

IPv6 導入ガイド

for
the
Guaranteed
Network

資料

第 2 版

はじめに

本ガイドは、IPv6 ネットワークを導入する際の参考資料として、エンジニアの方々がスムーズに IPv6 システム構築ができることを目的として書かれています。

本ガイドには、アラクサラネットワークス製品 AX シリーズの設定をはじめ、各種サーバ構築についても記載しているため、最低限の IPv6 システムを構築することが可能です。

本ガイド使用上の注意事項

本ガイドに記載の内容は、弊社が特定の環境において、基本動作や接続動作を確認したものであり、すべての環境で機能・性能・信頼性を保証するものではありません。弊社製品を用いたシステム構築の一助としていただくためのものをご理解いただけますようお願いいたします。

輸出時の注意

本ガイドを輸出される場合には、外国為替および外国貿易法ならびに米国の輸出管理関連法規などの規制をご確認の上、必要な手続きをお取り下さい。

商標一覧

- ・ Ethernetは、米国Xerox Corp.の商品名称です。
- ・ イーサネットは、富士ゼロックス（株）の商品名称です。
- ・ Microsoftは、米国およびその他の国における米国Microsoft Corp.の登録商標です。
- ・ Windowsは、米国およびその他の国における米国Microsoft Corp. の登録商標です。
- ・ FreeBSDは、The FreeBSD Projectの登録商標です。
- ・ BINDは、Internet Systems Consortium, Inc.の登録商標です。
- ・ Apacheは、The Apache Software Foundationの登録商標です。
- ・ Qpopperは、QUALCOMM Incorporated.の登録商標です。
- ・ そのほかの記載の会社名、製品名は、それぞれの会社の商標もしくは登録商標です。

利用ソフトウェアバージョン

- ・ AX6700S ver.11.3.A
- ・ AX6600S ver.11.3.A
- ・ AX3630S ver.11.2.B
- ・ AX3640S ver.11.2.B
- ・ Windows Vista
- ・ FreeBSD 6.3
- ・ BIND ver.9.4.2
- ・ Apache ver.2.2.8
- ・ Postfix ver.2.4.6
- ・ Qpopper ver.4.0.9

改訂履歴

版数	rev.	日付	内容変更	変更箇所
初版	1	2008.04.14.	初版発行	—
2 版	0	2010.05.19.	AX6600S シリーズの記載追加 AX3600S シリーズのサポート機能に関して 誤記訂正 (ポリシールーティングを削除) AX3640S シリーズの記載追加	2.1,2.3 2.3 2.2 3.2.1

資料用

目次

1. IPv6 の特徴	5
1.1. 特徴.....	5
1.2. IPv6 アドレスの種類.....	6
1.2.1. ユニキャストアドレス.....	6
1.2.2. マルチキャストアドレス.....	7
1.3. アドレス表記方法.....	8
1.4. IPv6 ヘッダフォーマット.....	9
1.5. NDP.....	10
1.5.1. Router Solicitation (RS/ルータ要請).....	10
1.5.2. Router Advertisement (RA/ルータ広告).....	10
1.5.3. Neighbor Solicitation (NS/近隣要請).....	10
1.5.4. Neighbor Advertisement (NA/近隣広告).....	10
1.6. アドレス自動生成.....	11
2. AXシリーズでのIPv6 対応	12
2.1. AX6700S / AX6300Sシリーズ.....	12
2.2. AX3600Sシリーズ.....	13
2.3. IPv6 サポート機能.....	14
3. ネットワーク構築	15
3.1. ネットワーク図.....	15
3.2. IPv6 設定.....	16
3.2.1. AXスイッチの設定.....	16
3.2.2. 端末の設定.....	20
4. サーバ構築	22
4.1. DNSサーバ構築.....	22
4.1.1. BIND - FreeBSD.....	22
4.2. Webサーバ構築.....	31
4.2.1. Apache - FreeBSD.....	31
4.3. メールサーバ構築.....	34
4.3.1. Postfix - FreeBSD.....	34
4.3.2. Qpopper - FreeBSD.....	39
5. IPv6 通信	40

1. IPv6 の特徴

1.1. 特徴

本章では、IPv6 の特徴について説明します。

(1) 128 ビットのアドレス空間

IPv6 は広大なアドレス空間を有します。
アドレス数を IPv6 と IPv4 で比較すると、

$$2^{128} = 340 \text{ 澗} 2823 \text{ 溝} 6692 \text{ 種} 0938 \text{ 株} 4634 \text{ 垓} 6337 \text{ 京} 4607 \text{ 兆} 4317 \text{ 億} 6821 \text{ 万} 1456$$
$$2^{32} = 42 \text{ 億} 9496 \text{ 万} 7296$$

このことから、IPv6 のアドレス空間が広大であることがわかります。

(2) アドレスの自動生成

IPv6 端末は、IPv6 アドレスを自動で生成することができます。この場合、プレフィックス(サブネット)部(64 ビット)はルータから広告され、ホスト部(64 ビット)は MAC アドレスから生成したり、ランダムに生成したりします。

(3) NDP(Neighbor Discovery Protocol)の採用

ICMP の一機能として、ARP に代わり NDP が採用されました。IPv6 アドレスから MAC アドレスを解決するときや、ルータ/スイッチがプレフィックス部を広告するときに利用されます。

(4) ルーティングテーブルを少なくするためのアドレス配布

IPv4 ではインターネット上のルーティングテーブルが肥大化しており、今なおルーティングテーブル数は増える一方です。これはルータのメモリなどのリソースを消費してしまいます。

IPv6 では、IPv4 の反省点を踏まえ、アドレスの割り振りをブロック毎に地域レジストリ(APNIC など)に割り振り、さらに国別インターネットレジストリ(JPNIC など)にアドレスブロックを再配布しています。そして、国別インターネットレジストリから各 ISP に再配布を行います。エンドユーザは、自分が契約している ISP から IPv6 アドレスブロックを配布されることになっています。

これにより、同一地域に同一アドレスブロックを配布させることで経路の集約を行うことができ、フルルート数を減らすことが可能となります。

1.2. IPv6 アドレスの種類

IPv6 アドレスには、ユニキャスト、エニーキャスト、マルチキャストの 3 種類のアドレス形式が定義されています。IPv6 ではブロードキャストアドレスは廃止されました。

本章では、AX 製品がサポートしているユニキャストとマルチキャストについて説明します。

1.2.1. ユニキャストアドレス

ユニキャストアドレスでは、数種類のアドレスが定義されていますが、ここでは一般的に利用される「グローバルアドレス」、「リンクローカルアドレス」、「ループバックアドレス」について説明します。

(1) グローバルアドレス

アドレスプレフィックスの上位 3 ビットが 001 で始まるアドレスを IPv6 グローバルアドレスと呼びます。IPv6 グローバルアドレスは世界で一意的なアドレスで、インターネットを介した通信を行う場合に使用されます。パケットの始点アドレスが IPv6 グローバルアドレスの場合、経路情報に従ってパケットが転送されます。IPv6 グローバルアドレスを次の図に示します。

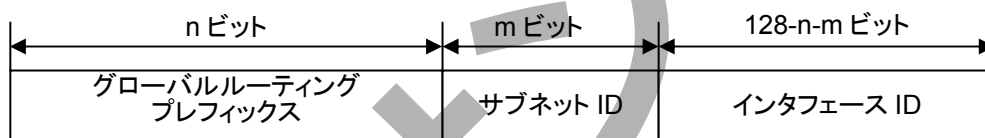


図 1.2-1 IPv6 グローバルアドレス

(2) リンクローカルアドレス

アドレスプレフィックスの上位 64 ビットが fe80:: で、64 ビットのインタフェース ID 部を含むアドレスを IPv6 リンクローカルアドレスと呼びます。IPv6 リンクローカルアドレスは同一リンク（同一サブネット）内だけで有効なアドレスで、自動アドレス設定、NDP、またはルータが存在しないときに使用されます。IPv6 リンクローカルアドレスを次の図に示します。

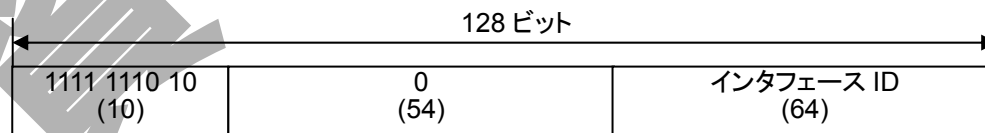


図 1.2-2 リンクローカルアドレス

(3) ループバックアドレス

アドレス 0:0:0:0:0:0:1(::1)は、ループバックアドレスと定義されています。ループバックアドレスは自ノード宛て通信を行うときにパケットの宛先アドレスとして使用されます。ループバックアドレスをインタフェースに対して割り当てることはできません。また、終点アドレスがループバックアドレスの IPv6 パケットは、そのノード外に送信することや、ルータによって転送することは禁止されています。ループバックアドレスを次の図に示します。

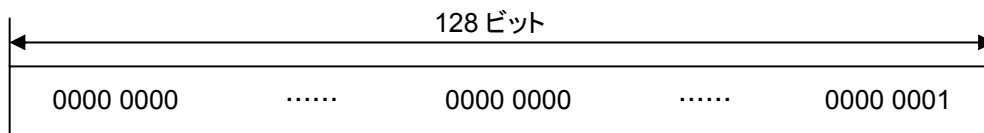


図 1.2-3 ループバックアドレス

1.2.2. マルチキャストアドレス

マルチキャストアドレスは、複数のノードの集合体を示すアドレスです。アドレスフォーマットプレフィックスの上位 8 ビットが ff であるアドレスが定義されています。ノードは複数のマルチキャストグループに属することができます。マルチキャストアドレスは、パケットの始点アドレスとして使用することはできません。マルチキャストアドレスには、アドレスフォーマットプレフィックスに続いて、フラグフィールド(4 ビット)、スコープフィールド(4 ビット)およびグループ識別子フィールド(112 ビット)が含まれます。IPv6 マルチキャストアドレスを次の図に示します。

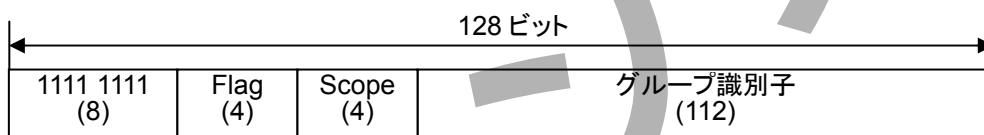


図 1.2-4 マルチキャストアドレス

マルチキャストパケットの送信先 MAC アドレスは、上位 16 ビットは「33:33」になり、残り下位 32 ビットはマルチキャストアドレスの下位 32 ビットを利用します。

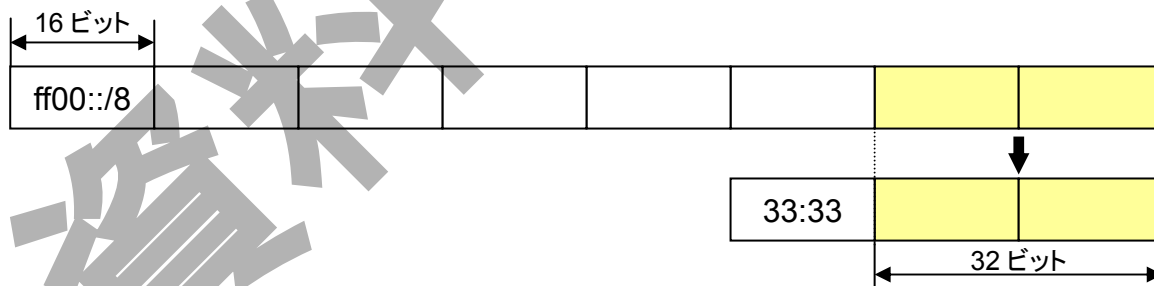


図 1.2-5 マルチキャスト 送信先 MAC アドレス

1.3. アドレス表記方法

IPv6 アドレスは 128 ビット長の空間を有します。その表記方法を次に示します。

(1) 16 進数で表記し、16 ビットごとに” : (コロン)”で区切った形式で表記します。

例) 2001:0db8:0811:ff02:0000:08ff:fe8b:3090

(2) コロンで区切られた 16 ビットの先頭に来る”0(ゼロ)”は省略できます。

例) 2001:db8:811:ff02:0:8ff:fe8b:3090

↑ ↑ ↑↑ “0”省略箇所

(3) 連続する”0”は二つのコロン”::”に置換できます。ただし、”::”に置換できるのは一つのアドレス表記につき 1 か所までとなります。

例) 次に示す IPv6 アドレスの置換方法

2001:0000:0000:1234:0000:0000:0000:3090 → 2001:0:0:1234::3090

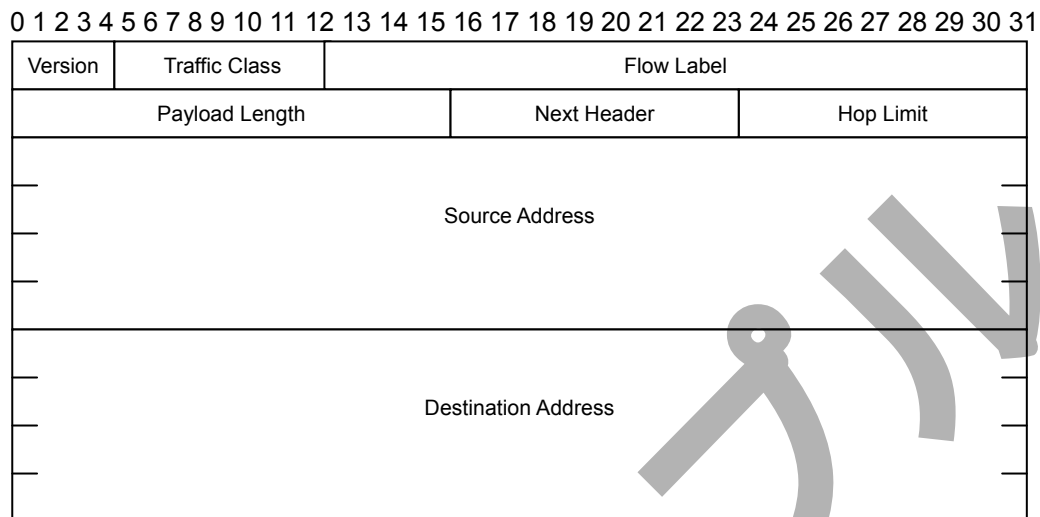
2001::1234:0:0:0:3090

2 箇所以上の置換は禁止

2001:0000:0000:1234:0000:0000:0000:3090 → ×2001::1234::3090 (この変換は禁止)

1.4. IPv6 ヘッダフォーマット

IPv6 のヘッダフォーマットを下記に示します。



- Version(4-bit) IPバージョン(常に"6")
- Traffic Class(8-bit) クラス、優先度の特定および識別
- Flow Label(20-bit) パケットの属するフロー番号
- Payload Length(16-bit) オクテット単位で表示したペイロード長
- Next Header(8-bit) IPv6 ヘッダ直後に続くヘッダの種別
- Hop Limit(8-bit) ホップリミット
- Source Address(128-bit) パケットの送信元アドレス
- Destination Address(128-bit) パケットの宛先アドレス

図 1.4-1 IPv6 ヘッダフォーマット

1.5. NDP

NDP は、ICMP 上で動作する 4 つのタイプにより、自動アドレス生成を行うためのプレフィックス部配布や、IPv6 アドレスから MAC アドレスを解決するなどの用途に利用されます。

1.5.1. Router Solicitation (RS/ルータ要請)

IPv6 端末がルータに対し、RA の送信を要請する場合に送信します。例えば、端末起動時に RS を送信し、RA を受信することで、自動アドレス生成を行い、IPv6 アドレスをアサインするとともに、受信した RA の送信者をデフォルトゲートウェイとして登録します。

1.5.2. Router Advertisement (RA/ルータ広告)

ルータが定期的送信しており、アドレスを自動生成していない端末が RA を受信した場合、RA に記載されているプレフィックスを使って、IPv6 アドレスを自動生成します。

1.5.3. Neighbor Solicitation (NS/近隣要請)

IPv6 アドレスから MAC アドレスを解決するときに(IPv4 の ARP 相当)、IPv6 デバイスは NS を送信します。該当する IPv6 デバイスは、NA で応答することで IPv6 アドレスから MAC アドレスを解決することができます。

また、Neighbor Unreachability Detection (NUD/非到達性確認)という機能が IPv4 に比べて追加されています。この機能により IPv6 デバイスに対して到達性を確認し、到達性がない場合は NDP のエントリを削除します。

1.5.4. Neighbor Advertisement (NA/近隣広告)

IPv6 端末が NS へ応答するときに使います。

1.6. アドレス自動生成

IPv6 端末は、IPv6 アドレスを自動的に生成します。

プレフィックス(サブネット)部(64 ビット)は、RA によって広告されたものを利用します。

ホスト部(64 ビット)は、MAC アドレスから自動生成して利用します。EUI-64 (Extended Unique Identifier-64)という方式を用いて、MAC アドレスからホスト部に使うユニークな 64 ビットの値を生成します。

IPv6 端末が IPv6 アドレスを自動生成するロジックを以下に説明します。

(1) ルータから受信した RA のプレフィックス値は「2001:db8:2:3::/64」。

(2) 端末のMACアドレスが「00:12:e2:08:64:01」。

EUI-64 で、ホスト部は、「0212:e2ff:fe08:6401」(図 1.6-1 参照)となります。

(3) これにより、この端末の IPv6 アドレスは、

グローバルアドレス: 2001:db8:2:3:212:e2ff:fe08:6401

リンクローカルアドレス: fe80::212:e2ff:fe08:6401

となります。

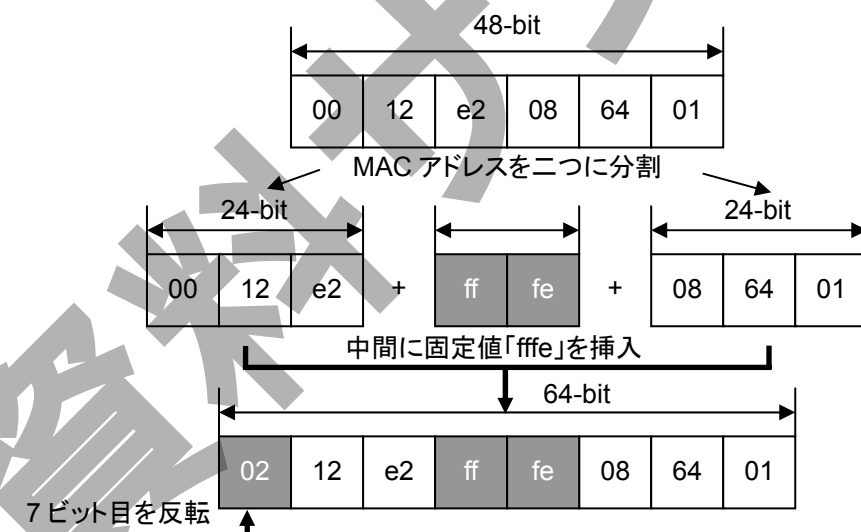
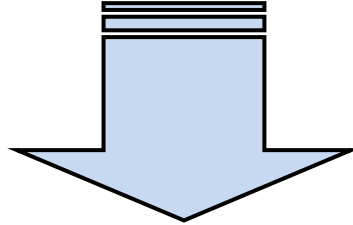


図 1.6-1 EUI-64

気になる続きは…



・アラクサラ インテグレータ会員

または

・ビジネスパートナー様会員

にご登録いただければ、全てをご覧いただけます！

アラクサラ インテグレータ会員またはビジネスパートナー様会員へ登録することで、アラクサラ製品のご利用にあたり役立つ各種資料(システム構築ガイドなど)を全て閲覧することができます。ぜひこの機会にご登録下さい。

アラクサラネットワークス株式会社

〒212-0058

川崎市幸区鹿島田一丁目 1 番 2 号 新川崎三井ビル西棟

<http://www.alaxala.com/>