

# IPv6の基礎と学習方法

## 検定試験の出題傾向と例題解説

小川晃通

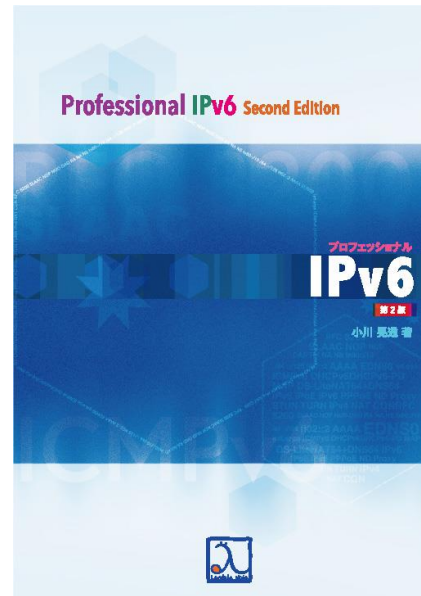
# 目次

- IPv6の基礎と学習方法
- IPv6基礎検定の出題傾向
- 例題解説

# IPv6の基礎と学習方法

# 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



# 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>

# 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。。。

# 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
  - DNSが大きな役割を果たしている
  - 現時点では、IPv4との併用が行われる環境が多い
- 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
  - IPアドレス自動設定

# 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



# IPヘッダの違い

## 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アドレス表記の省略ルール

- テキスト表記を行う際の省略ルールが決められています
- 主に2つのRFCに記載されています
  - IPv6アドレス体系を規定したRFCに記載されたルール
    - RFC 4291
    - Standards Track
  - IPv6アドレスの省略表記における推奨事項を規定したRFCに記載されたルール
    - RFC 5952
    - Standards Track

# RFC 4291のルール

- それぞれの16ビットのフィールドの先頭で連続する0は省略できる

2001:0db8:11aa:22bb:33cc:44ee:55ff:0006

↓ ゼロを省略可能

2001:db8:11aa:22bb:33cc:44ee:55ff:6

↓ ゼロを省略可能

# RFC 4291のルール

- 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

# RFC 4291のルール

- ただし、「::」が適用可能な16ビットフィールドが複数存在するときは、「::」を利用して省略できるのは1箇所のみ

2001:0db8:0000:0000:0000:0002:0000:0001

連続するゼロを :: で省略可能なのは1箇所だけ

2001: db8 :: 2 : 0 : 1

# RFC 4291のルール

- IPv4アドレスを含む特殊なIPv6アドレス
  - 0:0:0:0:0:0:13.1.68.3
    - 圧縮した表記 → ::13.1.68.3
  - 0:0:0:0:0:ffff:129.144.52.38
    - 圧縮した表記 → ::ffff:129.144.52.38

# 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

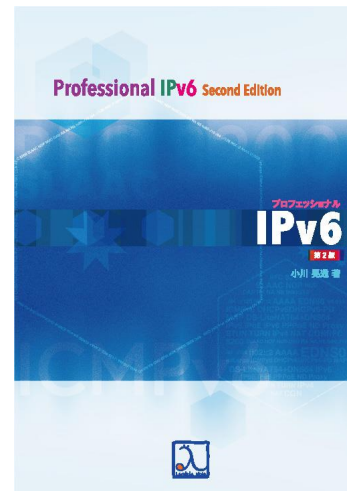
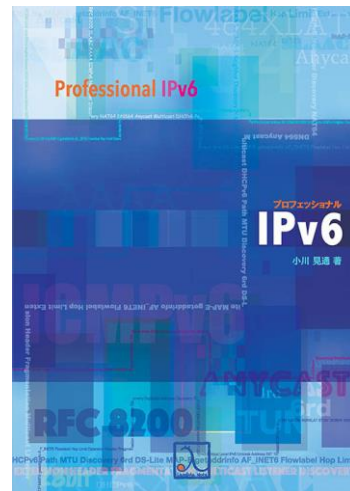
# 手を動かす方法の例（はじめの一步）

- 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

# IPv6基礎検定の出題傾向

# 出題は「プロフェッショナルIPv6」から

- 第1版、第2版に記載されている内容です
  - 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



# 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
- 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

# 例題解説

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

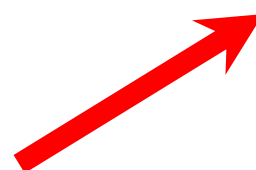
正解

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。

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。

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

不正解

**×** 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ヘッダにはチェックサムフィールドがありません。

チェックサムフィールドがあるのはIPv4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

不正解

**×** 3ffe::/16はマルチキャストアドレスである

IPv6のマルチキャストアドレスは、ff00::/8です。

3ffe::/16は、かつて6boneで使われていたユニキャストのIPv6アドレスです。