

提言：インターネットの継続的な発展に向けて

～IPv4アドレス枯渇への適切な対応、IPv6の更なる普及のために～

2015.9.28

IPv4アドレス枯渇対応タスクフォース アクションプラン支援WG

<http://www.kokatsu.jp/>

本資料は、IPv4アドレス枯渇とIPv6への対応に関連した様々な領域やプレーヤーごとに、IPv6の普及の現状と課題を整理し、更なるIPv6の普及に向けた提言をまとめたものです。IPv4アドレス枯渇対応TFおよびその配下のアクションプラン支援WGは、IPv4アドレス枯渇への適切な対応とIPv6のスムーズな導入を目指して、関連業界団体の有志で活動しています。

日本におけるIPv6普及の全体状況

■ 世界に対する日本の状況

- IPv6利用者数やIPv6トラフィックの状況から見て、日本はIPv6普及先進国の1つと言える。

■ インターネット関連事業者

- 大手通信事業者の固定網ではIPv6サービスを提供しており、契約数ベースで見ると多くの利用者がIPv6を利用可能な環境にある。IPv6サービスのデフォルト提供も進んでおり、利用者数が増加している。
- モバイル網の一部ではIPv6サービスが提供されているが、デフォルト提供はされていない。また、公衆無線LANサービスではIPv6について考慮されていない状況にある。
- 大手データセンター事業者、クラウドサービス事業者(*)のIPv6対応は進んでいるが、利用者からの要求が少ないため、実際のIPv6利用は広がっていない。

(*2015年6月現在、AzureやAWSなどの大手海外クラウドサービス事業者は、IPv6に対応していない。)

■ 企業/自治体および個人利用者

- 企業/自治体では、公開Webサイトや組織内LANをIPv6に対応した組織は、現状ではごく僅かに留まっている。
- 一方、情報機器のIPv6対応は進んでおり、通信事業者のIPv6対応が進むことで、個人利用者などはいつでもIPv6が利用可能な状況にある。

IPv4アドレスの入手とIPv6アドレスの分配の状況

■ 枯渇後のIPv4アドレスの入手方法

- 世界のIPアドレス管理組織において、IPv4アドレスの在庫はほぼない。(アフリカ地域を除く)
- 日本を含むアジア地域では、APNICが管理する枯渇後の限定在庫の中から、少数のIPv4アドレス(1組織あたり最大2,048個)の分配を受けることはできる。ただし、現在の分配ペースがこのまま継続すると仮定した場合、限定在庫の分配もあと5年程度で終了することになる。
- それ以外に、既に分配されたIPv4アドレスを保有する組織から、「移転」により調達する方法がある。現状、移転の取引価格は1アドレスあたり1,200円(US\$10)程度となっており、今後IPv4アドレスの流通量が減少するに従って価格が上昇することが予想されている。

■ IPv6アドレスの分配状況

- 世界的にIPv6アドレスの分配数は堅調に増加しており、特にヨーロッパとラテンアメリカ地域では著しく増加している。
- 日本ではJPNICの指定事業者のうち、既に6割程度の組織がIPv6アドレスの分配を受けており、IPv6アドレスの分配数の増加は緩やかになっている。

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%強となってきた

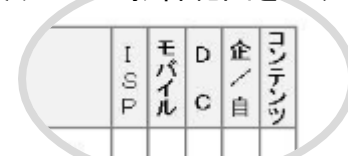
モバイルキャリア

- 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。

IPv4を利用し続けるリスク①

■ IPv4による運用を継続するリスク

- ISPやモバイルキャリアでのCGNの導入が進むと、IPアドレスだけでは送信元を特定できなくなり、ポート番号や時刻情報などを加えた従来より複雑なログ管理が必要となる。
- 現状では市場取引などの手段でIPv4アドレスの調達が可能だが、その調達コストは今後上昇していくと考えられる。

リスク	内容	ISP	モバイル	D C	企 ／ 自	コ ン テ ン ツ
送信者の管理が複雑化	IPv4アドレス枯渇の影響によりCGNの導入が進むと、送信者の管理のため、従来の情報に加えてCGNでの情報(変換前後のIPv4アドレス/ポート番号、時刻等)、アクセスを受ける側での情報(ポート番号等)をログ等で取得、管理する必要がある	✓	✓	✓	✓	✓
多段NATの影響	CGNなどの導入によって多段NATを介する通信となり、一部のアプリケーションが正常に動作しなくなる恐れがある	□	✓		□	✓
IPv4アドレス調達コストの上昇	今後のIPv4アドレスの調達は市場取引に頼ることとなり、次第に調達コストが上がるのが予想される	✓	✓	✓		□

※CGN(Carrier Grade NAT)の説明については、付録を参照

✓: 関係する領域 □: 可能性がある領域

IPv4を利用し続けるリスク②

■ IPv6に対応しないことによるリスク

- PC等の端末やサーバ/ネットワーク機器のIPv6対応は進んでおり、既にIPv6を全く無視した運用はできない。
- 今後、徐々に増えることが予想される顧客のIPv6サービスに対するニーズを、各事業領域でどう捉えるかの問題となる。

リスク	内容	I S P	モ バ イ ル	D C	企 ／ 自	コ ン テ ン ツ
未管理のIPv6機器のふるまい	PCなどの端末ではデフォルトでIPv6機能が動作するため、IPv6通信を管理していない状態では、セキュリティ問題や品質低下が生じる	✓	✓	✓	✓	✓
ビジネスの機会損失	顧客からIPv6サービスを要求された場合、他にIPv6に対応した事業者があれば、顧客の流出やビジネス上の機会損失が生じる	✓	□	✓		□

✓: 関係する領域 □: 可能性がある領域

IPv6に対応するメリット

■ 性能向上と新規サービスおよびシンプルなネットワーク構成への期待

- NATを介するIPv4による通信と比べて性能が向上し、すべての機器がグローバルアドレスを持つことで、IPv6を用いた新たなサービスの出現も期待できる。
- 大規模なネットワークでは、ネットワーク設計/管理が楽になる。

メリット	内容	I S P	モ バ イ ル	D C	企 ／ 自	コ ン テ ン ツ
スループットの向上	NATを介さない通信が可能となり、方式や条件によってはスループットの向上が期待できる	✓	✓	✓		□
P2Pサービス、IoTへの対応	今後、新たに登場することが予想されるP2Pサービス等は、IPv6を利用する方が容易に実現できる	□	□	□	□	□
ネットワーク設計の容易化	大規模なネットワークを設計する場合、IPv6の広大なアドレス空間により、設計/管理が格段に容易になる	✓	✓	✓	□	□

✓: 関係する領域 □: 可能性がある領域

デュアルスタック運用とそのオーバーヘッド

■ IPv4によるサービス継続の必要性

- ISP、モバイルキャリア、データセンター事業者等のサービス提供事業者の場合は、当面IPv4によるサービスを継続して提供する必要がある。
- その場合、IPv6サービスを提供すると、IPv4サービスとのデュアルスタックによる運用となる場合が多い。

■ IPv6をベースとしたオペレーションの可能性

- デュアルスタックによる運用の場合、当然IPv4のみのサービスを提供することと比べると運用コストが増大する。
- 将来的にIPv6の重要性がより高くなることを考えると、今後新規に構築するネットワークは基本的にIPv6だけで構築、運用し、ユーザとの接続時に必要に応じてIPv4に変換するような形で運用することも考えられる(*)。

* : 既にIPv6をベースとして運用している事業者も出現している

その他の領域のIPv6対応状況と課題

- IPv6はアドレス空間が広いいため、IoT/M2Mなど多くのセンサーや機器が接続されるようなシステムにおいて、有効である。
- これまで独自の仕様で作られていた重要インフラ/制御システムのネットワークにおいてもIP技術が使用されるようになってきている。これらは外部接続がないことを前提としているためにIPv4プライベートアドレスが利用されていることが多く、IPv6対応の必要性は高くないと考えられている。

課題

- IoT/M2MシステムにおけるIPv6活用事例を作っていくことが必要である。
- IPv4プライベートアドレスだけで作られたシステムの場合は、他のプロトコルが流れないようにしなくてはならない。そのためには、IPv6機能や通信を完全にオフあるいはフィルタリングするとともに、他のプロトコルが流れていないかを監視することが必要である。このようなシステムの構築および運用技術を確立する必要がある。

提言: インターネットの継続的な発展に向けて

■ インターネットの標準プロトコルはIPv6主体の時代へ

- IPv6を主体として、IPv4を含めたネットワーク/コンテンツ/サービスを実現することにより、コスト/サービスの改善を推進する。

■ IPv4の取り扱いを再考すべき時期に

- 今後予想されるIPv4アドレスの調達コストの上昇、運用の複雑化といった課題はあるが、IPv4インターネットサービスの需要が存在する限り、IPv4によるサービスを継続する必要がある。しかし、従来の管理方法のままではなく、IPv4アドレスの有効利用、IPv4サービスの提供方法等を再検討する時期にきている。

■ 最先端技術によるサービス創出で国際競争力を向上

- かつて日本はインターネット/IPv6先進国だったが、海外でのIPv6普及が進んでおり、現在では海外の企業にサービス展開で遅れをとっている。今後、新ビジネス/サービスの展開のために様々な取り組みをしていくことで、日本の国際競争力の向上を図っていく必要がある。

付録1：IPアドレス配布状況の詳細

IPv4アドレス配布状況

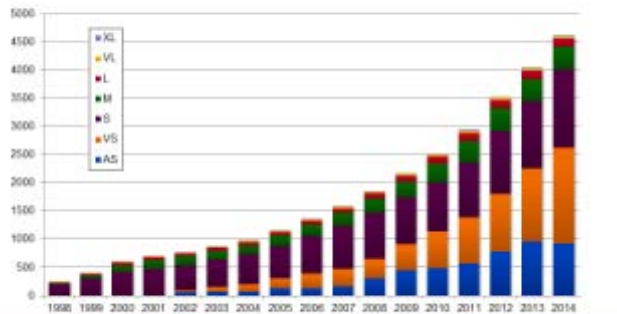
■ APNIC、JPNICにおいては最後の/8ブロック(103.0.0.0/8)から、分配を行っている

- APNICが管理する最後の/8ブロック(103/8)からの分配数推移 (件数)

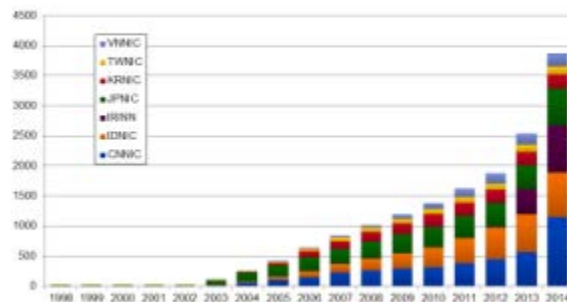
	2011	2012	2013	2014
APNIC	856	1,098	1,542	2,275
JPNIC	53	25	16	23

- APNICの件数は、JPNICの件数を含んだ数字
- 現在103/8全体の消費量(分配済み)は3割弱
- APNICの分配数のうち既存メンバーへの分配よりも新規契約者に対する割合が多い

APNIC Membership



Total NIR Sub-Accounts



- APNIC39で発表されたAPNICメンバーおよびNIR配下のアカウント数の推移
- 現状の103/8の在庫量から約11,000件の分配が可能
- 今後毎年2000件/年ペースの分配とした場合、あと5年程度で在庫が尽きることになる

2015/03/06 APNIC39 Annual Reportより

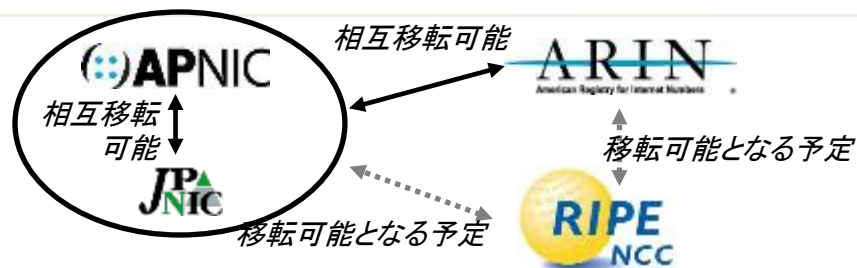
■ 上記に加えて、2014年から返却されたアドレスブロックからも、一組織あたり最大/22の分配を一度だけ受けることができる。

- APNICの返却ブロックからの分配数1,749件(2014年) APNICの返却在庫は合計/11+/12+/13(2015/05現在)
- JPNICの返却ブロックからの分配数 14件(2014年) JPNICの返却在庫は合計/15

IPv4アドレス移転状況

■ 現状の移転可能範囲

- JPNIC-APNIC
- ARIN-APNIC(JPNICを含む)



■ 移転件数の状況(2015年4月時点)

	移転件数	うち相互移転件数
JPNIC	164	8
APNIC	350	69
ARIN	366	69
RIPE NCC	1,030	-

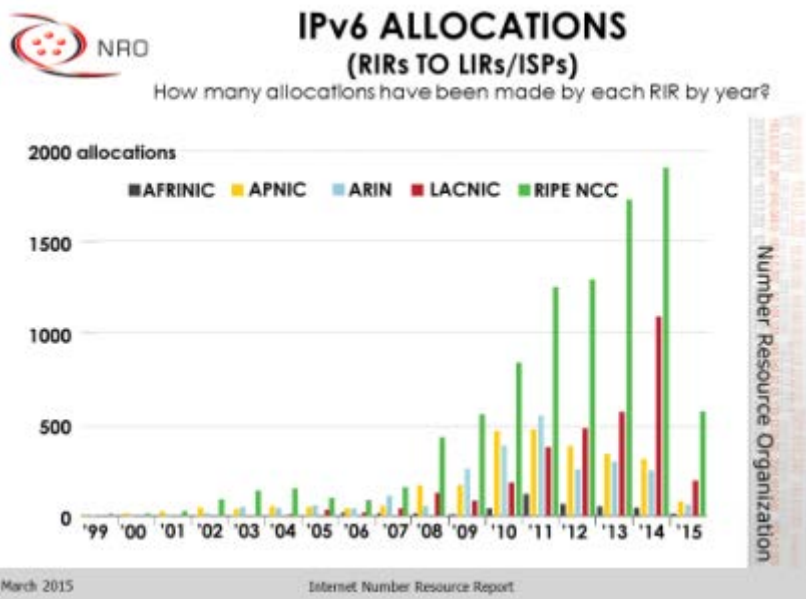
- 現状、相互移転のほとんどがARIN->APNIC(または配下のNIR)である
- 今後、RIPE NCCとの相互移転が可能になることで、ARINから流出するアドレスがAPNIC地域とRIPE地域の取り合いになる可能性があり、これは移転価格の上昇につながる可能性がある
- JPNICにおける移転履歴は下記のURLを参照
<https://www.nic.ad.jp/ja/ip/ipv4transfer-log.html>

■ RIRにおける移転支援策

- APNICでは、APNICが承認した移転可能サイズを表示し、移転(譲渡)希望者がコンタクトできるようにするサービスを提供している。また、仲介事業者のリスト掲載も行っている
- ARINは、移転希望者(譲渡、譲受の双方)と仲介業者が名を連ねることができるリストのサービスを提供している
- RIPE NCCは譲渡希望者をリストするサービスを提供している
- JPNICはAPNICと同様のサービス提供を検討中である
- まとまったIPv4アドレスを早く入手したい場合は、国内よりも国際移転が有効であり、国際移転を行う場合は仲介業者を経由する方が確実だと言われている
- 仲介業者を利用する場合、移転価格の他に仲介業者に対する費用も考慮する必要がある

IPv6アドレス分配状況

■ 各RIRにおけるIPv6分配数推移



NRO Internet Number Resource Report – March 2015より

- IPv4アドレス枯渇前後から急速に増加している
- ARIN、APNICはIPv4アドレスのIANA在庫が枯渇した2011年が分配ピークで徐々に減少している
- RIPEおよびLACNICはその後も堅調に増加している

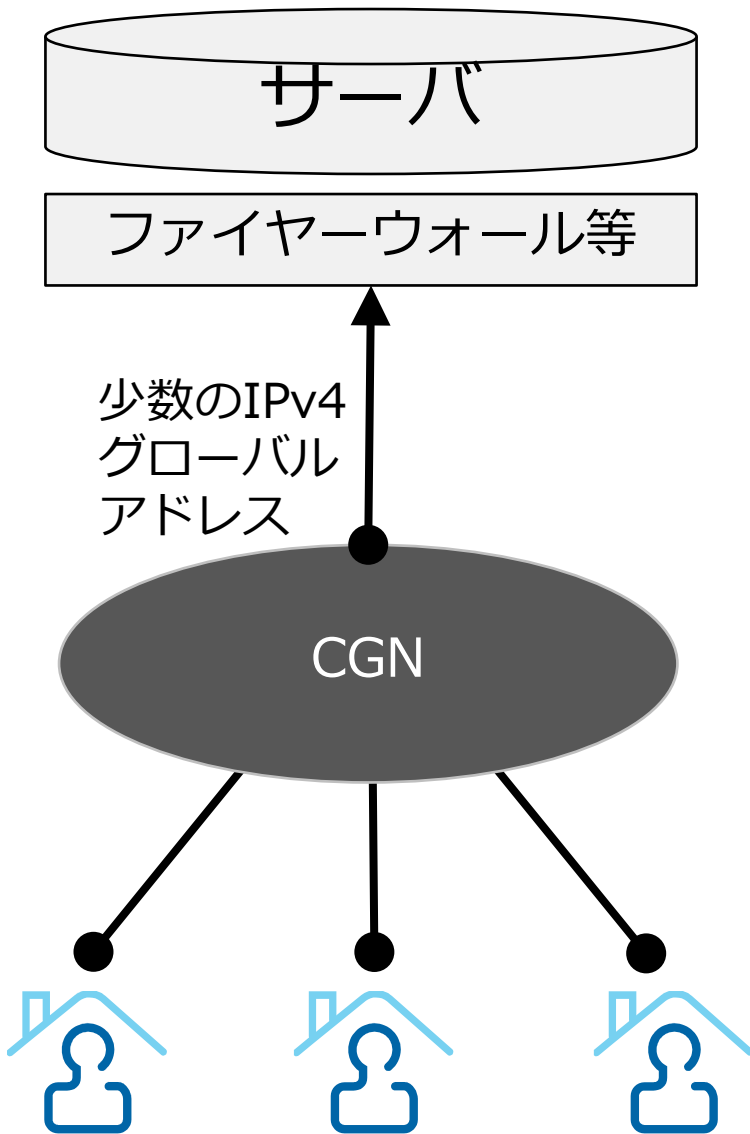
■ 各RIRおよびJPNICにおけるIPv6分配数

	AfriNIC	APNIC	ARIN	LACNIC	RIPE	JPNIC
LIR	826	4,748	5,071	3,137	11,744	408
AS番号	1,203	5,532	6,247	5,043	27,330	642
IPv6 (/LIR)	475 (57.5%)	3,591 (75.6%)	1,173 (23.1%)	3,656 (116.5%)	11,171 (95.1%)	303 (74.3%)
(/ASN)	(39.5%)	(64.9%)	(18.8%)	(72.5%)	(40.9%)	(47.2%)

- 契約しているLIRおよび分配しているAS番号に対するIPv6アドレスの分配率を分析
 - IPv6の分配を受けているLIRの実数は、RIPE(8,872(76%))とJPNIC(234(57%))以外は不明
- AfriNICはIPv4アドレスの枯渇前であり、IPv6アドレスの分配数はまだ少ない。また、ARINにおいても、LIRおよびAS番号に対するIPv6アドレス分配率が他RIRと比較して極端に少ない
- AS番号に対する割合で比較すると、北米、欧州、日本など古くからインターネットを利用しているところ(歴史的PIアドレスを多く保有しているところ)が、APNIC地域やLACNIC地域など新興国が多いところに比べ、IPv6アドレスの分配率が低い

付録2: CGN運用に関する制限事項

(付録) CGN(Carrier Grade NAT) について

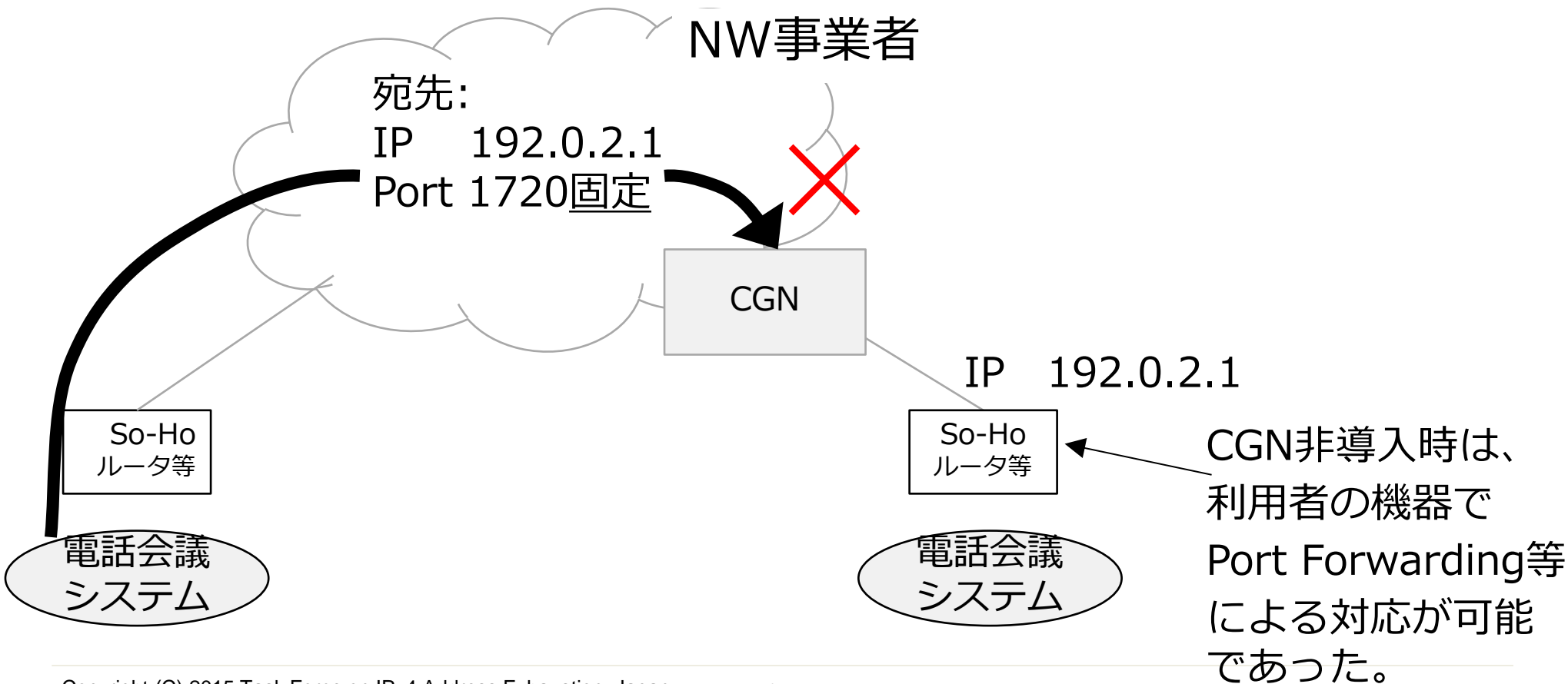


複数のエンドユーザで、少数のIPv4グローバルアドレスを共有するための装置

- CGNは、既にモバイル事業者を中心に各国で導入されている。
- 同一アドレスのエンドユーザはポート番号で区別される。
- NATルータによるuPnPやH.323対応など、利用者側の機器で対処していたNATトラバーサル機構の利用ができなくなり、動作しなくなるアプリケーションがある。

(付録) CGNにより通信に影響が出る具体例

一部の電話会議システムは、
変更不可のポート番号(例:1720)を使う仕様となっている。
その通信は、NW事業者のCGNで遮断される。



IPv4の継続運用により各プレーヤーが受ける影響

■モバイル事業者/ISP/データセンター

- IPv4アドレス枯渇後に事業拡張を行う場合は、IPv4アドレス移転やCGN等の導入が不可欠となる。

■国民・エンドユーザ

- モバイル事業者/ISPによるCGN等導入により、
 - 権利の侵害等を受けた被害者のための発信者特定が難しくなる。
(刑事事件や民事訴訟等の解決が難しくなる。)
 - モバイル事業者/ISPの内部コスト増やIPv4の品質を低下させる事業者が出現する可能性がある。

■コンテンツ事業者・クラウド事業者等

- CSP・機器メーカーは、IPv6移行技術毎にIPv4接続検証等の追加業務が発生する。