

## モバイルブロードバンド時代に重要性高まる フェムトセルと無線LANサービスの最新動向

株式会社コピテック SI/NI 運用サポート室 シニアコンサルタント 志田 智

2010年、携帯電話大手3社からフェムトセルサービスが出揃った。フェムトセルサービスとは、携帯電話用の超小型の基地局を家庭やオフィスなどの利用者の宅内に設置して、携帯電話が電波につながるエリアを提供するサービスだ。フェムト基地局は家庭用のブロードバンドルーターや無線LANアクセスポイント(AP)と同じような大きさの機器で、誰にでも設置できる。

これまで「ホームアンテナ」などのリピーターによるサービスでは、窓際など携帯電話の電波が届く場所で利用する必要があった。しかし、10階を越える超高層階のマンションの室内や地下街、ビルフロア内の奥まった部屋などでは、マクロ基地局の電波を受信すること自体が難しく、リピーターが使えない。そこで、小型の基地局「フェムト基地局」を光回線などのブロードバンド回線で携帯電話事業者と接続し、フェムト基地局の周辺室内をサービスエリアにするのがフェムトセルサービスだ。また、HSDPAやEV-DO Rev.Aのように1Mbps以上の高速な通信が可能な携帯電話でも、電波が届きにくいために途切れがちで高速通信ができないような場所がある。そういった場合でも、フェムト基地局が近くにあれば高速通信が可能になる。

### 機能重視のドコモ、他社はエリア重視

現状のフェムトセルサービスの中身を順に見ていくと、携帯電話事業者ごとに考え方が異なる様子が見えてくる。表1は大

手3社のフェムトセルサービスの比較一覧表だ。携帯電話の通信方式は各社の3G方式が対象となっており、ドコモとソフトバンクモバイルがHSDPAに、KDDIはEV-DO Rev.Aまでに対応している。ドコモについては上り通信5.7MbpsのHSUPAは非対応とし、上り通信速度は384Kbpsまでとしている。利用料金については2010年内は各社とも無料だが、ドコモは有料のサービスと位置づけており、KDDIとソフトバンクモバイルのように単なるエリア拡大のためだけではなく、フェムト基地局の設置場所を提供する人にもなんらかの利便性を提供しようとしていることがわかる。その具体例として、ドコモだけはフェムトセルサービスの付加機能として、登録済みの携帯電話端末がフェムトセルサービスのエリア内に入る「在圏状態」になると、特定のメールアドレスに在圏通知メールを送るサービスがある。この在圏通知は家族間で子供の帰宅などを確認できる機能としてアピールされている。また、ドコモではフェムトセルサービスのエリア内にいる携帯端末がコンテンツを利用するとき、その携帯端末が特定のフェムトセルサービスのエリア内にいるという情報をコンテンツ提供事業者に通知することで、フェムトセルサービス独特のコンテンツ提供が可能だとしてアピールしている。

携帯端末の位置情報はGPSによる特定も可能だが、ビルの室内ではGPS用の衛星と通信できない。また、屋外のマクロ基地局では同じビル内の階数の特定までは

難しい。一方、フェムトセルサービスのエリア内在圏通知は、フェムト基地局から電波で通信できる範囲内にある携帯端末の位置情報を提供するため、フロアまでわかるなど屋内の位置情報としては精度が高い。

一方、KDDIとソフトバンクモバイルは独自のサービスについては触れず、フェムトセルサービスの契約者が接続可能な端末を制限する機能も提供していない。KDDIとソフトバンクでは、特定のフェムトセルサービスエリア内に入った携帯端末であれば誰でも接続できるとしている。これはフェムトセルサービスによる付加機能よりも、サービスエリアの拡充を重視した姿勢を示している。

### 設置に1.5か月。普及はスローペース

フェムトセルサービスにはいくつかの利用条件が設定されている。ドコモとKDDIで設定されている条件では、事前の現地調査を行い、必要があると認められればフェムト基地局を設置するというものだ。現地調査には、現地が圏外に近い状態であることや、用意されているブロードバンド回線の品質の確認も行われる場合がある。ただし、現地が圏外であるかどうかは事業者のスタンスによって異なっているもようだ。

工事後はフェムト基地局の免許登録と、フェムトセルサービスの契約者がフェムト基地局の運用を行う「運用者」という形で、携帯電話事業者が総務省への届け出を行

	NTTドコモ	KDDI	ソフトバンクモバイル
サービス名	マイエリア	au フェムトセル	ホームアンテナFT
サービス開始時期	2009年11月～	2010年7月～	2010年5月～
サービス			
携帯電話通信方式	W-CDMA HSDPA (HSUPA (※3))	CDMA2000 EVDO Rev.A	W-CDMA HSDPA, HSUPA
利用料金	初期費用2100円、月額490円～(※4)	無料(貸し出し)	
通話/パケット料金単価	通常料金		
専用付加機能	マイエリア内在圏通知、専用コンテンツなど	-	-
接続可能な携帯ユーザー	契約者が登録した端末4台まで(※5)	制限なし。第三者も利用可能	
最大同時接続数	4回線	6回線	4回線
利用条件			
契約の条件(※1)	NTTドコモの調査でフェムトセルが必要な場合のみ	auの調査でフェムトセルが必要な場合で個人契約のみ	ソフトバンク3G契約者で、自宅小規模オフィス・店舗への設置
利用できる固定回線	NTT東西「フレッツ光」	auひかり(ホーム、マンション)	Yahoo!BB(ADSL)(※2) NTT東西「フレッツ光」
既存サービスの利用制限	2-in-1の一部に制限	EZニュースフラッシュ、EZニュースEX、EZチャンネルプラスの自動配信、テレビ電話、緊急地震速報(2011年春以降対応予定)	プリペイドサービス、ダブルナンバー、ホワイト法人24+、ソフトバンクモバイルオフィス、グループ通話、緊急地震速報、待ちうた、64Kデジタルデータ通信サービスなど
利用までの期間など			
利用開始までの期間	約1.5か月～		
総務省への届出	免許登録、契約者を運用人として総務省に届出		
設置工事	機器設置・配線	機器設置・配線 GPSアンテナ設置	機器設置・配線
設置工事費	初期費用に含む	無料	契約者による工事または有料1万7800円
機器を返却不能時の違約金	最大9万9225円	6万3000円	2万7300円
参考・3Gマクロ基地局数(※6)	約9万か所	約5.1万か所	約4.7万か所

(※1) 引越し時は解約となる (※2) Yahoo!BB ADSL 利用時は300kbps以上が必要 (※3) フェムトセル基地局はHSUPA対応済みだが提供時期未定 (※4) 2010年12月31日まで無料  
(※5) ただし場合によって他の端末が接続することがある (※6) 2010年7月末、中継局を除く

表1 携帯電話大手3社のフェムトセルサービス

(出所: 著者作成)

う。従来のホームアンテナのようなりピーターではこのような手順はなく、大きく異なる点だ。

#### フェムト基地局の製品としての成熟度

また、機器の出荷時期についてはかなりのばらつきがあり、1.5か月を超えて4～6か月待たされている契約者もいるもようだ。その背景としてはフェムト基地局の製品としての未成熟さがあるだろう。まず、フェムト基地局コストだ。フェムト基地局を返却できなかったときの違約金は数万

～約10万円に設定されており、機器の価格がこなれていないことが想像できる。

また、3事業者の間では既存の携帯電話サービスの利用制限に開きがあり、フェムト基地局の制御方式自体に大きな違いがあると見られる。例えば音声通話については、既存の携帯電話の音声通信用パケットをそのまま中継する方法と、いったんIPパケットのSIPに変換する方法がある。SIPのほうがIP化された交換網でのコスト削減の効果が高いが、既存の音声通話サービスとの互換性を保ちにくい。また、緊急地震速報のように携帯電話網の

「マルチキャスト」と呼ばれるパケットの同報通信機能をサポートしているかという問題もある。

#### ソフトバンクとBB通信事業者のトラブル

フェムトセルサービスでは、フェムト基地局が携帯端末と電波で通信して、携帯電話端末の認証や、データの交換などを行う。それと同時にフェムト基地局は携帯電話事業者との間で、認証情報やデータを中継している。この、フェムト基地局と携帯電話事業者との間を接続するブロード

バンド回線の種類は各社で限定されており、ドコモの場合はNTT東西のフレッツ光、KDDIの場合はauひかりとなっている。ソフトバンクモバイルの場合は、どのブロードバンド回線でもつながるとして販売を開始したが、「事前協議がない」とISP/CATVなどからの反発に合い、NTT東西のフレッツ光かYahoo! BBに限定して提供中だ。ソフトバンクモバイルでは並行してISP/CATVなどと協議を進めているが、2010年9月中旬の時点で調整できたのは地方のCATV業者30社程度だけで、大手通信事業者とは調整できていないもようだ。

NTT東西の場合はフェムト基地局を接続するための専用のPPPoEセッションを追加することでフェムトセルサービス用のトラフィックを明確に分離し、ビジネス上の問題が整理されているようだが、その他の事業者ではよい仕組みがなく手間取っているようだ。

#### フェムトセルの可能性と課題

現在の日本ではフェムト基地局の免許登録を必要としている規制により、フェムトセルサービスの提供は携帯電話事業者だけが行える。しかし、フェムト基地局が送出する電波の出力は10～20mWと非常に弱く、他の基地局に与える影響は非常に少ない。基地局を一般家庭に設置できるようなレベルにしていることがフェムト基地局の最大の特徴であり、既存の基地局と

の間で電波上の不具合がなければ、本来、免許は不要であるはずだ。

そこで、既存の基地局との電波干渉を自動的に避けるしくみとしてSON (Self Organized Network) の実現が期待されている。SONがきちんと働けば、既存のマクロ基地局や他のフェムト基地局との間で電波の調整を行いながら最適なフェムトセルサービスが実現できると期待されている。

また、現在のフェムトセルサービスでは一部で制限されている音声通話の付加機能や位置情報、マルチキャスト機能への対応を進める必要があるだろう。逆にフェムトセルならではの機能として、端末が常時認証されているという特徴もある。この常時認証されている特徴は、位置情報と併せてアプリケーション提供者にとって魅力的だ。

フェムトセルサービスはそのサービスエリアがピンポイント的に絞込まれることから、独自のサービスやコンテンツの可能性が豊富にある。また、利用する電波の弱さから、既存の携帯電話事業者ではない新規参入の余地が大きい。例えば、別の固定通信事業者や、Eコマース、SNSなどのソーシャルメディア、動画やゲームなどのコンテンツ販売を行う事業者がフェムトセルサービス限定のサービスや携帯電話ビジネスに参入する可能性もある。

#### 無線LANでオフロードを進めるソフトバンク

無線LAN関連のサービスで目を引いた

のは、ソフトバンクモバイルがiPadの日本発売と同時に発表した「ソフトバンクWi-Fiスポット」だ。ソフトバンクWi-Fiスポットは、無線LAN機能を搭載したフィーチャーフォン、スマートフォン、iPadなどの携帯電話加入者へのオプションサービスとして提供されている。ソフトバンクモバイルでは無線LAN対応端末の機種数はフィーチャーフォンでも11機種と豊富だ。また、iPadの場合は3G契約なしで購入できる端末もあること、iPhoneとほぼ同等な機能を持つiPodでも無線LANの利用希望が多かったという背景もある。

しかし一番の理由は、ソフトバンクモバイルの3G無線回線の帯域不足にあるだろう。3Gの基地局の設置数が少なく、無線回線の帯域不足が目立つソフトバンクモバイルでは、スマートフォンで利用される通信帯域を無線LANに移す、帯域オフロードを進めようとしている。

ソフトバンクWi-Fiスポットでは、すでにマクドナルドなどで公衆無線LANサービスを提供しているBBモバイルポイントに加え、独自にソフトバンクモバイルが追加した無線LANスポットでサービスを展開するとした。新規に追加するアクセスポイント機器には、機器販売と公衆無線LANサービスをセットで行うFON (フォン) を利用し、FONのアクセスポイントを店舗に提供することで急速な無線LANスポット数の拡大を目指した。ソフトバンクモバイルの発表によれば、サービス開始後3～4か月の間だけで、スターバックスコー

ヒーやコンビニチェーンのミニストップ、昭和シェル石油などの全国チェーン店でのサービス提供予定が含まれている。

しかしソフトバンクモバイルからは具体的に提供できたエリア数の発表はなく、エリア展開はおぼつかない状況だ。その背景にはやはり設置の問題がありそうだ。ソフトバンクWi-Fiスポットの場所を提供する店舗には、Yahoo! BBのADSL回線も提供されるオプションもあるが、ADSLを設置するには銅線のメタルケーブルでの電話局との接続が必要で、現在の店舗の場合、必ずしもメタルケーブルでの電話線が店舗内の適当な場所があるとは限らない。また、アクセスポイント機器の設置には店内の美観に配慮が必要だろう。

#### NTT系サービスの大幅割引の背景

一方、「フレッツ・スポット」のサービス名で公衆無線LANを提供するNTT東西は、2010年6月から月額料金を840円から210円に大幅値下げした。

また、ドコモの「mopera U公衆無線LANサービス」では、新規加入後1年間の月額使用料315円を無料にするキャンペーンが2010年12月末まで実施されており、お得感が高まった。

こうした大幅値下げや割引の背景には無線LANを搭載したスマートフォン、端末種類の大幅な増加に加え、モバイルルーターの脅威があることも見逃せない。

#### スマートフォンの無線LAN

携帯電話の新規販売の25%を占めるとも言われるスマートフォンの普及やiPadのヒットにより、持ち歩く携帯端末でも無線LANを使うことが当たり前になってきた。特にスマートフォンではウェブブラウザ、地図、動画などのアプリケーションが常時高速な通信を要求しており、無線LANは非常に有用だ。なかでもソフトバンクモバイルの場合は、iPhoneのアプリケーションの一部、iTunes Music Store やテレビ電話などで3G接続での利用が制限されているものがあり、無線LANの必要性が高い。しかし、無線LANのアクセスポイントはほかのエリアとは連続していないため、歩いて移動するだけで途切れてしまう。

これを解決したのが、2010年にヒットした「モバイルルーター」である。

モバイルルーターは無線の3G回線でインターネットに接続するルーターだ。電池で2～3時間以上駆動し、ポケットやカバンに入れたまま、移動しながら手元の無線LANを利用できる。現在、もっとも小型で軽量のイー・モバイルのPocket WiFiは2009年11月に発売された後、2010年3月にはソフトバンクモバイルからもC01HWとして販売されている。このほか、モバイルルーターはWiMAX対応や、固定回線・公衆無線LANとも接続できる機器なども続々と販売され、熱気を帯びている状況だ。

モバイルルーターには意外な利用方法

もある。その1つが、ソフトバンクモバイルでしか利用できないiPhoneを他社の3G/WiMAX回線を利用する方法だ。他社の3G/WiMAX回線を利用できるモバイルルーターを用意して、iPhoneを無線LANで使うことで、他社の高速回線を割安な料金で利用でき、iPhoneの性能も発揮される。また、iPadをモバイルルーターで持ち歩きながら使えば、iPhoneのような使い方も可能だ（位置情報や地磁気センサーを除く）。

その一方、モバイルルーターを持ち歩きながら使うことでトラブルも発生している。たくさんの人が集まるイベント会場などで、モバイルルーターが無線LANアクセスポイントとして動作することで、無線LANに接続しにくい状況になってしまう現象だ。無線LANアクセスポイントは動作を開始するとアクセスポイントの存在を示すビーコンを発信したり、接続名を識別するSSIDを発信するようになる。そのため、モバイルルーターのような無線LANアクセスポイントが多数集まると、無線LAN端末が密集するよりも深刻な影響があると考えられる。

無線LANはホームネットワークの事実上の標準として進化を続けている。Super Wi-Fiや60GHz帯などの周波数帯の拡大、AV・家電のほかりモコン用途やヘルスケア機器への搭載の動きもある。将来的にはセンサー機器を含めたスマートグリッドへの応用と、公衆無線LANとの関係も見逃せないだろう。

# Facebook、mixiなどソーシャルメディアの位置情報連動が活発化 多様化する位置情報ビジネスの最新動向

株式会社シリウステクノロジーズ シリウスラボ所長 関 治之

位置情報ビジネスは、位置情報を起点として、いくつかの異なるデータやサービスを連携しながら新たな価値を作り出しているビジネスである。

ケータイなどのモバイルデバイスを利用してユーザーの位置情報を取得し、コンテンツプロバイダーがユーザーの位置にマッチしたコンテンツを配信するのが基本的な流れになっている(図1)。コンテンツを表示する際に、地図や店舗情報などの地理情報データ、ソーシャルメディアなどが提供しているソーシャルグラフデータなどをマッシュアップして表示するケースが多い。また、位置情報ビジネスは必ずしもケータイ向けのサービスだけではない。PCから利用するサービスも多く存在している。ただし、ユーザーの位置情報を測定することができるためケータイ向けのサービスが多いのが実情である。

## 位置情報ゲームと地域ビジネス

コロプラが提供する「コロニーな生活☆PLUS」は会員になるとサイト内に自分のコロニーを持つことができ、ケータイやiPhoneなどのGPS機能を利用することで、移動距離に応じてゲーム内の仮想通貨やアイテムを入手し、自分のコロニーをデコレーションすることができるゲームである。

また、この位置連動ゲーム利用者を対象とした来店促進サービス「コロカ」というサービスを行っている。

「コロカ」は、店舗ごとに異なるデザインのプラスチック製カードで、金額に応じて3種類あり、コロプラのゲーム内で入力するとその店舗限定の特別アイテムの購入権利が得られるシリアル番号が裏面に印刷されている。このコロカを入手するには、導入店舗の店頭へ出向き、所定の金額分の商品を購入しなければならないため、ゲーム内特別アイテムという“バーチャル”が「コロカ」や人の移動という“リアル”と上手く連動する仕組みになっている。現在、毎月1.8万人以上がいずれかの「コロカ提携店」を訪れ、実際の商品を購入している(数値は2010年9月1日コロプラ社発表。同日現在、提携店は全国で70店)。単純に平均しても、毎月各店舗ごとに250~300人もの来店が促進されていることになる。提携店にとってはインシャルコストが発生せず、購買額の数%をロイヤリティーとしてコロプラ社へ支払う成果報酬型モデルである。この仕組みは、コンテンツを通じて実際に人を動かすことで、利益を得る店舗や地域から手数料をもらうというビジネスのため、観光協会などからも非常に注目されている。

## ソーシャルメディアの位置情報連動

Facebookは2010年9月にFacebook Places機能を公開した。日本では「スポット」という名称になっている。これにより、ユーザーは自分がお店に入ったタイミングなどで、いまどこにいるかをFacebookの

ニュースフィード欄に表示(チェックイン)することができ、友人にも通知することができるようになった。FacebookのPOI(Point Of Interest: 地理情報データ)情報やチェックインについては、API経由でサードパーティのデベロッパーもアクセスすることができるようになっている。また、11月4日には、店舗側がスポットにチェックインした人向けに無料でクーポン配布やプレゼントキャンペーンなどを実施できる「Deals」機能を公開した。

また、Twitterも位置情報連動機能を提供しており、サードパーティのアプリケーションは、ツイートの中に緯度経度情報を埋め込むことができるようになった。APIでは緯度経度を指定して周辺のツイートを検索することもできる。

2010年9月6日、ミクシィは「mixiチェックイン」を発表した。利用者がGPS情報を発信して「チェックイン」することにより、特定の場所にいることをマイミクに知らせることができる。日記やつぶやきといったウェブサイト上でのアクティビティを通知しあうことがソーシャルメディアの特徴の1つであるが、チェックインを通して「リアルの行動」を直接通知できることが、このサービスの特徴である。

## ソーシャルグラフと位置情報ビジネス

ソーシャルメディアの提供するソーシャルグラフを利用してサービスを提供するアプリケーションも多い。特にTwitterク

クライアントには、位置情報に連動したアプリケーションがたくさん存在している。Foursquare（フォースクエア）は、チェックイン系アプリケーションの中で最もユーザー数が多いアプリケーションだが、FacebookやTwitterとの連携ができるようになってきている。

国内では、各ソーシャルメディアが提供しているソーシャルゲームプラットフォーム上に位置情報アプリケーションを提供しているアプリケーションが多い。ウノウの「まちつく!」は、mixiアプリとして提供を開始し、サービスイン後たった5日間で100万人を超えるユーザーを集めている。国内のソーシャルゲームプラットフォーム上では、GPS機能を使って位置情報を取得できるというベーシックな機能を提供しているのみで、チェックインなどの機能については現時点ではプラットフォーム化はしていない。

#### 屋外と屋内測位のシームレス化

現在のGPSを利用した測位方法は、衛星を利用する性格上、屋内に入った場合には正確な位置情報を測位することができない。技術的にはいくつかの選択肢があるが、屋内でも位置情報が測位できるようになる可能性は高い。現状有望な技術は、Wi-Fi測位と屋内版GPSの「IMES (Indoor Messaging System)」である。

Wi-Fi測位は既にiPhoneやAndroidで利用されている測位技術だが、クウジット

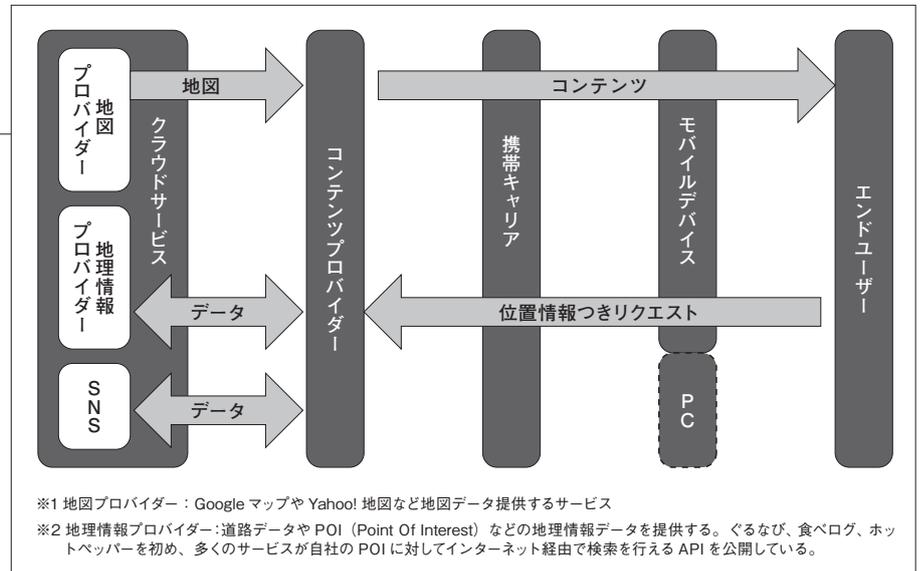


図1 位置情報ビジネスのバリューチェーン  
 出所 『位置情報連動型ビジネス調査報告書2011』（インプレスR&D）

社のPlaceEngine技術のように、精度を上げることで屋内測位も可能となる。ある特定されたエリア内であればすでに実用が進んでいることもあり、今後精度が上がっていく可能性が高い。一方、IMESは、屋内にGPSと互換性のある信号を発信する専用装置を置くことで、屋内でも端末の位置を測位することができるようになる技術である。GPSの仕組みを使っているため、無線LAN機能がない通常の携帯電話でも若干のアップデートで利用できるのが特徴だ。普及への課題として屋内端末の設置および管理コストがあるが、このコストが解消されれば一気に普及する可能性もある。

また、可視光通信という技術を利用することで位置情報を測位することも可能である。LED照明の光に情報を埋め込む技術で、これに位置情報を埋め込むことで位置もわかる。位置情報以外の情報も入れることができるので、その場だけのコンテンツを配信することも可能だ。ただし、情報を受信するためのレーザー機器を端末に

入れる必要があるため、普及には時間がかかるかもしれない。

#### 位置情報データの共有プラットフォーム

今後は、すでにFacebookやFoursquareなどの位置情報系サービスが始めているが、ソーシャルメディアによる店舗データベースが発展していくと考えられる。現時点では各サービスがバラバラに持っている店舗データベースだが、将来的にはPOIに関する仕様が共通化され、POI情報を集約したプラットフォームができるようになる可能性がある。

日本ではYahoo! JAPANが「YOLP」(Yahoo! Open Local Platform) というプラットフォームを展開しており、外部からもPOIを更新可能にする計画だ。米Yahoo!はWOEID (Where On Earth ID) という、POIを一意に示すための32bitのIDを定義しているが、Twitterの一部のAPIでは、このWOEIDを利用して検索ができる。

# 将来のネットワークの根幹を支える 「進化するネットワーク仮想化技術」の概要と今後

東京大学大学院 情報学環 准教授 中尾 彰宏

現在のインターネットでは、セキュリティーの問題、可用性・堅牢性の問題、持続進化できない問題など、従来の方法では解決が困難な問題を多数抱えている。このため、本来あるべき姿のネットワークを白紙から設計し、さまざまな新しい通信手順を提案・実装・検証する研究が、世界各国で始まっている。

そこで、共通のネットワーク・インフラ全体を仮想化技術を用いて論理的に分割し、論理ネットワーク上で自由なネットワーク機能の創造を可能にする一歩進んだ「ネットワーク仮想化技術」が注目されている。

新しい「ネットワーク仮想化技術」の研究開発は、VPNや論理ルーターなどの従来の仮想ネットワークの構築とは異なり、複数の多様なネットワークを独立に収容するため、資源を抽象化し動的に割り当てるリソース管理機能と、自由な発想で新しい機能を構築するプログラム機能を、インフラの基本機能として実現することを目的としている。この「ネットワーク仮想化技術」は、さまざまなネットワーク実証実験を同じインフラ上で同時に効率的に実施することを可能にするため、実証実験環境(テストベッド)構築技術として発展した。

この複数多様なネットワークを独立に収容する新しい「ネットワーク仮想化技術」が、将来のネットワークの根幹を支えるアーキテクチャーとして、新たなインターネットを形成する基盤となる可能性がある。現在のインターネットが、かつて、複

数のプロトコルの相互接続のためのテストベッドから端を発し、現在では重要社会情報基盤に発展した経緯を鑑みると、ネットワーク仮想化技術も近未来のインターネットのコア技術の候補である。

米国では、Planet Labという地球規模の仮想化環境を構築し、その発展としてGENIプロジェクトが進んでいる。また、欧州では、パリ大学やINRIAが進めるOneLab、および、欧州全体で推進されているFIREプロジェクトが進行中である。

日本では、東京大学と情報通信研究機構が研究拠点を形成し、ネットワーク仮想化技術の研究開発を推進している。東京大学は、PlanetLab・OneLabと相互接続可能なCoreLabというネットワーク仮想化テストベッドを構築してきた。また、東京大学・情報通信研究機構・日本電信電話・日本電気・日立製作所・富士通研究所は、ネットワーク仮想化基盤技術として「仮想化ノード」開発の産学官共同研究と実証実験を遂行しつつある。この研究開発は産業界の先端仮想化技術と、東京大学とNICTの先端知を集めた産学官連携の共同研究による世界初のシステム実証を目指すものである。

## 研究の目的と意義

ネットワーク仮想化の共同研究の目的は、短期的には新世代ネットワークの実証実験のためのテストベッドの構築技術の確立、また、長期的には新世代ネットワー

クアーキテクチャーの基盤技術の確立である。いずれにせよ、従来のネットワークとは異なる通信の実験やサービス展開を可能とするネットワーク基盤の基本設計をモデル化し、共通の設備の上に新たな利用目的に合わせて、ゼロからネットワークを構築するための統合管理・制御技術の確立を目標とする。

ネットワーク仮想化技術が生み出す情報社会基盤が実現されれば、これまで実現できなかった以下のような利便性が我々の情報社会に新たに創出されると考えられる。

- ・アプリケーションごとやユーザーごとに独自のQoS (Quality of Service) やネットワーク内処理、セキュリティーやプライバシーを設定可能な独立したネットワークが利用可能となる。
- ・クラウドコンピューティングやセンサー情報収集など新たなサービス利用シーンに必要なネットワーク機能を自由に創ることが可能となり、データ通信の効率性・堅牢性を高度化することが可能になる。
- ・従来のネットワークと複数の新規のネットワークの仕組みを同時に運用することが可能になり、ユーザーがネットワークを自由に選択することが可能になる。これにより、従来のネットワークから新しいネットワークヘシームレスに持続進化が可能になる。
- ・複数の新しいネットワーク実験を同一の物理的なインフラを用いて遂行可能となり、コスト効率の高いテストベッドを構築可能な基盤技術として有用である。

・インフラ提供者、サービス提供者、ユーザーなどステークホルダー間の関係を見直し、新しいビジネスモデルを創り出すことが可能となる。

#### 新世代ネットワークのビジョンと ネットワーク仮想化の概念

我々は、近未来の世の中では複数の多様なネットワークが普遍的に存在すると考える。この予想は、学術研究界やビジネス社会の動向に裏付けされている。

第一に、クラウドコンピューティングを推し進める米国巨大企業は、我々研究者よりもいち早く新しいネットワークの仕組みやプロトコルを考案し実装してしまう可能性がある。実際、データセンターの中のネットワークは従来のプロトコルを用いる必要がないなど、効率を第一に独自に調整されたプロトコルを用いることが可能である。

第二に、近年、ネットワークに対する要件が非常に異なるアプリケーションが増加しつつあることである。一昔前のネットワークでは通常のクライアントサーバー型トラフィックが多くを占めていたのに対し、ピアツーピアトラフィックが増加し、現在ではYouTubeなどのクラウド型動画配信トラフィックが多く観測されている。また、医療分野では、インターネットからは遮断されたネットワークのインフラ整備が求められる。このように多様なネットワークサービスを収容するためには、現在の画一的 (One-size Fits All) なインターネットの

サービスモデルでは限界が生じつつある。

第三に、学術研究界では、従来のネットワークにとらわれない新しいネットワークの研究が始まっている。セキュリティ、プライバシー、可用性・堅牢性、アドレスの枯渇、ルーティングテーブルの増大などインターネットの様々な問題を解決するために、これまでのような場当たりの (Stop-Gap) な解法ではなく、白紙 (Clean-Slate) から設計することが必要とする立場である。諸外国では、大学院生が新しいネットワークの仕組みやプロトコルを提案し実証実験することが日常化している。

我々は、このような複数の多様なネットワークが普遍的に存在する将来において、これらの要求の異なる複数のネットワークアーキテクチャ (仕組みやプロトコル) を同時に独立に同一インフラ上に収容する“メタアーキテクチャ”<sup>(※1)</sup>の基盤技術が必要であると考え、そのための新しい「ネットワーク仮想化技術」の研究開発を推進している。

新しく提唱されているネットワーク仮想化技術は、コンピュータ・ネットワーク資源 (リソース) を仮想化技術により「抽象化」して「動的」に「分離」し、「自由にプログラム可能」な独立ネットワークを複数共存させる技術として定義できる。共通インフラ上に自由な発想で新しいネットワークを構築するプログラム機能と、そのような多様な複数のネットワークを独立に収容するリソース管理機能を、近年発展してきた仮想化技術を駆使することで実現する。

分離された資源 (リソース) は、ネットワーク全体で予約可能なコンピュータ資源・ネットワーク資源の集合体となり、スライス (Slice) と呼ばれる単位で扱われる。複数のスライスが作成された場合、それらは独立に資源を確保可能であり互いに干渉しない。インフラ提供者は連携し、第三者であるサービス運用者が望むスライスに対価をとって提供する。各スライスを取得したサービス運用者は、スライスとして割り当てられた資源を用いて、自由にネットワークを創造することが可能となる。このように、複数のネットワークアーキテクチャを収容するメタアーキテクチャは、自由にプログラム可能な独立した資源をスライスとして提供する基盤によって実現可能となる。

#### 今後の発展

産官学で本格始動した進化するネットワーク仮想化の共同研究では、持続進化可能な基盤のアーキテクチャを詳細に設計し、そのプロトタイプ実装を行い、JGN-2Plusなどのテストベッドに導入することで研究者・ユーザーが自由に使える環境を整えつつある。ネットワーク仮想化技術は、新世代ネットワークのコアテクノロジーとして今後ますます発展していくであろう。

(※1) 複数のネットワークアーキテクチャを独立に同時に収容する、より上位の概念

# IPv6 Summit 2010 開催報告

## ～IPv4アドレスのIANA在庫が残り5%未満へ。IPv6対応の行方は?～

ネットワンシステムズ株式会社 花山 寛／財団法人インターネット協会 佐藤友治

10月17日(北米時間)に、IANAから新たに2つの「/8ブロック」(IPv4アドレス空間を256に分割したうちの1つ)がAPNIC(アジア太平洋地域)に割り当てられた。これにより、全体で256個ある/8ブロックは残り12個となり、5%を切った。しかし、12個のうちの5個は自動的に世界5か所にあるRIR(Regional Internet Registry)に割り当てられることが決定しているため、実質残りは7個(約2.7%)となった。

また10月22日(北米時間)には、世界中で通信機器の展示会を行っているINTEROPのShowNetで利用してきた「45/8」のIPv4アドレスがARIN(北米およびカリブと北大西洋地域)に返却された。

一方で世界のウェブトラフィックの15～30%を配信していると言われるアカマイ社は、10月中旬に開催した「Akamai Customer Conference 2010」でIPv6への対応スケジュールを発表した。世界的な規模のウェブや動画の配信のみならず、ウィルスパターンファイル配信やソフトウェアの更新データの配信をサポートしているアカマイ社がIPv6への対応スケジュールを発表したことには非常に大きな意味がある。

このように急速に進むIPv4アドレスプールの割当と大手サービスのIPv6への対応の動きが進行する中、2010年10月8日に、慶応義塾・協生館・藤原洋記念ホールにおいて、IPv4アドレス枯渇対応タスクフォースと財団法人インターネット協会

の主催による「IPv6 Summit 2010」が開催された。

午前はIPv4アドレス枯渇対応タスクフォースが実施した教育プログラムのフォローアップセミナーとしてIPv4アドレス枯渇対策に係る技術的なものを中心に構成され、午後はIPv6導入に関わる各種活動状況/動向報告と、セキュリティをテーマにパネルディスカッションが実施された。

### IPv4アドレス枯渇対応技術の現状

前半は、迫りくるIPv4アドレス枯渇への対応を、改めて技術的観点、運用者を含む導入現場に近い立場からの意見を取り上げた2つのパネルセッションが行われた。最初にイツ・コミュニケーションズの芦田宏之氏、A10 Networksの高木真吾氏から「IPv6/IPv4変換技術の現状」としてトランスレーション技術の基礎から導入までの講演が行われた。

次にNTT情報流通プラットフォーム研究所の藤崎智宏氏をパネルコーディネータに、NTTコミュニケーションズの山形育平氏、アラクサラネットワークスの矢野大機氏、イツ・コミュニケーションズの芦田宏之氏、BBIXの印南鉄也氏をパネリストに迎え、ディスカッションが行われた。「IPv4アドレス共有技術詳細」として、IPv4アドレス在庫枯渇への対策に関して「分配済みIPv4アドレスの効率的な利用」「IPv4アドレス共有技術の導入」「IPv6の

導入」の紹介後、「IPv4アドレス共有技術の導入」に焦点を当て、その各種技術方式を、標準化/技術方式/ベンダー/運用者の観点から、NAT(Network Address Translation)技術としてLSN(Large Scale NAT)、DS-Lite(DualStack-Lite)、A+P技術として、A+P(Address plus Port forwarding)、他技術として4rd(IPv4 rapid deployment)の紹介と議論がなされた。

### IPv6時代に向けての現状

後半は、日本ネットワークインフォメーションセンターの佐藤晋氏から「JPNICアドレス枯渇状況」として、IPv4アドレス枯渇時期、アドレス利用/分配状況などの報告が、IPv4アドレス枯渇対応タスクフォース・アクションプラン支援WGの今井恵一氏から「IPv4枯渇タスクフォースアクションプラン」として2010.10版アクションプランの報告が、サービスロゴWG技術検討SWGの川村聖一氏から「サービスガイドラインについて」としてISPサービス/ウェブロゴなど認定プログラムに関する報告が、教育/テストベッドWGの三川莊子氏から「テストベッド/教育紹介」としてテストベッド利用状況、教育プログラム実施状況の報告が、東日本電信電話の岩佐功氏から「NGN IPv6サービス」としてIPv6導入2方式の説明が、イツ・コミュニケーションズの芦田宏之氏から「CATVのIPv6対応」としてCATVの現



パネルディスカッションの様子

状と日本ケーブルラボから発行されたガイドラインの報告が、BBIXの印南鉄也氏から「6RDサービス」として6RDサービスとそのプロトコトなどの紹介が、IPv6普及・高度化推進協議会 家庭用ルーターSWGの北口善明氏から「IPv6家庭用ルーターガイドライン2.0版」として活動内容と2010年7月29日に発行したガイドライン2版の紹介が、日本インターネットエクスチェンジの馬渡将隆氏から「IPv4/IPv6 XLATE サービス」としてIETFで標準化作業中のXLATEを用いたIPv6v4エクスチェンジサービスの紹介があった。

### IPv6時代のセキュリティ

最後に「本格的IPv6利用時代に向けて～IPv6時代のセキュリティ～」として、慶應義塾大学環境情報学部教授の中村修氏をパネルコーディネータに、前半からの各講演などですでにIPv6本格的な導入に向けての示唆を感じる中、改めてセキュリティという視点でこれから本格的にIPv6の利用をする時代になった際にセキュリティに関する問題/考え方について、幾つかの例を示しながら、パネラー、会場を交えディスカッションが行われた。IPv6導入、セキュリティの体制、オペレーションなどを、情報セキュリティ政策、IPv6研究者、法律家、現場の運用者の視点から、導入/運用体制などを含む方向性を見出しながら進められた。パネラーは東京電機大学未来科学部教授/内閣官房情報セキュ

リティセンター 情報セキュリティ補佐官の佐々木良一氏、NTT情報流通プラットフォーム研究所の藤崎智宏氏、弁護士の壇俊光氏、BBIX取締役渉外本部兼技術本部本部長/ソフトバンクBBネットワーク本部副本部長の福智道一氏の4名である。

壇氏は、問題提起としてIPアドレスの権利関係と個人情報含むプライバシーの保護とIPv6を結びつけた際の問題点を懸念した。佐々木氏は、セキュリティの課題を、①仕様上、実装上 ②IPv6単体、IPv4/IPv6共存化 ③セキュリティ固有の問題、ディペンダビリティ（信頼性）の3つの問題に整理した上で、「不正RA問題」を挙げ、その実験結果と対策方法を紹介した。福智氏は、事業者からの視点での問題認識を紹介し、IPv6環境が展開されることによるお客様にとっての懸念を「不正RA問題」を例に紹介した。またその検討課題として①端末、②ウイルス対策製品、③ネットワーク、ルーター、④ユーザの4点を示しながら、業界全体での情報交換とノウハウの蓄積が必要であると説明した。藤崎氏は、IPv6技術からの視点で、佐々木氏と同様にIPv6セキュリティの整理を行った上でIPv6利用時代になった際のセキュリティモデルの検討が必要と発表した。

登壇者とのディスカッションだけでは物足らず、パネルコーディネータ自身が直接会場に足を運び、参加者にマイクを向け、日頃の疑問など質疑を行ったところ「ユー

ザ企業はIPv6の導入準備をいつ頃どのように考えればよいのか。何かヒントがないか?」「スマートグリッド、センサー、白物家電などPC以外のデバイスを含めた場合のセキュリティモデルは?」など多岐にわたる質問を受けた。それに対し「セキュリティの視点としては今すぐ対応すべきである」「まずは、グローバル/プライベートアドレスで使うことを比べた際のセキュリティ上の問題を考え、さらにネットワーク管理者の管理者としての知識レベルも考慮しセキュリティモデルを考えなければならない」と登壇者の意見を交え回答した。

次に、「不正RA問題」を焦点とした議論を行った。大学などいくつかの場所の違いを元に議論され、「セキュリティはケースバイケース、場所、ステージによって対応方法が異なる」「誰かが一人でセキュリティを守ることは困難であるため、情報提供の場を用意し共有することが重要である」「時代が変わる中でIPv6対応するために、早い段階での教育が重要である。それと同時に、間違えた情報発信の訂正、情報提供の機会均等が必要である」などの認識が語られ、IPv6を積極的に使うことでさまざまな課題が見えてくるとまとめられた。そして「皆でインターネットの仕組み、セキュリティについて裾野を広げ、教育を進めるべき。IPv6はすでに使われ始めているので改めてセキュリティを見直してほしい」と締めくくり終了した。