

IPv4およびIPv6を取り巻く現状

JNSA勉強会「IPv4枯渇の現状とIPv6時代におけるIPv4の複雑化」
(2023.09.23)

一般社団法人日本ネットワークインフォメーションセンター
IP事業部 川端宏生



一般社団法人 日本ネットワークインフォメーションセンター

Copyright © 2023 Japan Network Information Center

名称 : 一般社団法人日本ネットワークインフォメーションセンター

設立 : 1997年3月31日

理事長 : 江崎 浩 (東京大学 大学院 情報理工学系研究科 教授)

会員数 : 176 (2023年9月1日時点)

活動理念 : インターネットの円滑な運用のために各種の活動を通じて、
その基盤を支え、豊かで安定したインターネット社会の実現を目指す

IPアドレス・AS番号維持料で運営

事業内容 : IPアドレス事業(インターネットレジストリ)

- IPv4アドレス、IPv6アドレス、AS番号の登録管理業務

JPNIC会員からの会費で運営

インターネット基盤整備事業

- メールマガジン、会報誌、Webによる各種情報提供業務
- Internet Week、セミナーの開催による普及・啓発業務



自己紹介

川端宏生(かわばたひろき)

JPNIC IP事業部

IPアドレス・AS番号の分配業務を担当

(そのほかにも)JPIRRサービスの運用

IPアドレス・AS番号の分配ポリシーの日本国内での調整

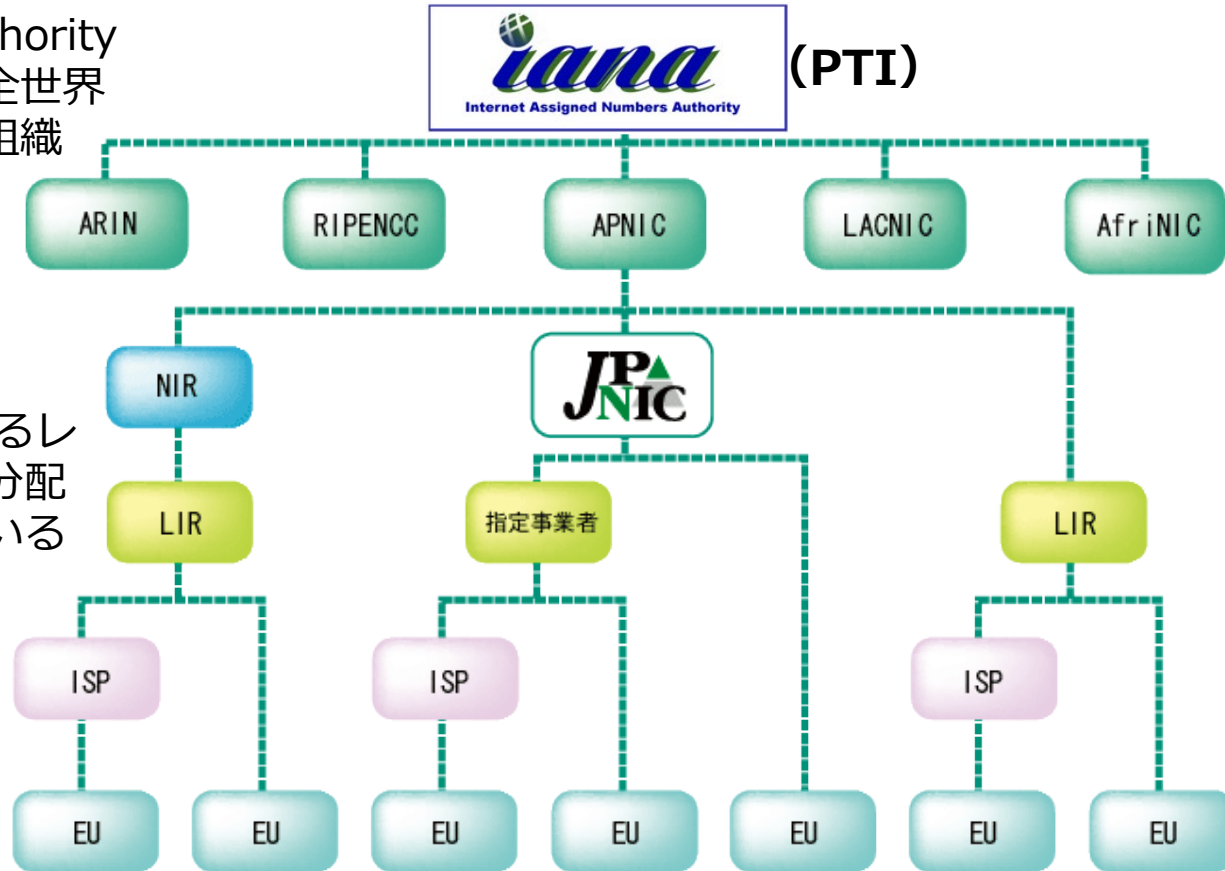
登録管理システム対応

ヘルプデスク・サポートなどへの対応



IPアドレスの管理構造

Internet Assigned Numbers Authority
は特定の地域に属することなく、全世界
のIPアドレスの管理を行っている組織



RIR、NIR、その下にLIRと呼ばれるレ
ジストリが存在し、IPアドレスの分配
はこの管理階層に従って行われている

JPNICはアジア太平洋地域のRIRであるAPNIC(Asia Pacific Network Information Centre)
からの委任により、として国内のIPアドレス管理を行っています

IPv4アドレスの状況



一般社団法人 日本ネットワークインフォメーションセンター

Copyright © 2023 Japan Network Information Center

▶▶▶ 遡ること12年前…IPv4アドレス(中央在庫)枯渇

2011年2月3日



アジア
103/8

アフリカ
102/8

南米
179/8

欧州
185/8

北米
104/8

各地域ごとに/8(約1600万アドレス)の割り振りが行われ、IANAの在庫が枯渇しました

▶▶▶ IPアドレス分配の現状～IPv4アドレス

/23よりも大きいサイズのアドレスが必要な場合は、多組織からの移転で対応

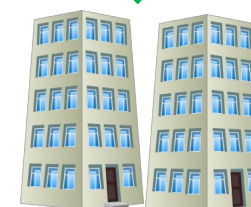
最後のAPNICにおけるIPv4未割り振り在庫からの割り振り (上限: /23)

**1回だけ
既に分配済み
の場合はNG**

IP指定事業者

IP指定事業者の在庫状況に応じて可能なサイズの割り当てを受ける

ユーザネットワーク



マルチホームのために必要な最小限(/24)のアドレス割り当て

▶▶▶ IPv4アドレス、まだもらえますか？

AFRINIC

102.192.0.0/11から最大/22を分配(回数制限なし)

APNIC

103.0.0.0/8から最大/23を分配(1回限り)

ARIN

在庫回復時に待機者リスト掲載順に最大/22を分配

LACNIC

在庫回復時に待機者リスト掲載順に最大/22を分配

RIPE NCC

在庫回復時に待機者リスト掲載順に最大/24を分配

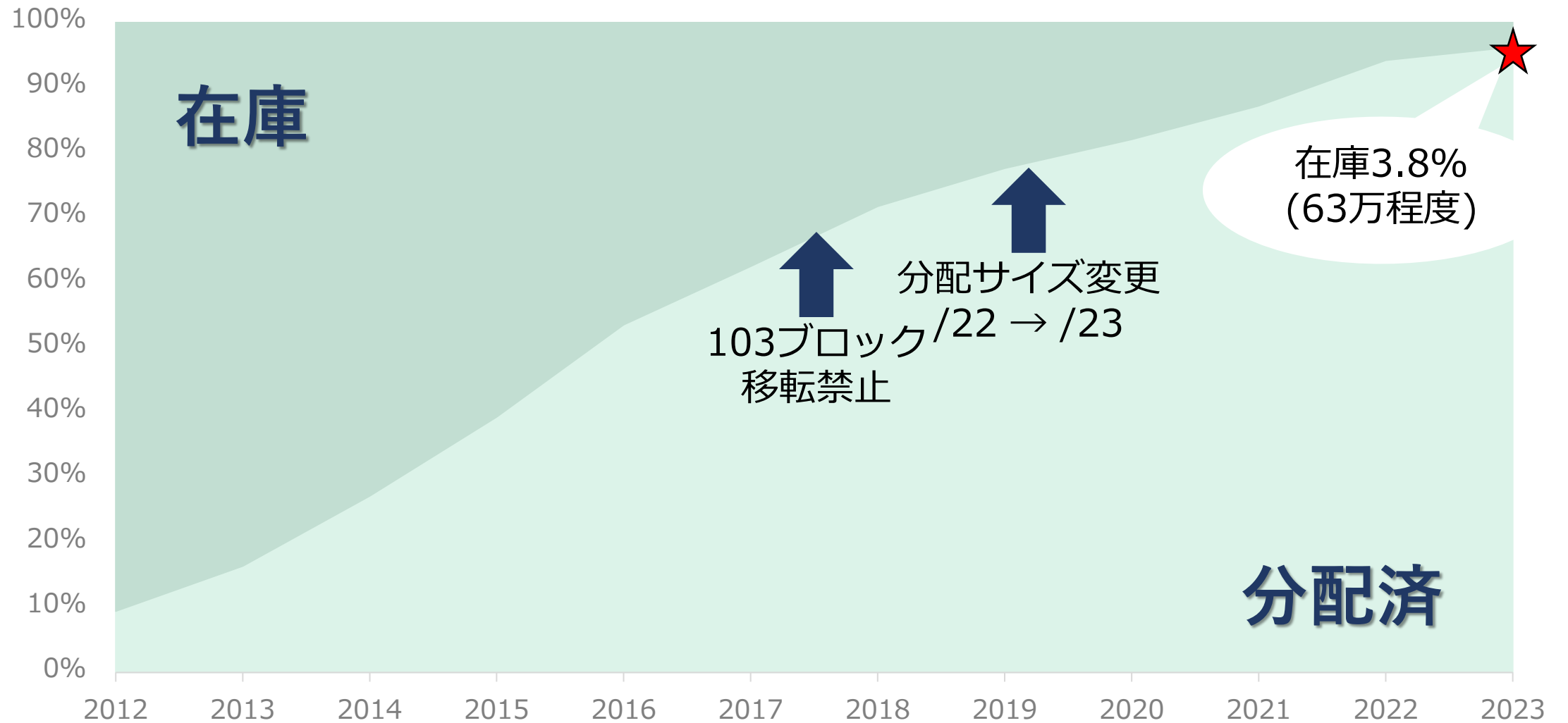
The screenshot shows a blog post from JP NIC titled "IPv4アドレス、まだもらえますか？". The article discusses the IPv4 address allocation rules for various RIRs (ARIN, APNIC, LACNIC, RIPE NCC, AFRINIC) and provides a link to the AFRINIC IPv4 Exhaustion statistics page. The AFRINIC statistics page shows that the total IPv4 addresses available in the AFRINIC region are 4,021,504, with 1,159,168 addresses already allocated and 1,704,448 addresses remaining. The article also includes a list of categories and a list of related articles.

出典: <https://www.nro.net/about/irrs/>

AFRINIC IPv4 Exhaustion statistics

Category	IPv4 Addresses	IPv6 Addresses
Total IPv4	4,021,504	1,159,168
Total IPv6	1,704,448	1,704,448

最後の/8ブロック(103/8)分配状況



▶▶▶ APNICの在庫枯渇時期は？

<https://www.apnic.net/manage-ip/ipv4-exhaustion/>



在庫枯渇は、2025年下期ぐらいか？

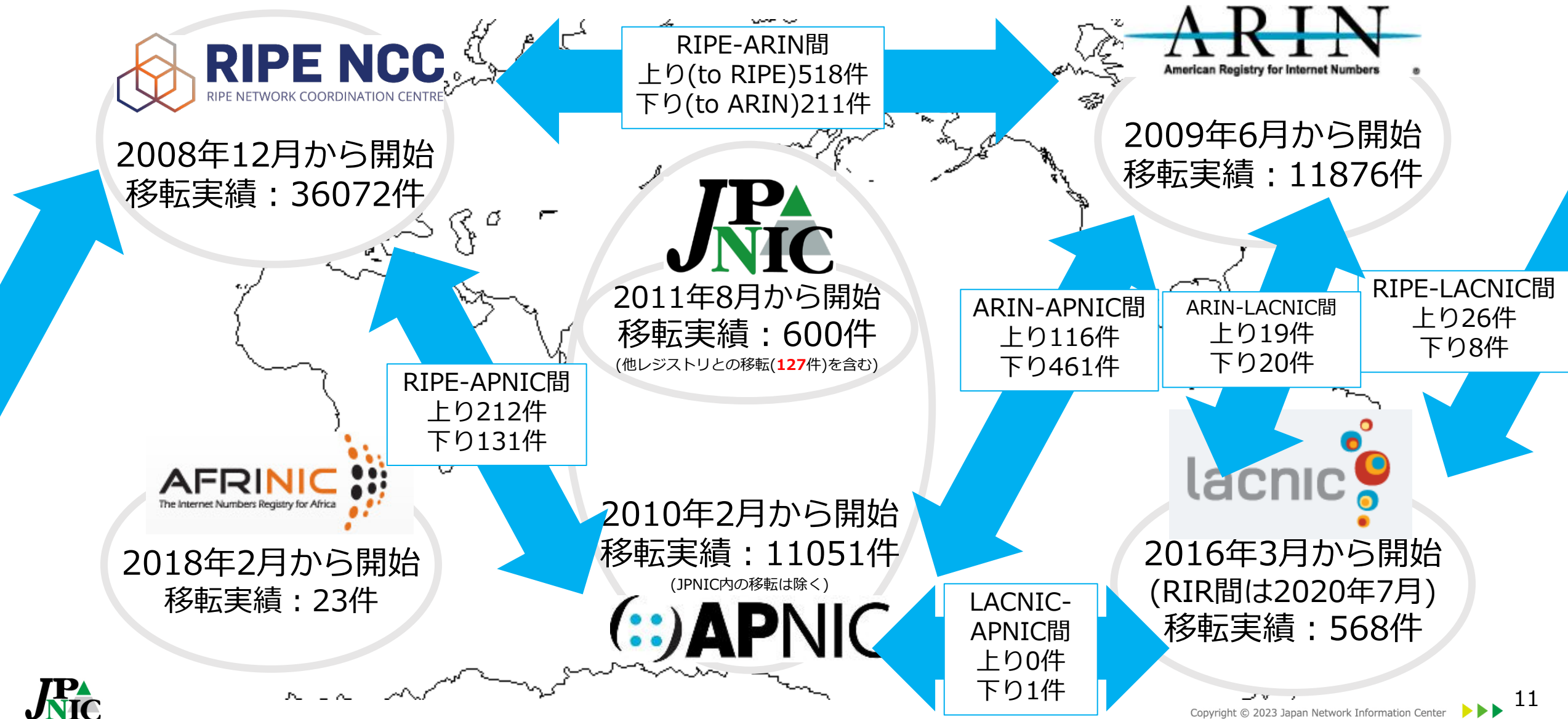
1年で2,180件程度の/23割り振り

APNICでは現在、約5,000件程度の/23割り振りに対応可能な在庫

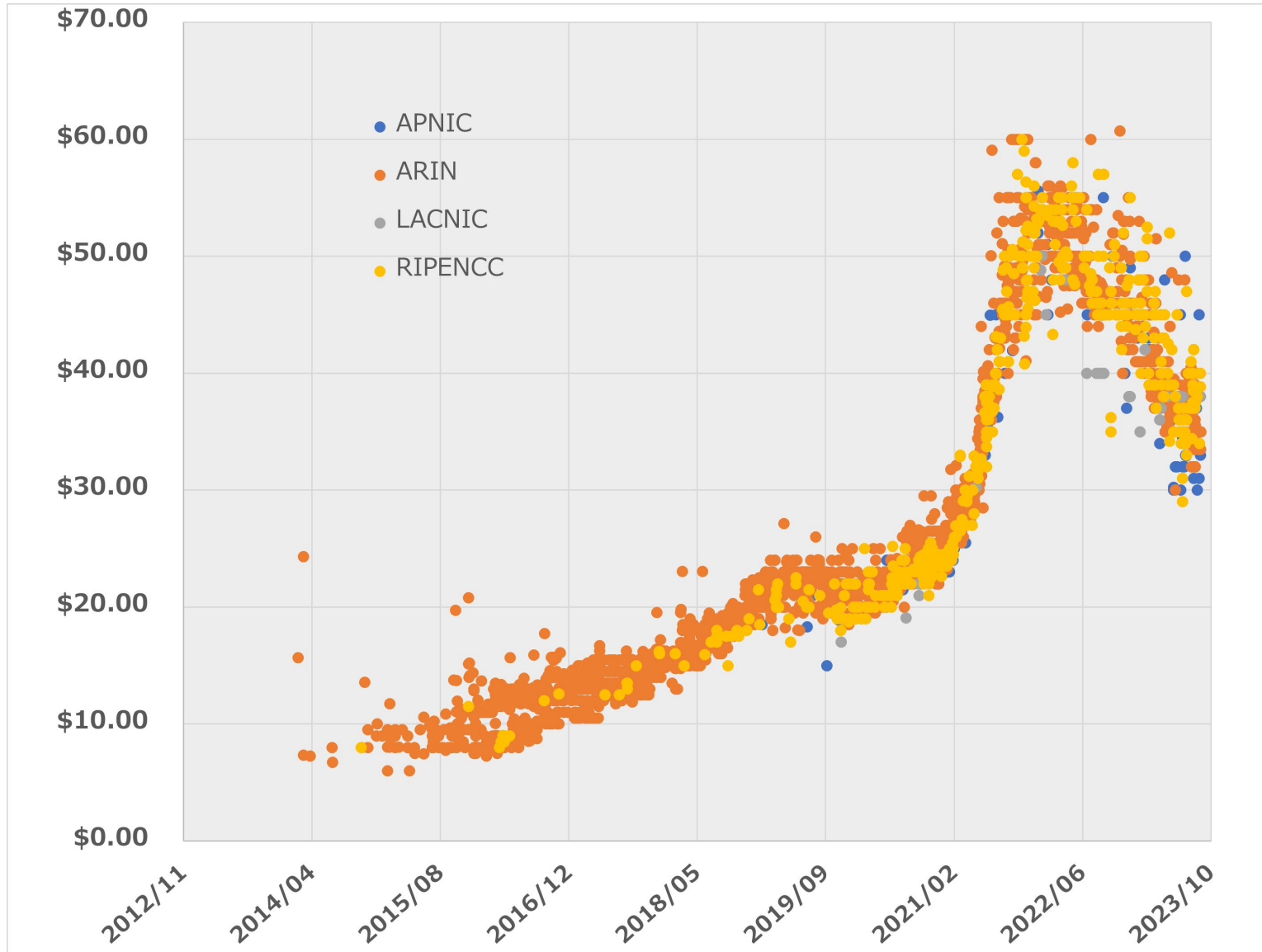
今後も返却された在庫が追加される可能性あり

IPv4アドレス移転の世界動向(2023年9月現在)

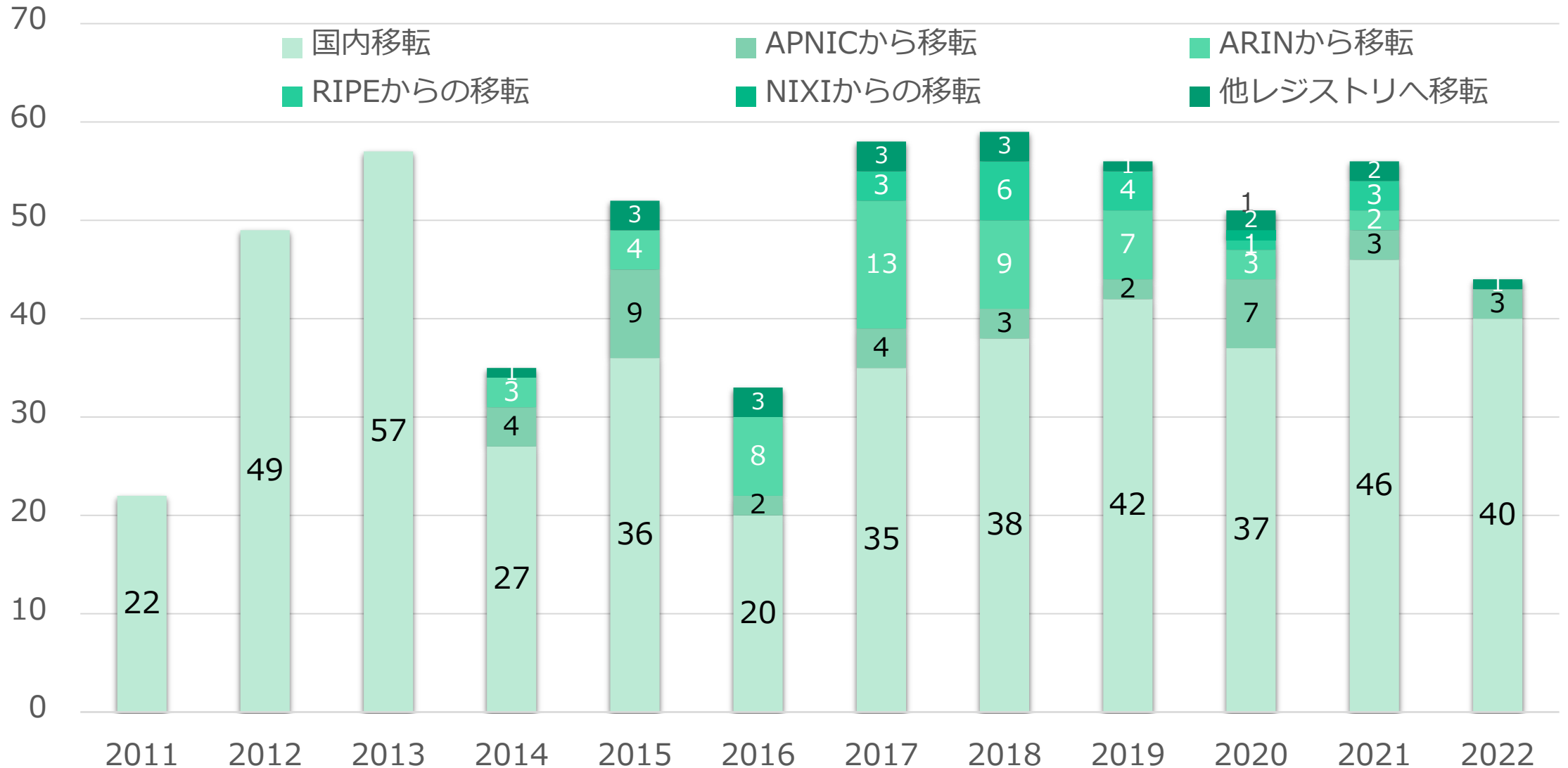
※RIR間移転のデータは2023年6月末時点：<https://www.nro.net/wp-content/uploads/NRO-Number-Resource-Status-Report-2023-FINAL.pdf>



▶▶▶ IPv4アドレスオークション落札価格推移



JPNICのIPv4アドレス移転



IPアドレスの第三者による無断利用

公開版

経路ハイジャックされた話

Matsuzaki 'maz' Yoshinobu
<maz@ij.ad.jp>

2015/07/17 maz@ij.ad.jp 1


JANOG36 : 経路ハイジャックされた話
(IIJ 松崎吉伸さん)


<https://www.janog.gr.jp/meeting/janog36/program/hijack>





IPv4アドレスが乗っ取られた話～はじまり～

- ある日やってきた問い合わせのメール

 WHOISに登録されている電子メールアドレスに連絡が取れません

 JPNICから連絡してみますね

 このアドレスで利用しているサービスを利用予定で、詳細を確認したいので早めをお願いします

 WHOISで検索…と

```
https://whois.nic.ad.jp/cgi-bin/whois_gw

JPNIC database provides information regarding IP address and ASN. Its use
is restricted to network administration purposes. For further information,
use "whois -h whois.nic.ad.jp help". To only display English output,
add "e" at the end of command, e.g. "whois -h whois.nic.ad.jp xxx/0".

Network Information: [ネットワーク情報]
a. [IPネットワークアドレス]
b. [ネットワーク名]
f. [組織名]
g. [Organization]
m. [管理番号]
n. [技術連絡担当者]
p. [電話番号]
r. [Eメール]
[更新年月日]
[最終更新]

上位情報
-----
該当するデータがありません。

下位情報
-----
該当するデータがありません。

Back to Whois Gateway top menu
```

• /16の歴史的PIアドレス

歴史的PIアドレスとは：
現在の階層構造による分配の仕組みの確立以前に、internicなどのアドレス管理組織から分配されたアドレス

Copyright © 2022 Japan Network Information Center
帰ってきた「あなたのIPv4アドレス、狙われていませんか？」@JANOG49(2022/01/26)

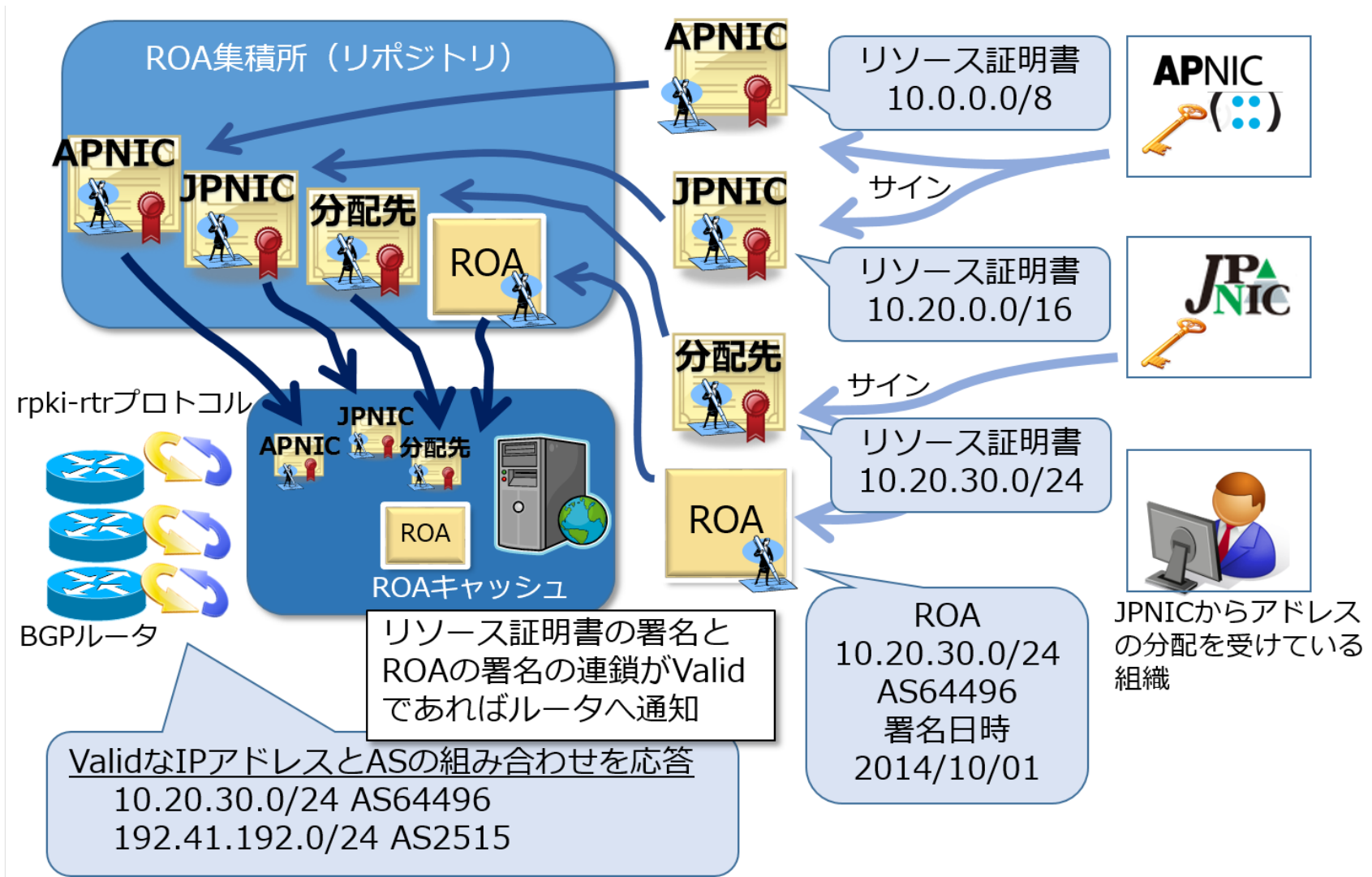
9

JANOG49 :
帰ってきた
「あなたのIPv4アドレス、狙われていませんか？」
(IIJ 松崎吉伸さん、JPNIC川端)

<https://www.janog.gr.jp/meeting/janog49/ipv4/>



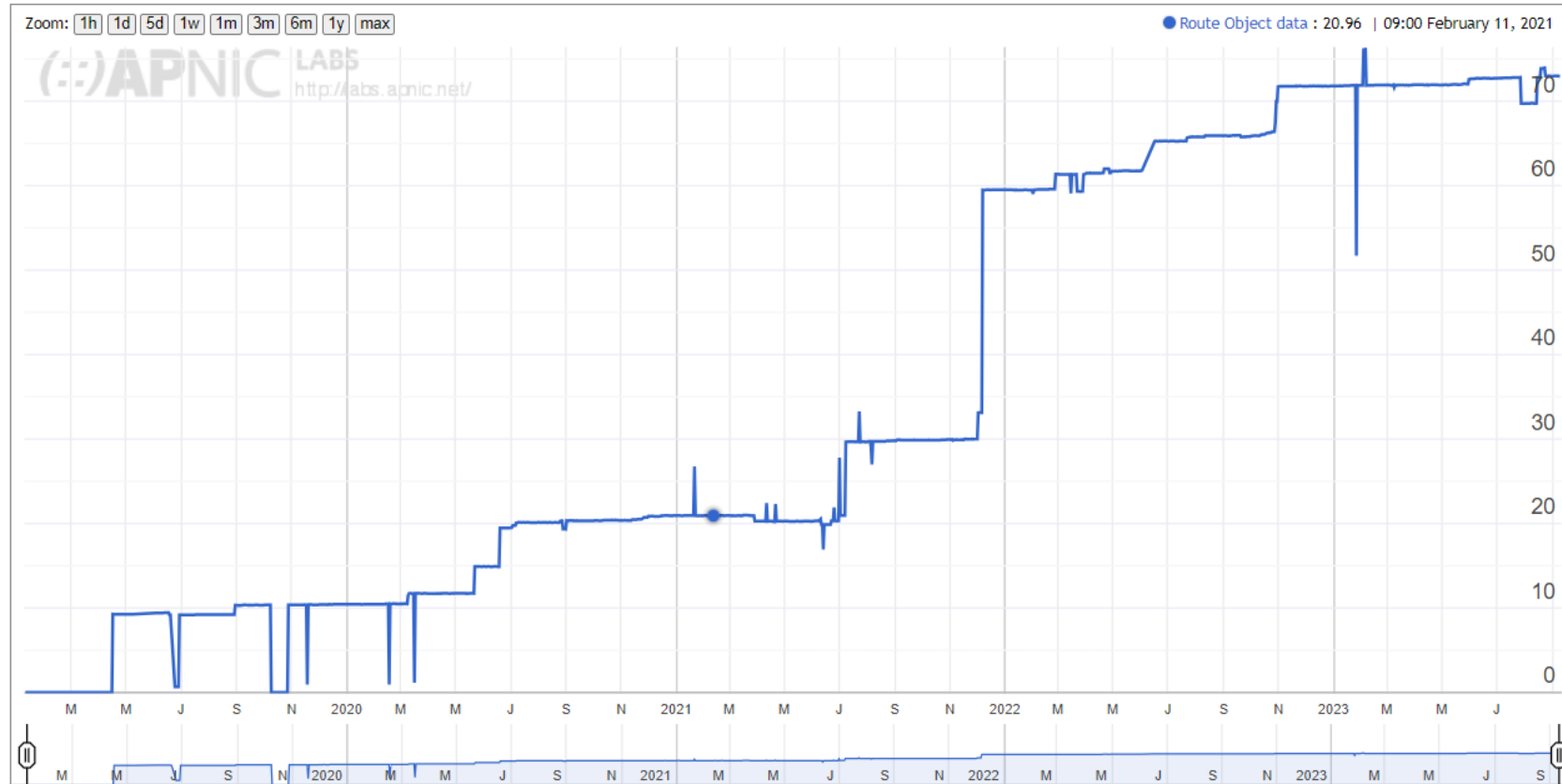
RPKI(Resource Public-Key Infrastructure)とROA



RPKI - Deployment status

Use of Route Object Validation for Japan (JP)

Display: Addresses (Advertised ROA-Valid Advertised Addresses), Total (IPv4 + IPv6), Percent (of Total)



Address Span ▾ Valid ▾
Total ▾ Percent ▾

Hide country ASN List
 Hide Regional Use
Redraw

JSON Data Set

CSV Data Set

Use of Route Object Validation for Japan (JP)

<https://stats.labs.apnic.net/roa/JP?o=cJPl1r1v6tadpxv&t=Address+Span&x=Valid&v=Total&d=Percent>



IPv6アドレスの状況



一般社団法人 日本ネットワークインフォメーションセンター

Copyright © 2023 Japan Network Information Center

▶▶▶ IPアドレス分配の現状～IPv6アドレス

管理形態に応じて下記要件を満たすことで分配を受けることができます

① IPv4アドレスの割り振りを受けているIP指定事業者

② IP指定事業者ではないが、2年以内にIPv6アドレスの割り当て予定がある

①または②を満たす



IP指定事業者として/32割り振り

③ IPv4の特殊用途PIアドレスの割り当てを受けている

④ 3ヶ月以内にマルチホーム接続を行う計画がある

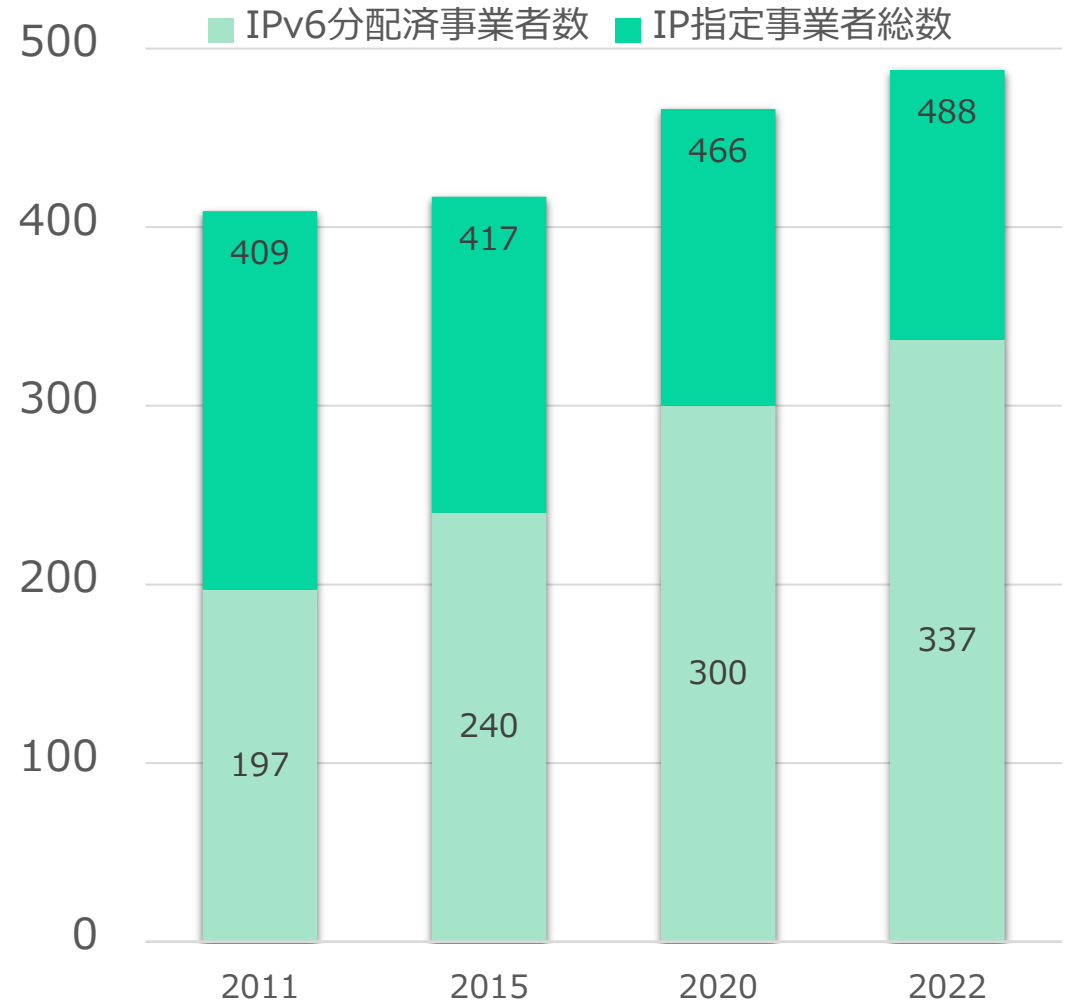
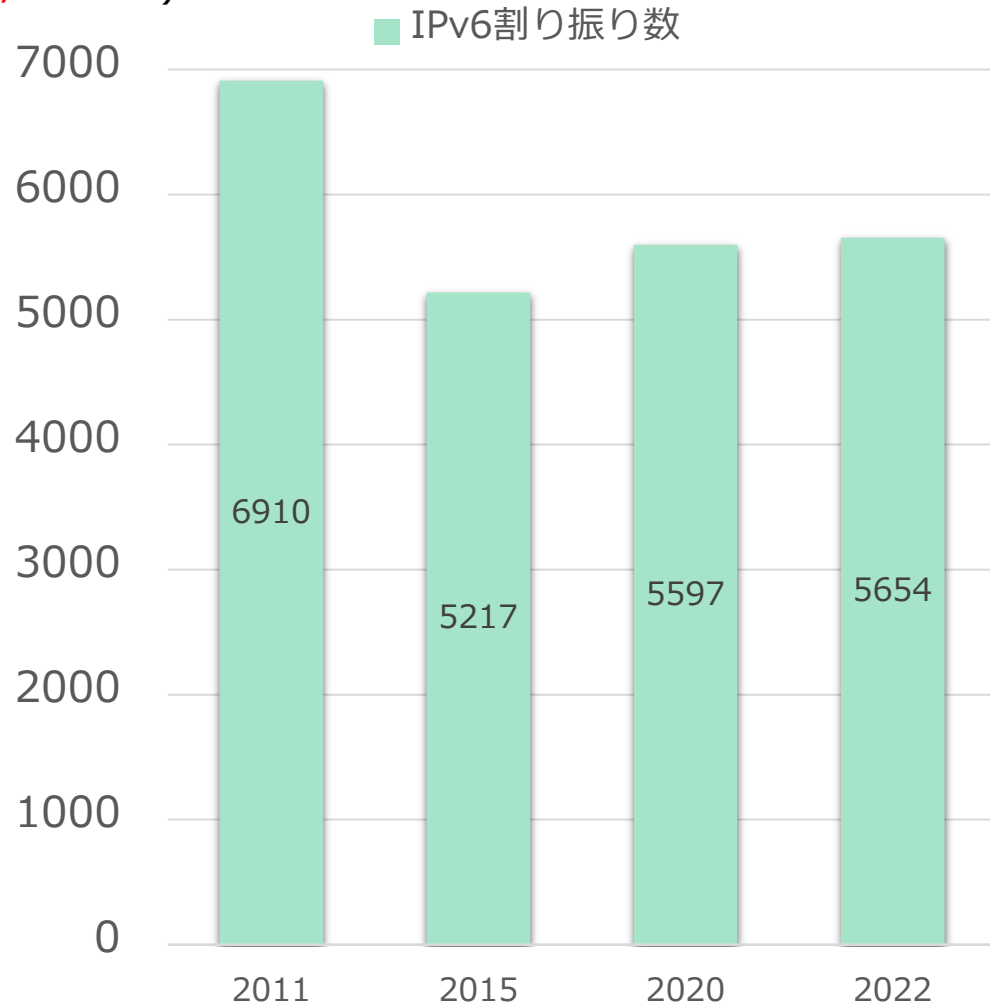
③または④を満たす



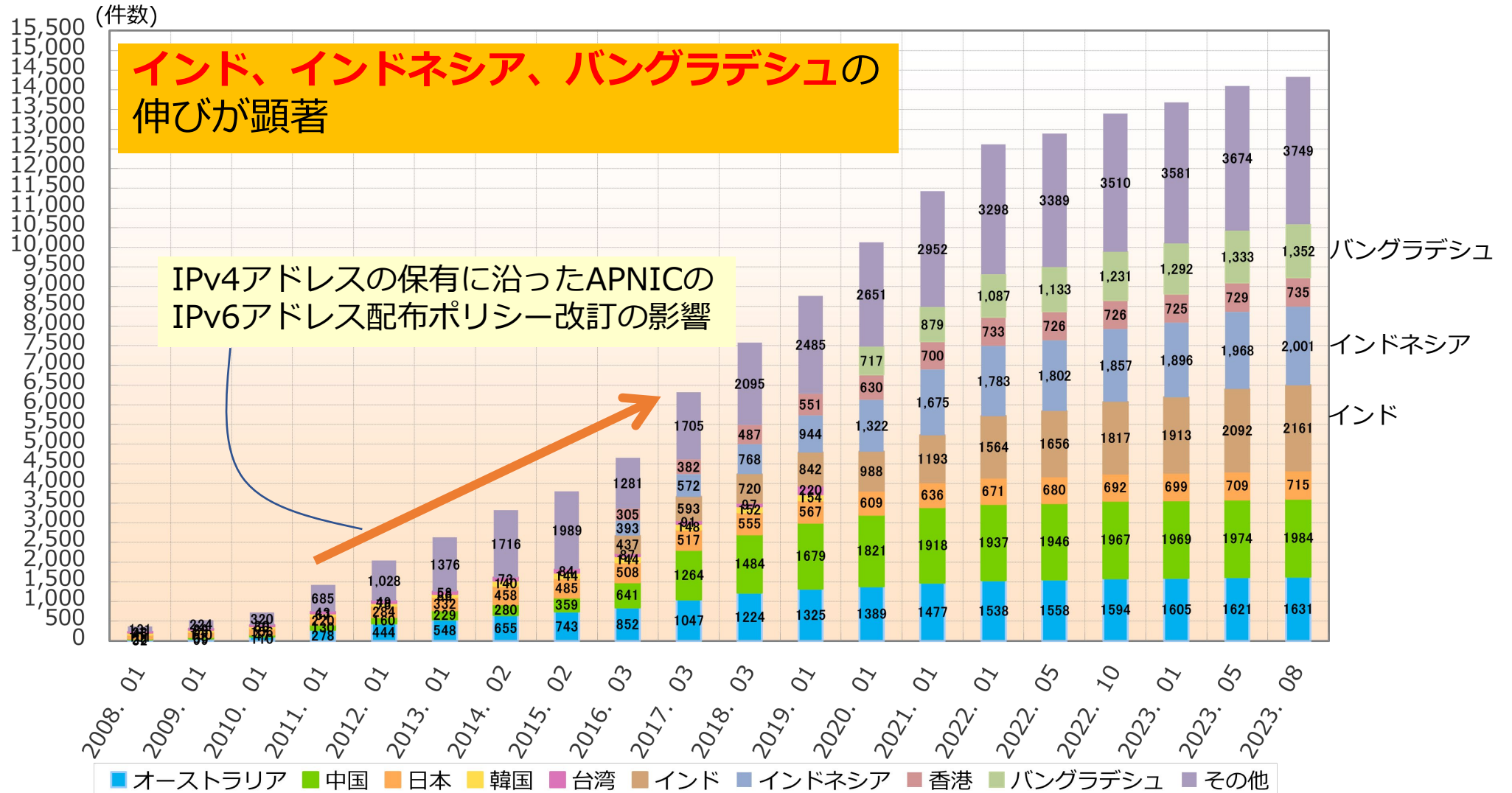
特殊用途PIアドレスとして/48割り当て

JPNICにおけるIPv6アドレス分配状況

(/32の数)

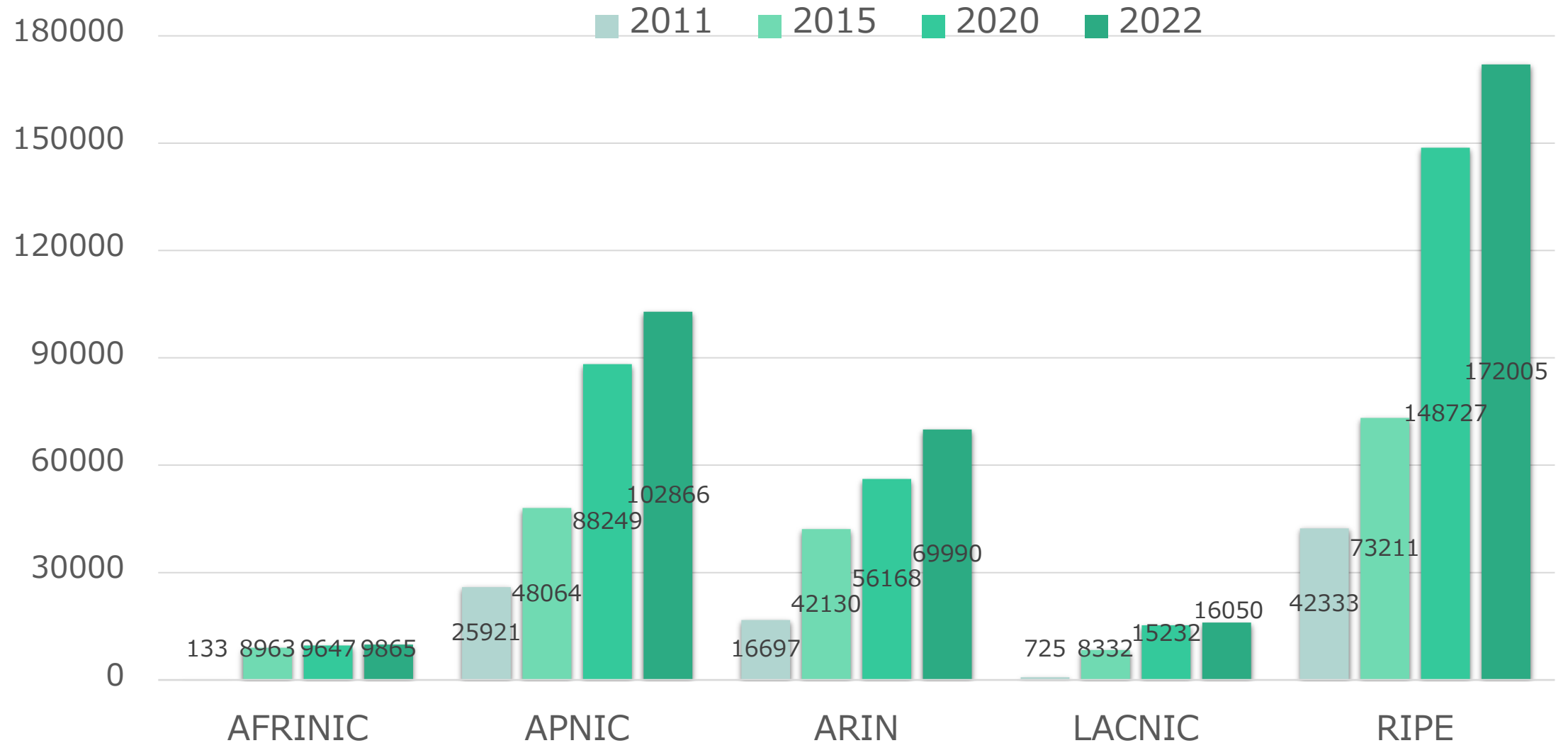


▶▶▶ アジア太平洋地域の国別IPv6アドレス配分状況



地域(RIR)ごとのIPv6アドレス分配規模の変化

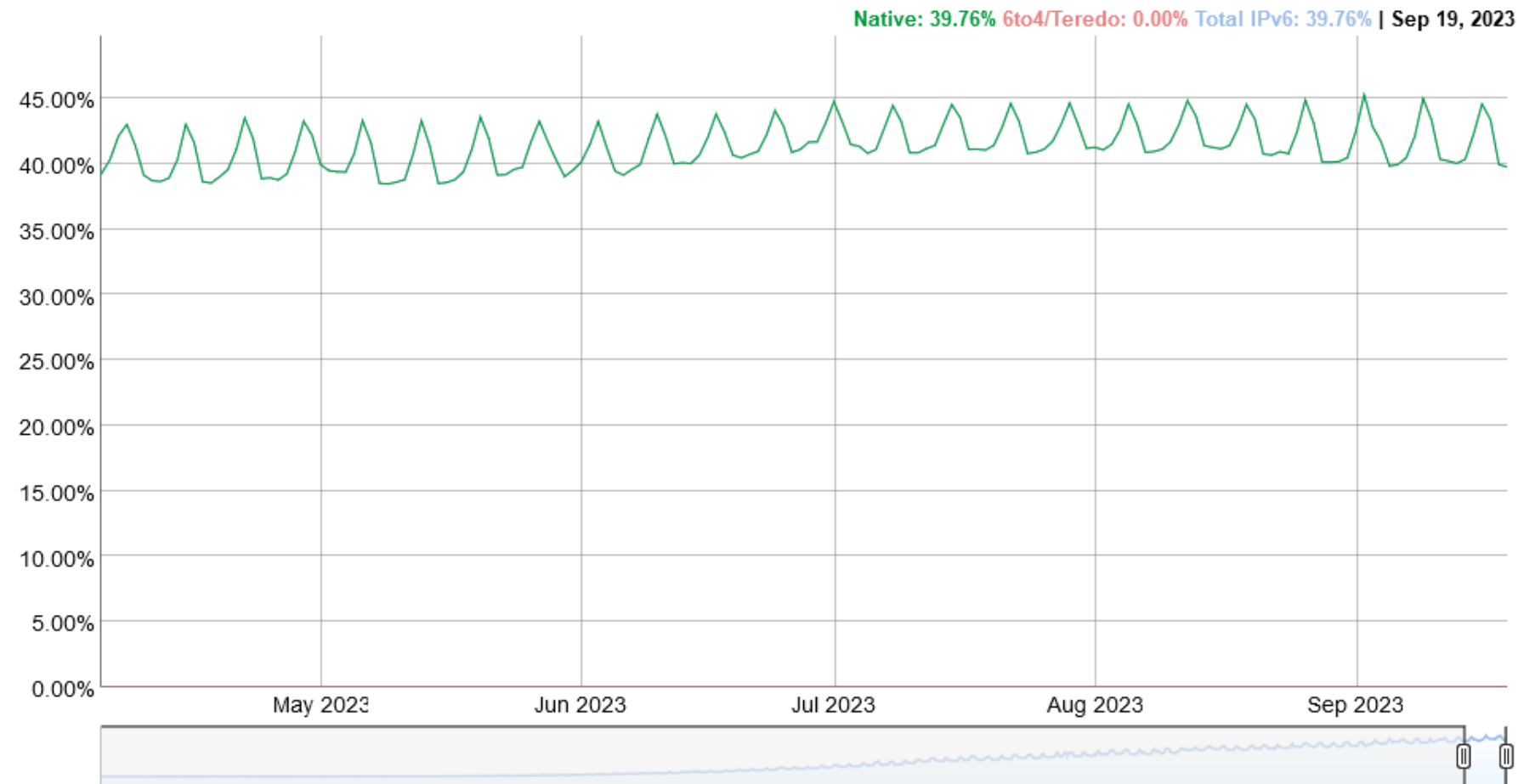
(/32の数)



▶▶▶ IPv6 普及状況 (Googleより)

IPv6 の採用状況

Google では、Google ユーザー間での IPv6 接続の利用状況を継続的に測定しています。このグラフは、IPv6 を使って Google にアクセスしているユーザーの割合 (%) を示しています。



世界のIPv6普及状況 (APNICより)

2014			2018			2023		
CC	Country	IPv6 Capable	CC	Country	IPv6 Capable	CC	Country	IPv6 Capable
1 BE	Belgium	24.70%	→ BE	Belgium	56.94%	↑ IN	India	78.54%
2 DE	Germany	10.69%	○ IN	India	49.21%	↑ MY	Malaysia	67.00%
3 CH	Switzerland	10.66%	↑ US	United States of America	44.93%	↑ FR	France	66.56%
4 RO	Romania	9.53%	↓ DE	Germany	39.46%	↓ BE	Belgium	66.42%
5 LU	Luxembourg	8.73%	↑ MY	Malaysia	37.06%	↓ DE	Germany	63.27%
6 US	United States of America	7.71%	○ GR	Greece	34.52%	↑ UY	Uruguay	60.22%
7 SG	Singapore	6.71%	○ UY	Uruguay	30.31%	○ SA	Saudi Arabia	59.86%
8 PE	Peru	6.59%	↓ LU	Luxembourg	28.74%	○ IL	Israel	58.72%
9 FR	France	5.40%	↓ CH	Switzerland	28.00%	↑ VN	Vietnam	58.25%
10 JP	Japan	5.14%	○ FI	Finland	27.85%	○ MS	Montserrat	58.12%
11 CZ	Czech Republic	4.94%	○ BR	Brazil	26.90%	↓ GR	Greece	56.45%
12 NO	Norway	3.34%	○ GB	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	26.47%	↓ US	United States of America	55.95%
13 VU	Vanuatu	3.02%	○ TW	Taiwan	26.21%	↑ TW	Taiwan	54.88%
14 MY	Malaysia	2.20%	↓ JP	Japan	25.82%	○ LK	Sri Lanka	52.50%
15 PT	Portugal	1.84%	○ AX	Aland Islands	24.32%	↓ JP	Japan	52.18%
16 BT	Bhutan	1.64%	○ EE	Estonia	23.96%	○ HU	Hungary	51.39%
17 NL	Netherlands	1.57%	○ CA	Canada	23.43%	○ AX	Aland Islands	50.89%
18 CN	China	1.46%	↓ FR	France	22.91%	○ MX	Mexico	50.54%
19 BA	Bosnia and Herzegovina	1.44%	○ TT	Trinidad and Tobago	21.33%	○ PR	Puerto Rico	49.48%
20 EU	European Union	1.41%	○ VN	Vietnam	21.03%	↓ FI	Finland	49.48%

日本の事業者の対応状況

2014年9月

#	Name	ASNs	IPv6
1	KDDI	2516	18.01%
2	Softbank BB	17676	3.34%
3	ctc	18126	41.66%
4	So-net	2527	9.90%
5	TOKAI	10010	9.73%
6	IJ	2497	2.21%
7	Sony Global Solutions	9619	99.41%
8	bit-drive	9600	10.03%
9	TDNC	9354	4.33%
10	BIGLOBE	2518	0.53%
11	iTSCOM	9365	6.12%
12	star cat	17529	12.01%
13	OCN/plala	4713	0.06%
14	SINET	2907	2.52%
15	UCOM	17506	0.41%
16	@Nifty	2510	0.22%
17	K-Opticom	17511	0.19%
18	FreeBit	4691, 10013	0.16%
19	Keio University	38635	13.85%
20	VECTANT	2519	0.09%

2018年11月

#	Name	ASNs	IPv6
1	KDDI	2516	44.25%
2	SoftBank BB	17676	38.07%
3	OCN / plala	4713	30.31%
4	So-net	2527	41.16%
5	BIGLOBE	2518	48.16%
6	NTT docomo	9605	8.66%
7	ctc	18126	52.78%
8	IJ	2497	17.76%
9	TOKAI	10010	24.82%
10	@nifty	2510	12.73%
11	iTSCOM	9365	16.60%
12	Sony Global Solutions	9619	99.67%
13	K-Opticom	17511	1.35%
14	star cat	17529	24.53%
15	VECTANT	2519	1.46%
16	bit-drive	9600	13.31%
17	SINET	2907	1.62%
18	SuperCSI	2506	44.09%
19	TDNC	9354	1.95%
20	Keio University	38635	33.79%

2023年9月

ASN	AS Name	IPv6 Capable
AS2516	KDDI KDDI CORPORATION	85.34%
AS17676	GIGAINFRA SoftBank Corp.	59.54%
AS4713	OCN NTT Communications Corporation	62.03%
AS9605	DOCOMO NTT DOCOMO, INC.	35.51%
AS9824	JTCL-JP-AS JCOM Co., Ltd.	7.74%
AS17511	OPTAGE OPTAGE Inc.	55.48%
AS2527	SO-NET Sony Network Communications Inc.	71.89%
AS2518	BIGLOBE BIGLOBE Inc.	73.12%
AS18126	CTCX Chubu Telecommunications Company, Inc.	72.87%
AS2519	VECTANT ARTERIA Networks Corporation	46.47%
AS9617	ZAQ JCOM Co., Ltd.	5.78%
AS10010	TOKAI TOKAI Communications Corporation	22.38%
AS17506	UCOM ARTERIA Networks Corporation	1.22%
AS7679	QTNET QTnet, Inc.	6.26%
AS4685	ASAHI-NET Asahi Net	67.52%
AS138384	RMNI-AS-AP Rakuten Mobile Network, Inc.	89.62%
AS4721	JCN JCOM Co., Ltd.	0.27%
AS2497	IJ Internet Initiative Japan Inc.	29.90%
AS7522	STCN STNet, Incorporated	62.57%
AS2514	INFOSPHERE NTT PC Communications, Inc.	4.79%

http://v6pc.jp/jp/spread/ipv6spread_03.phtml

<https://stats.labs.apnic.net/ipv6/JP>

▶▶▶ アクセス回線・モバイルの対応状況

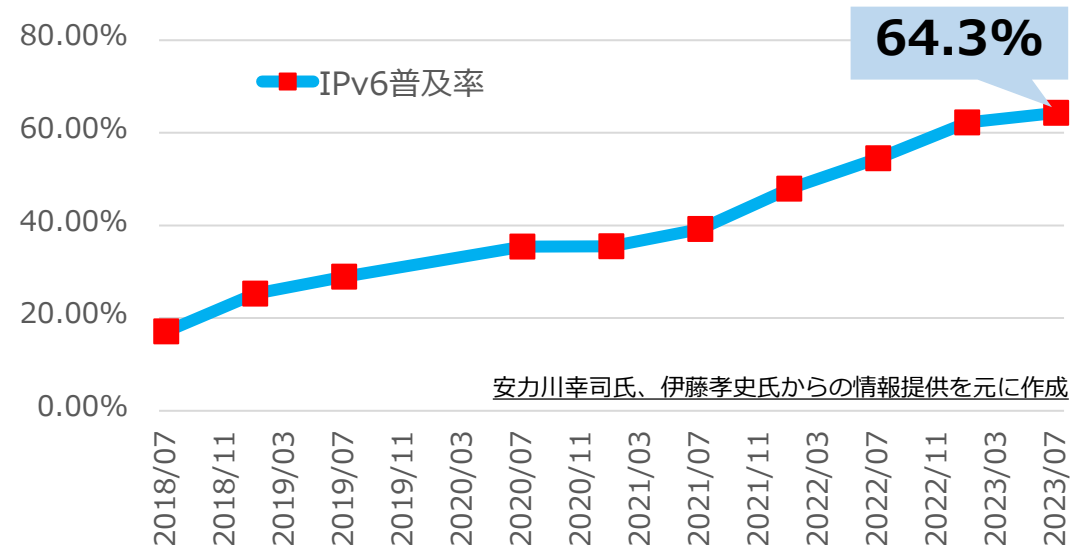
アクセス回線の対応状況

フレッツ光ネクストのIPv6普及率は
2021年3月に80%にまで到達

	NGN IPv6契約数	NGN 契約数	NGN IPv6普及率
2012.12	07,000	8,127,000	0.8%
2013.03	121,000	8,595,000	1.4%
2013.06	182,000	9,094,000	2.0%
2013.09	235,000	9,506,000	2.5%
2013.12	287,000	10,741,000	2.7%
2014.03	357,000	11,301,000	3.2%
2014.06	426,000	13,588,000	3.1%
2014.09	613,000	15,805,000	3.9%
2014.12	854,000	16,122,000	5.3%
2015.03	996,000	16,306,000	6.1%
2015.06	1,474,000	16,782,000	8.8%
2015.09	1,803,000	16,990,000	10.6%
2015.12	2,183,000	17,270,000	12.6%
2016.02	2,590,000	17,528,000	14.8%
2016.06	3,208,000	17,941,000	17.9%
2016.09	3,813,000	18,227,000	20.9%
2016.12	4,282,000	18,675,000	22.9%
2017.03	5,797,000	18,980,000	30.5%
2017.06	7,074,000	19,387,000	36.5%
2017.09	7,605,000	19,637,000	39.2%
2017.12	8,557,000	19,869,000	43.1%
2018.02	9,662,000	20,079,000	48.1%
2018.06	10,659,000	20,182,000	52.8%
2018.09	11,283,000	20,615,000	54.7%
2018.12	12,056,000	20,849,000	57.8%
2019.03	13,565,000	21,049,000	64.4%
2019.06	14,912,000	21,230,000	69.9%
2019.09	14,579,000	21,390,000	68.2%
2019.12	15,262,000	21,540,000	70.9%
2020.03	15,631,000	21,651,000	72.2%
2020.06	16,327,000	21,908,000	74.5%
2020.09	16,846,000	22,124,000	76.1%
2020.12	17,277,000	22,331,000	77.4%
2021.03	18,055,000	22,563,000	80.0%

注：実際の普及率よりも値が低くなる（算出方法（2）参照）

モバイルの対応状況



安力川幸司氏、伊藤孝史氏からの情報提供を元に作成

IPv6普及率

スマートフォンにおけるIPv6の普及率を公表することで
業界のさらなるIPv6化を促進していく予定

$$\text{モバイルにおけるIPv6普及率 } pm = \frac{a) \text{ IPv6端末数}}{b) \text{ 対象端末数}} [\%]$$

a) IPv6端末数・・・IPv6適用済み端末数（3社分）
b) 対象端末数・・・IPv6化対象サービスの端末数（3社分）

・対象オペレータはNTTドコモ、KDDI、ソフトバンクの3社。MVNOは含まない。
・結果はIPv6普及・高度化推進協議会のウェブサイトにて半年ごとに公表を検討中。
・本普及率は普及の傾向を把握することでIPv6の普及促進に資することが目的である。あくまで参考値として公開されるものであり、その値が厳密に正確なものでないことに留意する必要がある。IPv6化対象サービスの増減、領域の変化によって普及率が増減することも十分に考えられる。

<https://blog.nic.ad.jp/>

IPアドレスに関する記事も掲載

RIRでのポリシー提案

統計情報

移転関連情報

IPv6関連情報

Etc...