
IPv4アドレス枯渇に向けて

JPNIC 番号資源利用状況調査研究専門家チーム

河野 志行

kono@fuji.waseda.jp

本発表でお話しすること

- 「IPv4アドレス枯渇に向けた提言」
その検討内容と公開の意義
- IPv4アドレスはいつ枯渇するのか
- IPv4アドレス枯渇に向けて何が起こるのか
- IPv4アドレス枯渇とインターネットの持続可能性
- 誰がIPv4アドレス枯渇を克服するのか
- IPv4アドレス枯渇に向けて我々は何をすべきか

報告書

「IPv4アドレス枯渇に向けた提言」

「IPv4アドレス枯渇に向けた提言」

■ 経緯

- 2005年に発表された複数のIPv4アドレス寿命予測の精査検証のため、2005年12月に専門家チームを設立して検討

■ 報告書の公開：2006年4月3日

- <http://www.nic.ad.jp/ja/topics/2006/20060403-01.html>
- <http://www.nic.ad.jp/ja/research/ipv4exhaustion/>
- 淡々と、IPv4アドレス枯渇に関する周辺状況を示す。
 - IPv4アドレスの枯渇時期予測に関する研究成果を示す
 - IPv4アドレス枯渇に際して何が起こるかを予測する

報告書の立ち位置

- IPv6への移行を推奨するためのものではない
 - IPv4の枯渇に向けた考察をするためのもので、IPv4が枯渇した後IPv6を使うことを推奨している訳ではない。
 - ただし、考察の結果、次世代として現段階ではIPv6が最良のソリューションであることは言及している。
 - 矛盾しているが、あくまで考察の結果であり、IPv6より良いソリューションがあれば、それでよいという立ち位置である。
- 提言はあくまで提言である
 - 各分野に対する提言が書かれているが、これらは、各分野の関係者がそれらのことについて更に深く熟慮し、それぞれの立場で最適な対応を取るためのヒントであるという立ち位置である。

番号資源利用状況 調査研究専門家チーム

- 近藤邦昭 (チェア まほろば工房)
- 芦田宏之 (イツツ・コミュニケーションズ)
- 河野志行 (早稲田大学大学院)
- 塚本 彰 (UCOM)
- 外山勝保 (NTT)
- 豊野 剛 (NTT)
- 中川あきら (KDDI)
- 吉田友哉 (NTTコミュニケーションズ)

- 前村昌紀 (担当理事 フランステレコム)

IPv4アドレスは いつ枯渇するのか

枯渇予測のメカニズム

報告書で扱った枯渇予測一覧

ドキュメント名	発行年月	筆者	予測の特徴	IANA プール	RIR プール	BGP
The ISP Column (How long have we got ?)	2003年 7月	Geoff Huston	・過去10年間の傾向を 将来に延長して予測 ・BGPの経路数を考慮	2021年	2022年	2029年
IPv4 Address Report (Potaroo)	2005年 12月28日 (*1)	Geoff Huston	・過去10年間の傾向を 将来に延長して予測 ・BGPの経路数を考慮	2013年 1月 (*)	2016年 1月 (*)	2022年 8月
Internet Protocol Journal (A Pragmatic Report on IPv4 Address Space Consumption)	2005年 9月	Tony Hain	・過去5年間の傾向を将 来に延長して予測	2009年 ~ 2016年		-
The ISP Column (Numerology)	2005年 11月	Geoff Huston	・過去 3 年間の傾向を 将来に延長して予測 ・BGPの経路数を考慮	2012年 1月 24日	2013年 3月 23日	2027年 1月 16日

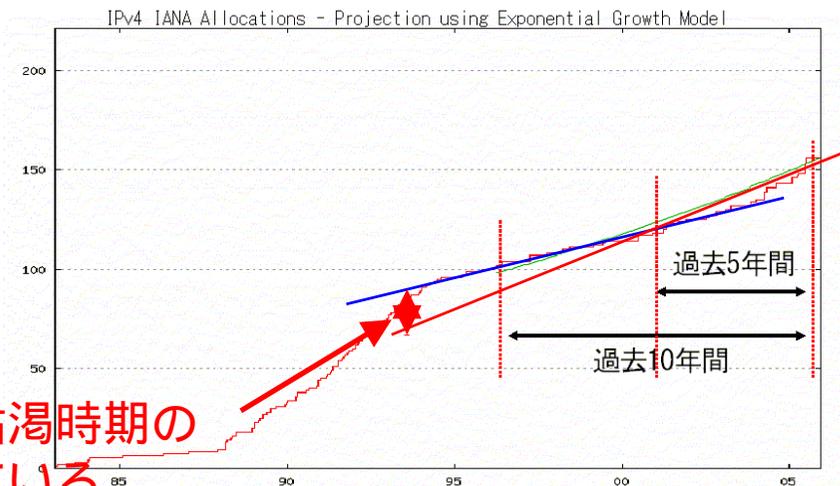
(*) Web上で日々データが更新されているため、日々枯渇予測日が変わる

各枯渇予測の違いのポイント

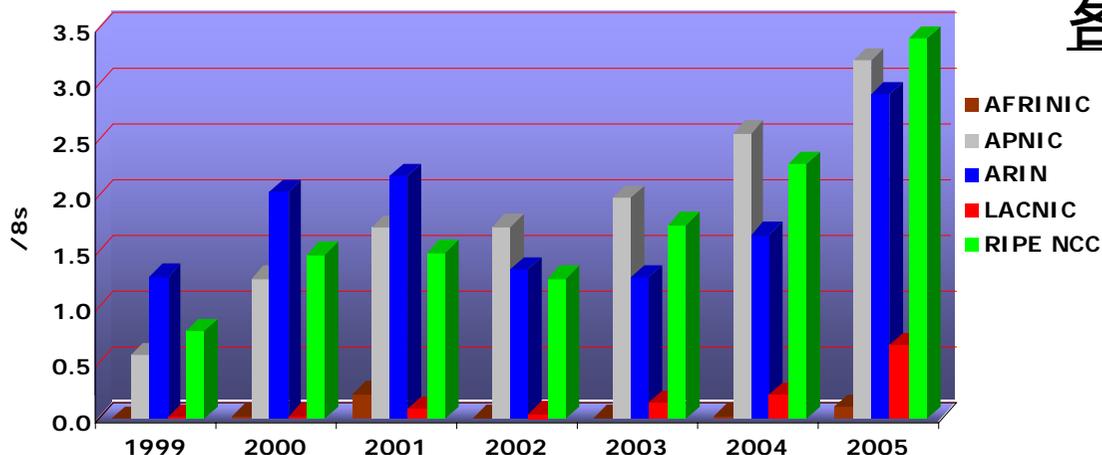
- Geoff Hustonの枯渇予測はもともと2022年だった。
 - 枯渇予測は、過去の需要の伸びを数学的に延長して予測している。
 - つまり、過去の需要をどの期間採用するかで予測枯渇時期は左右される。(どんな数式で近似するかによっても)
 - Geoffの古い予測 10年
 - Tonyの予測 5年
 - Geoffの新しい予測 3年
 - この違いで何が起きているか？

実は枯渇予測は
統計的に正しくとも
かなりあいまいなもの

この差が予測枯渇時期の
差に結びついている



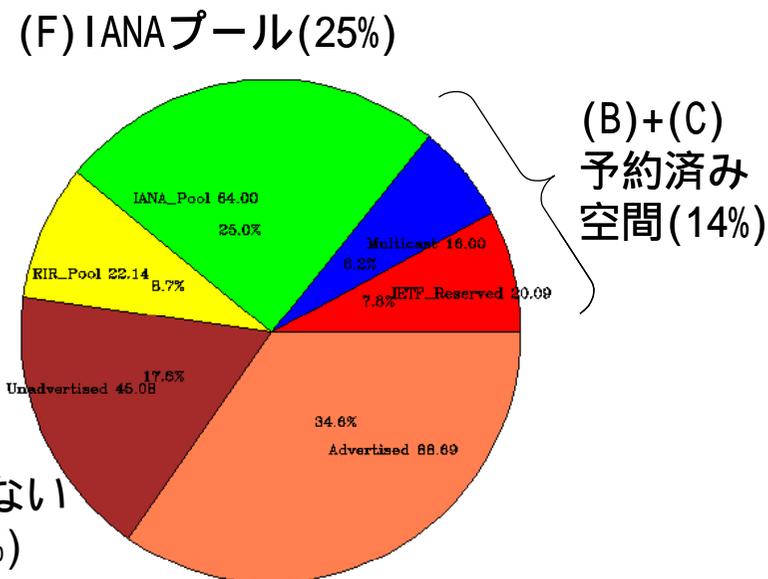
そんなに早く枯渇しますか？



各RIRの年間割り振り総量の推移

年間 /8 * 10, 増加傾向

全IPv4アドレスの中の消費状況 (H)RIRプール(9%)



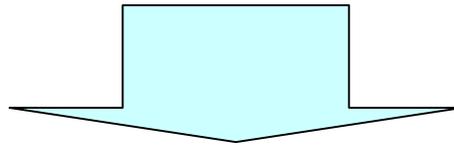
(J) RIR配下に割り当て済み且つ広報されていない (18%)

未割り当て: /8 * 87
 割当済未利用: /8 * 46

(I) RIR配下に割り当て済み且つ広報されている (34%)

予測枯渇時期をどのように考えるか

- 統計的には正しいが、かなりあいまいである。
- とはいえ、枯渇時期が大幅にずれているともいえないさそうである。



- 大まかな、枯渇時期を捉えるための基礎資料として考える。
 - いついつ枯渇するというよりも、その時期が近いということを知り、準備を始める根拠となる資料と考える

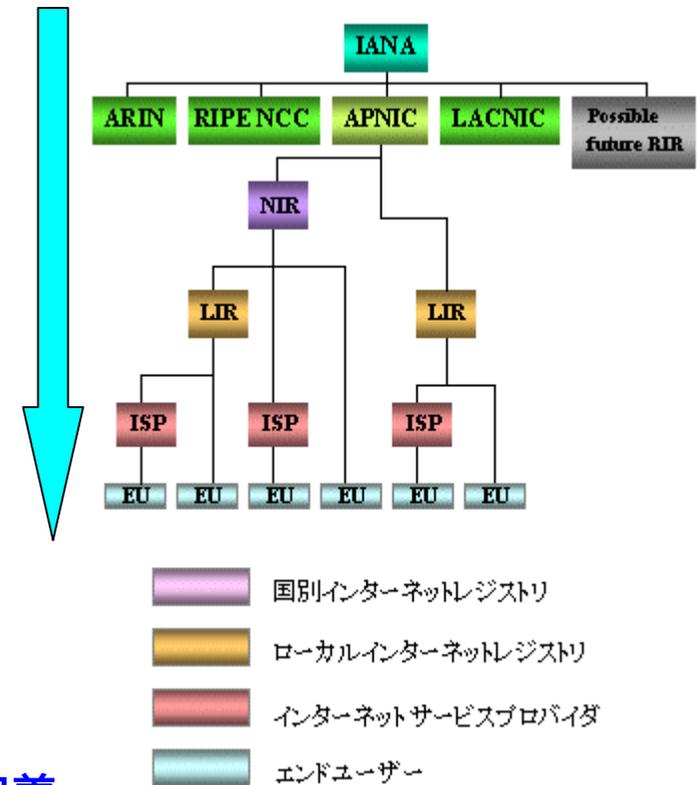
IPv4アドレス枯渇に向けて 何が起こるのか

問題を予想し、対策を考える

何を持って枯渇というか？

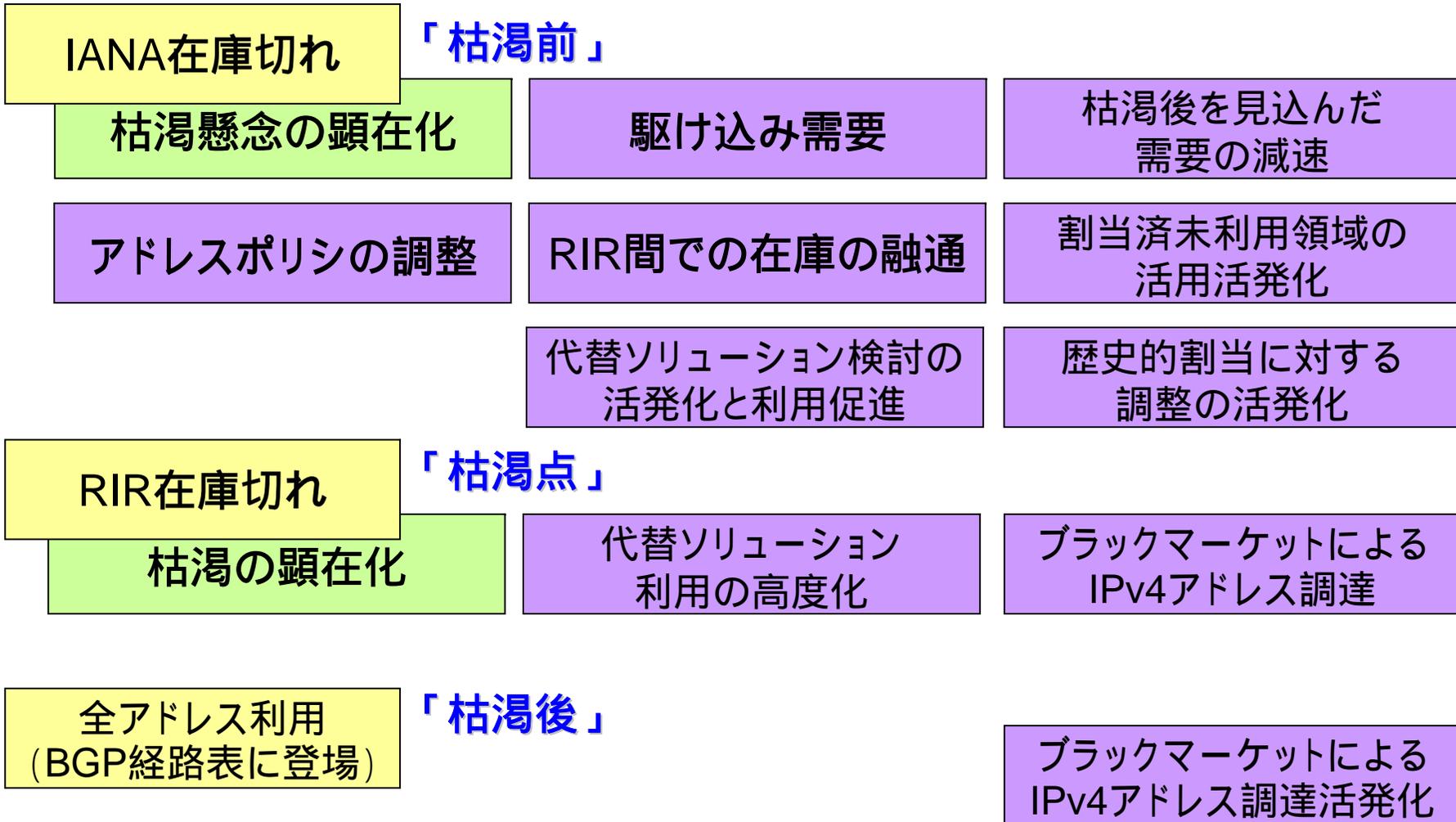
- IANA在庫がなくなる
 - RIR在庫は残っているが、新規のRIR割り振りができなくなる
 - RIR間で融通しあうことはできそう。

- RIR/NIR在庫が底をつく
 - LIRに在庫が多少残っている
 - LIRは経路制御の単位でありビジネスの単位なので、相互に融通することは難しい。



RIR/NIR在庫がなくなる時点を「枯渇点」と定義

IPv4アドレス枯渇期の流れ



駆け込み需要と 枯渇後を見込んだ需要減

- 駆け込み需要の必要性
 - 現在のIPv4サービスの継続性維持
 - 大規模プライベート空間を補うためのアドレス需要
 - ARINなどでは、プライベートアドレスが足りなければグローバルアドレスが割り振られる。プライベート空間をIPv4で継続する可能性があり、その場合に駆け込み需要がある可能性がある。
- 枯渇前末期の需要減
 - 枯渇点が現実に見える段階になれば、新たにIPv4でネットワークを構成する必要性も薄れてくる。これによって、IPv4需要は鈍化する。
 - この鈍化によって、IPv4は枯渇しないと予想する説もある。

IPv4ブラックマーケット化

- ブラックマーケット化はいけないことか？
 - 必要に応じ適正な価格で取り扱われるのであれば、適正な取引と言える可能性はある。
 - ただし、価格が高騰することによってアドレスコストがサービスに影響するようになる可能性がある。
 - これによって差別化が発生する可能性があり、それが良いのか悪いのかはわからない、ただし、アドレス取得の公平性は失われる。
 - 適正にするために
 - ブラックマーケット化の阻止
 - オープンマーケット化へ
 - オープンマーケット化するためには、現行のアドレスポリシーの変更も必要
-
- そもそも、アドレスの取引という結論は正しいのか？

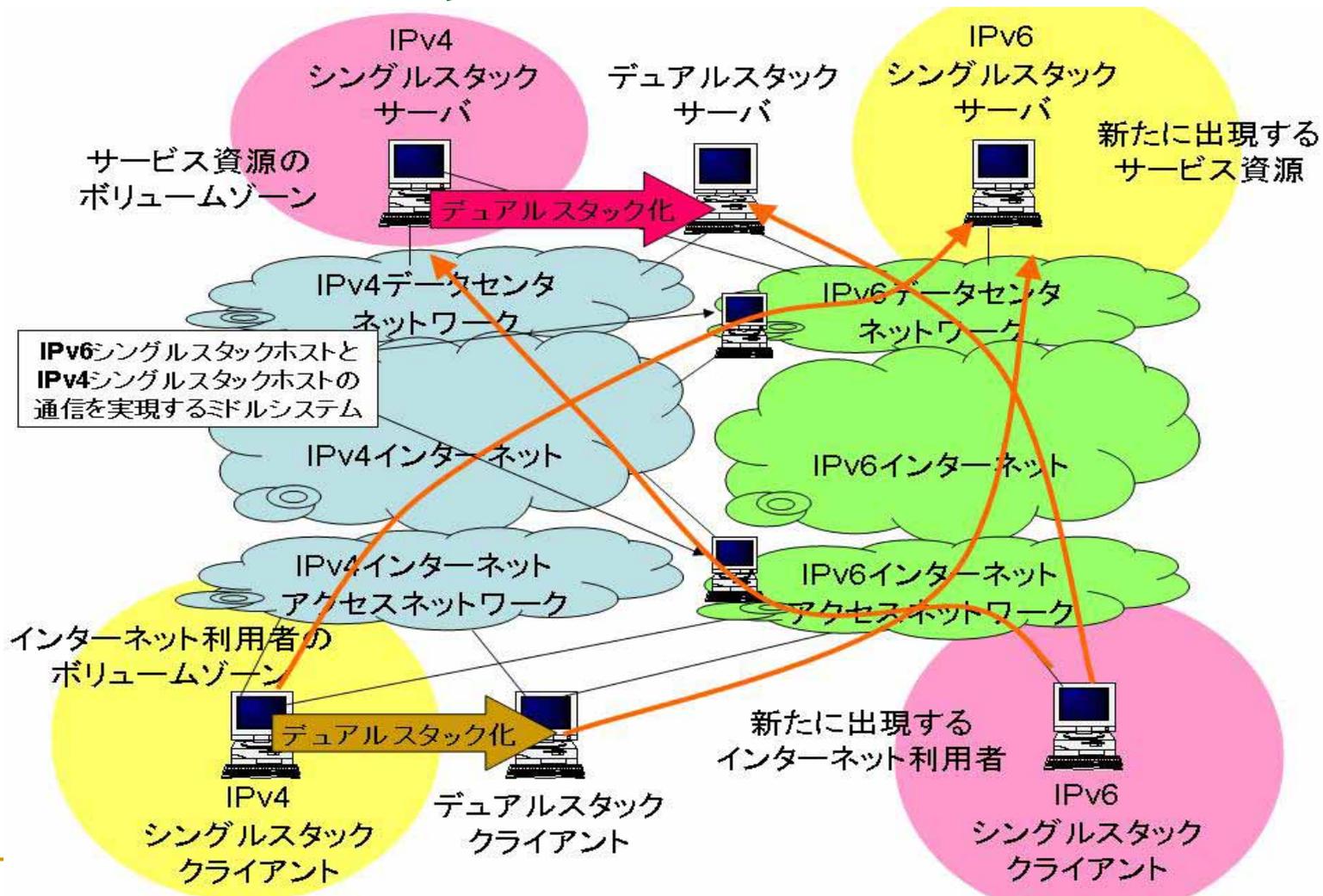
IPv4アドレス枯渇と インターネットの持続可能性

IPv4から次世代への移行期の問題

IPv4アドレス枯渇に対して どのように対応するのか？

- IPv6インターネットへの移行
 - そもそも枯渇問題解決のための技術であり、かなり安定してきた
 - 全世界的にIPv6利用可能な状態に移行するのは至難の業
- NATを積極的に利用してIPv4のまま対応
 - 広く普及し安定している。スケーラビリティも良好
 - エッジ以外にもNATを設置し、IPv4インターネットのアーキテクチャを大きく変ようと言う案もある。
 - 全世界的コーディネーションを考えるとIPv6導入並みに大変ではないか？
- 歴史的割当の効率的再利用で枯渇回避
 - 新たなシステムやプロトコルの導入が全く不要
 - 回避可能性あるいは延命期間の見積もりは困難

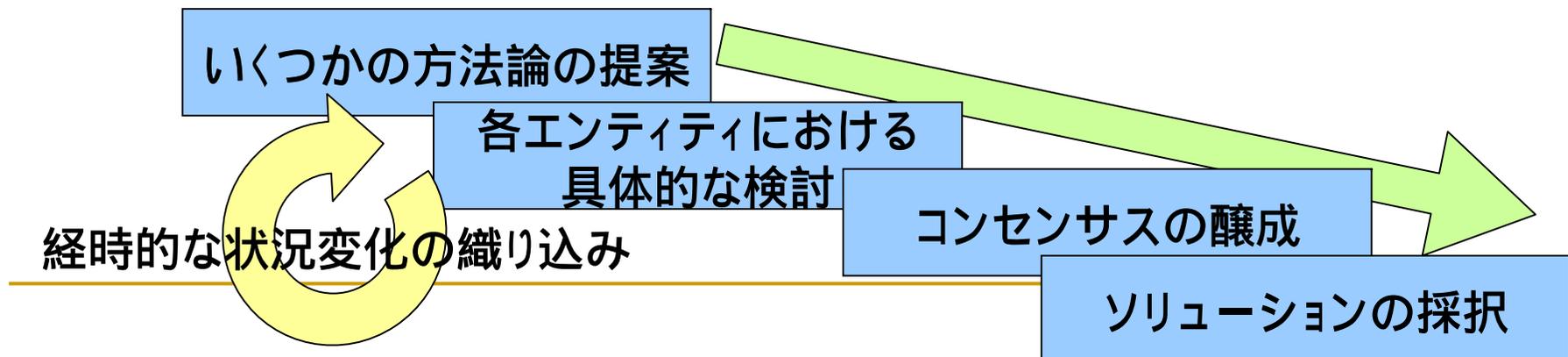
IPv6がIPv4インターネットにつながるということ



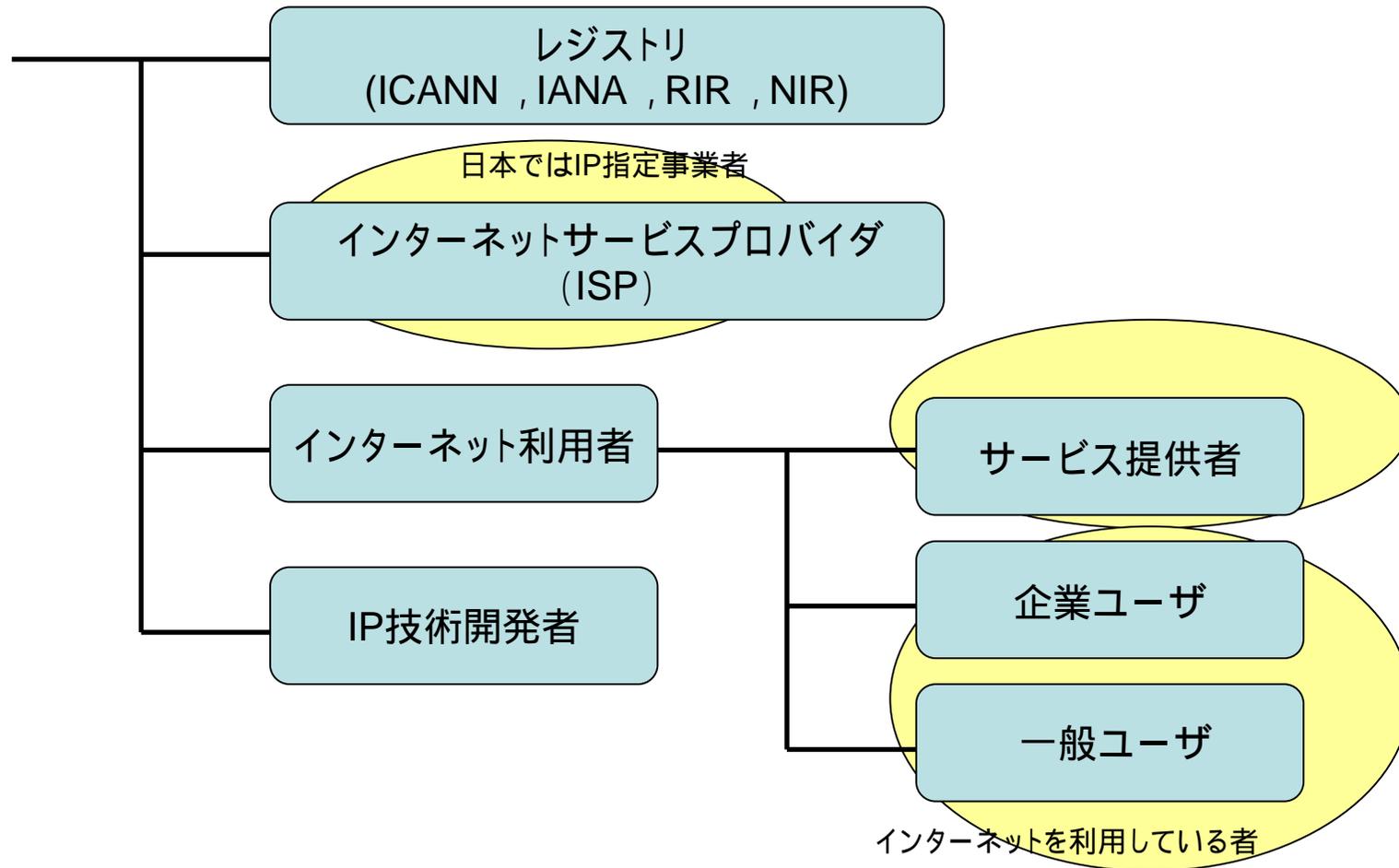
何がIPv4アドレス枯渇を 克服するのか

本質は、 インターネットの運営問題

- 今までに我々が学んだこと
 - De Facto Standardはどう形成されるのか？
 - インターネット運用は今までに統制されたことがあるか？
 - BGP経路数爆発問題, SPAM問題
- つまり、DeFactoStandardを生み出すことが運営を活化させる



インターネット参加者全体での 取り組みが必要



レジストリ(JPNIC)の果たす役割

- より精度の高い情報をコミュニティに提供する
 - 継続的な検討や情報精査を行って、定期的に報告書をアップデートする
- 国内だけでなく海外にも情報流通を行う
 - 報告書の英訳, 周知, 議論, 問い合わせ対応
 - 国際的なコンセンサス醸成に寄与
- 技術と運営コーディネーションが一体となった先進例を目指して取り組む
 - ポリシーの整備、公平性の検討

どんなアドレスポリシーが考えられるか

- IPv4延命策は有効か
 - 割り振り済みアドレスを回収する
 - 割り振り基準を厳しくする
- 公平な分配によって枯渴を迎えられるように
 - RIRによって有利・不利がないように
 - LIRからの先だしによって分配されるのは公平か？
- IPv4が完全に枯渴しないように
 - IPv4ネットワーク維持に必要なクリティカルインフラ用アドレスは残す必要がある　DNS用アドレスなど
- 枯渴後
 - アドレスの再利用　アドレスマーケット構築？

