

IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会 第四次報告書概要

～ IoT時代を拓く新たな戦略 ～

2016年1月

- インターネットは、国境を越えたオープンなネットワークとして、情報の自由な流通が確保されることで、インフラとアプリケーションやサービスが相互に発展。
- それらの間で論理的な基盤として機能するIPアドレスやドメインネームの安定した供給は、インターネットの発展及び普及に不可欠。
- これまでのインターネットの世界的普及と飛躍的発展とともに2011年4月15日には、アジア太平洋地域及び日本で、IPv4アドレスが枯渇。
- 本研究会では、IPv4アドレスに替わるIPv6アドレスへの対応の普及方策等を検討し、2011年12月には第三次報告書を取りまとめ。その後、進捗状況の検証等を行い、2012年7月と2013年7月にプロGRESSレポートを取りまとめ。
- 固定通信事業者や大手インターネット接続サービス提供事業者(ISP)等でIPv6対応サービスは徐々に拡大したものの、実際のIPv6の利用は十分とはいえない状況。
- 新たな付加価値や産業を創出し、世界の社会経済システムを変革しうるIoT(Internet of Things)の出現により、無限に近い数のデバイス等を媒介するIPv6アドレスへの対応が不可避に。
(⇒ IPv4アドレスの枯渇対策に加え、新たなIoT社会の構築のためのIPv6の活用へと転換)
- IoTの実装では、オープンかつセキュアであって、グローバル社会での利用を意識したインフラやプラットフォームを開発・展開することが重要。
- 本研究会では、以上を踏まえたIPv6対応のあり方等を検討し、IoT社会の実現に向けた戦略としての位置づけを与えた上で第四次報告書を取りまとめ。
- 新たなIoT社会の構築を早期に実現することで、我が国が世界でイニシアティブをとることに期待。

～インターネットの利用高度化とIPv4枯渇～

1. インターネットの利用高度化と課題

(1) インターネット利用形態の変遷

- ・電子メール、WWWや検索エンジン、クラウドサービス、放送型配信、M2M/IoTへと変遷
- ・今後 IoTから収集したビックデータを選択的に分析し、実際の社会経済システムに有用なデータをフィードバックする「ソーシャルICT」が注目

(2) 利用高度化を巡る新たな課題

① インターネット・トラフィックの増大

- ・ブロードバンド契約者の総ダウンロードトラフィックは4.4Tbps(53.5%増)で過去最大(←リッチコンテンツや携帯電話トラフィックオフロード等)
- ・深夜～早朝のトラフィックも増加傾向(←スマートフォンのアップデート等)
- ・国内ISP間トラフィックが拡大する一方、海外ISPからの流入トラフィックは増加が鈍化(←国内キャッシュサーバからの配信増等)

② 安全・信頼性の確保

経済社会の基盤を担うインターネットが災害時等においても継続的に接続が確保されるよう、電気通信設備の安全・信頼性の確保が重要

③ サイバーセキュリティ対策

2020年の東京オリンピックの開催に向け、サイバーセキュリティ対策は喫緊の課題

④ オープンなネットワークを前提とした対応

クローズドなネットワークだから安全との思い込みはかえってセキュリティリスクを高め、インターネットの利便性を損ねる恐れがあり、サイバーセキュリティ対策をとったオープンなネットワークが望ましい

2. IPv4アドレスの枯渇と再利用の現状

(1) 国内外の枯渇状況

2011年4月の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、根本的な解決策とはならない

(2) CGNによるIPv4グローバルアドレスの共用

IPv4枯渇対策として、CGN(Carrier Grade Network Address Translation)を用いたIPv4グローバルアドレスの共用が移動通信事業者を中心に実施
⇒IPv6対応への追加的な設備投資の見返りが不透明なこと等を背景に、IPv4サービスが継続

(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
⇒更に流通量が減少し、取引価格の上昇も予想

(4) IPv4利用を継続するリスク

- ・多段NAT等によるアプリケーションの動作不良の恐れやデフォルトでIPv6が動作する機器によるIPv6非対応事業者におけるセキュリティ問題
- ・顧客、企業等からのIPv6サービス要求に対するインフラ輸出等を含む国内外のビジネス機会を損失 等

第2章 IoT時代の幕開け

～新たな付加価値の創造とIPv6の役割～

1. IoTの出現と新たな経済社会

(1)モノとモノをつなぐ新たなデバイスの出現

- ・ウェアラブル機器、ネット家電、ドローン等が商用化。近い将来、自動走行車や介護／案内ロボット等が出現
- ・スマートメーターや水道管漏水検知センサー等が商用化。橋梁の老朽化やゲリラ豪雨の対策を実証
- ・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に対応との試算

(2)IoTを支えるインターネットの新たな潮流

- ・SDN(Software Defined Networking)やCDN(Contents Delivery Network)等ネットワーク技術が高度化。端末近くで処理を行うエッジコンピューティング等によりIoT社会の低遅延・低負荷リアルタイム処理が可能
- ・携帯電話の4Gサービスが開始、さらに5Gが2020年に実用化見込み
- ・自動運転支援システムや自動車が様々なモノと通信するV2X(Vehicle to X)システムの開発など、自動走行に向けた取組が加速

(3)IoTで実現される新たな経済社会の姿

- ・ロボットがネットワークとつながり、人とコミュニケーションできる社会やスマートシティ、「ファブ社会」の実現
- ・製造、農業、流通などWin*の関係を構築するエコシステムの創出
- ・環境モニタリング、災害対策など住民サービス等の向上

3. IoT推進における課題

- ・クラウドサービスやビッグデータの利用増等による、これまで以上のインターネット・トラフィック急増への対応
- ・社会経済システムの安定性や人の安全に関わるデータ交換も増加し、IoTを提供する電気通信設備の安全・信頼性の確保が一層重要
- ・サイバー攻撃の脅威が増大する可能性があり、IoT時代におけるサイバーセキュリティの確保はこれまで以上に重要な課題
- ・クローズドなネットワークの増加やプライベートアドレスの割当が進むと、インターネットの利便性やインターネット本来の姿を損なう可能性(⇒インターネットと接続される可能性のあるネットワークは、サイバーセキュリティ対策を図ったオープンでセキュアなIPv6対応が重要)

2. IoT社会の実現に向けたIPv6の役割

(1)IoTの実現に向けた取組

- ・米国Global City Teams ChallengeやドイツIndustrie4.0等の取組
- ・情通審「IoT/ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」審議中
- ・総務省では、本年10月、近未来におけるICTサービスの諸課題展望セッション「近未来におけるICTサービスの発展を見据えた諸課題の展望」を発表

(2)2020年に向けた我が国の施策動向

- ・「世界最先端IT国家宣言」(2015年6月閣議決定)では、今後5年間程度で世界最高水準のICT利活用社会の実現とその成果を国際展開を目標。2020年の東京オリンピック・パラリンピック競技大会の機会を活用
- ・総務省では、2020年に向け無料公衆無線LAN環境の整備促進等に取り組む

(3)IoT社会でIPv6の果たす役割

- ・IoTを媒介するIPアドレスは、枯渇状態のIPv4では対応が困難
- ・IoT社会の構築にはモバイル通信が重要であり、IPv6アドレスが不可欠

①IPv6対応の提供者メリット

- ・新事業展開の拡張性に優れ、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
- ・位置情報の活用やセキュリティ確保の面で有利
- ・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

②IPv6対応の利用者のメリット

- ・IPv6対応を意識せず利用でき、IoTの新サービスを享受可能
- ・事業者コストの低減により、サービスの向上や利用料の低廉化への期待

～転換期を迎えたIPv6対応と我が国への警鐘～

1. 諸外国のIPv6対応とグローバル展開

(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。全世界の約9.15%の利用者がIPv6アクセス(2015年11月)

○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(多くの場合、ネットワークの効率運用を図るために、LTEや光ファイバ等の新規敷設の際に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(ベルギー)や、政府情報システムのIPv6対応の計画的な推進(米国)等

⇒主要各国でIPv6推進政策が進められており、一定の政府の役割が求められる

(2) 世界規模上位レイヤー事業者の新たな展開

・諸外国のコンテンツのIPv6対応率は、北米、欧州等で40～50%。Google、Facebook、Apple等の世界規模のハイパージャイアントのIPv6対応の影響が大

⇒IPアドレス管理コストの低減や位置情報の活用、低遅延・セキュリティ面等の理由から戦略的にIPv6に対応

・特にAppleは、iOS9以降、全てのアプリケーションに対しIPv6に対応すること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

2. 我が国のIPv6対応状況

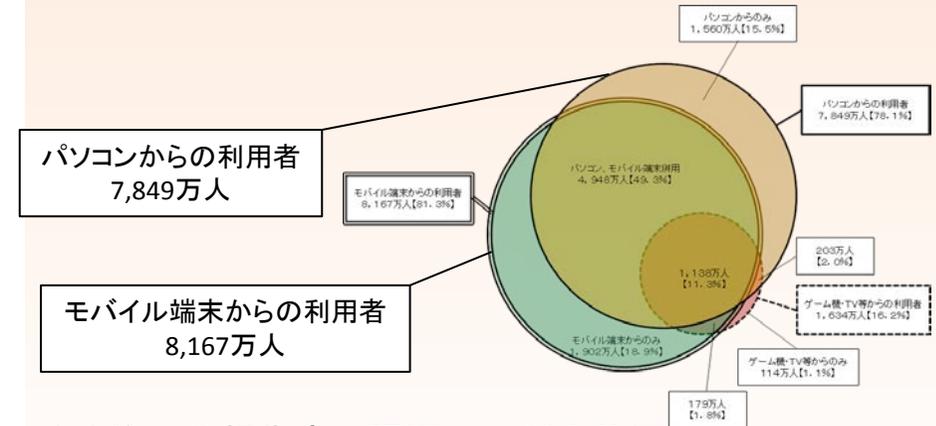
(1) 我が国におけるインターネット接続サービスの利用状況

・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



(2) 第三次報告書の課題への対応状況

第三次報告書(2011年12月)の課題への対応状況等からは、IPv6対応は着実に進展しているが、上述の国際状況等に鑑みると、未対応の事業者、サービス等におけるIPv6対応の拡大に向けた戦略的な見直しが必要

【課題1】IPv6インターネット接続サービスの利用拡大

【課題2】中小ISP/データセンター等の対応促進に向けた対処

【課題3】IPv6利活用サービスの普及に向けた環境整備

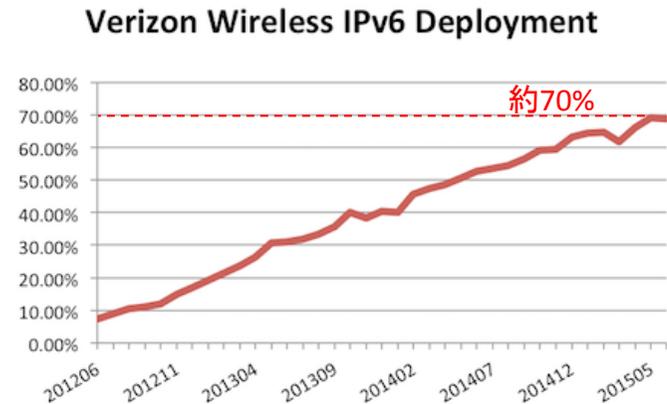
(3) IPv6対応の主体別状況と課題 <別掲(参考)>

GoogleへのIPv6によるアクセス割合(世界)



(出典) <https://www.google.com/intl/ja/ipv6/statistics.html> (2015年10月29日時点)

ベライゾン・ワイヤレス(米国)のIPv6アクセス割合



(出典) 参考資料10 米国におけるモバイル分野の先進事例

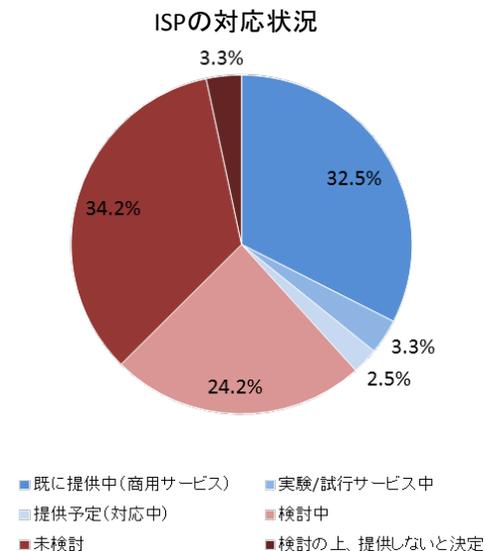
GoogleへのIPv6によるアクセス割合(国別)



(出典) <https://www.vyncke.org/ipv6status/compare.php?metric=p&countries=be,ch,us,de,pt,pe,gr,ee,jp,cz> (2015年9月29日時点)

我が国のIPv6対応の現状

- IPv6インターネット接続サービスを提供中のISPは、約32.5%
- 移動通信事業者は、ほぼ未対応



事業主体	対応状況
固定通信事業者	<ul style="list-style-type: none"> ・NTT東西は、フレッツ光ネクスト(NGN)上で、PPPoE方式(トンネル方式)とIPoE方式(ネイティブ方式)の2つの方式でIPv6サービスを提供 ・2015年2月より、NGN上の光回線を他事業者へ卸提供する「光コラボレーションモデル」を開始 ・KDDIは、auひかり上でIPv6接続サービスを提供。2014年9月より全ての加入者に対してデフォルトでIPv6対応
ISP (CATV事業者を除く)	<ul style="list-style-type: none"> ・IPv6インターネット接続サービスを提供中のISPは30%(2014年3月)から32.5%(2014年12月)へと徐々に増加 ・小規模ISPのIPv6対応状況が大規模ISPに比べると遅れている
CATV事業者	<ul style="list-style-type: none"> ・IPv6サービスを提供中のCATV事業者は2%(2014年3月)から4.2%(2014年12月)へと徐々に増加
移動通信事業者 (MVNOを除く)	<ul style="list-style-type: none"> ・NTTドコモ: 2011年6月より、mopera UでIPv6を利用可能。一方、spモードはIPv6非対応 同社のネットワークにおけるIPv6利用率は約0.01% ・KDDI: 2012年11月より、LTE NET for DATAでIPv6を利用可能。一方、LTE NETはIPv6非対応 同社のネットワークにおけるIPv6対応率は約51.8%(固定系インターネット接続も含めた数値) ・ソフトバンク: 2015年6月より、一部IPv6対応端末でIPv6を利用可能 同社のネットワークにおけるIPv6対応率は約18.9%(固定系インターネット接続も含めた数値)
データセンター事業者	<ul style="list-style-type: none"> ・IPv6サービスを提供中のデータセンター事業者は23.6%(2014年3月)から24.5%(2014年12月)へと徐々に増加
コンテンツ事業者 (ASP/CSP)等	<ul style="list-style-type: none"> ・IPv6インターネット接続サービスを提供中のコンテンツ事業者は8.7%(2014年3月)から10.1%(2014年12月)へと徐々に増加
クライアント環境(OS)	<ul style="list-style-type: none"> ・Windows、MacOS、Android、iOSといった現在主流となっているOSについては、大半がIPv6に対応済 ・特にAppleは、iOS 9(2015年9月)以降、App Storeに掲載するアプリにはIPv6対応を必須化することを発表。また、iOS 9及びOS X(10.11)(2015年9月)以降、IPv4によるアクセスには25msの遅延を挿入することも発表
情報通信機器 (ルータ等)	<ul style="list-style-type: none"> ・CIAJ会員企業の販売中(2015年9月1日現在)の家庭・個人向けルータにおけるIPv6パススルー機能の対応状況は、41.4%(12機種)。そのうち、NGN接続専用のIPv6トンネルアダプタ機能を有するものは1機種のみであり、対応は十分には進んでいない
MVNO	<ul style="list-style-type: none"> ・現在IPv6による接続サービスを提供しているMVNOは、SIMカード型MVNOの場合、IJJのみで、他の会社は、提供にむけて準備中や検討中の段階

1. IPv6推進の基本的な考え方

～IPv6でつながる世界のフロントランナーに向けて～

(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に至る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対応による国際競争力の強化

国際競争力の強化の観点からIPv6対応を戦略的に見直し、実行することで、新規産業の創出やグローバル展開に結びつけるべき

2. IPv6対応の新たな展開と方向性～今後のアクションプラン～

(1) 2020年に向けた明確な目標設定

東京オリンピックに向け、その基盤となるIPv6利用拡大は2017年を目標に設定

(2) 事業等分野毎のアクションプラン

① 固定通信事業者

新規利用者以外の既存利用者にもデフォルト提供を推進

② ISP

IPv6対応のサービス・エリア拡大、デフォルト提供の更なる推進

③ 移動通信事業者 (MVNOを除く)

2017年にはスマートフォン利用者へのIPv6デフォルト提供が追加的負担なく展開される状況を実現 (IPv6 Mobile Launch)

④ MVNO

先行事例やMNOの取組を共有しながらIPv6対応へシフト

⑤ CATV事業者

IPv6対応のサービスやデフォルト提供の更なる拡大

⑥ データセンター事業者

グローバルな観点からデータセンター等のIPv6化を推進。また、IoT推進にともなう地域分散化の促進が必要

⑦ コンテンツ事業者

ISPやMNOのIPv6デフォルト化に合わせてIPv6対応

⑧ 情報通信機器ベンダー

家庭用ルータ等のIPv6対応、利用者へのデフォルト設定の推進
IPv6対応の見える化のため、IPv6 Ready Logoの取得を推進

⑨ 政府機関・地方公共団体

IPv6によるコンテンツ提供、情報システム、Wi-FiネットワークのIPv6対応を推進

⑩ 一般企業等

社内情報システム構築等でのIPv6対応の推進

(3) 分野横断的に実施すべき取組

① IPv6を活用したIoTの実装の推進

- ・研究段階～開発・実装までIPv6対応のネットワーク・デバイスを開発
- ・典型的なプラットフォームの社会実証でIoTサービスの実用化を促進

② IPv6対応の見える化と政府調達の要件化

- ・事業者等は、IPv6 Ready Logoを取得した機器の使用を前提
- ・政府調達等でIPv6対応機器の活用を要件化し、IPv6普及を牽引

③ 政府政策等を踏まえたIPv6対応

- ・M2M等専用番号の運用の在り方等に係る施策の活用を検討
- ・東京オリンピックに係る取組等との連携の推進
- ・Wi-Fiネットワーク等の構築では、IPv6専門家を交え、総務省とも連携しつつ、関係事業主体間が協力して推進

④ 人材育成・普及啓発の推進

- ・オープンでセキュアなIPv6対応の推進を協議会等で普及啓発
- ・成功事例等の情報共有など人材育成・普及啓発の推進

⑤ 我が国の取組の国際的な発信

- ・ベストプラクティスやデータを積極的に公開し、世界に対しても発信

⑥ 継続的な調査及びPDCAの実施

- ・IPv6の実際の利用状況を客観的・定量的に把握する仕組みの検討
- ・国内・海外のIPv6対応状況の継続的な調査
- ・毎年度進捗を把握し結果を公表。隔年でプロGRESSレポートを策定

- IoTは、社会経済システムに新たな付加価値を萌芽させ、産業構造の変革や利用者への利便性の向上、モノに対する価値観の変化をもたらし、災害対策への活用で安全・安心に貢献。
- 世界規模課題の先進国である我が国がIoTでリーダーシップをとり、社会基盤の自律化や生産能力の向上、災害対策の高度化等を実践し、国際貢献を果たす必要。
- このようなIoTが今の経済社会で受け入れられるには、人とのコミュニケーションの充実や、人の安全、サイバーセキュリティの確保等が重要。
- 本研究会ではIPv4アドレスの枯渇対策のためIPv6対応を推進。IoT出現によるパラダイムシフトを好機と捉え、IPv6対応を新たなイノベーション等に活用するための今後のIPv6対応の基本的な考え方や具体的な取組方策について検討。
- ここで共有された認識は、インターネット先進国であった我が国のインターネット関連産業が国際的な展開戦略を見失っているうちにIPv6対応の普及でも国際的な後れをとりはじめたということ。インターネットの源泉であるIPv6対応を、国家戦略の一環として位置づけ、加速しなければならないというものであった。第3章の統計データは我が国への警鐘ともなった。
- 2020年の東京オリンピックを契機に、IPv6でつながるIoT社会のフロントランナーとして世界に発信していくため、2017年をIPv6利用拡大の取組の一つの重要な通過点とした。
- 2020年は我が国が5G携帯電話ネットワークを実現する年となり、これと呼応する形で、モバイル分野のIPv6デフォルト化を具現化するため「IPv6 Mobile Launch」の旗を掲示。
- 今後我が国がベストプラクティスを国際経済社会に発信し、国際貢献を果たすとともに、IoTのグローバル市場で優位に立つことを切に期待。

(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(第32回まで)
	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
	永見 健一	一般社団法人 テレコムサービス協会 政策委員会委員長(第33回から)
	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	

【参考】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)

平成28年(2016年)

