

P2Pの理念と将来展望

1998年に提唱された「ブローカレスモデル (brokerless model)」を紹介することにより、P2Pの理念・本質について言及します。真のP2Pとはいかなるものなのか、どのような世界を目指しているのか、ブローカレスモデルと呼ばれる新たなビジネスモデルを理解することにより、P2Pの真髄に迫ります。またP2Pの最新動向と今後の展望について述べます。

ほしあ たかしげ

星合 隆成

NTTネットワークサービスシステム研究所

P2Pとは？

P2P (Peer-to-Peer) は、誰にも必要以上に管理されない、自由・平等・対等で自律的なネットワーク社会を実現するための最新IT技術です。

P2Pの本質は、ブローカ (仲介者、運営者、管理者、実装的には中央集権的な管理部など) を介することなく、エンドユーザどうしやユーザグループ間でダイレクトかつシームレスにコミュニケーション (情報をやり取り) することにあります。これは「ブローカレスモデル」とも呼ばれています⁽¹⁾。

P2Pの理念である「ブローカレス」のコンセプトは、情報の伝達、配信、探索、グルーピング、共有、ポリシーネゴシエーション (政策交渉) などのさまざまなコミュニケーションシーンにおいて活用されています。またP2Pの理念や実現技術は、ユビキタス世界を実現するためのキーテクノロジーとしても位置づけられています。

ブローカレスモデル

誰にも必要以上に管理されない、自由で、平等・対等で、自律的なネットワーク社会を構築したい。これが1998年にブローカレスモデルが提唱されたそもそもの動機です。

ブローカレスモデルは、理念・概念

であり、これが目指す世界は単純明快です。具体的には、次のような世界を構築することをねらいとしています。

(1) ブローカレス

従来、ブローカが担っていた役割を、それぞれのユーザがボランティアとして分担することにより、特定のブローカ存在を前提としなくても、さまざまなネットワークサービスを、フレキシブル、スケラブル、かつダイナミックに、低コストで構築・運営します。これは、ブローカを介さずに、直接、ユーザどうし、もしくは、グループどうしでコミュニケーション (情報の伝達、配信、探索、グルーピング、共有) が可能な新たなコミュニケーションモデルです。

(2) 自己組織化

ボランティアとして運営に参加している任意のユーザ端末が、障害や退去などのさまざまな理由により、ネットワークサービスなどの「場」の運営から脱退しても、サービス全体に影響を与えないように、残されたユーザ端末が自律的に自己組織化することによりサービスを継続します。

(3) 自律性 (個の尊重)

ユーザグループへの参加・退去は、各ユーザの自律性にゆだねられます。つまり、ユーザの自律性、自由度、プライバシーを最大限尊重し、ユーザグ

ループへの参加、退去を強制しません。これは、まるで個人が自分の意思でボランティア活動に参加するように、個々のユーザ端末が自律的にブローカの役割を分担します。

そして、このブローカレスモデルの実現技術として考案されたものが、意味情報ネットワークSIONet (シオネット) です⁽²⁾。当時は、P2Pと呼ばれる用語も概念も存在しませんでした。ブローカレスモデルは、P2Pに先駆けて提唱された新たな「ビジネスモデル」といえるでしょう。

P2Pを実現するインタラクティブ方式

ブローカレスモデルを実現するための、ピア間のインタラクティブ方式は次の4つに分類されます。

- ・クライアントサーバ方式
- ・P2P方式 (Napsterが採用)
- ・パケットリレー方式 (Gnutella (グヌーテラ) が提案)
- ・連鎖反応方式 (SIONetが提案)

ここでP2P方式は、古典的なインタラクティブ方式であり、Eメール、電話サービスなどでも用いられてきました。このP2P方式を「P2P」として定義する文献がありますが、これは誤りです。P2P方式は、古くからP2Pインタラクティブ方式として定義され

コラム

P2Pの歴史概略

[1996 - 97年]

インスタントメッセージであるICQ (I seek you) が登場する。Grooveの開発元であるGroove Networks社が設立される。日本では、ブローカレスの通信パラダイムを実現するSIONetの研究が開始される。この時点で、「P2P」という用語はまだないが、P2Pの原型となる考え方が始まった時期である。

[1998 - 99年]

Napster、FreenetなどによるP2P型ファイル交換が爆発的な普及（Napster最盛期は6400万ユーザ）をとげ、「P2P」という用語やコンセプトが一般に認識されるようになった。

[2000 - 01年]

Gnutellaの登場、およびそのクローン製品の増殖により、さらにP2Pへの注目度は高まった。Sun Microsystems社のJXTA構想の発表、NTTによるSIONetアーキテクチャの報道発表など、汎用的なP2P技術確立の動きが現れた。またP2P Conferenceを始めとする多くの会合の開催やP2P Working Group等の標準化の動きも顕著になってきた。

[2002年 -]

P2Pはビジネスを実現するうえでの基本技術としてとらえられ、P2P ConferenceもEmerging Technology Conferenceと名称を変更して、P2Pを核とした広範な技術を扱うようになった。ビジネス的にも、エンタプライズ向けがメインであるが、多くのベンダが製品を発表している。またグリッドコンピューティング、センサーネットワーク、ユビキタスコンピューティング、アドホックネットワークなど、P2Pの理念である「ブローカレス」の精神を活用する動きが顕著化してきた。またコミュニティ活性化の要素技術、次世代コミュニケーションプラットフォームとして活用する動きが顕著化するにつれて、特にこの時期に多くのP2P技術が発表、特許出願されるようになった。

ているものであり、今話題の「P2P（ブローカレスモデル）」とは次元が異なる概念です。つまり、P2P（ブローカレスモデル）の実現技術として、P2P方式を用いることができる一方で、連鎖反応方式を採用することもできるのです。

P2Pの仕組み

意味情報ネットワークSIONetは、世界初のP2Pテクノロジーの1つであり、さまざまなP2Pサービスに適用可能なP2Pプラットフォームです。1998年に開発されたSIONetは、ユーザの嗜好、価値観、状況、環境などのさまざまな属性に基づいて「同好の志を発見」し、「それらとグループを動的に形成」し、「グループ内で情報やサービスを共有」すること、およびグループ間のシームレスな連携が可能な「次世代コミュニケーションツール」です。

SIONetでは、ホストのことをエンティティ（ピアに相当）と呼びます。エンティティは、IPアドレスのような固定的な識別子を持っていません。これに代わって、例えば、「野球に興味

がある」「医療情報を提供できる」といった意味情報を用いて、各エンティティには動的でフレキシブルな識別子が付与されます。そして、野球に興味があるという識別子（意味情報）を持つエンティティに対して、イベントを送信するのです。すなわち、従来の「誰に対してイベントを送る」という通信方法に対し、SIONetは「どういった人にイベントを送る」という新たな通信パラダイムを提供します。つまり、SIONetでは、意味情報に基づいてイベントの送信先を決定し、意味情報に合致するエンティティだけにイベントを送信するのです。

SIONetでは、このような新たな通信パラダイムを実現するために、「緩やかさ」と「局所性」の追求をキーコンセプトに、連鎖反応機構（メタデータに基づくイベントの転送機構）、自己組織化機構（ブローカレスで、イベントブレースと呼ばれるエンティティグループを自己形成、自己増殖、自然淘汰するためのコミュニティ形成機構）、アプリケーションのプラグイン・共有機構（イベントブレースへのアプ

リケーションの組み込みとその共有機構）、ブローカレスでの認証を行うセミピア機構、IDレスを実現するプロパティ機構・エンタランス機構、グループ間のシームレスな連携機構などの特徴的な機構を提案しています。これにより、SIONetは、高いプライバシー、自由度、柔軟性、スケラビリティ、耐故障性の保障や、低コスト化を達成します。

P2Pサービスの展望

2000年3月のGnutellaの登場により、一躍有名になったP2P。最近では、ファイル交換サービスばかりでなく、グリッドコンピューティング、ユビキタスコンピューティング、センサーネットワーク、情報家電ネットワークなどにも、P2Pの理念であるブローカレスの考え方や実現技術が、広く活用・適用されています（表1、2）。

一方、ボトムアップ指向で、個を中心としたコミュニティの活性化に向けて、任意団体、NPO、地方自治体、大学などが主体となって、コミュニティの情報化を推進しています。この情報

表1 P2Pサービスの例

- ・ファイル交換
- ・メッセージ交換
- ・分散コンピューティング/
グリッドコンピューティング
- ・コンテンツ配信
- ・コラボレーション/グループウェア
- ・分散検索サービス
- ・ユビキタスコンピューティング
- ・センサネットワーク
- ・情報家電ネットワーク
- ・電子商取引
- ・ナレッジマネジメント
- ・アドホックネットワーク

表2 SiONetを用いた実際のP2Pサービス

- ・分散コンピューティング(シェアステージ)
- ・博覧堂ワイン日記
- ・医療システム⁽³⁾
- ・デマンドビークル
- ・ゲームシステム
- ・アドホックネットワーク
- ・ストリーム配信(バーソナル放送局)
- ・著作権管理システム
- ・ブローカレス型エージェントシステム
(COMNet)
- ・グリッドコンピューティング⁽⁴⁾

化は、コミュニティにおける円滑なコミュニケーション、タイムリな情報共有等を促進するための重要な取り組みです。このコミュニティの情報化が、コミュニティの活性化に向けての重要なファクタの1つになっており、今まさに、このような活動が1つの大きな潮流になろうとしています。ここでコミュニティとは、自らの意思に基づいて、同好の士とともに構築・運営する論理的なグループのことであり、その活動範囲は、必ずしも物理的な範囲に制限されるものではありません。

このようなコミュニティにおける情報化に向けては、トップダウンアプローチばかりでなく、コミュニティの事情・状況を十分に勘案したボトムアッ

プアプローチが重要になります。このような「コミュニティにおける情報化の特性」と、「ブローカを介することなく自律的にコミュニティを自己組織化するP2Pの理念」の親和性は非常に高いと考えられます。そのため、コミュニティの情報化は、P2Pのキラーサービスになり得るものとして以前から着目され、その普及に向けた取り組みが展開されています。

同様に、環境、市民参加をテーマとした聖知万博においても、P2Pの理念であるブローカレスの概念が注目され、その利用が計画されています。

P2Pフォーラムの運営

「電子情報通信学会 コミュニティ活性化研究専門委員会」は、産・官・学・地域コミュニティの連携・協同からなる「P2Pワーキンググループ⁽⁵⁾」を運営し、P2Pの啓蒙および普及に努めています。

ここでは、NPO、任意団体における草の根活動・ボランティア活動、大学における学術活動、企業活動などをシームレスに連携させること、および、社会科学、人文科学、工学などの多岐にわたる分野を有機的に連携させることにより、将来のコミュニティ像およびコミュニティ活動のあり方の明確化、コミュニティ構築技術の確立・普及活動、フィールド展開・検証など、コミュニティ活性化に向けたグローバルな取り組みを目的としています。

なお、第1回 P2Pフォーラム⁽⁶⁾は、昨年6月、地域情報化に向けて、何が望まれているか？ 地域情報化に向けて、P2Pが果たす役割、ねらい、およびその効果は？ 地域コミュニティにおけるP2Pの具体的な適用例とは？ をテーマに、P2Pの第一人者が一堂に会して、「地域情報化

とP2P」と題したパネル討論が開催されました。また第2回P2Pフォーラム⁽⁷⁾が、昨年10月、群馬県桐生市において、「まちづくりの現場が求めるネットワーク：地域コミュニティ活動と次世代技術の融合」をテーマに開催されました。このような啓蒙・普及活動と並行して、実際のフィールド展開の推進が強く期待されています。

今後の展望

最後に、P2Pの将来展望について述べます。TV放送、ラジオ放送、新聞、タウン誌などのあらゆる情報配信媒体は、情報配信の観点から個人と個人、もしくはグループとの間をつなぐブローカとして位置づけられます。ブローカレスモデルの登場以前は、「ブローカを介して、個人やグループに情報を配信する」というコミュニケーションモデルが一般的に用いられてきました。これに起因して、配信規模、配信コスト、配信の自由度などの面で大きな制約を受けていました。

例えば、大学の公開セミナーや少年野球大会のライブ映像をTV放送することは、コストおよび自由度の点からも現実的ではありません。また緊急の告知要求に対して、リアルタイムに対応してもらえない保障もありません。さらに、タウン誌などは告知規模に限界があります。その反面、ブローカは配信する情報の選別、情報コンテンツの品質・内容保証を行うことが可能です。例えば、公共放送局や図書館などが莫大な予算で構築している情報データベースはその典型例といえるでしょう。

本来、ブローカモデルとブローカレスモデルは、適用分野に応じて使い分けられる必要があります。つまり、ブローカレスモデルはブローカモデルを淘汰するのではなく、互いにすみ

けられ、補い合うものなのです。逆に、これまでブローカレスモデルという選択肢が存在しなかったために、ブローカレスモデルと親和性が高い地域情報化などの適用分野に対しても、ブローカモデルで実現していたことが問題なのです。そのためにさまざまな問題が顕在化してきました。そして、ブローカレスモデル(P2P)の登場により、多くの人がそのことに気づき始めたのです。

このような柔軟性に欠けるブローカ中心の情報配信モデルから、ブローカ存在を前提としない個人中心、すなわちブローカレス型の情報配信モデルへの扉を開いた革新技術がWWWです。WWWは、誰もが自由にホームページを開設し、情報発信することを可能にするとともに、ホームページ間のリレーションシップ(ホットリンク)を定義することによる情報配信ネットワークの自己構築、自己増殖、自然淘汰を可能にしました。

P2Pの本質は、このようなWWWの中に見出すことができます。つまり、ユーザどうしがコミュニケーションを行うに際して、「ブローカ存在を前提にしない」ことがP2Pの本質なのです。そして、すべてのユーザが対等に振る舞うか否かは、一般的にいわれているほどには重要なことではありません。ブローカレスモデルの観点からは、WWWはP2Pの対極に位置づけられ

るものではなく、WWWこそがP2Pの最初の成功事例としてみなされるべきなのです。

そして、SIONetが1998年に提案した探索・グルーピング・共有機構などを用いたコミュニティの自律的な形成、自己増殖、自然淘汰モデルにより、個人中心のコミュニケーションの形態が新たなステージへと飛躍しました。SIONetに代表されるP2P技術の登場により、WWWを用いた一方のコミュニケーションから、参加型コミュニティに基づくコミュニケーションへと進化したのです。このようなSIONetのコンセプトは斬新であり、暮らしの中のちょっとしたコミュニケーションから大規模ビジネスまで、さまざまなシーンにおいて利用することができる新たなコミュニケーションモデルを実現します。そして、これは我々のコミュニケーション手段やライフスタイルを大きく変革させる潜在パワーを秘めています。その可能性は無限であり、新たなコミュニケーションのあり方を明らかにする取り組みがすでに始まっているのです。

また社会科学や人文科学などとのかわりを持ちながら、そもそもコミュニケーションはどうあるべきか、本当に我々の生活を豊かにしてくれるのか、人間に優しいサイバーコミュニティとはどうあるべきか、を追求していかなければなりません。主役はあくまでも

人間であり、技術ではないのです。例えば、電話のコールバック用ツールとして開発されたポケットベルは、若者によるご都合のコミュニケーションツールとして発展しました。これなどは、当初想定していなかったコミュニケーション形態をユーザ自らが創造した典型的な事例です。また1980年代初期、多くのネットワーク専門家・評論家が、ボトムアップアプローチでベストエフォートタイプのインターネットに対して、その普及・発展に疑問を呈したように、1980年代後期に登場したWWWに対しても、次のような理由から、その発展を疑問視した専門家や評論家がたくさんいました。

情報の品質、信用度が低い:

ホームページのコンテンツは、個人が作成し、掲載する。厳選された情報だけが掲載されるわけではない。百科事典のような監修、編集、校正、内容保証が十分に行われているわけではない。

コンテンツの量が少ない:

WWW登場初期においては当然のことであるが、ブローカが作成した従来コンテンツに比べて、その数が圧倒的に少なかった。少なければ利用されることはない、利用されなければ作成されることはないという「鶏と卵」の関係にあった。広く利用されるためには、境界点(クリティカルマス)を越

コラム

P2Pに関するこれまでの主な研究活動

- 1997年 ブローカレス型配信モデルの実現技術としてストリームインタフェースを考案、試作。
- 1998年 新たなビジネスモデルとしてブローカレスモデルを提唱。REFERENCEアーキテクチャの提案。ブローカレス型探索モデルの実現技術として意味情報ネットワークアーキテクチャSIONetを考案、プロトタイプ試作。SIONet対応のP2Pアプリケーションプログラムの知作。
- 2000年 コミュニティコラボレーションのための「知的な場」アーキテクチャを提唱。単なる「イベントが流通する場であるイベントブレース」が、インセンティブ、トラスト(信用度)、ポリシーなどの知性を有する場へと進化。

「知的な場」アーキテクチャの実現技術であり、次世代SIONetとして位置づけられるCOMNet(コムネット)の研究を開始。

えるコンテンツの量が必要になるが、WWWは個人々がコンテンツを自律的かつボトムアップ的に積み上げるビジネスモデルであり、それを政策的に主導するブローカが存在しないため、クリティカルマスの確保が困難である。

インセンティブ（モチベーション）がない：報酬を要求することなく、ボランティアとしてコンテンツを作成する人はごく一部であり、これが大勢になることはない。つまり、コンテンツを作成するためのインセンティブが存在しない。

仕組みが陳腐：QoS（Quality of Service）などの概念がなく、仕組みも単純で陳腐である。

しかしながら、このような論評が誤りであることは歴史が証明しています。そして、WWWこそが、P2P時代の到来を予見させる歴史的分岐点となったのです。ブローカが存在を前提とすることなく、個人が自律的かつボトムアップ的に自己組織化することを基本精神とするP2Pには、ブローカ主導のトップダウンアプローチにはない「自己増殖・自然淘汰」のメカニズムが息づいているのです。本来、人間は自律的にコミュニケーションする生き物です。そして、P2Pは情報発信を欲する人間の行動・活動様式にマッチしたコミュニケーションモデルを提供しているのです。

このように、個人の情報を個人が保有し、必要に応じて必要な人とコミュニケーションする自己組織化と自然淘汰のメカニズムに加えて、共通の価値観・感性などの共有感、尊敬・名誉・評価の享受、正義感・義務感・使命感、生きがい、貢献に対する爽快感・満足感・達成感、ギブアンドテイク・ベナリティなどを表現するインセ

ンティブ機構、インセンティブ機構によるコミュニティへの積極的な参加促進（モチベーション）、情報に対する信用度評価機構などを表現した新たなコミュニケーションモデルの研究が活発化しています。例えば、先駆的な研究として、単なるイベントのやり取りをする「イベント場」を「知的な場」へと進化させるCOMNet（コムネット）などがあります^{(1),(8)}。

現時点でP2Pのキラーアプリケーション（P2Pにしかできないこと）が、明確に分かっているわけではありません。一方で、P2Pがいろいろな社会問題を引き起こしていることも事実です。そこで、真のP2P社会をみんなで育てていくことが重要になります。

またGnutellaの登場以来、急激な勢いで、多くの企業や大学がP2Pの分野に参入しています。これ自体は非常に喜ばしいことです。一方で、本来P2Pでないものまでが、P2Pとして宣伝されている状況が多々見受けられます。つまり、P2Pという名前が便利に利用されている感が否めません。これも、P2Pが急にブレイクしたことに伴う一つの弊害かもしれません（前述しましたように、ピア間の2者間インターネットにP2P方式を利用するだけでは、P2Pシステムであることの十分条件を満足しているとはいえません）。

しかしながら、悲観することも、慌てる必要もありません。一步一步着実に進歩すればよいのです。今でこそ、誰もが利用しているインターネットでさえ、少し前までは、限られた研究者だけが利用する学術ネットワークだったのです。インターネットが我々の生活に定着するまでに多くの年月を要しているのです。P2Pも同じです。少なくとも6年前までは、P2Pが可能にする世界の存在を誰も知らなかったのです。

そこで、我々の生活に密着した使われ方を1つひとつ見つけて、それを少しずつ着実に定着させればよいのです。

今後のP2Pのさらなる普及に向けては、ファイル交換ではなく、P2P本来の潜在能力に着目し、P2Pの正しい理解に向けての啓蒙が欠かれません。ファイル交換は単なる1つの利用分野にすぎません。またP2Pと著作権保護は独立であり、両者に直接的な関係はありません。

参考文献

- (1) 星合 隆成：「ブローカレスモデルとSIONet - 新世代ネットワーク技術の全貌 -」、「電気通信協会（オーム社）」、2003。
- (2) Welcome to SIONet World
<http://www.geocities.co.jp/SiliconValley/8143/>
- (3) 「P to P技術「SIONet」で検索効率化、NTTと愛媛県医師会が実証実験」、「日経インターネットテクノロジー」、2002.7。
- (4) グリッドシステム
http://www.nit-west.co.jp/news/0402/040203_1.html
- (5) P2P Working Group
<http://www.ieicoc.org/coa/p2p/p2p.htm>
- (6) 第1回P2Pフォーラム in 松山、「地域情報化とP2P - 魅力ある地域ネットワークの形成 -」、2003.6。
- (7) 第2回P2Pフォーラム in 相生、「まちづくりの現場が求めるネットワーク：地域コミュニティ活動と次世代技術の融合」、2003.10。
<http://www.npokiryu.jp/p2pforum/index.html>
- (8) 星合・小柳・スクバタール・久保田・柴田・酒井：「意味情報ネットワークアーキテクチャ」、「信学論（B）」、Vol. J84-B、No. 3、pp.411-424、2001。



星合 隆成

現時点では、P2Pの本質が必ずしも正しく理解されているとは言いがたいですが、本稿が正しい理解に向けての助けになれば幸いです。

問い合わせ先

NTTネットワークサービスシステム研究所
次世代ネットワークサービスプロジェクト
TEL 0422-59-2876
FAX 0422-59-2042
E-mail hoshiai.takashige@lab.ntt.co.jp