

キャンパスネットワークの IPv6移行の留意点

中村 素典
国立情報学研究所

IPv6の歴史

- 1991年頃：32bitのIPv4アドレスが将来枯渇することが予想され調査や議論が始まる
- 1995年頃：128bitのアドレスを持たせることになり、IPv6という名称が決まる
- 1998年：主な仕様が決まる
- 1999年：アドレス割り当てが始まる
- 2003年：IPv6 Readyロゴ認定が始まる
- 2008年：日本IPv6認証センター発足
- 2011年2月：IANAのIPv4在庫が枯渇
- 2011年4月：APNIC, JPNICのIPv6在庫が事実上枯渇
- 2011年6月：World IPv6 Day実施



www.ipv6ready.org

IPv6の特徴

- 128bitのアドレスサイズ
 - 単純に考えると、アドレス数はIPv4の約 8×10^{28} 倍
- ネットワーク部64bit＋ホスト部64bit
 - ネットワーク部で経路制御に利用できるのは、48bit
 - 経路制御可能なネットワーク数はIPv4の約7万倍

IPv6の利用

- 現在、IPv6対応とされている機器であれば、普通に利用できると考えて良い
 - IPv4対応機器が、使えるか使えないか、と同程度？
- ただし、幾つかの落とし穴がある
 - インターネットに接続されないグローバルIPv6アドレスを用いるネットワーク
 - 某地域IP網とか
 - IPv6に未対応の独自アプリケーション（ソフトウェア）やサービス
 - IPv4/IPv6を同時に利用する環境だと、通信障害時の原因が特定しづらい
 - IPv4/IPv6の両方に対応しているアプリケーションは、順番に試して、使える方を使うようになっている（ことが期待される）

SINETにおけるIPv6対応

- トンネリング接続サービス (2002年～)
- ネイティブ接続サービス、デュアル接続サービス開始 (2007年12月～)
 - SINET3にてIPv6へのネイティブ対応
- アドレス割り当て
 - 地域ネットワーク等 /44 (自由に使えるネットワーク部：20bit)
 - 機関 (大学等) /48 (自由に使えるネットワーク部：16bit)
 - 研究室 /56 (自由に使えるネットワーク部：8bit)
- 利用状況
 - 機関：62 + 15、研究室：22、地域ネットワーク等：7
 - +15は地域ネットワーク等経由
 - <http://www.sinet.ad.jp/service/network/l3/ipv6/assignment>
- マルチホームも可能
 - NICからPIアドレスの割り当てを受け、BGPを運用 (IPv4の場合と同じ)

JPNICによるアドレス課金

- NICはIPアドレスの割り当てに対して課金している
- 歴史的PI（プロバイダ非依存）アドレスについても2012年度から課金が始まる
 - 歴史的でないPIアドレスについては従来より課金
- SINETから割り当てられるPAアドレス（プロバイダ集成可能）アドレスについては、SINETが負担
 - IPv6も同様
- IPv4のアドレス1個=IPv6の/56アドレスブロック1個
 - 機関への割り当て単位である/48は、IPv4におけるクラスCに相当（費用面で）
- IPv4とIPv6を個別に計算し、高い方の費用を支払う
 - IPv4が主流の間は、IPv6に対するアドレス課金は気にしなくて良い

IPv6の キャンパスへの導入

- 対外接続ルータをIPv6対応にする
- FireWallのIPv6対応にする
 - 通信ポートの設定は従来通り
 - IPv6に移行しても、TCPやUDPは従来通り
 - IPv6も一般化してきたので、侵入検知やウィルス対策もIPv4と同様に
 - ICMPは少し変わっている
- 端末へのアドレス自動割り当てやDNSをIPv6対応にする
 - IPv6ではブロードキャストでなくマルチキャストが用いられることに注意
 - DNSのIPv6対応は2つの意味がある
 - 登録データをIPv6対応にする
 - IPv6による問い合わせに応答できるようにする
- eduroam（無線LAN）で対応するという方法もある

研究教育のための 学術国際無線ローミング

● 世界的に展開される学術無線LANローミング 基盤(<http://www.eduroam.org/>)

- 学術関係者なら接続料なしで自由にどこでも利用可
- ヨーロッパ約40か国の他、アジア太平洋地域では日本、中国、香港、台湾、オーストラリア、NZ、フィリピン、カナダ、USが参加（計約50カ国）
- 日本国内は23機関が参加（平成23年7月現在）

● 大学のアカウントによるアクセス認証を実現

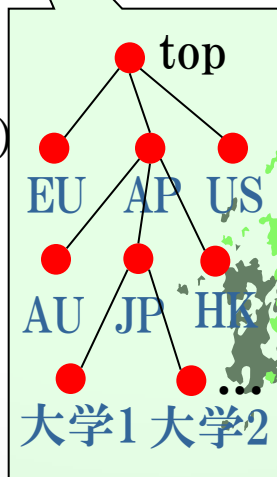
- radiusサーバによる認証連携網

● 産学連携運用によるサービスエリアの拡充！

-  livedoor wireless

約2,200ヶ所のアクセスポイント
(東京、千葉、神奈川、埼玉など)

● eduroamは今や世界的な デファクトスタンダードに！



学術クラウド
電子ジャーナル

図書館・学内DB

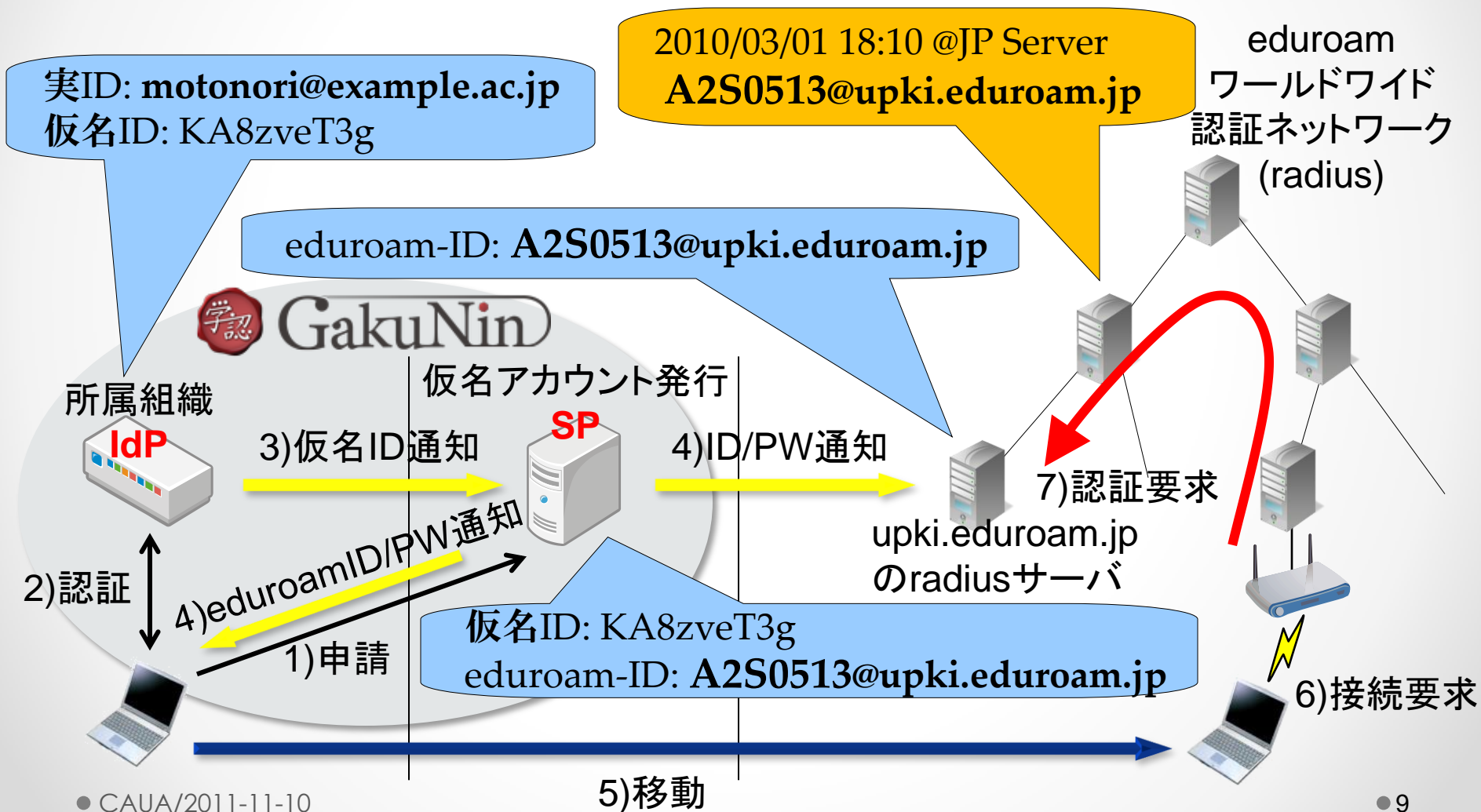
インターネット

大学間認証連携基盤・eduroam

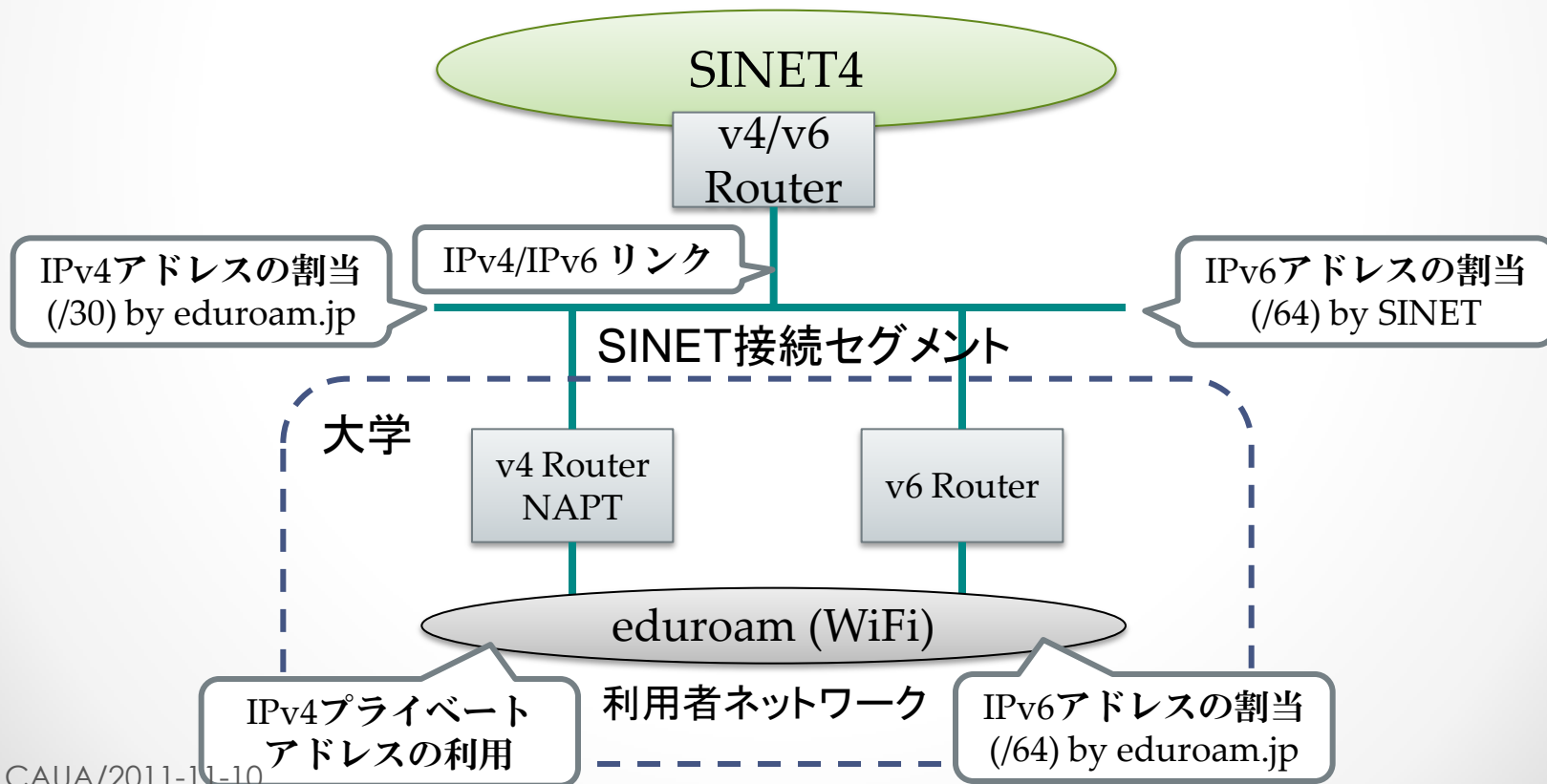


学認と連携したeduroamアカウント発行

- eduroamのRADIUS server treeとshibbolethの組合せによる匿名性の実現（パスワード漏洩対策）



- ◆ eduroamとは国際的な学術向け無線LANローミング基盤で、学術関係者は無償で利用可能
- ◆ eduroam (ゲスト) 用アクセスネットワークには、キャンパスLANとは異なるIPアドレスを利用したい (IPアドレスに基づくアクセス制限を維持するため)
- ◆ 異なるIPアドレスのために、別回線を手配するのは手間やコストがかかる
- ◆ SINET4では、eduroam用接続が、従来のIPv4/IPv6 dualの枠組みで可能 (詳細: <http://www.eduroam.jp/docs/SINET4-eduroam.pdf>)



学内でのアドレス管理

- アドレス割り当てのデザイン
 - サブネット部分が多いので楽
 - /48の割り当てだと、16bitのサブネットが利用できる
- 端末への割り当てアドレスの把握
 - アドレス割り当て方法は2通り
 - ステートレス自動設定 (Router Advertisement/Neighbor Discovery)
 - DNS情報も通知できるようになった
 - 端末が勝手にホスト部を生成するので端末の特定が困難
 - 一時 (匿名) アドレス
 - DHCPv6
 - ステートレス自動設定とDHCPv6を組み合わせる方法もある
 - インシデント対応のためには管理者が端末を特定できる必要がある
 - DHCPv6で割り当てを行い、MACアドレスとの対応を記録
 - Web認証等と併用して割り当て済みのアドレスとユーザとの対応を記録

IPv6のみでの生活

- 最近の端末はIPv6に対応しているので、IPv6のみのネットワークでもある程度の生活が可能
 - Windows Vista/7, MacOS X, Linux, iPad/iPodTouch など
 - 従来のIPv4ベースのサービスへのアクセスのためには、アドレス変換システムの運用が必要
 - dns64とnat64
- アドレス変換環境でも利用可能なサービス例
 - Webベースのサービス
 - Ustream on web browser
 - Windows Update
 - Adium of Google Talk, Jabber
 - Thunderbird, Mail.app
 - Evernote
 - iTunes, Echofon, Yorufukurou
 - iCal
- WIDE合宿（2011秋）で実験し動作を確認

IPv6のみ環境では動かないか もしれないもの（一例）

- Skype
- Dropbox
- iChat
- Facetime
- Ustream Producer
- OpenVPN
- DNS に登録のないIPv4 onlyサービス
など

これらの早急なIPv6対応（DNSへの登録）が望まれる

まとめ

- 多くのネットワーク機器はIPv6に対応している
- おおくの端末製品もIPv6に対応済み
- 端末の低価格化はさらに進み、スマートフォンやタブレットの普及も劇的に進んでいる

- IPv4アドレスは、もはや枯渇している
- 双方向コミュニケーションサービスの活用にはグローバルアドレスが必要

- いかにか、IPv4からIPv6にスムーズに展開できるかが鍵
- IPv6の世界は、すぐそこまで迫っている