

# 総務省におけるIPv6普及への取組

---

平成27年11月16日

総務省 総合通信基盤局

電気通信事業部 データ通信課

赤川 達也

# IPv4枯渇／IPv6対応に関する総務省研究会等の主な経過

～2008年	「インターネット政策懇談会」等で議論	
2009年	<b>2月 「IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会」設置</b> 6月 中間報告書の公表	
2010年	3月 第二次中間報告書の公表 4月 ISPのIPv4アドレス在庫対応に関する情報開示ガイドライン公表	
2011年	<b>12月 第三次報告書の公表</b>	2011年2月 IANA IPv4枯渇 2011年4月 APNIC IPv4枯渇
2012年	7月 第三次報告書プログレスレポートの公表	2012年9月 RIPE NCC IPv4枯渇
2013年	7月 第二次プログレスレポートの公表 10月 IPv4アドレスの枯渇時に生じる諸課題に適切に対処するための手順書vol.1公表	
2014年	7月 IPv6対応ガイドライン、IPv6対応調達仕様書モデル公表	2014年6月 LACNIC IPv4枯渇
2015年	4月 IPv4アドレスの枯渇時に生じる諸課題に適切に対処するための手順書vol.2公表 <b>7月 研究会再開</b>	2015年9月 ARIN IPv4枯渇
2016年	<b>第四次報告書(予定)</b>	

# 「IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会」における検討状況(2015年7月～)

---

## 目的

インターネットは我が国において社会経済の重要インフラとなっており、経済成長を推し進めるためにも、インターネットの利用の拡大や新たなサービス展開を促進していく必要がある。

現在、インターネットにおいて主に利用されているIPv4アドレスについては、2011年4月15日、アジア太平洋地域にIPアドレスを分配しているAPNIC及び我が国のIPアドレスを管理するJPNICにおいて、通常在庫が枯渇した。これを受け、我が国の通信事業者等においては、IPv4の後継規格であるIPv6を早期導入することがこれまで以上に重要となっており、ISPにおいてはIPv6インターネット接続サービスの提供が本格化しつつある。

本研究会では、こうしたことを踏まえ、IPv4アドレス在庫の枯渇後も社会経済の重要インフラであるインターネットの利用環境を確保し、さらなる利便性の向上を図るという観点から、IPv6対応やその普及促進に関する課題、方策等について検討する。（平成21年設置、平成23年度に第三次報告書を取りまとめ。）

## 構成員

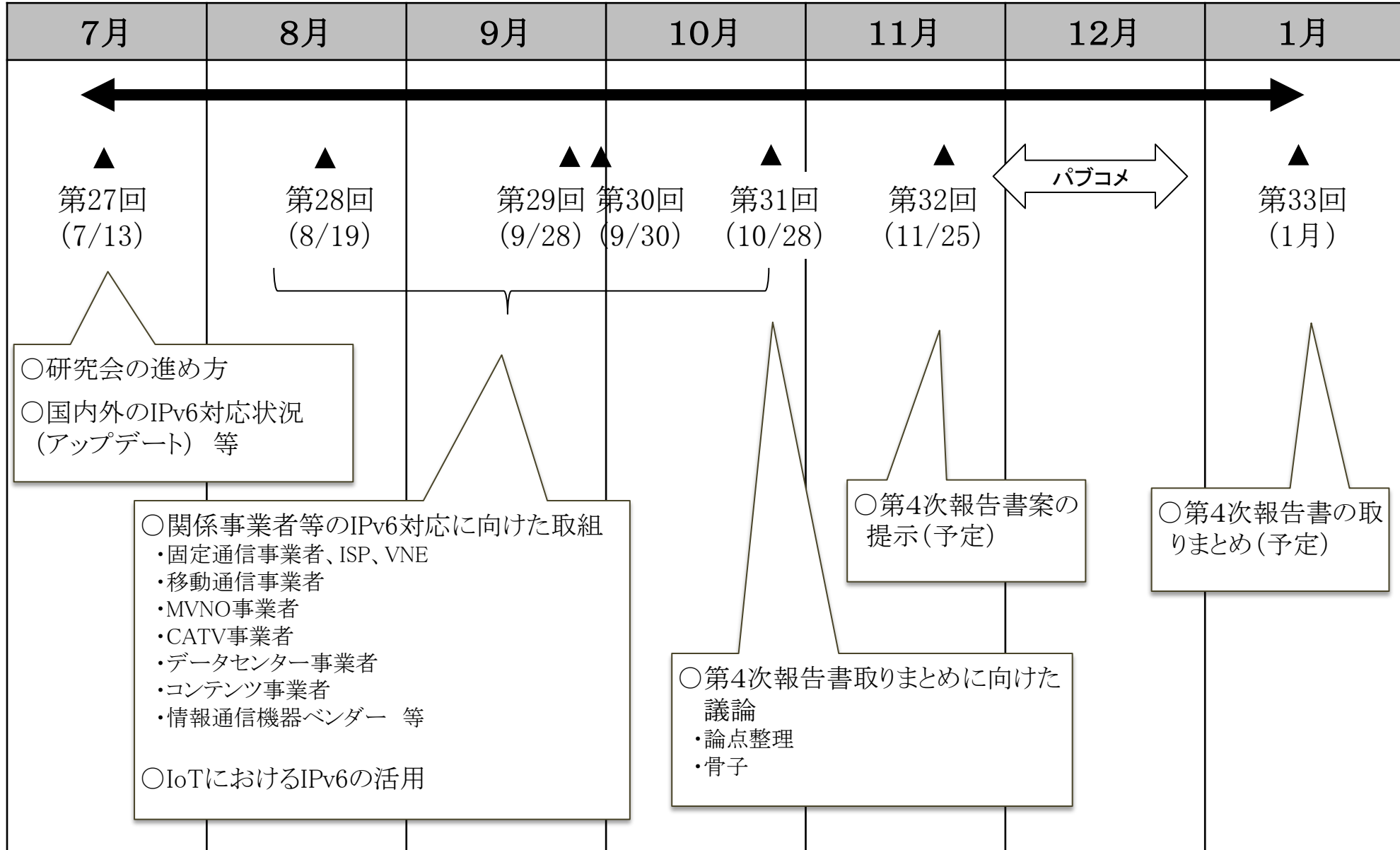
(敬称略、五十音順)

座長代理  
座長

会津 泉	多摩大学 情報社会学研究所 教授
有木 節二	一般社団法人 電気通信事業者協会 専務理事
依田 高典	京都大学大学院 経済学研究科 教授
今井 恵一	一般社団法人 テレコムサービス協会 政策委員会委員長
江崎 浩	東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授
木下 剛	一般財団法人 インターネット協会 副理事長
國領 二郎	慶應義塾大学 総合政策学部 教授
齊藤 忠夫	東京大学 名誉教授
佐藤 和彦	一般財団法人 電気通信端末機器審査協会 理事長
立石 聡明	一般社団法人 日本インターネットプロバイダー協会 副会長
中村 修	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
西岡 邦彦	一般財団法人 日本データ通信協会 情報通信セキュリティ本部 本部長
藤崎 智宏	一般社団法人 日本ネットワークインフォメーションセンター 常務理事
松村 敏弘	東京大学 社会科学研究所 教授
松本 修一	一般社団法人 日本ケーブルラボ 専務理事

# IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会検討状況

平成27年(2015年)

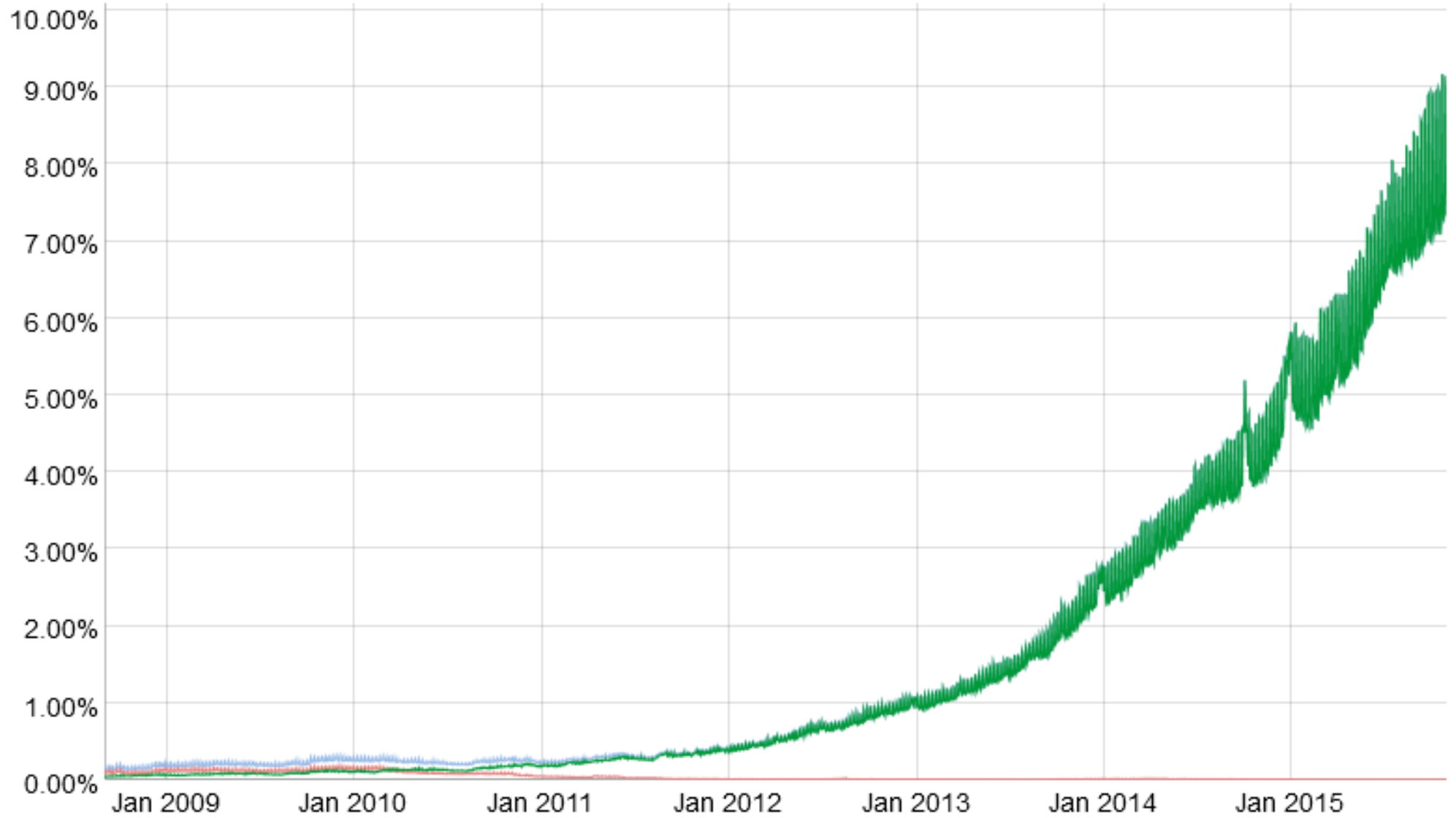


# 諸外国のIPv6対応状況

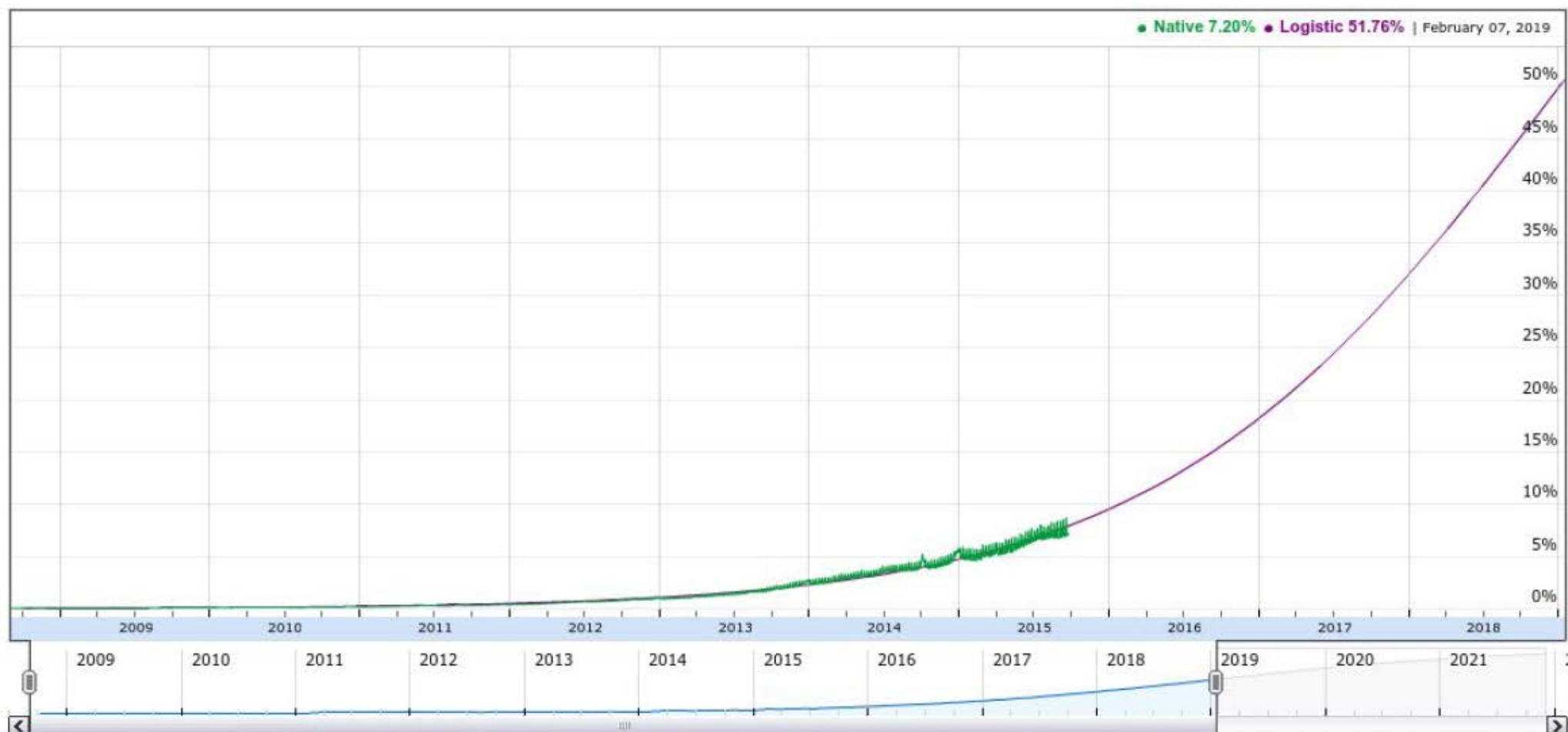
---

# GoogleへのIPv6によるアクセス割合

Native: 9.15% 6to4/Teredo: 0.01% Total IPv6: 9.16% | 2015/11/01



# GoogleへのIPv6によるアクセス割合(将来推計)





# GoogleへのIPv6によるアクセス割合(国別推移)



(出典)IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会(第30回) 資料30-1(グーグル説明資料)

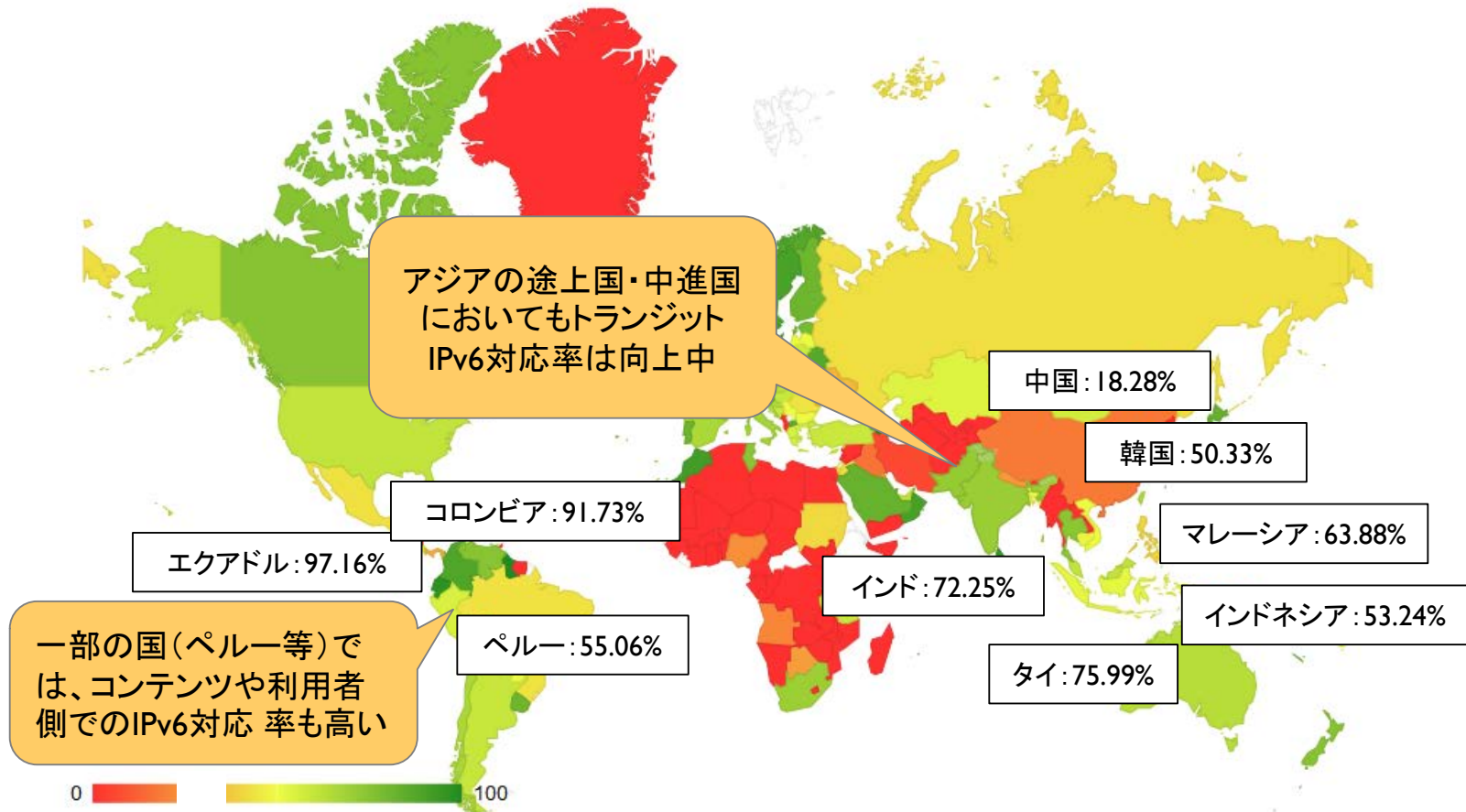
# 1 諸外国とISPにおけるIPv6対応の状況

## 1-2 諸外国におけるIPv6対応状況

### 途上国・中進国のIPv6対応状況

#### □ トランジットIPv6対応率

途上国・中進国の状況(2015年6月25日現在)



# 1 諸外国とISPにおけるIPv6対応の状況

## 1-3 ISPにおけるIPv6対応状況

### ISPの主要な事業分野と利用者側IPv6対応率

◆ 利用者側IPv6対応率 (ISP別) で上位ランキングの商用ISPの主要な事業分野

- 既存通信事業者のほか、ケーブル事業者、モバイル事業者でも利用者側IPv6利用率が上昇
- 一部のISPは、利用者側IPv6対応率が50%を超える(太字)

主要な事業分野	国名	ISP名	利用者側IPv6対応率 (ISP別)		利用者側IPv6対応率 (ISP別)
			2015年1月14日現在		2015年6月10日現在
大手既存通信事業者	アメリカ	AT&T	32.29%	増加	<b>52.42%</b>
	ドイツ	ドイツテレコム	30.68%		19.56%
	スイス	スイスコム	27.13%		41.24%
	ベルギー	ベルガコム	20.59%		21.72%
	ノルウェー	テレノール	9.06%		7.96%
	マレーシア	テレコム・マレーシア	12.57%		12.52%
ケーブル事業者	アメリカ	コムキャスト	37.83%	増加	34.51%
	ノルウェー	Get AS	24.06%		23.16%
	ベルギー	テレネット	52.69%		<b>54.49%</b>
	ベルギー	VOO	63.79%		<b>58.27%</b>
モバイル事業者	アメリカ	ベライゾン・ワイヤレス	64.45%	増加	<b>68.73%</b>
	アメリカ	T-モバイル US	49.09%		46.69%
新興事業者	アメリカ	グーグル・ファイバー	73.92%	増加	<b>66.61%</b>
	フランス	フリー	34.71%		20.51%
法人向け・ 外資系事業者	イギリス	AAISP	25.58%	増加	28.43%
	ペルー	テレフォニカ・デル・ペルー	14.44%		19.32%

※NTT Com: 2.67%→0.99% 、Softbank: 2.42% →3.30% 、KDDI: 14.84%→**21.64%** (2015年1月14日→6月10日)

# 1 諸外国とISPにおけるIPv6対応の状況

## 1-4 モバイル分野におけるIPv6対応の進展

### 米国におけるモバイル分野の先進事例

#### ベライゾン・ワイヤレス

AT&TがiPhoneの加入者増で先行した際、ベライゾンはAndroid端末に注力

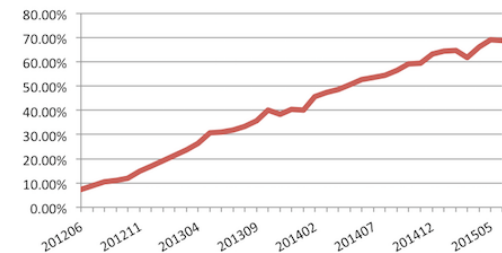
##### ◆ LTEサービス開始(2010年12月)に合わせてIPv6に対応

- 3G網(CDMA2000 1xEV-DO)とLTE網整備の際にIPv6に対応
- 基幹網側はネイティブIPv6方式。**世界最大規模**の無線IPv6網
- IPv6対応はオプションではなく**必須の仕様**
- LTE網の人口カバレッジは97%(2014年11月現在)
- IoTも積極的に推進し、LTE網でIoT機器のIPv6接続が可能

##### ◆ LTEサービスの利用者数増加に伴いIPv6利用率も増加

- 総加入: 1億858万(市場シェア34%・第1位)、3G: 2,500万、4G: 7,170万(2015年3月末現在)

IPv6アクセス割合の推移



#### T-モバイル US

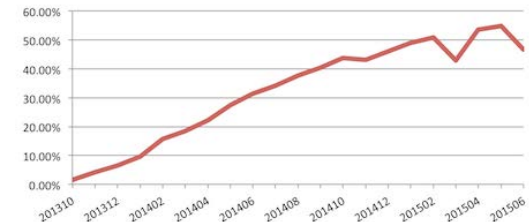
##### ◆ 効率的なIPv6対応を目指す

- 2012年4月に基幹網IPv6対応完了
- 464XLAT(2013年3月発行のRFC6877で標準化)を採用
- VoLTEの提供には2個のIPアドレスが必要なこともIPv6対応の理由
- 2013年9月から一部Android端末で464XLATをデフォルト化

##### ◆ 国際的なモバイル市場の動向を踏まえたIPv6対応

- 親会社のDTは**国際的に事業展開**しておりIPv6対応は不可避とみる。
- 資本投資は実施せずにIPv6対応を推進。**3GPP規格におけるIPv6対応**は高費用効率と判断
- 米国内の総加入5,527万(市場シェア16%・第4位)、3G: 1,155万、4G: 3,750万(2015年3月末現在)

IPv6アクセス割合の推移



## 2 諸外国におけるコンテンツ・プロバイダーのIPv6対応の状況

### 2-3 コンテンツ・プロバイダーのIPv6対応戦略

- アメリカ: グローバル展開しているコンテンツ・プロバイダーは戦略的にIPv6対応を実施。映像配信分野におけるIPv6対応も進展中。
- 中国: 多数のユーザーを抱えるコンテンツ・プロバイダーがIPv6対応を段階的に進める計画。

国名	CP名	IPv6対応戦略
アメリカ	Google	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ IPv4への枯渇対応。</li> <li>➤ CGNによるIPアドレス管理には追加的なコスト。位置情報把握が困難になるとの認識。</li> <li>➤ IPv6対応は、グローバルなGoogleユーザーの拡大に対応するため。</li> <li>➤ 映像配信サービスのYouTubeもIPv6対応済。</li> </ul>
アメリカ	Facebook	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ IPv6のほうが遅延が少なく、セキュリティ面、位置情報把握の面でも有利。</li> <li>➤ プライベートIPアドレスの運用に技術的課題があるため、2014年2月に今後2～3年間でIPv6への完全移行を計画していると公表。</li> </ul>
アメリカ	Netflix	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2012年から自社コンテンツ配信網(Open Connect)運用とIPv6対応を実施。</li> <li>➤ アメリカのほか、北欧、南米向けにもサービス展開。世界市場における拡大戦略の一環としてIPv6対応を実施。</li> <li>➤ 2014年7月にIPv6対応の自社コンテンツ配信網での運用に移行済み。</li> </ul>
中国	百度 (Baidu)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 移行コストを抑えながらIPv6対応を推進。</li> <li>➤ NAT64/66などの技術方式を用いて、リバースプロキシサーバの導入で順次対応する計画。</li> </ul>
中国	テンセント (qq.com)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 4段階のIPv6移行計画: ①調査研究、②トライアル、③スタッフのトレーニング、④実際の移行</li> <li>➤ 2013年、SNSの「QQ空間」、ブログの「Weibo」等の主要サービスを順次IPv6へ移行(計画)</li> <li>➤ 数万超のサードパーティが開発したアプリの対応が課題。</li> <li>➤ 2017年頃を目途に移行作業を完了させる予定。</li> </ul>

# 1 諸外国とISPにおけるIPv6対応の状況

## 1-4 モバイル分野におけるIPv6対応の進展

### モバイル・アプリにおけるIPv6対応の動向

#### ▶ モバイル端末・ブラウザにおけるIPv6対応

- ▶ 端末レベル: Android端末、iOS端末、Windows PhoneではIPv6に対応
- ▶ ブラウザレベル: 主要モバイル・ブラウザはIPv6に対応

#### ▶ モバイル・アプリのIPv6対応動向

- ▶ 2014年12月 FacebookのiOSアプリ IPv6網に対応
- ▶ 2015年6月 Appleの年次開発者会議(WWDC)、iOS 9以降、アプリのIPv6対応を要件化  
 “WWDC 2015 Platforms State of the Union”で推奨された対応策
  - ▶ 標準化されたネットワーク・フレームワークを利用する(Use the networking frameworks)  
 ※NSURLSession (iOSアプリのバックグラウンドでの通信)の場合、アプリ側での対応不要  
 (出所: <https://developer.apple.com/>)
  - ▶ IPv4を利用するAPIを避ける(Avoid IPv4-specific APIs)
  - ▶ ソフトウェアのなかにアドレスを記述しない(Avoid hardcoded addresses)

iOS AppのIPv6対応の検証方法  
 Macの接続共有モードで  
 Wi-FiをIPv6のみに設定



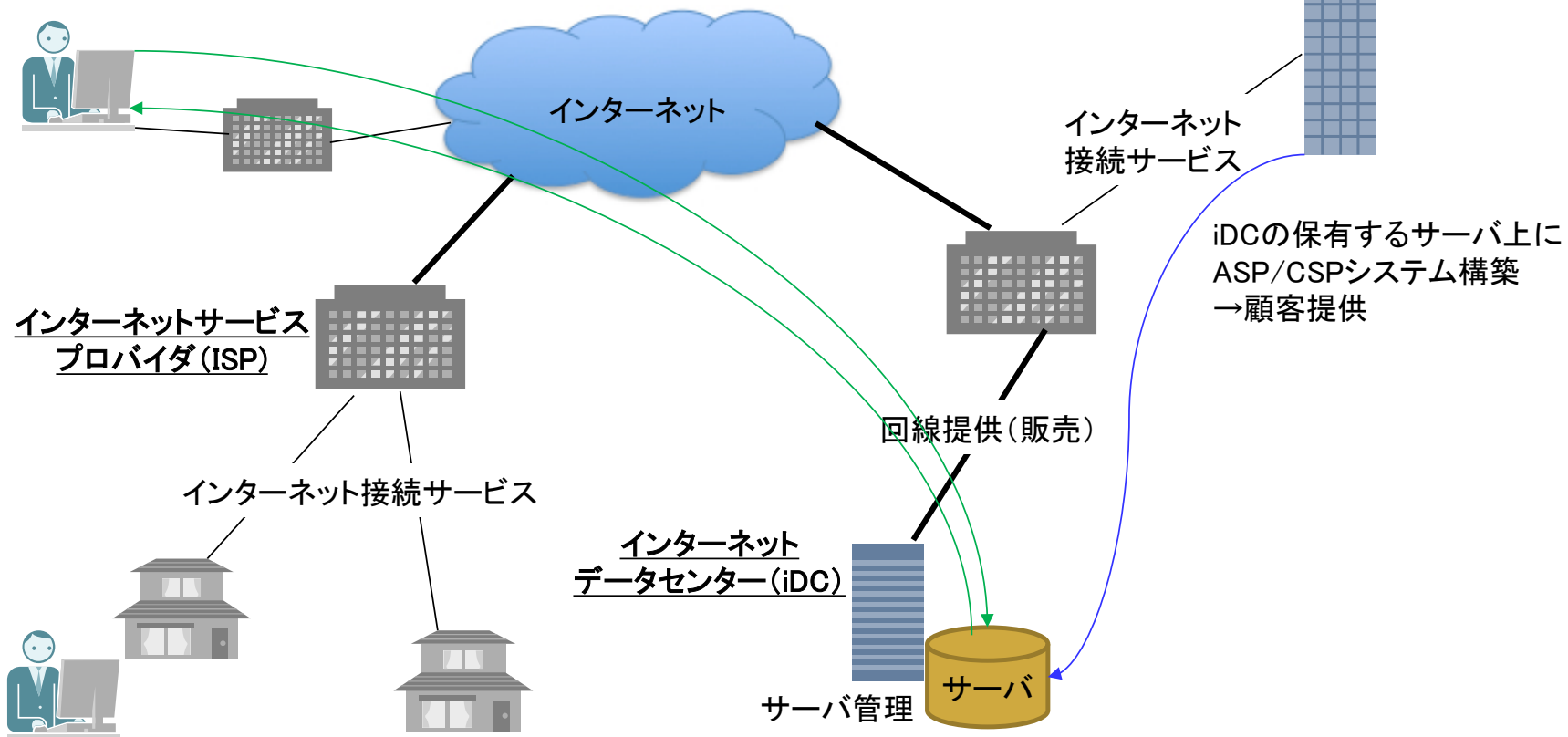
## 我が国のIPv6対応状況

---

## 2. アンケート対象

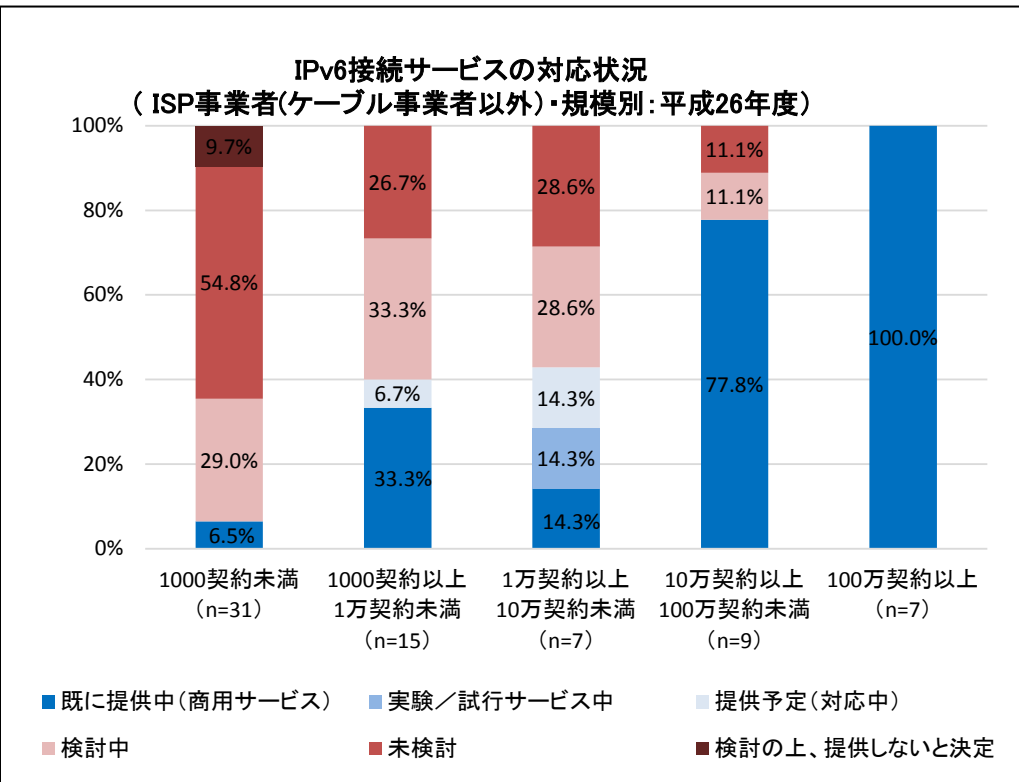
- ISPはインターネットに接続するサービスを提供。またiDCなどに、iDC等がインターネット上にコンテンツを発信するための回線の提供等を実施
- ASP/CSPはiDCの保有するサーバにシステムを構築して、顧客に提供
- 最も基盤となる事業者がISP、サービスの基盤を提供する事業者がiDC、実際に顧客に対するサービスを提供する事業者がASP/CSP。

アプリケーションサービス  
プロバイダ、コンテンツ  
サービスプロバイダ(ASP/CSP)

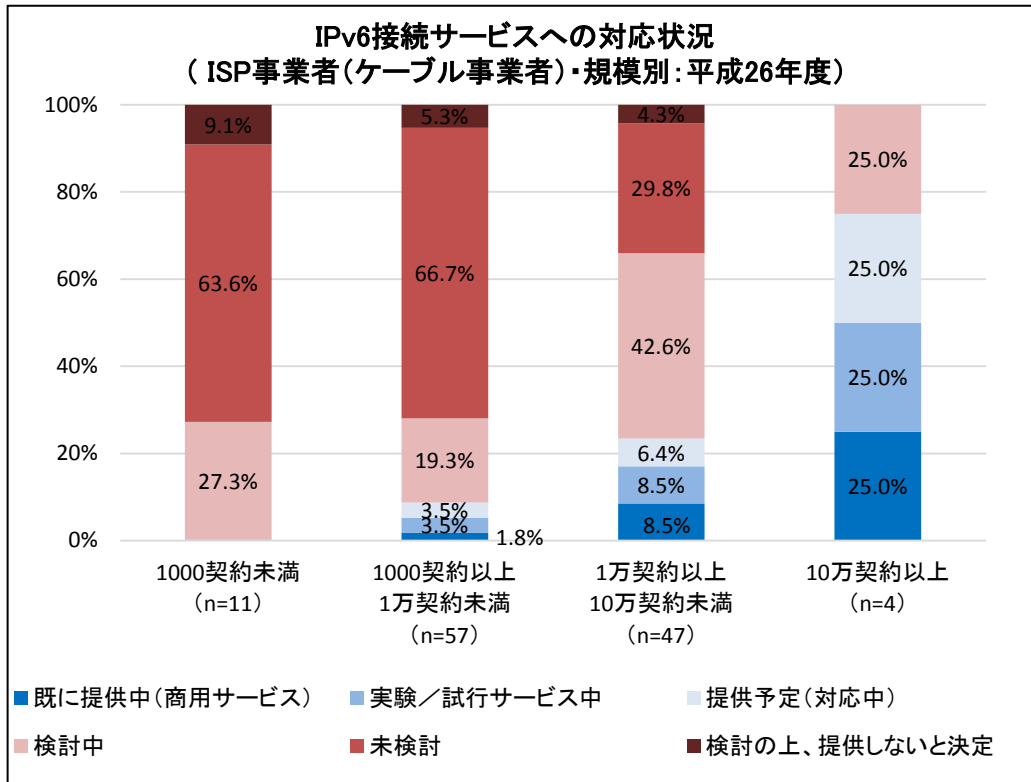




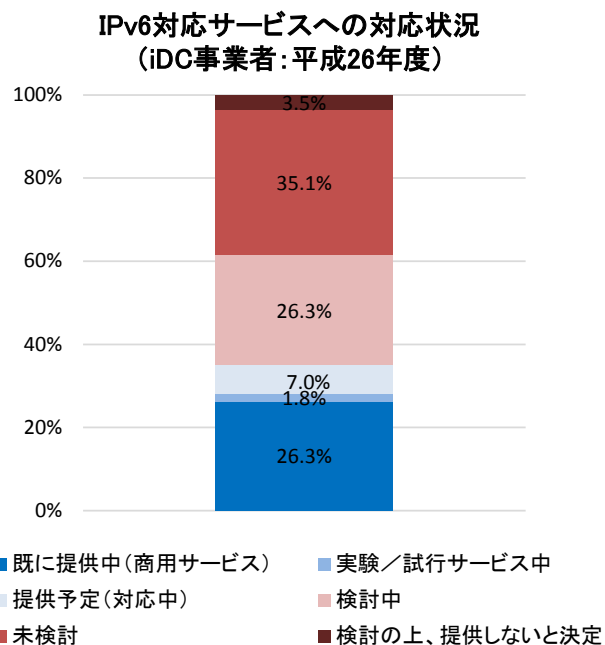
## ISP



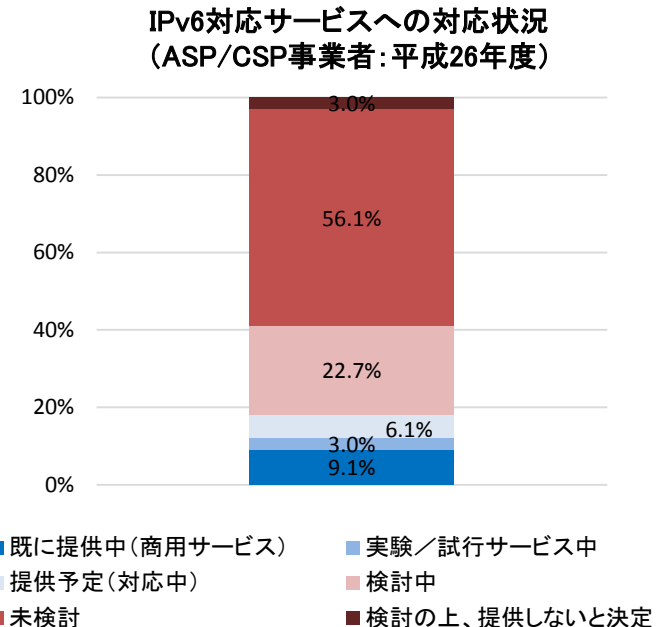
## CATV



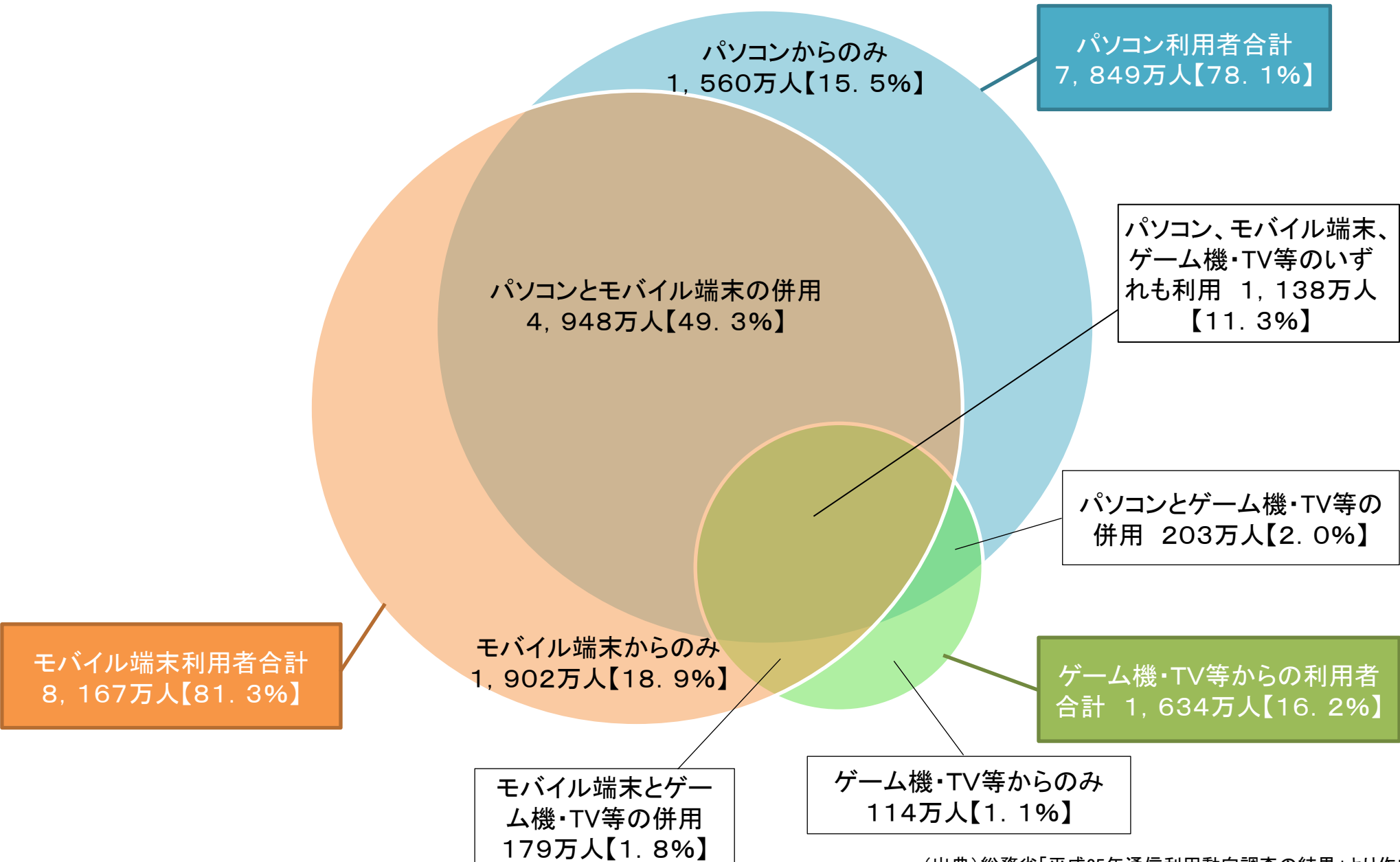
## iDC



## CSP/ASP



# インターネット利用端末の利用者数



# 日本の各領域ごとのIPv4アドレス枯渇とIPv6への対応状況

■情報機器のIPv6対応は進んでおり、大手ISPもほぼ対応済みであるが、その他の領域ではIPv6の普及は十分ではない。

## コンテンツ事業者

- IPv6対応を検討しているが、まだ導入には至っていない

## データセンター/クラウド事業者

- 事業者がIPv6サービスを提供していても、IPv6サービスを利用する顧客(コンテンツ事業者等)は少ない

## ISP

- 各ISPのIPv6対応が進んでいる  
ここ1~2年で、auひかりで100%、NTT東西のフレッツ光を足回りに使用しているISPの利用者で6%強となってきている

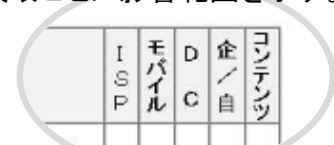
## モバイルキャリア

- CGNを導入し、利用者にはプライベートアドレスを用いてIPv4サービスを提供している
- データ通信サービスではIPv4とIPv6のデュアルスタックサービスを提供しているが、利用者は少ない

## 企業/自治体

- IPv6に対応している企業/自治体は少ない
- 自治体などではIPv6対応を調達条件にするところもあるが、実際にはIPv6機能を稼働させていないことも多い

次ページ以降に記述するリスクとメリットについて、この5つの領域ごとに影響範囲を示す。



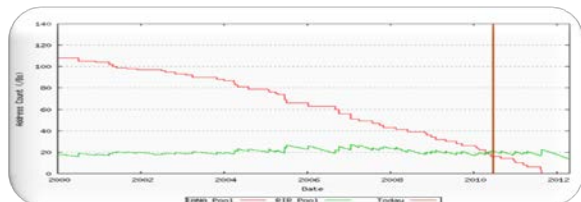
なお、DCは「データセンター/クラウド事業者」を表す。

# IoTの進展

---

# IPv6普及を取巻く状況

## IPv4アドレスの枯渇



## 政策による促進



# IPv6

## OS、コンテンツ、アプリケーション等のIPv6対応

Microsoft

Linux

Apple

Google

## 通信インフラのIPv6対応

固定通信網

モバイル通信網

ケーブル通信網

ISP

データセンター

## IoT

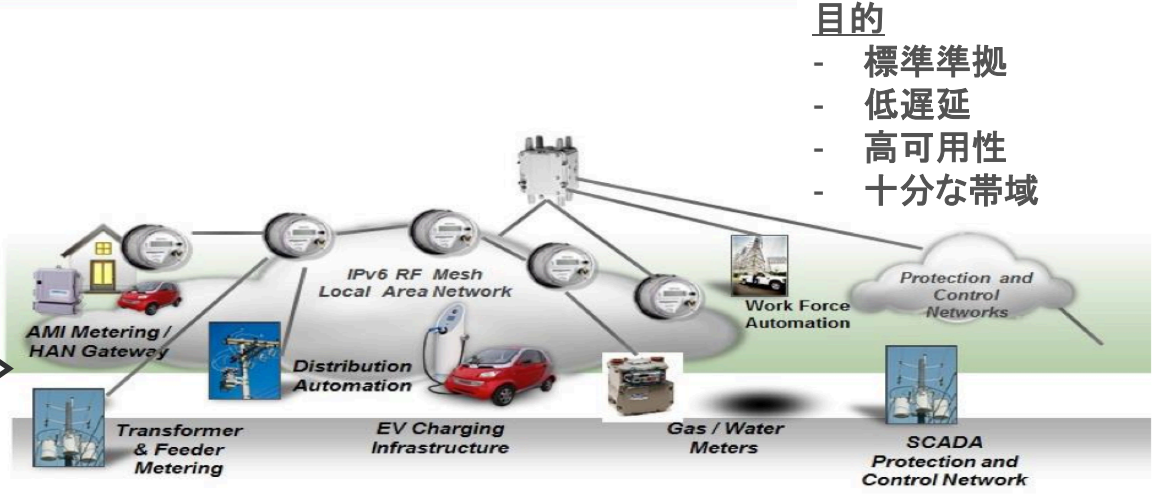
## 2020年に500億個のモノがネットワークへ接続

# IoTにおけるIPv6活用事例: BC Hydro スマートグリッドAMI (Advanced Metering Infrastructure)



- 課題**
- 独自技術
  - 遅延: 多い
  - 可用性: 中
  - 帯域に制約有り

移行



- 目的**
- 標準準拠
  - 低遅延
  - 高可用性
  - 十分な帯域

- 自動検針
- 課金
- ポータル提供

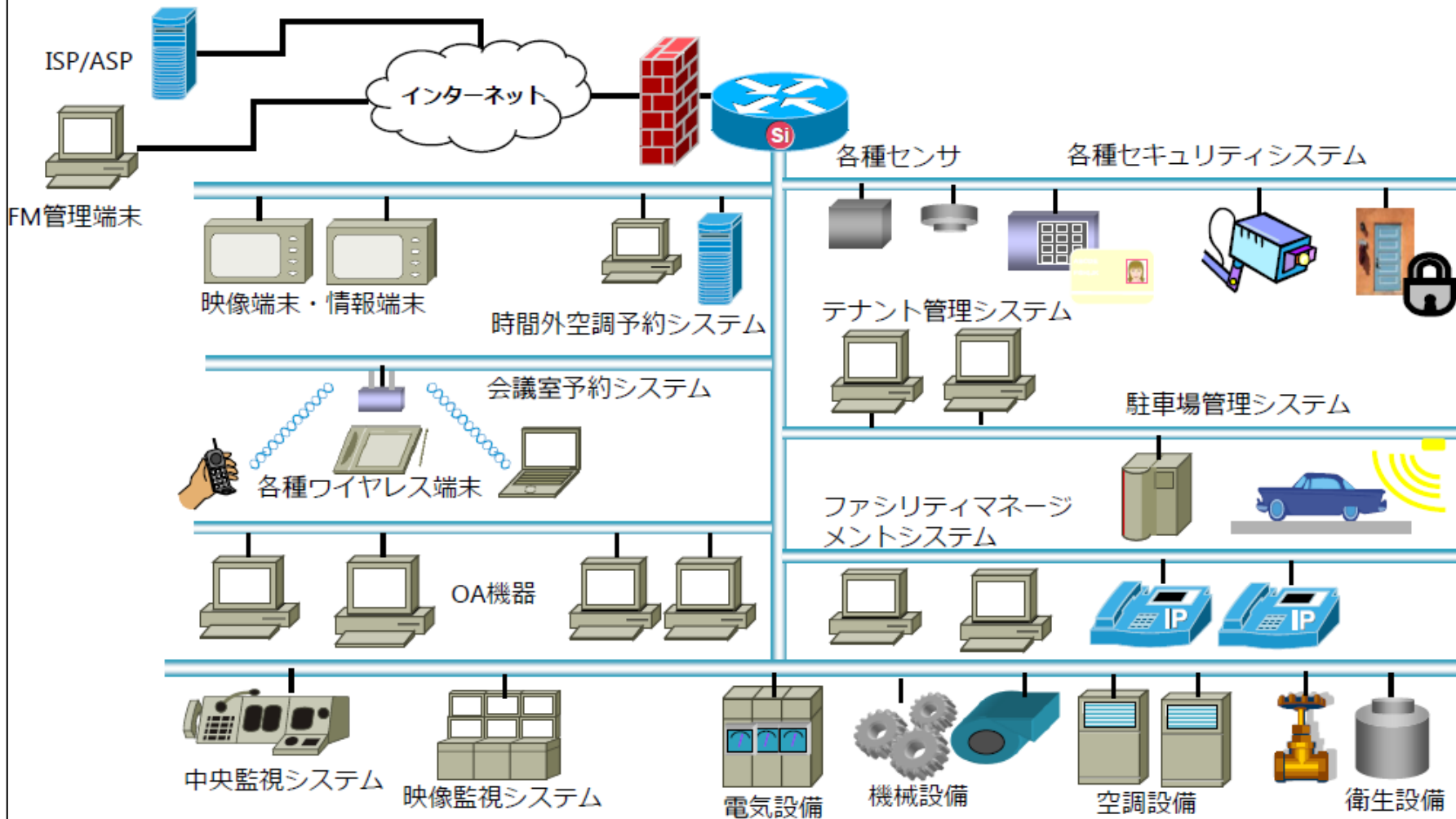
従来型  
検針システム

- 自動検針
- 課金
- ポータル提供
- 配電自動化
- 配電最適化
- 盗電防止

BC Hydro社のスマートメーターは、  
IPv6ベースのマルチサービスグリッドネットワークへ移行



# IPv6によるBuilding Managementの統合化

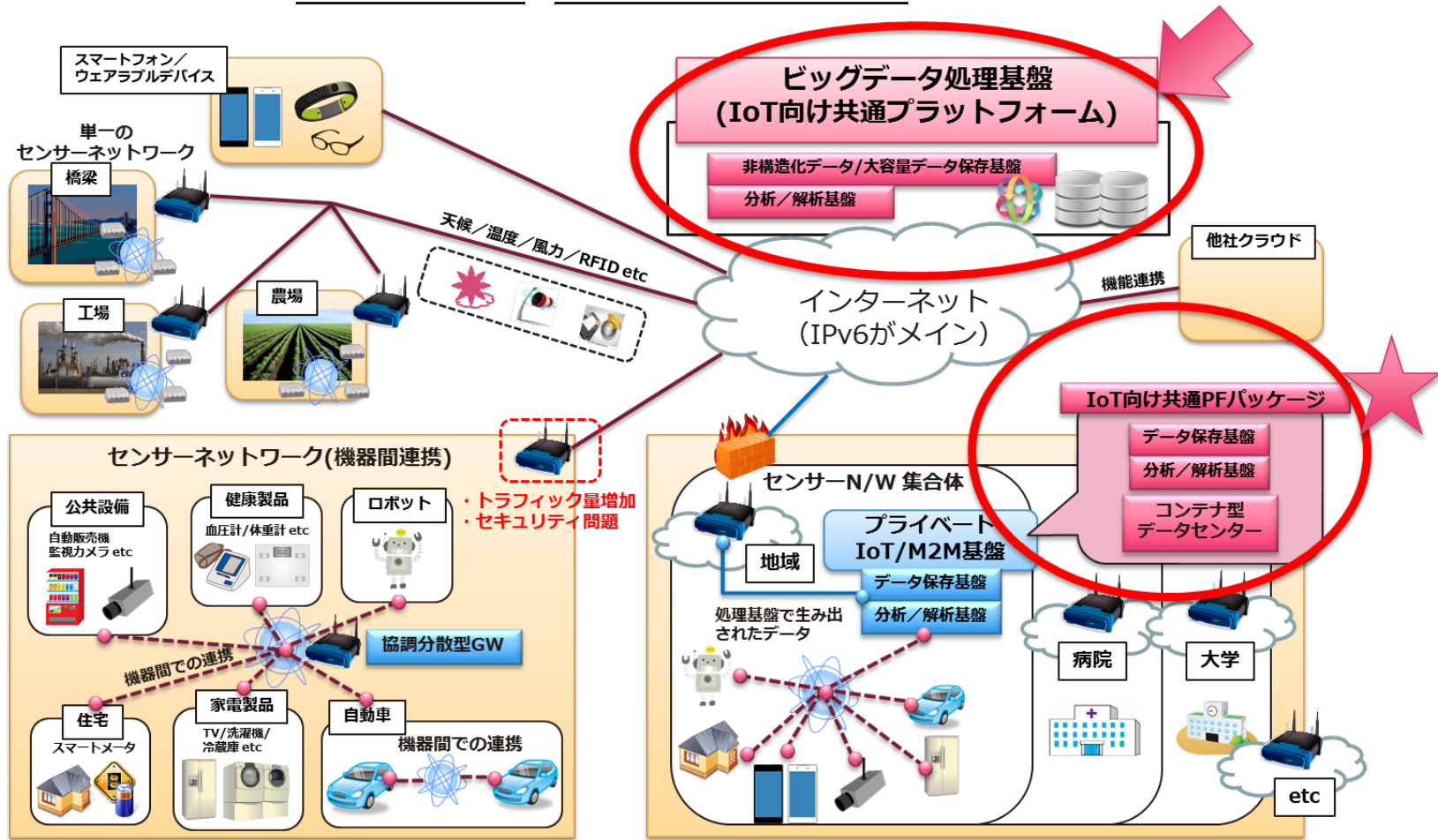


ビル管理・制御、電話、データ、防災、防犯… を共通プロトコルのネットワークインフラで統合



## ⑥今後の展開

- ・2015年8月に「IoT向け共通プラットフォーム」提供開始（矢印部分）  
将来的には、クラウドからエッジ側へプラットフォーム基盤機能の分散を予定（★部分）
- ・IoTの進展に伴って、DCの重要性とIPv6の活用が進展→IPv6対応が事業上の強みに



## 主な論点と方向性

---

## (1) 国内外の枯渇状況

- ・2011年4月にAPNICのIPv4アドレス枯渇以来、世界の5地域のうち、アフリカを除く4地域でIPv4アドレスが枯渇。
- ・地域間のIPv4アドレスの移転は一部で可能だが、移転に利用可能なアドレス数は限られ、根本的な解決方法とならない。

## (2) IPv4アドレスの再利用

IPv4枯渇対策として、CGN(Carrier Grade Network Address Translation)を用いたIPv4アドレスの共用がISPや移動通信事業者等で実施。

⇒IPアドレスだけで送信元を特定できなく、ポート番号や時刻情報を加えた複雑なログ管理が必要。

## (3) 移転によるIPv4アドレスの再利用

IPv4アドレスの入手方法としては、既に分配されたIPv4アドレスを保有する組織からの移転により調達する方法等に限定。

⇒さらに流通量が減少し、取引価格が上昇する可能性。

## (4) IPv4利用を継続するリスク

・NATの導入等による送信者管理が複雑化や、多段NAT等によるアプリケーションの動作不良の恐れなど、様々なリスクを抱える。

・顧客、企業からのIPv6サービス要求に対して、ビジネス機会を損失 等

### (1)モノとモノをつなぐ新たなデバイスの出現

- ・IoTデバイス数は約158億個(2013年)⇒約530億個(2020年)。
- ・現実世界の1.5兆個のモノのうち99.4%はインターネット未接続でIoTの潜在価値は大。
- ・2019年にネットにつながるデバイスの32%がIPv6に対応との予測

### (2)IoT社会でIPv6の果たす役割

- ・新事業展開の拡張性に富み、大規模ネットワーク設計が容易。
- ・中長期的に、運用管理、改修コスト等でコスト削減が期待。
- ・海外拠点とのIPv6接続が可能、機器、システム等の国際展開に必須。
- ・IoT社会に向けては、枯渇したIPv4では対応が困難。
- ・IoTと親和性のあるワイヤレス・モバイル通信で、IPv6対応が不可欠。

### (3)IPv6によるIoT推進に向けた課題

- ・IoT時代においてセキュリティの確保はこれまで以上に重要な課題。
- ・インターネットの利便性やそこから得られる便益の享受等の観点から、情報セキュリティ対策をとった上でのオープンでセキュアなIPv6対応が重要

## (1) 諸外国のIPv6対応の状況

- ・GoogleサービスへのIPv6によるアクセス割合は毎年約2倍のペースで増加。欧米を中心にIPv6対応が進展。一部途上国・中進国でも対応が進展。
- ・日本のIPv6利用率は、2012年度まで世界トップクラスであったが、近年大きく順位が後退。
- ・IPv6対応率が上位の国では、モバイル事業者も含めIPv6対応が進展。多くの事業者がネットワークの効率運用を図るために、LTEや光ファイバ等、新規設置設の際にIPv6対応を実施。
- ・通信事業者に対しIPv6対応のスケジュール提示の奨励や、政府機関情報システムのIPv6対応を早期から計画的に推進するなど、各国でIPv6推進政策を推進。

## (2) 世界規模事業者の新たな展開

- ・Google、Facebook、Yahoo、Apple等の米国系コンテンツ事業者のIPv6対応の影響が大。  
←IPアドレス管理コストの低減、正確な位置情報の把握、低遅延・セキュリティ面等の理由から戦略的対応
- ・特にAppleは、iOS9以降、すべてのアプリケーションにIPv6対応を要件化すると発表(2015年6月)。さらにiOS及びOS XのIPv4通信はIPv6通信と比べ25ミリ秒遅延させるとも表明(同年7月)。  
⇒IPv6化へ大きく舵を切ることで、世界的なIPv6対応への潮流はますます加速。

## (3) 我が国におけるインターネット接続サービスの利用状況

- ・固定系ブロードバンドサービスの契約数は3,724万、前年同期比で3.0%増加(2015年6月末)。
- ・移動系通信(携帯電話、PHS及びBWA)の契約数は1億5,816万、前年同期比で4.6%増加。(総務省調査)
- ・インターネットへの接続では、モバイル端末の割合がPCの割合を超過。  
⇒IPv6対応は、固定系と移動系の双方を推進する必要。

## (1) IoT社会の構築に向けたIPv6対応への転換

IPv6対応はIPv4枯渇対策からIoT時代に不可欠なIPv6活用へその役割の転換期。  
端末からコンテンツまでシステム全体を一体的に推進

## (2) オープンでセキュアなIPv6の推進

インターネットのグローバル性等に鑑み、グローバルアドレスを利用したオープンでセキュアなIPv6対応を推進

## (3) IPv6対応の国際的な主導性の確保

IPv6の世界的潮流や国際競争力確保の観点からIPv6対応を戦略的に見直し。オールジャパン体制で新規産業創出とグローバル展開

(参考)IPv6対応ガイドライン、IPv6調達仕様書モデル

---

## IPv6対応のためのガイドライン、調達仕様書モデルをリソース

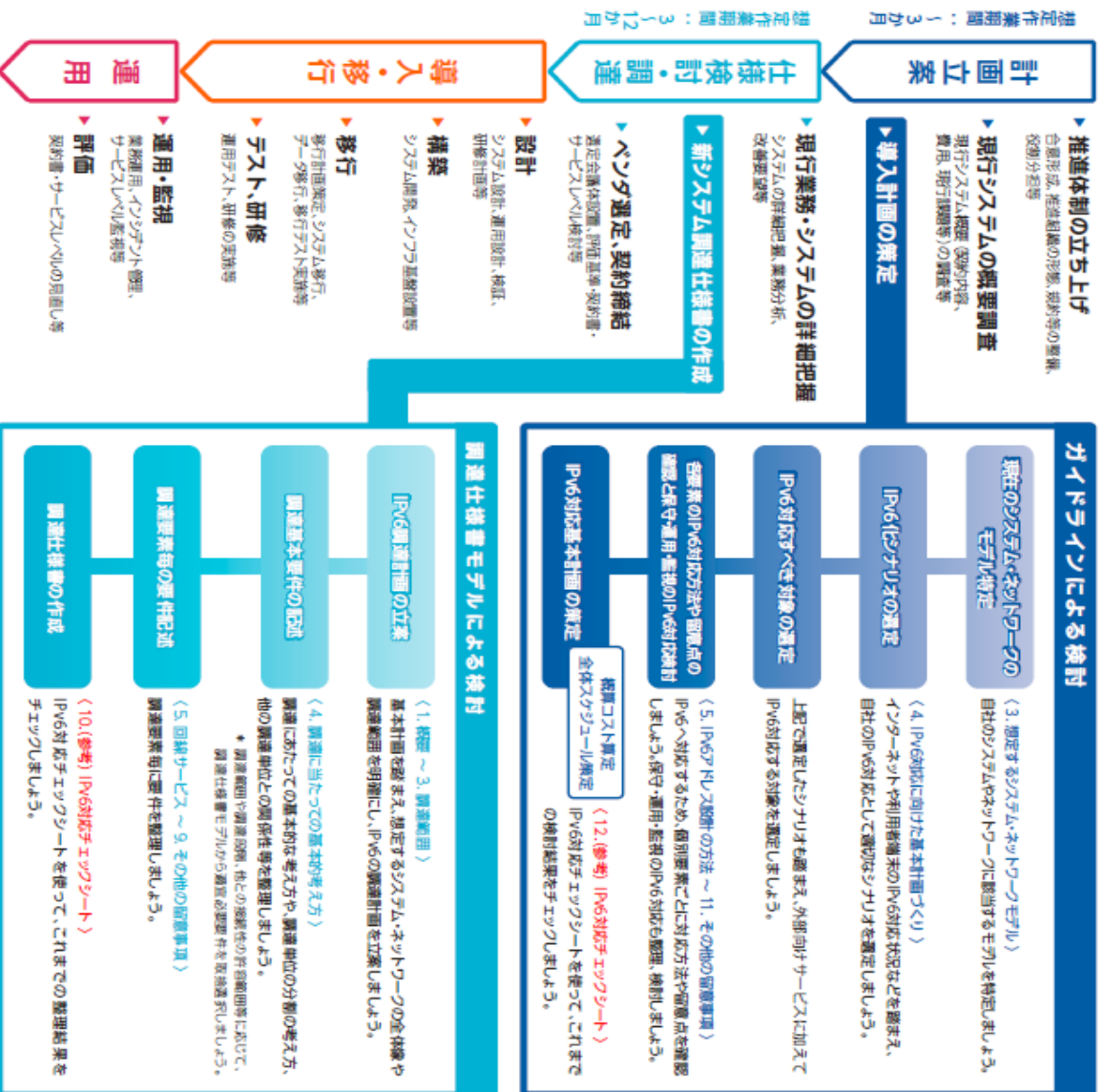
総務省は、平成25年度に実施した「インターネット利用環境の変化に伴う情報セキュリティ対応推進事業」の実証実験の成果に基づき、IPv6対応のための「ガイドライン」及び「調達仕様書モデル」を作成しました。  
これは、IPv6対応をいつ、どこから、何をすべきかに悩まれている企業や地方自治体を対象にIPv6対応方法について詳しく解説しています。IPv6対応に必要なエッセンスが凝縮されており、是非ご活用ください。

### ～IPv6対応がよく分かる～ ガイドライン・調達仕様書モデル

- 1 IPv6対応ガイドライン**
  - IPv6対応の方法やスケジュールを検討していく上での留意点を整理
  - これをもとに、IPv6対応の基本計画を策定することを目標
- 2 IPv6対応調達仕様書モデル**
  - IPv6対応における機器等の調達時の手引きとして利用
  - IPv6対応の基本計画をもとに、調達上の要件を整理
  - 各企業・地方自治体の実態に合わせたカスタマイズをして活用

詳細はこちら▶ [http://www.soumu.go.jp/menu\\_seisaku/ictseisaku/ipv6/](http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ipv6/)

## IPv6ガイドラインと調達仕様書モデルの活用シーン

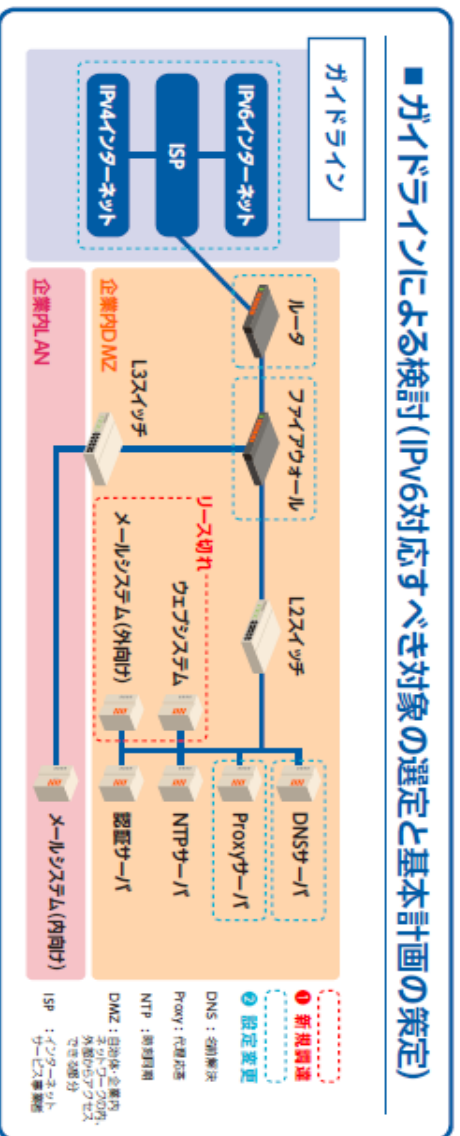




## 調達仕様書作成のモデルケース【例】民間企業A社の場合…

### ■ガイドラインによる検討(IPv6対応すべき対象の選定と基本計画の策定)

1. 自社インターネット環境は、主にウェアリシステム(社外向けホームページ)と社員のメールアドレス。ECサイトなどはない。
2. ウェリシステムとメールアドレスで利用している機器が、間もなくユーエ終了。➡ 将来を見据えIPv6対応を決定。
3. ただし、喫緊性、コスト面から、ユーエが終了するシステムおよびその関連周辺機器のみIPv6対応することに方針決定。(企業内LANまではIPv6化しない)



### ■調達仕様書モデルによる検討(調達仕様書の作成)

