



RPKI ROA 登録のすすめ

2021/9/17 @ IRS32

NTTコミュニケーションズ

渡辺英一郎・吉田友哉

はじめに ～RPKI ROAは、登録しちゃいましょう～

- 現在日本国内のROA登録率は、約 2 ～ 3 割程度の状況（6 月時点）
- 一部事業者で導入が進んでいるが、IRRほど広く普及していない
- ROA登録をきちんとすれば、あなたの経路の安全性が高まります
- 先行事例を共有し、1年後に日本国内で 8 割の普及を目指したい

ROA登録状況を調査してみました

□ 現在ROA登録がどのくらい普及しているのか？

以下のようないくつかの角度で観点で調査。

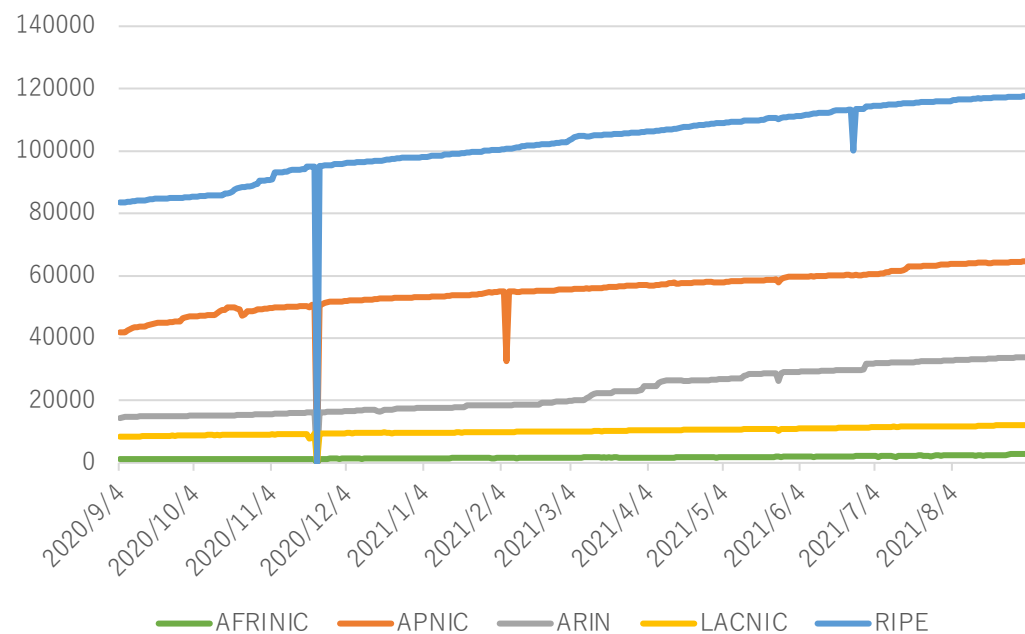
- グローバルでは？ APNICリージョンでは？
- 特に日本において
 - ・ 割り振りされているIPアドレスに対してどうか？
 - ・ 割り当てされているAS番号に対してどうか？
 - ・ インターネットに広報しているBGP経路に対してどうか？
- 6/25 JPOPM40のときの状況とどう変化しているか？

□ 調査に関してはNROの統計情報やJPNICのAS番号・JPIRR情報、ROAキャッシュサーバのROA情報、RIPE RISのBGPアーカイブなど、ほぼ公開されている情報の中で算出しました。報告している数値に関しては取得のタイミングなどで一部誤差があるかと思います。ご了承のほどよろしくおねがいします。

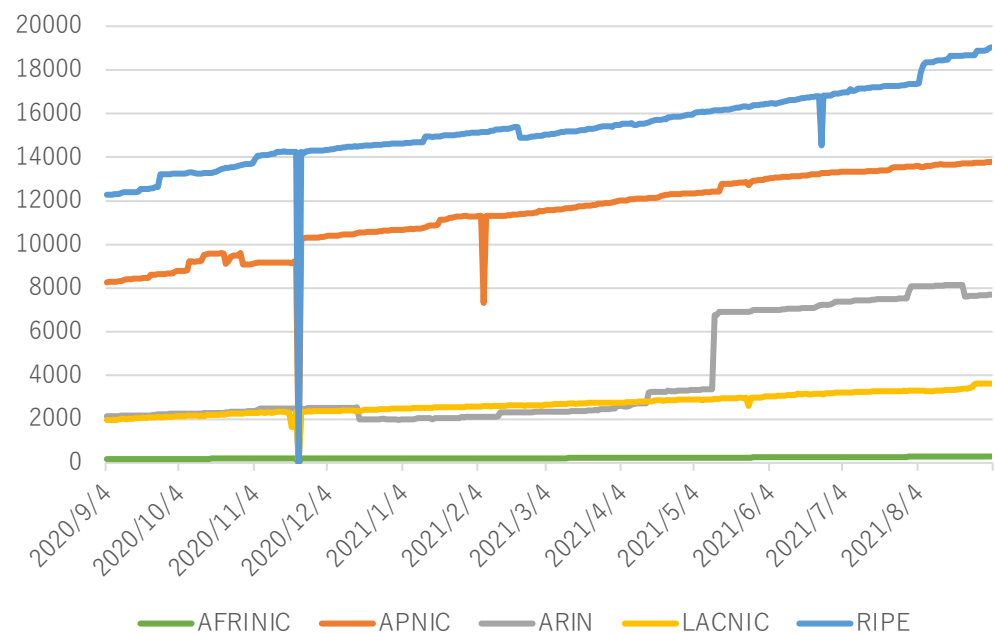
ROA登録推移(2021/09/03時点)

ROAキャッシュサーバ(Routinator)において1日に1回スナップショットしたときのROA数から算出(routinator vrps)

IPv4 Prefixes of ROA

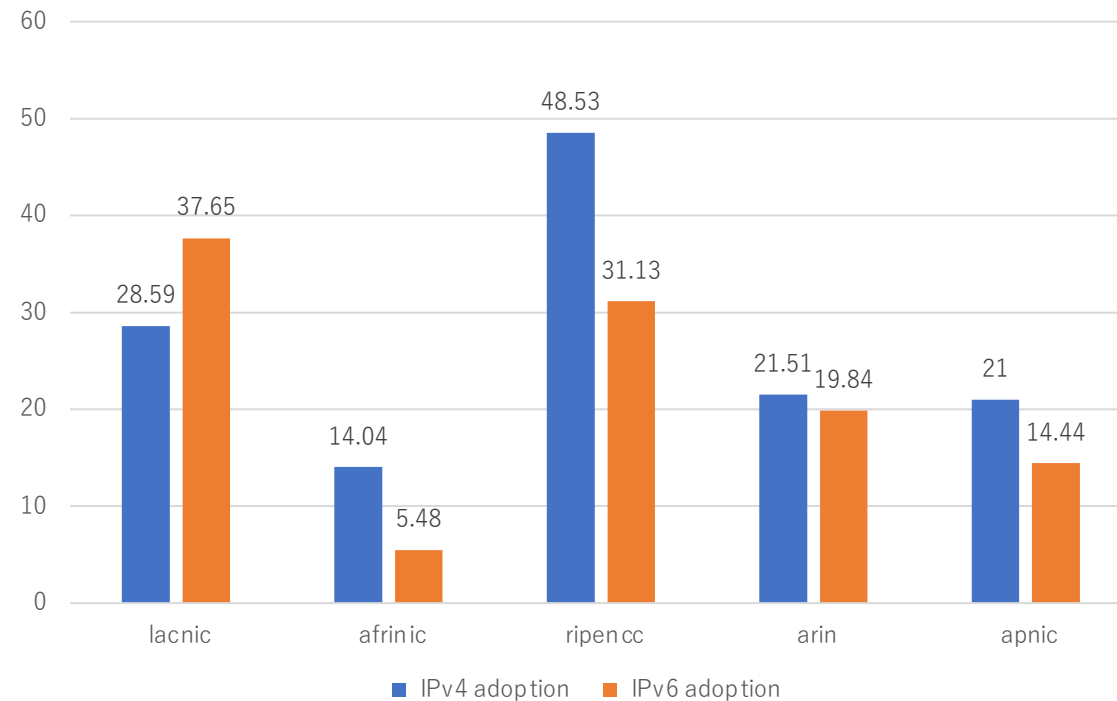


IPv6 Prefixes of ROA



RIRごとのROA登録率(2021/06/19時点)

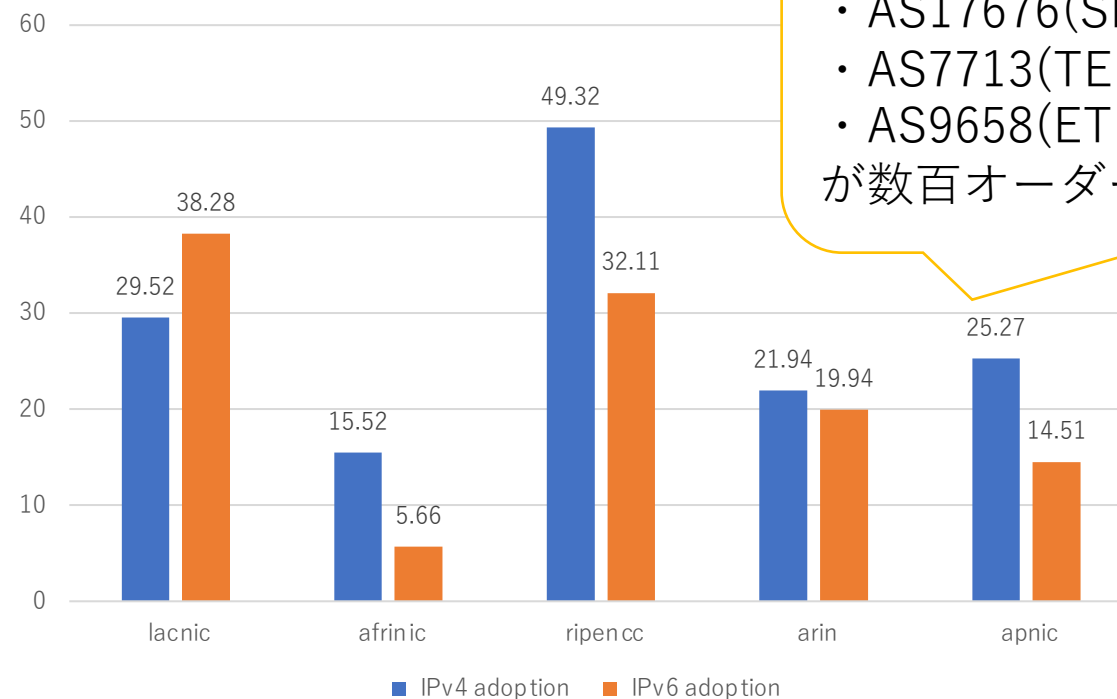
APNICリージョンはIPv4:約21%, IPv6: 約15%程度



<https://www.nro.net/wp-content/uploads/rpki-uploads/rir-adoption.csv>

RIRごとのROA登録率(2021/09/03時点)

APNICリージョンはIPv4:約25%(+4%), IPv6: 約15%程度

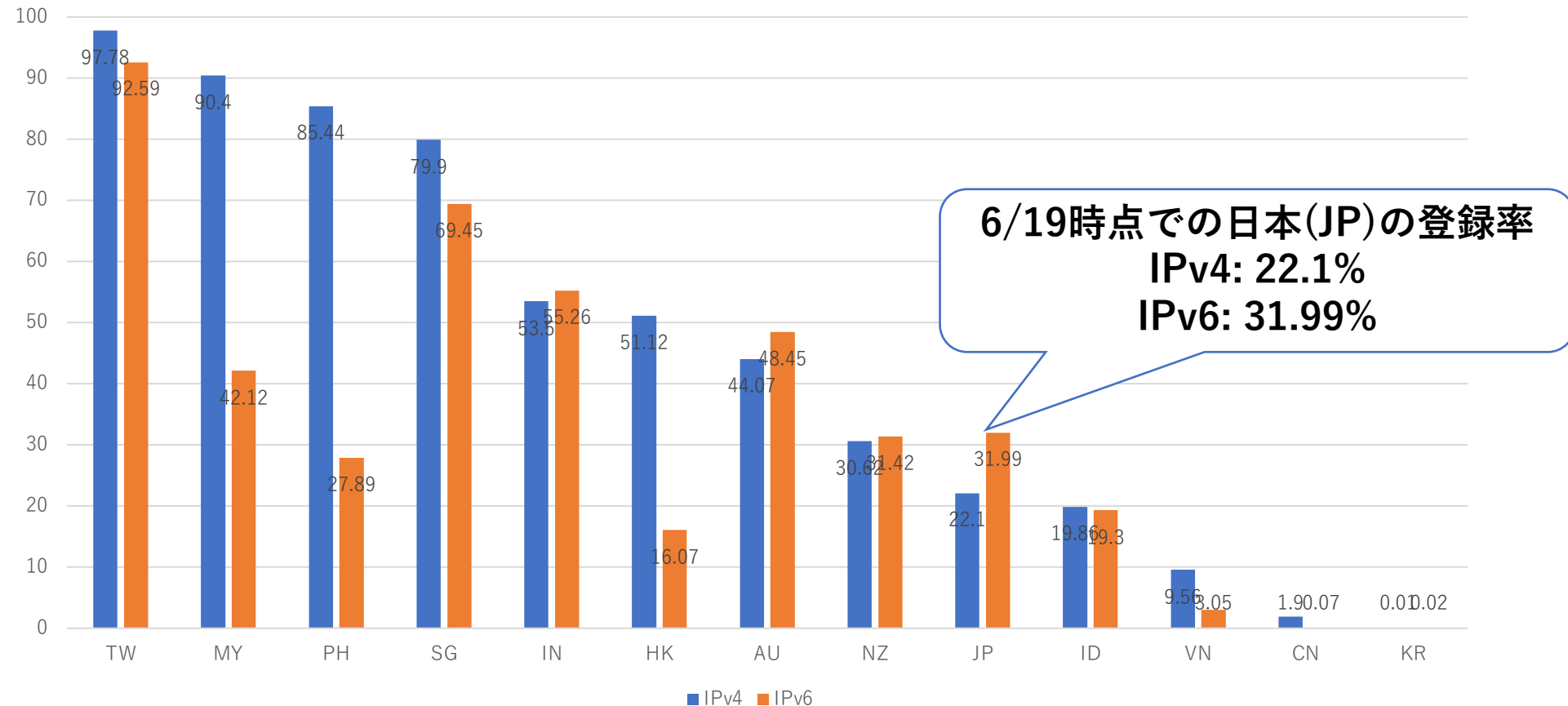


APNIC(IPv4)増加の主な要因

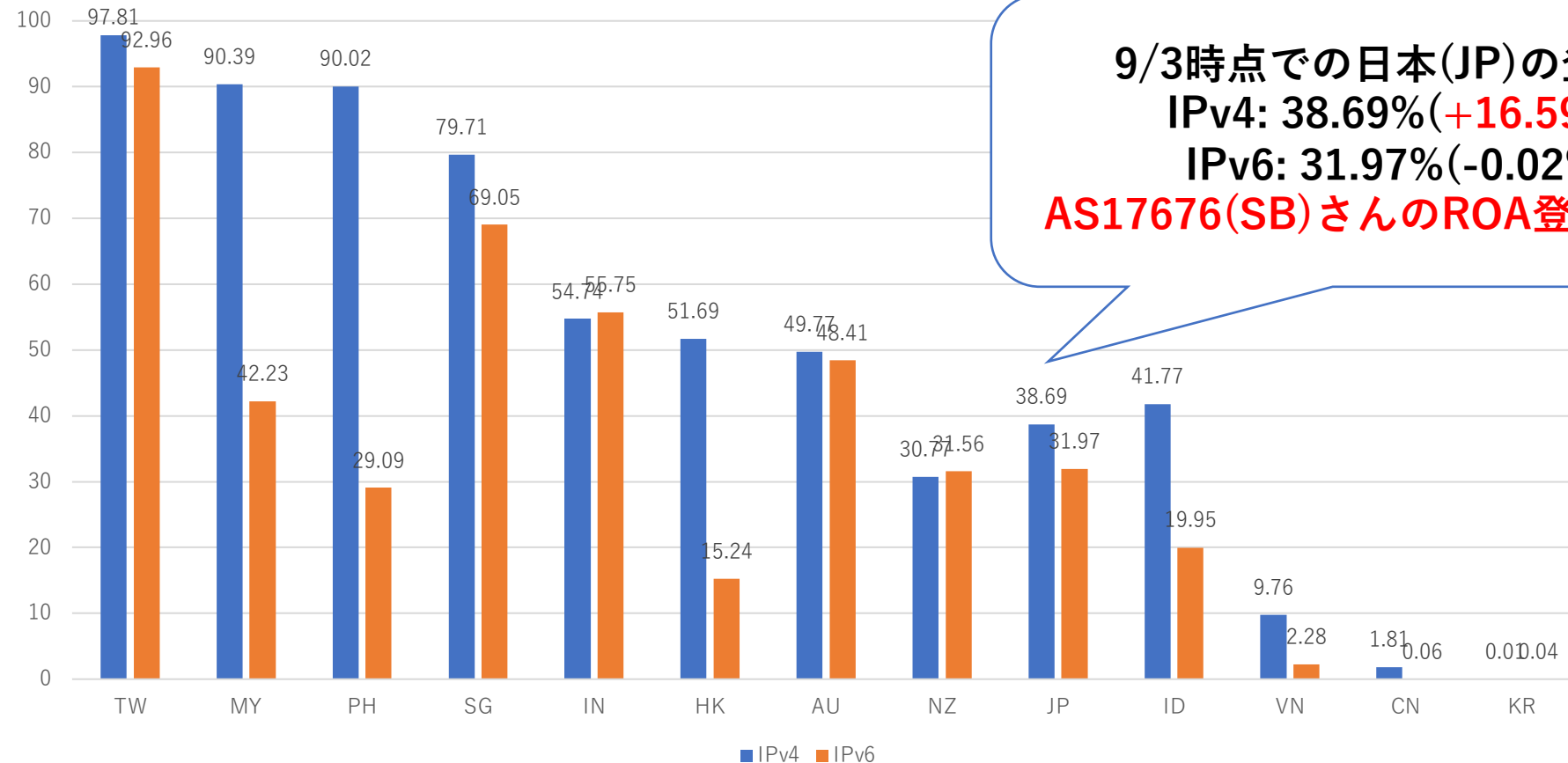
- ・ AS17676(SB/JP/ASRank:154)
- ・ AS7713(TELIN/ID/ASRank:98)
- ・ AS9658(ETPI/PH/ASRank:885)

が数百オーダーでROAを登録

APNICリージョンの主要国(経済圏)ごとのROA登録率 (2021/06/19時点)



APNICリージョンの主要国(経済圏)ごとのROA登録率 (2021/09/03時点)



国別IPアドレス割振Top10とROA登録率 (2021/09/03時点/IPv4)

	国コード	国名	割振IPアドレス数	ROA登録率
1	US	アメリカ	1,617,918,304	22.67%
2	CN	中国	344,502,272	18.10%
3	JP	日本	190,187,264	38.69%
4	DE	ドイツ	123,944,832	5.14%
5	KR	韓国	112,479,232	0.01%
6	GB	イギリス	111,945,080	33.52%
7	BR	ブラジル	86,970,880	5.13%
8	FR	フランス	82,683,280	69.51%
9	CA	カナダ	69,766,144	17.05%
10	IT	イタリア	55,068,224	16.10%
		...		
15	TW	台湾	35,687,680	97.81%

- ・ 保有しているアドレス数に対するROA登録率では日本は優秀？
- ・ フランスの登録率高い。

国別IPアドレス割振Top10とROA登録率 (2021/09/03時点/IPv6)

	国コード	国名	割振IPアドレス数(/64単位)	ROA登録率
1	CN	中国	253,527,630,217,216	0.06%
2	US	アメリカ	248,935,439,007,744	19.83%
3	DE	ドイツ	95,885,188,792,320	55.66%
4	GB	イギリス	90,284,522,733,568	21.40%
5	FR	フランス	61,890,488,041,472	70.57%
6	RU	ロシア	59,141,719,523,328	6.79%
7	NL	オランダ	43,546,693,402,624	31.00%
8	JP	日本	43,362,539,601,921	31.97%
9	IT	イタリア	41,927,741,014,016	20.64%
10	AU	オーストラリア	40,475,850,375,168	48.41%
		...		
24	TW	台湾	10,977,937,391,616	92.96%

- ・ IPv6は経路数が少ないため、ROA登録が進んでいるように見える。
- ・ ドイツ・フランスの登録率が高い。

JPアドレス空間の状況 JPIRRとの比較(2021/09/03時点)

JPアドレス空間(*)に対するROA登録率とJPIRRの登録率を比較

(*) <https://nro-extended-stats-from-rpki-team-prod.s3.eu-west-1.amazonaws.com/nro-extended-stats>
で提供されている情報のうちCountry CodeがJPのアドレス空間から定義

IPv4	2021/06/19時点		2021/09/03時点
ROA登録率	約21.4%		約37.8%
JPIRRのRoute Obj.登録率	約83.5%		約80.6%

IPv6	2021/06/19時点		2021/09/03時点
ROA登録率	約32.0%		約32.0%
JPIRRのRoute Obj.登録率	約93.5%		約93.5%

- ・ 前述のとおり、IPv4の増分(+約16%)のほとんどはAS17676(SB)さんの登録
- ・ JPIRRのRoute Object登録率と比較するとまだまだ低い

JPNIC割り当てASの状況 (2021/09/03時点)

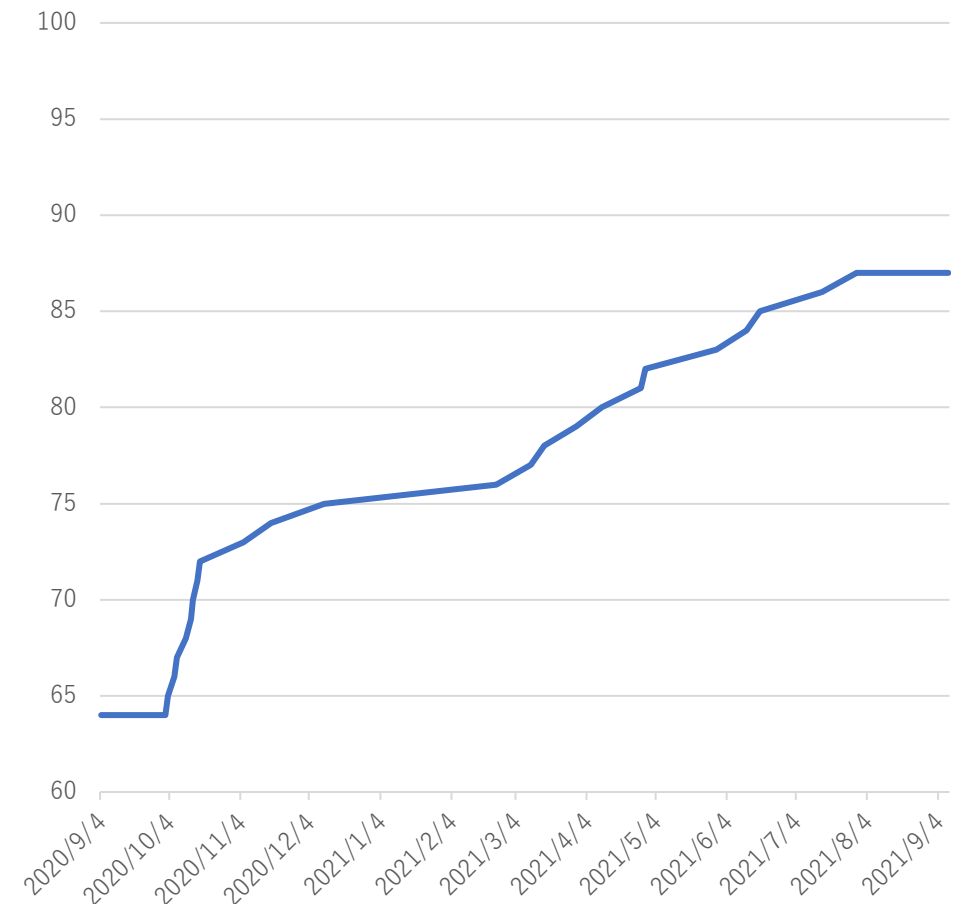
JPNICによって割り当てられているASは735AS

<https://www.nic.ad.jp/ja/ip/as-numbers.txt>

このうち、ROAのASとして1つでもROAが登録されているのは87AS（約12%）

9/3 0時において取得した経路情報で
何らかの理由でグローバルに経路を広報して
いないASが156ASあったので、少なくとも
残り492ASはROAの登録が必要？

JPNIC割当ASのROA登録数推移



JPNIC割り当てASの状況

直近1年間でROA登録を始めたAS(2021/09/03時点)

※NWタイプ:peeringdbのネットワークの種類から抽出

ROA初登録	AS番号	AS名	NWタイプ
2020/10/03	AS7530	BBTower-Lab	教育・研究
2020/10/06	AS59117	RBNET	未登録
2020/10/07	AS131965	XSERVER	コンテンツ
2020/10/11	AS23816	YAHOO	コンテンツ
2020/10/13	AS55898	YAHOO-CORP	未登録
2020/10/14	AS131898	YAHOO-3	未登録
2020/10/16	AS18140	YAHOO-18140	未登録
2020/10/17	AS24296	YAHOO-2	未登録
2020/11/05	AS38651	Mixi	コンテンツ
2020/11/17	AS131896	SSI-Lab	NSP
2020/12/10	AS23805	WATVNet	Cable/DSL/ISP
2021/02/23	AS10001	MICSNET	Cable/DSL/ISP
2021/03/10	AS55396	FNCLAB	未登録
2021/03/16	AS9351	ZLAN	Cable/DSL/ISP
2021/03/20	AS23637	BI-CDN-IX	コンテンツ

ROA初登録	AS番号	AS名	NWタイプ
2021/04/10	AS17676	GIGAINFRA	NSP
2021/04/27	AS131984	JOCDN	未登録
2021/04/29	AS63789	NEXT-WEB	未登録
2021/05/30	AS63786	MARCHE	非公開
2021/06/12	AS38638	IP-CORE	未登録
2021/06/18	AS24277	NIRAI	Cable/DSL/ISP
2021/07/15	9357	FNC	非公開
2021/07/30	63791	DOORNOC-NET	非公開

- ・直近1年で新規に登録を始めたASは23件(月1, 2件で増加)
- ・コンテンツ系、アクセス系のASも登録を始めている。

JPNIC割り当てASの状況

IPv4広報経路カバー率100%①(2021/09/03時点)

※NWタイプ: peeringdbのネットワークの種類から抽出

IPv4で広報されている経路をROAで
100%カバーできているASは42AS



AS番号	AS名	NWタイプ
2515	JPNIC	非営利
7521	MFEED	非公開
7530	BBTower-Lab	教育・研究
7667	KDDLAB	エンタープライズ
7684	SAKURA-A	未登録
9351	ZLAN	Cable/DSL/ISP
9357	FNC	非公開
9363	NET-TECH	教育・研究
9371	SAKURA-C	コンテンツ
9607	BBTower	NSP

AS番号	AS名	NWタイプ
9621	II-OKINAWA	NSP
10011	ADVAN	Cable/DSL/ISP
17675	AS-PNAPTOK	未登録
17948	EditNet	Cable/DSL/ISP
18140	YAHOO-18140	未登録
23779	N-BONE	NSP
23805	WATVnet	Cable/DSL/ISP
23816	YAHOO	コンテンツ
24277	NIRAI	Cable/DSL/ISP
24296	YAHOO-2	未登録

JPNIC割り当てASの状況

IPv4広報経路カバー率100%②(2021/09/03時点)

※NWタイプ: peeringdbのネットワークの種類から抽出

AS番号	AS名	NWタイプ
37892	WAI-NET	Cable/DSL/ISP
38631	LINE	コンテンツ
38651	Mixi	コンテンツ
45680	DOVA-NET	NSP
55391	MF-NATIVE6-E	NSP
55392	MF-NATIVE6-W	NSP
55897	SAKURA-F	未登録
55898	YAHOO-CORP	未登録
55900	GLBB-JP	NSP
55901	SCEI-NET	未登録
58653	VolvoITJapan	未登録

AS番号	AS名	NWタイプ
59128	KMC	教育・研究
63774	KAMOIKE-NET	NSP
63776	MERCARI-JP	コンテンツ
63786	MARCHE	非公開
63789	NEXT-WEB	未登録
63791	DOORNOC-NET	非公開
131078	KDDLAB-4OCT	未登録
131079	KANDANET4	NSP
131896	SSI-Lab	NSP
131898	YAHOO-3	未登録
131984	JOCDN	未登録

LINE, Mixi, Yahoo, メルカリ、さくらなどコンテンツ系はちゃんと登録できているので安心ですね^^)

JPNIC割り当てASの状況

IPv6広報経路カバー率100%(2021/09/03時点)

※NWタイプ: peeringdbのネットワークの種類から抽出

100%カバーできているASは30AS(太字はv4/v6ともに100%)

AS番号	AS名	NWタイプ
2500	WIDE-BB	教育・研究
2515	JPNIC	非営利
2518	BIGLOBE	NSP
2527	So-net	NSP
4690	WIDE-SFO	教育・研究
7500	M-ROOT-DNS	非営利
7514	MEX	非公開
7521	MFEED	非公開
7660	APAN-JP	非公開
7684	SAKURA-A	未登録
9363	NET-TECH	教育・研究
9370	SAKURA-B	コンテンツ
9371	SAKURA-C	コンテンツ
9607	BBTower	NSP
17948	EditNet	Cable/DSL/ISP

AS番号	AS名	NWタイプ
18126	CTCX	Cable/DSL/ISP
23634	E-DNS-JP	非営利
23779	N-BONE	NSP
38631	LINE	コンテンツ
38651	Mixi	コンテンツ
45680	DOVA-NET	NSP
55391	MF-NATIVE6-E	NSP
55392	MF-NATIVE6-W	NSP
55898	YAHOO-CORP	未登録
59128	KMC	教育・研究
63774	KAMOIKE-NET	NSP
63776	MERCARI-JP	コンテンツ
63786	MARCHE	非公開
63791	DOORNOC-NET	非公開
131079	KANDANET4	NSP

JPNIC ROA登録Top10と広報経路Top10 (IPv4, 2021/09/03時点)

IPv4

※ROA adoption rate for advertised routes:
9/3時点の広報経路に対するROA適用率（持ち込みIPも含む）

ROA登録数(/24単位の数)Top10

Rank	ASN	AS名	NWタイプ	# of ROAs	# of /24units
1	AS17676	GIGAINFRA	NSP	474	120,324
2	AS4713	OCN	NSP	71	110,356
3	AS2527	So-net	NSP	63	14,292
4	AS2518	Biglobe	NSP	28	11,777
5	AS2497	IIJ	NSP	58	6,711
6	AS10010	TOKAI	Cable/DSL/ISP	134	5,208
7	AS18126	CTCX	Cable/DSL/ISP	25	4,298
8	AS7684	SAKURA-A	未登録	51	1,423
9	AS9370	SAKURA-B	コンテンツ	27	1,306
10	AS9371	SAKURA-C	コンテンツ	42	1,195

経路広告数Top10

Rank	ASN	# of adv routes (/24units)	ROA adoption rate for advertised routes(*)
1	AS17676	174,164	69.09%
2	AS4713	113,163	97.52%
3	AS2516	71,746	0.00%
4	AS2907	34,503	0.25%
5	AS17506	21,024	0.00%
6	AS2497	14,826	45.27%
7	AS2527	14,612	97.81%
8	AS2518	14,336	82.14%
9	AS17511	12,257	0.00%
10	AS2510	11,721	0.00%

経路広告数Top10に含まれるASのROA適用率が上がると日本全体のROAカバー率が大きく向上するので、みなさんががんばりましょう！

JPNIC ROA登録Top10と広報経路Top10 (IPv6, 2021/09/03時点)

※ROA adoption rate for advertised routes:
9/3時点の広報経路に対するROA適用率（持ち込みIPも含む）

IPv6

ROA登録数(/64単位の数)Top10

Rank	ASN	AS名	NWタイプ	# of ROAs	# of /64units
1	AS37899	NTTW-NGN-AS	非公開	1	8,796,093,022,208
2	AS4713	OCN	NSP	2	4,402,341,478,400
3	AS2527	So-net	NSP	2	141,733,920,768
4	AS55391	MF-NATIVE6-E	NSP	2	73,014,444,032
4	AS55392	MF-NATIVE6-W	NSP	2	73,014,444,032
6	AS9370	SAKURA-B	コンテンツ	5	68,719,476,736
7	AS10010	TOKAI	Cable/DSL/ISP	4	38,654,705,664
7	AS2518	Biglobe	NSP	2	38,654,705,664
9	AS7671	SAKURA-C	コンテンツ	1	17,179,869,184
10	AS2515	JPNIC	非営利	3	12,884,901,888

経路広告数Top10

Rank	ASN	# of adv routes (/64units)	ROA adoption rate for advertised routes(*)
1	AS17676	18,695,992,639,488	0.00%
2	AS9595	4,410,931,412,992	0.00%
3	AS4713	4,406,636,511,232	99.90%
4	AS2516	2,757,369,069,568	0.00%
5	AS2527	141,733,920,768	100.00%
6	AS2519	103,079,215,104	0.00%
7	AS55391	73,014,444,032	100.00%
7	AS55392	73,014,444,032	100.00%
9	AS9370	68,719,476,736	100.00%
9	AS63784	68,719,476,736	0.00%

AS63784 !

AS4713(OCN)のROAカバー率が100%ではない理由

前述のとおり、AS4713(OCN)の広報経路に対するROAカバー率は
IPv4: 97.52%, IPv6: 99.90%
となっており、一部ROA未登録範囲が存在している。理由は2つ

①過去の経緯でPunching Hole状態になっている経路が存在

/16のうち、/19がAS2914から広報されている。現在、変更処理中。
処理完了後、残った範囲をROA登録予定。これは自社内で解決できる。

②お客様持ち込み(BYOIP)経路

OCNは該当経路のアドレスホルダではないのでROAを登録できない。
(IRRのようにASホルダが代行登録できない)

AS4713(OCN)の状況

OriginAS≠AS4713で広報している
Prefix数: 7

OriginAS=AS4713で広報しているPrefix数: 224

PA経路数割合: 41% 持込経路数割合: 59%

資源管理者=OCNのPrefix数: 91

ROA

登録済: 0

未登録: 7

ROA

登録済: 69

未登録: 1

資源管理者≠OCNのPrefix数: 133

ROA

登録済: 2

未登録: 131

IPv4

課題①

資源管理者=OCNの経路でも現状ROA未登録が存在

OriginAS=AS4713で広報しているPrefix数: 4

PA経路数割合: 50% 持込経路数割合: 50%

資源管理者=OCNのPrefix数: 2
(PAアドレス)

ROA

登録済: 2

未登録: 0

資源管理者≠OCNのPrefix数: 2
(お客様持ち込み/PIアドレス)

ROA

登録済: 0

未登録: 2

IPv6

課題②

お客様持込IPアドレス経路は、OCNとしてはROAを登録できない

参考) AWS/GCPのBYOIP

AWSとGCPはROA登録必須でBYOIPによる経路広報ができる。

□ AWS(AS16509)

https://docs.aws.amazon.com/ja_jp/AWSEC2/latest/UserGuide/ec2-byoip.html#byoip-create-roa-object

AS16509およびAS14618から広報可能

□ GCP(AS15169)

<https://cloud.google.com/vpc/docs/using-bring-your-own-ip>

(AS15169ではなくその配下の)AS396982から広報可能

ISPもROA登録必須にすることはできるのだろうか....

お客様持ち込みIPのROA登録どうしたら？？

管理外なので放置すればいいのか？お客様に積極的にコンタクトしてROA登録を促すべきか悩む。

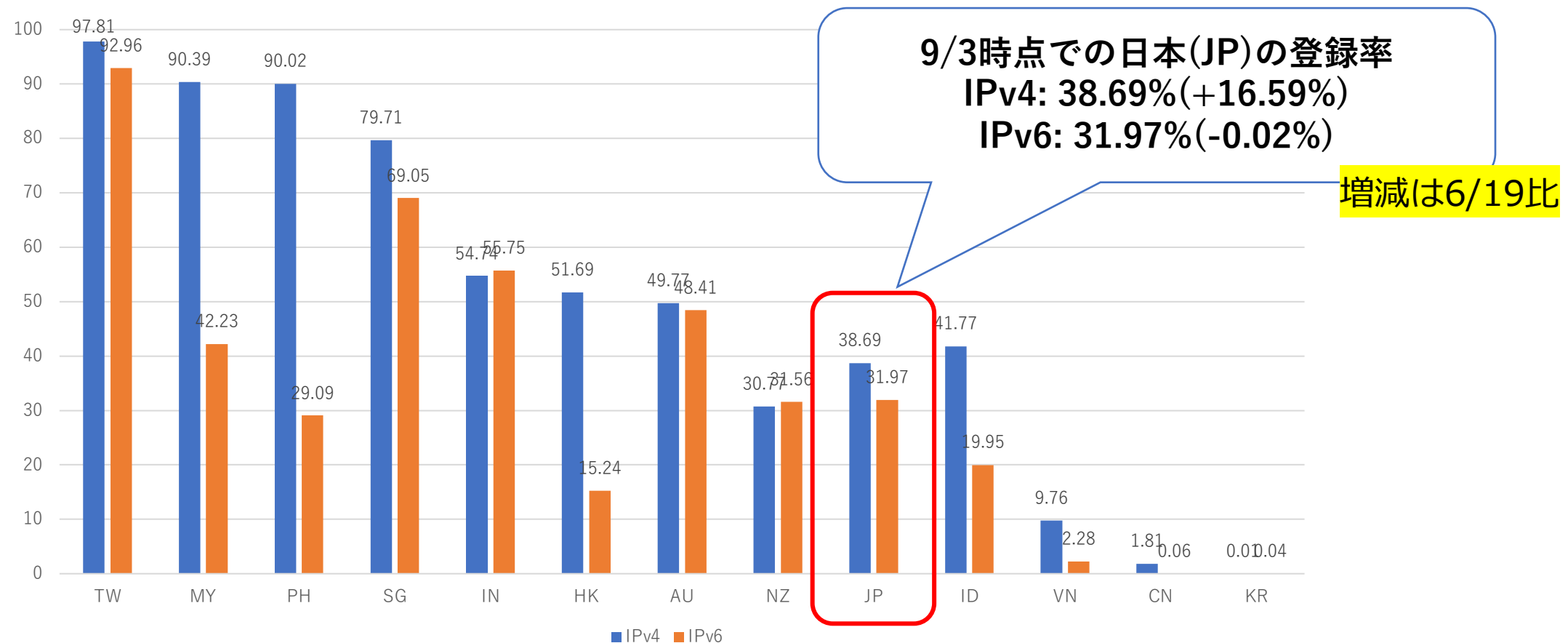
放置した場合：該当経路がハイジャックされて影響が出た場合、クレームくるんだろうなあ...「なんで教えてくれないんだ？」「早く直せ！」

お客様にコンタクトした場合：理解してもらえず、結局登録してもらえないんだろうなあ...(1年前にとあるお客様にROA登録お願いしたが、いまだ登録してもらえていない...orz)

我々としては、今回のようなプレゼンを通じて、啓蒙活動をおこないつつ、コミュニティとかJPNICさんの力でなんとかならないかなあ...(他力本願?)
みなさん、どうしたらいいと思います？

日本の登録率をあげたい！

(再掲) APNICリージョンの主要国(経済圏)ごとのROA登録率



ROA登録しようと言われても・・・

- ROA登録しても大丈夫？ ー> 多くのASで実績あり、問題ない
仮にROAが参照されなくてもnot foundに
- Max-Lengthは？ ー> 基本的 2 通り。Origin詐称は両方ブロッ
* Exact :
(pros) 意図しない細かい経路は通らない
(cons) 緊急で細かい経路を通せない
* or longer :
(pros) 経路変更の柔軟性あり
(cons) 意図せず細かい経路が伝搬しても通る
- 維持管理は？ ー> 移転や広告元変更等以外は特にない

まとめ、今後について

まずは是非一緒にROA登録しましょう。安全性が向上します。

わからない場合は、コミュニティでサポートします。

今後はROAベースの経路ハイジャック検知システムへ
IRRより信頼性の高いROA情報をベースとした検知・通知が可能

ROAの次はROVへ

次回以降のIRSで（複数ASから）事例のご紹介セッション企画