



IPv6アプリケーション

株式会社 インテック
先端技術研究所 廣海緑里

Copyright © 2011 INTEC Inc.

ITホールディングスグループ



IT Holdings
Group

1. 多様化するインターネット
2. IPv4枯渇対応やIPv6導入の留意点
3. アプリケーション開発のIPv6対応
4. まとめ
5. 本プログラム

1. 多様化するインターネット

IPアドレスとアプリケーションの関係



ネットワークを利用するアプリケーションには、IPアドレスを扱うコードが潜んでいます

	ネットワークとの関係	代表例
1	アプリケーションから直接ネットワークにアクセスするもの	Webブラウザ、Webサービス、skypeなどのコミュニケーションツール
2	アプリケーションとは独立にアクセスするが、両立していないと動作しないもの	セキュリティ対策ソフト
3	アプリケーションとは完全に独立でネットワークにアクセスし、アプリケーションの動作にも影響しないもの	文書作成ソフトの公開テンプレート ソフトウェアアップデート
4	ネットワークとは完全に無関係なもの	人事管理ソフト、名刺ソフト

途中で分類が変わることもある。インターネットが普及、拡大すると（1）に近づく傾向

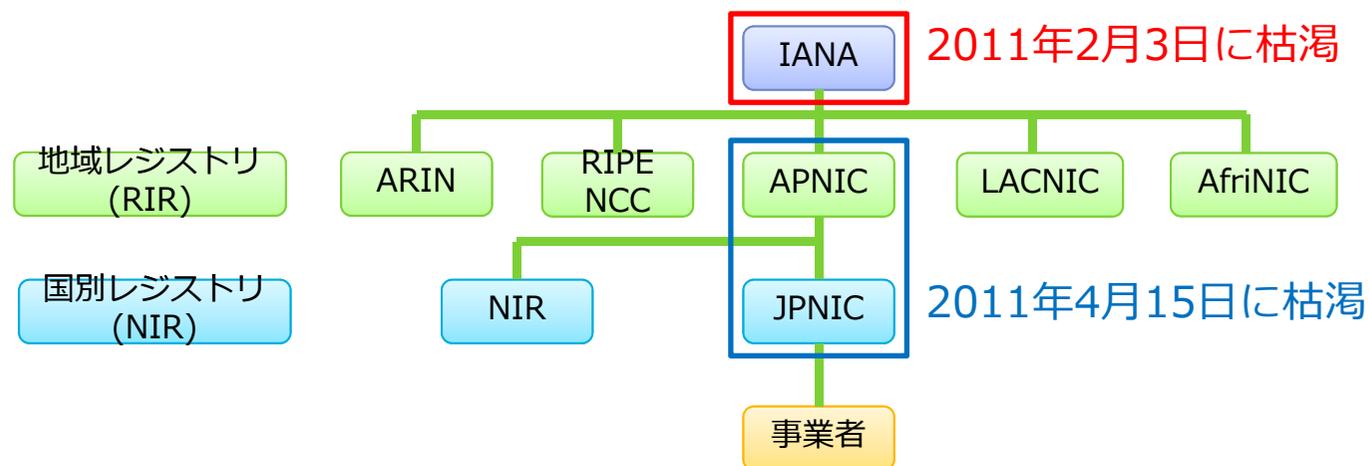
2011年2月3日にIPv4アドレスの世界在庫が枯渇

**2011年4月15日にアジア太平洋の在庫が枯渇
それに伴い日本で新規のIPv4アドレスの割振りも終了**

IPv4アドレス枯渇状況

- 日本のIPv4アドレスは事業者が持つアドレスのみ
- アドレスが不足している事業者はアドレス移転を開始

日付	状況
2011年2月 3日	世界在庫(IANA)が枯渇
2011年4月15日	アジア太平洋地域在庫が枯渇 日本のIPv4アドレスは事業者が持つアドレスのみ
2011年8月22日 ~	IPv4アドレス移転 (USEN→So-net) 計6社が移転手続き実施 (11/01現在)



アドレス枯渇対策と問題

根本的な解決は、IPv6導入であり、導入が推進されています

i. IPv4アドレスを回収・再利用する

- JPNICなどのレジストリは回収の努力は続けているがほぼ限界
- アドレス取引はJPNICでは、2011/8/1から移転申請手続きの受付を開始
- **一時的な解**とはなりうるが、**今後の需要をすべてまかなえない**
- アドレスの使用歴は不明であり、ブロックされている可能性がある

ii. IPv4アドレスを節約する（プロバイダの中にキャリアグレードNATを導入）

- キャリアグレードNAT(CGN)の配備が必要
- **暫定的なつなぎの解としては有効**
- **NATの多段化による技術的な問題あり**
セキュリティ、動作しないアプリケーション、スケーラビリティ

iii. IPv6を導入する

- システム全体を対応する必要がある(**アプリのIPv6対応を含む**)
- 切り替えではなく、**IPv4・IPv6混在環境**となる
- アドレス量は莫大であり、**一度移行すれば長期的には最も有望**

アドレス枯渇はどういう意味をもつ？

ネットワークにとって

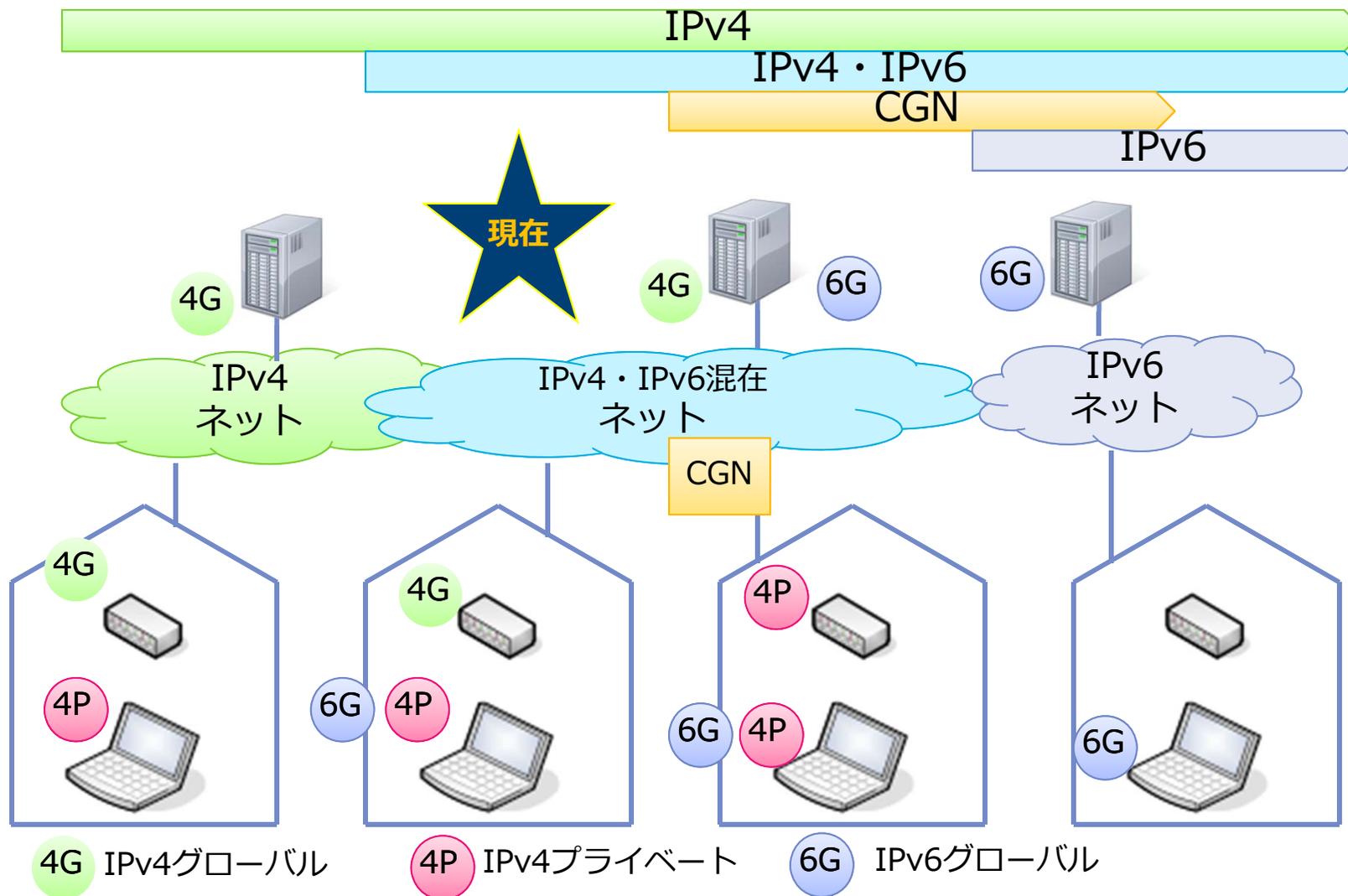
- 今までの“インターネット”が動作しなくなるわけではない
- IPv4でインターネットの拡張ができなくなる
 - 世界人口70億 インターネット人口は20億
 - 現在はPCネットワーク 将来はモノ・センサーネットワーク
 - スマートフォンにはIPアドレス付与が原則
- IPv6とのつきあい方を考える時期に入る
 - IPv6が導入されたネットワークとどうつなぐか

アプリケーションやサーバにとって

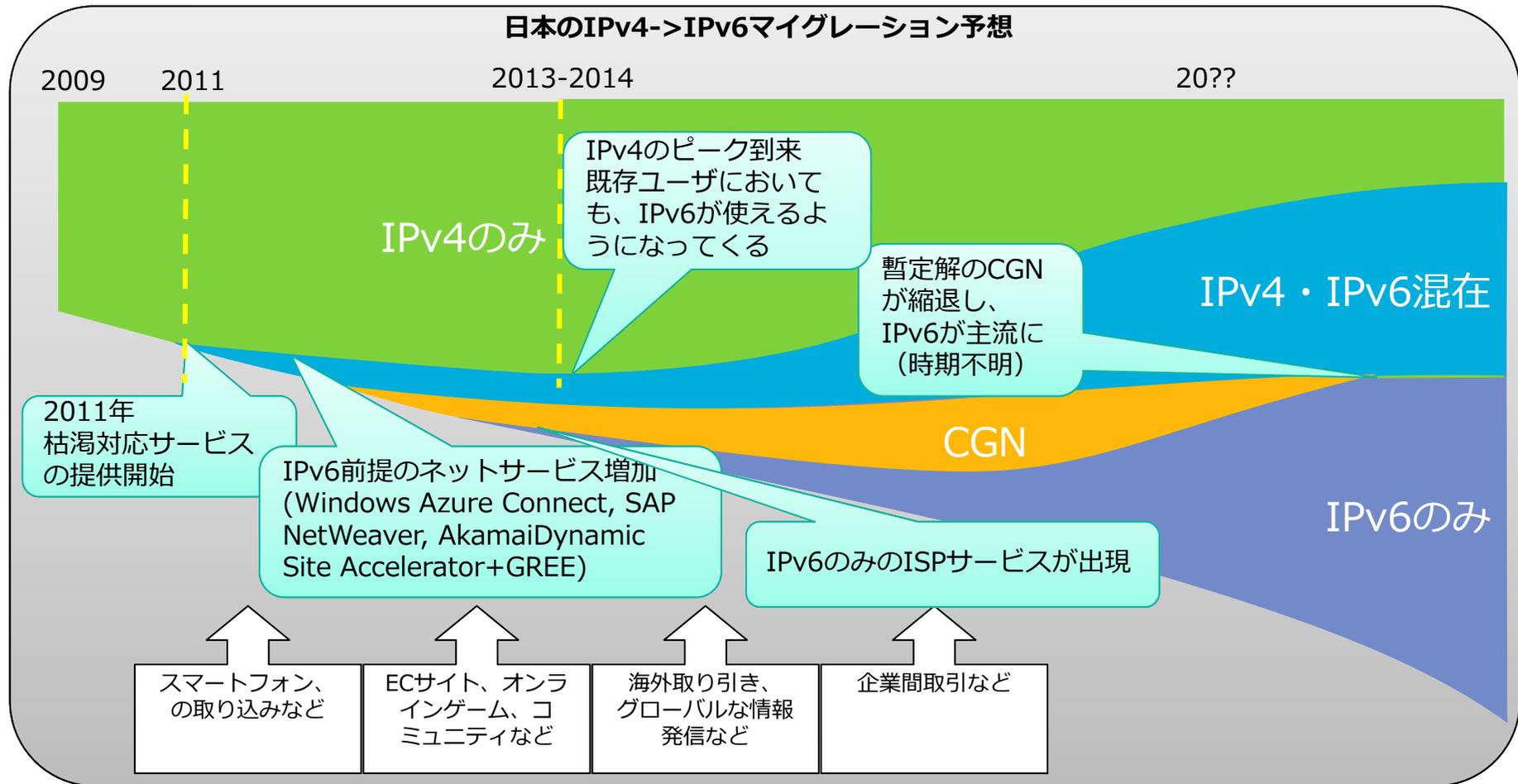
- CGN(NAT444)やNAT46/64,DNS46/64を考慮しなければいけない
- IPv6の必要性を加味しなければいけない
- IPv6対応が必要な場合は、既存資産をIPv4依存から脱却させなければいけない

今後のインターネット予想

IPv4・IPv6ネットワーク・CGNの混在ネットワーク



IPv6への移行の今後



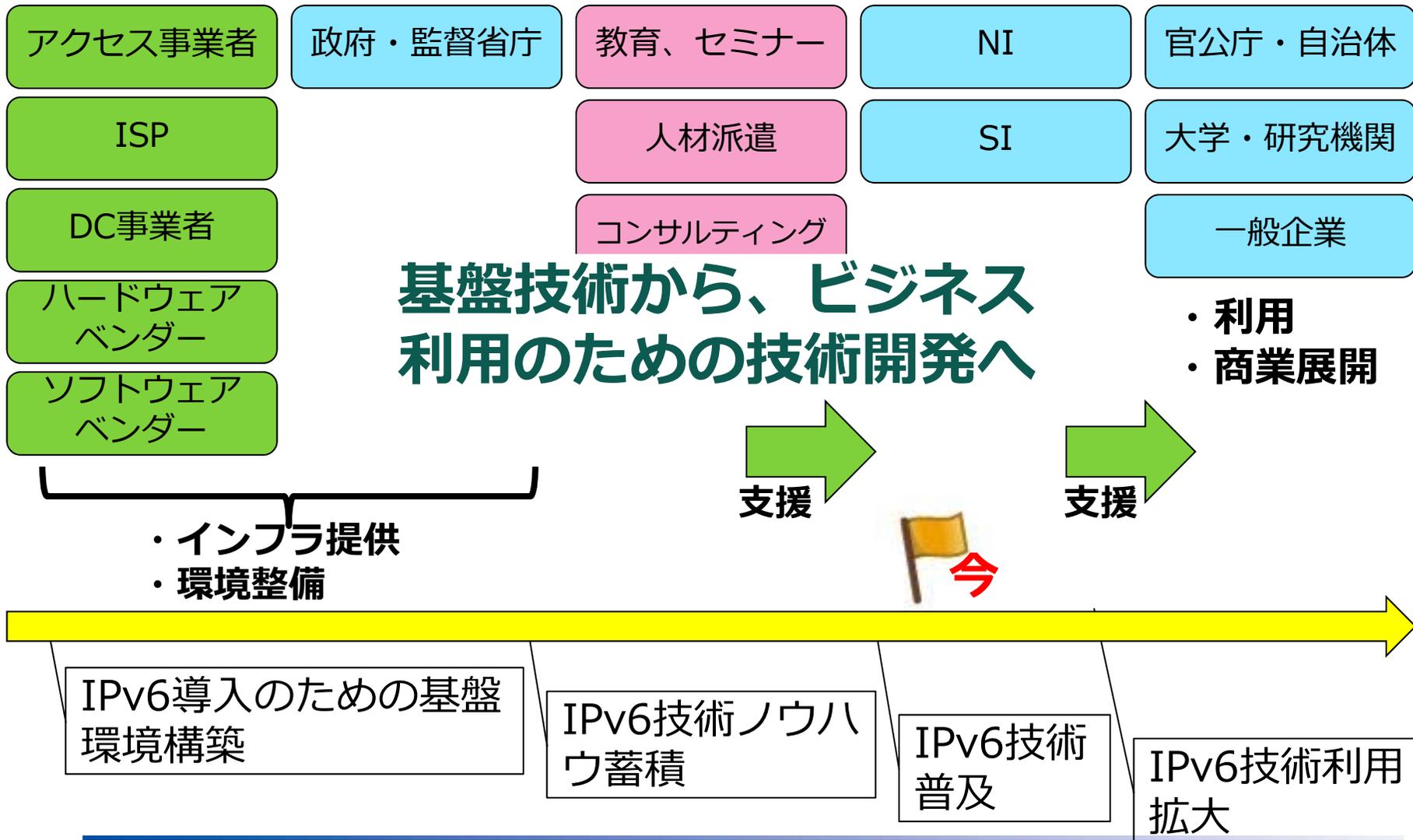
- IPv6が導入されると…
 - **IPv4との共存期**に入る。（長期間続く見込み）
 - **IPv4とIPv6の互換性はなく**、共存を意識したプログラムが必要となる。
 - **既存のプログラムの多くは**、IPv4環境を前提としているので**動かなくなる可能性**がある。

IPv4とIPv6が共存するシステム構築、プログラム開発が求められる

既存の改修が必要かどうかの診断の需要が高まる

IPv6導入状況（1）

メインプレイヤーのシフト（通信インフラ側からサービスサイト側へ）



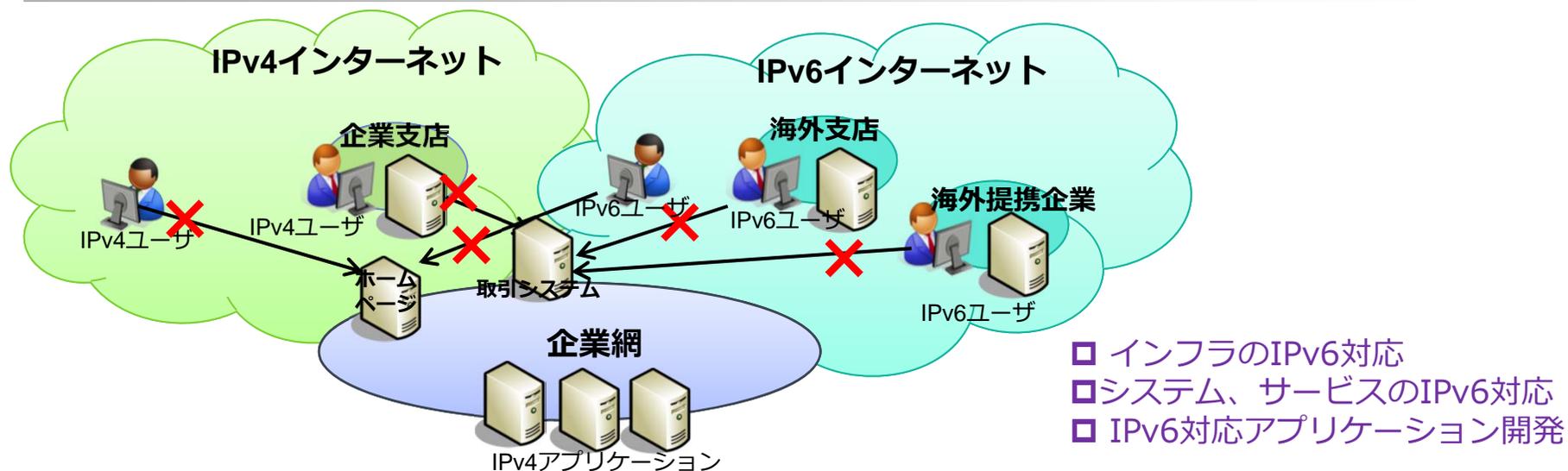
IPv6導入状況（2）



アクセス回線、ISP、CATV、携帯電話
<ul style="list-style-type: none">2011年4月から7月にかけてコンシューマ向けの本格的なIPv6対応したサービス提供開始
データセンター
<ul style="list-style-type: none">一部の事業者による提供
コンテンツプロバイダ
<ul style="list-style-type: none">Google、Yahoo!、Facebookなど大手CPによる対応進展6月8日のWorld IPv6 Day以降、対応サイトが増加
企業
<ul style="list-style-type: none">国外（特に中国やインド）拠点を持つ企業で検討が進む機材の調達要件への組み入れWebなど对外情報提供では一部先進的な企業のみ対応
一般利用者
<ul style="list-style-type: none">端末OS、携帯電話、情報家電などの多くで対応が進み、知らないうちに利用進展
電子政府・電子自治体
<ul style="list-style-type: none">内閣府、財務省（国税庁）、総務省、法務省、厚生労働省のウェブサイトはIPv6対応済。政府共通ネットワーク（霞が関WANの後継システム）、政府共通プラットフォーム（いわゆる霞が関クラウド）については、2012年度内のIPv6対応を表明（2011年4月、調達仕様書の意見招請において公表）
サービス、機材
<ul style="list-style-type: none">Windows Azure Connect(クラウドへのファイル転送にIPv6の暗号路を利用) などIPv6利用したサービス開始AMAZON Web Service, Akamai Dynamic Site Accelerator3G（携帯電話網）における利用の拡大OSなどではIPv6がデフォルトで有効になっているものが主流になりつつある（ローカル通信の発生、トンネル接続などの危険性。新規機材の導入時にはIPv6をどうするか方針に盛り込む必要がある）

2. IPv4枯渇対応やIPv6導入の留意点

IPv4アドレス枯渇の影響



① ホームページなど外部公開サーバにアクセスできなくなります。

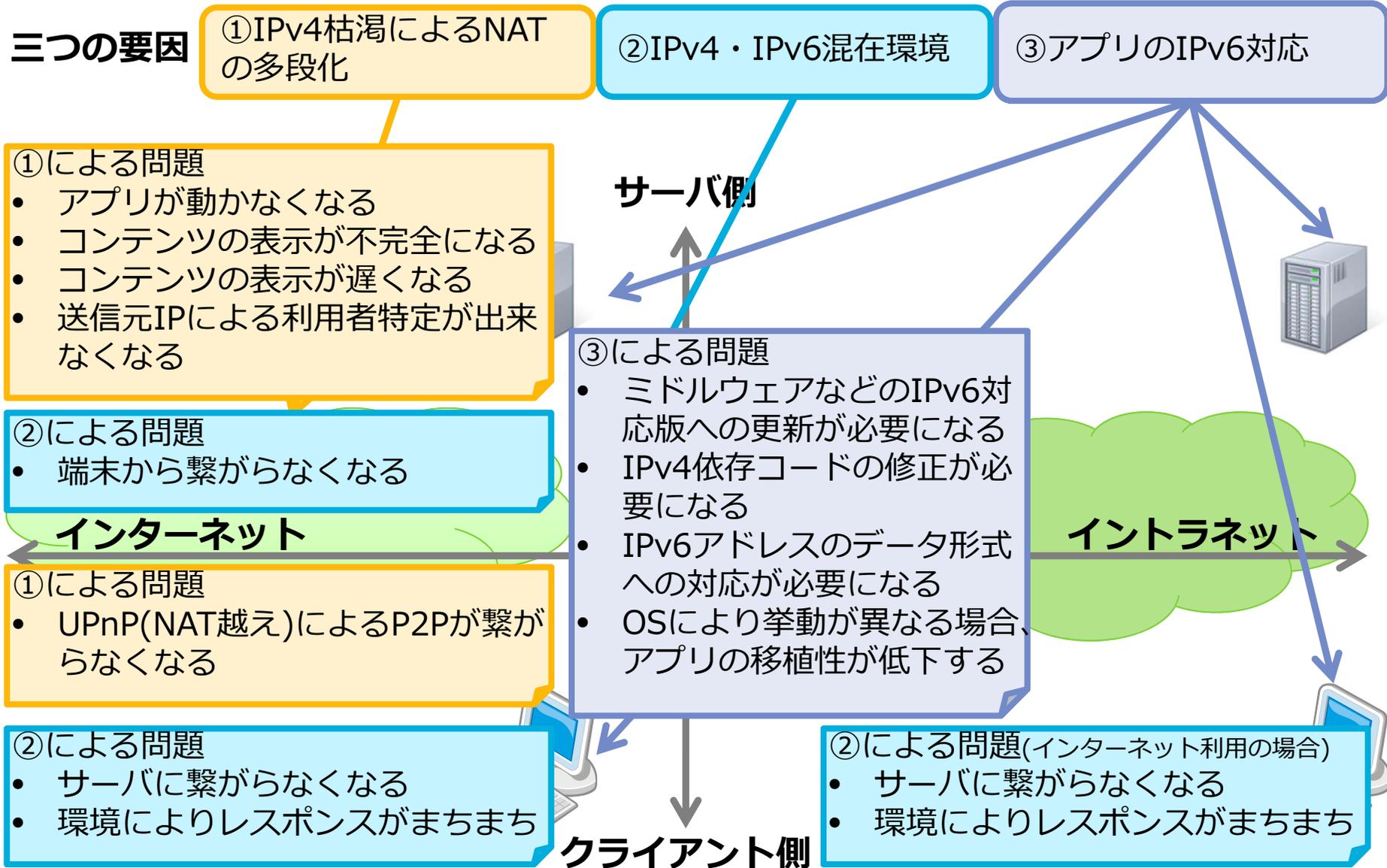
- これから増えてくるIPv6ユーザから、IPv4のホームページなどの外部公開サーバが閲覧できなくなります。逆にIPv4ユーザはIPv6サーバが閲覧できません。

② IPv4による企業網の拡張、IPv6使用の新規取引先との接続が困難になり、ビジネスに支障をきたす恐れがあります。

- 新たなIPv4アドレスの取得ができなくなり、企業網の拡張が困難になります。
- 国内のIPv6ユーザや中国、インドをはじめとする海外提携企業や取引先から、取引システムへのアクセスができなくなり、ビジネスの機会損失が発生します。

③ IPv6 またはIPv4/IPv6混在ネットワークでは、今まで動いていたIPv4アプリケーションの動作に不具合が発生する可能性があります。

ネット環境の変化によるアプリの問題



GUIのIPアドレス入力画面

IPアドレス :

192 . 0 . 2 . 1

決定

アプリのIPv6対応による問題

- IPv6アドレスのデータ形式への対応が必要になる

類似する事例

- 設定ファイルでIPアドレスを指定

IPv6アドレス指定がそもそも不可能

IPv6アドレス :

2001 : db8 : 0 : 0 : 0 : 0 : 80 : 1

決定

IPv6アドレスは「:」区切りの16進数表記で最大39文字

「0」や「:」をRFC5957に従い正規化して省略する表記が一般的であり、文字列として扱う場合には注意が必要(例 [2001:db8::80:1])

IPv6化によるアプリケーションへの影響

- アプリケーションからIPv4依存コードの削除が必要
- ミドルウェアのIPv6対応が必要

プログラミング上、要注意である関数を例示しています。

IPv4依存のプログラムコードの対応例

開発言語：C/C++の例

IPv4アドレスを前提とした変数宣言や判定、関数呼び出しや、Socket作成時にIPv4アドレスのみを前提で作成してしまうなど、アドレスファミリーに依存したプログラミングを行っている場合、IPv6ネットワークに移行するとアプリケーション例外が発生する可能性がある。

以下のIPv4依存関数・構造体を使用していた場合、推奨関数・構造体を利用するように変更し、アドレスファミリーに依存しないプログラミングを行う。通信を行う場合にはまずDNSによりFQDNの名前解決を行った上で、取得できたIPアドレスにて接続を行うようプログラミングする。

● IPv4依存関数・構造体

`inet_addr()`, `inet_aton()`, `inet_lnaof()`, `inet_makeaddr()`, `inet_netof()`, `inet_network()`,
`inet_ntoa()`, `inet_ntop()`, `inet_pton()`, `addr_ntoa()`, `network()`, `getservbyport()`,
`gethostbyname()`, `gethostbyname2()`, `gethostbyaddr()`, `getservbyname()`, `in_addr`

● 推奨関数・構造体

`sockaddr_storage`, `getaddrinfo()`, `getnameinfo()`

CGN導入による課題（IPv4だけでも問題）

CGNの導入により機能が制限される

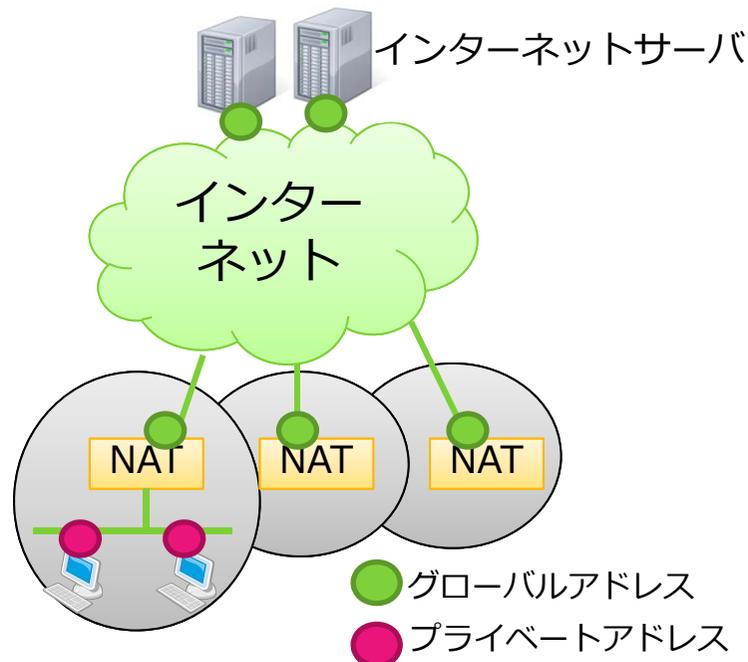
- 多数セッションを使うWEBコンテンツが見えない（地図など）
- アクセス解析が出来ない



WEBサーバ側の変更が必要になります

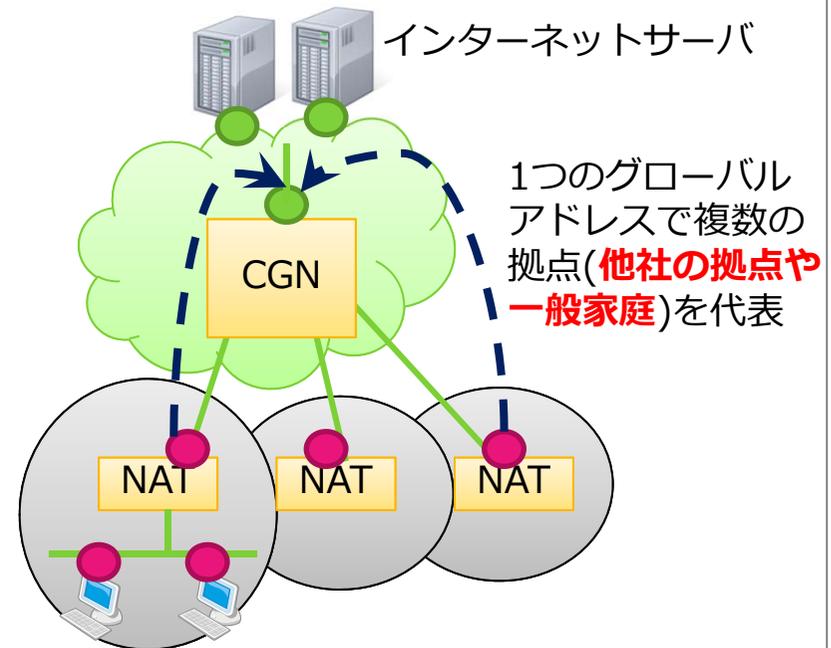
現在のインターネット

拠点にひとつ以上のグローバルアドレス



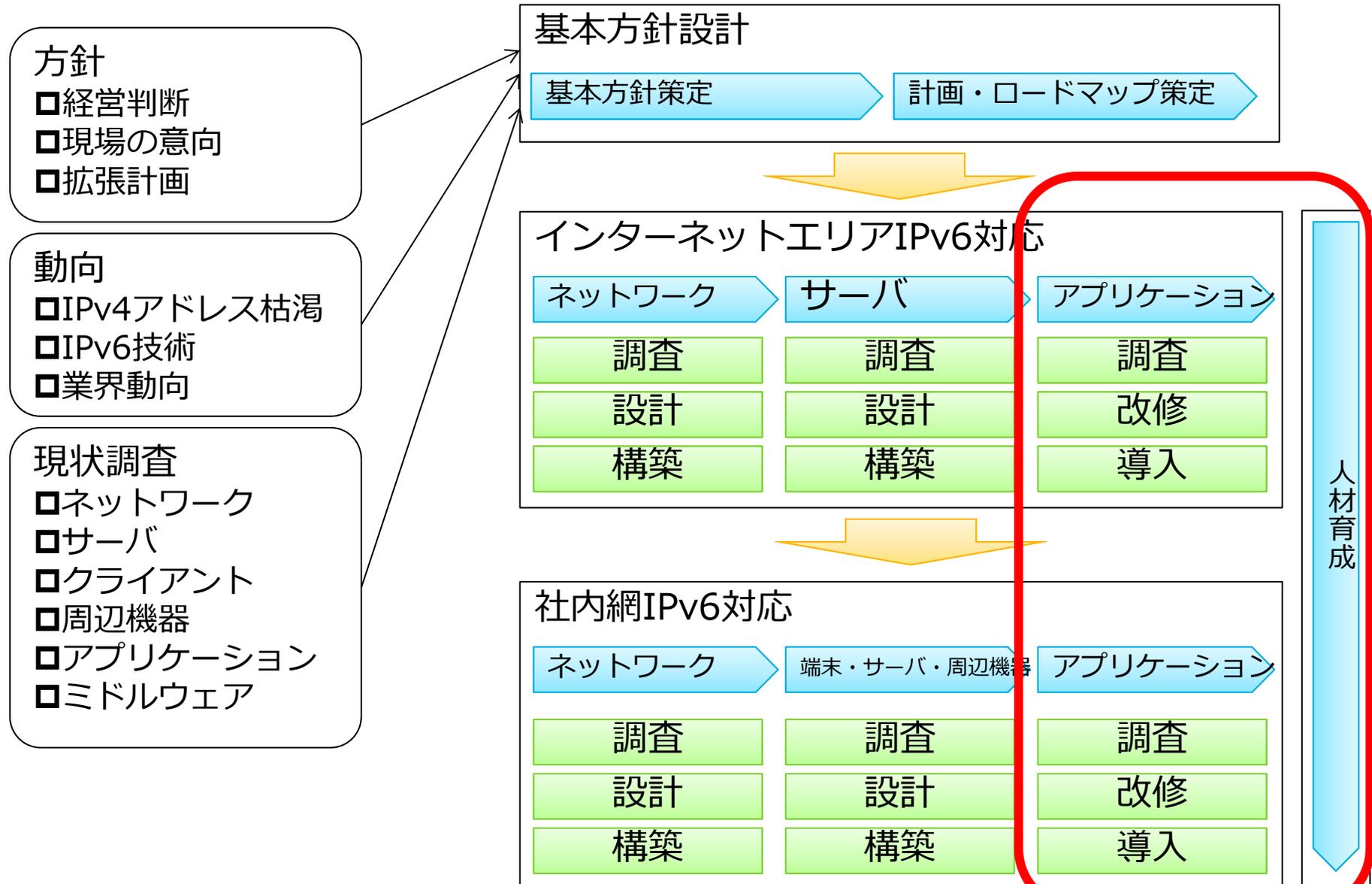
CGNの利用

複数拠点で同一グローバルアドレスを共有

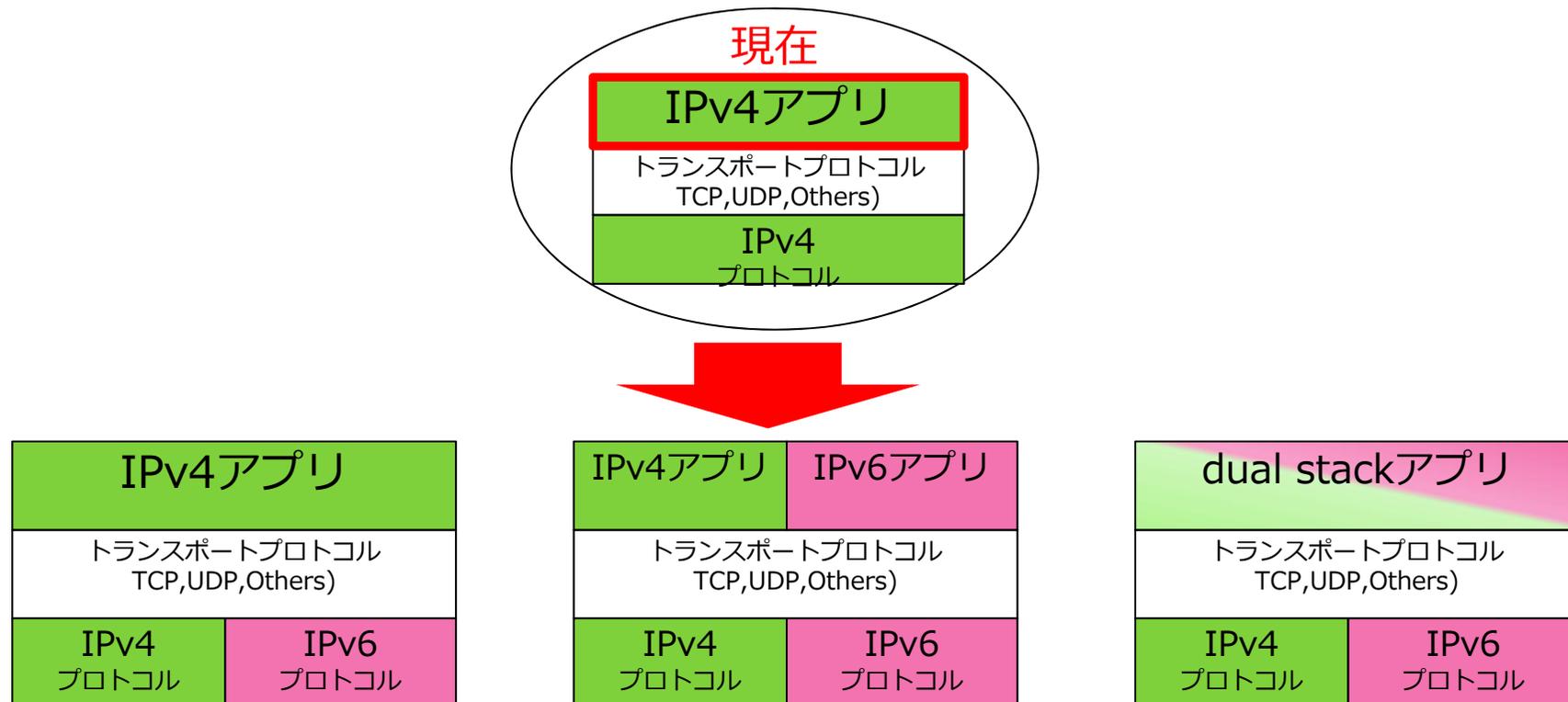


3. アプリケーション開発のIPv6対応

IPv6対応手順概要



- インターネット環境が多様化していることを前提とする
 - IPv4枯渇対策ネットワーク（多段NAT）
 - IPv6ネットワーク
 - シングルスタック、デュアルスタック
 - IPv4からIPv6への移行途中のネットワーク



わかっているで大丈夫

- IPv6のアドレスの長さや表記方法
 - 入出力は万全か
 - 格納領域は万全か
- 処理順序
 - IPv6を優先、だめだったらIPv4へ
 - (IPv6がない環境だったら、ポリシー設定で逃げるなど対策もある)
- DNSにはIPv6専用のレコード (AAAA) がある
 - IPv4しかない環境でDNSを参照してもAAAAが返答されることがある
 - IPv6のレコードを返答させるには、EDNS0という対応が必要。この運用がされていない環境ではエラーになることもある
- 確認方法もIPv6対応版で
 - traceroute, ping等はIPv6オプションを使って確認
 - ICMPv6ではエラーの種類や数も豊富になっている

IPv6対応に必要な準備作業

1	アプリケーションの仕様確認	データテーブル/データファイル/外部システムのデータ取り扱い、ログ出力、アクセス制御、認証、名前解決、タイムアウト制御、GUI、帳票などでのIPアドレスの扱い方を確認
2	システム構成確認	ハードウェア、ソフトウェア、外部システムとのインタフェースなどにおけるIPアドレスの扱い方を確認
3	実装方法の確認	ロジック/アルゴリズム、記述方法、API/オブジェクト、設定、IPv4依存コードの有無などの確認
4	運用方法の確認	運用保守ツール、監視ツール、設定、利用内容におけるIPアドレスの扱い方を確認
5	開発環境の確認	開発言語、実装開発環境、テスト環境などの確認
6	IPv6対応方針、内容決定	IPv6導入シナリオ、スケジュール、問題発見時の対応方針、マイルストーンなどの確認

新規IPv6対応アプリケーション開発の注意

1	デュアルスタック環境に対応した開発言語を用いる
2	IPv4依存の関数やライブラリを使わない
3	接続先の指定には、サーバ名を用いる（IPアドレス直書きしない）
4	DNS（名前解決の仕組み）を使う場合は、サーバ名をIPv4とIPv6どちらでも取得できる環境を前提とする
5	IPv6に対応しているIDE（eclipseやaptanaなどの統合開発環境）を用いる
6	IPv6に対応したネットワーク上に開発・テスト環境を持つ

既存のプログラムを改修する場合の改修ポイント

<IPv4依存アプリケーションプログラムの例>

1	IPv4アドレスが直書きしてあるプログラム
2	IPv4アドレス自体をデータとして扱うプログラム
3	IPv4のアドレス範囲により、動作を変えるプログラム
4	IPv4依存関数、ライブラリなどを利用しているプログラム
5	OSやミドルウェアにIPv4の依存性があるプログラム

“IPv4依存”から脱却

- RFC
 - IPv6に関するRFCは100以上！
 - RFC4038 (Application Aspects of IPv6 Transition)
 - RFC3493 (Basic Socket Interface Extensions for IPv6)
 - RFC3542 (Advanced Sockets Application Program Interface(API) for IPv6)
 - NATトラバーサル
 - draft-ietf-behave-lsn-requirements-03
 - <http://tools.ietf.org/id/draft-penno-behave-rfc4787-5382-5508-bis-01.txt>
- IPv4アドレス枯渇対応アプリケーションチェックリスト
 - IPv4枯渇時期のインターネットの変化のアプリケーションへの影響を分析
 - アプリケーションとしてチェックしなければならない個所をリストアップ
 - 主要なミドルウェア、フレームワーク、DBなどの対応表作成
 - 問題事例
- できあがったIPv6プログラムの確認
 - IPv6 Ready Logo
 - テストプログラムが提供されている
 - Phase-1,Phase-2



開発言語のIPv6対応状況

③による問題

- IPv4依存コードの修正が必要になる

言語	IPv6対応状況	プロトコル依存関数	プロトコル非依存関数
C C++ C#	OSのsocketAPIの対応状況による	inet_addr, inet_aton, in_inaof, in_makeaddr, inet_netof, inet_network, inet_ntoa, inet_ntop, inet_pton, addr, ntoa, network, getservbyport, gethostbyname, gethostbyname2, gethostbyaddr, getservbyname, sockaddr_in, struct sockaddr, struct in_addr, INADDR_LOOPBACK, INADDR_ANY, IP_TTL, rresvport, rcmd, AF_INET, PF_INET	sockaddr_strage, getaddrinfo, getnameinfo
Java	SolarisとLinux :J2SE 1.4以降 Windows:J2SE 5.0 以降	Inet4Address, Inet6Address (IPv6対応版から新設)	InetAddress
Perl	5.10.0以降 5.14以降:IPv6フルセット	IO::Socket::INET	IO::Socket::IP
Ruby	1.9.2以降	UDPSocket,TCPServer	Socket.udp_server_loop, Socket.tcp_server_loop
PHP	5.0.0以降	gethostbyname,gethostbyaddr,dns_get_record	getaddrinfo,getnameinfo,PEAR::Net_DNS

IPv6対応のバージョンの開発言語にただけでは、IPv6では動かない場合がある

IPv4しか使えない関数やIPv6しか使えない関数がある事に注意

ミドルウェアなどのIPv6対応状況

アプリのIPv6対応による問題

- ミドルウェアなどのIPv6対応版への更新が必要になる

カテゴリ	製品名	IPv6対応状況※(バージョン)
開発・実行環境	.NET	×:1.0 ○:1.1以降
サブレットエンジン	Tomcat	×:JavaVM1.41 ○:JavaVM1.4.2以降
データベース	Oracle	×:9i △:10g ○:11gR2以降
データベース	SQL	?
ミドルウェア	MQ	?
ミドルウェア	Tuxedo	?
ERPパッケージ	SAP	×:4.7 ×:6.0 ○:7.10以降
webサーバ	apache	×:1.2.x ○:1.3.x以降
webサーバ	IIS	?

※ ×は未対応、△は機能制限あり、○はIPv6対応

4. まとめ

- **新規開発では、IPv4とIPv6の混在環境を前提とする**
- **既存システムの改修や更改では、IPv4依存が問題ないか確認する**

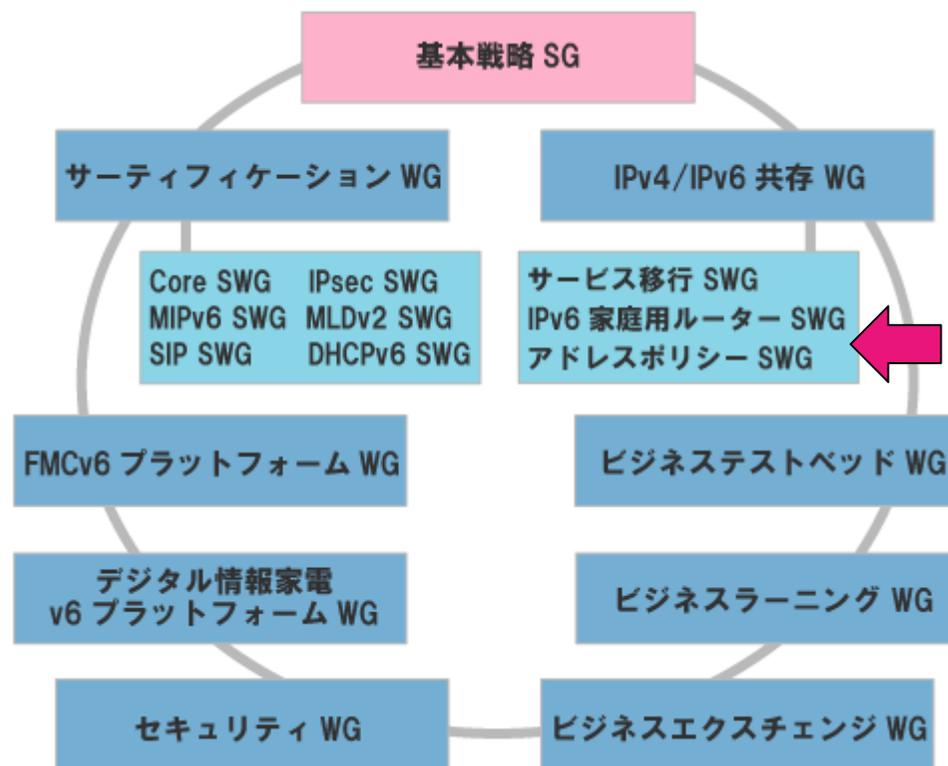
- アプリケーション側からみたIPv4アドレス枯渇対応策
 - **2011年秋に更新予定(未公開α4版)**
- IPv4枯渇時期のインターネットの変化のアプリケーションへの影響を分析
- アプリケーションとしてチェックしなければならない個所をリストアップ
- 主要なミドルウェア、フレームワーク、DBなどの対応表作成

3. アプリケーションチェックリスト	13
3.1. (I) 動作環境のチェック	13
3.2. (II) アドレス変換による影響	14
3.3. (III) プロトコル変換による影響	15
3.4. (IV) IPv4 依存部分のチェック	16
3.5. (V) プログラム言語におけるチェック	18
3.6. (VI) その他のチェック	19
4. WEB系アプリケーションにおける注意点	20
5. 各プログラミング言語における整理	22
5.1. C/C++/C#	22
5.2. JAVA	22
5.3. PERL	23
5.4. RUBY	23

- インテックのWebからダウンロード提供(旧バージョンα3版)
 - http://www.intec.co.jp/technology/technology/paperpatent/pdf/ipv4_app_check_list_20100720.pdf

IPv6普及・高度化推進協議会

- IPv4/IPv6共存WG内に「アプリケーションのIPv6対応検討SWG」設立



アプリケーションの
IPv6対応検討SWG

<http://www.v6pc.jp/jp/wg/index.phtml>



5. 本プログラム



このプログラムでは、 、 、

IPv4枯渇期・IPv6導入期を生き延びるものとなるようサステナブルなアプリケーション開発の**とびらを開けたい**と思います

アプリケーションのタイプ毎に解説

- ソケットをばりばりと使うケース
- Perlなどのスクリプト言語を用いたケース
- Webアプリケーションのケース

スクリプト言語担当

関根 佳直(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)



加藤 淳也



関根 佳直



谷口 公一

ソケットばりばり担当

加藤 淳也(NTTサービスインテグレーション基盤研究所)

Webアプリケーション担当

谷口 公一(株式会社ライブドア)

