

IPv6普及状況

(私たちはいまどのあたりにいるのか?)

25 Nov 2019 | IPv6 Summit, Tokyo

Tashi Phuntsho (tashi@apnic.net)

Senior Network Analyst/Technical Trainer



IPv6の計測手法

- オンライン広告に埋め込まれたスクリプトを利用
 - 一日あたり1200万計測!!
- 埋め込まれたスクリプトが3種類のURL取得を試行
 - IPv6 only, IPv6/IPv4 Dual-stack, IPv4 only
- デバイスがURLを取得できた場合:
 - IPv6でURLを取得 : “**IPv6可能**”
 - IPv6で” IPv6/IPv4 Dual-stack” URLを取得 : “**より好ましいIPv6**”
 - **RFC8305 (Happy Eyeballs) への考慮は?**

エンドユーザのIPv6対応



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

全世界のIPv6対応状況

Economy	IPv6 capable (%)	Economy	IPv6 capable (%)	Economy	IPv6 capable (%)
India	63.79	Finland	32.93	Estonia	24.94
Belgium	57.74	Portugal	32.28	New Zealand	23.37
United States	56.74	Uruguay	32.10	Australia	23.27
Taiwan	45.29	United Kingdom	31.82	Trinidad & Tobago	22.45
Malaysia	45.07	Brazil	31.45	Netherlands	21.22
Greece	44.17	Mexico	30.87	Ireland	20.62
Germany	40.96	Norway	29.64	Peru	19.83
France	38.21	Thailand	28.74	South Korea	16.09
Vietnam	38.14	Canada	26.10	Romania	15.82
Luxembourg	36.45	Sri Lanka	25.36	China	15.32
Japan	35.52	Hungary	25.20	Ecuador	15.29
Switzerland	33.89	UAE	24.95		

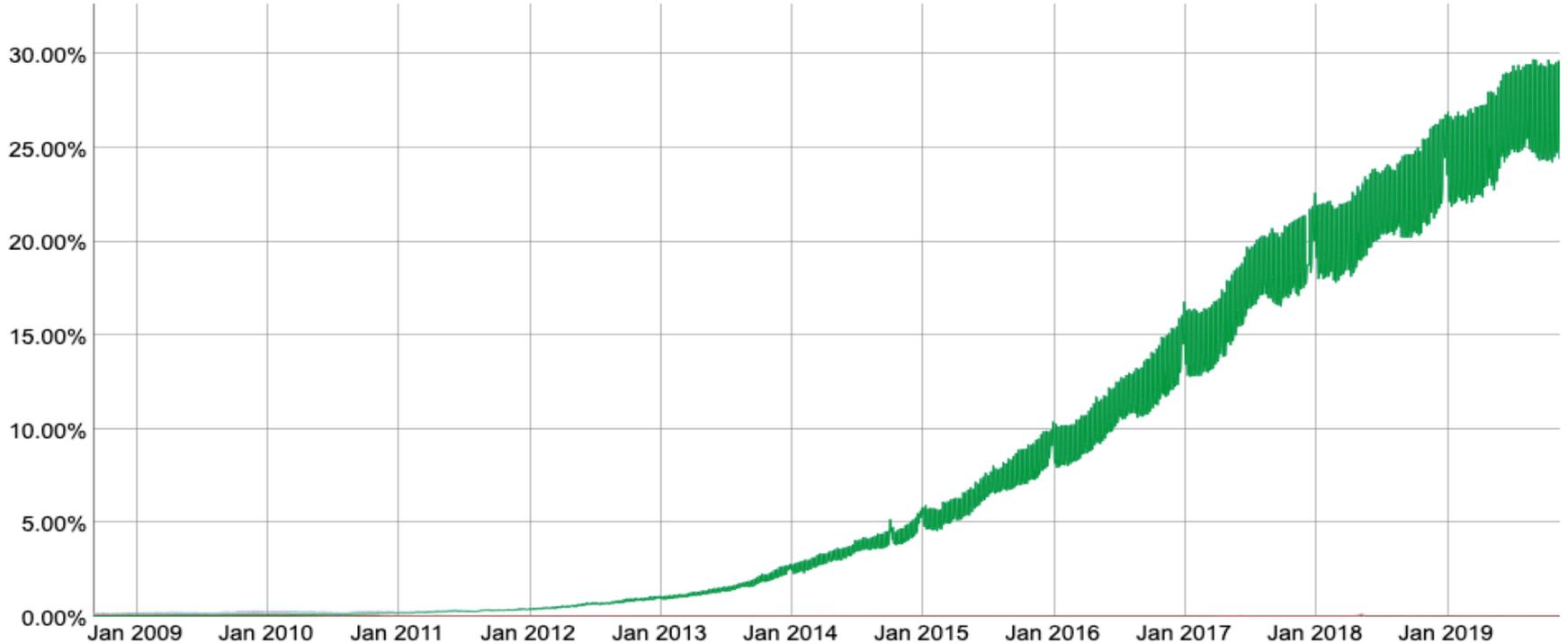
<https://stats.labs.apnic.net/ipv6/> (15 Nov 2019)

IPv6対応状況(Google)

IPv6 Adoption

We are continuously measuring the availability of IPv6 connectivity among Google users. The graph shows the percentage of users that access Google over IPv6.

Native: 24.42% 6to4/Teredo: 0.00% Total IPv6: 24.42% | Nov 12, 2019



<https://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html>

IPv6対応状況(Facebook)

Overview

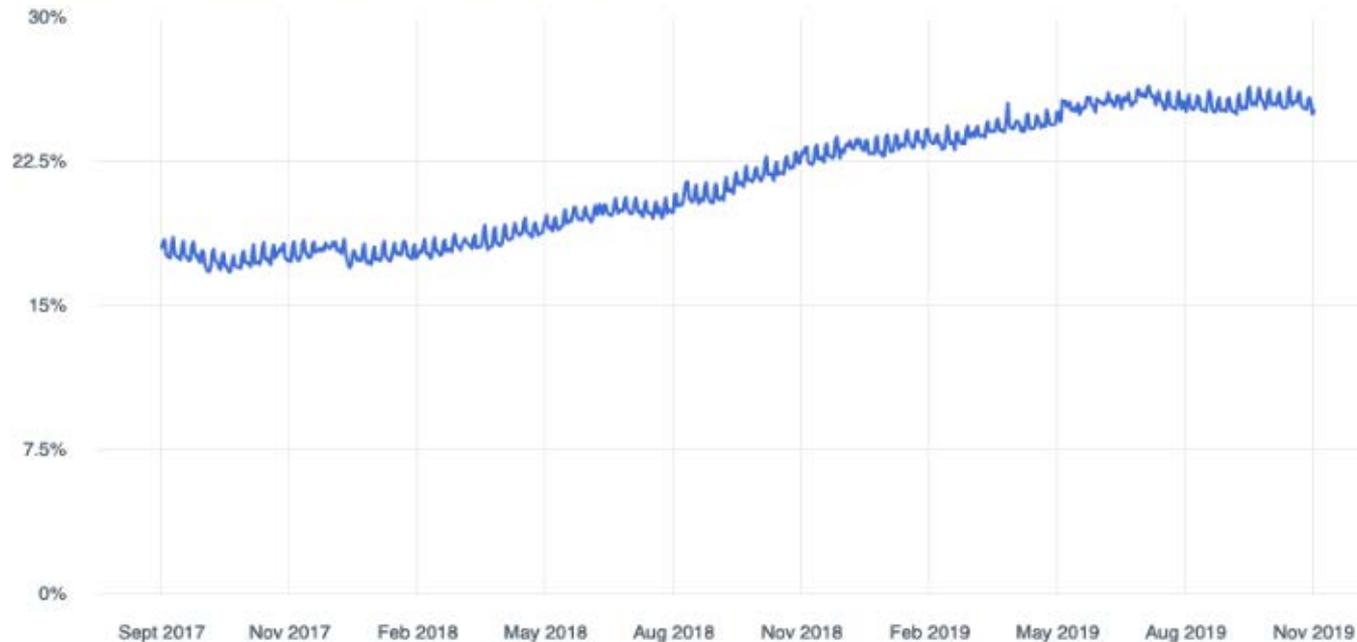
Adoption By Country

Total IPv6 Adoption

IPV6 ADOPTION

Export All

- Adoption - Weekly Growth - Monthly Growth

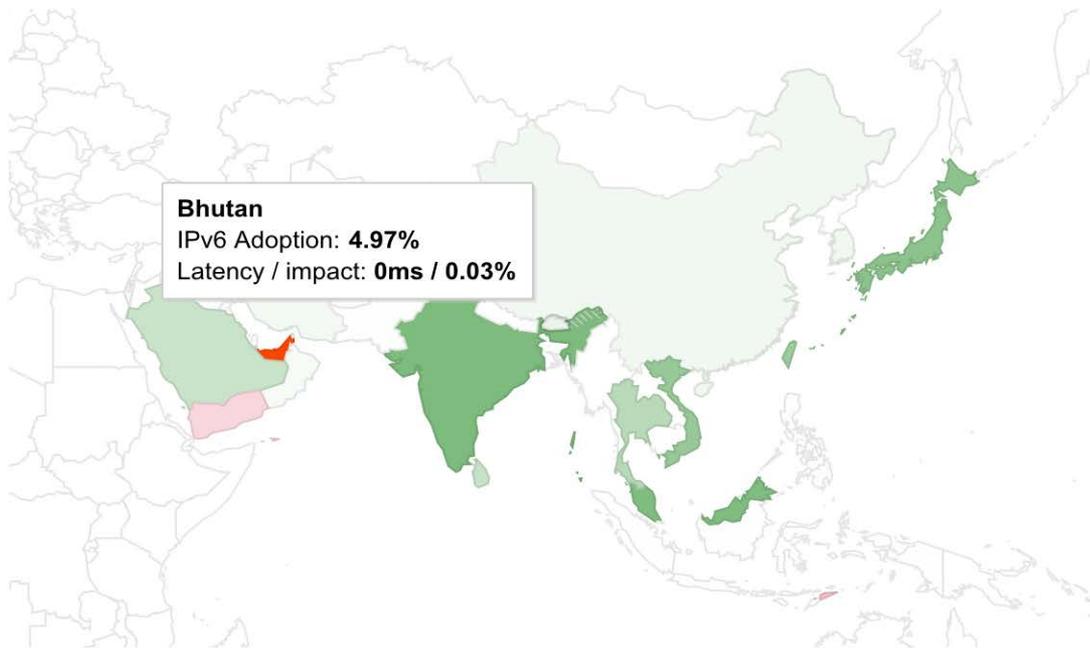


アジア太平洋地域の状況

Economy	IPv6 capable (%)
India	63.81
Taiwan	45.23
Malaysia	45.11
Vietnam	38.20
Japan	35.54
Thailand	28.75
Sri Lanka	25.23
New Zealand	23.38
Australia	23.29
South Korea	16.08
Singapore	13.51
Myanmar	8.78
Bhutan	7.57

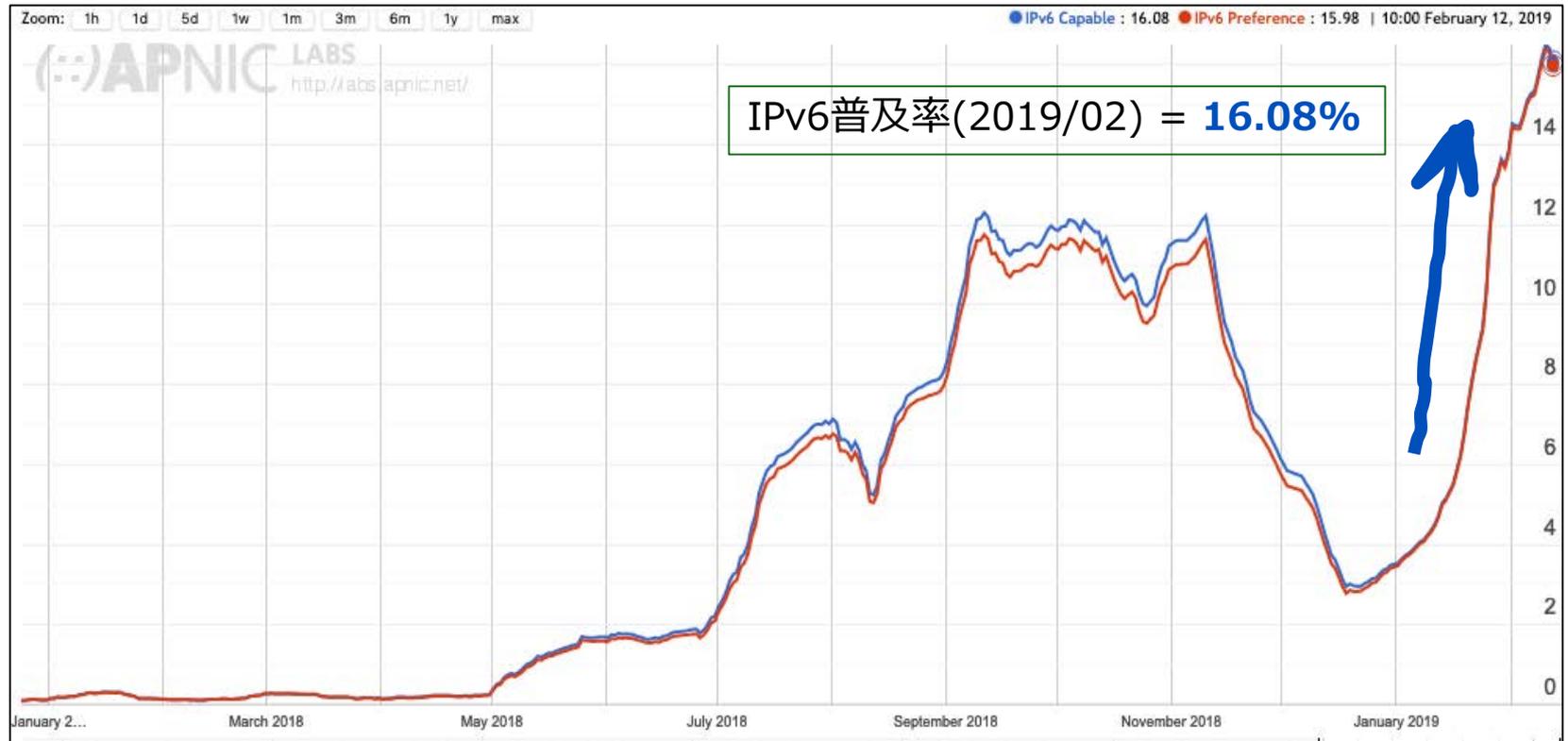
ブータンのIPv6対応状況(Google)

Per-Country IPv6 adoption

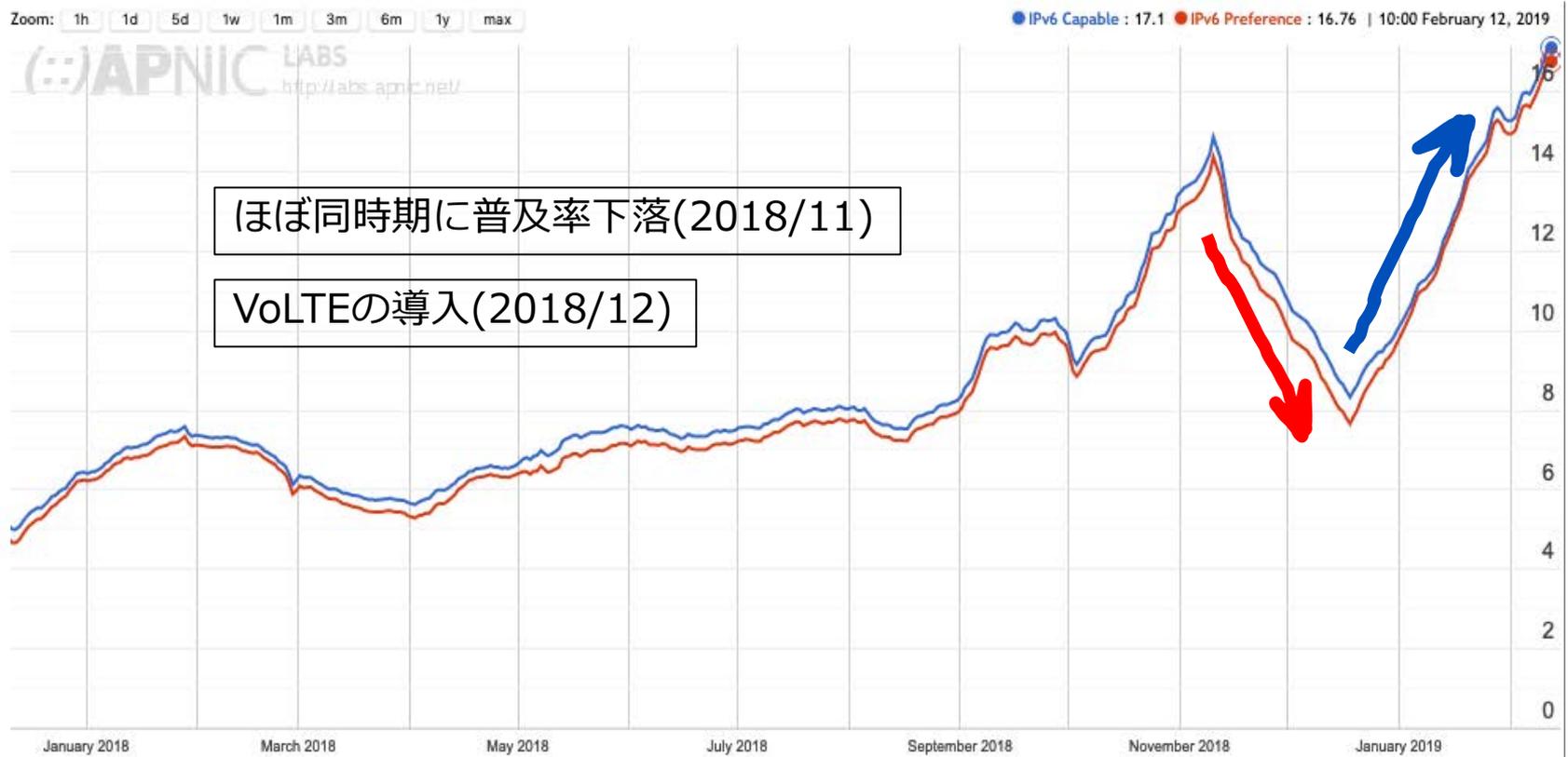


<https://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html#tab=per-country-ipv6-adoption>

その後のブータンの状況



スリランカでも同時発生？



IPv6をコントロールするのは誰か？

- モバイルインターネット：IPv6普及の真の立役者
- NATで生まれ育ったモバイルインターネット
 - 依然としてキャリアグレードNATがベース

モバイルネットワークにおけるIPv6対応

Carrier	Economy	Deployment
Verizon Wireless	USA	Dual-stack (2011)
T-Mobile	USA	464XLAT (2012)
Telekom Malaysia	Malaysia	Dual-stack (2013)
SK Telecom	Korea	464XLAT (2014)
Telstra	Australia	464XLAT (2016)
Reliance Jio	India	Dual-stack (2016)
Dialog Axiata	Sri Lanka	Dual-stack (2016)
AIS	Thailand	Dual-stack (2017)
Bhutan Telecom	Bhutan	Dual-stack (2018)
Chungwa Telecom	Taiwan	Dual-stack (2018)

デュアルスタックがお好みですか？



我々のIPv6移行戦略は、既存
ユーザを無理なく切り替えさせ
ること



ユーザはIPv4でインター
ネットにアクセスできて、
特に問題はなかった



ユーザがIPv4か
らIPv6へシーム
レスに移行できる
ように



冗長性、フォールバック、
そしてネットワークメンテ
ナンスの簡便性を考慮する
必要がある

モバイルデバイスのIPv6対応

- 464XLAT:

- Android (4.3 - Jelly Bean)
- Windows Phone (8.1+)

- IPv6-only:

- iOS
 - iOS 9以降 (WiFiは以前より対応済)
 - App Store登録アプリはIPv6対応必須 (2016年6月～)

<https://developer.apple.com/support/ipv6/>

- DHCPv6:

- Windows
- iOS

- Dual-stack:

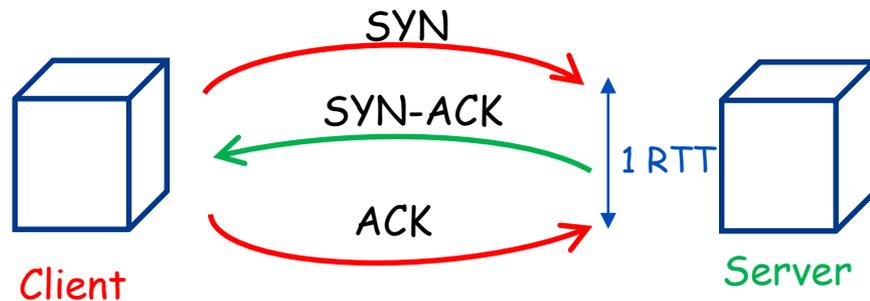
- KaiOS
- Jio/Nokia 8110 feature handsets

- iOS: 11.3以降(キャリアによるアップデート経由で対応)



IPv6のパフォーマンス分析

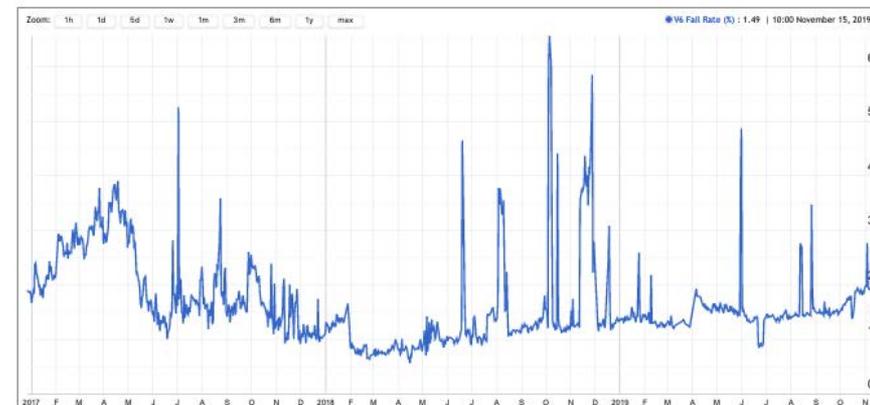
- 3Wayハンドシェイク
 - ACKパッケージが後続しないSYNパッケージは、コネクション確立**失敗**と解釈する
 - サーバ上での、SYNパッケージとACKパッケージの受信間隔は**RTT**と解釈する



IPv6のパフォーマンス①

- IPv6はIPv4と同じくらいの信頼性、堅牢性があるか？
 - 全てのTCP接続試行が成功するか？
 - 失敗：SYNの受信に対してACKがない
- **1.4%** ☹️：グローバルなIPv6失敗率
 - エンドポイントのフィルタ/FW?
 - PMTUD failure?
 - ICMPv6 (PTB) filtered?
 - 到達不可なIPv6アドレスのエンドポイント？

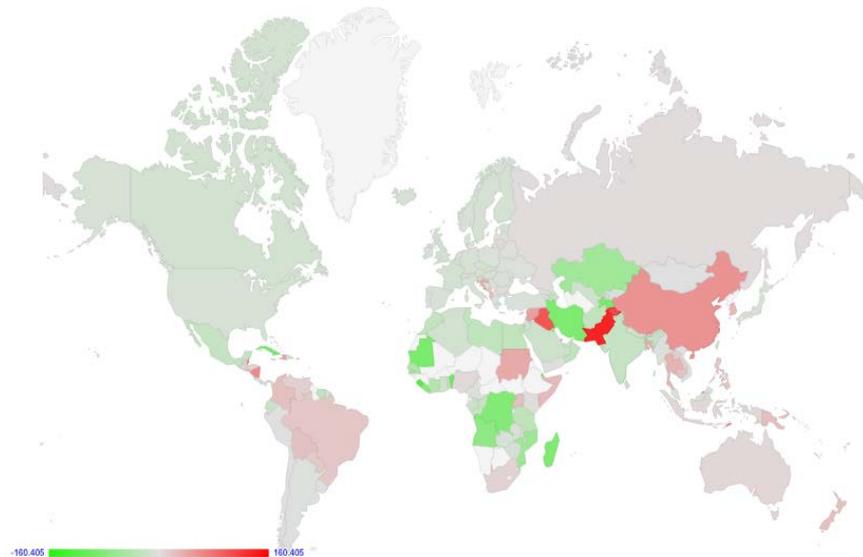
Average V6 Connection Failure Rate for World (XA)



IPv6のパフォーマンス②

- IPv6はIPv4と同じぐらい**速い**のか？
 - RTT(SYNからACKまでの時間)を比較

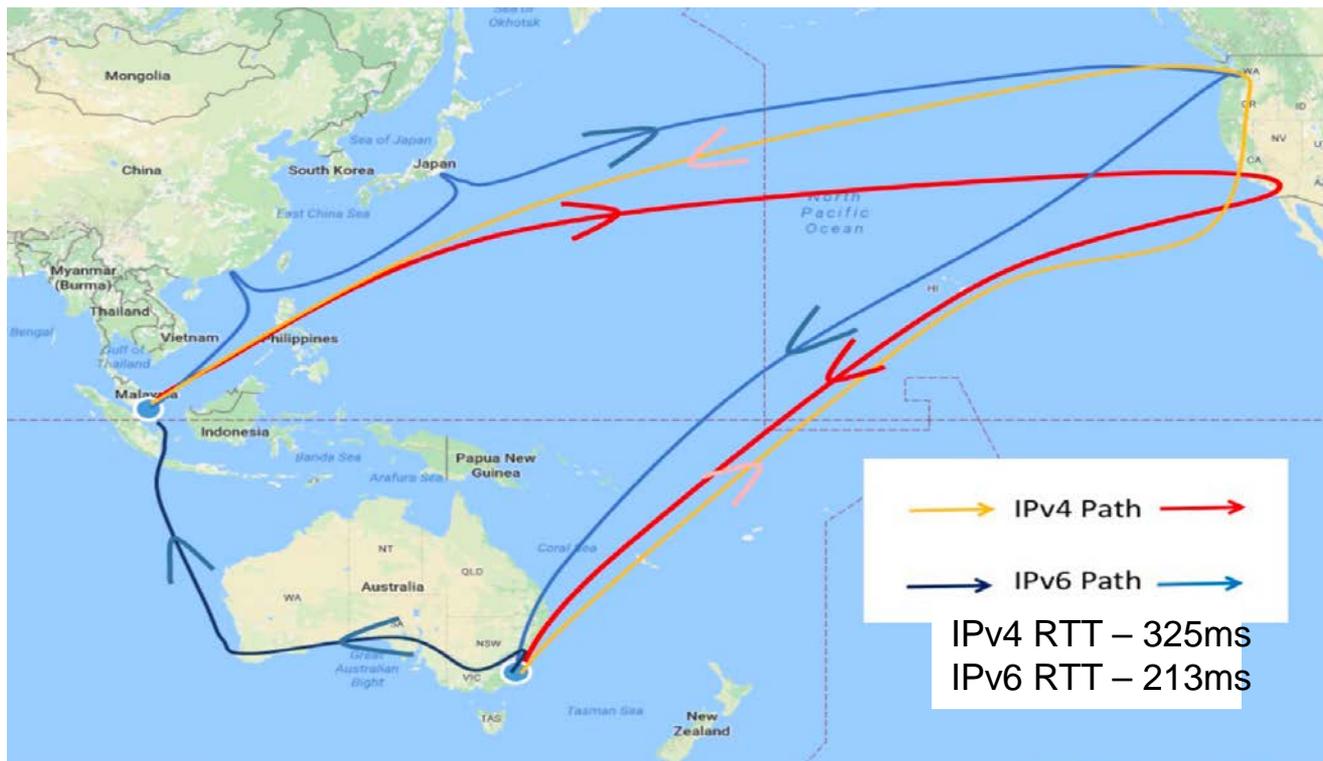
V6/V4 RTT Comparison by country (ms)



<https://stats.labs.apnic.net/v6perf>

- IPv6が速い
 - アフリカ、ヨーロッパ、アメリカ
 - CG-NAT/NAT boxes?
- IPv4が速い？
 - アジア、オセアニア
 - IPv4とIPv6では異なる経路か？

IPv6のパフォーマンスと経路の関係



<https://labs.apnic.net/?p=850>

Closer to home – Routing Path

JPNIC(日本)からAPNIC(オーストラリア)まで

```
tashi-2.local (0.0.0.0) Fri Nov 22 17:45:39 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit

```

Host	Packets			Pings			
	Loss%	Snt	Last	Avg	Best	Wrst	StDev
1. 192.168.0.1	72.2%	19	2.0	1.6	1.4	2.0	0.0
2. niccrswa-vlan66.nic.ad.jp	61.1%	19	4.2	3.9	2.0	6.1	1.4
3. nicfvc-vlan7.nic.ad.jp	72.2%	18	3.2	3.4	2.1	4.6	0.7
4. dixcrswe-vlan6.nic.ad.jp	58.8%	18	3.1	10.5	2.8	42.3	14.2
5. dix-iee.nic.ad.jp	72.2%	18	2.9	2.7	2.3	3.0	0.0
6. as2518-2.ix.jpix.ad.jp	76.5%	18	3.1	2.9	2.7	3.1	0.0
7. 133.208.191.144	70.6%	18	3.4	4.5	3.1	9.3	2.7
8. vocus1-10g.hkix.net	66.7%	18	57.1	56.8	56.6	57.1	0.0
9. Te-0-1-0-2-1.cor02.sydney04.nsw.VOCUS.net	64.7%	18	230.4	233.2	230.0	248.0	7.2
10. BE-1.cor01.sydney11.nsw.VOCUS.net.au	52.9%	18	232.8	233.0	232.8	233.7	0.0
11. ???							
12. ???							
13. ???							
14. ten-1-2-0.bdr01.bne03.qld.VOCUS.net.au	58.8%	18	210.0	210.2	209.8	210.7	0.0
15. asn131107.bdr01.bne03.qld.vocus.net.au	70.6%	18	210.7	210.6	210.4	210.8	0.0
16. 202.125.96.226	77.8%	18	210.8	210.7	210.2	211.0	0.0
17. wiki.apnictraining.net	82.4%	18	232.7	232.9	232.7	233.2	0.0

Traceroute(IPv4)

```
tashi-2.local (::) Fri Nov 22 17:45:39 2019
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit

```

Host	Packets			Pings			
	Loss%	Snt	Last	Avg	Best	Wrst	StDev
1. guest.nic.ad.jp	56.2%	17	1.4	1.5	1.1	2.1	0.0
2. 2001:dc2:1000:4fff::1	68.8%	17	2.8	2.9	2.1	4.6	0.7
3. 2001:dc2:1000:4001::1	64.7%	17	4.4	6.2	2.5	16.2	5.0
4. dix-ied.nic.ad.jp	68.8%	17	3.4	3.2	2.8	3.4	0.0
5. 2001:dc2:1000::4	58.8%	17	3.2	4.8	2.9	14.8	4.4
6. gigabitethernet2-8.core1.tyo1.he.net	75.0%	17	3.2	4.1	3.0	6.7	1.6
7. 100ge10-2.core1.hkg1.he.net	75.0%	17	59.1	53.6	51.3	59.1	3.7
8. vocus.gigabitethernet4-9.core1.hkg1.he.net	70.6%	17	53.0	53.2	53.0	53.4	0.0
9. Te-0-0-0-2-8.cor01.sydney11.nsw.VOCUS.net	81.2%	17	182.4	182.4	182.0	182.7	0.0
10. BE-1.cor02.sydney04.nsw.VOCUS.net.au	58.8%	17	182.4	182.4	181.9	182.6	0.0
11. ???							
12. ???							
13. cor01.bne03.qld.vocus.net.au	50.0%	17	182.2	182.8	181.9	186.1	1.3
14. 2402:7800:10:2::151	56.2%	16	182.4	194.8	182.0	204.7	11.9
15. 2402:7800:10:2::152	56.2%	16	204.3	204.4	203.9	204.9	0.0
16. 2001:df2:ee00:1::2	53.3%	16	182.3	182.5	182.0	183.0	0.0
17. wiki.apnictraining.net	60.0%	16	181.8	192.6	181.6	244.8	25.6

Traceroute6(IPv6)



私たちはいまどこにいるのか？

- 全世界的なエンドユーザのIPv6対応率：24%
- さまざまな分野でIPv6普及はより進む傾向に
 - アジア太平洋地域の63%のネットワークオペレータはIPv6アドレスを保有している
- 最近では **dual-stack** によるIPv6対応がトレンド

"IPv6 has emerged from the 'Innovators' and 'Early Adoption' stages of deployment, and is now in the 'Early Majority phase'"

- ISOC State of IPv6 Deployment (2018)

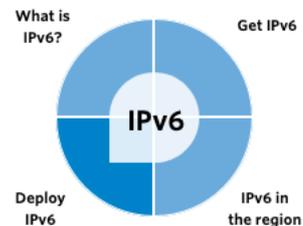
IPv6は"イノベーター/アーリーアダプタ"の段階を過ぎ、

アーリーマジョリティへのフェーズにいます

私たちにできること

- 調査、分析、報告
 - エンドユーザの対応状況
 - パフォーマンス分析
- IPv6運用のトレーニング
 - 政府への支援
 - ワークショップの開催
 - NOGsでの活動
- 技術支援
 - リモートまたは対面

Deploy IPv6



Deploying IPv6 can be a challenge but many organizations around the world have made the transition successfully. Here's some of the elements you'll need to consider for your organization's deployment of IPv6.



<https://www.apnic.net/community/ipv6>

どうもありがとうございます！