SEILシリーズ開発動向:
IPv6対応の現状と未来

IIJ Internet Initiative Japan

SEIL事業部　製品開発部　研究開発課
小林　智史
SEIL事業部　製品開発部　研究開発課
大谷津 昂季

Ongoing Innovation

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

目次

- SEILシリーズ概要
- 2011年の国内外 IPv6 トピックス
- 今年行った SEIL の IPv6 対応
- 今後の展望
- SEIL における 4rd の研究開発

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

SEILシリーズ概要

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

SEILシリーズ概要 (1/3)

SEILシリーズ

累計 50,000台

- IIJ自社開発の法人向けルータ SEIL
  - 2001/6 から IPv6 に対応

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

SEILシリーズ概要 (2/3)

SEIL/x86

- ソフトウェアルータ: SEIL/x86
  - SEIL/B1, SEIL/X と同等の機能を搭載
  - 仮想化環境対応
    - VMware 対応済み
    - KVM, Hyper-V 対応中
  - 1ライセンス800円
    - (SEIL/x86 Fuji)

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

SEILシリーズ概要 (3/3)

主要な機能での IPv6 対応状況

IPv4	IPv6
route	route6
ipsec	ipsec
ike	ike
dhcp	dhcp6
nat	nat6
filter	filter6
vrrp/vrrp3	vrrp3
translator	translator
ping	ping6

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

2011年の国内外 IPv6 トピックス

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

国内外IPv6トピックス

IPv4枯渇/IPv6移行

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

今年行った SEIL の IPv6 対応

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

NTT NGN IPv6 PPPoE 対応
SEIL/X, B1 Ver 3.20

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

SEIL/X, B1 Ver 3.20 (1/2)

IPv6 PPPoE 対応

- IPv6 PPPoE
  - 6月1日リリース
- SEIL/X, B1 Ver 3.20
  - 4月1日リリース
- 新機能
  - IPv6 NAT
- 連携強化
  - PPPoE
  - DHCPv6

URL: http://www.seil.jp/community/node/19

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

SEIL/X, B1 Ver 3.20 (2/2)

IPv6 NAT

(ULA: Unique Local Address)

- **nat6 add ngn_nat type ngn**
  internal fd00::/64
  external 2001:db8::/64
  interface lan1
  ndproxy on

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

NTT NGN IPv6 IPoE 対応
SEIL/X, B1 Ver 3.40

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

SEIL/X, B1 Ver 3.40

IPv6 IPoE 対応

- IPv6 IPoE
  - 7月21日リリース
- SEIL/X, B1 Ver 3.40
  - 7月27日リリース
- 新機能
  - ルータ広告受信
- 機能拡張
  - DHCPv6クライアント

URL: http://www.seil.jp/community/node/33

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

Path MTU Discovery 失敗問題対応
(IPv6 TCP MSS 調整機能)
SEIL/X, B1 Ver 3.50

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

SEIL/X, B1 Ver 3.50 (1/8)

Path MTU Discovery 失敗問題対応

- 背景
  - Webサイト全体の約 5 %
    - Path MTU Discovery に関する問題を抱えている
    - World IPv6 Day (2011/6/8) 時点
  - プロトコル仕様的に問題が深刻化しやすい
    - IPv6 はルータがパケットをフラグメントできない

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

SEIL/X, B1 Ver 3.50 (2/8)

Path MTU Discovery 失敗問題対応

- Path MTU Discovery
  - 通信経路の最小MTUを検出する

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

SEIL/X, B1 Ver 3.50 (3/8)

Path MTU Discovery 失敗問題対応

- Path MTU Discovery 失敗問題
  - ICMPv6 Packet Too Big が届かない

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

SEIL/X, B1 Ver 3.50 (4/8)

Path MTU Discovery 失敗問題対応

- ブラックホールの主な発生原因
  - 不適切なフィルタリングルールがある
  - レートリミテーションの機能が有効になっている
  - ルータにグローバルアドレスがない

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

SEIL/X, B1 Ver 3.50 (5/8)

Path MTU Discovery 失敗問題対応

- エッジ側での対処の必要性
  - 問題は通信経路のネットワーク上に存在する

- 解決方法
  - MTU を変更する
  - TCP MSS を調整する

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

SEIL/X, B1 Ver 3.50 (6/8)

Path MTU Discovery 失敗問題対応

- TCP MSS
  - MSS (Maximum Segment Size) オプション

SEIL/X, B1 Ver 3.50 (7/8)

Path MTU Discovery 失敗問題対応

- TCP MSS 調整
  - エッジ機器でMSSオプションの値を書き換え

SEIL/X, B1 Ver 3.50 (8/8)

Path MTU Discovery 失敗問題対応

- PPPoE
  - ppp add ipv6test ipv6cp enable …
    ipv6cp enable
    tcp-mss6 auto ·····> 1394 (Bytes)
  - interface pppoe0 ppp-configuration ipv6test
  - interface pppoe0 over lan1

Path MTU Discovery 失敗問題を
TCP MSS 調整機能で解決できる

URL: http://www.seil.jp/community/node/36

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

今後の展望

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

今後の展望 (1/2)

IPv6 対応状況

- ほとんどの機能は対応済み

- 未対応機能
  - L2TPv3
    - IPv6 over IPv4 は可能
  - application-gateway
  - PPPAC

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

今後の展望 (2/2)

リリース予定

- SEIL/X, B1 Ver 3.60
  - L2TPv3 IPv6 対応

- Future
  - application-gateway IPv6 対応
  - PPPAC IPv6 対応
  - BGP 対応
  - 4rd

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

SEIL における 4rd の研究開発

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

4rd 概要(1/4)

研究開発の経緯

- IANA/APNIC/JPNIC の IPv4 アドレスが枯渇
  - ✓ 在庫枯渇による グローバル IPv4 アドレスの不足
- IPv4 インターネットへの到達性が必要
  - ✓ ISP所有のグローバルIPv4アドレスをユーザ間で共有
- IPv6上でIPv4への到達性を確保
  - ✓ 方式: DS-Lite(CGN/LSN), 4rd

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

4rd 概要(2/4)

4rd とは

- IPv4 over IPv6 を実現するトンネリング技術の一つ
- IPv6 移行後のネットワークを想定
  - ✓ ISP所有のグローバル IPv4 アドレスをユーザ間で共有
  - ✓ IPv4 アドレス + ポート番号でCPEを識別
- CPE で NAT を行う

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

4rd 概要(3/4)

4rd の利点

- ユーザがNATを詳細に制御できる
  - 例. UPnP が動作する

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

4rd 概要(4/4)

参考：IPv4 over IPv6 サービス提供の共通仕様の採用検討

BBIX、MF、JPIXの3社が、IPv6上でのIPv4サービス提供の共通仕様の採用を検討、技術検証を開始
(http://www.iij.ad.jp/news/pressrelease/2010/0831.html)より引用

4rd: SEILの実装(1/3)

SEILの4rd 実装における基本仕様

- ✓ 以下のインターネットドラフトに準拠
  - draft-despres-softwire-sam-01
  - draft-despres-softwire-4rd-00
  - ※ 実装当時(2011年2月時点)のインターネットドラフト
- ✓ 加えて、ICMPにも対応
  - IPv4 Internet に対する ping 疎通確認のため
- ✓ ルール検索は，最初に一致したルールを採用する

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

SEIL/x86 による 4rd のデモ

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

4rd: SEILの実装(2/3)

デモ構成

項目	内容
IPv6 Prefix	2409:1:2000:f000::/52
IPv4 Prefix	210.148.21.136/29
Index-Length	24bit
Host ID	::1
CE Address	2409:1:2000:ff3d:e000::1
BR Address	2001:240:2001:4601::1
Global IPv4	210.148.21.137

ポート範囲 A	0xF780 ~ 0xF7FF
ポート範囲 B	0x7BC0 ~ 0x7BFF
ポート範囲 C	0x3DE0 ~ 0x3DFF
ポート範囲 D	0x1EF0 ~ 0x1EFF

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

4rd: SEILの実装(3/3)

実装をした所感

✓ カプセル化をする箇所の実装が容易

- tunnel インタフェース(IP-IP)と同様の実装
- アドレス生成の箇所は実装の手間はかかるが、固定的

✓ 既存機能との連携が容易

- tunnel インタフェースと同様に
  frd というインタフェースを実装したため

✓ ただし、NATとの連携には若干の困難

- 既存の NAT セッションと共存させるため

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

2011 WIDE 秋 合宿における 4rd 実証実験

- 通信環境
  - インターネットへの接続はIPv6 only
    - IPv4 Internet へは4rd, sa46t, NAT64を使用
  - 無線 LAN アクセスポイントから 各個人PCにIPv6 アドレスを付与
  - 4rd 実験用の無線 LAN アクセスポイント を WIDE ネットワーク内で設置
- 実験項目
  - 実用性実証試験
  - アプリケーション/プロトコル動作試験
  - 負荷試験

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

4rd: WIDE 2011 秋 合宿での実証実験(2/4)

実験ネットワーク

- 回線
  - ✓ NTT 東日本
    フレッツ 光ネクスト
    ファミリー・ハイスピードタイプ
- ISP
  - ✓ IIJmio FiberAccess/NF

設定項目	設定内容
IPv6 Prefix	2409:150:8000:1f00::/56
IPv4 Prefix	203.178.159.32/30
Index-Length	8bit
Host ID	::0
CE Address	2409:150:8000:1f40::2
BR Address	2001:200:0:ff30::1

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

4rd: WIDE 2011 秋 合宿での実証実験(3/4)

実験結果

- 実用性実証試験
  - Web ブラウジングやメールの閲覧などの
    ネットワークアプリケーションがストレスなく使用できていた
- アプリケーション/プロトコル動作試験
  - L2TP over IPsec VPN, リモートデスクトップ接続,
    Windows共有 etc …
- 負荷試験
  - 最大トラフィック: 約 100 Mbps
  - 同時TCP session 使用数: 1,534 sessions (ピーク値)
  - 総計セッション数: 10,365 sessions

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

4rd: WIDE 2011 秋 合宿での実証実験(4/4)

4rd プロトコル概要

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

4rd における役割の名前

- BR (Border Router)
  - ISPが設置するCE を集約する4rdサーバ側のルータ
- CE (Customer Equipment)
  - ユーザのIPv4ネットワーク上に設置された 4rd クライアント側の機器

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

4rd プロトコル概要 (2/5)

動作概要

1. プライベートアドレスをグローバルIPv4 アドレスへCEがNAT
2. NATしたIPv4パケットをIPv6 パケットへカプセル化してBRへ送信
3. BRはIPv6パケットからIPv4パケットを取り出し、インターネットへ
4. 戻りパケットは、IPv4アドレスとポート番号からCEを識別

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

4rd プロトコル概要(3/5)

CE を識別するための Portset ID

- ✓ CEを識別するために ポートの割り当て範囲を決定する
  - ✓ NAT の送信元ポート番号の制限範囲
  - ✓ Portset ID を元に最大4つ作成

10.255.171.205　0xef (8bit)

IPv4 アドレス 32bit	Portset ID Max 15bit

1	Portset ID				任意
0	1	Portset ID			任意
0	0	1	Portset ID		任意
0	0	0	1	Portset ID	任意

ポート番号(16 bit)

ポート番号範囲 A	0xF780 ~ 0xF7FF
ポート番号範囲 B	0x7BC0 ~ 0x7BFF
ポート番号範囲 C	0x3DE0 ~ 0x3DFF
ポート番号範囲 D	0x1EF0 ~ 0x1EFF

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

4rd プロトコル概要(4/5)

マッピングルールに含まれる項目

- ✓ IPv6 Prefix
  - 使用するIPv6 アドレスの範囲(例. 2001:db8::/32)
- ✓ CE/BR のIPv6 アドレス
  - CE, BR に割り当てたグローバルIPv6 アドレス
- ✓ IPv4 Prefix
  - 使用するIPv4 アドレスの範囲(例. 10.255.0.0/16)
- ✓ index-length
  - CEを識別するためのIPv4 アドレスとPortset IDを取り出すために使うインデックス長(例. 24bit)
- ✓ Host ID(4rd Interface ID)
  - CEのインタフェースを識別する ID(例. ::1)

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

4rd プロトコル概要(5/5)

マッピング方式

0xAB = 171
0xCD = 205

パラメータ例

BR IPv6アドレス	2001:db8::1/32
CE IPv6アドレス	2001:db8:abcd:ef00::1

IPv6 Prefix	2001:db8::/32
IPv4 Prefix	10.255.0.0/16
Index-Length	24bit
Host ID	::1

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

4rd: まとめ

今後の開発予定

- 動作検証
  - 更に個人ユーザ向けアプリケーションの検証をしていく
  - 映像配信サービスやオンラインゲームなど
- 実装の改良
  - 最新のインターネットドラフト, RFCへの追従を進めていく

<u>4rd の実用性を今後も高めていきます</u>

© 2011 Internet Initiative Japan Inc.

IIJ Internet Initiative Japan

ご清聴ありがとうございました

お問い合わせ先　IIJインフォメーションセンター
TEL：03-5205-4466（9：30～17：30 土/日/祝日除く）
info@iij.ad.jp
http://www.iij.ad.jp/

Ongoing Innovation

本書には、株式会社インターネットイニシアティブに権利の帰属する秘密情報が含まれています。本書の著作権は、当社に帰属し、日本の著作権法及び国際条約により保護されており、著作権者の事前の書面による許諾がなければ、複製・翻案・公衆送信等できません。IIJ、Internet Initiative Japanは、株式会社インターネットイニシアティブの商標または登録商標です。その他、本書に掲載されている商品名、会社名等は各会社の商号、商標または登録商標です。本文中では™、®マークは表示しておりません。©2011 Internet Initiative Japan Inc. All rights reserved. 本サービスの仕様、及び本書に記載されている事柄は、将来予告なしに変更することがあります。

IIJ Internet Initiative Japan

インターネットの先にいます。

IIJはこれまで、日本のインターネットはどうあるべきかを考え、
つねに先駆者として、インターネットの可能性を切り拓いてきました。
インターネットの未来を想い、イノベーションに挑戦し続けることで、世界を塗り変えていく。
それは、これからも変わることのない姿勢です。
IIJの真ん中のIはイニシアティブ ―――――― IIJはいつもはじまりであり、未来です。

Ongoing Innovation

お問い合わせ先 IIJインフォメーションセンター
TEL：03-5205-4466（9：30～17：30 土/日/祝日除く）
info@iij.ad.jp
http://www.iij.ad.jp/

本書には、株式会社インターネットイニシアティブに権利の帰属する秘密情報が含まれています。本書の著作権は、当社に帰属し、日本の著作権法及び国際条約により保護されており、著作権者の事前の書面による許諾がなければ、 複製・翻案・公衆送信等できません。 IIJ、Internet Initiative Japanは、 株式会社インターネットイニシアティブの商標または登録商標です。その他、本書に掲載されている商品名、会社名等は各会社の商号、 商標または登録商標です。本文中では™、®マークは表示しておりません。
©2011 Internet Initiative Japan Inc. All rights reserved. 本サービスの仕様、及び本書に記載されている事柄は、将来予告なしに変更することがあります。