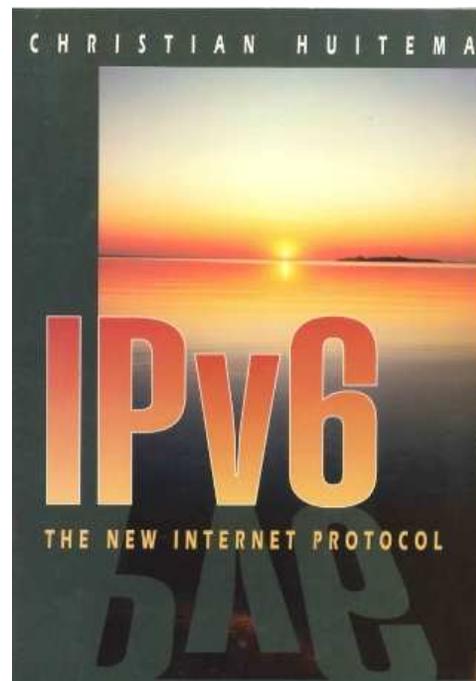


夢破れて、なお IPv6

株式会社インターネットイニシアティブ

山本和彦 松崎吉伸



新しい技術への移行には
アメとムチが必要である

Christian Huitema, 1997

夢破れて

- キラーアプリによる IPv6 への移行 ← アメ
 - 山本和彦
- 失敗を包み隠さず話す

なお IPv6

- IPv4 アドレスの枯渇による IPv6 への移行 ← ムチ
 - 松崎吉伸
- それでもやっぱり IPv6 への備えが必要

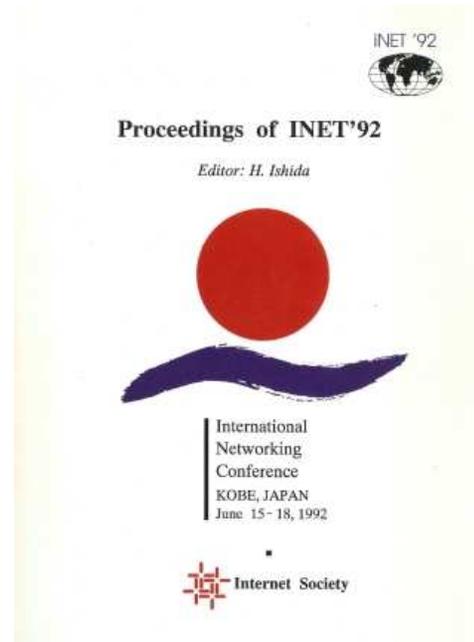
注意

「IPv6 への移行」は
IPv6 推進者の不適切な表現だった

「IPv4 と IPv6 の共存」
の方が適切

IPv6 小史

きっかけは iNET '92 @神戸



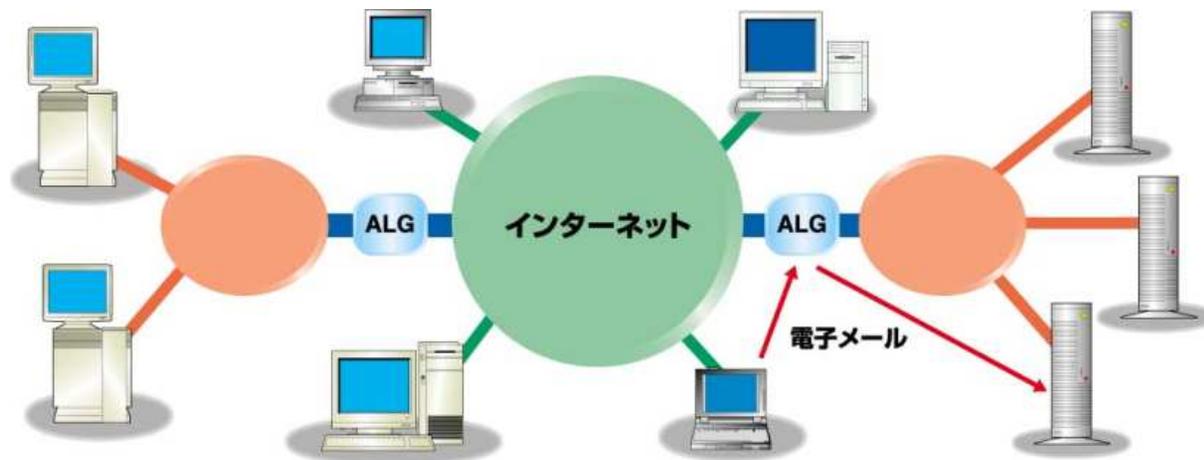
- それまでは中規模の組織でも /16 を取得できた
 - クラス B
- 大盤振舞では IPv4 アドレスがもうすぐ枯渇する！

対症療法と本格治療

- IPv4 の延命
 - クラスの廃止
 - クラス A -- /8
 - クラス B -- /16
 - クラス C -- /24
 - 可変長マスクによる経路制御
 - 厳しいアドレス割り当て
 - 1994年当時 IETF は厳しくアドレスを割り当てても IPv4 が 2008±3年に枯渇すると予想
 - プライベートアドレスと NAT の導入
- アドレス空間の大きな次世代 IP の導入
 - IPng (next generation) の候補
 - SIP, TP/IX, PIP, TUBA
 - SIP + PIP → IPv6

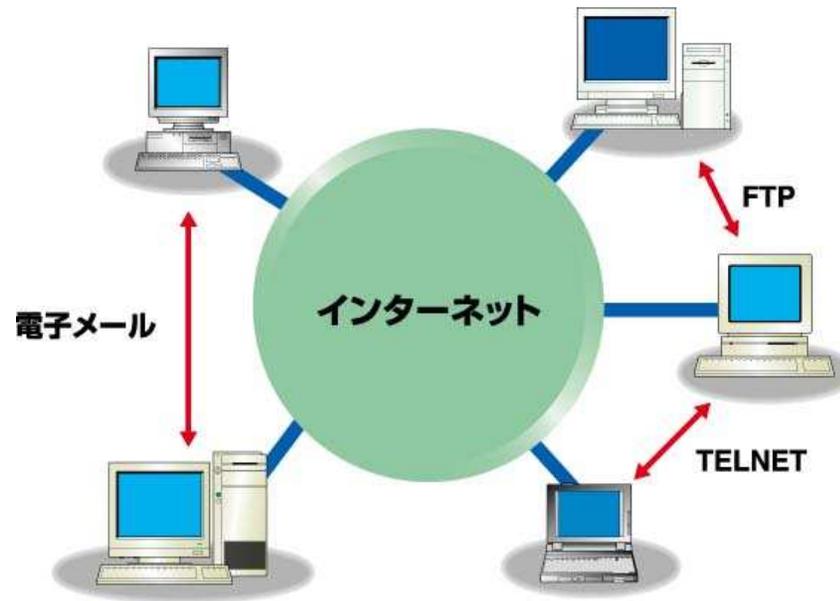
インターネットの歴史
と
IPv6 推進者の理想

古のインターネット



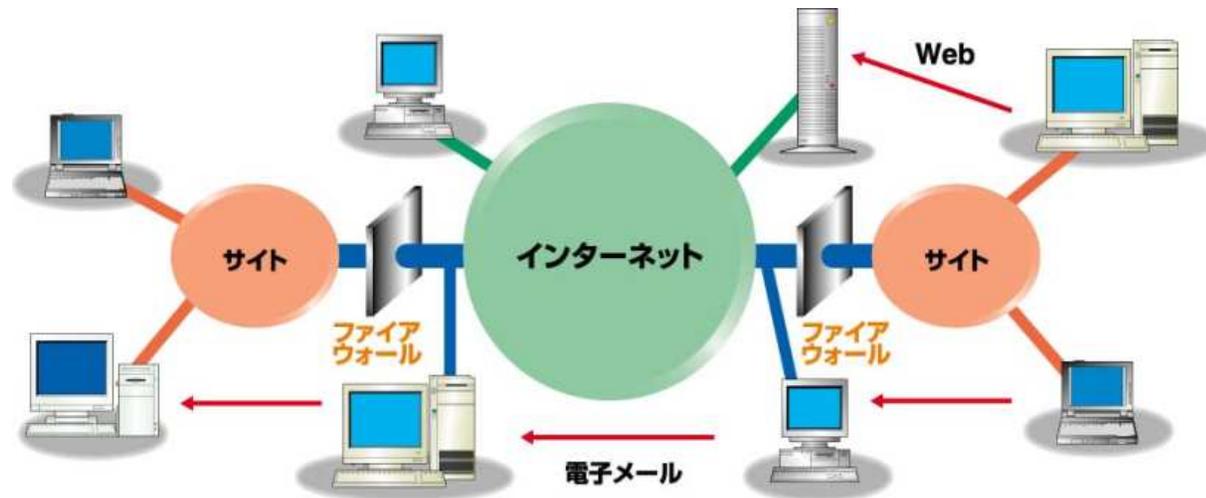
- インターネットは世界規模ネットワークの一つに過ぎなかった
- 他のネットワークとは ALG (Application Level Gateway) を介して接続
- 電子メールしか交換できなかった

古き良きインターネット



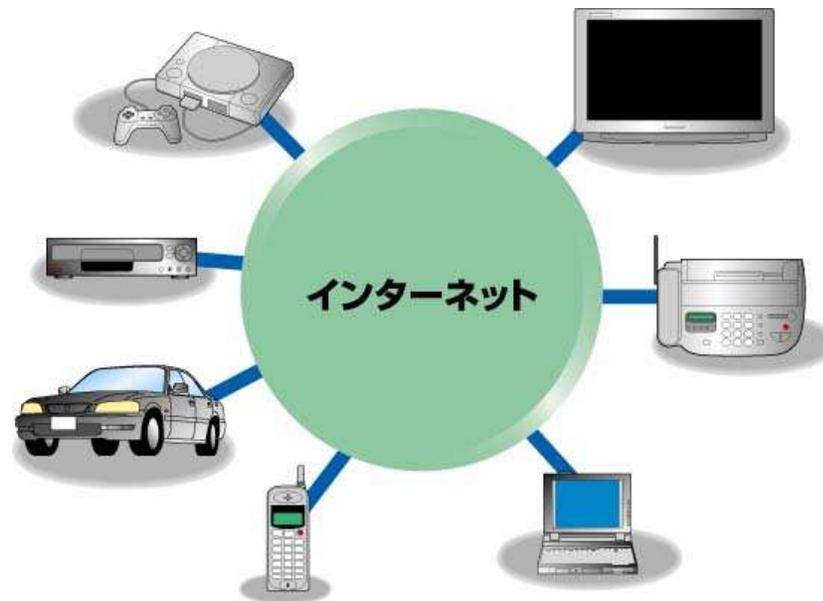
- インターネットによる統一
- アプリは双方向性を謳歌していた

NAT/Firewall による分断



- 双方向性の喪失
- アプリの大量絶滅
- メールと Web だけのインターネット

IPv6 推進者達の理想



- 双方向性の回復
 - NAT/Firewall で分断されていないインターネットを作る
- PC 以外のデバイスをインターネットにつなぐ

IPv6 推進者の夢

キラーアプリによる
IPv6 への移行

インターネットのやり直し

夢(1) キラーアプリ

～インフラが先か、アプリが先か～
鶏と卵の問題を解決するもの

IPv4 はキラーアプリに恵まれた

メール、Web、

IPv6 キラーアプリの必須条件(1)

IPv6 の特長を活かす

IPv6 の特長は
大きなアドレス空間

IPv4: $2^{32} = 43$ 億(10^8)

IPv6: $2^{128} = 340$ 澗 (かん: 10^{34})

車がインターネットにつながったら

- 渋滞地図
 - 速度センサーの情報を集める
- 雨の地図
 - ワイパーの情報を集める



家電がインターネットにつながったら



- 携帯電話からエアコンを操作
- 携帯電話から録画予約

IPv6 キラーアプリの必須条件(2)

今すぐユーザーが使える

今すぐ使えるIPv6キラーアプリはない
それどころか今までのアプリも使えない

今すぐ使えることの重要性

- なぜ MS-DOS は成功したか？
 - CP/M 互換機能を提供した
 - WordStar for CP/M は 1バイト書き換えただけで動いた
- なぜ Windows 95 は成功したか？
 - ほとんどすべての MS-DOS プログラムが動いた
 - SimCity のバグさえエミュレートした
- なぜ IPv6 は普及していないか？
 - IPv4 と互換性がないから
 - すべてのアプリに対応作業が必要
 - ユーザだけでなく ISP なども対応しないといけない

夢(2) やり直し

やり直し(1) IPv6 と同時に普及させる

- IPsec
 - IPsec の普及よりも治安が悪くなる方が速かった
 - NAT/Firewall なしのセキュリティは考えられない状況になった

- マルチキャスト
 - ISP 間のマルチキャストは実用的ではなかった
 - アプリはユニキャストを用いてマルチキャストを実現するようになった

- QoS
 - 絵に描いたモチだった

- 斬新な経路制御
 - 例) 位置情報と識別子の分離
 - 実績がないという理由で採用されなかった
 - IETF は「船頭多くして舟山に登る」状態

やり直し(2) 双方向性を復活させる

- NAT の出現
- 双方向性の喪失
- アプリの大量滅亡

アプリの復活

- アプリは一方向性の環境に適応した

- NAT 越えの技術が発達
 - インターネットにランデブーサーバーを置く
 - 出会った後は NAT 越えで直接通信
 - お金さえ出せばインターネットにサーバーを作れる環境も揃った (クラウド)

夢破れて...

キラールアプリは現れなかった

やり直しにも失敗した

IPv6 は単に
アドレス空間が大きいだけ

石油とIPv4

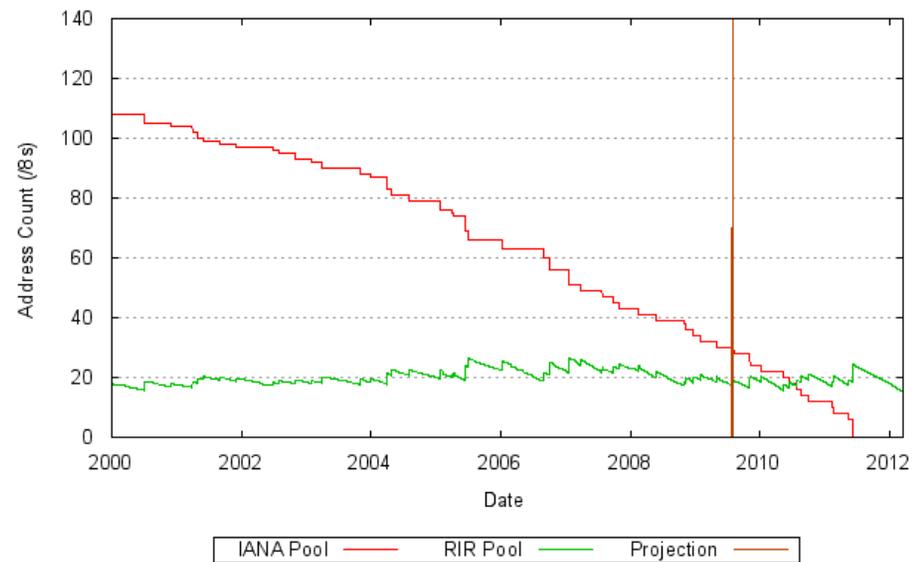
オイルショック
VS
節約と採掘技術の向上

iNET'92 ショック
VS
節約とアドレス共有技術の向上
NAT / HTTP 1.1

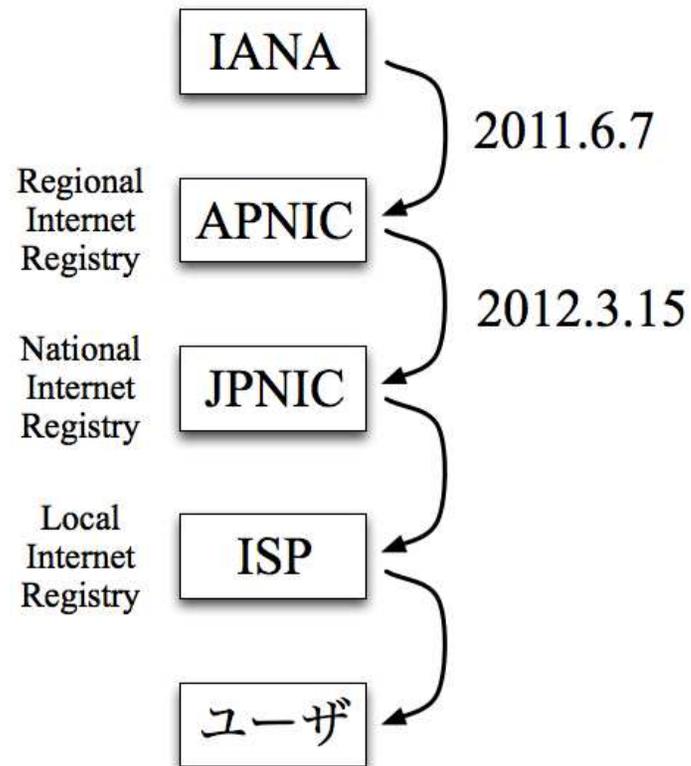
それでも
IPv4 アドレスは
枯渇する

IPv4 アドレスの枯渇予想

- APNIC の Geoff Huston 氏
 - <http://www.potaroo.net/tools/ipv4/>



アドレスの割り振り



- 最近の JPNIC には在庫がない
- 1994年当時の IETF の予想は 2008±3年！

ついに IPv6 が来るのか？

まだ分からない

まとめ

- IPv6 は単にアドレス空間が大きいだけ
- 今のところIPv6キラーアプリはない
- IPv6 が来るも来ないも市場次第

敗軍の将は兵を語らず