

IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会
取りまとめ骨子（案）

取りまとめ構成案（目次案）

第1章 これまでの経緯と現状

第1節 検討の背景

1. インターネットにおけるIPアドレスの役割
2. インターネットをめぐる環境の変化
3. IPv4アドレス枯渇対応に関するこれまでの主な取組

これまでの議論の前提
を再確認

第2節 IPアドレスに関する動向

1. IPv4アドレスの消費状況と今後の見通し
2. IPv4アドレス在庫枯渇によって生じる問題
3. IPv6普及度の定量的な把握
4. IPv6対応ユーザー数の将来予測

第3節 インターネット関連事業者が取り得る対応策

1. IPv4アドレスの節約(NAT)・トランスレータ(翻訳機)の活用
2. IPv4アドレスの再配分
3. IPv6の導入
4. ISP等における具体的対応例

これまでの会合資料を
再構成

第4節 諸外国における動向

第2章 当面の課題と対応

第1節 戦略的広報の推進

1. 全体戦略の策定
2. IPv6対応時期の確認
3. インターネット関連事業者向け広報
4. インターネット関連事業者によるユーザー向け広報
5. ISPによる対応の充実
 - ✓ 「ISPのIPv6対応に関する情報開示ガイドライン(仮称)」の策定
 - ✓ 「IPv6先行導入実験」の実施と「利用者からの問合せ対応マニュアル」の整備

「広報WG」を反映

第2節 「モノのインターネット社会」の実現

1. 「モノのインターネット社会」実現におけるIPv6の役割
2. 環境分野での積極的活用に向けた実証

「モノWG」を反映

第3節 国際的な連携の強化

第4節 今後の課題

1. 制度面の課題
2. 利活用面・ビジネス面の課題
3. 技術面の課題

「広報WG」・
「モノWG」を反映

第1節 検討の背景

1. インターネットにおけるIPアドレスの役割[別途、図を添付]
 - IPアドレスとは(インターネットの仕組み)
 - 多数の「ルーター」と呼ばれる機器が、パケットリレーによりデータの通信を中継
 - インターネットに接続された「個々の機器」には、識別するための番号として「IPアドレス」が割り当てられる(電話番号に相当)
 - IPv4アドレス:現在のインターネットの主要な基本技術として利用されている通信方式
 - 接続可能な機器の数:43億台
 - 底を突きかけている
 - IPv6アドレス:IPv4の後継規格として標準化された通信方式
 - 接続可能な機器の数:340澗(かん)台:1兆人が毎年1兆個使い捨てても340兆年もつ
 - 天文学的な数の機器が繋がる
2. インターネットをめぐる環境の変化
 - インターネットの用途は学術利用中心から双方向コミュニケーション、ネットショッピング等、社会経済活動に欠かせないものへと変化
 - 通信を行う単位も「組織」に加え、「人」、「モノ」と多様化が進展

3. IPv4アドレス枯渇対応に関するこれまでの主な取組

- ① 官民におけるIPv4アドレス在庫枯渇対応の推進体制の構築
 - 「IPv4アドレス枯渇対応タスクフォース」の立ち上げ(08年9月)
 - 「IPv6普及・高度化推進協議会」の体制強化
- ② アクションプランの詳細化
 - インターネットにおけるサービス分野ごとの詳細なアクションプランの策定(09年10月、IPv4アドレス枯渇対応タスクフォース)
- ③ 官民一体となったIPv6関連技術者育成の推進
 - IPv6運用技術習得のためのテストベッド構築(09年度～、総務省)
- ④ IPv4アドレス在庫枯渇対応に関する広報活動の展開
 - 各種セミナー等での講演、雑誌記事の執筆等
 - 届出電気通信事業者への情報提供(総務省)
- ⑤ NTT東西のNGNとインターネットサービスプロバイダー(ISP)のIPv6接続に係る方式の決定
 - NTT東西とISPの間で接続方式等について協議を行った上で決定(11年4月にサービス提供開始予定)
- ⑥ 電子政府・電子自治体システムにおけるIPv6対応の推進

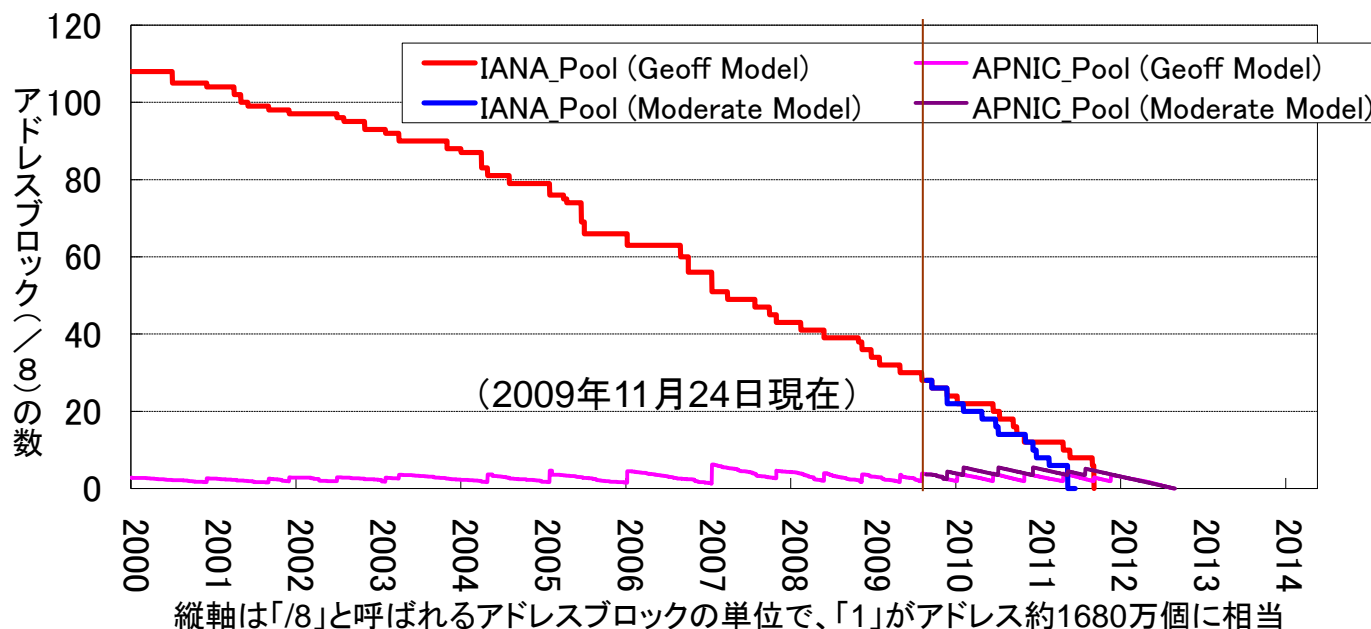
※①～④は「インターネットの円滑なIPv6移行に関する調査研究会報告(08年6月)」における提言に基づく取組

第2節 IPアドレスに関する動向

1. IPv4アドレスの消費状況と今後の見通し

- IPv4アドレス在庫の枯渇時期の予測については、様々な手法が考えられるが、ここでは、「インターネットの円滑なIPv6移行に関する調査研究会報告書(平成20年6月)」において用いた2つの手法により試算

- ① 国際的にも一般的に用いられているGeoff Huston氏(APNICのChief Scientist)のモデル
(Geoffモデル: アドレス利用に対する「需要の増加/減少傾向が一定」の場合)
 - 現状では、IANAの在庫アドレスは2011年の後半に枯渇する
 - また、APNICの在庫アドレスは、2012年の中頃に枯渇する
- ② 線型モデル(モデレートモデル: アドレス利用に対する「需要が一定」の場合)
 - 現状では、IANAの在庫アドレスは2011年の中頃に枯渇する
 - また、APNICの在庫アドレスは、2012年の中頃に枯渇する



2. IPv4アドレス在庫枯渇によって生じる問題

- IPv4アドレスの在庫が枯渇した場合、その時点でのインターネットを維持することは可能であるが、新たな利用者への対応や新たなサービス提供が困難となる。このことは、これまで社会の発展を支えてきたインターネットの発展に支障をきたすこととなる

3. IPv6普及度の定量的な把握<現在測定中>

- IPv6普及度の定量的な把握として、インターネットにおけるトラフィックについて、以下の項目を計測することによってIPv6普及度を定量的に計測し、その結果を定期的に公表することが必要である
 - ✓ IPv6アドレスの割り振り状況
 - ✓ デュアルスタックWebサーバに対するIPv4/IPv6アクセス数の比較
 - ✓ DNSサーバへの問合せにおけるIPv4とIPv6の比較
 - ✓ BGPIによる経路情報におけるIPv4とIPv6の比較
 - ✓ ドメインにおける主要サービス(web、DNS、メール)のIPv6対応状況

4. IPv6対応ユーザー数の将来予測

- IPv6対応ユーザー数について、複数のシナリオを想定して推計を行う
 - シナリオ1:2011年4月以降の新規ブロードバンドユーザーのうち、光接続ユーザーをIPv6利用可能者として推計*
 - シナリオ2:IPv6対応OSを所有するPCユーザーをIPv6利用可能者として推計
 - シナリオ3:2011年4月以降の利用者の引越等による契約移動を含む新規光接続ユーザーをIPv6利用可能者として推計*
- *NTT東西以外の社を含む全ての光接続回線がIPv6対応すると仮定

年度		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
シナリオ1	契約数(百万世帯)	0	3.1	6.2	9.3	12.4	15.5	18.5	21.5	24.6	27.6
シナリオ2	IPv6対応PCの数(百万台)	58.64	60.54	61.44	62.35	63.09	63.87	-	-	-	-
シナリオ3	契約数(百万世帯)	0	4.0	7.9	11.8	15.6	19.4	23.1	26.8	30.4	34.0

第3節 インターネット関連事業者が取り得る対応策

1. IPv4アドレスの節約(NAT)・トランスレータ(翻訳機)の活用

[報告書では内容について記述(以下同じ)]

【メリット】

- 技術としてはある程度確立されており、早期に対応可能
- トランスレータについては既に製品が市場に存在する

【デメリット】

- セッション数(同時に可能な通信の数)に限界から、一部のアプリケーションが正常に動作しなくなる(NATのデメリット)
- 動作しないアプリケーションや、一部の機能が制限されるアプリケーションがある
- 管理すべきログが多くなり、そのための記憶装置が新たに必要になる

1. IPv4アドレスの再配分

【メリット】

- 新たな装置、通信方式を導入する必要がない

【デメリット】

- 実際にどのように運用されるかが現時点では不透明
- 再配分可能なIPv4アドレスの数はそれほど多くなく、恒久的な解決策とはならない

2. IPv6の導入

【メリット】

- 恒久的な解決策となり得る

【デメリット】

- 対応を完了するために時間を要する
- IPv4とIPv6の2つのネットワークが存在するため、その維持・管理にコストがかかり、問題が発生した際の原因の切り分けの難易度が上がる

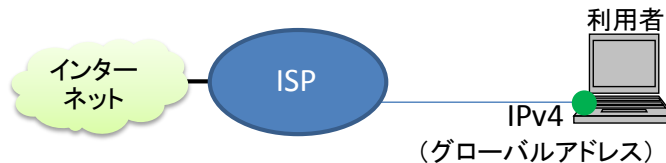
注：NAT(Network Address Translation)：1つのIPアドレスを複数のコンピュータ等で共有する技術

4. ISP等における具体的対応例

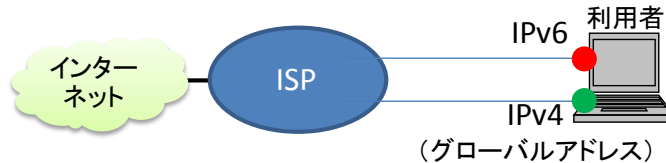
- 2011年頃のサービス提供開始を目標に既にIPv6対応を開始しているISPと、まだIPv6対応を開始していないISPが混在
- アクセス回線におけるIPv6対応についても、一部の事業者において開始されている
- モバイルにおけるインターネットアクセスについても、有線と同様にIPv4アドレス枯渇への対応について検討が必要となる
 - ✓ 米国Verizon社のように、個々の端末にIPv6アドレスを割り当てる場合には、IPv6普及のきっかけとなることが期待される

□ ISPがユーザーに提供するサービス形態は例えば、以下のとおり類型化される

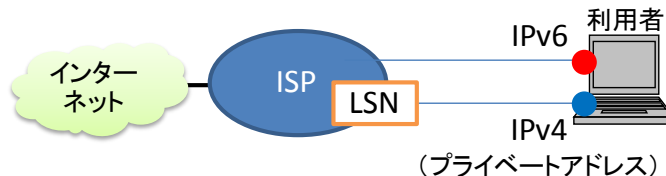
①利用者にIPv4グローバルアドレスのみを割当て



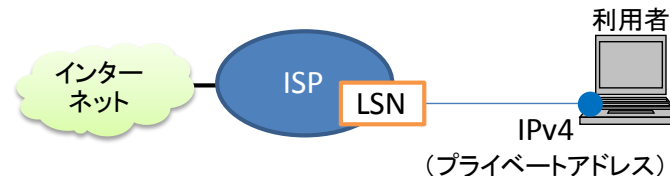
②利用者にIPv4グローバルアドレスとIPv6アドレスを割当て



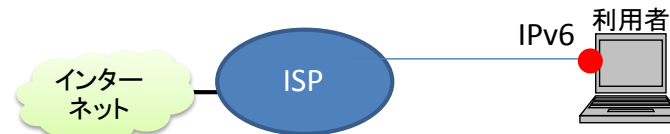
③利用者にIPv4プライベートアドレスとIPv6アドレスを割当て



④利用者にIPv4プライベートアドレスのみを割当て



⑤利用者にIPv6アドレスのみを割当て



□ 各類型の特徴は以下の通り

	メリット	デメリット
①一般ユーザーにIPv4グローバルアドレスのみを割当て	◎既存の提供形態と同じ形態	<ul style="list-style-type: none"> ●IPv4アドレス在庫が枯渇するとIPv4アドレスの割当てが不可能になる ●IPv6のみで提供されるサービスを一般ユーザーが受けることができなくなる
②一般ユーザーにIPv4グローバルアドレスとIPv6アドレスを割当て	◎一般ユーザーが受けるサービスに影響が出ない	<ul style="list-style-type: none"> ●IPv4アドレス在庫が枯渇するとIPv4アドレスの割当てが不可能になる
③一般ユーザーにIPv4プライベートアドレスとIPv6アドレスを割当て	<ul style="list-style-type: none"> ◎一般ユーザーが受けるサービスに影響が小さい ◎IPv4アドレス在庫の枯渇によって受ける影響が小さい 	<ul style="list-style-type: none"> ●IPv6対応とLSN導入にコストがかかる ●LSNの導入により一般ユーザーが受けるサービスの一部に影響が出る可能性がある
④一般ユーザーにIPv4プライベートアドレスのみを割当て	◎IPv6のネットワークを導入する必要がない	<ul style="list-style-type: none"> ●LSNの導入により一般ユーザーが受けるサービスの一部に影響が出る可能性がある ●IPv6のみで提供されるサービスを一般ユーザーが受けることができなくなる
⑤一般ユーザーにIPv6アドレスのみを割当て	◎IPv4のネットワークを運用する必要がない	<ul style="list-style-type: none"> ●IPv6対応していないサービスを一般ユーザーが受けることができなくなる

第4節 諸外国における動向

	政府の方針	官民における取組み	技術者の育成
英国		UK IPv6 Task Forceという関係者による連合組織がIPv6への移行をリード。	
フランス	2008年10月に発表された「デジタルフランス2012」に掲げられている154項目の施策の1つとして「2009年から段階的に、政府調達においてIPv6との互換性を要求するようにする」こととされている。	産業界、サービス界、行政機関、研究機関並びにIPv6ネットワークの推進を図ろうとする団体から構成されるIPv6 Task Force Franceが活動。	「G6」(フランスにおけるIPv6専門家会合)の下に設置されている作業グループの1つである「育成グループ」が取組を展開。例えば、「テレコムブータニユ電気通信国立大学」に講師を派遣し、「IPv6の理論と実践」というテーマで講義を開催。
ドイツ	2009年5月、「Nation Action Plan for IPv6 deployment」で政府として2010年に25%のインターネットサービスとコンテンツをIPv6にて利用する環境を実現することを具体的な対策アクションとともに宣言。	民間等で組織したGerman IPv6 Councilが2009年5月「National IPv6 Action Plan for Germany」を提供。	左記の「National IPv6 Action Plan」で利用向上を図るためのカリキュラム教育を提供するサポートについて提言している。
EU	2008年5月、「インターネットの高度化:IPv6普及のための行動計画」と題した報告書を採択。	業界団体が左記の報告書を受け、IPv6の導入支援サポート、教育プログラムの展開を拡大。	
米国	連邦CIO評議会が2009年5月に「Release of the Planning Guide/Roadmap toward IPv6 Adoption within the US Government」と題したメモランダムを発出。政府系機関全体での対応共通ロードマップ等を提供。	電気通信産業ソリューションズ連合(ATIS)はIPv6対応計画タスクフォースを設置し、IPv6への移行に関して検討。IPv6移行に向けた対応準備状況の体系的なチェックリストガイドを2008年10月に公表。	ISOCがIPv6の展開等の課題について、世界中で取り組まれている基礎的なインターネットプロジェクトを対象に約7万米ドルの補助金を交付。
オーストラリア	全ての連邦政府機関が所有するソフトウェア及びハードウェアをIPv4からIPv6に対応するものに移行するための戦略「A Strategy for the Implementation of IPv6 in Australian Government Agencies」を、2007年に策定。	Communications Alliance(情報通信関連企業の団体)では、国内のIPv6の対応状況に関する調査を実施。	ビクトリア州政府では、通信セクターのほか、建設、医療、金融、自動車などIPv6への移行に関係するセクターが参加するIPv6のテストベッドネットワークに資金提供を行っている。
中国	中国次世代IPネットワークモデルプロジェクトCNGI(China Next Generation Internet)を2003年12月から推進。	2002年から2005年3月まで、日中双方の官民協力事業である「次世代インターネットIPv6日中協力プロジェクト(略称:IPv6-JC)」を実施。	CNGIの研究開発、産業化、仮運用にかかわる人員は、7,400人/年で、今までにこのプロジェクトを通じ、修士・博士を1,270人(うち博士300人以上)を育成した。
韓国	2008年12月、「インターネットアドレス資源の管理などに関する基本計画」(2009年から2011年までの3か年計画)を樹立。2011年までにバックボーン網の100%、公共機関の50%をIPv6に移行する計画。	ISP、政府、大学および民間専門家で構成された「IPv6移行推進協議会」を運営中で、技術検討など実務的協議のために「IPv6移行推進実務協議会」を運営。合わせて、IPv6移行および技術的支援のために韓国インターネット振興院(政府傘下機関)に「IPv6移行支援センター」を設置して運営。	韓国インターネット振興院の「IPv6移行支援センター」を通じて、公共機関、民間機関、地方自治体などにIPv6移行のための技術教育およびコンサルティングを支援。

第1節 戦略的広報の推進

1. 全体戦略の策定

- 広報の目的

- IPv4アドレスの枯渇やこれによって生じる問題等に対する正確な認識を広め、適切な対応を呼びかけることにより、一般ユーザー及び企業ユーザー等における混乱を最小限にし、スムーズなIPv6対応を促進
- あらゆるインターネット関連事業者は、必要と考えられる情報を適時適切に開示することで、互いに必要な情報を容易に入手できる状況を実現

2. IPv6対応時期の確認

- IPv4アドレス在庫の枯渇時期については、経済情勢の影響等もあり明確に予測することは困難であるが、今後2年程度のうちに枯渇することは概ね確実であると考えられるのではないか
 - 現時点における予測では、前述の通り、Geoffモデル、モデレートモデルともに、2012年中頃にはIPv4アドレスの新規割り振りが受けられなくなるとの試算結果が出ている
- IPv6対応の時期の目標は、利用者の混乱防止等の観点から、IPアドレス在庫の枯渇直後ではなく若干余裕を持たせ、かつ各国の動向等も考慮して定めることが適当ではないか
- こうしたことから、インターネット関連事業者は、2011年初頭までにIPv4アドレス在庫枯渇への対応を行うことが求められるのではないか
- ただし、各事業者は、自らの状況を考慮し、最適なスケジュールを立てて対応を行うことが求められるのではないか。すなわち、例えば対応が2011年初頭に間に合わない場合には、それによって自らが提供するサービスそのもの及びそのユーザーに対して悪影響を及ぼすリスクがあることを認識することが必要ではないか

3. インターネット関連事業者向け広報

- 通信事業者、ISP、アプリケーションサービスプロバイダー(ASP)、コンテンツサービスプロバイダー(CSP)、通信機器等製造者、ソフトウェア開発者、システムインテグレータ(Sier)等のインターネット関連事業者を対象とした広報については、IPv4枯渇対応タスクフォースがそれぞれの対象ごとに策定した広報戦術に沿って、業界団体等によって実施されており、引き続きの取組が期待されるのではないか
- まずはISPとしての対応を定めることを先行させつつ、それを受けてその他のインターネット関連事業者も含めて、広報について足並みをそろえるアプローチが有効ではないか

4. インターネット関連事業者によるユーザー向け広報

- 「インターネットの窓口」を担うISPを通じたアプローチを基本とすることが適切ではないか
- ISPからの広報と歩調を合わせて、ASP/CSP、情報家電・通信機器等製造者、ソフトウェア開発者からも適切な広報を行うことが必要ではないか

5. ISPによる対応の充実

- IPv6対応は、各事業者の経営に関わるものであり、各事業者が各々の利用者の動向や経営環境等を踏まえ、その時期や方法等について個別に判断することが基本と考えられるのではないか
- こうした考えを前提とした上で、例えば、IPv6対応の時期について、ISPが足並みをそろえることも有効ではないか(制度上問題がないことを前提に、アクションプラン(IPv4枯渇対応タスクフォース)を参考に、例えば、ISPが互いに連携してIPv6への事業者共通の対応時期を自主的に設定することは問題ない)

「ISPのIPv6対応に関する情報開示ガイドライン(仮称)」の策定

- ISPはユーザーに対し、できるだけ早期にIPv6対応サービスの提供時期等の情報を開示することが必要。こうした開示の促進や利用者保護のため、国又は事業者団体において「ISPのIPv6対応に関する情報開示ガイドライン(仮称)」を策定することが考えられるのではないか

「IPv6先行導入実験」の実施と「利用者からの問合せ対応マニュアル」の整備

- 実際にIPv6対応サービスが開始されると、ユーザーの利用環境の大幅な変化に伴うユーザーの混乱を避けるため、以下の点に留意することが必要ではないか
 - a. IPv6対応サービスの開始に当たって、事前説明を適切に行うこと
 - b. IPv6対応サービス導入後の問合せ対応に万全を期すこと
- 特に、問い合わせ対応に万全を期すため、予めサポート体制を整備しておくことが必要ではないか
 - ✓ 個別のISPごとの対応には限界があるため、国の支援の下、業界一体となって、IPv6先行導入実験等を実施し、ユーザー等の視点で具体的にどのような問題点等が生じるかを検証し、その対応策を検討することが考えられるのではないか
 - ✓ その際、利用者からの問合せに対応するためのマニュアルを整備すること等が考えられるのではないか

第2節 「モノのインターネット社会」の実現

1. 「モノのインターネット社会」実現におけるIPv6の役割

- 「モノのインターネット社会」とは
 - 「人」と「人」だけでなく、「人」と「モノ」、「モノ」と「モノ」がコミュニケーションを行う(情報をやりとりする)ことにより、国民生活の様々な場面でICTの利便性を享受することのできる社会が実現されるのではないか
 - 具体的には、医療・防災・教育等といった社会生活の基盤となる場面はもちろんのこと、最近特にその重要性が注目されるようになった環境分野においても「モノのインターネット社会」の実現によるICTの利便性が享受できるのではないか
- 「モノのインターネット社会」においては、「複雑、大規模」かつ「オープンなネットワーク」に「多数の機器」が接続される環境が進展。このような社会を支える基盤技術として、IPv6への対応を促進することが有効ではないか
 - 例えば複数のセンサーネットワークを組合せてサービスを提供したり、一つのセンサーネットワークを複数のサービスにおいて利用することにより、より柔軟で利便性の高いサービスが実現されるのではないか
 - ネットワークは自ずとインターネットにおいて用いられているIPアドレスを利用して実現されることが一般的ではないか
 - その際、非常に多くの機器がネットワークに接続されることから、使用可能な数に制限のあるIPv4アドレスではなく、IPv6アドレスを活用して実現されることが現実的ではないか
 - クラウドネットワークのようにネットワーク構成が複雑、大規模な場合には、IPv4の場合に比べ、アドレス設計が容易となる(注)等の理由から、IPv6を活用することによってより効率的にネットワークを構築可能ではないか
 - ✓ クラウド等仮想化技術を活用したネットワークにおいては、単一のサーバーに複数のIPアドレスが割当てられる

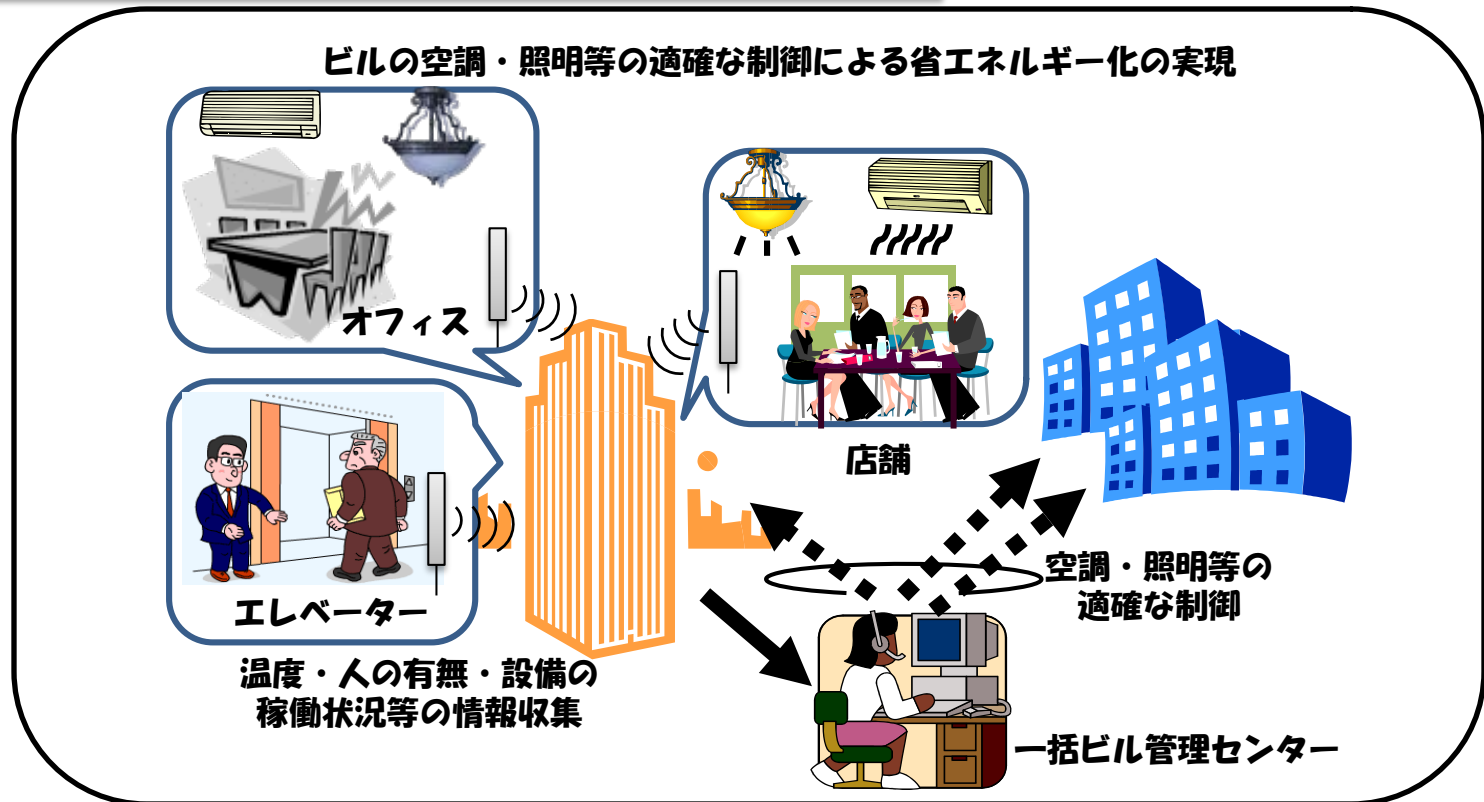
(注)IPv6においては、アドレスの数に余裕があるため、ネットワーク機器に割り当てるIPアドレスをネットワーク構成に沿って規則的にする等により、管理を容易とし、拡張性を持ったIPアドレスの利用が可能。IPv4ではアドレスの数が十分でないために無駄なく密に利用する必要があり、管理の容易さや拡張性の点で限界がある。

例えば、「ホテルの部屋番号」は、5階の部屋番号は全て500番台とする等、「建物の構造」に沿って番号が振られている。その結果、使用されない「部屋番号」が生じるが、利便性(部屋番号からその部屋の階数がわかる)や拡張性(新たに部屋を増やしても同じ規則で番号が振ることができる)が高まっている。

2. 環境分野での積極的活用に向けた実証

- IPv6を活用した「モノのインターネット社会」の実現は、環境分野においても有効ではないか
 - 実証実験を通じ、各種課題に対処することが必要ではないか
 - また、こうした取組は、「モノのインターネット社会」におけるICT利活用の促進を図る上で効果的ではないか

環境分野におけるモノのインターネット社会のイメージ(例)



第3節 国際的な連携の強化

- 国際的にもIPv6への流れは必然であるが、IPv4枯渇対応としてIPv6対応を行う時期や進め方については、諸外国と協調することが望ましいのではないか
- APEC-TELや日ASEANの枠組みでのIPv6対応に関する協力を推進することが効果的ではないか
 - 日ASEANの間で採択された「日本とASEANの情報通信分野における作業計画 2008-2009」に基づき、IPv6技術者育成の支援等、ASEANとのIPv6に係る協力を総合的に推進
 - IPv6普及・高度化推進協議会を中心にしてマレーシアに我が国から技術者を派遣し、IPv6機器の相互接続性に関する技術研修を実施(2008年12月)
- 具体的には、例えば次の施策が考えられるのではないか
 - ① 諸外国への情報提供
 - 我が国における先進的な取組について、積極的に諸外国へ情報提供することを通じ、国際的な整合性を確保しつつIPv4枯渇対応を推進することが求められるのではないか
 - ② IPv6関連技術・ノウハウの海外展開
 - IPv4枯渇対応・IPv6対応に係る我が国の先進的な技術やノウハウについて、得られた知見や技術情報の提供に対するニーズは大きいと考えられるのではないか

第4節 今後の課題

1. 制度面の課題

- プライバシーとデータ保護、センサーネットワーク・電子タグの利活用におけるプライバシーに関する検討(監視カメラ等)、問題発生時の対応、ネットワークの大規模化、複雑化への対応、イノベーションへの対応、グローバル化における国際的な協調、新サービスが生まれた場合の権利問題 等

2. 利活用面・ビジネス面の課題

- サービスの品質確保のための関係者による役割分担、セキュリティの確保・セキュリティ対策の推進、イノベーションの促進、多数の機器を安価にインターネットに接続するための通信サービスの提供 等

3. 技術面の課題

- 研究開発の促進、標準化の推進、国際協調・国際展開の推進 等

4. その他の横断的な課題

- アクセス回線(有線及び無線)におけるIPv4枯渇対応の有無、時期、手法等についての適時適切な情報開示
- 電子政府、電子自治体のIPv6対応の促進
- IPv4アドレスの移転が可能となった場合の課題の検討等

- 今後、IPv6を活用した「モノのインターネット社会」の進展状況を注視しつつ、上記の課題の解決に向けて、官民の適切な役割分担の下で取り組むことが必要ではないか