JANOG49 Meeting in Kagoshima

IXにおけるIPv6パケットフィルタ再考

日本インターネットエクスチェンジ
技術部　　國武功一

2022-01-26

お断り

- 個人の見解を示した資料であり、組織を代表したものではなく云々……
- 経路フィルタについては扱いません
- IPv4パケットフィルタについても扱いません
- MACアドレスは文章用ドキュメントを利用していません。わかりやすさを優先させました。

Agenda

- IXセグメントで見かけた不思議な挙動
- Neighbor Discoveryを正しく知ろう！
- JANOG Comment(JC1006)を振り返ろう！
- 勝手にJC1006まとめ
- JC1006で防げないへんなパケット例その1
- JC1006で防げないへんなパケット例その2
- さて、どうする？

フィルタしちゃダメなパケットまで
フィルタしてませんか？

IXセグメントで見かけた不思議な挙動

- Neighbor Discovery が失敗する
  - 時々成功
    - どうも Path MTU Discovery が定常的に走っていて、Rate limitに引っかかってる？
      - 参考：頑張れフォールバック – JANOG p.20 (IIJ 松崎さん, JANOG26)
  - 監視装置からの Neighbor Discovery は成功。対向ルータからの Neighbor Discoveryは失敗。またはその逆？
    - ？？？

Neighbor Discoveryで実際にどんなパケットが送受信されているかの理解がされず、誤ったフィルタが適用されているのでは？

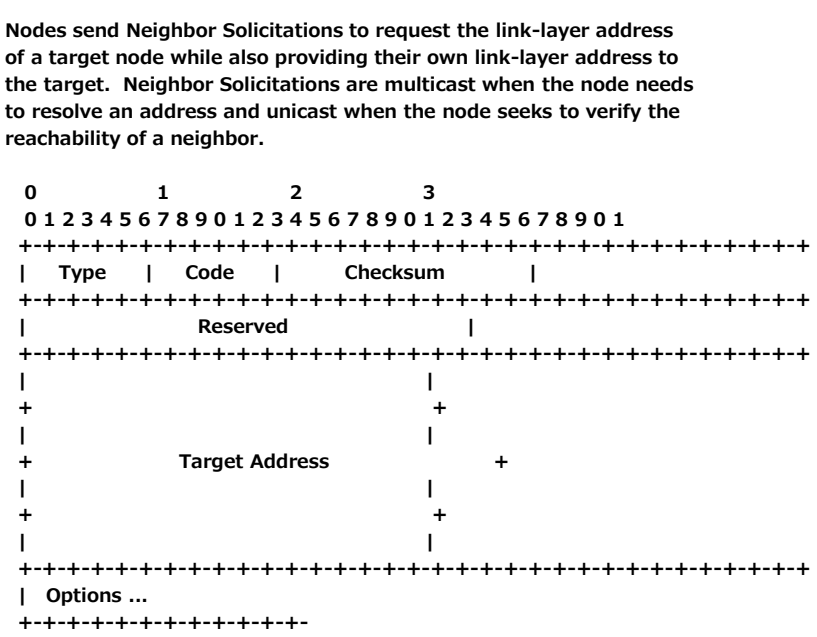
Neighbor Discoveryを正しく知ろう！

- Neighbor Discoveryとは？
  - ざっくり言えば、IPv4でいうところの、ARPみたいなもの
  - ICMPv6 を利用する(Neighbor SolicitationとNeighbor Advertisement)
- どんな時に投げる？
  - L2アドレスの解決(ARP相当だよ）
  - アドレス重複の確認(DAD)
  - 近隣到達不能検出(NUD) の確認
  - Bondingでよく使われるGARP相当のパケット(切り替わった際に、新しいポートにMACアドレスを再学習させる）

RFC4861 Neighbor Discovery for IP version 6

4.3. Neighbor Solicitation Message Format

Nodes send Neighbor Solicitations to request the link-layer address of a target node while also providing their own link-layer address to the target. Neighbor Solicitations are multicast when the node needs to resolve an address and unicast when the node seeks to verify the reachability of a neighbor.



IP Fields:

Source Address
: Either an address assigned to the interface from which this message is sent or (if Duplicate Address Detection is in progress [ADDRCONF]) the unspecified address.

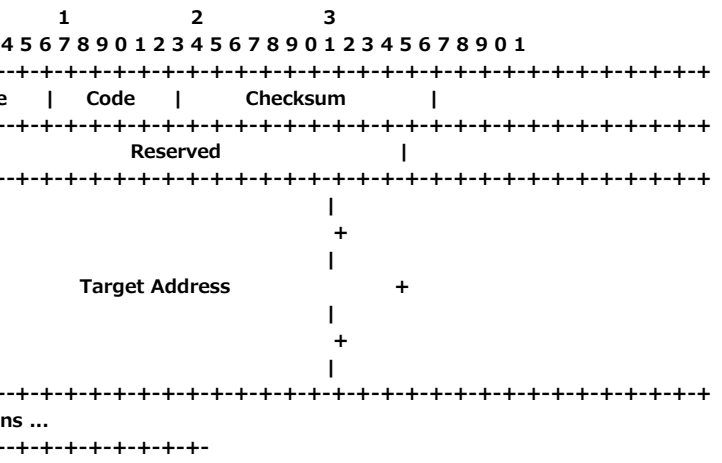
Destination Address
: Either the solicited-node multicast address corresponding to the target address, or the target address.

Hop Limit 255

以下略

4.4. Neighbor Advertisement Message Format

A node sends Neighbor Advertisements in response to Neighbor Solicitations and sends unsolicited Neighbor Advertisements in order to (unreliably) propagate new information quickly.



IP Fields:

Source Address
: An address assigned to the interface from which the advertisement is sent.

Destination Address
: For solicited advertisements, the Source Address of an invoking Neighbor Solicitation or, if the solicitation's Source Address is the unspecified address, the all-nodes multicast address.

: For unsolicited advertisements typically the all-nodes multicast address.

Hop Limit 255

以下略

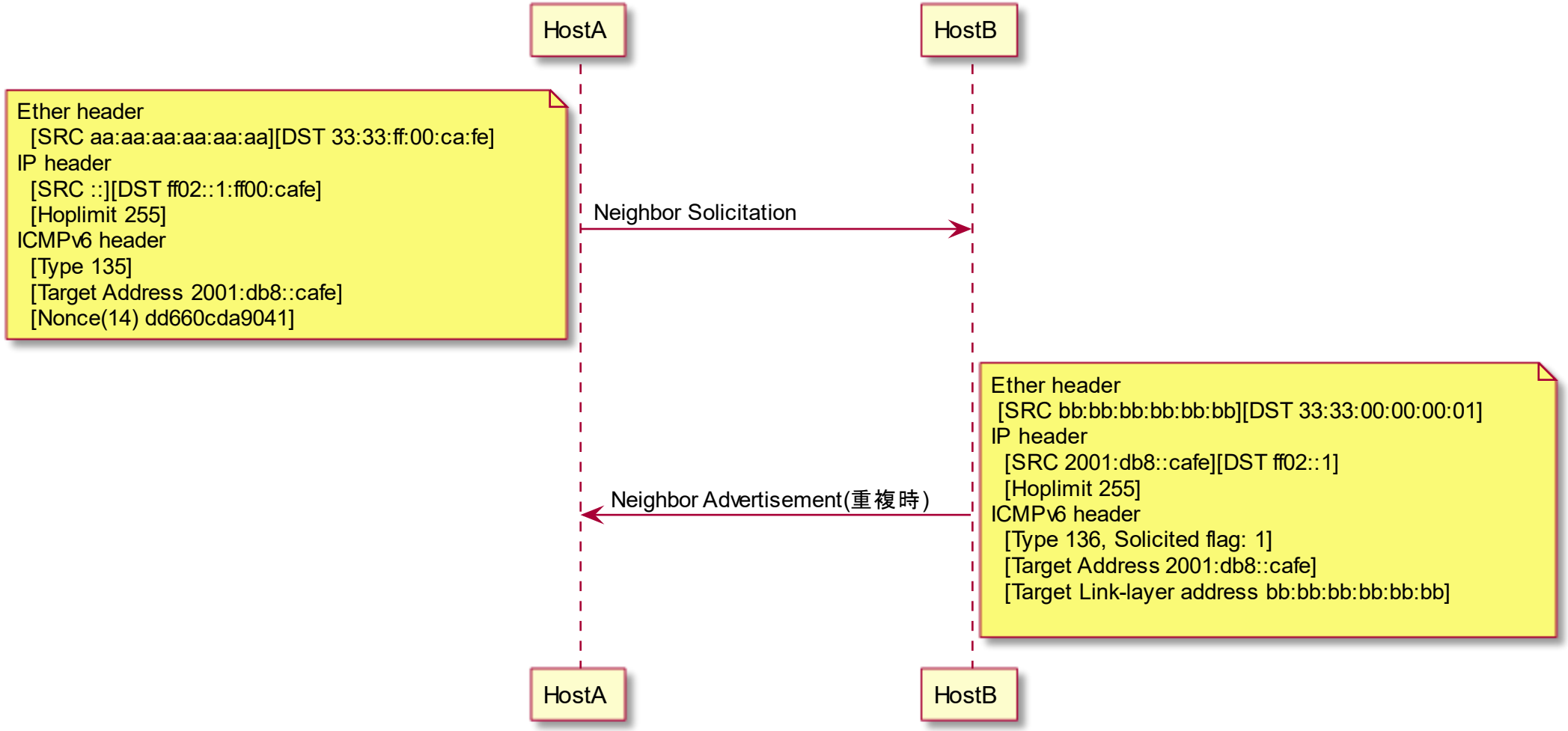
IPv6 src/dst アドレス

- Neighbor Solicitation
  - IPv6 Source Address：Interfaceにアサインされた（global, link-local, DADなら未指定アドレス(::))アドレス。
  - IPv6 Destination Address：解決したいターゲットアドレスの要請ノードマルチキャストアドレス(Solicited-Node Multicast address)かターゲットアドレスそのもの
- Neighbor Advertisement
  - IPv6 Source Address：送出するInterfaceのIPアドレス(globalやらlink-localアドレスやら)
  - IPv6 Destination Address: NSの送信元アドレスや DADへの応答は全ノードマルチキャスト宛。

具体的には？

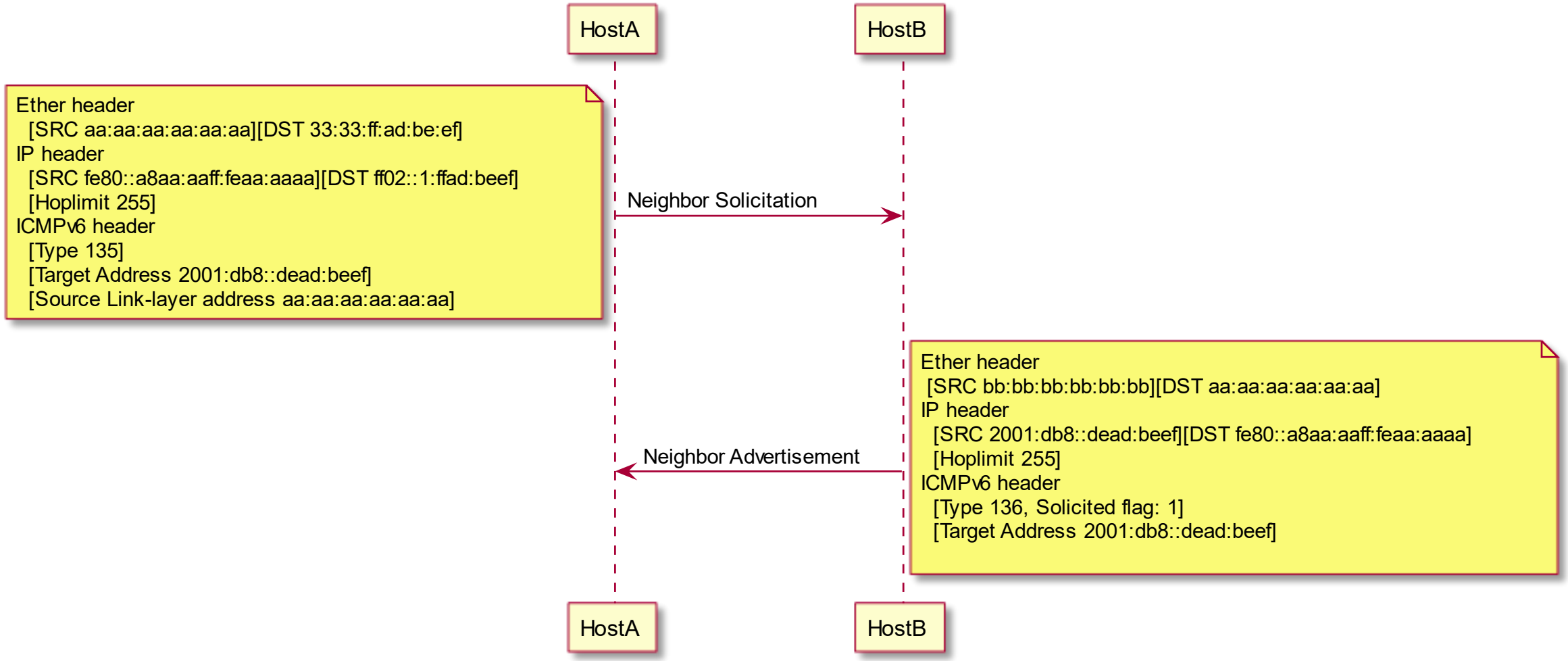
Neighbor Solicitation その1

- DAD(Duplicate Address Detection)



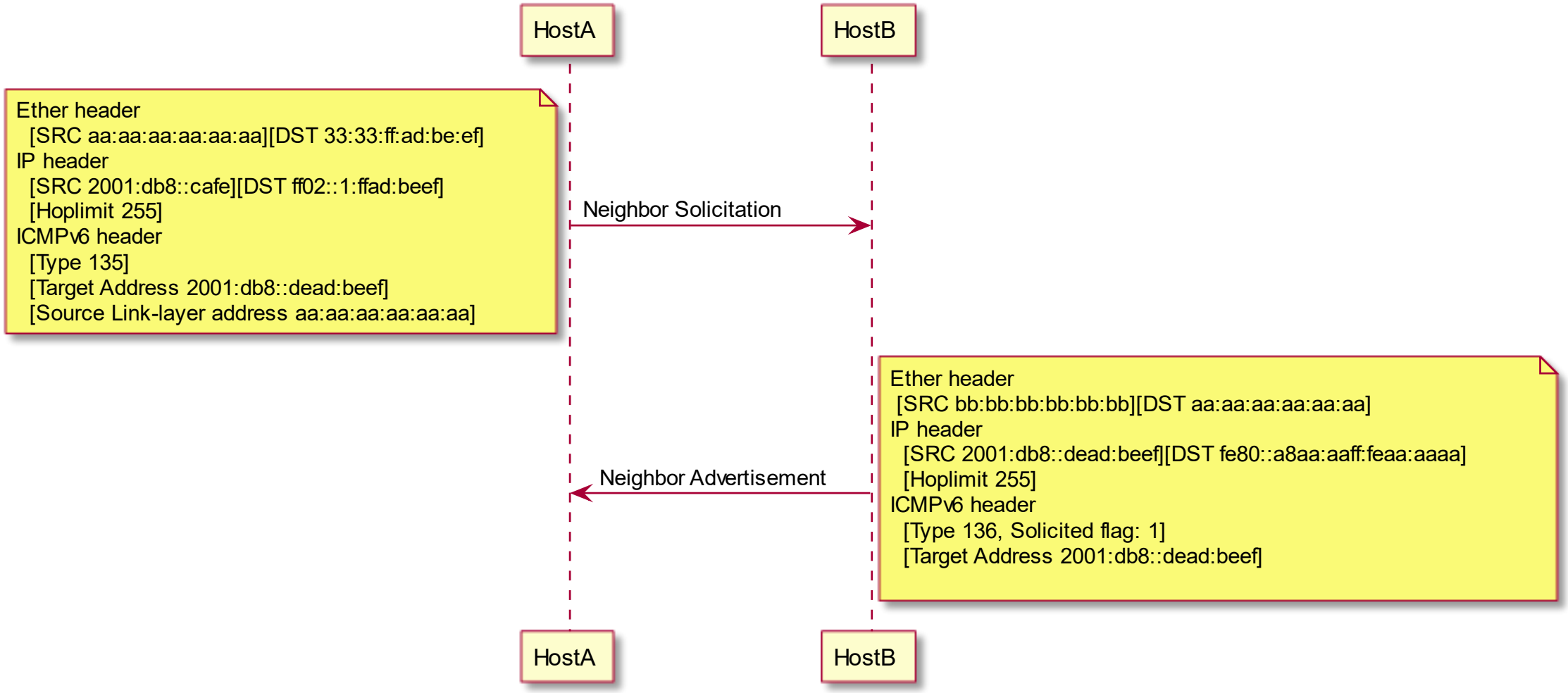
Neighbor Solicitation その２

- L2アドレス解決(link-local -> solicited node multicast)



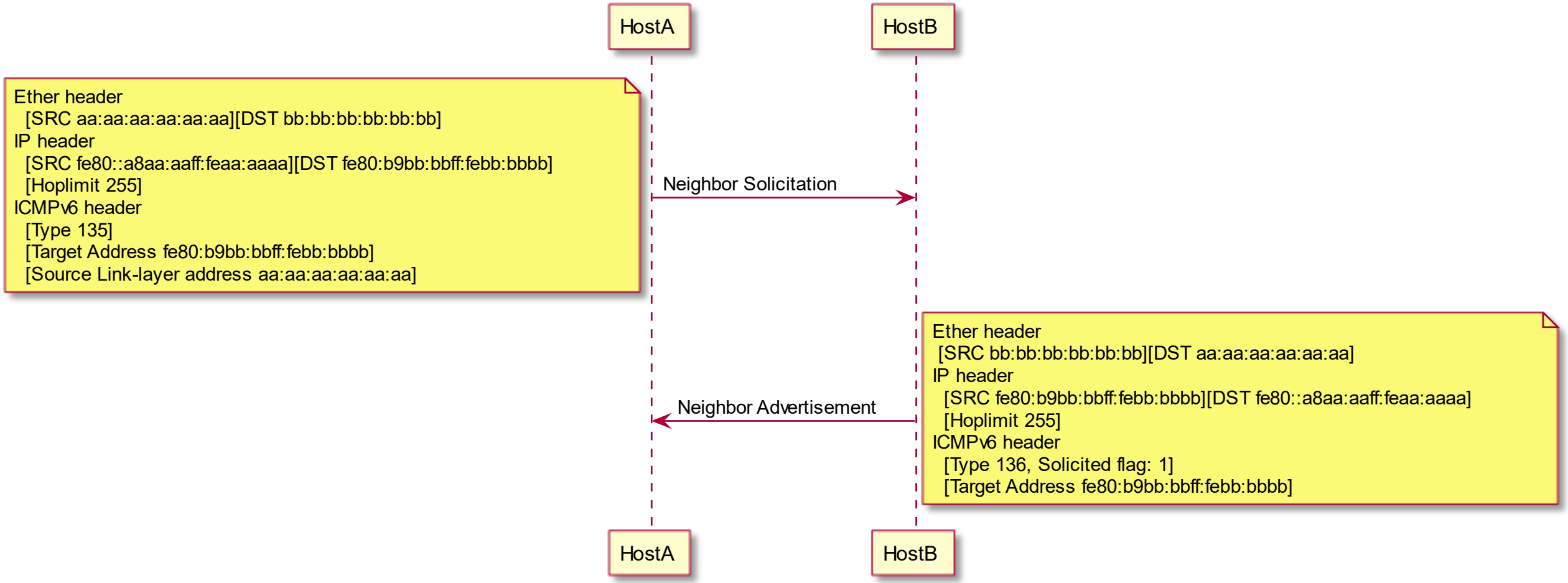
Neighbor Solicitation その３

- L2アドレス解決(global -> solicited node multicast)



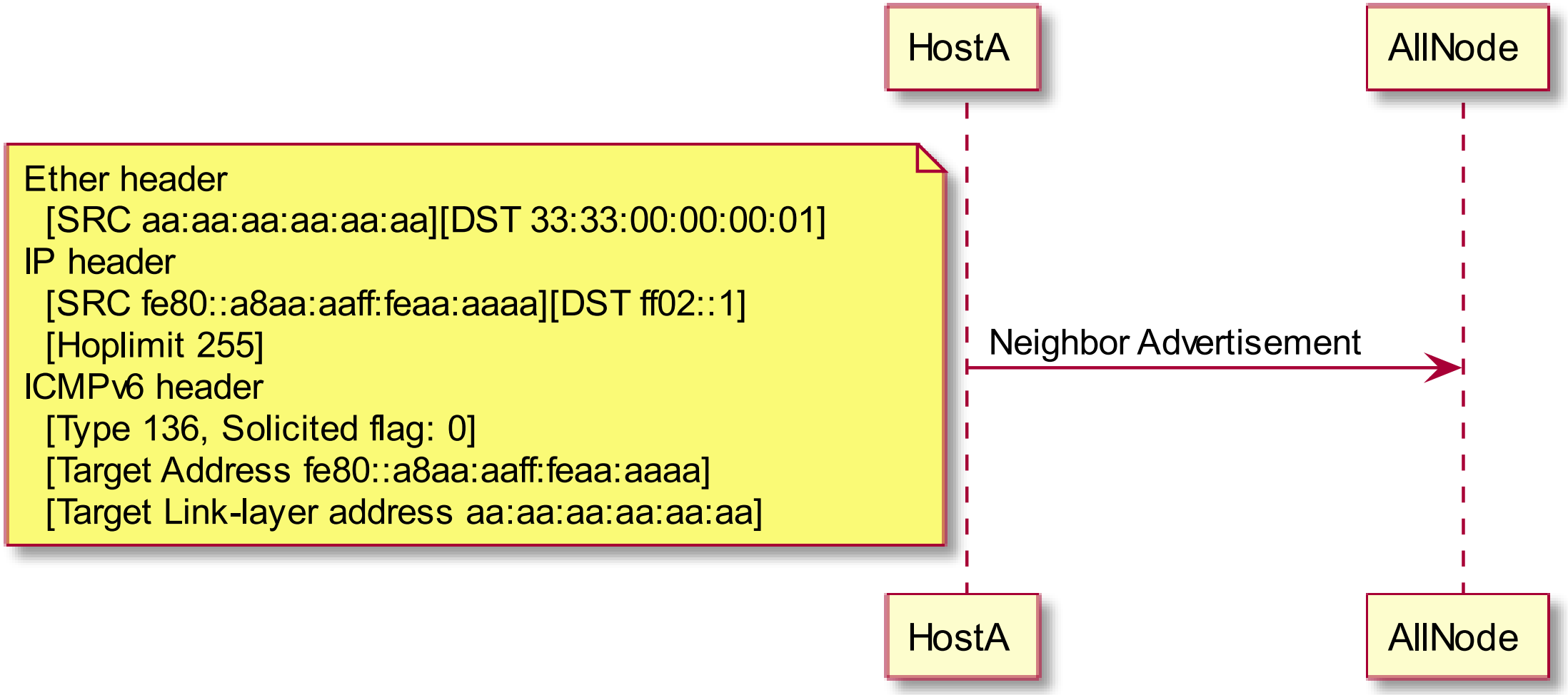
Neighbor Solicitation その３

- NUD(Neighbor Unreachability Detection)



Neighbor Advertisement 単体

- GARPみたいなやつ



などなど……

StrictなICMPv6パケットのフィルタは十分複雑

- IPv4感覚のフィルタでは誤りにつながる。
  - IXセグメントのアドレスだけを許可、ではダメ。
  - All-Node Multicast, Solicited Node Multicast や link-local address もsrc/dst アドレスとして必要に応じて許可する必要がある(srcに限れば、未指定アドレスも許可する必要もある）
    - Destination アドレスが特に複雑

JANOG Comment 振り返ろう！

JC1006

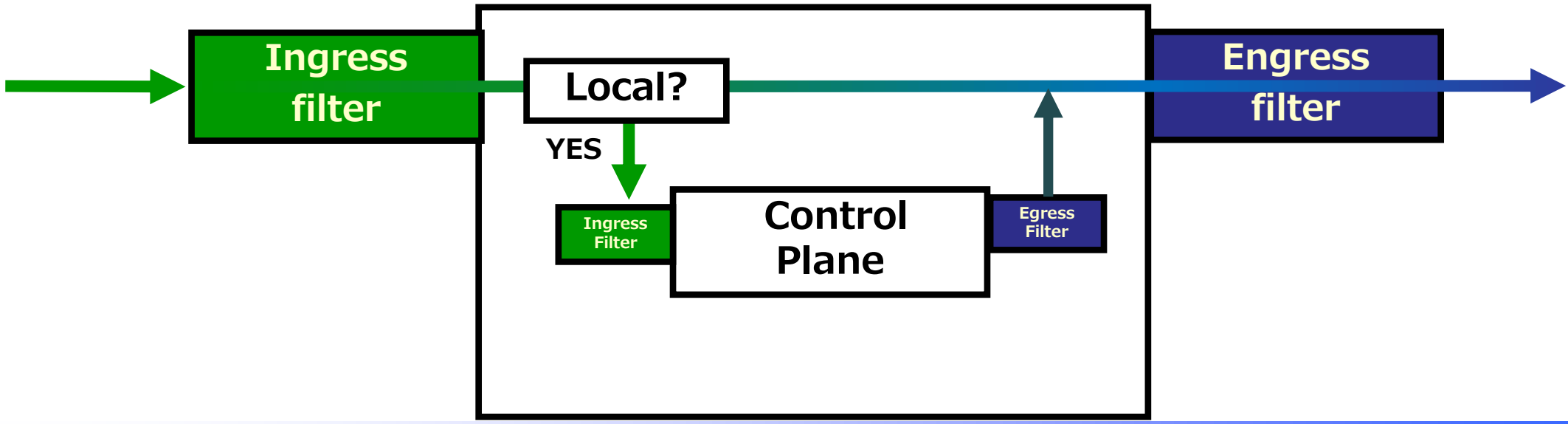
JANOG Comment 1006 xSP のルータにおいて設定を推奨するフィルタの項目について（IPv6版）

- トランジット接続部分
- **ピア接続部分**
- 顧客接続部分

Interfaceに設定するPacket filter

- ルータ自身へのアクセス部分

Control Planeに設定するPacket filter



I/FへのIngressのパケットフィルタ（JC1006)

- ICMPv6は基本 Accept
  - ND(Neighbor Discovery)用, Path MTU Discovery, Destination unreachable
- あり得ないSrc IP Addressが付いたパケットはフィルタ
- 顧客接続については、本プログラムでは省略

		Ingress										
		ICMPv6	下記 Special-Use PrefixがSource IPなパケット									自ASが持っているアドレスが source のパケット
			::/96	::1/128	::ffff:0:0/96	100::/64	2001:2::/48	2001:db8::/32	fc00::/7	fec0::/10	ff00::/8	::/128	
トランジット	推奨	permit all	drop									Allow (ICMPv6 DADで利用)	drop(UDLR/非対称ルーティングの場合に注意)
	余裕があれば	strict											
ピア	推奨	permit all											
	余裕があれば	strict											
顧客接続	推奨	permt all											drop(トランジット顧客の場合)
	余裕があれば	strict											顧客の側でもってるprefix のみをaccept 自 AS と接続をしている IX セグメントのアドレスがDestination アドレスとなっている BGP (179/TCP) パケットをdrop

I/FへのEgressのパケットフィルタ（JC1006)

- 基本推奨設定なし

		リソースに余裕があれば下記 Special-Use PrefixがSource IPなパケット									
		::/96	::1/128	::ffff:0:0/96	100::/64	2001:2::/48	2001:db8::/32	fc00::/7	fec0::/10	ff00::/8	::/128
トランジット ピア 顧客接続	推奨						N/A				
	余裕があれば					drop					allow(ICMPv6) DADで利用
ピア	推奨						N/A				
	余裕があれば					drop					allow(ICMPv6) DADで利用
顧客接続	推奨						N/A				
	余裕があれば					drop					allow(ICMPv6) DADで利用

Control PlaneへのIngress フィルタ(JC1006)

- 推奨
  - telnet/ssh/snmp/ftp/tftp/ntpなど、必要なサービスに対し、限定した source IPアドレスからのパケットのみ accept
  - eBGP/iBGPの neighorアドレスが sourceのBGPパケットのみを accept
  - Source address が neighbor の link-localアドレスとなっているパケットを accept (NDの動作で必要)
- 余裕があれば
  - ICMPv6 TYPEを制限して accept (I/FへのIngressフィルタと重複)

Control PlaneへのEgress フィルタ(JC1006)

- 推奨
  - 特になし
- 余裕があれば
  - 特になし

勝手にJC1006まとめ

- Interfaceへのパケットフィルタ
  - ICMPv6は基本全部通す。
  - 変な送信元IPv6アドレスのパケットを受け取らない
- Control Planeへのパケットフィルタ
  - ICMPv6は基本受け取る。
  - 利用サービスのパケットは受信できるようにする。送信元、宛先が仮定できるならIPv6アドレスベースでもフィルタもする。
- 現状も十分通用するように見える。
  - フィルタ粒度もリーズナブルに思える。

JC1006で万事解決！

- と思っていた時期もありました。
- 不思議な挙動を見かけた

へんなパケット(Neighbor Solicitation)例 その1

- Destinationが同一の Solicited-Node multicast address(要請ノードマルチキャストアドレス)のケースで、実際は自分宛ではなかった時の、ある実装の挙動

RouterA 2001:db8::bead:beef

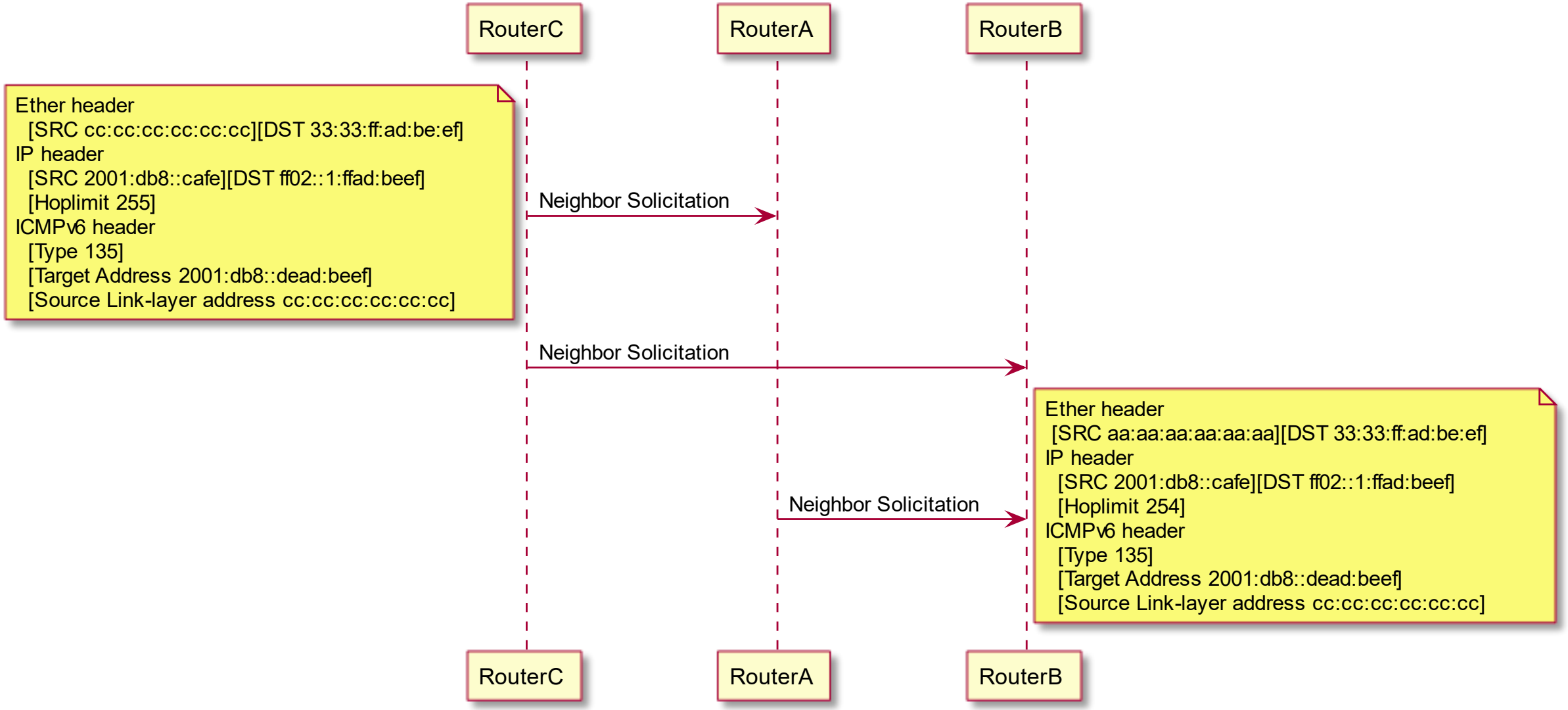
RouterB 2001:db8::dead:beef

上記２アドレスともに

Solicited Node Multicast(ff02::1:ff00:0/104)

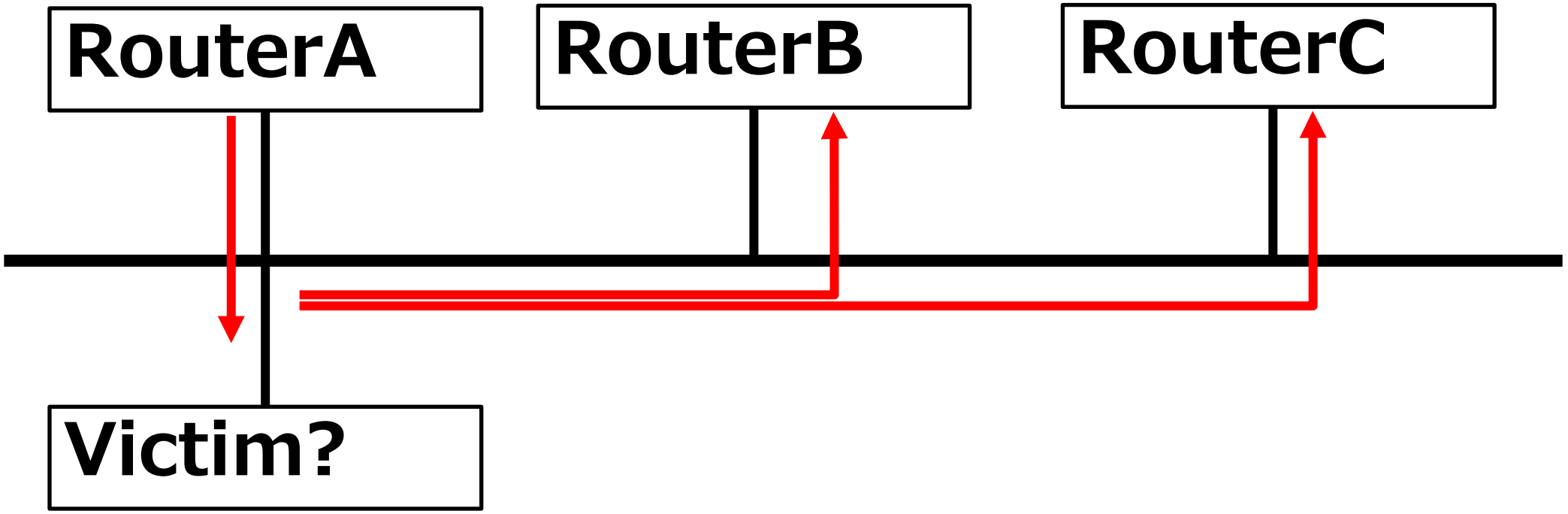
ff02::1:ffad:beef

RouterAは自分宛でないと判断し転送



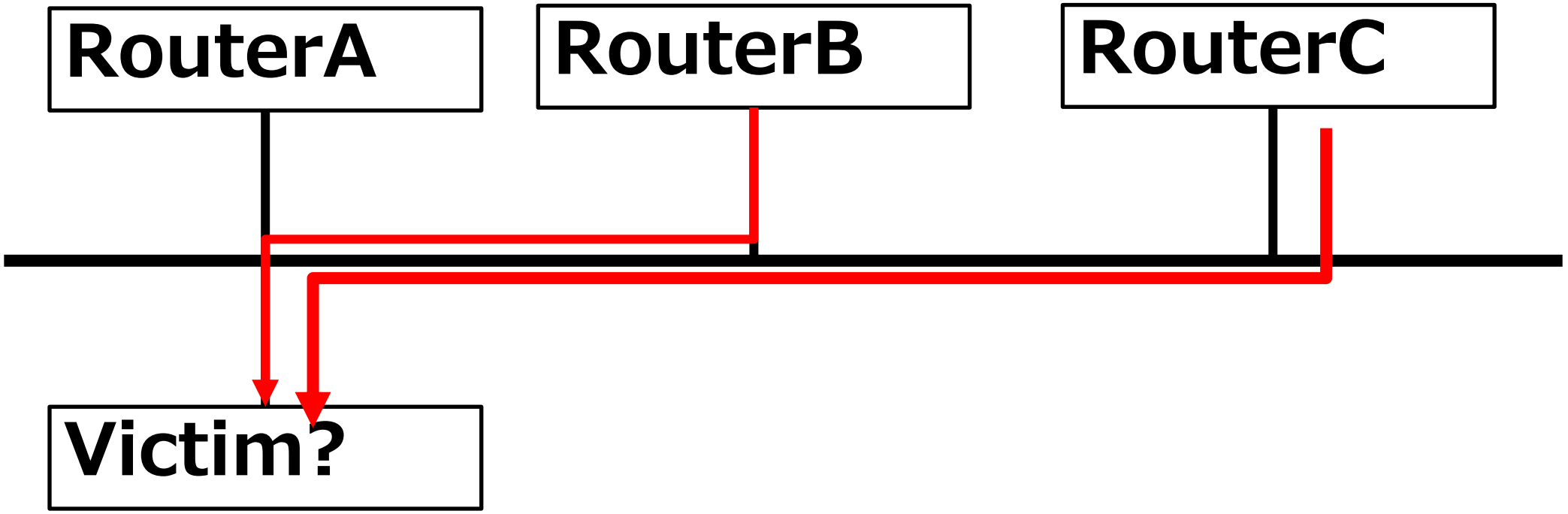
へんなパケット(Neighbor Solicitation)例 その２

- Destination が Victim 宛て。ただし、destination の MAC アドレスが、unknown unicast 宛てになっているので、全ポートにそのパケットが届く



へんなパケット(Neighbor Solicitation)例 その２

- パケットを受け取ったルータは、そのパケットが自分宛ではないので、ルータの本能？に従って転送。ちょっとした増幅攻撃に。



なぜ起きる？ルータの本能？

- 「自分宛じゃないパケットは経路表に従い転送する」
- IPv6の multicastってちょっと一部特殊かも
  - 受信処理の計算量を減らすために、作られている multicastアドレスがある(Solicited-Node multicast)
  - このアドレスは受け取っても自分宛でない可能性がある。で、本能？に従い転送
- だけどこれってバグだよね……
  - ルータベンダーさんはソフトウェア処理は重いと言われますがこれって、ASICで排除できたりしますかね……

どうすればいいの？

- 受け取っても実害はないので無視するか、hoplimit=255 ではない NSパケットは Egress filterでdrop する（他人に迷惑をかけない）
- が、バグに類する挙動だと思われるので、フィルタでの対処は推奨したくない（どうせ受信側では drop されるし修正されるバグなら不要なフィルタとなる）

個人的な結論

- JC1006はやっぱり今でも通用する良いドキュメントだよ。
- Neighbor Discoveryはアドレスの組み合わせも多く、ルータベンダーにとっても複雑。へんな挙動を見かけたら、バグ報告しよう(ごめんなさい、今回紹介した変なNS２件、バグ報告してません。きっと既知の問題……だといいな)

議論

- そもそもフィルタ掛けてますか？
- 細かくフィルタしたいですか？
  - 目の敵にされるICMPv6(ICMP)
    - 対象はコントロールプレーン向け？
    - 大昔あった、broadcastアドレスを使ったICMPの増幅アタックの記憶があとを引きずっている？
    - もし細かくフィルタをするのであれば、そのプロトコルへの深い理解が必要ですよね……
- JC1006に加えて、推奨したいフィルタはありますか？

参考：ICMPv6をTYPE毎にフィルタをお考えなら

ICMP6を「対外通信・内部通信」と「必須・オプション」に分けて考える

Message	対外：必須	対外：Option	対外：不要	LL：必須	LL：Option	LL：不要
Destination Unreachable	◎			◎		
Packet too Big	◎			◎		
Time Exceed	◎			◎		
Parameter Problem	◎			◎		
Echo Request		◎			◎	
Echo Reply		◎			◎	
Router Solicitation			◎	◎		
Router Advertisement			◎	◎		
Neighbor Solicitation			◎	◎		
Neighbor Advertisement			◎	◎		
Node Information Query		◎			◎	
Node Information Reply		◎			◎	
Inverse Neighbor Discovery Solicitation			◎	◎		
Inverse Neighbor Discovery Advertisement			◎	◎		

※JPNIC技術セミナー IPv6オペレータ育成プログラム 入門IPv6より

Japan Internet Exchange Co., Ltd.