

IPv6入門方法 および勉強法

- IPv6基礎検定の傾向と対策つき -

小川晃通（おがわ あきみち）

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

自己紹介

• これまで9冊の本に関わってます

- マスタリングTCP/IP RTP編 (監訳)
- Linuxネットワークプログラミング
- インターネットのカタチ (共著)
- マスタリングTCP/IP Openflow編」 (共著)
- アカマイ知られざるインターネットの巨人
- ポートとソケットがわかればインターネットがわかる
- **プロフェッショナルIPv6**
- 徹底解説v6プラス (共著)
- ピアリング戦記

• RFC co-author

- RFC 3189、RFC 3190 (両方とも現在はobsolete)



IPv6

abel Hop L

プロフェッショナル
IPv6

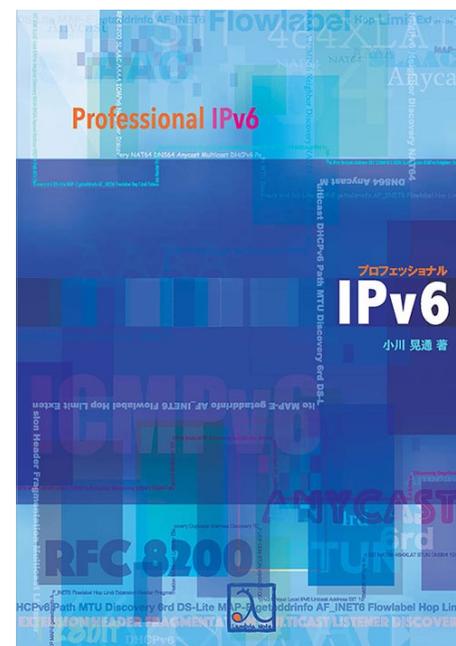
IPv6

このセッションの方向性

- **どうやって勉強したら良いのか？**
 - 勉強を応援するためのセッションである
- **「RFCを読め」「プロフェッショナルIPv6を読め」だと、ちょっと冷たすぎなので、、、**
 - キーポイントをいくつか紹介しますよ、という趣旨です
- **IPv6基礎検定の話もします**

プロフェッショナルIPv6

- **491ページあります！**
 - 最新版は第2版2刷（2023年）
- **電子版は無料です**
 - 有料版(5000円)とコンテンツは一緒です
- **無料版入手方法**
 - Pixiv社のBoothからダウンロード可能！
 - <https://professionalipv6.booth.pm/>
 - 窓の杜からもダウンロード可能です



IPv6

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

プロフェッショナルIPv6

- **2011年執筆開始**
 - IPv4アドレスのIANA中央在庫枯渇
- **2017年 クラウドファンディング開始**
- **2018年 初版**
 - 紙版は1冊5000円
 - 電子版は無料配布
- **2021年 第2版**
 - 新しいRFCに対応
 - もっと読みやすく
 - 解説内容も増やす
 - 各種bug fix
- **2023年 第2版2刷**
 - 各種bug fix
- **総ダウンロード数 7万回以上!**

IPv6

abel Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

本日の発表内容

• IPv6に関して

- IPv6の利用は増えている！
- IPv6学習方法の例
- IPv6アドレスの話
- IPv4とIPv6
- IPv6とDNSの話
- IPv4とIPv6の違い
- IPv6アドレスの自動設定

• IPv6基礎検定に関して

- IPv6基礎検定の問題作成における考え方
- IPv6基礎検定の出題傾向
- 例題解説

**IPv6の利用は
増えている！**

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

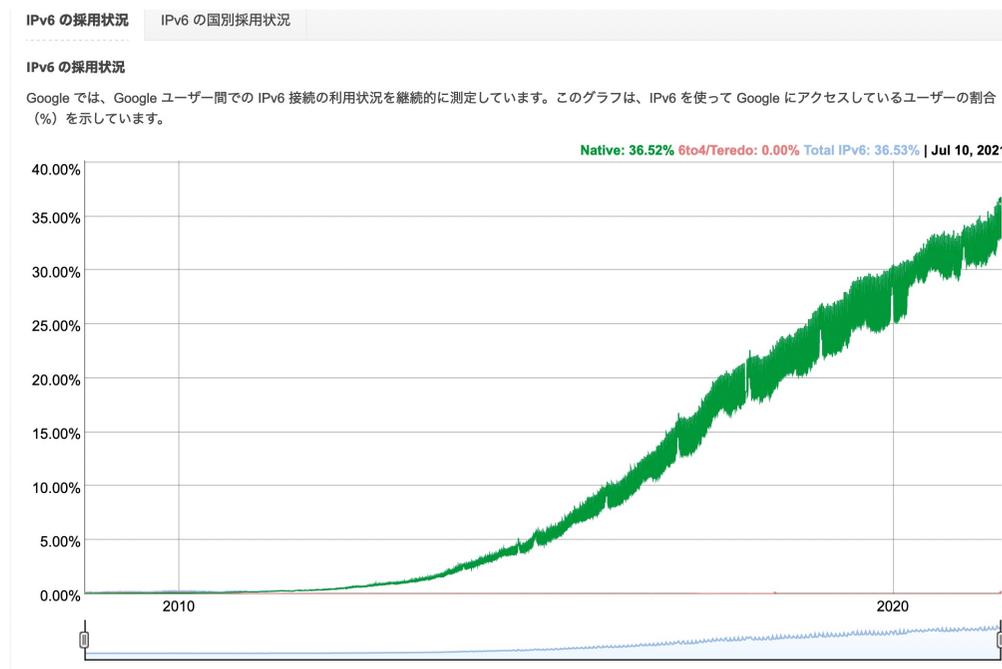
IPv6

実は気が付かずにIPv6使ってる？

- 「あれ？実はIPv6使ってる？」は、よくある
 - wireshark遊びをしているときに気がつくなど
- 割と気が付きにくいです
 - スマホだとPCよりも更に気が付きにくい
- 企業LANだとIPv4 onlyが多い

IPv6の利用は増えている

Googleの公開する「IPv6の採用状況」
では、約**36%**がIPv6による通信
(2021年7月10日)



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

IPv6

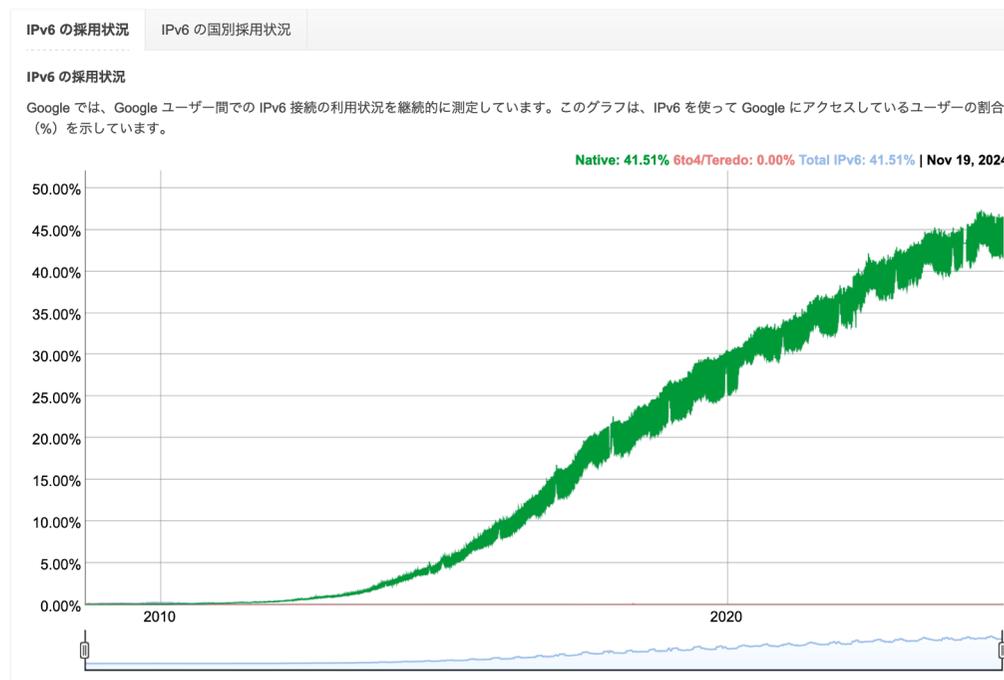
abel Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv6の利用は増えている

Googleの公開する「IPv6の採用状況」
では、約**41%**がIPv6による通信
(2024年11月19日)



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

IPv6

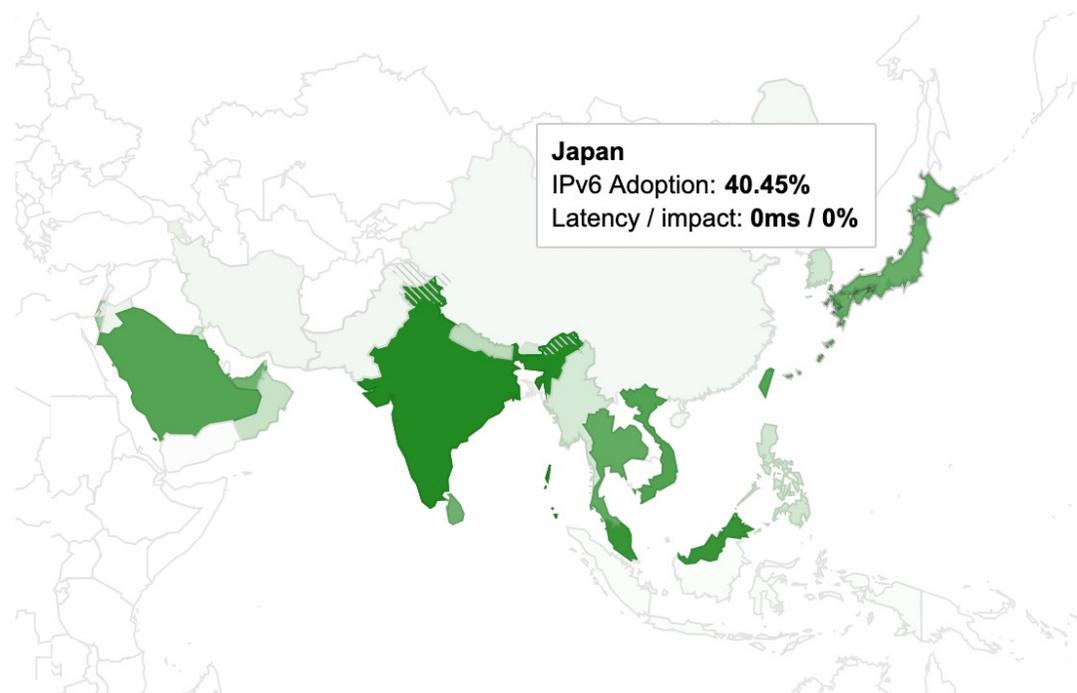
abel Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv6の利用は増えている

Googleの公開する「IPv6の国別採用状況」
では、**日本は約40%**がIPv6による通信
(2021年7月)



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

IPv6

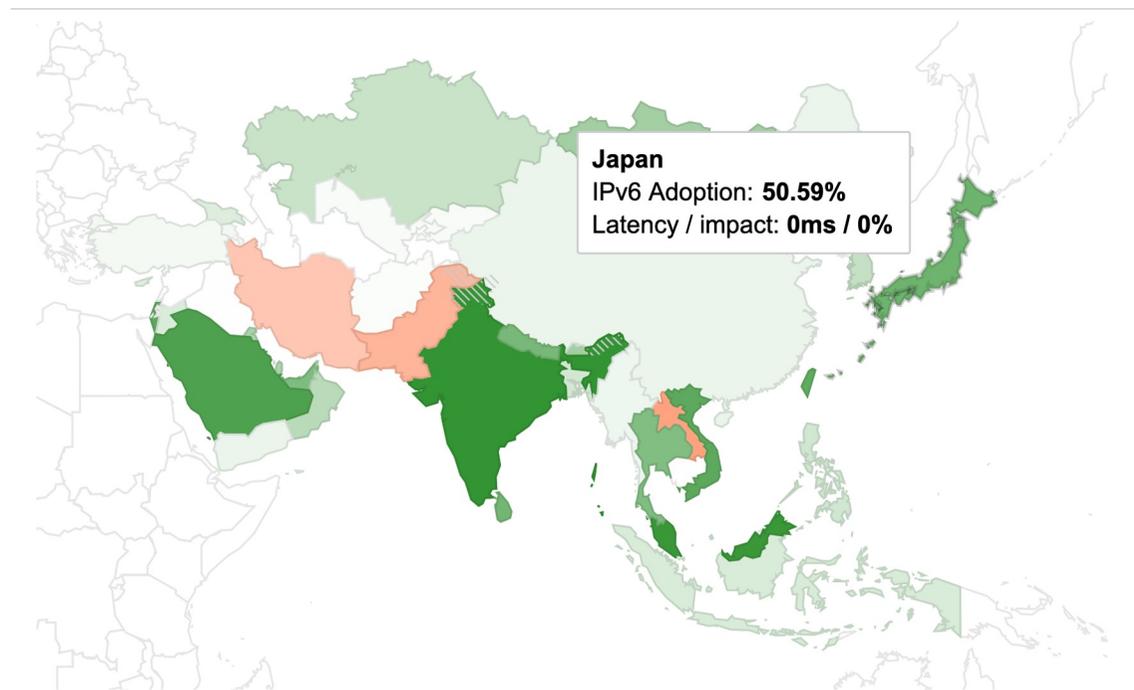
abel Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv6の利用は増えている

Googleの公開する「IPv6の国別採用状況」では、**日本は約51%**がIPv6による通信
(2024年11月)



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

IPv6

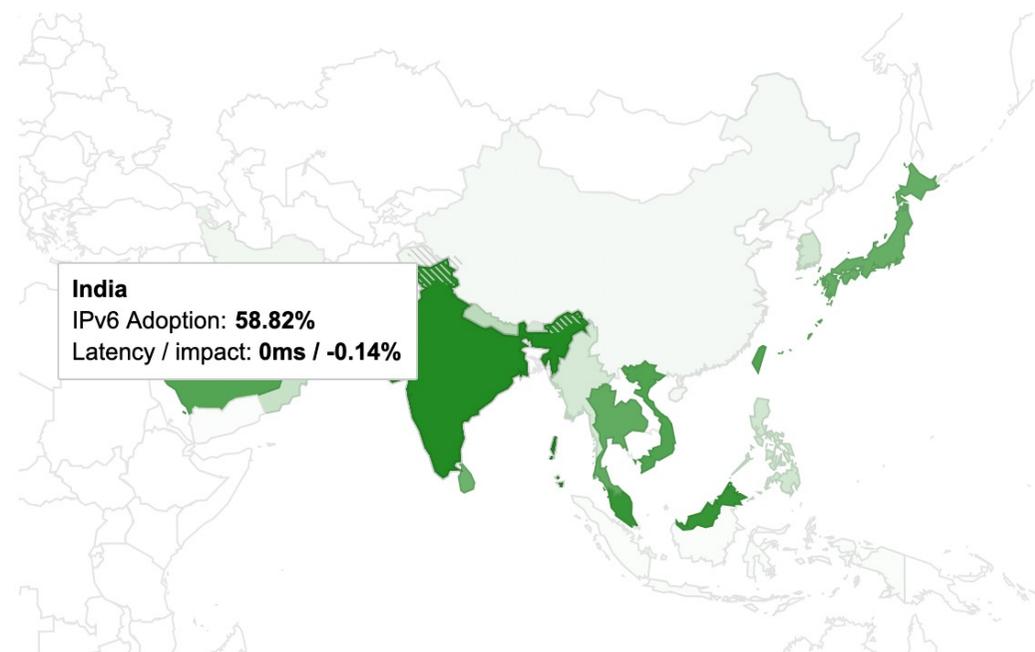
abel Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv6の利用は増えている

Googleの公開する「IPv6の国別採用状況」
世界一位は**インド**で約**59%**がIPv6による通信
(2021年7月)



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

IPv6

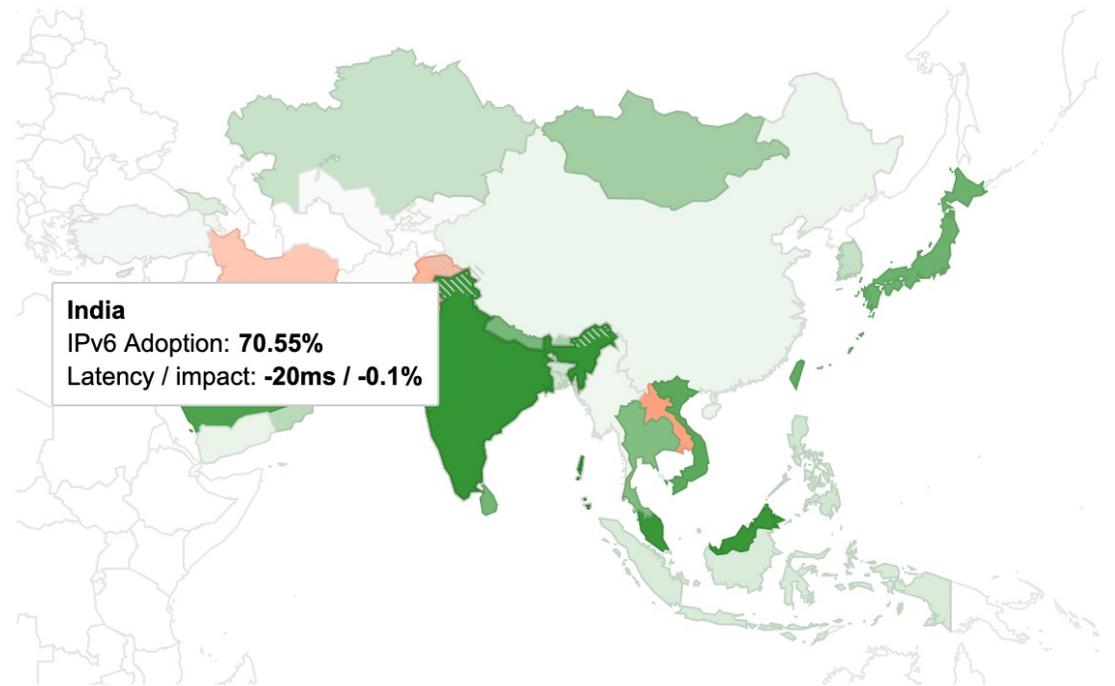
abel Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv6の利用は増えている

Googleの公開する「IPv6の国別採用状況」
世界一位は**インド**で約**71%**がIPv6による通信
(2024年11月)



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

IPv6

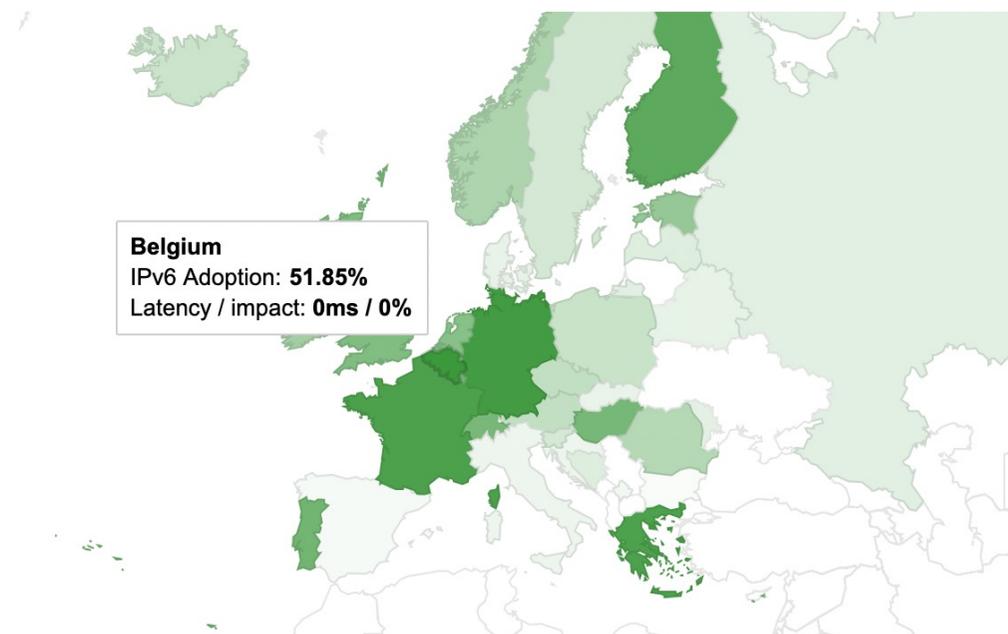
abel Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv6の利用は増えている

Googleの公開する「IPv6の国別採用状況」
数年前はベルギーが世界一位でした。
現在は**約52%**がIPv6による通信。
(2021年7月)



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

IPv6

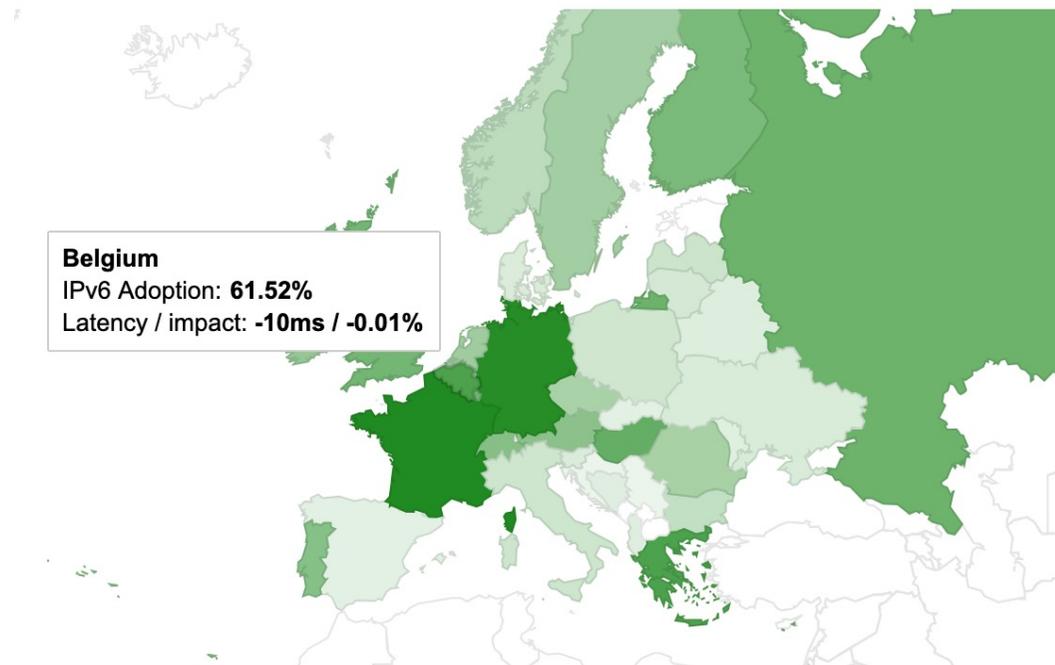
libel Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv6の利用は増えている

Googleの公開する「IPv6の国別採用状況」
数年前はベルギーが世界一位でした。
現在は**約62%**がIPv6による通信。
(2024年11月)



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

IPv6

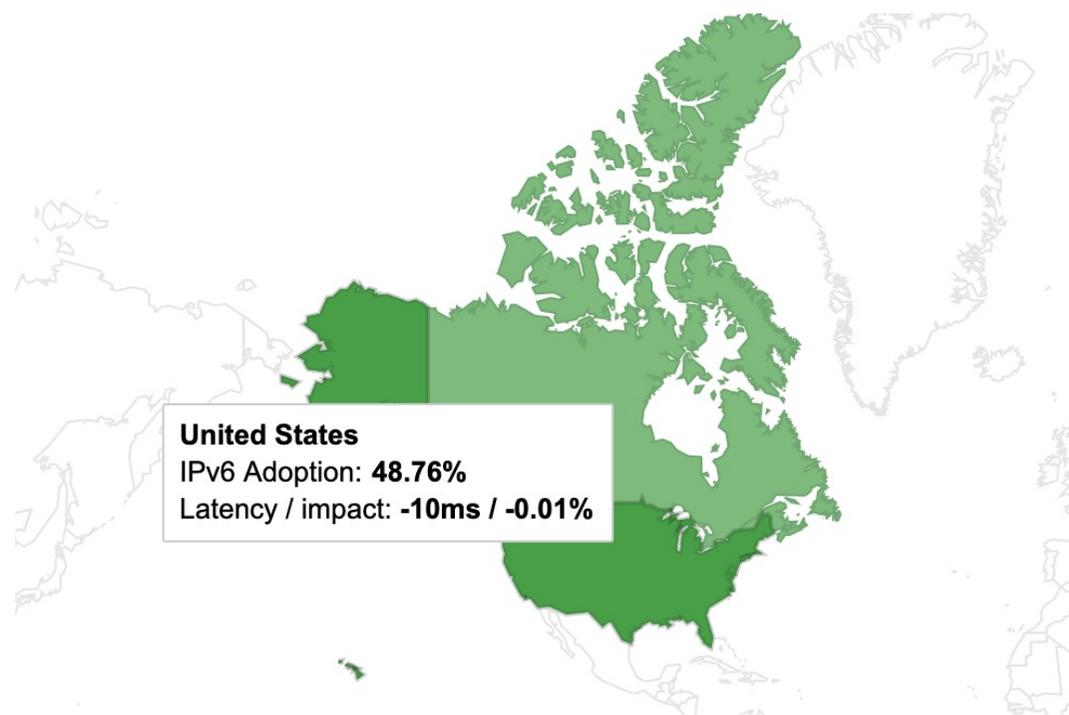
abel Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv6の利用は増えている

Googleの公開する「IPv6の国別採用状況」
アメリカは約**49%**がIPv6による通信。
(2021年7月)



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

IPv6

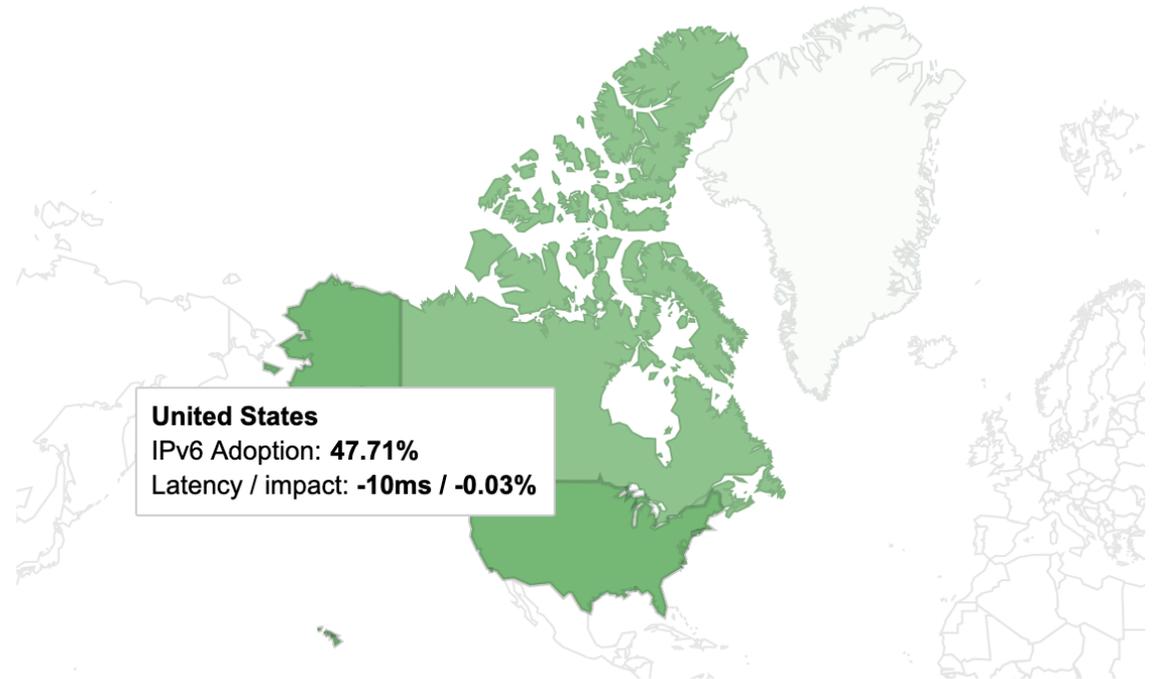
Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv6の利用は増えている

Googleの公開する「IPv6の国別採用状況」
アメリカは**約48%**がIPv6による通信。
(2024年11月)



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

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv6の利用は増えている

Googleの
アメリカ
(2024年)

「IPv6の目
IPv6によ

採用状
言。

低下している!!

United States
IPv6 Adoption: 47.71%
Latency / ...: 0ms / -0.0

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

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

50%超え (2024年11月)

・ フランス	76.89%	・ 台湾	54.76%
・ ドイツ	75.52%	・ ハンガリー	53.62%
・ インド	70.55%	・ ウルグアイ	53.04%
・ マレーシア	68.57%	・ ロシア	51.2%
・ ギリシア	61.78%	・ プエルトリコ	51.08%
・ サウジアラビア	61.69%	・ 日本	50.7%
・ ベルギー	61.52%	・ メキシコ	50.46%
・ ベトナム	56.07%	・ ブラジル	50.4%
・ グアテマラ	55.24%		

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

IPv6

abel Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

増加の要因として考えられること

• IPv6対応ネットワークの増加

- モバイルネットワークがIPv6対応
- ISPがIPv6対応
 - 家庭向けネットワークの多くが対応
 - 企業LANなどは未対応が多い

• iOSアプリでIPv6対応が必須に

- 2016年6月より
- IPv6対応していないiOSアプリは審査を通過できない

• **IPv6対応必須！**

**IPv6の利用は
増えていきます！！！！**

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv6勉強方法の例

(あくまで個人的感想です)

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv6の特徴（私の感想）

• TCP/IPの基礎は大事！

- インターネットプロトコルである点はIPv4同様
- 現時点では、IPv4との併用が行われる環境が多い
- DNSが大きな役割を果たしている

• IPv4との大きな違い

- IPアドレスのビット数
- IPアドレス体系および末端セグメントでの用途
 - NDP等
- IPアドレス自動設定

IPv6の特徴（私の感想）

- **その他、たとえば、**

- ARP vs NDP関連の話
- DNSによる名前解決の話
- IPv4とIPv6の共存技術は、両方の知識が必要！

IPv6学習方法

(試験対策として効率的に読むなら)

- IPv4を含むTCP/IP概要
- インターネットプロトコルとしてのIPv6
- IPv6アドレス体系
- NDP、IPアドレス自動設定など関連するプロトコル
- IPアドレスとDNS

- **ステップアップ**
 - Path MTU
 - マルチキャストやエニーキャスト
 - マルチプレフィックスおよびマルチアドレス
 - セキュリティ関連の話
 - IPv4とIPv6の共存技術 (必要に応じて)

IPv6学習方法 (2)

• 可能なら手を動かしながら考える

- エンドノードとして
- Wireshark等によるパケットキャプチャと観察
- サンドボックス的な環境構築 (LAN規模)

- IPv6基礎検定では不要ですが、さらに一步踏み込むなら。。。
 - 簡易なネットワークを構築してしながらルーティング
 - プログラミング
 - IPv6関連RFCを読む
 - カーネルソースコードを読む

手を動かす方法の例（はじめの一歩）

- **ifconfig / ipconfig / netsh / ipコマンド等**
- **ネットワークインターフェースのON/OFF**
 - IPアドレス設定の移り変わりを観察
 - Wireshark等によって、どのようなパケットがやりとりされているのかを観察
 - 「初めて見た！」という人には、新しい発見が多いようです

IPv6を学ぶことでIPv4を含めた復習に！

- **IPv6とIPv4の違いを学ぶことで、IPv4の特徴を復習！**
 - IPヘッダの構造
 - 違いを知る過程でIPv4ヘッダの特徴を知ることができる？
 - IPv6では採用されなかった仕組みと、その理由

IPv6とは？

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv6とは？

- **IPv4アドレス在庫枯渇問題に対する解決策**
- **IPv4アドレスが足りなくなったから、IPアドレス空間を大きくしたのがIPv6**
 - IPv4アドレスは32ビット
 - IPv6アドレスは128ビット

短期的的解決策

- IPv4 NAT (NAPT)
- プライベートIPv4アドレス
 - RFC 1918 (1996年)
- CIDR (Classless Inter-Domain Routing)
 - RFC 1519 (1993年)

長期的的解決策

- **IPv6**
 - RFC 1883 (1995年)

ちょいネタ：IPv5は？

- **IPヘッダの最初の4ビットがバージョン番号を示しています**
 - IPv4は、その部分が**0100**です
- **ST2というプロトコルが過去にあり、そのプロトコルでは、パケットの先頭4ビットの値が「5」でした**
 - ST2はIPではないのでIPv5は存在していない
- **IPヘッダの先頭4ビットがバージョン番号を示すので、バージョン5はインターネットプロトコルで欠番に**
 - IPv4の次はIPv6

<https://www.iana.org/assignments/version-numbers/version-numbers.xhtml>

IPv6

abel Hop L

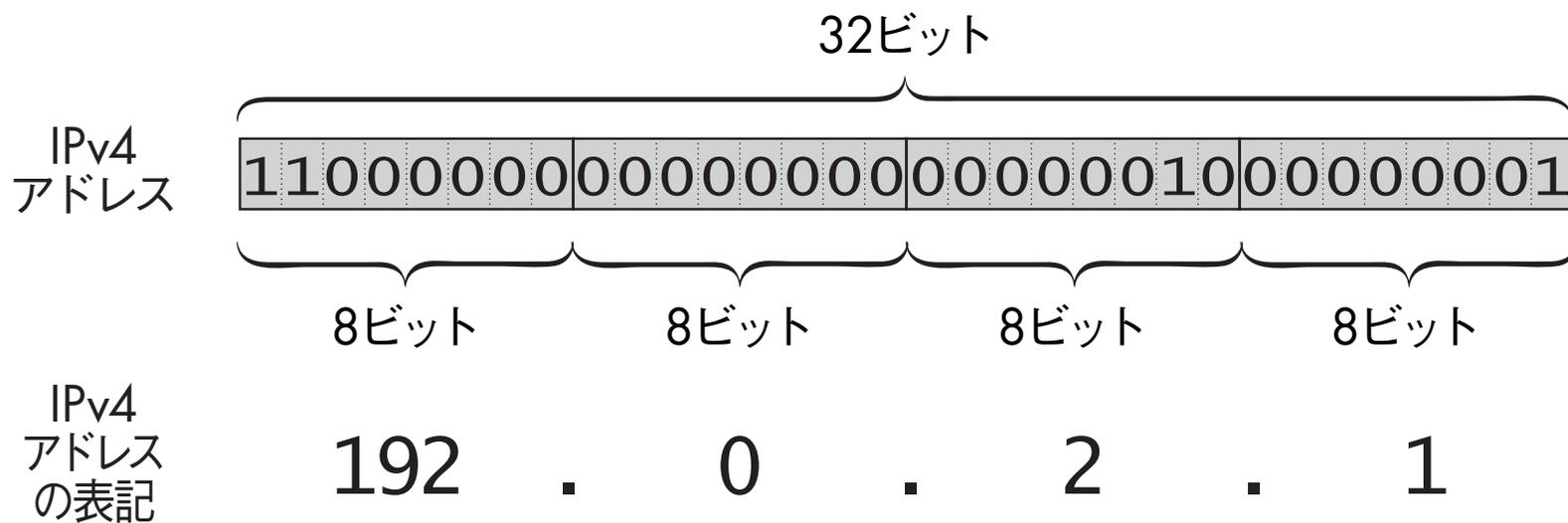
プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv6とは？

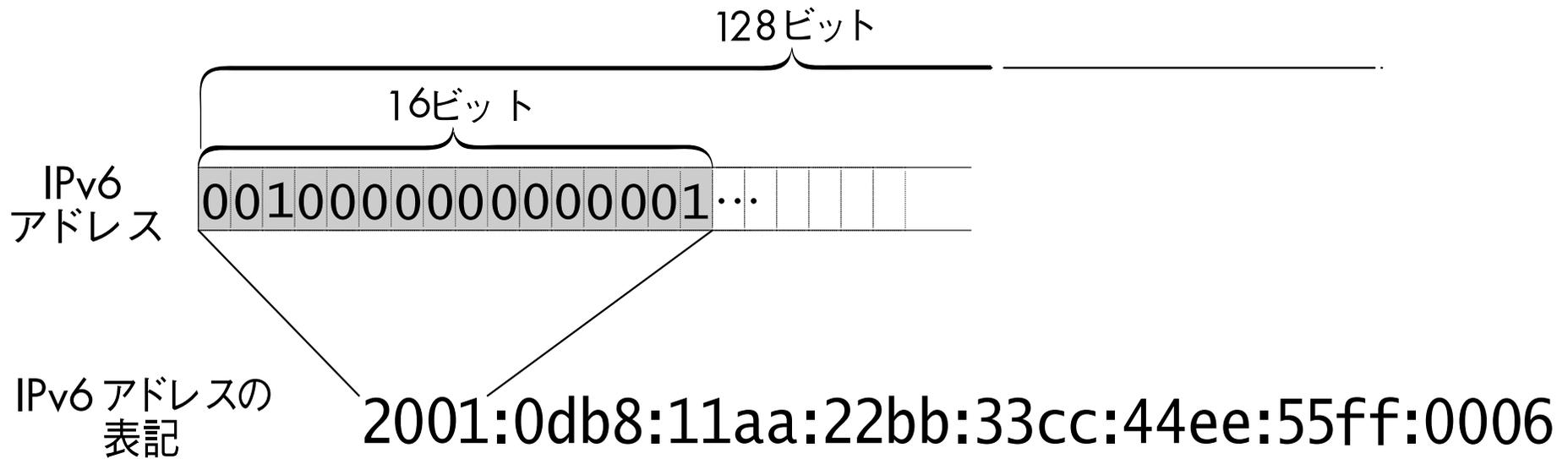
- **まず最初にIPv6アドレスのテキスト表記の話から。。。。**
- **IPv6アドレスを人間が理解するための表現方法**
 - 人間が理解するための表記の方法
 - 余談ですが、テスト等で良くでる内容です

IPv4のテキスト表記： ドット付き十進表記 (dotted decimal notation)



IPv6のテキスト表記

- 16ビットごとに「:」で区切って表記
- 16進表記



IPv6アドレステキスト表記での省略

複数の16ビットフィールドにわたって0が続く場合、「**::**」という表記で省略してもよい

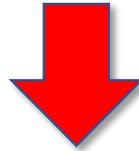
2001:0db8:0000:0000:0000:0000:55ff:0001

連続するゼロを **::** で省略可能

2001: db8 :: 55ff:1

(例) localhostの場合

0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001



:::1

IPv6アドレスの種類

・ RFC 4291 に書かれているIPv6アドレスの基本的な分類

IPv6アドレスの種類	IPv6アドレス
未定義アドレス	::/128
ループバックアドレス	::1/128
マルチキャストアドレス	ff00::/8
リンクローカルユニキャストアドレス	fe80::/10
グローバルユニキャストアドレス	上記以外のすべてのアドレス

IPv6アドレスの種類 (ULA)

- RFC 4193
- グローバルアドレス
 - **fc00::/7**
- 現時点では、IPv4のプライベートアドレスとは異なるもの

デュアルスタックの話

IPv6

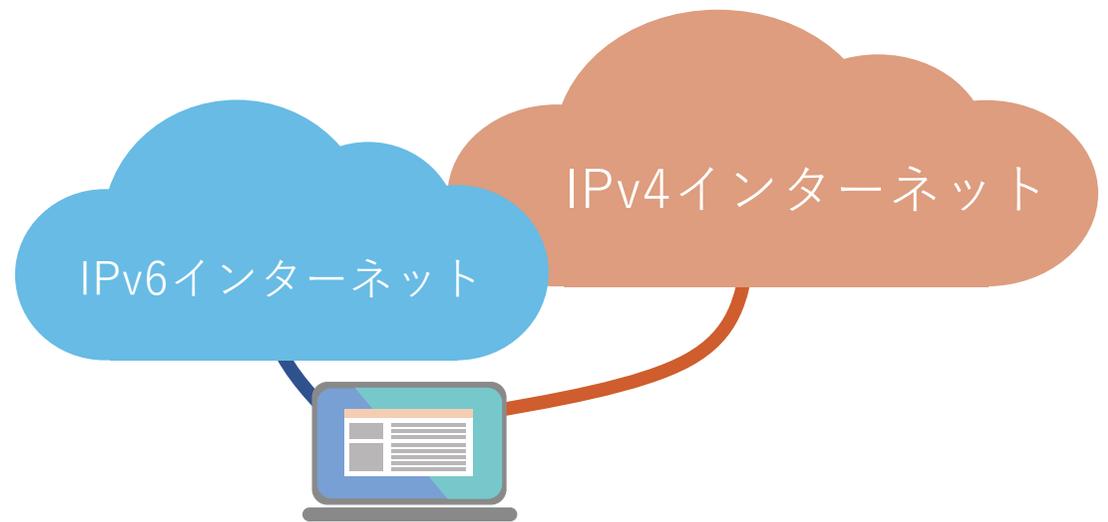
Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv4とIPv6

- **IPv4と異なるプロトコル！**
 - IPv4とIPv6の間には直接的な互換性がない！
- **IPv4とIPv6の「2つのインターネット」**
 - IPv4インターネット
 - IPv6インターネット



IPv6対応

- IPv4という既存環境に加えて「**IPv6にも対応する**」
という状況が多い
- IPv6という、IPv4とは全く異なるプロトコルにも対応する

IPv4とIPv6のデュアルスタック

- **実際は、IPv4とのデュアルスタックでの運用が多い**
 - IPv6だけではない
 - IPv6とIPv4との違いがポイントにも
- **ユーザ環境がIPv6 onlyだったとしても、IPv4インターネットとの通信なしは、今はまだツライ**

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

2つだけど、ひとつ

- **インターネットは、ひとつ**

- でも、IPv4インターネットとIPv6インターネットは、別々のネットワーク！

- **名前空間が、ひとつ**

- DNSが大きな役割
- IPv4とIPv6のデュアルスタックを「ひとつ」に見せている

IPv6とDNSの話

IPv6

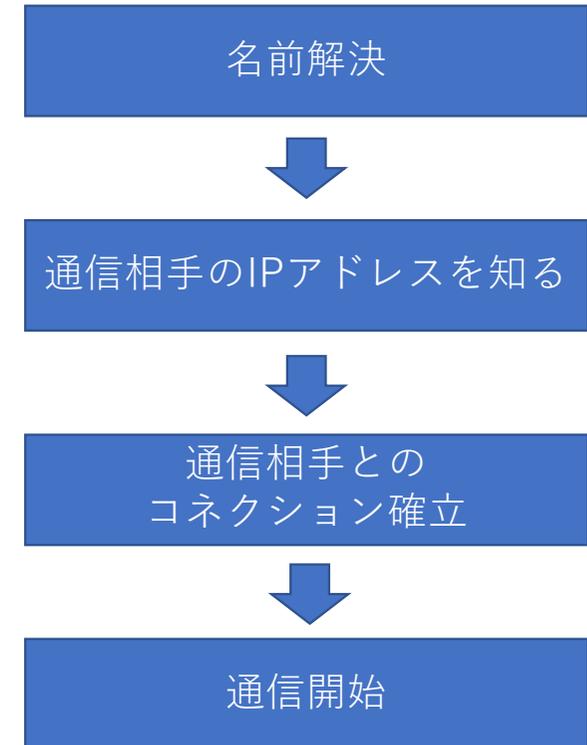
abel Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

通信の開始

- 多くの場合、まず名前解決を行ってから通信を開始する
- TCPの場合、右のような方法になりがち



IPv6とIPv4両方で運用されている サーバとの通信

- **IPv6とIPv4のどちらを使う？**

- 判断するのはユーザ側

- **ユーザ側で判断が行われるが、ユーザが判断するとは限らない**

- 多くの場合は、ユーザが利用しているアプリケーションやOSが判断
- ユーザは、IPv6 or IPv4の判断を直接行わないことが多い
- そもそも、ユーザ側で判断していることに気がつかないことも多い

- **判断しているのがサーバ側ではない、というのがポイント**

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

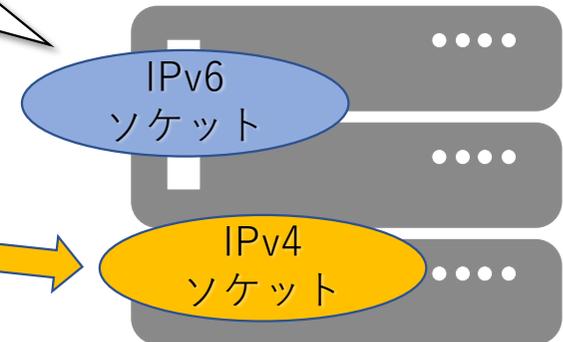
IPv6

IPv6ソケットで待っていても、
ユーザがIPv6で接続してこなければ
IPv6での通信は行われない



ユーザはIPv4で接続

Webサーバ

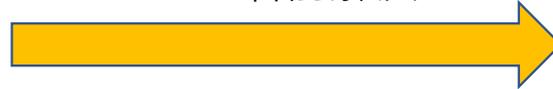


名前解決を行う

example.comの 権威DNSサーバ



IPv4の名前解決



IPv6の名前解決



www	A	192.0.2.1
www	A	192.0.2.2
www	AAAA	2001:db8::1
www	AAAA	2001:db8::2
www	AAAA	2001:db8::3

※この図は、IPv4アドレス2個、
IPv6アドレス3個が設定されている例です

2つをひとつに見せるDNS

- 直接的な互換性がないIPv4とIPv6の個別ネットワークを「**ひとつのインターネット**」にしている仕組み
- 名前解決が行われてから、通信が行われる
 - という部分がIPv6とIPv4のデュアルスタック環境を理解するポイント！
- そして、次は「直接的な互換性がない」の部分を紹介します！

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv6とIPv4の違い

いくつかご紹介

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

IPv4とIPv6のヘッダを比較

IPv4

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version		IHL		Type of Service				Total Length																							
Identification						Flags		Fragment Offset																							
Time to Live				Protocol				Header Checksum																							
Source Address																															
Destination Address																															
Options (可変長。32ビットの整数倍でない場合は末尾にパディング)																															

IPv6

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version		Traffic Class				Flow Label																									
Payload Length												Next Header						Hop Limit													
Source Address																															
Destination Address																															

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

Versionフィールド

IPv4

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version				IHL				Type of Service				Total Length																			
Identification								Flags		Fragment Offset																					
Time to Live				Protocol				Header Checksum																							
Source Address																															
Destination Address																															
Options (可変長。32ビットの整数倍でない場合は末尾にパディング)																															

IPv6

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version				Traffic Class								Flow Label																			
Payload Length												Next Header								Hop Limit											
Source Address																															
Destination Address																															

ToSとTraffic Class TTLとHop Limit

IPv4

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version		IHL		Type of Service				Total Length																							
Identification						Flags		Fragment Offset																							
Time to Live				Protocol				Header Checksum																							
Source Address																															
Destination Address																															
Options (可変長。32ビットの整数倍でない場合は末尾にパディング)																															

IPv6

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version		Traffic Class				Flow Label																									
Payload Length												Next Header						Hop Limit													
Source Address																															
Destination Address																															

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

TTLとHop Limit

- **IPv4が規定されたRFC 791にあるTTLの記述**
 - TTLフィールドに指定される単位は「秒」
 - 元々のIPv4の仕様では、そのパケットが生存し続けられる「時間」を秒単位で示す
- **RFC 791 には、パケットを転送するたびに最低でも1はTTLの値を減算することを求めている**
 - 実際は秒数ではなく、ホップ数としての実装に

宛先&送信元IPアドレス

IPv4

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version		IHL		Type of Service				Total Length																							
Identification						Flags		Fragment Offset																							
Time to Live				Protocol				Header Checksum																							
Source Address																															
Destination Address																															
Options (可変長。32ビットの整数倍でない場合は末尾にパディング)																															

IPv6

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version		Traffic Class				Flow Label																									
Payload Length												Next Header						Hop Limit													
Source Address																															
Destination Address																															

IPv6

Label Hop L

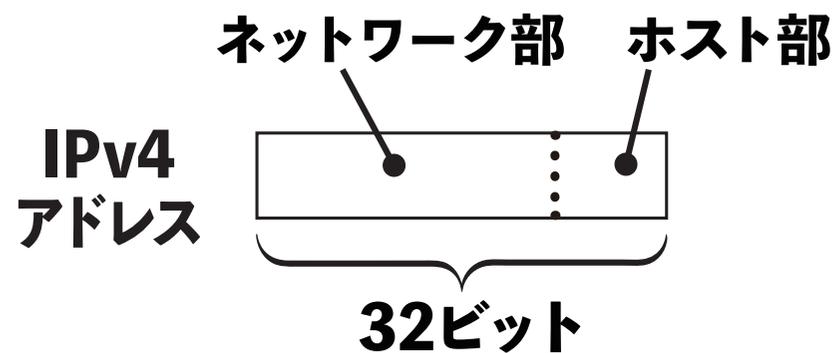
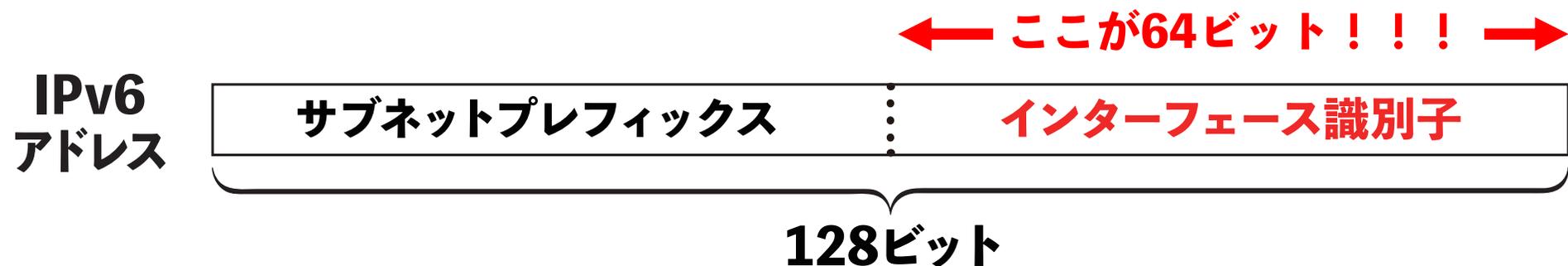
プロフェッショナル
IPv6

IPv6

エンドノード周辺に大きな違い

- **ルーティングやフォワーディングの考え方は同じ**
 - ルーティングプロトコルも大枠は同じ
- **セグメント(リンク)周辺に大きな違いがある**
 - /64 bit boundary
 - 各ネットワークインターフェースに複数のIPv6アドレス
 - 近隣探索プロトコル(Neighbor Discovery Protocol)

64 bit boundary



ネットワークインターフェースに 複数のIPv6アドレス

• IPv4とIPv6の大きな違い

- IPv4は基本的に、ひとつのネットワークインターフェースに対して設定されるIPアドレスはひとつだけ

• IPv6では、、、

- IPv6アドレスの利用モデル
 - RFC 4291
- リンクローカルアドレスが必ず設定される
- グローバルIPv6アドレスが複数設定されることも
 - マルチプレフィックスになる場合も
- 「**複数**」が非常に大きなポイント！

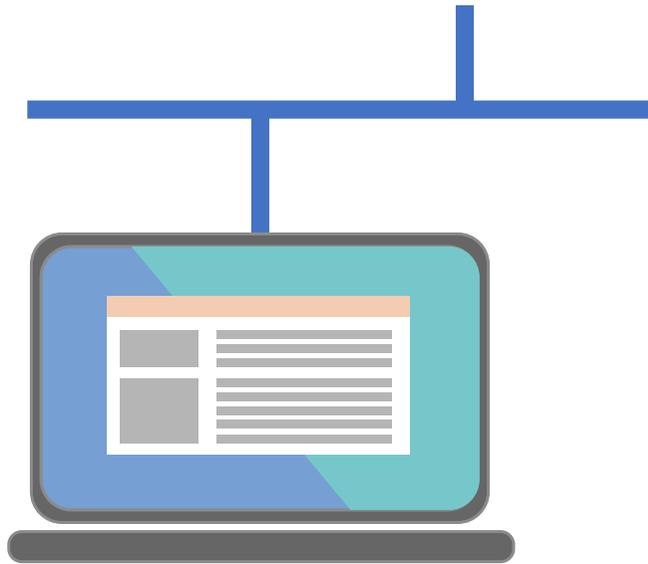
IPv6アドレスの利用モデル

• IPv4の場合

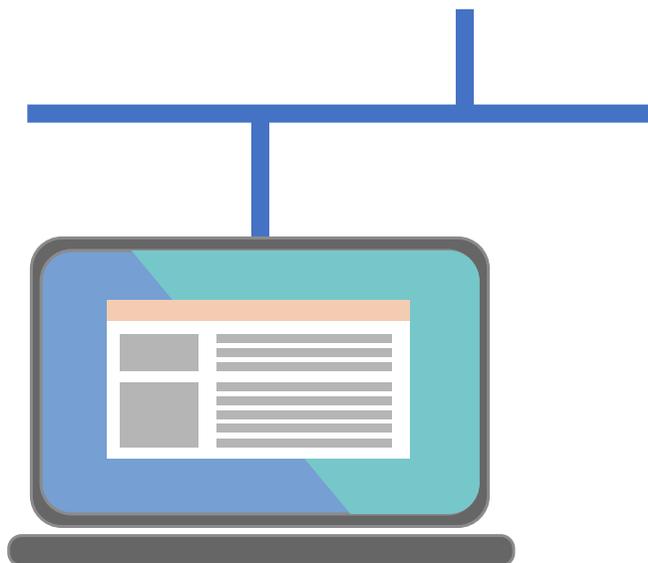
- ひとつのリンクに対してひとつのサブネットプレフィックス

• IPv6の場合

- ひとつのリンクに複数のサブネットプレフィックスが存在可能
- サブネットプレフィックスは、ひとつのリンクに関連付けられる

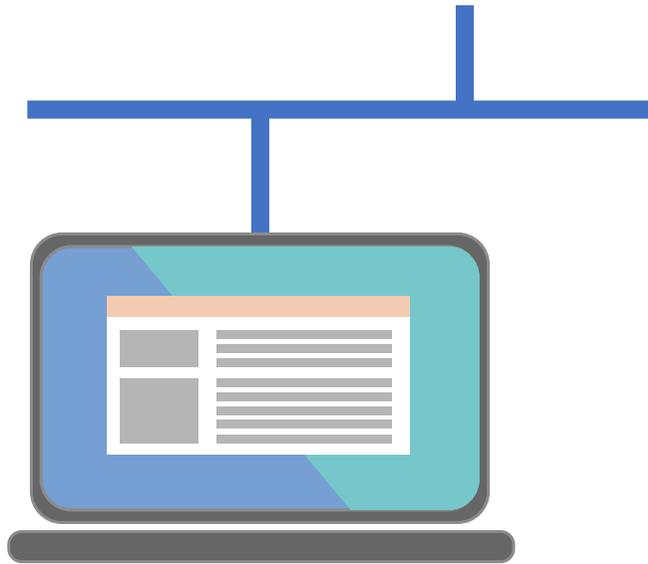


リンクローカルアドレス
fe80::65d9:1ce2:a5d7:973e



リンクローカルアドレス
fe80::65d9:1ce2:a5d7:973e

グローバルアドレス
2001:db8::2701:e2af:e16b:2f69



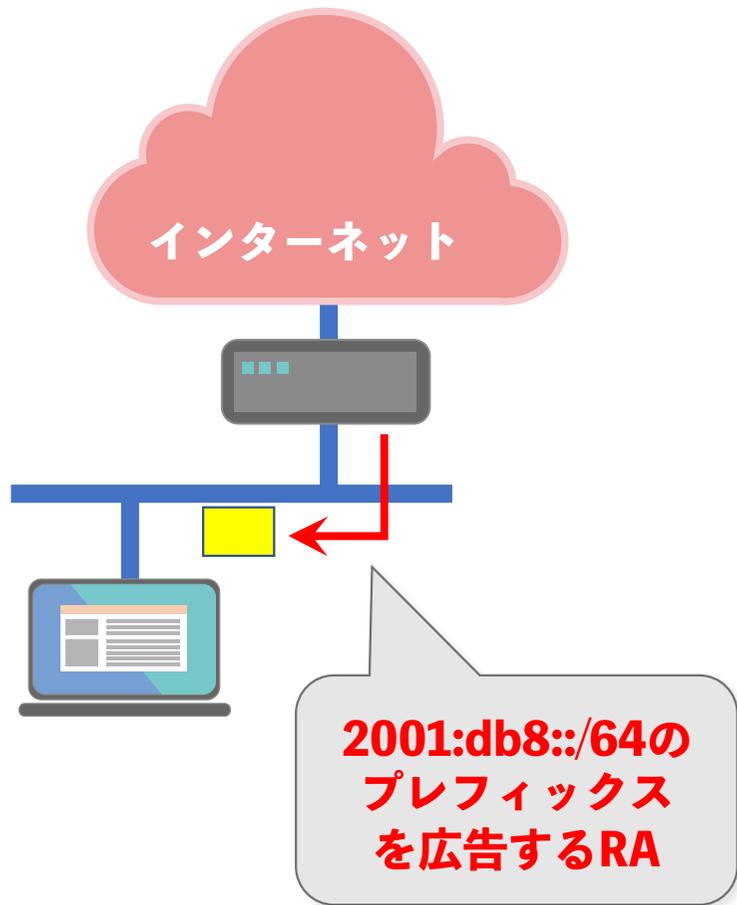
リンクローカルアドレス

fe80::65d9:1ce2:a5d7:973e

グローバルアドレス

2001:db8::2701:e2af:e16b:2f69

3fff::3d3e:5dec:640b:7358



リンクローカルアドレス

fe80::65d9:1ce2:a5d7:973e

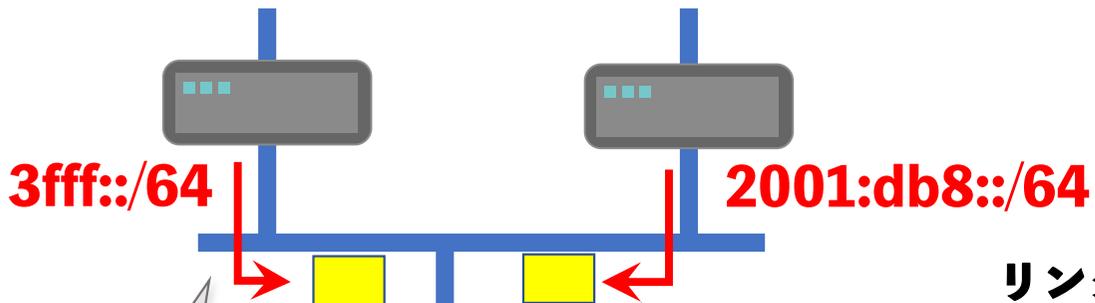
グローバルアドレス

2001:db8::2701:e2af:e16b:2f69

2001:db8::c120:a6dc:87cd:9558 (Temporary)

2001:db8::68f4:2e5d:f9d:63bc (Temporary)

2001:db8::1de7:e762:81f:e699 (Temporary)



**3fff::/64の
プレフィックス
を広告するRA**

**2001:db8::/64の
プレフィックス
を広告するRA**

リンクローカルアドレス

fe80::65d9:1ce2:a5d7:973e

グローバルアドレス

2001:db8::2701:e2af:e16b:2f69

2001:db8::c120:a6dc:87cd:9558 (Temporary)

2001:db8::68f4:2e5d:f9d:63bc (Temporary)

2001:db8::1de7:e762:81f:e699 (Temporary)

3fff::c46c:783b:3ee2:5b96

3fff::713a:2265:6a6c:5e71 (Temporary)

3fff::3105:3fa8:8275:68b4 (Temporary)

3fff::87d3:2128:d636:3a27 (Temporary)

近隣探索プロトコル (Neighbor Discovery Protocol)

- **IPv4で実現されていた以下の機能を含む**

- ARP(Address Resolution Protocol)
- ICMP Router Discovery
- ICMP Redirect

- **その他、色々な機能**

- RA(Router Advertisement)はIPv6アドレス自動設定で利用される
- 近隣探索プロトコルは説明が長くなるので本日は割愛

IPv6アドレスの自動設定

IPv6

abel Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

SLAAC

- 「スラック」と発音します
- **ICMPv6のRA(Router Advertisement)を利用**
 - ホストが自動的に自分のIPv6アドレスを設定する仕組み

3種類のDHCPv6

- **ステートレスDHCPv6**
 - キャッシュDNSサーバ情報などを提供
- **ステートフルDHCPv6**
 - IPv4のDHCPと同じような方法
- **DHCPv6-PD (Prefix Delegation)**
 - プレフィックス単位で割り当てを行うための仕組み

ホストでの IPv6アドレス自動設定手法

IPv6アドレスの設定方法	キャッシュDNSサーバの 取得方法
SLAAC	RA (RFC 6106 or RFC 8106)
SLAAC	ステートレスDHCPv6
ステートフルDHCPv6	ステートフルDHCPv6

IPv6基礎検定の問題作成 における考え方

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

問題作成者としての考え

- **IPv6を学ぶきっかけになれば嬉しいです！**

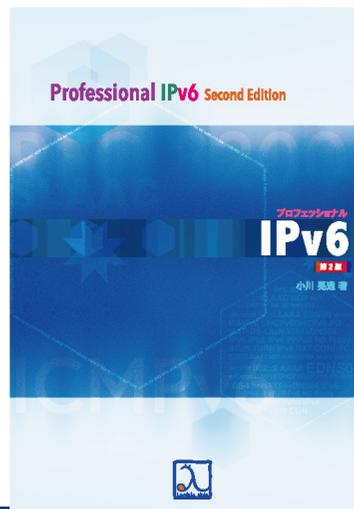
- 目的がない状態で本を読むのは辛い
- 目的がない状態で勉強するのは辛い

- **難しいクイズを作りたいわけではない**

- 基礎検定は、基本的に捻った問題を作らないようにしました
- むしろ難易度を下げること苦勞しました。。。

出題は「プロフェッショナルIPv6」 から

- 「プロフェッショナルIPv6 第2版」を読んでください
 - 電子版は無料ダウンロードできます！
 - 全25章のうち、2章から8章までで問題の7割が出ます



プロフェッショナル
IPv6

IPv6

abel Hop L

IPv6

出題は「プロフェッショナルIPv6」 から

- **まずはプロフェッショナルIPv6をご覧ください！**
- **プロフェッショナルIPv6を3日ほどで通読し、合格された方も**
 - 合格体験記はIPv6基礎検定のページからご覧いただけます
<https://network-engineer.jp/ipv6basic>

合格体験記から

◆合格者情報

- ・ハンドルネーム：山本五十ぶい六様
- ・合格された試験名称：IPv6 基礎検定

Q1：現職（ネットワークエンジニアなど）と現職になってよかったことをお教えてください。

IT コンサルタント、Sier として、クライアントのネットワーク刷新などを支援しています。

Q2：試験を受けたきっかけと勉強方法についてお教えてください。

SNS で基礎検定が開始されることを知り、受験しました。仕事柄 IPv6 対応の必要性は実感しつつも、クライアントに提案する中で自分の理解が合っているのかを不安に思うこともしばしばあり、検定は自身の理解を検証できるよい機会だと思ったためです。勉強方法としては、公式テキストをざっくり2周読んでから、出題の中心となる前半部をあらためて2周読む、という形でした。もともとある程度の知識は持っていたので、今回の試験に向けてという意味では、ルータやサーバなどの実機での確認は行いませんでした。ちなみに、公式テキストが質・量ともに大変丁寧だったことに感謝です。単に IPv6 を淡々と解説するのではなく、IPv4 と IPv6 の相違点やそれによるハマりどころを豊富な図表と共に記載してくださっていたので、理解がよく進みました。

プロフェッショナル

IPv6

- ・所属会社：NTT東日本
- ・お名前またはハンドルネーム：松村崇志様
- ・合格された試験名称：IPv6基礎検定（ベータ試験）

Q1：ネットワーク機器構築・管理経歴年数と経歴とネットワークエンジニアになってよかったことをお教えてください。

5年になります。

当時職場の先輩にCiscoルータを使ったVPNの構築方法を教えてもらい、こんな便利なものがあるんだなと思ったことが興味を持ったきっかけです。

Q2：試験を受けたきっかけと勉強方法についてお教えてください。

弊社が提供するNGNを使ったIPv6の実験を行うことが多くなり、改めて基礎知識を見直すことになったのがきっかけです

Q3：試験を受けて満足していますでしょうか？

これまでパーツで理解していたIPv6の技術を体系的に理解することができて良かったです。

Q4：会社からの受験補助や資格手当がありましたでしょうか？

No

Q5：ネットワークエンジニアとして大事にしていることや今後の計画・夢・目標についてお教えてください。

書籍やドキュメントを読むだけでなく、なるべく実機を触って理解を深めるようにしています。

将来は、減少しつつあるネットワークエンジニアを目指す若者が増えるために、興味を持ってもらえる/便利なソフトウェアの開発や、育成プログラムを提案していきたいです

IPv6
Hop L

IPv6

IPv6

◆合格者情報

- ・所属会社：KEYTEC合同会社
- ・お名前またはハンドルネーム：野々垣 裕司様
- ・合格された試験名称：IPv6基礎検定（ベータ試験）

Q1：現職（ネットワークエンジニアなど）と現職になってよかったことをお教えてください。

20世紀にローカルISPが沢山できたときから携わっています。
自ら立ち上げたのですが、他社ISPの技術支援も行う様になりました。

Q2：試験を受けたきっかけと勉強方法についてお教えてください。

2001年からIPv6のホスティングサービスを恐らく日本で最初に開始しました。
IPv6は一応20年以上使っているのので受けるべきと思いました。

Q3：試験を受けて満足していますでしょうか？

大規模ではなく中小企業やローカルのネットワークに携わっているのでどうしても知識の偏りがありました。それに気づけたのが良かったと思います。

Q4：会社からの受験補助や資格手当がありましたでしょうか？

YES

Q5：ネットワークエンジニアとして大事にしていることや今後の計画・夢・目標についてお教えてください。

正しい知識と理解をしても、きちんと実施されていない事が良くあります。
その上で間違っている事があれば指摘し、誰もが使いやすくより良いネットワーク環境になる様に提言や実行をしていきたいです。

◆合格者情報

- ・お名前またはハンドルネーム：茶坊主様
- ・合格された試験名称：IPv6基礎検定

Q1：ネットワーク機器構築・管理経歴年数と経歴とネットワークエンジニアになってよかったことをお教えてください。

社会人となった30年前に社内の情シス部門に所属し、システム開発を担当していました。担当職務としてはアプリ側だったのでネットワークは直接かかわっていなかったものの、ネットワークには興味があったため独学で勉強はしていました。その後、10年程度経過した後、ネットワークも担当することになり、Cisco社のCCNPを取得しました。アプリと違ってネットワークは、普通に使える当たり前、つながらなかったり、遅かったらクレームという点が強く感じましたが、そのあたり前をいかに実現するかを考えることはとても興味深いものです。それをネットワークを担当して実感することができたことがよかったです。

Q2：試験を受けたきっかけと勉強方法についてお教えてください。

IPv6は次世代ネットワークと言われ続けて数十年経過しますが、いまだにIPv4が主流な現状に自分自身もそのうち勉強しようと先送りしていた感が否めません。そんなときに本試験が正式にリリースされるとの記事を見つけ、また教材も電子データは無償でダウンロードが可能ということを知り、体系的にIPv6を学び、受検しようと考えました。勉強は電子教材を一通り読んで学習しました。本編は400ページ近くあり、読みごたえがありましたが、2～3日で一気に読み切って試験に挑みました。

Q3：試験を受けて満足していますでしょうか？

試験を受けるにあたり、IPv6に関する勉強を一とおり体系的に学習できたことは、スキルアップにつながり、とても良かったと思っています。試験問題は、今回は基礎レベルということで、比較的単純な問題が多かったです。しかし、本を読むだけでは頭に入っているのかがわからないため、試験を受けることで曖昧な部分が発見できました。基礎レベルの次のレベルについても試験ができるとうれしいです。

出題は「プロフェッショナルIPv6」から

- **まずはプロフェッショナルIPv6をご覧ください！**
- **プロフェッショナルIPv6を3日ほどで通読し、合格された方も**
 - 合格体験記はIPv6基礎検定のページからご覧いただけます
<https://network-engineer.jp/ipv6basic>
- **とはいえ、「読んで下さい」だけだとアレなので。。。**
 - 次のような勉強方法を提案しています

IPv6基礎検定の出題傾向

IPv6

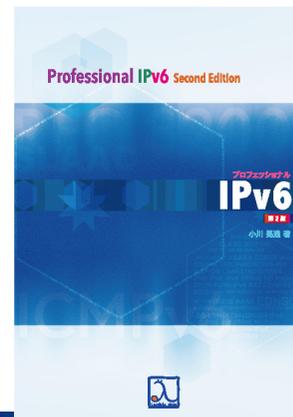
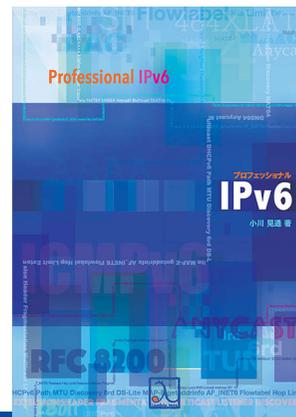
Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

出題は「プロフェッショナルIPv6」から

- **第1版、第2版の両方に記載されている内容からの出題です**
 - どちらかのみに記載されている内容からの出題はありません
- **基礎検定であるため、内容は基礎的なものが中心です**



プロフェッショナル
IPv6

IPv6

出題範囲

- **カテゴリ1**

- IPv6概論
 - 16問

- **カテゴリ2**

- ICMPv6、Neighbor Discovery、IPv6アドレスの自動設定
 - 12問

- **カテゴリ3**

- フラグメンテーション、Path MTU Discovery、マルチキャスト
 - 4問

- **カテゴリ4**

- その他
 - 8問

出題範囲（カテゴリ1）

• IPv6概論（16問）

- 第2章 IPv6概論
 - IPv6の概論的な内容
 - IPv6アドレスのテキスト表記
 - リンクローカルアドレス
- 第3章 IPv6アドレス体系
- 第4章 IPv6パケットの構成

出題範囲（カテゴリ2）

• ICMPv6、NDP、IPv6アドレスの自動設定 (12問)

- 第5章 ICMPv6
- 第6章 近隣探索プロトコル（NDP）
- 第7章 IPv6アドレスの自動設定
- 第8章 DHCPv6

出題範囲 (カテゴリ3)

- **フラグメンテーション、Path MTU Discovery、マルチキャスト (4問)**
 - 第9章 IPフラグメンテーション
 - 第10章 Path MTU discovery
 - 第11章 IPv6マルチキャスト

出題範囲 (カテゴリ4)

・その他 (8問)

- 第13章 IPv6におけるマルチアドレスとマルチプレフィック
- 第14章 IPv6とセキュリティ
- 第16章 DNSの基礎とIPv6対応
- 第17章 DNSによるデュアルスタック環境の実現と運用
- 第21章 IPv4/IPv6共存技術の分類
- 第22章 トンネル技術
- 第23章 IPv4/IPv6変換技術
- 第24章 IPv4/IPv6共存技術の運用形態
- 第25章 プロキシ方式

IPv6基礎検定に含まれない内容

- **第IV部全部**

- IPv4アドレス在庫枯渇問題
- IANAやRIR (Regional Internet Registry) 関連
- IPv4 NAT、STUN、TURN

- **ルーティングプロトコル詳細**

- **マルチキャストルーティング (ルータを超えるマルチキャスト)**

- **セキュリティ詳細 (概論的な話は出題されます)**

- **NTT NGN (NTTフレッツ網) におけるIPv6**

- **IPv6パススルーとND Proxy**

- **プログラミング関連**

IPv6基礎検定に含まれない内容

- 1章：インターネット概論
- 12章：IPv6エニーキャスト
- 15章：プログラマにとってのIPv6対応
- 18章：IPv4アドレス在庫枯渇と、その解決策
- 19章：IPv4アドレス共有技術
- 20章：STUNとTURN

プロフェッショナルIPv6 の8章までで7割

- **70%正当で合格**
- **出題カテゴリ1から4まで40問**
- **カテゴリ1と2 (2章~8章) で7割**
 - カテゴリ1が16問
 - カテゴリ2が12問
- **残り3割に含まれる内容**
 - DNS、フラグメンテーション、Path MTU discovery、マルチキャスト、IPv4とIPv6の共存技術、セキュリティ

選択肢の制限による難易度調整

- **基礎検定として、難易度が高くなり過ぎることを避けています**
 - 確実に間違いとわかる設問を含むものもある
 - 問題文を読むことで、全体的に推測可能な問題もある
 - 問題文を読むことで、新しい発見をして欲しいと思う出題も
- より深い理解を求める問題は、IPv6上級検定にて将来出題予定
 - 将来的に、上級検定を行うためにプロフェッショナルIPv6改訂を計画

例題解説

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6

問：Router Solicitationに対する応答ではなく、
ルータから定期的送信されるRouter Advertisementの宛先はどれか

1. fe80::1 2. 2001:db8::1 3. ff02::1 4. 64:ff9b::1

問：Router Solicitationに対する応答ではなく、
ルータから定期的送信されるRouter Advertisementの宛先はどれか

1. fe80::1

2. 2001:db8::1

3. ff02::1

4. 64:ff9b::1

正解

問：Router Solicitationに対する応答ではなく、
ルータから定期的に送信されるRouter Advertisementの宛先はどれか

1. fe80::1 2. 2001:db8::1 3. ff02::1 4. 64:ff9b::1

正解

定期的に送信されるRAはマルチキャストで送信されます。
宛先はff02::1（全ノードアドレス / All Nodes Address）になります。

RSに対する応答としてのRAは、RSの送信元を宛先とするユニキャストです。

問：Router Solicitationに対する応答ではなく、
ルータから定期的送信されるRouter Advertisementの宛先はどれか

1. fe80::1 2. 2001:db8::1 3. ff02::1 4. 64:ff9b::1



不正解は全てユニキャストアドレス

マルチキャストアドレスがff00::/8であることを覚えていれば、
他の3つの選択肢が全部ユニキャストのIPv6アドレスであることがわかります

問：Router Solicitationに対する応答ではなく、
ルータから定期的送信されるRouter Advertisementの宛先はどれか

1. fe80::1 2. 2001:db8::1 3. ff02::1 4. 64:ff9b::1

正解

ff02::1という具体的なIPv6アドレスを知らなかったとしても、
定期的送信されるRAが同一リンクに接続された
全てのノードに送信されることを知っていれば、
回答となる宛先がマルチキャストアドレスになることは推測可能です

問：Router Solicitationに対する応答ではなく、
ルータから定期的送信されるRouter Advertisementの宛先はどれか

1. fe80::1 2. 2001:db8::1 3. ff02::1 4. 64:ff9b::1

正解

選択肢としてマルチキャストアドレスが
ひとつだけであるという点がわかれば、
RAの宛先アドレスを暗記していなかったとしても
この問題の正解に辿り着くことが期待できます

問：Router Solicitationに対する応答ではなく、
ルータから定期的送信されるRouter Advertisementの宛先はどれか

1. fe80::1

2. 2001:db8::1

3. ff02::1

4. 64:ff9b::1

不正解

fe80::/10はリンクローカルユニキャストアドレスです。
RFC 4291の2.5.6では、fe80::/64をリンクローカルアドレスとしており、
実際に使う場合はfe80::/64になります。

IANAで予約されているのが/10で、実際は/64を使うという感じですが。

問：Router Solicitationに対する応答ではなく、
ルータから定期的送信されるRouter Advertisementの宛先はどれか

1. fe80::1

2. 2001:db8::1

3. ff02::1

4. 64:ff9b::1

不正解

2001:db8::/32は例示用IPv6アドレスです。

ドキュメンテーション等で例示するために使われる、
実運用で使われることがないことが保証されているIPv6アドレスです。

問：Router Solicitationに対する応答ではなく、
ルータから定期的送信されるRouter Advertisementの宛先はどれか

1. fe80::1

2. 2001:db8::1

3. ff02::1

4. 64:ff9b::1

不正解

64:ff9b::/96はNAT64トランスレータ用IPv6アドレスです。

問：IPv6に関する記述のうち、適切なものを1つ選択せよ

1. IPv6ではIPsecの利用が必須となっているため、IPv4と比べて通信路での盗聴が困難である
2. IPv6ヘッダは40オクテットの固定長である
3. IPv6ヘッダに含まれるチェックサムは、パケットがルータを転送される度に計算され更新される
4. 3ffe::/16はマルチキャストアドレスである

問：IPv6に関する記述のうち、適切なものを1つ選択せよ

1. IPv6ではIPsecの利用が必須となっているため、IPv4と比べて通信路での盗聴が困難である

正解

2. IPv6ヘッダは40オクテットの固定長である

3. IPv6ヘッダに含まれるチェックサムは、パケットがルータを転送される度に計算され更新される

4. 3ffe::/16はマルチキャストアドレスである

問：IPv6に関する記述のうち、適切なものを1つ選択せよ

不正解 **×** IPv6ではIPsecの利用が必須となっているため、IPv4と比べて通信路での盗聴が困難である

2. IPv6ヘッダは40オクテットの固定長である
3. IPv6ヘッダに含まれるチェックサムは、パケットがルータを転送される度に計算され更新される
4. 3ffe::/16はマルチキャストアドレスである

「IPv6はIPsecが必須とされているのでIPv4よりもセキュアである」と誤解されていることがありますがIPv6でIPsecの利用は必須ではありません。

利用ではなく実装することが必須と仕様に書かれていることも昔はありましたがいまでは、実装も必須ではなくなりました。

IPv6

Label Hop L

プロフェッショナル
IPv6

IPv6