始し、シェアの大半を握るとともに、急成長を遂げてきている。また、最近では、他にも多くのベンチャー企業が競合しつつある。
- ・ P2P（Peer to Peer）技術については、当初は、著作権問題で、ビジネスとしては非常に厳しい状況に陥ったものの、その後、有料コンテンツ配信ビジネスに加え、近年、新たにコンテンツ配信技術として、ビジネス化に向け試行錯誤が進展しつつある。

このような問題意識のもと、本報告では、米国における、インターネットに係る CDN 技術と P2P 技術を巡るそのビジネス動向及び P2P 技術に係る各種課題を巡る対応状況について、報告する。

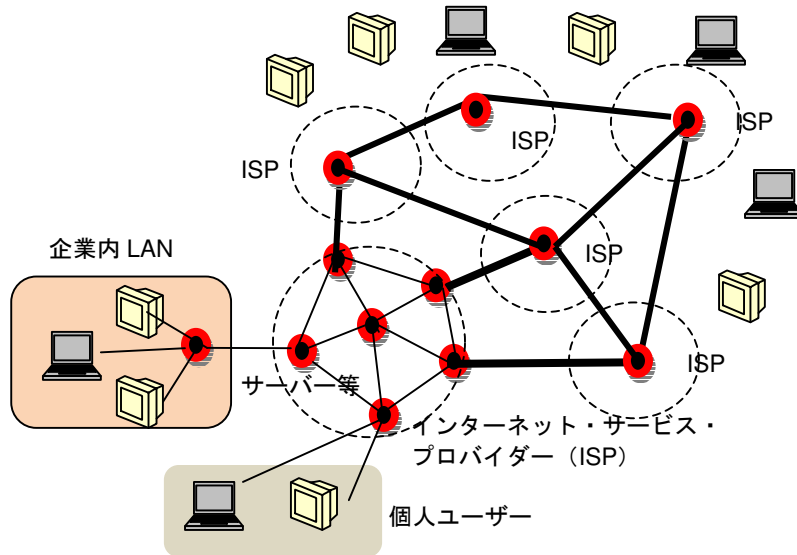
2. コンテンツ配信技術の位置付けとその概要

（1）インターネットにおけるコンテンツ配信技術の位置付け

＜インターネットの仕組み＞

インターネットとは、一定の共通のプロトコルでつながれた、いわゆる「ネットワークのネットワーク」であり、多くの ISP（Internet Service Provider）が保有するネットワーク（あるいは、ISP が契約する通信事業者が保有するネットワーク）によって構成されている。

インターネットの位置付け（イメージ）¹



このような中で、各 ISP においては、各ユーザー（クライアント）と契約を行うことによって収入を確保する一方、ユーザーのアクセスポイントとなる部分や各ノードにおいて、サーバー（クライアント・サーバー）やルーターを有し、そこで一旦ユーザー（クライアント）の情報を保存し、他のユーザーに向けて情報を配信したり、あるいは、他のユーザーに対して要求して得た情報を蓄積したりするなど、双方向でのやりとりを行うことになる。

<トラフィックの増加とコンテンツ配信技術の位置付け>

現在、インターネット上では、文字情報から画像、動画に至るまで、様々なコンテンツ情報が配信されており、そのインターネット上に流れる情報・コンテンツの量（トラフィック）も年々増加の一途を辿っている。

2008年9月に発表された TeleGeography の報告によると、世界におけるインターネットトラフィックは、2007年半ばから2008年半ばの1年間で53%増加しており、米国の主要都市でも47%増加しているとされる²。

¹ 出典：以下等より、筆者作成

<http://www.komakusa.net/internet/world-internet.html>

<http://www.geekpage.jp/technology/ip-base/whatisip.php>

http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/security/kiso/k01_inter.htm

² <http://www.itu.int/ITU->

[D/ict/newslog/Internet+Traffic+Is+Growing+Fast+But+Capacity+Is+Keeping+Pace.aspx](http://www.itu.int/ITU-D/ict/newslog/Internet+Traffic+Is+Growing+Fast+But+Capacity+Is+Keeping+Pace.aspx)

なお、近年では特にモバイル機器におけるデータ通信が急激に増加しており、2009年1月末の Cisco による調査結果によると、モバイル機器によるデータ通信は2008年から2013年にかけて年間113%の割合で増加すると予測している。

こうしたインターネットトラフィックの増加に対応するためには、ISPにおいては、まずは、それらに対応するための通信回線やサーバーの増強等の投資などにより物理的な施設・設備を強化することが必要になる³。

しかしながら、このような投資には多額なコストを要することから、特に多量なデータ（動画等のコンテンツ）を配信するにあたっては、より少ない資源（通信回線、サーバー等）を有効に活用して、効率的に配信するための技術、すなわち、「コンテンツ配信技術」の活用が重要な役割を担うことになる。

（２）インターネット上のコンテンツ配信技術の概要

①通常のインターネットにおけるコンテンツ配信上の問題点

＜コンテンツ配信におけるクライアント・サーバー型の問題点＞

通常において、インターネットを利用して、コンテンツを配信する場合には、当該コンテンツを配信しようとする者（クライアント）の保有（あるいは直接契約）するサーバーにコンテンツを保存して、配信する対応をすることになる（クライアント・サーバー型のコンテンツ配信メカニズム）。

しかしながら、このメカニズムによってファイル容量の大きいコンテンツを配信すると、以下のような問題が発生する。

- ・ **サーバーへの負担**：容量の大きいコンテンツに対して大量のリクエストが1ヶ所に来た場合、トラフィックが局所的に集中する結果、サーバーに係る負担が非常に大きく、サーバーがダウンしたり、ネットワークの通信速度が遅くなってしまったりすることがある。
- ・ **通信回線への負担**：特に世界中から、多数のリクエストが遠距離をかけて来る場合、世界中の多くの回線を使用し、負担をかけることになる。また、電気が地球を一周するのはコンマ秒単位で時間を要するため、リクエストのやりとりを繰り返していると配信に多くの時間を要することになる。

＜解決の方向（コンテンツ配信技術の方向）＞

このような問題に対応すべく、P2Pの活用を含め、コンテンツ配信を効率化する技術が、米国を中心に開発され、ビジネス化されてきている。これらの技術のポイントは、以下のとおり。

- ・ **サーバーの分散化、有効活用**：コンテンツの発信源を世界中に分散化することにより、サーバーの有効活用を図り、その増強費用を削減すること。

http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.html

³ なお、それ以外に、利用者側の対策として、データ圧縮などの手法がある。

- ・ **通信回線使用の最小化**：需要側（ユーザー側）とコンテンツ発信源の距離を最適化し、通信回線の使用量の最小化を図ること。

コンテンツ配信技術の概念図

	概念図	ポイント
通常型 (クライアント・サーバー)		<ul style="list-style-type: none"> ・ 局所のサーバーに集中。 ・ 距離が遠く、多くの回線を使用 ・ 時間を要する。
CDN		<ul style="list-style-type: none"> ・ ミラーサーバーの設置。 ・ サーバーの分散化 ・ 距離の最適化
P2Pを活用したCDN		<ul style="list-style-type: none"> ・ CDNを使うことにより距離の最適化。 ・ ピアによるサーバ資源の分散化と効率化。 ・ 多くのピア確保が前提。

<クラウドコンピューティングとの関係>

このような中、下記に示す通り、CDNあるいはP2Pを活用したコンテンツ配信技術が進展しつつある。これらは、クライアント・サーバー型のように、自ら保有するサーバーから、情報を発信するというものとは異なり、「インターネットの向こう側」から情報が発信されるという意味で、クラウドコンピューティングの一部をなすものとして位置付けられる。

したがって、今後これらの技術に係る利用の拡大は、実質上において、クラウドコンピューティングの進展の一部をなすものとして位置付けられる。

②コンテンツ・デリバリー・ネットワーク（CDN）技術の概要

コンテンツ・デリバリー・ネットワーク（CDN：Contents Delivery Network）とは、コンテンツがユーザーに届けられるまでの過程にあるサーバー（ミラーサーバー、ノード）群で構成される配信インフラのことである。ノードとなるサーバーは、様々な地域に設置され、これらが相互に作動しながら、ユーザーからのリクエストに対して、迅速にかつ効率的に処理できるよう機能している⁴。

⁴ <http://www.hostway.com/cdn/index.html>

この CDN を使ったサービスでは、当該サービスプロバイダー（CDN 事業者）が、契約したクライアントによるユーザーへのコンテンツの配信事業に関し、以下のような仕組みによるサービスを提供することになる。

- ・ 当該コンテンツを、クライアントの保有するサーバーだけではなく、当該 CDN 事業者が各地に複数配置するミラーサーバーにもコンテンツ情報を保存。
- ・ ユーザーがコンテンツを要求した際には、各地に点在するミラーサーバーのうちどれが最も距離的にユーザーに近いのか、どのサーバーからコンテンツを配信するのが効率的であるかを割り出し、当該サーバーからユーザーの元に届ける⁵。



コンテンツを配信するクライアントは、このような CDN 事業者の提供するサービスを利用することにより、自社のサーバーにトラフィックが集中するといった事態を回避することができる⁷とともに、これらのコンテンツを受け取るユーザーも、レスポンスタイムを短くすることが可能となり、快適なコンテンツ利用が可能となる⁸。

⁵ <http://www.answers.com/topic/content-delivery-network#Technology>

⁶ 出典：<http://www.hostway.com/cdn/index.html> その他各種情報を元に作成

⁷ <http://www.hostway.com/cdn/index.html>

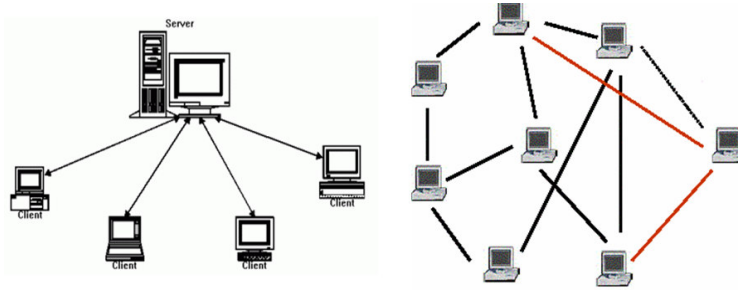
⁸ 例えば CDN 事業者の一つである HostWay が提供する CDN サービスの Edge Caching に係るホームページ上のデモンストレーションによると、通常のネットワーク経由の場合、ページ表示に 1.194 秒かかるものが、Edge Caching CDN を経由した場合、およそ半分の 0.664 秒に短縮されている。（送信元がフロリダ州、受信元がメリーランド州の場合）。<http://pf.demo.edgecaching.com/origin/demo.html>
<http://pf.demo.edgecaching.com/pcdn/demo.html>

③P2P 技術を活用したコンテンツ配信技術の概要

<P2P の特徴>

P2P (Peer to Peer) は、一方向の通常のクライアント・サーバー型の情報発信とは、全くアーキテクチャーの異なった双方向の情報発信・受信技術である。

クライアント・サーバー型と純粋な P2P 型の配信メカニズム⁹



P2P とは、インターネットにアクセスしているコンピューター間同士を直接繋ぐネットワークを指す。具体的には、ピア (Peer) と呼ばれるユーザー (コンピューター) が、インターネットにアクセス中の他のピアが利用しているコンピューターのコンピューティング能力や、ピアが接続しているインターネット回線を利用して、互いに、直接、情報・コンテンツのやり取りを行うことを可能とするものである。

その際、当該ネットワークに参加するにあたっては、当該 P2P のソフトをコンピューター上に搭載することが必要となるが、原則としては、純粋な P2P ではサーバーを介する必要はないことから、この P2P のモデルは、一般的に以下のような特徴を有する。

- ・ 中央サーバーからユーザーに対して一方向に情報・コンテンツを発信するというクライアント・サーバー型のネットワークとは大きく異なり、サーバーが不要である¹⁰。
- ・ また、サーバーを介しないため、通常のインターネット通信の場合とは異なり、サーバーダウンによる通信障害などが起こらず、ピアがネットワーク内に存在する限りは通信を行う事ができる点が利点とされる。

<P2P を活用したファイル共有の仕組み (Napster の場合) >

この P2P ネットワークは様々な用途に利用できるが、これまでは主にデジタルフォーマットのオーディオやビデオなどのコンテンツ・ファイルの共有などに利用されてきた¹¹。

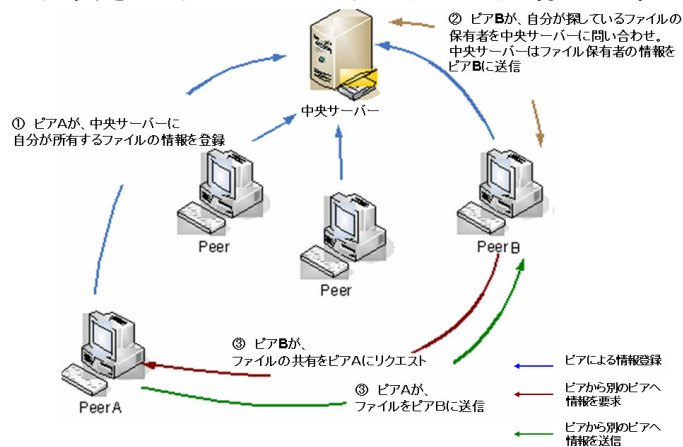
⁹ 出典：<http://www.javaworld.com/javaworld/jw-10-2001/jw-1019-jxta.html>
<http://nislalab.bu.edu/sc546/sc441Spring2003/CallaMiraniCHORD/images/p2pdef.gif>

¹⁰ <http://www.solrich.com/how-p2p-works.asp>

P2Pの代表例として有名になったNapsterは、P2P通信とサーバーを組み合わせ、ハイブリッド型P2Pと呼ばれている。具体的には、NapsterのP2Pネットワークの場合、以下のような手続きをとることになる。

- ・ まず、ネットワークに参加する（P2Pソフトをダウンロードした）ユーザー（ピア）が所有しているファイルの情報は、中央サーバー（Napsterの場合はNapsterが管理）に、インデックス情報として登録することになる¹²。
- ・ その上で、ユーザー（ピアA）は、必要とするファイルがある場合、それらの保有者に関する情報を中央サーバーに問い合わせを行い、返信（例えば「ピアBが当該ファイルを保有している」）を受ける。
- ・ その上で、他のピア（ピアB）に直接コンタクトを取り、ファイルを共有してもらうという手続きを取る。

Napsterに代表されるP2Pによるファイル共有の基本的仕組み¹³



このモデルでは、中央サーバーが管理するのは各ピアが所有しているファイルに関する情報のみで、ファイルなどのコンテンツそのものは管理していない。従って、サーバーに係る負担は比較的小さいが、ネットワーク内にサーバーが存在するため、サーバーがダウンするとネットワークが機能しないという欠点もあるとされる。

<P2Pを利用したコンテンツ配信の仕組み（BitTorrentの場合）>

最近では、P2Pを活用したコンテンツ配信ビジネスが登場してきており、徐々にではあるがその利用が進みつつある。

¹¹ <http://www.solrich.com/how-p2p-works.asp>

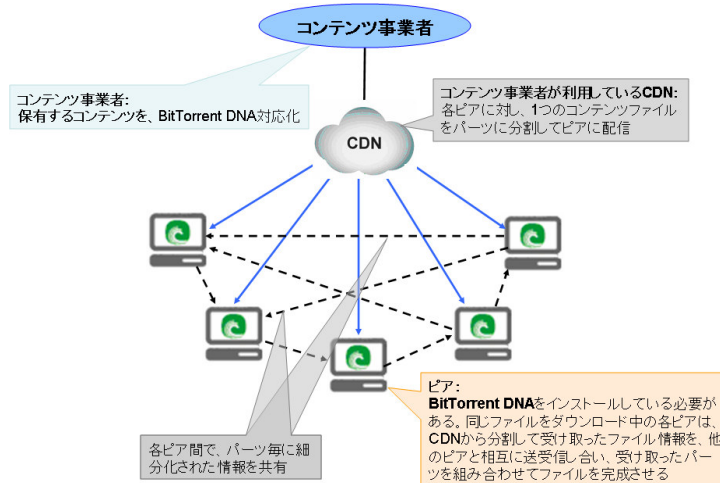
¹² <http://www.mac-p2p.com/p2p-history/>

¹³ 出典：http://www.fidis.net/typo3temp/tx_rimpofficelib_ed3104c621.png を元に作成。

この P2P を活用したコンテンツの配信モデルでは、現時点では、一般的に、CDN の既存コンテンツ配信技術を使用することにより、ユーザーに最も近いミラーサーバーから配信するとともに、その先において、P2P に参加するユーザー（ピア）が利用しているコンピューターにコンテンツの一部を保存することによって、更に、分散したコンテンツ配信ネットワークを構築し、コンテンツの効率的な配信の実現を目指すものである。

具体的には、BitTorrent によるコンテンツ事業者向けの P2P 配信プラットフォームである BitTorrentDNA を利用した配信システムでは、CDN の先で、これまでの BitTorrent のプロトコルを利用して、各ピアが更に細分化してファイルを共有し合うことにより、より効率のよい配信を行うことができるとされている。

BitTorrent DNA イメージ図¹⁴



もともと、BitTorrent 社のプロトコルによる P2P の場合、全体の構造は、上述の Napster などの P2P メカニズムと同じである。しかしながら、それに加えて、ファイルやデータのダウンロードに際し、他者の保有するファイルをダウンロードするためには、ユーザー自身が保有するファイルも他者に提供しなければならない¹⁵とともに、そのダウンロードの際に 1 人のピアから 1 つのファイルを受け取るのではなく、同じファイルを持つ複数のピアから、1 つのファイルを分割して部分ごとにダウンロードすることに特徴がある¹⁶。

¹⁴ BitTorrent など各種情報を元に作成：<http://www.bittorrent.com/dna/technology/>

¹⁵ <http://www.bittorrent.com/btusers/what-is-bittorrent>

これにより、ファイル共有の場合などにおいては、多くの参加者による多様なファイルの共有を可能とするとともに、同じファイルに対するリクエストの更なる分散化を図り、人気のあるファイルほどより高速で配信することが可能となる。

¹⁶ <http://p2pfoundation.net/Bittorrent>

その際、特に、このような分割手法を採用することにより、以下のようなメリットがある。

- ・ 容量の大きな1つのファイルを受信するにあたっては、分割されて小さいファイルとなっているため、接続状況の良くないピアが居ても、ファイルの受信そのものへの悪影響は比較的少なく済み、また、広い帯域を持つユーザーにアクセスが集中、トランザクションが滞るといった事態が回避できる。このため、配信コンテンツが容量の大きいビデオ、オーディオ、ソフトウェアなればなるほど、相対的メリットは大きい。
- ・ また、複数のピアがそのファイルの送信過程に参加することになる（ピアの分散化が進む）ため、スケーラビリティが高く、多数の参加者が参加すればするほど、細分化が可能となるため、ネットワーク全体の配信効率もより向上する。

いずれにせよ、このようにユーザー同士をネットワーク化するというP2PのメカニズムをCDNコンテンツ配信の過程で利用することによって、更に効率的なコンテンツ配信が行えるようにするというメリットがある。

一方で、そのようなメリットが得られる前提として、当該P2Pのネットワークにおいては、多数の参加者（ピア）が存在すること必要条件となる。そのため、P2Pを活用したビジネスを実施するためには、まずは無料のサービスで多くの参加者（ピア）を確保した上で、有料に基づくビジネスモデルの試行錯誤を進めていくという形式をとる場合が多い。

（3）コンテンツ配信技術を巡る各団体の動き

①Internet2

このようなインターネット利用の効率化に向けた技術的な課題に対する取組みとしては、10年以上前に次世代ネットワークの構築に向けた研究開発を行う機関のコンソーシアムである「Internet2」の一部として実施されている。

Internet2とは、1996年、当時のクリントン政権が次世代インターネット（NGI）を推進する流れにおいて、34大学が集まって発足したコンソーシアムであり、その後、1998年には、当時のゴア副大統領を通じて、独自の高速ネットワークのテストベッドであるAbelineプロジェクトへの民間資金500百万ドルの資金支援を確保している¹⁷。

¹⁷ <http://www.ieice.or.jp/cs/jpn/magazine/98-1/I2-1.html>

同コンソーシアムには、現時点（2009年4月）で、合計400近くの学術機関、企業、米国政府機関、国際パートナーが参加しており¹⁸、2009年の予算は約36百万ドル（うち、ネットワーク使用料収入が66%、メンバー費用が28%）¹⁹であり、同コンソーシアムのネットワーク²⁰を利用できるのは現在のところ、コンソーシアム参加機関のみとなっている。

Internet2のネットワーク網²¹



Internet2は、①次世代のネットワーク応用を可能とし、②研究・教育目的の先端的ネットワーク能力の創造、③グローバルなインターネットへの技術と経験の移転の促進を目的として、ネットワークや研究ツールを提供するだけでなく、内部でも、参加メンバーが協力し合って研究活動を行っている。Internet2が特に重視しているのは、先進的ネットワーク・アプリケーション技術の開発を中心とする以下の4分野となっている。

Internet2の主な活動分野²²

分野名	分野概要
先進的ネットワーク・アプリケーション	先進的ネットワーク・アプリケーションとは、現在の商用インターネットでは実現できない方法での、人々のコラボレーションを実現させると共に、情報やリソースへのインタラクティブなアクセスを可能にするようなネットワーク・アプリケーションである。このようなアプリケーションにより、遠隔教育や科学機器への遠隔アクセス、大規模データベースへのリアルタイムでのアクセス、高画質ビデオのストリーミングなどが可能となる。
新しいネットワ	Internet2のメンバーによって精力的に開発・配備されつつある QoS (Quality of Service)

¹⁸ <http://www.internet2.edu/resources/Internet2MembersList.PDF>

参加機関は、大学:200校以上、企業パートナー:11社、企業スポンサー:7社、企業メンバー:23社(米国の政府機関を含む)、提携メンバー:約60企業・大学、研究・教育ネットワークメンバー:32社、国際パートナー:約75社

¹⁹ <http://www.internet2.edu/budget/>

²⁰ <http://www.internet2.edu/network/>

²¹ <http://www.internet2.edu/pubs/networkmap.pdf>

²² <http://www.internet2.edu/resources/AboutInternet2.pdf>

ーク機能	やマルチキャスト、IPv6などの新しいネットワーク機能は、現在、先進的ネットワーク・アプリケーションのサポートに当たっており、また将来的には、次世代の商用インターネットが必要とするパフォーマンスを提供する。
ミドルウェア	現在、先進的ネットワーク・アプリケーションが必要とするセキュリティやディレクトリなどのサービスを提供するミドルウェアに関する標準は策定されていない。このため、ミドルウェアの標準を設立し、互換性を高めることで、先進的ネットワーク・アプリケーションの利用が容易になる。
高性能ネットワーク	全米200以上のInternet2メンバーにより、高性能ネットワーク・アプリケーションの配備と試験が実行されている。

実際に、この中では、光学関連などハードウェアの研究開発から通信・ソフトウェアにかかる研究開発がなされている模様であるが、その中で、コンテンツデリバリー関連の作業部会としては、例えば、以下のようなものがある。

- ・ 「P2P ワーキング・グループ」²³：P2P 技術に係るベストプラクティス、トレンドの把握、メンバー間の協力等
- ・ 「ResearchChannel Internet2 Working Group」：Internet2 の大容量ネットワークを利用し、超高画質の映像コンテンツ（HDTV、映画コンテンツなど）の放送やオンライン配信など、リアルタイムでの配信に向けた研究。
- ・ 「Multicast Working Group」：1つのデータストリーミングから極力多くの視聴者にデータを送信することで、データ配信における回線容量の消費量を減らすという Multicast 技術の開発、普及²⁴。

②DCIA

また、米国では、P2P の活用が、単なるフリーソフトとしての利用としてだけでなく、ビジネスとして位置付けられている点が特徴である。

このような中、2002年、P2P について大きく社会問題化したことを背景に、P2P に係る業界団体である「分散コンピューティング産業協会」（Distributed Computing Industry Association：DCIA）が設立されている²⁵。同団体では、P2P による合法的なコンテンツ配信の促進を目的とした活動を行っており、現在は、CDN や P2P インフラ提供事業者、通信事業者、IT 企業など 100 以上のメンバー企業が参加している²⁶。

同団体は、以下の 8 つの分野にて作業部会を設置し、P2P の促進や P2P を巡って発生している各種問題の解決に当たるほか、P2P の進化型である P4P の商用利用を目的とした活動を行っている。

²³ <http://p2p.internet2.edu/>

²⁴ <http://www.merit.edu/services/multicast/>

²⁵ <http://www.dcia.info/about/origins.htm>

²⁶ <http://www.dcia.info/activities/>

DCIA が作業部会を設置している分野²⁷

<p><効率的配信関連></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ P4P (Proactive network Provider Participation for P2P) <p><著作権保護、ビジネスモデル関連></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ P3P²⁸ ◆ P2P 電子透かし技術 (P2P Digital Watermark) ◆ P2P 収益エンジン (P2P Revenue Engine) ◆ P2P 音楽モデル (P2P Music Model) <p><情報漏洩防止、消費者保護関連></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 不慮のファイル共有の防止 (Inadvertent Sharing Protection) ◆ 消費者への情報開示 (Consumer Disclosure) ◆ P2P を利用した有害コンテンツの配信からの児童の保護 (P2P Parents And Teens React On Line : P2P PATROL)

3. コンテンツ配信に係る CDN 技術と P2P 技術を巡るビジネス動向

以下では、インターネットにおけるコンテンツ配信技術に係る動向として、米国における CDN と P2P に係る技術とビジネスモデルを巡る動向について記述する。

いずれの場合にせよ、米国においては、単にこれらの技術が生まれる環境が醸成されているだけではなく、ベンチャー企業を中心に、それらの技術を使ってビジネス化を行い、収益を確保しようとする志向が強く、逆に言えば、そのような志向を進める社会的な環境が整っているように見受けられる。

(1) CDN 技術とそのビジネスを巡る動向

CDN (Contents Delivery Network) 技術については、大学発ベンチャーである Akamai の成功事例であり、インターネットの普及とともに急速に事業を拡大する一方、他のベンチャー企業等の参入を進めてきている。

①CDN 技術の登場と Akamai のビジネス

<CDN 技術の誕生>

²⁷ <http://www.dcia.info/activities/>

²⁸ P3P 作業部会では、P3P (Platform for Privacy Preferences) 技術を活用して、非商業的なオンライン上の音楽ファイルの再配布から収益を得るための適切なベストプラクティスを確立するとともに、最終ユーザーに対するオンラインでの音楽の提供に関し、収益の最適化を促進することを目的とする。
http://www.dcia.info/activities/p3pwg/P3PWG_Mission_Statement.pdf

もともと CDN の構想は、WWW の発案者である MIT の Tim Berners-Lee 博士が、1995 年に、将来ネットワークトラフィックの問題が発生することを想定し、その解決に向け、根本的に新たなコンテンツ配信を行う方法に取り組むよう、同僚に示したことに端を発する。そのような問題意識に対して、MIT で応用数学の教授で、コンピュータサイエンス研究所アルゴリズムグループのトップである Tom Leighton 教授が、大学院生であった Danny Levin 氏やその他の研究者とともに、分散型サーバーのネットワーク上での、コンテンツのルーティングと複製を可能にするようなアルゴリズムを開発した。

その上で、研究チームは、MIT の MBA コース（スロンスクール）の学生の参加も得て、企業化を推進、1998 年には、MIT 内のベンチャー資金コンペティションでも最終選考まで残った。その後、MIT から、本技術に係る知的財産権の独占使用権を取得した上で、1998 年秋から多数の有力経営者等の参加を得て Akamai を設立し、1999 年 4 月に、当時世界でもっとも混雑していたサイトである Yahoo! を顧客に、CDN を利用したサービスを開始した。

そのような意味で、Akamai は、コンテンツ配信サービス事業の先駆者であり、かつ、現在でも CDN 事業の最大手でもある²⁹。

<Akamai の現状とビジネスモデル>

Akamai は、現在、EdgePlatform と呼ばれる分散型コンピューティングプラットフォームに基づいて CDN 等の各種サービスを展開している。EdgePlatform は、世界中 70 ヶ国、950 のネットワーク内に置かれた 42000 台のサーバー（ミラーサーバー、ノード）で構成される自社保有のネットワークであり、同社は、このプラットフォームを活用し、常にインターネットのトラフィックやトラブルなどの監視を行い、それらの状況を踏まえて問題のあるルートを回避するなどを通じて、最適な配信を可能とするような CDN サービスを提供している。

同社は、デジタル・コンテンツの配信に関し、①動画等のライブ、オンデマンドの両方でのストリーミング配信と、②HTTP 形式での大型ファイル等のダウンロード配信の両方を扱っており³⁰、そのサービスは、全 Web のトラフィックの 15～20% を占める他、顧客の幅も、グローバル企業 500 社中 1/5 が同社のサービスを利用しており、特に、トップのメディア系企業全て、150 以上のニュース・ポータル、オンライン小売業 100 社中 85 社、自動車製造業の 10 社中 9 社など、幅広い³¹。具体的は、上述のとおり、Yahoo が設立当時のクライアントである他、Apple、IBM などのコンピューター関係大手、MTV などのメディア企業に加

²⁹ http://www.akamai.com/html/about/company_history.html

³⁰ http://www.akamai.com/html/technology/products/http_downloads.html

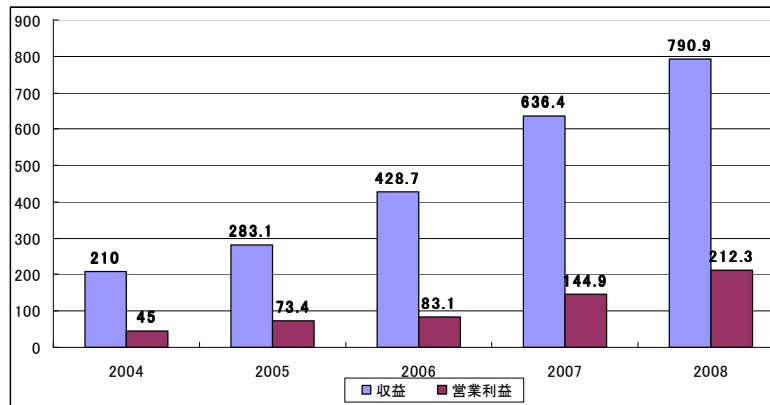
<http://www.akamai.com/html/technology/products/streaming.html>

³¹ http://www.akamai.com/html/about/facts_figures.html#7

え、国防総省などの連邦機関も同社の顧客となっている。また、サービスの販売にあたっては、IBM など IT サービス企業等と連携して販売を行っている³²。

このような中、同社は設立後、これまで急激に売上を伸ばしてきており、2008年の同社の売上は、約 790 百万ドルとなっている。

Akamai の収益および営業利益（2004～2007 年）³³



②CDN 市場と産業構造を巡る動向

<CDN 市場の動向>

実際に、近年では、大容量コンテンツのインターネットからの配信が急激に増加する中、CDN に対する需要は増加しており、この中でも、ビデオコンテンツに対応した CDN 市場についても、同様に、急成長してきている。

2008 年 8 月の Frost & Sullivan の調査によると、2007 年には 300 百万ドル弱であった世界のビデオ CDN 配信サービス市場は、30%強の年間成長率で成長し、2012 年には 1,400 百万ドルに達すると見られている³⁴。

世界におけるビデオ CDN 市場予測（2007～2012 年³⁵）

³² <http://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/0409/29/news092.html>

³³ 出典：Akamai Annual Report を元に作成。単位：100 万ドル。

http://www.akamai.com/dl/investors/akamai_annual_2006.pdf

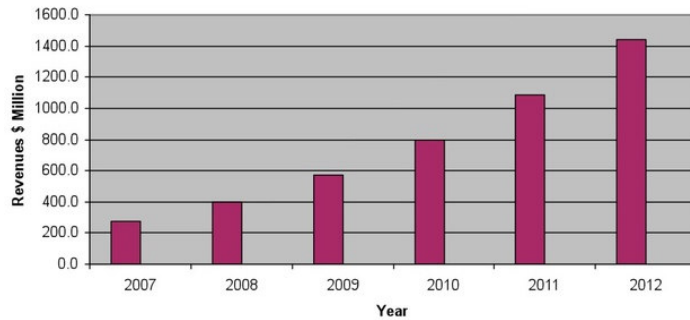
http://www.akamai.com/dl/investors/Akamai_07_Annual_Report.pdf

http://www.akamai.com/html/investor/quarterly_releases/2009/press_020409.html

³⁴ 2008 年 8 月 20 日付、BusinessVideo.com

http://blog.streamingmedia.com/the_business_of_online_vi/2008/08/worldwide-video.html

³⁵ http://blog.streamingmedia.com/photos/uncategorized/2008/08/20/cdnmarket_7.jpg

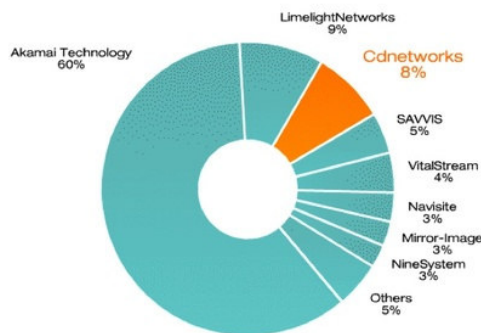


Source: Frost & Sullivan 2008

<CDN の産業構造を巡る動向>

また、同社の 2007 年の調査による市場シェアによると³⁶、2007 年の時点の CDN 市場では、上述の Akamai が全体の約 6 割を占める最大手となっている。

CDN 市場シェア（2007 年時点）³⁷



Source: Frost & Sullivan

また、Akamai 以外にも、それぞれ 1 割以下のシェアながらも Limelight Networks、CDNetworks（韓国）など、CDN サービスを中心とする若い専門のベンチャー企業が続いている。また、それ以外にも、データセンター運営などのインターネット関連サービスを提供しているベンチャー企業が、CDN サービスに参入してきている。

主要な CDN 事業者の一覧

企業名（本社）	設立年	事業規模 ³⁸	事業概要
Akamai Technology ³⁹ (Cambridge, MA)	1998 年 (1999 年 上場)	売上：790 百万ドル 従業員：1,500 人	世界 70 カ国、950 のポイント、48,000 台のサーバーを結ぶネットワークを保有。主な顧客は Apple、IBM、USDoD など。
Limelight	2001 年	売上：130 百万ドル	世界中に数千のサーバーと、900 のアクセスポ

³⁶ http://blog.streamingmedia.com/the_business_of_online_vi/2007/08/cdn-market-shar.html

³⁷ http://blog.streamingmedia.com/the_business_of_online_vi/2007/08/cdn-market-shar.html

³⁸ 原則、2008 年の数字。

³⁹ <http://www.akamai.com/>

Networks ⁴⁰ (Tempe, AZ)	(2007年 上場)	従業員：294人	イントを保有。主な顧客はMicrosoft、Facebook など。CDNに加え、事業分析サービス、サポ ートサービスなどを提供。
Cdnetworks ⁴¹ (Seoul, Korea)	2000年 (2005年 韓国で上 場)	売上：非公開 (前年比300%増) 従業員：400人	韓国に拠点を持つアジア最大のCDN事業者。世 界中の45の地域に、75以上のフルサービス・ アクセス・ポイントを保有。顧客はMSN、 Sonyなど。CDNの他に、コンテンツ認証サー ビス、データセンターサービスも提供。
SAVVIS ⁴² (Town &Country, MO)	1996年 (2000年 上場)	売上：857百万ドル 従業員：2,228人	金融情報サービスのITシステム企業として設 立。顧客にはReuters、P&G、Virgin等。CDN の他に、ホスティングサービスやユーティリテ ィ・コンピューティングサービスも提供してい たが、2006年12月、CDN部門をLevel 3 Communicationsに売却。
Internap Network Service Corporation ⁴³ (Atlanta, GA)	1996年 (1999年 上場)	売上：254百万ドル 従業員：430人	主な顧客はAP、Viacom、Dieselなど。CDNの ほかに、データセンター、ホスティングサービ スなどを実施。
NaviSite ⁴⁴ (Andover, MA)	1998年 (1999年 上場)	売上：155百万ドル 従業員：694人	CDNの他に、企業資源管理ソフトウェアのセッ トアップ、ウェブホスティングやコロケーショ ンも手がける。15のデータセンターを保有。
Mirror Image Internet ⁴⁵ (Tewksbury, MA)	1996年 (未上場)	売上：非公開 従業員：89人	CDNの他に、ストリーミングメディア、ウェブ コンピューティングサービスを提供。数十のデ ータセンターを運営。主要顧客は、 Forbes.com、Orvisなど。
NineSystem	2006年11月に上記 Akamai が買収を発表 ⁴⁶		
VitalStream	2006年10月に上記 Internap が買収を発表 ⁴⁷		

このうち、Akamaiに次いでシェアを有する Limelight Networks は、2001年、アリゾナ州テンペに設立されたCDN事業者である。同社は、マルチメディアコン
テンツの配信の効率化に特化して事業を行っており、この点がオンライン予約や
電子商取引におけるトランザクションの管理や保護など、メディアコンテンツ配
信以外のサービスも請け負っている同業大手の Akamai との大きな違いである。

なお、Akamai と MIT は、Limelight Networks に対して、MIT の CDN に係る特
許権を侵害しているとして訴えていたが、2008年2月末、マサチューセッツ州連
邦地方裁判所は Akamai の訴えを認め、Limelight Networks に対し 46 百万ドルの
損害賠償を支払うよう命じた⁴⁸。これに対し、Limelight Networks は同判決を不服

⁴⁰ <http://www.limelightnetworks.com/>

⁴¹ <http://www.us.cdnetworks.com/>

⁴² <http://www.savvis.net/en-US/>

⁴³ <http://www.internap.com/>

⁴⁴ <http://www.navisite.com/>

⁴⁵ <http://www.mirror-image.com/site/>

⁴⁶ http://www.marketingvox.com/akamai_to_acquire_rich_media_firm_nine_systems-023124/

⁴⁷ <http://www.networkworld.com/news/2006/101306-internap-vitalstream.html>

⁴⁸ http://www.pcworld.com/article/143075/akamai_wins_patent_dispute_with_limelight.html

として上訴していたが、2009年4月24日の判決では、同裁判所は、Limelight Networksは同特許権を侵害していないとの主張を認める判決を下した⁴⁹。なお、Akamaiはこの判決を不服として上訴する予定であると報じられている。

<通信事業者等のCDN市場への参入>

CDNサービスに関しては、これまでCDNの専門事業者が提供を行ってきたが、近年、通信ネットワークを運用する通信事業者が参入する動きも見られる。

具体的には、2000年頃よりCDNサービスである「Intelligent Content Distribution Service (ICD)」を提供しているAT&Tは、2008年、ICDを含む包括的なCDNサービスの開始を発表している⁵⁰。また、Level3 Communicationsは、2006年12月、Savvies IncのCDN部門を買収している⁵¹。そのほか、海外の通信大手による参入も相次いでいる⁵²。

なお、通信事業者以外では、Ciscoが、複数の第三者のデータセンター内にスペースを獲得しており、同社はCDNサービスの開始を視野に入れているのではないかとの報道が、2009年4月になされている⁵³。

<最近のCDN配信サービス利用を巡る動向>

CDNを利用した配信サービス自体は古くから存在するが、最近では、大手の動画配信サイト等での利用を巡る競合が激化している。

例えば、最近人気急上昇している動画サイトHulu⁵⁴においては、Akamaiのサービスを利用している⁵⁵ほか、これまで自社(Google)のネットワークを活用しているYouTubeにおいても、一部Akamaiのサービスの利用を検討しているとの報道もなされている⁵⁶。なお、最近では、2009年3月、ホワイトハウスホームページ上の、オバマ大統領の「ウイークリー演説」の配信を、YouTubeから、AkamaiのCDNサービスを利用した配信に変更している⁵⁷。

⁴⁹ <http://www.fierceonlinevideo.com/story/mass-court-overturms-ruling-akamai-limelight-copyright-infringement-case/2009-04-27>

⁵⁰ <http://www.att.com/gen/press-room?pid=4800&cdvn=news&newsarticleid=25853>

<http://www.networkworld.com/edge/news/2000/0710edgeattcontent.html>

<http://www.computerworld.jp/topics/datac/90089-3.html>

⁵¹ <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2006/12/26/level-3-acquires-savvis-cdn-network/>

⁵² 例えば、2009年2月には、Global Crossing(英国)が市場に参入したほか、BTも同月、今年中に配信サービスを開始すると発表、また、2009年4月には、TeliaSonera(スウェーデン)が、ニューヨークからスウェーデンに向けて人気コメディ番組の配信を開始すると発表している。

<http://www.teliasoneraic.com/tsicWeb/tsic/press/getArticle.do?articleId=420550>

⁵³ http://blog.streamingmedia.com/the_business_of_online_vi/2009/04/cisco-looking-to-enter-the-content-delivery-market-buying-colo-space-in-third-party-data-centers.html

⁵⁴ NBC UniversalとNews Corporationが共同で設立。最近では、Disneyも参加。

⁵⁵ http://www.hulu.com/about/media_faq

⁵⁶ <http://www.techcrunch.com/2008/11/22/google-relies-on-akamai-to-stream-youtube-live-700000-concurrent-viewers/>

⁵⁷ http://www.forbes.com/2009/03/02/akamai-replaces-youtube-technology_paidcontent.html

また、更に、最近では、大統領就任式に加え、特にスポーツなど多数の視聴者が同時に視聴するライブストリーミング配信においても、CDN 配信を利用することにより、配信に成功してきている。具体的には、以下のとおり。

最近の CDN によるコンテンツ配信サービスの利用例⁵⁸

ジャンル	企業名	時期	サービス提供企業	概要
政治系	NYTimes.com、Viacom、WSJ.com など	2009年1月	Akamai ⁵⁹	2009年1月の米国大統領就任式の際、同社の最高記録となる700万人に、ストリーミングによる動画を同時に提供。
	NBC Universal など	2009年1月	LimeLight ⁶⁰	同就任式の際、同社の最高記録となる250万人に、ストリーミングによる動画を同時に提供。
スポーツ系	MSN&NBC ⁶¹	2008年8月	LimeLight	北京オリンピックの際、MSN上に設置された「NBCOlympics.com」上で放送されたライブストリーム動画2,200時間分をLimeLightのCDNを利用して配信 ⁶² 。
	NBC ⁶³	2009年1月	Level 3 Communications	スーパーボールのウェブ上でのライブ配信に際し、Level 3 CommunicationsのCDNサービスを利用。
	NCAA March Madness ⁶⁴	2009年3月	Akamai	オンデマンドでの動画・音声ストリーミング配信に際し、AkamaiのCDNを利用。

(2) P2P 技術を巡るビジネス動向

もともと、P2P (Peer to Peer) 技術は、ファイル共有ソフトとして利用されたが、著作権問題もあり、一時期ビジネスとしては窮地に陥った。しかしながら、各ベンチャー企業においては、これらの P2P 技術を活用した収益の確保を目指して、新たなビジネスモデルの試行錯誤を進めており、その中で、最近ではコンテンツ配信モデルとしての活用が有望視されている。なお、P2P の場合、参加者 (ピア) の数を確保することが前提となるため、ビジネスモデルとして、一般的に、無料サービス部分と収益確保部分のバランスが必要となる。

⁵⁸ 出典:各種情報を元に作成(各項目の脚注は、企業名横の脚注を参照)

⁵⁹ http://www.akamai.com/html/about/press/releases/2009/press_012009.html

⁶⁰ [http://www.broadcastingcable.com/article/162474-](http://www.broadcastingcable.com/article/162474-Limelight+Sets+Streaming+Record+on+Inauguration+Day.php)

[Limelight Sets Streaming Record on Inauguration Day.php](http://www.broadcastingcable.com/article/162474-Limelight+Sets+Streaming+Record+on+Inauguration+Day.php)

⁶¹ <http://www.tvover.net/2008/07/29/Limelights+CDN+Enables+NBC+With+Video+Streaming+Of+Olympics.aspx>

⁶² これに加え、ハイライトや巻戻しなど、3,000 時間分の動画配信にも、LimeLight の配信サービスが利用された。

⁶³ <http://level3.mediaroom.com/index.php?s=43&item=740>

⁶⁴ http://www.cbspressexpress.com/div.php/cbs_sports/release?id=21300

①P2P 技術の登場とファイル共有モデル、有料配信モデル

<Napster の登場とファイル共有モデル、有料音楽配信モデル>

もともと P2P の技術は、インターネットの普及と並行して、徐々に開発されてきたものであるが、そのような中で、ノースイースタン大学の学生が開発し、1999 年 1 月に発表された Napster が、大きな転機となる⁶⁵。

Napster は、P2P を活用した音楽ファイル共有ソフトとして、米国の大学生等の中で大流行となり、人気のあるメジャーなアーティストの音楽ファイル等を著作権者に無断で共有されることとなった。これに対して、音楽業界は Napster を訴え、その結果、2001 年 2 月、サンフランシスコ連邦控訴裁判所は、この訴えを認め、Napster の P2P サービス（ファイル・シェアリング）の提供は、著作権侵害であり違法との判決が下された⁶⁶。

前述の P2P 判決を受け、業務ができなくなった Napster は、2002 年、デジタルメディアに係るソフトウェア企業である Roxio に買収され、2003 年 10 月に有料の音楽配信ビジネスサービスとして、復活を遂げた。なお、2004 年、Roxio は、消費者ソフトウェア部門を他社に売却し、社名を Napster に変更してデジタル音楽配信サービス事業に集中している⁶⁷。

この Napster の音楽配信サービスは、Apple の iTunes や Amazon.com の MP3 などのサービスと競合にあるが、同社は、2008 年 9 月、大手家電量販店の BestBuy に 1 億 2,100 万ドルで買収されている⁶⁸。なお、同社のサービスの利用者数は 70 万人であり、また、同社の 2008 年の売上は 128 百万ドルであり、対前年比で見ると 80% 増となっている。

<BitTorrent の登場と有料映像配信ビジネスモデル>

BitTorrent は、ベンチャー企業のプログラマーの Bram Cohen 氏が 2001 年に開発した P2P プロトコルであり、従来の P2P と比較して、より高速でダウンロードが可能となる特徴を有する⁶⁹。同氏は、2004 年に、当時 Yahoo! で事業戦略を担っていた Ashwin Navin 氏とともに、BitTorrent Inc. を設立した。

BitTorrent の利用に関しても、当初は、著作権侵害にあたる映画コンテンツ・ファイルなどの流通が問題視されていたが、同社は、2005 年 11 月、MPAA に対し

⁶⁵ <http://e-words.jp/w/Napster.html>

⁶⁶ なお、新たなタイプの P2P である Grokster や Morpheus などが登場していた。これらについては、著作権侵害にはあたらないとする解釈があったが、結局責任を認める形になっている。

<http://internet.watch.impress.co.jp/cda/news/2005/06/28/8171.html>

その他、NY だより 2007 年 11 月号参照。

⁶⁷ <http://japan.cnet.com/news/media/story/0,2000056023,20061200,00.htm>

<http://japan.internet.com/ecnews/20040810/12.html>

⁶⁸ <http://www.paidcontent.org/entry/419-breaking-best-buy-to-acquire-napster-for-121-million/>

<http://it.nikkei.co.jp/business/news/index.aspx?n=RS2038037516092008>

⁶⁹ <http://e-words.jp/w/BitTorrent.html>

て、違法コンテンツに利用者を誘導するようなリンクを取り除くことに合意し⁷⁰、非合法のコンテンツ流通を積極的に取り締まったために、現在は、オープンソフトの配布などの合法的なコンテンツの共有が中心になっているとされる⁷¹。なお、BitTorrent プロトコルはオープンソースであり、これを利用して開発された様々なP2P クライアントソフトウェア⁷²を含めて、現在、世界1億6,000万台のコンピュータに BitTorrent が利用されている。

その上で、同社は、動画コンテンツの有料配信ビジネスに乗り出している。具体的には、2006年5月には、大手映画会社である Warner Brothers が BitTorrent のパートナーとして、コンテンツを提供することを発表⁷³、これに続き、21世紀 Fox、パラマウント、MGM などの大手映画会社も同サイトの合法コンテンツ配信のパートナーに加わっている⁷⁴。その上で、2007年2月には、自社サイトでデジタル・メディア・ストア「BitTorrent Entertainment Network」を開店し、約3,000点の映画のほか、数千点のテレビ番組やパソコン・ゲーム、音楽ビデオを全て合法的に販売すると発表している⁷⁵。

しかしながら、同社の場合、有料でのコンテンツ販売サービスは2008年後半に早くも停止が取りざたされ⁷⁶、2008年12月までに同サービスは停止されている⁷⁷。

②P2P を活用したコンテンツ配信ビジネスモデル

<P2P 事業者による CDN に向けた取組みと市場見込み>

このような中、P2P 事業者は、ユーザーから課金するのではなく、コンテンツ事業者を対象としたサービスとして、コンテンツ配信を行うサービスを提供してきている。

具体的には、BitTorrent Inc.は、2007年10月、BitTorrent を活用した、コンテンツ事業者向けの P2P 配信プラットフォームである、BitTorrent DNA を発表した⁷⁸。これは、前述のとおり、CDN など既存のコンテンツ配信技術に加えて、同社

⁷⁰ http://www.hollywoodreporter.com/hr/search/article_display.jsp?vnu_content_id=1001526505

⁷¹ <http://e-words.jp/w/BitTorrent.html> もちろん、非合法のファイルが流出される事例もある。

⁷² 具体的な例としては、BitComet や μTorrent など。

⁷³ <http://www.bittorrent.com/about/press/warner-bros-home-entertainment-group-announces-revolutionary-deal-to-publish-legal-film-and-tv-content-using-the-bittorrent-platform>

⁷⁴ <http://www.bittorrent.com/about/press/bittorrent-inc-launches-the-bittorrent-entertainment-network>

⁷⁵ <http://www.nytimes.com/2007/02/26/technology/26bit.html>

<http://www.bittorrent.com/about/press/bittorrent-launches-free-downloadable-music-and-film-trailers-from-south-by-southwest-2006>

⁷⁶ <http://bits.blogs.nytimes.com/2008/11/07/bittorrent-sacks-half-its-staff/?scp=2&sq=BitTorrent&st=cse>

⁷⁷ <http://torrentfreak.com/bittorrent-shuts-down-video-store-brings-back-search-081207/>

また同社では、2008年夏から秋にかけ、半分以上の従業員を解雇している。

⁷⁸ http://news.cnet.com/8301-10784_3-9793357-7.html

独自の P2P のネットワークを利用することによって、より効率化を目指すものであり⁷⁹、同プラットフォームは、ダウンロード配信とストリーミング配信の両方に対応している。

一方、P2P を活用したコンテンツ配信については、BitTorrent 以外にも、近年、多くのベンチャー企業が参入している。具体的には、以下の通り。なお、例えば Pando Networks も、BitTorrent と同様のメカニズムのプラットフォームを提供している。

主要な P2P を活用したコンテンツ配信事業者の一覧

企業名	設立年	事業概要
BitTorrent ⁸⁰ (San Francisco, CA)	2004 年 (未上場)	・ 2004 年設立、2007 年 BitTorrent DNA 発表。 ・ 1.6 億のクライアント（ピア）を有する。
Pando Networks ⁸¹ (New York, NY)	2006 年 (未上場)	・ 2006 年、P2P を活用した Pando Contents Delivery Suite を開始。Intel Capital 等が投資。 ・ 1800 万のクライアントを有する。
Abacast ⁸² (Camas, WA)	2000 年 (未上場)	・ P2P による Hybrid CDN を提供。
Velocix ⁸³ (Cambridge, 英国)	2002 年 (未上場)	・ 2002 年にインターネットコンサル会社（CacheLogic）として設立。2003 年に商業化。 ・ 2008 年、Velocix に名称変更。
Grid Networks ⁸⁴ (Seattle, WA)	2005 年 (未上場)	・ Grid Networks は 2005 年設立。Cisco, Comcast 等が出資。 ・ 2009 年 4 月、Global Media Service (2003 年設立, New York, NY) が、Grid Networks を吸収合併。
Swarmcast ⁸⁵ (Minneapolis, MN) ※CDM の P2P 型	2001 年 (未上場)	・ 2001 年、Onion Networks として設立。その後、Swarmcast に名称変更。 ・ 日本からも、日本ベンチャーキャピタルが出資。

この P2P を利用したデジタル・コンテンツ配信市場は、かなり新しい市場であるため、CDN ほどは普及しておらず、現時点では、まだ規模は非常に小さい⁸⁶。また、これらのベンチャー企業も全てまだ未上場企業であり、現時点で十分収益を確保している状況にはない。

<http://www.bittorrent.com/pressreleases/2007/10/09/bittorrent%E2%80%99s-delivery-network-accelerator-dna-service-improves-the-online-experience-for-streaming-video-downloadable-software-and-video-games/>

⁷⁹ <http://www.bittorrent.com/dna/technology/>

⁸⁰ <http://www.bittorrent.com/>

⁸¹ <http://www.pandonetworks.com/>

⁸² <http://www.abacast.com/>

⁸³ <http://www.velocix.com/>

⁸⁴ <http://www.globalmediaservices.net/>

⁸⁵ <http://www.swarmcast.com/>

⁸⁶ その規模に関するデータ等は発表されていない模様。

しかしながら、最近においては、P2Pを利用したコンテンツ配信の利用は徐々に拡大してきている。具体的事例は、以下の通り⁸⁷。

- ・ 2008年2月には、NBCが、NBC.comの番組配信サービスであるNBC Directでの動画コンテンツの配信サービスとして、Pando NetworksのP2P配信サービスの利用を開始⁸⁸。
- ・ 2009年1月のオバマ大統領の就任式のライブストリームに際し、CNNは、デンマークのOctoshape社のP2P配信サービスを利用して配信を行った⁸⁹。

このような中、Multimedia Intelligenceが2008年10月に発表した市場予測によると、コンテンツ配信技術としてのP2Pの利用は今後、P2Pの不正利用と比較して10倍の速度で成長するとしている⁹⁰。

また、最近では、既にVelocixと提携しているVerizonがVelocixを買収するのではないかといった報道もあり⁹¹、通信事業社がP2Pを活用し、コンテンツホスティング事業を強化していく可能性もある。

<Swarmcastの技術モデル>

また、P2Pを利用したコンテンツ配信に関連したものとしては、Swarmcastのように、CDN自体をピアのように利用しての配信サービスを提供する企業もある。Swarmcastとは、2001年にOnion Networksとしてミネソタ州ミネアポリスに創立された企業で、その後、社名をSwarmcastに変更している⁹²。

同社のコンテンツ配信技術は、BitTorrentやPando Networksが提供しているような、CDNの先のエンドユーザー（ピア）で構成されるP2P配信サービスとは異

⁸⁷ なお、BitTorrentについては、2007年、同社がBitTorrentDNAを発表した際には、当時オンラインビデオプラットフォームのスタートアップ企業であったBrightcove社が顧客としてあげられており、また2008年9月には、Aeria Games、IAHGamesといったゲームソフト配信事業者がその利用を決定したとされるが、必ずしも現時点で米国内の大きな顧客を確保している状況にはないよう見受けられる。

http://news.cnet.com/8301-10784_3-9793357-7.html

<http://www.bittorrent.com/pressreleases/2008/09/15/aeria-games-and-iahgames-select-bittorrent-dna%E2%84%A2-to-accelerate-downloads-of-massively-multiplayer-online-games-mmogs/>

<http://www.bittorrent.com/company/partners/>

⁸⁸ <http://www.pandonetworks.com/nbc-selects-pando-networks-to-power-tv-downloads>

⁸⁹ <http://newteevee.com/2009/02/07/cnn-inauguration-p2p-stream-a-success-despite-backlash/>

<http://torrentfreak.com/cnn-uses-p2p-plugin-for-its-live-stream-090124/>

⁹⁰ http://multimediainelligence.com/index.php?option=com_content&view=article&id=133:p2p-traffic-to-grow-almost-400-over-the-next-5-years-as-legitimate-p2p-applications-become-a-meaningful-segment&catid=36:frontage&Itemid=215

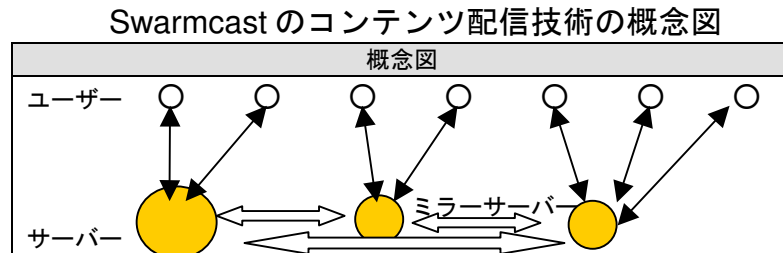
⁹¹ <http://www.fiercetelecom.com/story/verizons-cdn-push-takes-different-path/2008-11-20>

<http://www.fiercetelecom.com/story/verizon-seeks-cdn-partner-links/2009-01-07>

<http://www.fiercetelecom.com/story/could-cdn-velocix-see-telco-buyer/2009-05-04>

⁹² <http://www.swarmcast.com/about>

なり、同社が保有するミラーサーバー、他社のコンテンツ配信ネットワークなどの複数の CDN 自体をピアのように使い、一つのファイルを分割して配信しているという点が特徴であり、言い換えれば、CDN の P2P 型であると言える⁹³。このため、1つの CDN のみにトラフィックが集中しないため、CDN を構成している1つのサーバー当たりの負担も軽減することができる⁹⁴。



Swarmcast 社は、最近では、メジャーリーグのインターネット放送 (Major League Baseball Advanced Media : MLBAM) である MLB.TV に活用され、2008 年単年で、1 万時間以上のストリーム配信を行っている⁹⁵。

③P2P を活用したインターネット電話によるビジネスモデル (Skype)

一方、P2P を活用したビジネスモデルとして成功しているものの一つに、Skype によるインターネット (テレビ) 電話 (VoIP) に係るビジネスがある。

インターネット TV 電話 (VoIP) においては、多くの情報・コンテンツが、1 対 1 で同時に、双方向かつ即時的に流通することが求められるが、その場合、これらの中で利用されている双方向の通話を、クライアント・サーバー型で、特定のサーバーのみで対応することは困難である。このような中、P2P 技術を活用して、世界中に分散して存在する各ピアのコンピューティング能力を活用して、情報のやりとりを行うことによってこれを実現することになる。

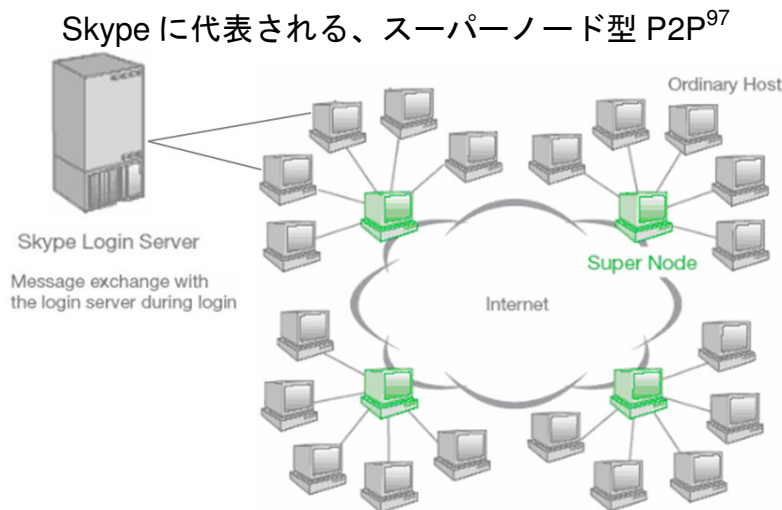
その際、Skype においては、「スーパーノード P2P」という P2P 技術を利用している。スーパーノード P2P では、ピアの中でも、「スーパーノード」と呼ばれる、電源とネット速度の安定したピアを利用する。スーパーノードに選ばれるコンピューターは、一般ユーザーの中でパフォーマンスの高いノード、または、サービス提供者側が設置したコンピューターとなる。

⁹³ <http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/Interview/20090318/326835/>

⁹⁴ なお、それ以外にも、同社の配信の場合には、ライブ放送源をストリーミング方式のデータとしてではなく、データを HTTP 化して配信するため、ストリーミング方式のデータで配信するときのように、ストリーミングサーバーなどの特別な設備を設置しなくてもすむという点で、コスト効率が良くなっているとされる。

⁹⁵ <http://www.swarmcast.com/customers>

Skype の場合は、スペックが高いなど一定の条件を満たした⁹⁶複数のユーザーのコンピューターを、一時的に各ピアの情報を管理するスーパーノードとして利用している。なお、同社の場合においても、Napster 等と同様、ネットワーク外にロゲインサーバーを利用しているが、このサーバーの役割はユーザーの認証を行うのみで、情報伝達には使われていない。



Skype を提供する Skype Technologies は、P2P ソフトである Kazaa を開発したエストニアの技術者によって開発された技術をもとに、スウェーデンの起業家等によって、設立された企業であり、本社はルクセンブルグにおく。2003 年に第一版をリリースしているが、2005 年には、オークションサイトを運営する e-Bay に、26 億ドルで買収されている⁹⁸。

同社では、Skype の利用者間での利用は無料としているが、外部の固定・携帯電話への通話については、格安ながらも有料とすることによってビジネスを進めている。e-Bay の Skype 部門の 2008 年の売上は、550 百万ドル（対前年比 44% 増）であり、登録ユーザーは 4 億 500 万人となっている。なお、e-Bay は、2009 年 4 月 14 日に、Skype を、2010 年目途に、独立させ株式公開させる方針を発表している⁹⁹。

⁹⁶ 詳細は以下を参照。<http://www.skype.com/security/universities/>

⁹⁷ <http://www.convergedigest.com/bp-c2p/bp1.asp?ID=373&ctgy>

⁹⁸ <http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0509/13/news005.html>

⁹⁹ <http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0904/15/news032.html>

4. P2Pの利用を巡る課題と対応

P2Pに関しては、上述のとおり、近年、コンテンツ配信ビジネスとしての可能性も含めてビジネス化が模索されつつあるが、一方で、P2P全体としては、無料で利用されているサービスの利用も含めて（一部非合法のものも含む）多く利用されており、その中で、引き続き多くの課題を抱えている。

しかしながら、米国の場合、ベンチャー企業等がビジネス化を目指して当該技術を抱えている場合が相対的に多いため、ビジネス化を進めるためにも、業界団体としての対応も含めて、企業として、これらの問題に対して確実に対応していくとする動きがある点が特徴的である。

（1）ネットトラフィックとP4P

①ネットトラフィックと中立性の問題

P2Pネットワークを利用することで、音楽コンテンツや動画などの大容量ファイルをこれまでより高速でダウンロードできるようになるが、一方で、それが故に、P2Pを介したインターネットトラフィックの割合は、非常に大きいものとなっている。実際、P2Pを介したデータのやり取りは、北米のインターネットトラフィック全体の約33.6%を占め、全世界では、その割合は44%に達するという¹⁰⁰。

その結果、ISP事業者から見た場合、このような大容量コンテンツを、P2Pを利用して大量にダウンロードする一部のユーザーにより、スムーズなネットトラフィックを維持することが困難になってきているとの指摘がある。

このような中、2008年前半、米国の大手ISP事業者であるComcastが、一部のP2P利用者（特にBitTorrent）のインターネット速度を差別的に落として対応しているのではないかとして、これは、ネット中立性に反するとの論議が起きた。このような指摘を踏まえて、2008年8月、FCCは、Comcastによる行為は、ルール違反であるとして是正命令を下している¹⁰¹。なお、これに関して、Comcastは、命令決定前の2008年3月にBitTorrentとの協力を発表している¹⁰²。

¹⁰⁰ http://multimediantelligence.com/index.php?option=com_content&view=article&id=133:p2p-traffic-to-grow-almost-400-over-the-next-5-years-as-legitimate-p2p-applications-become-a-meaningful-segment&catid=36:frontage&Itemid=215

¹⁰¹ <http://japan.cnet.com/news/biz/story/0,2000056020,20378302,00.htm>

なお、これに対し、Comcastは、その後、FCCはネット中立性に関し是正命令をかける権限はないとして提訴している。

¹⁰² <http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0803/28/news011.html>

②DCIA/P4P 作業部会の取組み

DCIA では、ウェブトラフィック最大 70%が P2P 利用によるものであるとの推定¹⁰³、ユーザーが接続する ISP ネットワーク側の負担が増え続けているという考えの下、「ネットワークプロバイダの積極的参加型 P2P (Proactive network Provider Participation for P2P : P4P)」に関する作業部会 (P4P 作業部会) を開催している。

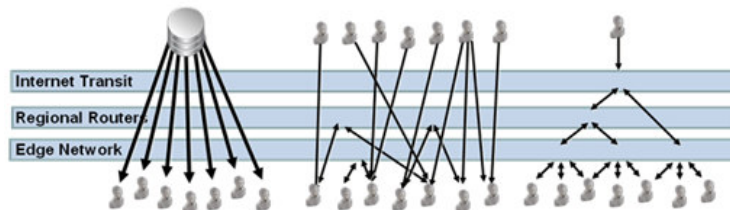
P4P 作業部会では、P2P の概念をベースとし、最もパフォーマンスの良いコンテンツ配信を行うための新しいメカニズムである P4P の促進に向け、P2P 事業者だけではなく、ISP 事業者と P2P 事業者が共同で取り組みを行っている点が特徴となっている。

P4P 作業部会の参加企業¹⁰⁴

	コアグループ	オブザーバー
ISP	AT&T, Verizon, Telefonica Group, Bezeq International,	Comcast, Cablevision, Cox Communications, Time Warner Cable
P2P 事業者	BitTorrent, Velocix, Grid Networks, Vuze, Limewire, Pando Networks, Rawflow	Abacast, CacheLogic, Oversi
コンテンツ配信事業者	Joost,	MPAA, NBC Universal, Turner Broadcasting
その他	Cisco Systems, Verisign, Manatt, Washington University, Yale University	Peer App

P4P とは、CDN と P2P それぞれの長所を最大限に活かすことを目的としたメカニズムであり、各 ISP サービス提供範囲内における P2P ネットワークの効率性を最大限に高めるべく、P2P ネットワーク内で最も早い送信ルートを常に選択・利用していく点が特徴である。これにより、各 ISP を経由するデータの量を減らせるだけでなく、データの流れの管理もしやすくなるというメリットがある。

通常の CDN (左)、P2P (中) と P4P (右) の違い¹⁰⁵



¹⁰³ <http://www.pandonetworks.com/p4p>

¹⁰⁴ DCIA パワーポイント(P4P: ISPs and P2P) : <http://www.dcia.info/activities/p4pwg/index.html>

¹⁰⁵ <http://www.pandonetworks.com/p4p>

この際、BitTorrent など P2P 事業者によるこれまでのコンテンツ配信とは異なって、CDN 事業者や P2P 事業者だけの情報ではなく、ISP 事業者と P2P 事業者が互いに情報を共有することによって、ネットワーク全体で最適なルートを構築することが鍵となる。すなわち、P2P 事業者によって、P2P のコントロールを行う一方で、ISP 事業者、P2P 事業者、または信頼できる第三者のいずれかによって、効率的なデータ送信を行うための情報提供がなされる仕組みである¹⁰⁶。

P4P 作業部会は現在、P4P の設計評価を行うと共に、P4P プロトコルの普及促進に努めている¹⁰⁷。これまでに、以下のような成果が得られている。

- ・ 2008 年 1 月に発表された、Verizon と Telefonica のネットワークと BitTorrent の P2P ネットワークを利用して行われた P4P のシミュレーション結果からは、P4P を利用した場合、ISP のネットワークにおけるホップカウント¹⁰⁸が半分以下になっており、通常の P2P 利用時と比較してはるかに効率的なデータ送信となった。
- ・ 2008 年 11 月、P4P 作業部会にオブザーバーとして参加している Comcast から¹⁰⁹が、P4P 技術を利用した場合の通信速度に関して発表した実験結果によると、iTracker の利用により、ISP のネットワークには重大な影響を与えずに、P2P ネットワークの通信速度が 80%加速した¹¹⁰。

このような中、2009 年 1 月には、DCIA、Verizon、Pando Networks が共同で、P4P 作業部会の構成を、非営利の企業連合とすることを発表した。Pando Networks の CTO であり、P4P 作業部会の共同議長も務める Laird Popkin 氏は今回の発表について、「直近の実験で、P4P はコンテンツ配信のパフォーマンスの向上とコスト削減の面で、大きな進歩を遂げており、P4P の導入は、消費者、コンテンツ保持者、ブロードバンドネットワーク運営者にとって、お互いにメリットがある」とコメントし、P4P 作業部会が非営利の企業連合となることで、知的財産権に関する方針を導入することができるようになる、と述べている¹¹¹。

(2) 著作権侵害とセキュリティ・情報漏洩

①著作権侵害に係る問題

¹⁰⁶ <http://blogs.zdnet.com/storage/?p=303>

¹⁰⁷ DCIA パワーポイント(P4P: ISPs and P2P) : <http://www.dcia.info/activities/p4pwg/index.html>

¹⁰⁸ ネットワーク的な距離(通過した IP ルーターの数)を表わす数値。例として、ホップカウントが 1 の場合、IP ルーターを 1 つ越えたところにあるネットワークを指す。

¹⁰⁹ 他には、Pando Networks、Yale、IPS3 社(企業名は非公開)

¹¹⁰ <http://www.pandonetworks.com/Comcastic-P4P-trial-shows-speed-boost-for-P2P-downloads>

¹¹¹ <http://www.pandonetworks.com/p4p-working-group-forms-non-profit-corporate-alliance>

P2Pについては、前述のとおり、著作権侵害を可能とするようなコンテンツ・ファイルの共有サービスは、違法であると判断されている。しかしながら、その後も、Kazaa など新たなタイプの P2P が出現し、その後、音楽業界等から訴訟を受け、賠償金の支払いやフィルタリング等の措置の義務付け等を繰り返しており¹¹²、このような P2P ソフトを利用して著作権の侵害にあたるコンテンツの共有は、引き続き、行われているものと考えられる。

このような中、全米レコード協会（Recording Industry Association of America : RIAA）はこれまでも、コンテンツを無許可でアップロードしたユーザーや、P2P を通じてこれらのコンテンツをダウンロードした一般ユーザーなどに対し、これらの行為は違法であるとして起訴するなどの強硬な対応を行ってきた¹¹³。

最近の動向としては、2008年8月に成立した、「Higher Education Opportunity Act¹¹⁴」の流れの中で、例えば、テネシー州¹¹⁵は、2008年11月に、州内大学に対し、大学構内での P2P ネットワーク利用による違法コンテンツの共有の防止に向け、「適切な手段」を講じるよう求める州法が施行開始している¹¹⁶。

また、2008年12月には、RIAA は今後、著作権侵害行為への対応として、ユーザーを起訴する代わりに、ISP と協力して取締りを行っていくことにしたとの報道がなされたが¹¹⁷、RIAA はその後も 2009年3月、4月に P2P を介したファイル共有のユーザーを、引き続き起訴していることが報じられている¹¹⁸。

¹¹² 例えば、Kazaa は、後に、Skype 等を開発した技術者によって、2001年に開発されたピア型（スーパーノード型）の P2P ソフトであり、2002年に豪州のインターネットアプリケーション提供企業である Sharman Networks が所有権を獲得している。一時、非常に人気のあるソフトになったが、マルウェアが組み込まれたため、その後新たなバージョンが開発されている。その後、2005年9月、豪州の裁判所から2ヶ月以内に著作権違反コンテンツのフィルタリング機能の追加を命じられるとともに、2006年7月には、損害賠償として、1億1,500万ドルを支払うことで映画・音楽業界と和解している。

¹¹³ NY だより 2009年1月号参照。

¹¹⁴ <http://www.govtrack.us/congress/bill.xpd?bill=h110-4137>

同法案の一部では、大学機関に対し、違法ダウンロードを減少・撲滅するための対策を講じるよう求めると共に、そのような技術やシステムを導入するためのグラントの提供も定められている。

http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=110_cong_bills&docid=f:h4137enr.txt.pdf

¹¹⁵ テネシー州はカントリーミュージックの本拠地で、数多くの音楽出版社が拠点を構えている。

¹¹⁶ http://news.cnet.com/8301-1023_3-10103084-93.html?part=rss&subj=news&tag=2547-1_3-0-20

同州法の成立により、テネシー大学ノックスビル校は、キャンパス内からの P2P ネットワークへのアクセスを全面的にブロックしているが、この措置に関しては、「合法的なダウンロードすらも不当に妨害している」との批判の声が上がっている。

¹¹⁷ <http://online.wsj.com/article/SB122966038836021137.html>

¹¹⁸ <http://arstechnica.com/tech-policy/news/2009/03/hypocrisy-or-necessity-riaa-continues-filing-lawsuits.ars>
<http://arstechnica.com/tech-policy/news/2009/05/riaa-we-have-no-choice-but-to-file-more-named-lawsuits.ars>

なお、DCIAは、以前より、違法コンテンツが流通するP2Pを上手く活用し、ライセンスホルダーやコンテンツ配信者が利益を生み出せるシステムやビジネスモデルの構築を目的とした、P2P レベニュー・エンジン（P2P Revenue Engine：P2PRE）作業部会やP2P音楽モデル（P2P Music Models：P2PMM）作業部会を設立している。

②セキュリティ、情報漏洩に係る問題

P2Pは、そもそも、そのネットワークに参加することにより、他者のファイルを取得することができるとともに、自分の保有するファイルも、外部者による取得が可能になるとなるものである。このため、以下のようなセキュリティ上の脆弱性があるとされる。

- ・ 不慮あるいは不注意によるセキュリティ上の問題。本来共有すべきでないファイルについて、操作を誤って、共有してしまう場合。
- ・ 技術的なセキュリティ上の脆弱性。特に、一般的に、P2Pネットワークを利用してファイルの共有を行う場合には、ユーザーのコンピューターのファイアウォールをオフにしなければならないため、セキュリティ面で脆弱である点が指摘されている¹¹⁹。

特に、後者に関連して、P2Pはセキュリティレベルが通常よりも低いため、ウイルスに感染する危険性が高い点が指摘される。

過去の情報漏洩に係る事例としては、以下のようなものがあげられる。米国の場合は、ウイルスに感染して情報漏洩するというよりは、従業員が職場のコンピューターに無断でP2Pソフトをインストールし、これらを介して、共有目的以外の情報についても、誤って（不注意で）不慮の漏洩してしまうという事例が多い。

- ・ 2007年6月、Pfizer製薬に勤務する従業員1万7,000人の情報が漏洩。これは、従業員の1人が同社のコンピューターに無断でファイル共有ソフトウェアをインストールしたことが原因であった¹²⁰。
- ・ 2008年7月、バージニア州に拠を構える投資会社であるWagner Resource Corpの顧客およそ2,000人の個人情報流出。これも、同社の従業員が、P2Pソフトウェアを、無断で会社のコンピューターにインストールしたことに端を発している¹²¹。
- ・ 2009年3月、大統領専用ヘリコプターである「マリーンワン」に関する情報が、メリーランド州の防衛企業のネットワークに設置されたファイル共有プログラム経由で漏洩し、イランに渡っていた事が報道された¹²²。

¹¹⁹ http://www.bnet.com/2410-13237_23-68800.html

¹²⁰ <http://www.computerworld.com/action/article.do?command=viewArticleBasic&articleId=9024491>

¹²¹ http://www.computerworld.com/action/article.do?command=viewArticleBasic&taxonomyName=government&articleId=9128820&taxonomyId=13&intsrc=kc_top

¹²² 但し、同事件の詳細は公開されていない。

このような問題は、従来より、米国議会でも議論されており、例えば、2003年下院小委員会は、P2Pによる個人情報等の漏洩に係るリスク等について公聴会を開催し、これに対し、業界団体（DCIA）は、自主的な行動基準¹²³を発表している。また、2007年3月に、米国特許商標庁（PTO）が発表した報告書では、引き続き、不慮のファイル共有が蔓延しているとしており、再度小委員会の公聴会が開催されている¹²⁴。

その後、議会においては、2008年、2009年、それぞれ、P2Pファイル作成者に対し、そのインストールやファイル共有機能の起動前に、ユーザーからの承認を得ることを義務付ける法案である「Informed P2P User Act」が提出されている。しかしながら、2008年版の法案は時間切れで廃案に、2009年版も下院に提出されたのみで、現在のところ目立った動きは起こっていない。

Informed P2P User Act 概要¹²⁵

会期	法案番号	提出日	提出者	進捗
110回	H.R. 7176	2008年9月27日	Mary Bono Mack 下院議院 (共同提出者2人)	廃案
111回	H.R. 1319	2009年3月5日	Mary Bono Mack 下院議院 (共同提出者36人)	委員会に紹介

このレポートに対するご質問、ご意見、ご要望がありましたら、tagui_ichikawa@jetro.go.jp までお願いします。

なお、本レポートは、注記した参考資料等を利用して作成しているものであり、本レポートの内容に関しては、その有用性、正確性、知的財産権の不侵害等の一切について、執筆者及び執筆者が所属する組織が如何なる保証をするものでもありません。また、本レポートの読者が、本レポート内の情報の利用によって損害を被った場合も、執筆者及び執筆者が所属する組織が如何なる責任を負うものでもありません。

<http://arstechnica.com/tech-policy/news/2009/03/specs-for-presidential-chopper-turn-up-on-gnutella.ars>

<http://sansforensics.wordpress.com/2009/03/02/p2p-usage-leads-to-presidential-security-breach/>

¹²³ 不慮の情報流出が起きないようにデフォルトの設定など。

¹²⁴ <http://oversight.house.gov/story.asp?ID=1424>

<http://www.uspto.gov/web/offices/com/speeches/07-11.htm>

¹²⁵ <http://www.govtrack.us/congress/bill.xpd?bill=h111-1319>

<http://www.govtrack.us/congress/bill.xpd?bill=h110-7176>