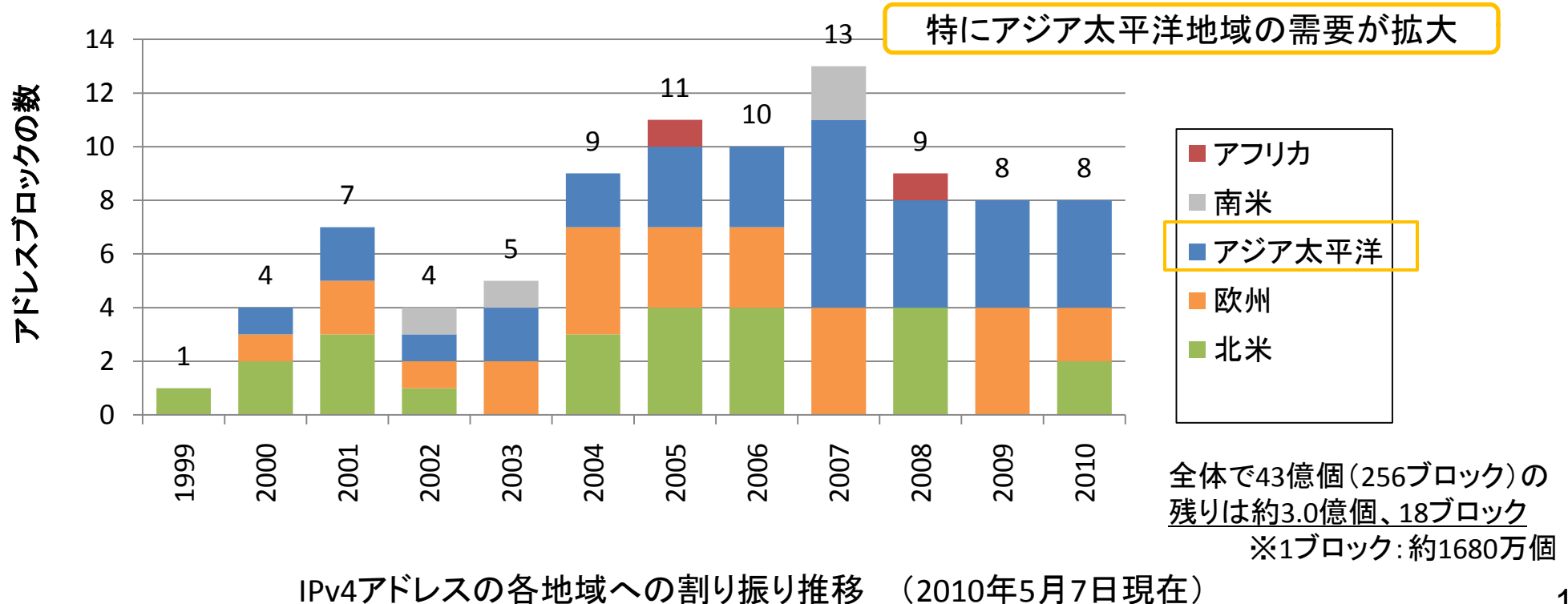


IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会について

# IPv4アドレスの消費状況と今後の見通し

- IPv4アドレスの消費量は2004年～2007年にかけて急激に増加したが、2008年後半以降の世界的不況の影響もあり、2008年、2009年は消費ペースが減速
- IPv4アドレス在庫の枯渇時期についての精度の高い試算は、経済情勢等の影響等不確定要素もあり困難であるが、現状では、世界全体 (IANA) の在庫アドレスは2011年の中頃～後半に枯渇、アジア太平洋地域 (APNIC) の在庫アドレスは、2012年の中頃に枯渇
- 割り振り済みのIPv4アドレスの移転については、欧米、欧州等の一部の地域において既に手続きが可能となっており、日本においても2010年中に手続きが可能となる可能性(約1年分の需要を満たすのみで効果は限定的)



# IPv4アドレス枯渇による影響

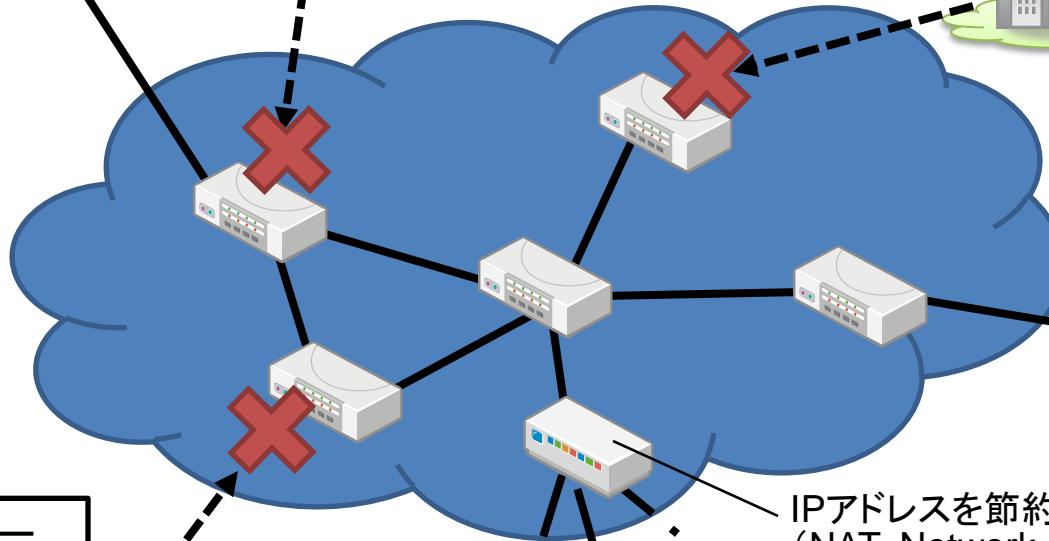
既存のサービス提供事業者



IPv4アドレスがないとサーバ  
の新設・増設ができない

新規参入のサービス提供事業者

IPv4アドレスがないと新規事業/  
サービスができない



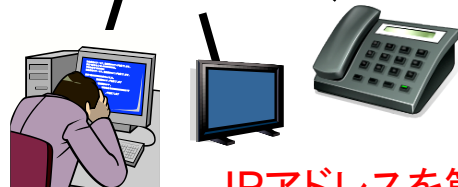
今後出現する新しい  
サービスが受けられない

新規の一般ユーザー、  
企業ユーザー等



IPv4アドレスがない  
と新規加入できない

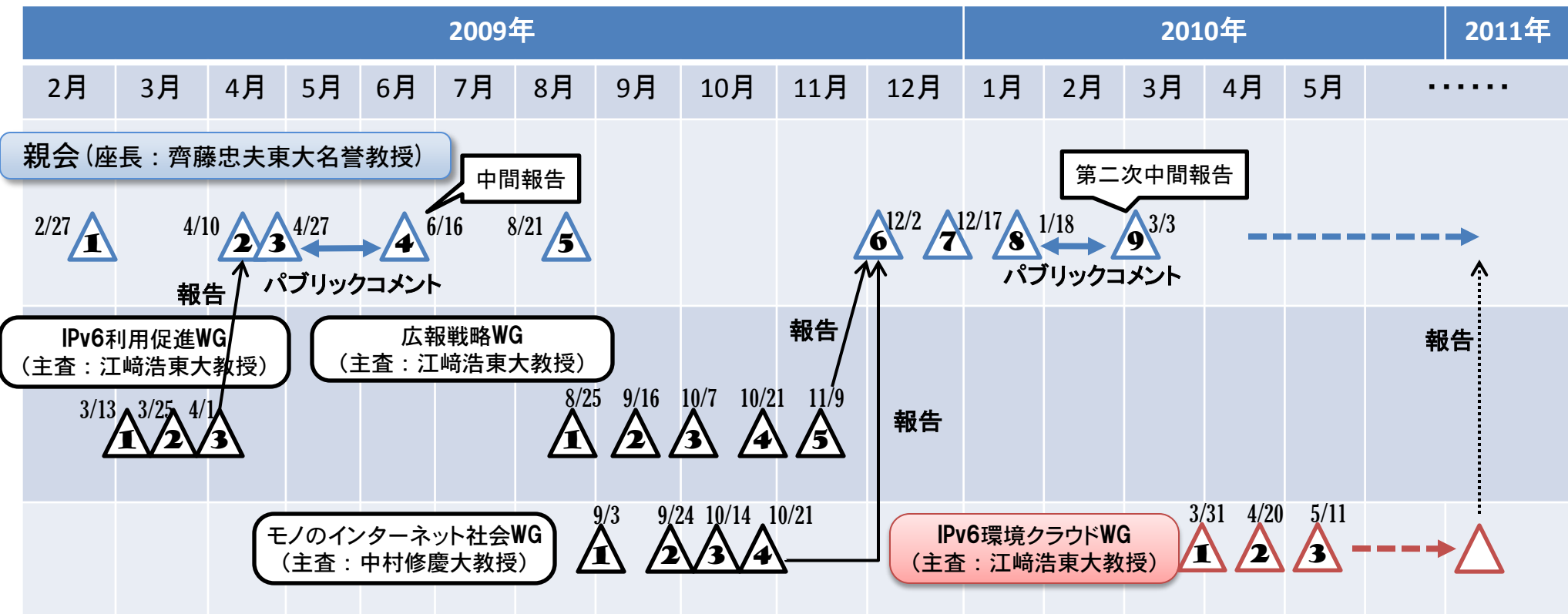
IPアドレスを節約する装置  
(NAT: Network Address Translator)



IPアドレスを節約する装置が介在すると、  
機能の一部が制限される可能性がある

既存の一般ユーザー、  
企業ユーザー等

# 検討経過・構成員



## 構成員 (敬称略)

<b>【座長】</b>	齋藤 忠夫	東京大学名誉教授	熊田 和仁	(財)日本データ通信協会
<b>【座長代理】</b>	国領 二郎	慶應義塾大学 総合政策学部 教授	坂田 紳一郎	(社)電気通信事業者協会 (第4回まで)
	会津 泉	多摩大学 情報社会学研究所 教授	高橋 徹	(財)インターネット協会
	荒野 高志	(社)日本ネットワークインフォメーションセンター	立石 聡明	(社)日本インターネットプロバイダ協会
	依田 高典	京都大学 経済学研究科 教授	中村 修	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
	井筒 郁夫	(社)電気通信事業者協会 (第5回から)	中村 正孝	日本ケーブルラボ
	今井 恵一	(社)テレコムサービス協会	松村 敏弘	東京大学 社会科学研究所 教授
	江崎 浩	東京大学 情報理工学系研究科 教授	吉田 清司	(財)電気通信端末機器審査協会

(注) WGには、構成員 (一部) の他、電気通信事業者、ベンダーが参加

# 第二次中間報告における提言①

## 戦略的広報の推進

広報の目的： 一般ユーザー及び企業ユーザー等におけるIPv4アドレス在庫枯渇による混乱を最小限に抑える

広報の時期(インターネット関連事業者が対応すべき時期の目標)：

- IPv4アドレス在庫が今後2年程度以内に枯渇することを前提とし、安定してIPv6技術を利用したサービスが提供可能となるには時間を要することを踏まえ、IPアドレス在庫の枯渇直後ではなく、若干余裕を持たせることが適当
- 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
- 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必要

広報の対象：

### インターネット関連事業者向け

- ✓ 引き続き、IPv4アドレス枯渇対応タスクフォース等の場を活用し、官民が連携して実施

### ユーザー向け

- ✓ 「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当
- ✓ ISPからの広報と歩調を合わせて、その他のインターネット関連事業者からも適切な広報を行うことが必要

インターネット関連事業者等による適切な広報：



具体策の実施手段

### ISP

ISPによる適切な広報を推進するため、以下の取組が必要

- (1) 「ISPのIPv6対応に関する情報開示ガイドライン(仮称)」の策定  
ユーザーに生じる混乱を最小限にするため、ISPが早期に開示すべき情報を規定
  - IPv4枯渇対応策の有無、実施方法、実施時期
  - 対応によって影響を受けるサービスとその内容 等
- (2) 「IPv6先行導入実験」の実施と「ユーザーからの問合せ対応マニュアル」の整備
  - IPv6インターネット接続サービスを先行実施し、IPv4アドレス在庫の枯渇の前後において想定される事態に関する社会的・経済的影響や必要な対応を確認
  - ユーザーサポートセンターを一定期間用意し、IPv4枯渇対応によって生じる問題事例の収集及びユーザーからの問合せ対応マニュアルを作成

### アクセス事業者、モバイル事業者

ISPと同様にユーザーの直接の接点となる事業者であることから、IPv4アドレス在庫枯渇への対応について情報を適時適切に公開することが必要

## 第二次中間報告における提言②

### モノのインターネット社会の実現

「モノのインターネット社会」

=

「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の利便性を享受可能な社会

- 「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
- IPv6による「モノのインターネット社会」の実現は、**我が国の新たな成長戦略にとっての大きな推進力**  
例えば以下の分野での積極的な活用が期待
  - ✓ **環境分野での積極的な活用**
    - **実証実験を通じ、IPv6によるスマートグリッド、環境クラウドの実現等に向け、各種課題に対処することが必要**
  - ✓ **モバイル分野での積極的な活用**
    - あらゆるモノがインターネットに接続される環境において携帯電話等のモバイルネットワークの利用は必須
    - 例えば、2010年以降サービス提供が開始されるLTEにおいて、ユーザーの端末からインターネットへのアクセスにおいてIPv6が利用されることが期待

### 従来の取組のさらなる推進

- 国際的な連携の強化  
諸外国への情報提供、IPv6関連技術・ノウハウの海外展開  
→APEC-TEL、日ASEAN、二国間協力等の枠組みにより実施
- 取組による成果の展開  
蓄積されたIPv4枯渇対応や、IPv6に関する様々な知見を国内外において活用することを通じ、ネットワーク産業のさらなる発展が期待
- 電子政府、電子自治体のIPv6対応の促進  
引き続き着実に実施することが必要

### 今後の課題

- プライバシーの保護や新サービスへの対応等の制度面の課題
- セキュリティの確保や関係者による適切な役割分担等の利活用面・ビジネス面の課題
- 研究開発の促進や標準化の推進等の技術面の課題
- IPv4アドレスの移転が可能となった場合の課題の検討等の横断的な課題

## 【IPv6環境クラウドサービスとは】

地域における環境負荷軽減に役立つICTシステム基盤を実現するクラウドサービスであって、IPv6インターネット上に構築されるもの

- 効率性の観点から、地域ごとにICTシステム基盤を構築するのではなく、ネットワーク上にICTシステム基盤を構築し、サービスを提供することが適当。また、拡張性の観点から、閉じたネットワークではなくオープンなネットワークとしてインターネット上に構築することが適当
- 環境情報等を取得するためにセンサーネットワークを活用することが多く想定されるが、クラウドサービス及びセンサーネットワークにおいて大量のIPアドレスが必要となることから、IPv6の利用を前提とすることが適当

## 【検討事項】

- ① IPv6環境クラウドサービスの構築・運用に資するセキュリティ確保等技術的課題の解決方策  
→ IPv6環境クラウドサービスの構築・運用ガイドラインの策定
- ② IPv6環境クラウドサービスの利用促進方策 等

## 【構成員】

主査	江崎 浩	東京大学大学院 情報理工学系研究科教授	紫関 昭光	日本IBM(株)
副主査	中村 修	慶應義塾大学 環境情報学部教授	高瀬 晶彦	(株)日立製作所
	今井 恵一	(社)テレコムサービス協会	立石 聡明	(社)日本インターネットプロバイダー協会
	今田 正実	ASP・SaaSインダストリ・コンソーシアム	田中 寛	KDDI(株)
	内山 昌洋	パナソニックシステムネットワークス(株)	出口 幹雄	富士通(株)
	緒方 司郎	オムロン(株)	馬場 覚志	NTTコミュニケーションズ(株)
	喜多 裕彦	(社)電気通信事業者協会	原田 典明	日本電気(株)
	北村 倫夫	(株)野村総合研究所	松本 佳宏	(株)ケイ・オプティコム
	木下 剛	シスコシステムズ	宮坂 肇	(株)NTTデータ
	坂口 肇	UQコミュニケーションズ(株)	三膳 孝通	(株)IIJ

# IPv6環境クラウドサービスの構築・運用ガイドラインの基本的な考え方

- クラウド技術及びIPv6技術を活用した環境クラウドサービスの実現のため、複数のデータセンターを連携させて活用する場合を含め、環境クラウドサービスの構築・運用に当たって関連する事業者等が満たすことが推奨される要件を明確化
  - IPv6環境クラウドサービスの構築・運用の際の指針として活用することにより、IPv6環境クラウドサービスの普及を促進
  - 提供するサービスがガイドラインに準拠していることを利用者に対して明示することにより、安心してIPv6環境クラウドサービスを利用できる環境を実現
- 環境クラウドサービスを実現する典型的な3つのモデル(ビル群エネルギー管理システム、都市型エネルギー管理システム、地域型エネルギー管理システム;p21参照)について、システムの構成要素を規定
- システムの構築・運用に係る推奨要件を規定する際には、必要に応じ、システムのレイヤー(アプリケーションレイヤー、プラットフォームレイヤー、インフラレイヤー)ごとに規定



# IPv6環境クラウドサービスの構築・運用ガイドラインに関する検討項目(例)

## 拡張性の確保に関する検討項目

移植性及び相互運用性	アプリケーションを構築するプラットフォームを変更する場合や、プラットフォームを構築するインフラを変更する場合の移植性等の確保手法 等
事業継続性	障害時等の事業継続の考え方、手法 等
情報管理	利用者から収集したデータの事業者間での共有手法、情報ライフサイクルの各段階におけるセキュリティの確保手法 等
仮想化	仮想化技術、レイヤ毎のセキュリティ管理手法 等
アプリケーションの開発・運用管理	環境クラウドに対応するアプリケーションの開発手法、環境クラウドにおけるアプリケーションの運用管理手法 等(セキュリティ確保の手法を含む。)

## 情報セキュリティの確保に関する検討項目

責任分界点の設定	環境クラウドにおいて、複数のサービス提供者が存在する場合の責任分界点の設定手法 等
ガバナンス及びエンタープライズリスクマネジメント	サービス提供事業者における情報セキュリティガバナンスや事業リスクの管理手法 等
法制度及び電子情報の開示	関連する法制度、電子情報に対する法的な扱い 等
コンプライアンス及び監査	
ID管理とアクセス管理	ID管理手法、アクセス管理手法、認証手法 等
暗号化及び鍵管理	環境クラウドにおける適切なデータ暗号化及び鍵管理手法 等
インシデント対応	インシデント(障害)発生時の連絡機能や体制 等
データセンターの安全性確保、運用管理	異なる事業者が提供する複数のデータセンターを活用する際の安全性確保・運用管理手法等

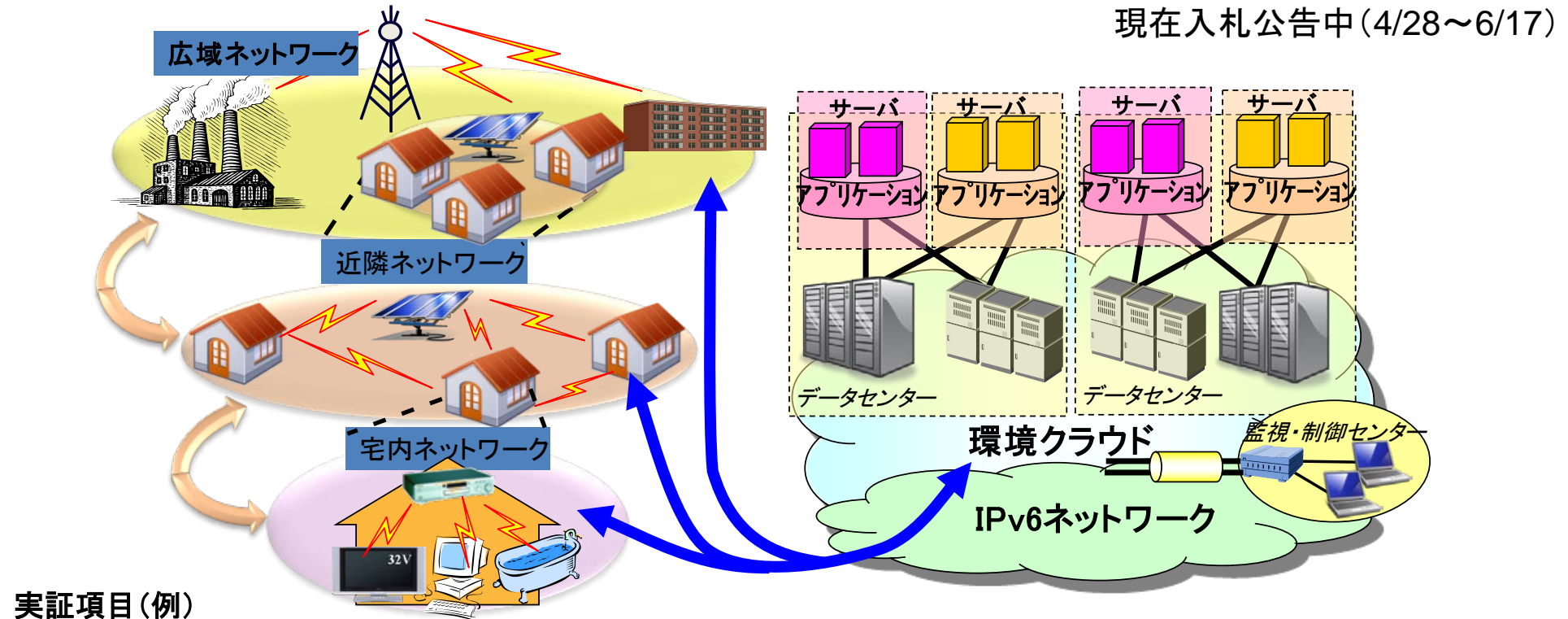
## 環境負荷軽減効果の評価に関する検討項目

環境負荷軽減効果の可視化	環境クラウドにおける環境負荷軽減効果の可視化手法 等
--------------	----------------------------

# IPv6を用いた環境分野のクラウドサービスの実現に向けた実証実験

環境負荷軽減型地域ICTシステム基盤確立事業 (21年度第2次補正予算額20億円)

環境にやさしいまちづくりを支援するため、最先端のICT技術を利用し、各地域特性に合わせたICTシステム基盤を構築・実証する。これによって環境負荷軽減のために必要な技術基準を確立し、地域資源の生産と消費の最適化を推進する。



地域の特性に合ったネットワークの組合せを検証

環境クラウドにおけるデータの管理・保護のあり方を検証

地域で利用可能な周波数帯(ホワイトスペース)を用いた実証

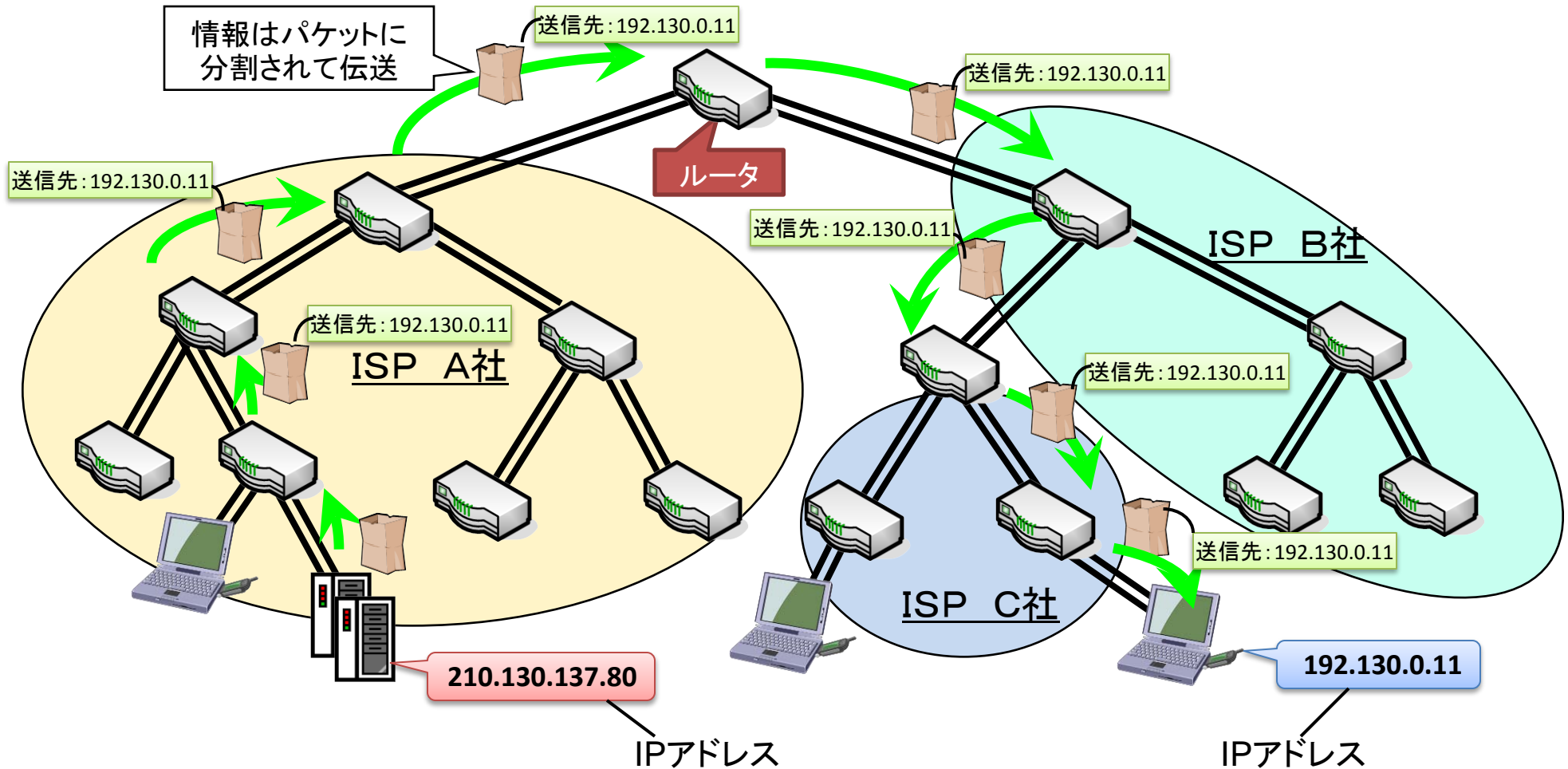
環境クラウドにおけるセキュリティの課題について検証

必要な技術基準の確立  
(ガイドライン等の策定)

## 參考資料

# 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、バケツ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）



# IPv6(Internet Protocol version 6)とは

## ☆ インターネットに接続されるすべての機器にはIPアドレスが割り当てられる

IPアドレス: インターネットに接続される個々の機器を識別するための番号(電話番号に相当)

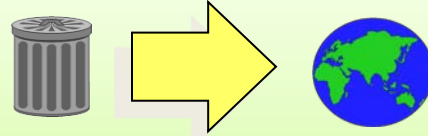
IPv4アドレス(32ビット:2進数32桁、32個の「0」か「1」で表現)

IPv4: 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

IPv6アドレス(128ビット:2進数128桁で表現)

IPv6: IPv4の後継規格として標準化された通信方式

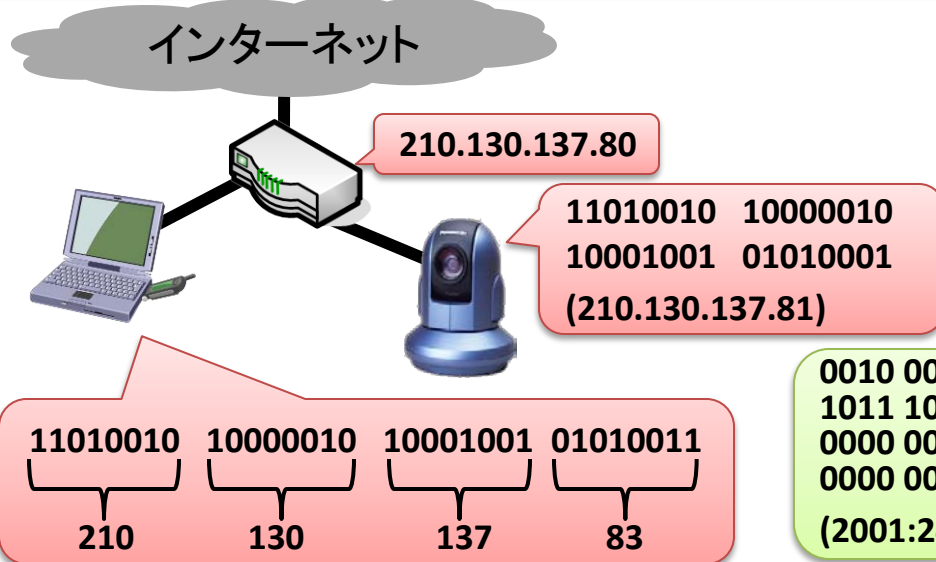
接続可能な機器の数: 43億台  
バケツ一杯分の砂の数  
(底を突きかけている)



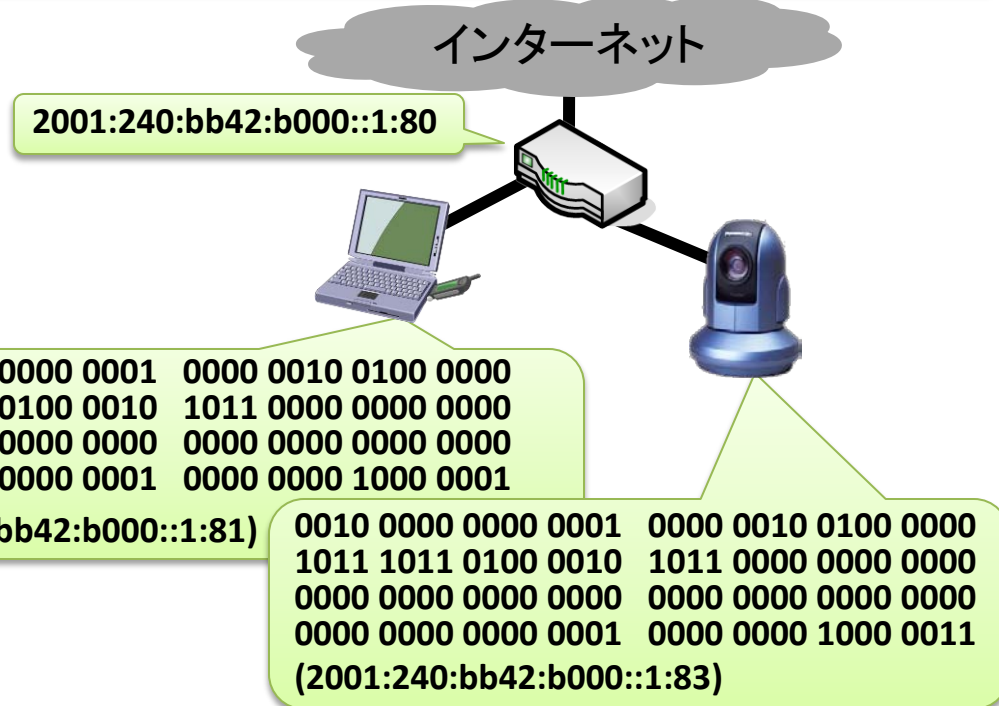
近く枯渇

接続可能な機器の数: 340潤(かん)台  
地球一個分の砂の数  
(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



人間が扱う際には、8桁ずつ4組に区切り、それぞれの組を10進数で表すことが一般的



人間が扱う際には、16桁ずつ8組に区切り、それぞれの組を16進数で表すことが一般的(「0000」の連続は省略可)

いち まん おく ちょう けい がい じよ じょう こう かん  
一万億兆京垓杼穰溝澗  
それぞれ1万倍

# IPv4アドレス在庫の枯渇時期予測

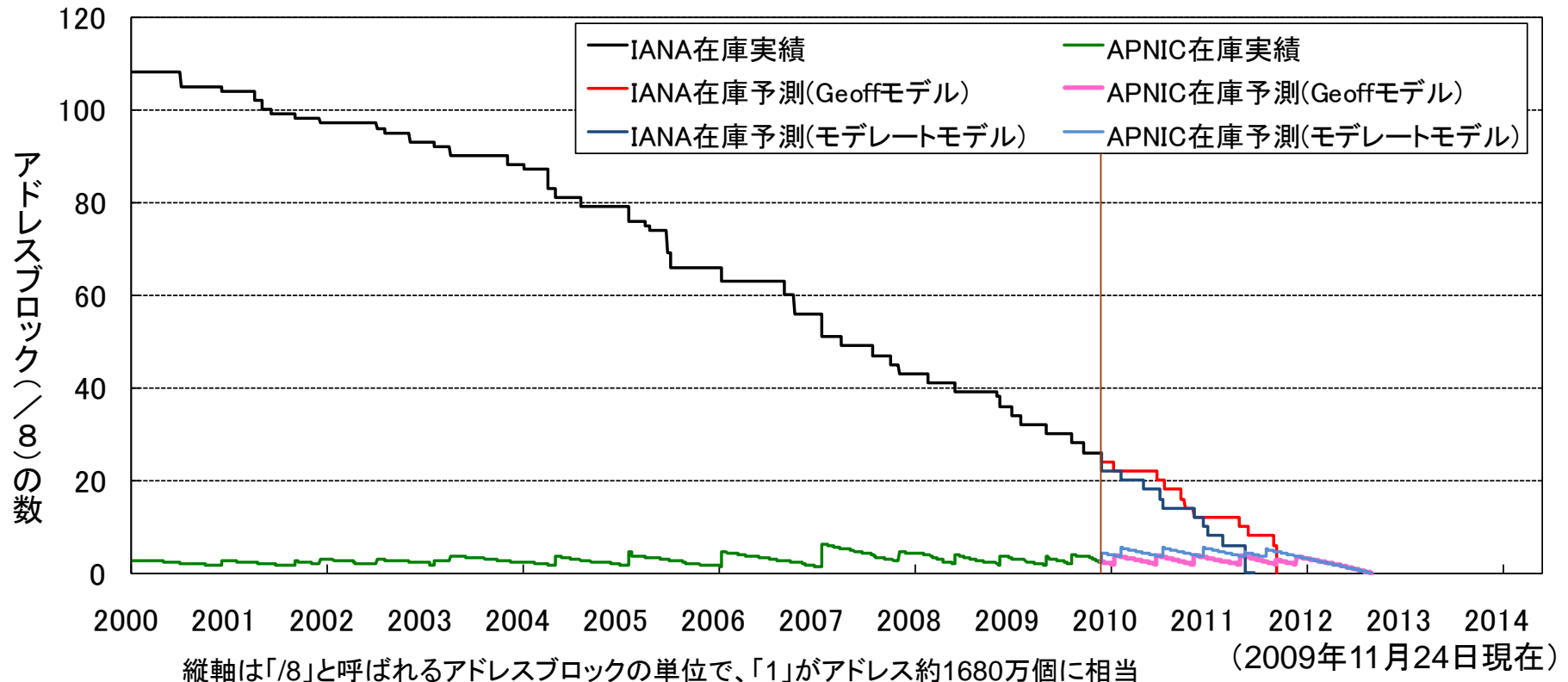
- IPv4アドレス在庫の枯渇時期予測については様々な手法が考えられるが、ここでは「インターネットの円滑なIPv6移行に関する調査研究会報告書(2008年6月)」において用いた、以下の2つの手法により試算

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)

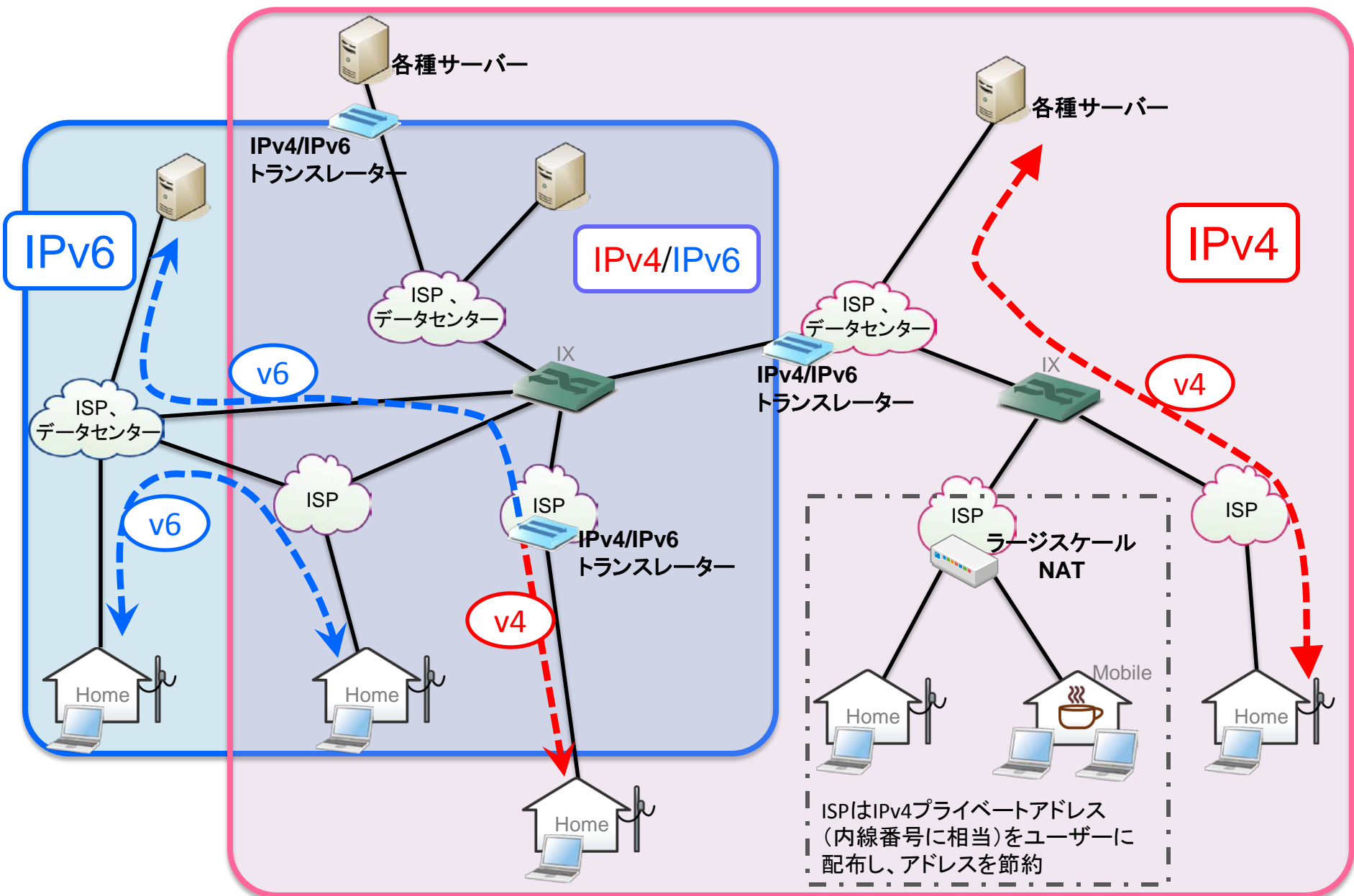
➤ 現状では、IANAの在庫アドレスは2011年の後半、APNICの在庫アドレスは、2012年の中頃に枯渇

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、APNICの在庫アドレスは、2012年の中頃に枯渇



# IPv4/IPv6共存期間のネットワーク



# これまでの取組と現状

## IPv4アドレス在庫の枯渇問題に対するこれまでの取組

### 【対応策の作成】

- 「インターネットの円滑なIPv6移行に関する調査研究会」における検討  
(2007年8月～2008年6月)
- 官民におけるIPv4アドレス在庫枯渇への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」設立  
(2008年9月)

### 【具体的対応策の推進】

- 官民一体となったIPv6関連技術者育成の推進  
(2009～2010年度総務省予算施策)
- IPv4アドレス在庫枯渇対応に関する広報活動の展開
- NTT東西のNGNとISPのIPv6接続に係る方式の決定  
(2011年4月以降サービス提供開始)
- IPv4アドレス在庫枯渇対応に係る税制上の支援措置(2010年4月～)
- 電子政府・電子自治体システムのIPv6対応の推進
- 「IPv6対応サービス」、「IPv6対応に必要な技術」に関するロゴマークの表示等  
(2009年6月～実施中)

等

## インターネット関連事業者における対応の現状

### ISP

- 大手を中心に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もある一方、まだIPv6対応を開始していないISPも多い(検討開始しているISPは全体の約23%、それらのISPの加入者数のシェアは75%以上)

### アクセス回線事業者

- 一部の事業者(NTT東西、KDDI、ソフトバンク、ケイ・オプティコム等)において検討を開始
- NTT東西のNGNについては、ISPとの接続方式が決定され、2011年4月以降サービス提供が開始される予定

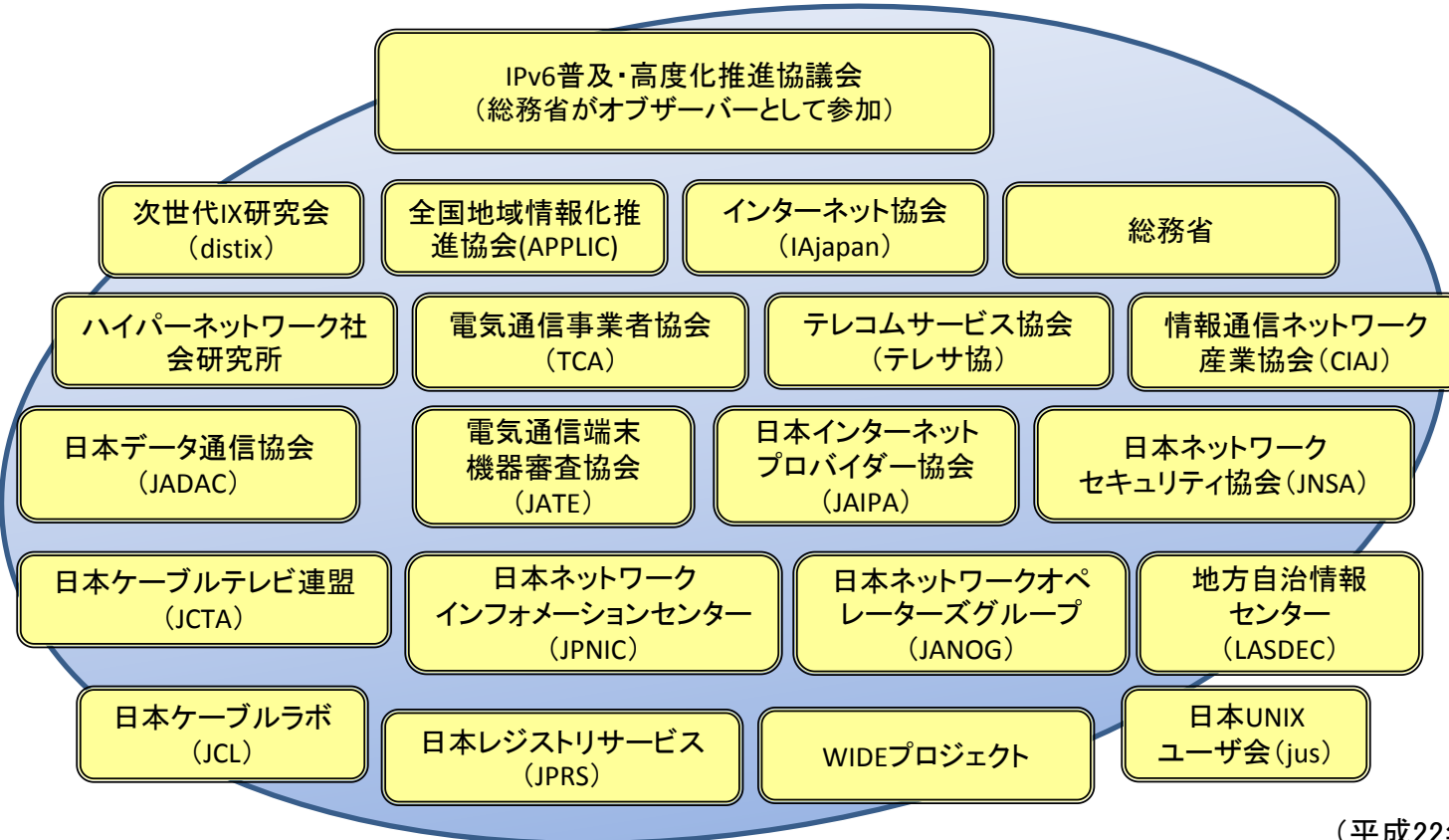
### モバイル事業者

- 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だが、国内において具体的な検討状況について公表している事業者はいない
- 米国Verison社は、LTEの端末はIPv6アドレスの割り当てを受けられることを要求仕様として策定



# IPv4アドレス枯渇対応タスクフォースの設立

- IPv4アドレスの枯渇に、関係者が協力して対応するために、総務省及びテレコム／インターネット関連団体が「タスクフォース」を設立（2008年9月）
- IPv4枯渇対応に関するインターネット関連事業者向けアクションプランの策定、インターネット関係事業者に対する広報戦略の策定・実行、IPv6技術に関する教育プログラムの作成等を実施

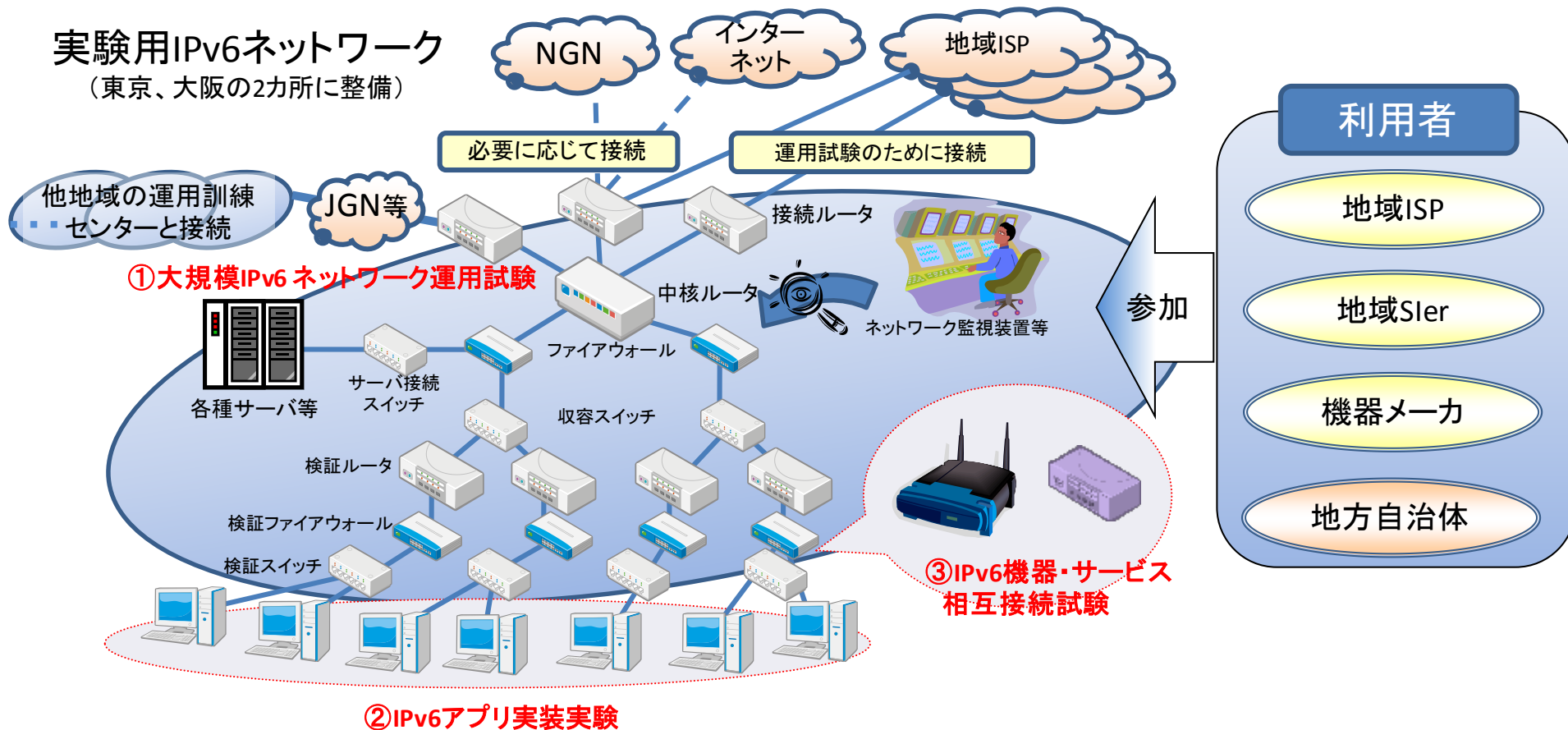


※タスクフォース事務局はIPv6普及・高度化推進協議会が担当

# IPv6運用技術習得のためのテストベッド整備

- (1) 実ネットワークと同等の環境を持つIPv6運用訓練センターを整備  
(21年度予算額:3.6億円、22年度予算額:3.6億円)
- (2) 実証実験を通じて、複雑かつ大規模なインターネットをIPv6で運用・構築できるエンジニアを育成

## 実験用IPv6ネットワーク (東京、大阪の2カ所に整備)



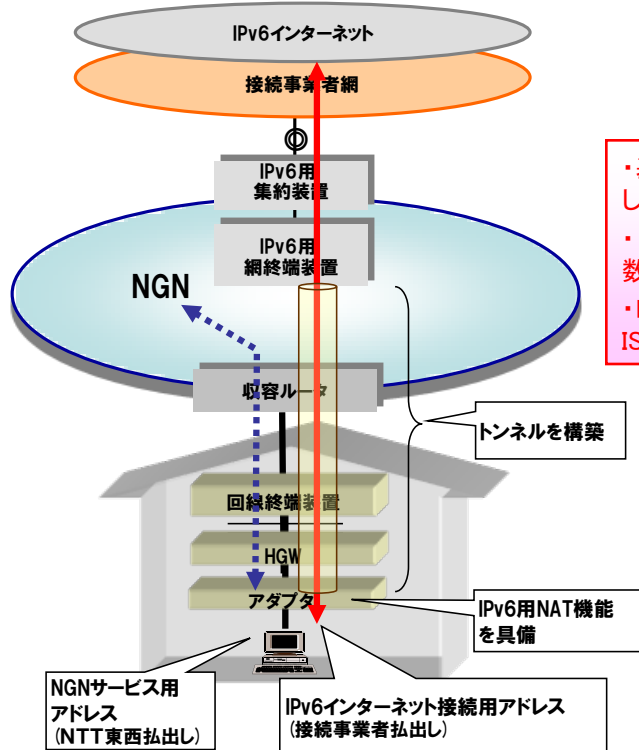
- ・ 自社から持ち込んだ機材及びセンターの機材を参加者自らが相互に接続、設定し、運用する。
- ・ その稼働状態を分析し、設定等にフィードバックすることによって、IPv6ネットワーク運用に必要な技術スキルを身につける。

# NGNにおけるIPv6インターネット接続について

- 現在、NGN (Next Generation Network) におけるインターネット接続サービスは、IPv4という通信方式で提供されているが、近く日本国内におけるIPv4アドレスの在庫が枯渇する可能性があるとして予測されており、新たな通信方式としてIPv6への移行が求められている。
- しかし、NGNでは、NTT東西が払い出すIPv6アドレスを用いて閉域網内のサービスを提供することに起因し、送信元アドレスの誤選択により通信に不具合が生じる問題(マルチプレフィックス問題)が懸念されている。
- この問題を解消するため、これまでNTT東西と関係団体・事業者の間で協議が行われてきたところ、当該協議結果等を踏まえ、2009年5月、NTT東西より、以下の2つの方式の実現のための接続機能について、接続約款の変更申請が行われ、同年8月に認可された。
- NTT東西において、ネイティブ接続事業者からの接続申込を受け付けたところ、4社以上の申込があり、選定手続を経て、平成21年12月に3社を選定(トンネル接続の接続申込みは、常時可能。)

## トンネル方式

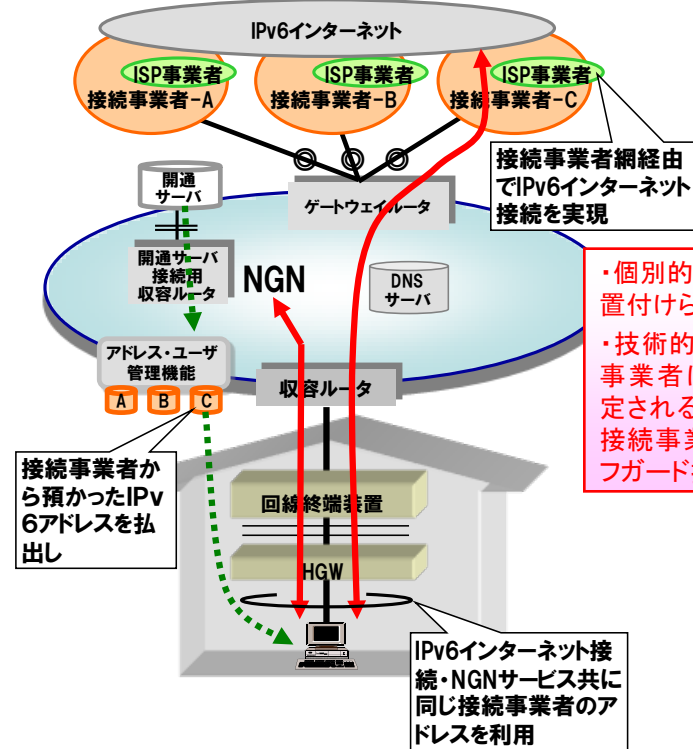
アダプタからIPv6用網終端装置までの間にトンネルを構築してIPv6インターネット接続を実現する方式



- ・基本的な接続機能として位置付けられる
- ・接続可能な事業者数に制限はない。
- ・NGNでのIPv4によるISP接続と同じ形態

## ネイティブ方式

ネイティブ接続を行う事業に割り振られたIPv6アドレスをNTT東西が払出してIPv6インターネット接続を実現する方式



- ・個別的に用いる機能と位置付けられる
- ・技術的制約により、接続事業者は、最大3社に限定される。(接続約款にて接続事業者に対するセーフガード措置を規定)

# IPv6対応機器・サービス・必要な技術に関する目安の提供

## 「IPv6対応機器」に関する「目安」の提供・・・IPv6対応機器に対するロゴマークの付与

### IPv6対応機器の認証制度

ネットワーク機器等が互いにIPv6で通信ができることを分かりやすく示すことができるよう、**IPv6に対応したネットワーク機器等に対してロゴを付与する国際的な認証プログラム**（注）が開始（2003年9月）

基本的な通信機能について確認された「Phase-1」と呼ばれるロゴと基本的な通信機能に加え、暗号化通信等IPv6固有の機能も確認された「Phase-2」と呼ばれるロゴがある

日本では、(財)電気通信端末機器審査協会(JATE)において認証業務を実施中

(注) IPv6レディー・ロゴ・プログラム(IPv6 Ready Logo Program)と呼ばれ、国際NPOの「IPv6フォーラム」内の「IPv6 Ready Logo Committee(議長:江崎浩東京大学大学院教授)」が実施



Phase1ロゴ



Phase2ロゴ

## 「IPv6対応サービス」に関する「目安」の提供・・・インターネット接続サービスに対するロゴマークの付与

### IPv6対応サービスの登録制度

ユーザーが利用しようとしているサービスがIPv6に対応していることを分かりやすく示すことができるよう、**IPv6に対応したwebページやISPサービスに対してロゴを付与する国際的な登録プログラム**（注）が開始（2009年6月）

日本では、(財)電気通信端末機器審査協会(JATE)において本プログラムに関する技術情報等を日本語で提供中

(注)「IPv6 Enabled Program」と呼ばれ、「IPv6フォーラム」が実施



webページ用  
ロゴ



ISPサービス用  
ロゴ

「インターネットサービス等のIPv6対応に係る基本指針・ネットワーク技術者に求められるIPv6関連技術習得に係る基本指針」(2009年6月総務省策定)を踏まえて実施

## 「IPv6対応に必要な技術」に関する「目安」の提供

### ネットワーク技術者に求められるIPv6関連技術習得に係る資格試験認定制度

ネットワーク技術者がIPv6関連技術を習得していることを第三者に対して分かりやすく示すことができるよう、IPv6に対応した資格試験又は研修カリキュラムを認定するプログラムが開始（2009年11月）

IPv6普及・高度化推進協議会及び(財)電気通信端末機器審査協会(JATE)が実施

# ISPのIPv4アドレス在庫枯渇対応に関する情報開示ガイドラインの概要

## ガイドラインの目的:

ISPによる情報提供を促進することを通じ、IPv4アドレス在庫の枯渇によってユーザーに生じる混乱を最小限にとどめるとともに、インターネット関連事業者による効果的なIPv4アドレス対応を促進

## ISPが開示すべき情報:

項目
IPv4アドレス在庫枯渇対応の基本方針
① IPv6対応インターネット接続サービス提供の有無
② IPv6対応インターネット接続サービス提供開始予定時期
③ 既存のIPv4対応インターネット接続サービスの変更又は提供中止の有無
④ 既存のIPv4対応インターネット接続サービスの変更又は提供中止予定時期
IPv6対応インターネット接続サービスに関する情報
② IPv6対応インターネット接続サービス提供の方法
④ 提供料金
⑤ 既存のユーザーへの提供及び申込みの要否
⑥ ユーザー側の追加装置やソフトウェアの要否
⑦ ユーザー側宅内の機器(PC、ホームゲートウェイ、ADSLモデム等)の設定の変更の要否
⑧ 既存のルーターなどの装置の利用の可否、ファームウェアのアップデート等の要否、対応するPCのOSの種別

項目
既存のIPv4対応インターネット接続サービスに関する情報
① 既存ユーザーへの影響の有無
② 既存ユーザーの申込みの要否
③ 既存ユーザーの対応方法や装置、ソフトウェア等の情報
④ 新規加入の可否
以下は、IPv4プライベートアドレスを割り当てる場合
⑤ IPv4プライベートアドレスを割り当てる対象(新規加入ユーザーに対して割り当てるか、既存ユーザーに対して割り当てるか、双方に割り当てるか)
⑥ IPv4プライベートアドレスの提供方法、時期、その他必要な情報(装置、ソフトウェア)など
⑦ IPv4プライベートアドレスを割り当てる場合に生じる制限事項
ユーザーサポートに関する情報
① サポート提供方法、サポート情報の所在場所
② 家庭内でネットワークの構成の変更の要否、必要な場合の家庭内ネットワークの接続方法に関する情報

ISPが開示すべき情報について一定のフォーマットを策定し、ISPはそのフォーマットに従って情報開示を行う。  
また、ISPは開示した情報を随時更新することが望ましい。

# IPv6を用いた環境分野のクラウドサービスのイメージ

