

IPv6の動向と展望

石塚 勝

Internet Protocol Version6 (以下IPv6と略す)はIPアドレス枯渇問題に 대응するとともに、今後の多様なネットワークサービスのニーズに 対応するための次世代インターネットプロトコルとしてIETF (Internet Engineering Task Force) で仕様が開発されてきた。IPv6は情報家電、企業ネットワーク、ネットワークサービスプロバイダ、放送事業者などへ大きなインパクトをもたらし、グローバルな市場形成の突破口となることを期待されている。日本の情報通信審議会 の中間答申によれば、2010年における『IPv6を利用した財・サービス市場』は170兆円とも予測されている¹⁾。これまで産業界、大学などでIPv6対応機器の開発、実証試験および商用化が進められてきた。現在、IPv6関連ビジネスは立ち上がり時期にあり、特にIPv6対応機器の開発からサービス・アプリケーションに関する実証試験や商用化に重点がシフトしている。本稿ではIPv6の概要、普及促進動向、沖電気におけるIPv6への取り組みを紹介し、今後のユビキタスネットワーク時代を展望する。

IPv6の概要

インターネットの目を見張る急速な普及・発展はネットワークレイヤにIPレイヤを用いることにより、相互接続性が高まったことによる大きな理由である。現在のインターネットの基本はIPにあり、インターネット成功の要因は『IPのシンプルさ』、『新サービス展開の容易性』、および『技術の発展性』にある。IPv6は1992年にIETFで問題提起された急増するインターネット普及に伴うIPアドレス枯渇問題に端を発し、次世代インターネットプロトコルIPng (IP next generation) として仕様開発が開始され、1995年1月にIPv6と命名、1998年12月にRFC2460として主な仕様が確立した²⁾。

(1) IPv6への要求条件

最近のIPアドレス枯渇予測、例えば2001年のICANN (The Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) では、「2008年にアドレス枯渇する」と予測、一方、2003年7月のIEPG (Internet Engineering

Provider Group) 会合では、「2022年まで枯渇しない」と言う予測もある³⁾。アドレス枯渇に対する論議は依然継続している。しかし、全体としては中国などアドレス不足が逼迫している国を除いてアドレス枯渇は早急には発生しないものと考えられる。アドレス拡張とともにIPv6の大きな特徴は、多様なサービス要求に 対応するためのIPv4からの拡張機能である。

IPv6では電子メールやWebといったサービスだけではなく、『いつでもどこでもだれとでも』コミュニケーションでき、『安心』『安全』『簡単』『快適』に使えるといったことが求められている。すなわち映像、音声といった多様なメディアを効率的に扱えるとともに、情報家電など非パソコン機器がプラグアンドプレイで使用でき、放送型サービス、P2Pコミュニケーションを容易に実現するための次世代IPプロトコルといった側面もIPv6にはある。さらに経路情報の増大に伴うルータ負荷の増大といった問題にも 対応する必要がある。IPv6はこれらの種々の要求に 対応するための次世代IPネットワーク向けIPプロトコルであり、IPv4プロトコルからの改良IPプロトコルである。

(2) IPv6技術

IPv4からの種々の改良はIPv6の特徴であるが、これを生かすには従来機器をIPv6対応機器に換える必要がある。これが普及の最大の阻害要因でもある。しかし先進的なプロバイダはIPv6の持つ数々の豊富な機能を積極的に生かしたサービス試行や商用サービスを提供しつつある。以下、IPv6プロトコルにおける主なIPv4からの技術的改良点について紹介する。図1にIPv4とIPv6のIPパケット構造を示す。

① アドレス空間の拡大

増大するIPアドレス需要に 対応し、アドレスを32ビットから128ビットに拡張し、ほぼ無限のアドレスを確保した。IPv6のアドレス構造は図2に示すように、プレフィックス (Prefix) 部 (64bit) とインタフェースID部 (64bit) より構成され、先頭64ビットはクラスレスなアドレス構造をとっている。

IPv4 (20byte)

Version	Header Length	Type of Service (TOS)
Payload Length		
ID	Fragmentation	
Time to live(TTL)	Protocol	
Header Check Sum		
Source Address (32bit)		
Destination Address(32bit)		
Option and Debugging		

IPv6 (40byte)

Version	Traffic Class	Flow Label
Payload Length		
Payload Length	Next Header	Hop Limit
Source Address(128bit)		
Destination Address(128bit)		

図1 Structure of IPv4/IPv6 Packet

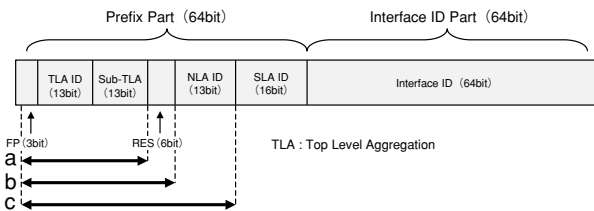


図2 IPv6 address structure

②高速化パケットハンドリング処理

ヘッダーフォーマット簡略化すなわち拡張ヘッダのオプション化により、ルータ負荷を軽減する。

③オプション機能拡張性

将来の新機能追加の拡張が容易なヘッダ構造とした。主な規定済の拡張機能には以下のものがある。

- Hop by Hop Option
- ルーティング経路指定
- パケット分割 (Fragment) *1)
- あて先ノードオプション (Destination Options)
- 認証 (AH : Authentication Header)
- 暗号 (ESP : Encapsulating Security and Payload)

④フローラベル機能導入

特定パケットを優先制御することにより、音声・映像のようなストリーム系情報の通信品質を保証できる機能を持たせた。また、ペイロードが暗号化されていても通信品質制御ができる。

⑤ヘッダーフォーマット簡略化

IPチェックサムの廃止、8バイトアライメント化、ルー

*1) ルータごとではなくノードごととし、経路上(ルータ上)でのフラグメンテーションの廃止(パケット転送高速化のためルータでのパケット分割を廃止)。

ティング時間制限からホップ段数制限への変更など、実質的にIPv4でも使用されていない機能を廃止・変更した。

⑥認証 & プライバシー機能

認証, 改ざん防止 (データの一貫性)・秘匿性をサポートできるパケット送信者の認証 (AH) とパケットの暗号化拡張機能をもたせるとともに, IPsecの実装を必須とした。

⑦プラグアンドプレイ

プロバイダからの上位64ビットの自動配送により, 端末をプラグインするのみで使用できるようにする機能であり, 配送方式はDHCPv6-PD (Prefix-Delegation) がIETFでRFC化が有力になっている。また, IPv6ルータの自動構成やDNSホストの自動探索機能なども可能となる。

⑧モバイルIP

モバイルIPv6はIPアドレスを変更することなく移動しながら通信を継続できる。移動中にも通信を切断せず, 再認証も不要である。現在コアネットワーク部分のMobile v6マクロモビリティ仕様がほぼ完成している。無線アクセスネットワーク部分のマクロモビリティにおける移動性に関する検討継続している。

⑨マルチキャスト

IPv4ではブロードキャスト機能 (全端末配信) のみであったが, IPv6ではきめ細かな送信先指定ができ, 効率的に配信できる。

IPv6普及の現状

先に述べたように日本では、2000年頃から大学やNTTコミュニケーション、IIJ (Internet Initiative Japan) 等の先進的なプロバイダが実証実験, 商用化を進めてきた。しかし, 普及という面では全体的に足踏み状態にあり, 実証試験段階が続いていた。アドレス枯渇問題に関しては急成長を続ける中国のようにアドレス不足が深刻な国を除いては早急に対応しなければならないという状況ではなく, とりわけIPv4アドレスの約7割を支配する米国ではIPv6導入に余り熱心ではないといわれてきた。

なぜ, 普及が進まないか。ここにはいくつかの理由があった。第一にはアドレス不足はIPv4改良技術で凌ぐことができたことによる。

具体的には, 以下の3つの技術すなわちCIDR (Classless Inter-Domain Routing), プライベートアドレスとNAT (Network Address Translation), DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) により, IPv4アドレス枯渇問題を凌ぐことができた。

(1) CIDR

アドレス割り当てクラス廃止によるアドレス資源割り当ての効率化を図ることができた。CIDRでは、任意のブロック単位で区切ることができるため、IPアドレス空間を効率的に利用することができた。

(2) NAT

グローバルIPアドレスとプライベートアドレスの変換する技術である。特に企業網ではNATとファイアウォールによるウイルス対策、侵入防止等のセキュリティ対策として大きな役割を果たしてきた。現在のIPv4ネットワークはNAT有効に使われていることからNATが中心のネットワークとなっているとも言える。

(3) DHCP

オンデマンドでIPアドレスを割り当て、使用するときのみIPアドレスを使う。

以上3つの対策が効果的であったため、IPv6を積極的に導入する理由が希薄であった。

第2の理由は、ネットワーク事業者や企業が既存のIPv4ネットワーク機器を置き換えてまで積極的導入する具体的なニーズが無かった。

第3番目にはIPv6ネットワークの利用者環境であるホストOSが普及せず、またIPv6ならではの特徴を生かしたアプリケーションが見つからないことも大きな理由であった。

IPv6への期待と課題

IPv6の特徴は、IPv6の膨大なアドレス空間と拡張機能を活用した先進的な次世代IPネットワークにより下記のようなIPv4環境では困難であった（あるいは効率的ではない）サービスが可能になる点にある。以下、IPv6の期待されるサービス・機能について述べる。

(1) ピアツーピア（以下P2Pと略す）コミュニケーション

IPv6では全ての端末が固定IPアドレスを割り当てられるため、サーバを介さず直接ユーザ端末どうしで情報をやり取りすることができる。VoIP、IPテレビ電話、情報家電遠隔操作など情報家電やモバイル携帯端末のような非PC機器を中心とした双方向サービスも可能となる。

(2) セキュリティ

IPsecによりエンドツーエンドでの暗号化ができる。これまではゲートウェイ間のセキュリティであり、完全な意味でのエンドツーエンドでのセキュリティ保証はできていない。端末どうし間で個別に暗号化することにより、IPsec-VPNサービスも可能になり、成りすまし、盗聴、データ改ざん等の不正行為を確実に防止できる。

(3) モバイル

現在の携帯電話では音声とインターネットを利用する仕組みが別であるが、オールIPモバイルネットワークでは音声、映像、インターネットがIP上で統合される。さらにホストが移動し、物理ネットワークが変わってもシームレスにサービスが継続できる。特に移動しながらVPN網でのコネクションを継続でき、かつIPsecによりセキュリティを保てる。

(4) プラグアンドプレイ

エンドホストのIPアドレスの自動設定ができる。

(5) 階層化アドレス

電話番号のように（国番号＋市外番号＋市内番号＋個人番号）のように階層化したアドレス管理によりオペレーションの効率化がはかれ、また階層化による経路集約化によりルータへの負荷が低減される。

P2PコミュニケーションではIPv4のアドレス枯渇問題の解決策となったNATやDHCPなどの介在がIP統合による双方向サービス普及の阻害要因になっている。P2Pコミュニケーションは一意に端末が特定できるグローバルアドレスを持たないとパケット情報の配送が円滑にできない。たとえば企業網内からインターネット上の映像ストリーミングサービスが受けられないなど、今後のインターネット上でのアプリケーションの発展が制約を受ける。一方、反対にNATが不要になり、ユーザ端末がグローバルアドレスをもつことから、セキュリティに対する対策がIPv4とは異なる。特にIPv4企業網ではセキュリティポリシーの一元管理がNAT、ファイアウォールで可能であったが、IPv6の場合にはユーザへ外部から直接IPパケットが到達し、さらにIPsecで暗号化されると通信内容・到達性管理ができなくなるなど、サービス性の向上とセキュリティポリシーが背反することになる。（インターネットポリシーでは逆にNATの存在がエンド2エンドの原則に反している）また、非PC系小規模デバイスでは、IPsecの処理負担やコストペナルティなどの問題もある。また、暗号鍵配信プロトコルとしてIKEv2（Internet Key Exchange Version2）の検討が現在IETFで継続している。

IPv6普及促進動向

IPv6普及に向けてネットワーク機器ベンダ、ネットワーク事業者、政府、サービス・アプリケーション開発者の取り組みが活発化している。これは日本のみならずアジア諸国、欧米でも同様である。IPv6標準化はIETF（v6opsWG等）で、IPv6の運用に関する検討が継続している。主な現在の中心テーマはマルチホーミング（サーバ

信頼性向上のための多重帰属)やIPsec暗号鍵配信方式などがある。今後ETFではIPv6新規技術検討を凍結し、普及促進に対する活動を優先させる動きもある。IPv6の普及に向けた活動として、IPv6フォーラムが主にIPv6仕様開発の中心的役割を担ったメンバを中心に1998年に設立され、普及啓蒙活動を欧州、北米、アジアの各地域で展開している。IPv6フォーラムでは、IPv6ロゴ委員会(v6LC)も発足し、コンフォーマンステストによる認定ロゴの配布を開始した。また、IPv6アプリケーション面では情報通信産業協会(CIAJ)や電子情報技術産業協会(JEITA)でも中国でのIPv6プロジェクトを計画中である。現在のIPv6普及は、インフラ機器の開発・実証の段階は済み、普及促進に向けての魅力あるアプリケーションの創出が最大の課題である。以下、各IPv6ステークホルダーの日本、および諸外国での取り組み動向について述べる。

(1) 国内状況

① ネットワーク機器ベンダ

多くのネットワーク機器ベンダはIPv6の変化点を捉えて、IPv6対応機器やアプリケーションの開発に取り組み、実証実験や商用サービスへと参画し、IPv6機器の実践経験を蓄積してきている。

② ネットワークプロバイダ

IJJ (Internet Initiative Japan) は2000年9月から、NTTコミュニケーションは2001年5月よりIPv6サービスを開始した。同様にその他多くのプロバイダが既にIPv6の試行サービスや商用サービスを相次いで開始している。事業者のIPv6サービス形態にはトネリング (IPv6パケットをカプセル化しIPv4ネットワーク上で運ぶ)、ネイティブv6サービス (エンドツウエンドでのIPv6サービス)、トランスレーション (IPv4/IPv6アドレスおよびポート変換を実施する) の3種類がある。

③ モバイルサービスプロバイダ

モバイルIPの普及は、当初、IPv4アドレス枯渇要因のひとつとして考えられていたが、3G (3rd Generation) モバイル普及優先施策、次世代モバイルIP網への事業者の投資抑制等でのやや足踏み状態にある。すでに2000年5月に3GPP (3rd Generation Partnership Program) でIPv6の採用が採択されているが、実際の適用は、次世代モバイルセルラー (通称Systems Beyond 3Gあるいは4G) がターゲットであり、2010年頃の商用化を目指して現在、研究開発が進められている。モバイルコア網に関するモバイルIPv6仕様はほぼ完成しており、主としてモバイルアクセス網のIP化に焦点があてられ音声等のストリーミングメディアの通信品質やセキュリティが焦点になっている。また、次世代モバイルIP網と無線LAN

とのシームレスネットワーキングも重要な課題である。今後、ワイアレスLANの普及進展に刺激され、IPv6をベースとしたエンド2エンドでのモバイルネットワークの研究開発が実用化にむけて加速されるものと考えられる。

④ 企業

IPv4ネットワークが広く行き渡っており、IPv6への対応がもっとも遅くなるものと一般にはみられている。企業網へのIPv6の導入は設備更改時期 (一般には5~6年といわれている) にあわせて徐々に導入されるものと考えられる。企業内にはすでに多くのIPv4環境が構築されており、当面はIPv4/IPv6のデュアルスタックによる併用が続くものと考えられる。しかし、一部先進的企業は、IPv6ベースのセンシングデバイスをビル監視システムに適用しているケースもある。(センサネットワークと呼ばれている。)

⑤ 家電・ホーム機器ベンダ

情報家電、白物家電 (冷蔵庫など)、オーディオビジュアル機器とインターネットとの連携に向けて家電メーカーがIPv6の適用に取り組んでいる。ホームLANやインターネットとホームゲートウェイのIPv6対応機器がすでに商用化されている。更にホームゲートウェイにはVoIPゲートウェイ機能等も搭載された機器が既に商品化されている。今後さらに無線LAN技術との融合がさらに加速するものと考えられる。

⑥ インターネットITS (Intelligent Transportation System)

インターネットITS協議会も設立され、IPv6をベースにした自動車とインターネットとの連携サービスの立ち上がり期待されている。

⑦ ホストOSベンダ

マイクロソフトWindowsXP^{*2)} ではIPv6が主としてIPv6上でのアプリケーションソフト開発者向けに既に具備されている。さらに「Windows.NET^{*2)}」や「Windows Messenger^{*2)}」のIPv6対応も既に対応済である。一方、Linux^{*3)} のIPv6対応化もWIDEプロジェクトで早くから開発されてきており、IPv6の環境は整いつつある。

⑧ 政府・省庁

『e-JAPAN戦略』の重点政策としてIPv6が上げられ、『アジアブロードバンド計画』が策定され、さらに日本、中国、韓国 (CJK) の官民連携のもとにIPv6の普及促進を戦略的に進めつつある。また、『e-JAPAN戦略』にもとづきIPv6普及高度化推進協議会が設立され普及活動が行われている。さらに政策面では省庁が率先して、IPv6対応機器を活用する、あるいは民間でのIPv6機器導入に対する税制面での優遇などの施策が盛り込まれている。

*2) Windows XP, Windows.NET, Windows messenger はマイクロソフト社の登録商標です。

*3) LinuxはLinus Torvalds氏の米国およびその他の国における登録商標です。

(2) 諸外国における状況

東アジア、欧州、北米の各地域におけるIPv6普及に向けた取り組み動向について述べる。

①中国、韓国等東アジア地域

中国は沿岸部を中心とした経済成長の中、移動体サービス、インターネットの普及が急速に進んでおり、市場を牽引している。一方、IP アドレスの割り当ては約3000万程度で急増するIPアドレスニーズに早晩応えられないことが想定される。すなわち、アドレス枯渇問題が深刻なのは中国である。また、2008年北京オリンピック、2010年万国博覧会開催と今後、情報通信基盤整備や環境問題への対応からIPv6に関連した投資が期待される。

2000年にBII（北京インターネット研究所）グループが中国初のIPv6テストベッドを構築し、2002年には地域通信事業者と連携したIPv6の商用ネットワークに向けたテストベッドを構築している⁴⁾。一方、ブロードバンド先進国の韓国は、政府政策を2001年にIPv6推進政策に転換した。IPv6 Forum Korea も設立され、IPv6を積極的に推進する方向である。同様に台湾、シンガポール、インド、マレーシアでもIPv6普及促進に向けた活動が立ち上がりつつある。因みにIPv6は日本、中国、韓国3カ国の情報通信技術分野での重要協力テーマの一つとしてとなっている。

②欧州

研究開発面では欧州IST（Information Society Technology）プログラムFP6（Framework Program 6）の中で、2003年から2005年の計画としてIPv6関係にも多くの研究資金が投入されている。特に欧州では世界市場を制覇している移動体を背景に、次世代モバイルセルラーのIPv6化（オールIP化）に注力しているものと思われる。

③北米（米国）

これまではAbilene等IPv6の研究用ネットワークやInternet2のように米国政府が支援するIPv6研究ネットワークがIPv6関連活動の中心であった。しかし、国内外のIPv6への期待の高まりに呼応し、ルータベンダやマイクロソフト等でIPv6対応に向けての機器開発は終了している。シスコ社やジュニパー社など米国ルータベンダはIPv6テストベッド構築や中国など東アジア地域の実証実験等にも参加している。なお、国防総省（DoD：Department of Defense）は2003年6月9日に 軍事用情報ネットワークGlobal Information Grid（GIG）のIPv6全面移行を表明した。IPv6導入背景の一つにはIPアドレス管理の効率化といった側面もある。DoDの移行計画によれば2005年～2008年にGIGをIPv6に移行する予定であるという。米国企業のIPv6の普及に向けた活動の

変化に注目する必要がある⁵⁾。

移行・普及促進

IPv6の普及には、既存のIPv4環境と共存しながら、機器更新（ライフサイクルは3～5年）の中で徐々にIPv6化に移行していくことが現実的なアプローチと考える。既に多くのコンシューマ向け機器やルータ等のネットワーク機器の多くはIPv6対応化されてきており、IPv6対応は着々と進んでいる。一方、当初、アドレス不足要因として期待したものは、モバイルIPの普及、情報家電の普及、常時接続インターネットの普及、拡大急成長する中国市場などと数々の要因があったが、現時点では3章で述べた要因によりアドレス枯渇までには到っていない。一般には成長著しい中国を始めとする東アジア地域での普及が先行するものと考えられているが、政府政策、アプリケーション、地域固有の条件にも大きく依存する。

IPv6普及促進の主な加速要因を以下に示す。

- ①先進的プロバイダによるIPv6差別化サービスの提供
- ②中国アドレス不足・北京オリンピックに向けた社会基盤整備
- ③情報家電の普及
- ④インターネットITSの普及
- ⑤北米での政府主導型普及とその民間への拡大
IPv4ネットワーク普及モデルと同様に研究開発、実証試験（政府系での適用を含む）、民間商用というステップを踏んでの普及
- ⑥モバイルIP（オールIPモバイルNW、ワイアレスLAN）
- ⑦環境および安全対策（ビル管理、道路交通コントロールなど）

今後これらの要因は時間的にずれはあるものの、並行して進み、IPv6の普及が加速されると期待される。しかし、IPv6の普及は既存のIPv4環境と共存しながら進むこととなり相応の期間を要するものと考えられ、サービス・アプリケーションを含めたIPv4対応ネットワーク、機器とシームレスな連携も重要である。

IPv6への沖電気の取り組み

『いつでも、どこでも、誰とでも』、『サービス/コンテンツ』および『安全・安心』をネットワークビジネスの重要なねらいとしてとらえ、『ネットワークソリューションの沖電気』は21世紀の『e社会^{®*4)}』作りに貢献したいと考えている。IPv6はこの『e社会』実現のキー技術のひとつである。沖電気ではIPv6のもつアドレス拡大、セキュリティ、通信品質制御、モバイルIP、プラグアンド

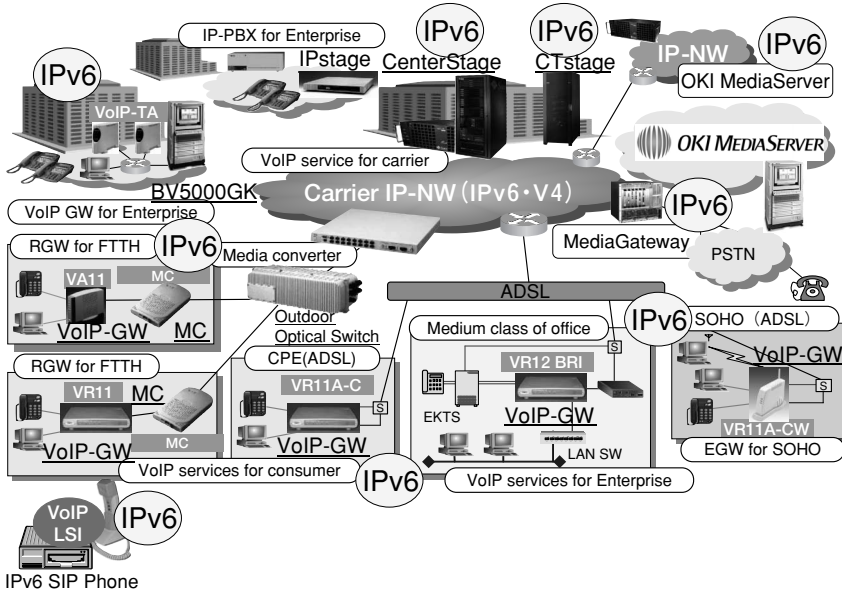


図3 Overview of Oki's IPv6 Solutions

プレイなどの特徴を生かした商品開発に取り組み中である。まず、これまで市場を先導してきた企業やキャリア向けVoIP関連商品、映像関連商品のIPv6対応化に取り組んでいる。サービス面ではVoIP以外にはP2Pモデルをベースとしたコンテンツ共有配信ソフトも商品化済みであり、本格的なIPv6時代の有力なアプリケーションになるものと考えている。さらに、IPv6のモバイル無線LANをベースにしたIPネットワーク機器の開発にも取り組んでいる。各製品のIPv6対応化詳細は本特集号の他記事を参照されたい。以下に現在IPv6対応化製品概要を示すとともに、図3に沖電気のIPv6ソリューション概要を示す。

- ①キャリア向けVoIPサーバ (CenterStage^{®*4)})
- ②既存電話網/IPv6網変換ゲートウェイ (MGv6メディアゲートウェイ[™])
- ③ユーザ設置型VoIPゲートウェイ (VR11, 12)
- ④CTI (Computer Telephony Integration) ソフトウェア (CTstage4i^{®*4)})
- ⑤ピアツーピアコンテンツ配信ソフト (C-NetLiaison^{®*4)})
- ⑥VoDサーバ (OKI MediaServer)

さらに、IPv6の普及牽引者として期待される中国における「日中IPv6プロジェクト」等についても参画中あるいは参画計画中であり、詳細は同様に本特集号の関連記事を参照されたい。

む す び

1992年IETFでのIPアドレスの枯渇問題に端を発したIPv6仕様の検討開始からほぼ10年以上過ぎ、基本的な

*4) e社会, CenterStage, CTstage4i, C-NetLiaisonは沖電気工業(株)の登録商標です。

IPv6技術、特にインフラ機器面ではほぼ普及準備完了の段階に達している。現在の課題はIPv6普及促進の牽引力となる魅力あるアプリケーションの創出がカギである。今後、インターネットはこれまでの仮想空間から、人やモノが存在するリアル空間へと拡大する。IPv6技術はこの中での中核技術である。あらゆるモノにIPv6が搭載され、コミュニケーションすることにより、たとえばセンサネットワークによる環境問題への対応といったことも可能になる。さらに、モバイルユビキタスの世界へと進化が期待される⁵⁾。沖電気は、まずこれまで培ったVoIP双方向通信技術や映像技術をコアにIPv6の

普及促進および市場を創生したいと考えている。21世紀はネットワークを介した知恵による価値創造への転換が進み、『知価の時代』へとさらに進化する。沖電気はIPv6の知恵を生かした「ネットワークソリューション」で貢献したいと考える。 ◆◆

参考文献

- 1) 情報通信審議会：21世紀におけるインターネット政策の在り方 (平成13年 諮問第3号第2次中間答申)
- 2) S.Deering and R. Hiding: Internet Protocol, Version6 (IPv6) Specification, December, 1998
<http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt?number=2460>
- 3) Geoff Huston:IPv4 Address Lifetime Expectancy-2003,IEPGMeeting, July, 2003
<http://www.potaroo.net/iepg/july-2003/v4.pdf>
- 4) (財)テレコム先端技術研究開発支援センター：開発途上国における電気通信標準化に関する調査研究 (一中国における電気通信標準化ならびにIPv6実験・研究開発プロジェクトの傾向一) 報告書, 2003年2月
- 5) 荒田良平：米国におけるIPv6をめぐる動向, JEITA ニューヨーク駐在員報告, 2003年8月号
<http://it.jeita.or.jp/infosys/f-office/newyork0308/newyour0308.html>
- 6) ユビキタスネットワーキングフォーラム編：ユビキタスNW技術の将来展望, (株)クリエートクルーズ, 2002年12月20日

筆者紹介

石塚勝：Ishizuka Masaru.IPソリューションカンパニー 戦略企画室 主幹技術者