

# NGN IPv6 ISP 接続＜トンネル方式＞用 アダプタガイドライン

第 1.4 版

2020 年 7 月 31 日  
東日本電信電話株式会社  
西日本電信電話株式会社

# 目 次

|       |                                                         |    |
|-------|---------------------------------------------------------|----|
| 1.    | はじめに.....                                               | 9  |
| 1.1   | 本書の提供目的.....                                            | 9  |
| 1.2   | NGN IPv6 ISP 接続機能について.....                              | 10 |
| 1.2.1 | NGN IPv6 ISP 接続機能<トンネル方式>.....                          | 10 |
| 1.2.2 | NGN IPv6 ISP 接続機能<ネイティブ方式>.....                         | 11 |
| 1.2.3 | 網内折り返し通信機能の利用.....                                      | 11 |
| 1.2.4 | NTT 東日本・NTT 西日本のネットワークで利用する IPv6 prefix の種類.....        | 11 |
| 1.3   | マルチプレフィックス.....                                         | 12 |
| 1.3.1 | マルチプレフィックス環境について.....                                   | 12 |
| 2.    | インターネット（IPv6 PPPoE）トンネル対応アダプター概要.....                   | 13 |
| 2.1   | 「インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター」の提供目的.....                  | 13 |
| 2.2   | インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターの接続形態.....                    | 13 |
| 3.    | インプリメント条件.....                                          | 14 |
| 3.1   | IPv6 による ISP への接続.....                                  | 14 |
| 3.1.1 | ISP 接続用インタフェース.....                                     | 14 |
| 3.1.2 | PPPoE 接続（IPv6 用）の設定.....                                | 14 |
| 3.1.3 | ISP から払い出される IPv6 prefix の取得.....                       | 14 |
| 3.1.4 | ISP 接続に必要な情報の取得.....                                    | 15 |
| 3.1.5 | PPPoE 接続（IPv6 用）の再要求.....                               | 15 |
| 3.1.6 | ISP との接続時における通信シーケンス.....                               | 15 |
| 3.2   | NGN への接続.....                                           | 16 |
| 3.2.1 | NGN 接続用インタフェース.....                                     | 16 |
| 3.2.2 | NGN 用 IPv6 prefix の取得.....                              | 16 |
| 3.2.3 | NGN への DHCPv6 Information Request の送信.....              | 16 |
| 3.3   | 経路情報提供サーバへの接続.....                                      | 17 |
| 3.3.1 | 経路情報提供サーバの概要.....                                       | 17 |
| 3.4   | IPv4 への対応.....                                          | 18 |
| 3.5   | PPPoE ブリッジ機能.....                                       | 18 |
| 3.6   | 物理インタフェース.....                                          | 18 |
| 4.    | マルチプレフィックス環境への対応.....                                   | 19 |
| 4.1   | インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプタ配下の端末への IPv6 prefix の払い出し..... | 19 |
| 4.1.1 | PPPoE 接続時における IPv6 prefix の再配布.....                     | 19 |
| 4.1.2 | PPPoE 未接続（未設定）時における IPv6 prefix の再配布.....               | 19 |
| 4.1.3 | IPv6 prefix 以外の情報の払出し.....                              | 19 |
| 4.1.4 | IPv6 prefix 変更に伴う旧 prefix の無効化.....                     | 20 |
| 4.2   | IPv6NAT 機能.....                                         | 21 |

|       |                                    |    |
|-------|------------------------------------|----|
| 4.2.1 | IPv6 アドレス変換機能 .....                | 21 |
| 4.2.2 | ND-Proxy .....                     | 22 |
| 4.2.3 | ND-Proxy 動作例 .....                 | 24 |
| 4.2.4 | IPv6NAT 機能のシーケンス例 .....            | 25 |
| 4.3   | 経路振り分け機能 .....                     | 26 |
| 4.3.1 | 経路振り分け機能の動作例（ネイティブ方式ユーザとの通信） ..... | 26 |
| 4.3.2 | ネイティブ方式ユーザと通信時の留意事項 .....          | 28 |
| 4.4   | DNS-Proxy .....                    | 29 |
| 5.    | その他の機能 .....                       | 30 |
| 5.1   | IPv6 トンネル対応アダプタへ実装するその他の機能 .....   | 30 |
| 5.1.1 | マルチキャスト通信への対応 .....                | 30 |
| 5.2   | SIP を利用した IPv6 インタラクティブ通信 .....    | 30 |
| 6.    | 問い合わせ先 .....                       | 31 |

# まえがき

このガイドラインは、NGN IPv6 ISP 接続<トンネル方式>に接続する端末機器のインプリメント条件等について記載したもので、端末機器等を設計、開発する際の参考となる技術的情報を提供することを目的としています。東日本電信電話株式会社（以下：NTT 東日本）、西日本電信電話株式会社（以下：NTT 西日本）は、この資料の内容によって開発された機器の動作を保証するものではありません。なお、NGN IPv6 ISP 接続<トンネル方式>で必要となるインタフェース仕様は、技術参考資料 IP 通信網サービスのインタフェース（NTT 東日本「IP 通信網サービスのインタフェース 第三分冊」、NTT 西日本「IP 通信網サービスのインタフェース — フレッツシリーズ — <光クロス、光ネクスト、光ライト編>」）を参照してください。また、IP 通信網に接続される端末設備が必ず適合しなければならない技術的条件は、「端末設備等の接続の技術的条件」、または「端末等設備規則」（昭和 60 年郵政省令 31 号）に定められています。

今後、本資料は、インタフェースの追加、変更に合わせて、予告なく変更される場合があります。

## 改版履歷

第 1.0 版 2010 年 3 月 31 日制定

第 1.1 版 2010 年 8 月 20 日制定

第 1.2 版 2011 年 5 月 18 日制定

第 1.3 版 2011 年 7 月 21 日制定

第 1.4 版 2020 年 7 月 31 日制定

# 用語の定義

- ・ Ethernet

IEEE によって標準化されたデータ通信用プロトコル。物理層、データリンク層を規定し、アクセス制御として CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) 方式を採用しています。

- ・ HGW (Home GateWay)

NTT 東日本・NTT 西日本が提供するサービス（ひかり電話等）利用者向けにレンタル提供している端末機器（NTT 東日本：ひかり電話ルータ、NTT 西日本：ひかり電話対応ホームゲートウェイ/ホームゲートウェイ）の総称です。

- ・ IETF (Internet Engineering Task Force)

インターネットで利用される各種プロトコルなどを標準化する組織です。IETF で標準化された仕様は RFC として公表されています。

- ・ IP (Internet Protocol)

インターネットにおけるネットワークレイヤの通信プロトコルです。IP バージョン 4 と IP バージョン 6 が存在しますが、本書では IP バージョン 4 を指示する場合は「IPv4」、IP バージョン 6 を指示する場合は「IPv6」と表記します。「IP」と表記する場合は IP バージョン 4・IP バージョン 6 の両方を指示します。

- ・ IP アドレス

IPv4 アドレスまたは IPv6 アドレスを総称して指し示す場合、本資料では「IP アドレス」と記述します。

- ・ IPv4 アドレス

IPv4 通信のために、通信の送信元と送信先を示すものです。アドレスは 32 ビットで構成され、IP 通信を行う機器に割り当てられている必要があります。

- ・ IPv6 アドレス

IPv6 通信のために、通信の送信元と送信先を示すものです。アドレスは 128 ビットで構成され、IPv6 通信を行う機器に割り当てられている必要があります。

- ・ IPv6 prefix

ある IPv6 アドレス群に共通する前半部分のことを意味し、アドレスブロックの表記やルーティングなどの際に用います。

- ・ ISO (International Organization for Standardization)

国際標準化機構。1946 年に設立された、商品に関する国際標準をつくることを目的とした国際的機関です。

- ・ ISP (Internet Service Provider)

インターネットに接続するためのサービスを提供する企業、あるいは団体です。

- ・ NGN (Next Generation Network)

従来の電話網がもつ信頼性・安定性を確保しながら、IP ネットワークの柔軟性・経済性を備えた、次世代の情報通信ネットワークです。

- ・ NGN IPv6 ISP 接続機能

IPv6 アドレスを利用して ISP への接続を実現する機能です。NGN IPv6 ISP 接続機能には、NGN IPv6 ISP 接続機能<トンネル方式>、NGN IPv6 ISP 接続機能<ネイティブ方式>と 2 つの方式があります。

なお、NTT 東日本・NTT 西日本では NGN IPv6 ISP 接続機能<トンネル方式>を IPv6 PPPoE、NGN IPv6 ISP 接続機能<ネイティブ方式>を IPv6 IPoE という名称で提供しております。

- ・ ONU (Optical Network Unit)

ユーザ側に設置される光加入者線終端装置です。

- ・ OSI 参照モデル (Open Systems Interconnection)

データ通信を体系的に整理し、異機種相互間の接続を容易にするために ISO が共通する枠組みを定めたモデルです。

- ・ PPP (Point to Point Protocol)

2 地点間の通信に使用するプロトコルであり、専用線で接続を行うルータ間や、ダイヤルアップ接続を行う PC (パーソナル・コンピュータ) 等で使用されます。

- ・ PPPoE (PPP over Ethernet)

Ethernet 上で PPP をカプセル化して利用するためのプロトコルです。

- ・ RFC (Request For Comments)

TCP/IPに関連するプロトコルや、オペレーションの手順などを定めた標準勧告文書です。IETFが発行、管理しています。

- ・ SIP (Session Initiation Protocol)

IPに基づいたセッション制御を行うためのプロトコルです。

- ・ TCP (Transmission Control Protocol)

エラー検出と再送、フロー制御、順序制御等の機能を有するコネクション型のトランスポート層のプロトコルです。

- ・ UDP (User Datagram Protocol)

エラー時の再送制御、フロー制御、順序制御等の機能を持たないコネクションレス型のトランスポート層のプロトコルです。

- ・ ゲートウェイルータ

NGN IPv6 ISP 接続機能<ネイティブ方式>において、NGN とネイティブ接続事業者網を接続するために、NGN に設置する機器です。

- ・ ネイティブ接続事業者

NGN IPv6 ISP 接続機能<ネイティブ方式>において、NGN と接続を行う事業者です。NGN IPv6 ISP 接続機能<ネイティブ方式>で、ISP へ IPv6 通信を行う場合、ネイティブ接続事業者を経由して通信を行います。

- ・ パケット

IP で扱われるデータの転送単位です。

- ・ ブロードバンドルータ

PPPoE を利用して ISP と IPv4 による通信を行うために、ユーザ宅へ設置する端末機器です。

- ・ ユーザ・網インタフェース (UNI:User-Network Interface)

ユーザ（端末機器）とネットワークを接続するためのインタフェースです。

## 参照勧告類

- [1] 技術参考資料 IP 通信網サービスのインタフェース (NTT 東日本「IP 通信網サービスのインタフェース 第三分冊」、NTT 西日本「IP 通信網サービスのインタフェース ― フレッツシリーズ ― <光クロス、光ネクスト、光ライト編>」)
- [2] NGN IPv6 ISP 接続<トンネル方式>UNI 仕様書
- [3] IETF RFC2461 (12/1998) : Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)
- [4] IETF RFC2616 (06/1999) : Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.1
- [5] IETF RFC3315 (07/2003) : Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)
- [6] IETF RFC3484 (02/2003) : Default Address Selection for Internet Protocol version 6 (IPv6)
- [7] IETF RFC3633 (12/2003) : IPv6 Prefix Options for Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) version 6
- [8] IETF RFC3646 (12/2003) : DNS Configuration options for Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)
- [9] IETF RFC3736 (04/2004) : Stateless Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Service for IPv6
- [10] IETF RFC4193 (10/2005) : Unique Local IPv6 Unicast Addresses
- [11] IETF RFC4330 (01/2006) : Simple Network Time Protocol (SNTP) Version 4 for IPv4, IPv6 and OSI
- [12] IETF RFC4389 (04/2006) : Neighbor Discovery Proxies (ND proxy)
- [13] IETF RFC4605 (08/2006) : Internet Group Management Protocol (IGMP) / Multicast Listener Discovery (MLD)-Based Multicast Forwarding ("IGMP/MLD Proxying")
- [14] IETF RFC5220 (07/2008) : Problem Statement for Default Address Selection in Multi-prefix Environments: Operational Issues of RFC 3484 Default Rules
- [15] IETF RFC5625 (08/2009) : DNS Proxy Implementation Guidelines

# 1. はじめに

## 1.1 本書の提供目的

NGN IPv6 ISP 接続機能＜トンネル方式＞では、PPPoE を利用し、ISP と IPv6 による通信を行います。PPPoE を利用し、ISP と IPv6 による通信を実現するために、ユーザ宅内では新たに機器が必要になります。この機器を、本書では「インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター」と呼びます。本書では、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターを設計・開発する方々がインターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターを開発するにあたり最低限必要となる機能、および具備することが望ましいと思われる機能等をまとめております。

## 1.2 NGN IPv6 ISP 接続機能について

NGN IPv6 ISP 接続機能では、トンネル方式、ネイティブ方式の2つの方式を提供します。

### 1.2.1 NGN IPv6 ISP 接続機能＜トンネル方式＞

NGN IPv6 ISP 接続機能＜トンネル方式＞（以下：トンネル方式）は、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター等から IPv6 用網終端装置までの間を PPPoE 接続し、ISP と IPv6 による通信を実現する方式です。ISP へ接続をする際、PPPoE セッションを1セッション利用することになります。

提供方法については、「図 1-1 NGN IPv6 ISP 接続機能＜トンネル方式＞の概要」を参照してください。フレッツ 光の各品目における PPPoE セッション数は、技術参考資料 IP 通信網サービスのインタフェース（NTT 東日本「IP 通信網サービスのインタフェース 第三分冊」、NTT 西日本「IP 通信網サービスのインタフェース — フレッツシリーズ — <光クロス、光ネクスト、光ライト編>」）を参照してください。

なお、トンネル方式では、ISP から ISP 接続用の IPv6 prefix、NTT 東西から NGN 接続用の IPv6 prefix が割り当てられるため、マルチプレフィックス環境となります（マルチプレフィックスの詳細は『1.3.1 マルチプレフィックス環境について』を参照）。インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター等の配下の端末が、「ISP 接続」、および「NGN 接続」それぞれに対して、正常に通信できるよう、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター等は、通信先により利用する IPv6 prefix を選択する機能、「IPv6NAT 機能」を具備する必要があります。

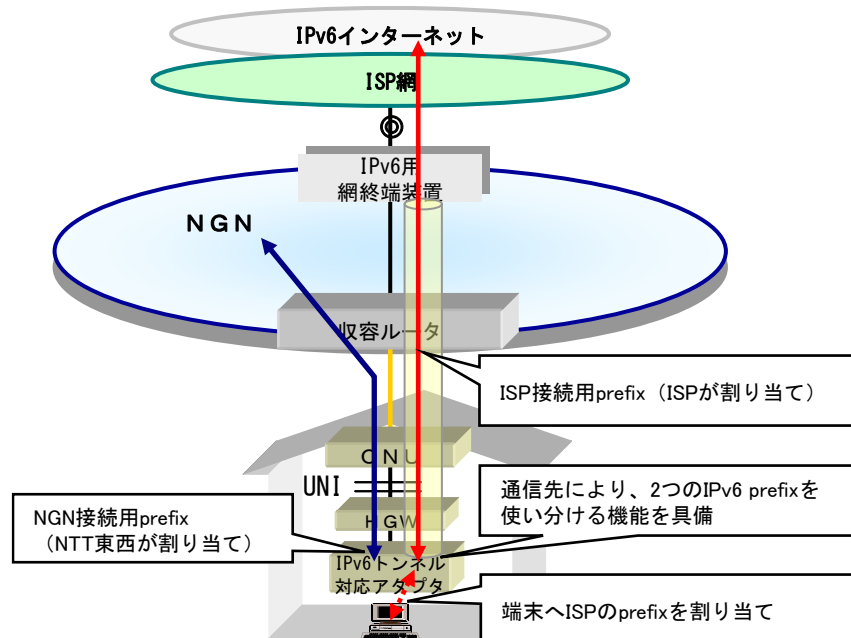


図 1-1 NGN IPv6 ISP 接続機能＜トンネル方式＞の概要

### 1.2.2 NGN IPv6 ISP 接続機能＜ネイティブ方式＞

NGN IPv6 ISP 接続機能＜ネイティブ方式＞（以下：ネイティブ方式）は、ネイティブ接続事業者から割り当てられた IPv6 prefix から生成した IPv6 のグローバル・ユニキャストアドレスを利用して、ネイティブ接続事業者と接続する方式です。ISP 接続は、ネイティブ接続事業者経由で行います。ネイティブ方式では、「ISP 接続」、および「NGN 接続」をする際に、ネイティブ接続事業者から割り当てられた IPv6 prefix を利用します。

なお、ネイティブ方式ユーザ間で通信を行う際に、NGN でベストエフォートトラフィックによる網内折り返し通信機能を利用します（『1.2.3 網内折り返し通信機能の利用』を参照）

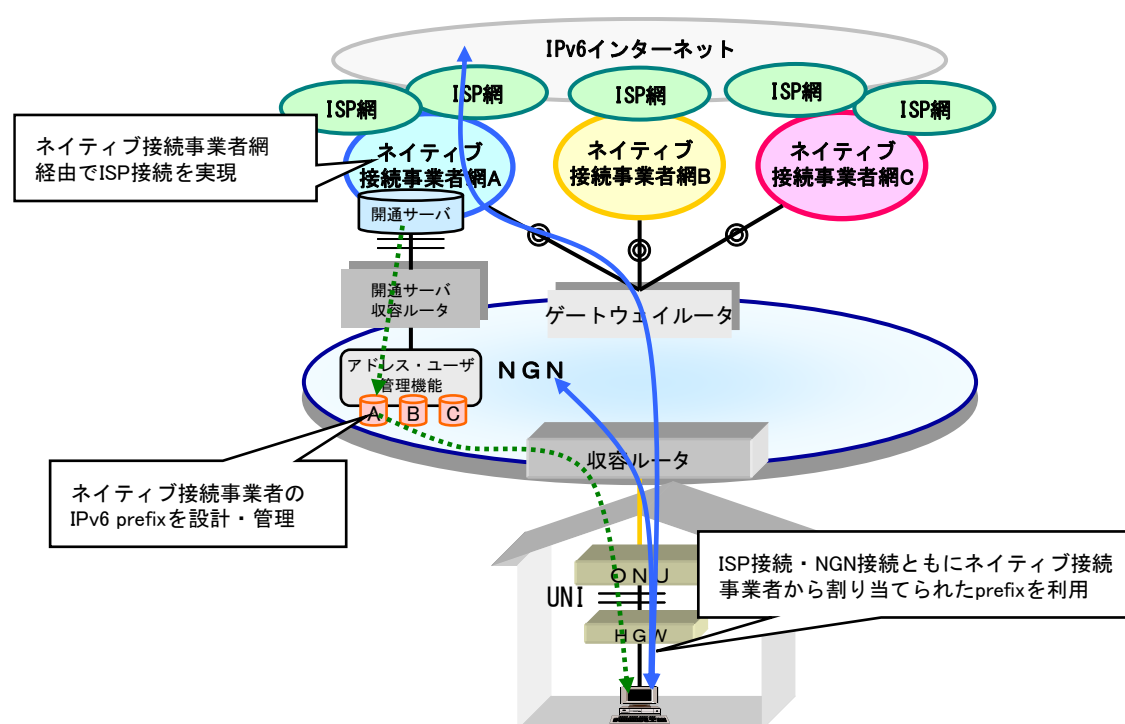


図 1-2 NGN IPv6 ISP 接続機能＜ネイティブ方式＞の概要

### 1.2.3 網内折り返し通信機能の利用

NGN ではベストエフォートトラフィックによる網内折り返し通信機能を提供します。フレッツ・v6 オプションの網機能については、技術参考資料 IP 通信網サービスのインタフェース（NTT 東日本「IP 通信網サービスのインタフェース 第三分冊」、NTT 西日本「IP 通信網サービスのインタフェース — フレッツシリーズ — <光クロス、光ネクスト、光ライト編>」）を参照してください。

### 1.2.4 NTT 東日本・NTT 西日本のネットワークで利用する IPv6 prefix の種類

NGN で利用する IPv6 prefix は経路情報提供サーバから取得可能です。実際に付与される IPv6 prefix については、最新の IPv6 prefix を利用するため、経路情報提供サーバから取得した情報を参照してください。経路情報提供サーバの詳細は、『3.3 経路情報提供サーバへの接続』を参照してください。

## 1.3 マルチプレフィックス

### 1.3.1 マルチプレフィックス環境について

IPv6 では端末に複数の IPv6 prefix が割り当てることが可能であるため、端末は割り当てられた複数の IPv6 アドレスを選択的に使用する必要があります。送信先アドレスにより、どの送信元アドレスを選択するかについては、RFC3484 にて規定されています。しかし、トンネル方式で生じるマルチプレフィックス環境においては、RFC3484 による規定だけでは、送信先アドレスに対して適切な送信元アドレスが選択されず、通信できない事象が発生する可能性があります（詳細については RFC5220 2.1.3 を参照してください）。

トンネル方式で発生するマルチプレフィックス環境に対応するために、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは以下の機能を具備する必要があります。

- ①インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下の端末へは、ISP から取得した IPv6 prefix のみを払い出し、かつ  
インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下の端末から NGN への通信を可能とするための「IPv6NAT 機能」。
- ②IPv6NAT 機能の対象となる送信先 IPv6 アドレスを判別するための「経路振り分け機能」。

上記機能の詳細については、2 章以降に記述します。

## 2. インターネット（IPv6 PPPoE）トンネル対応アダプター概要

### 2.1 「インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター」の提供目的

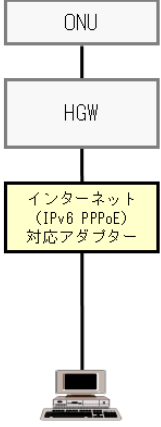
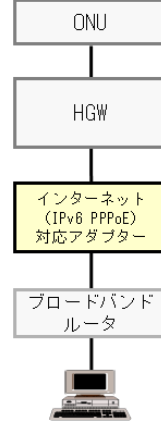
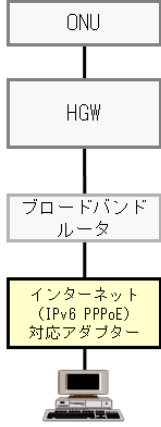
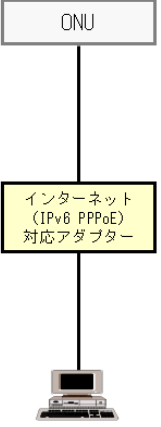
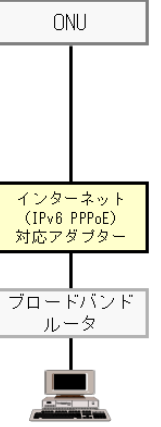
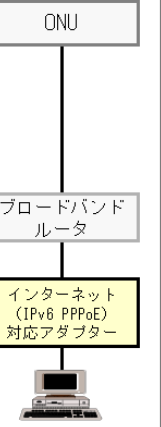
インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターの提供目的を以下に示します。

- ・ PPPoE を利用し、ISP と IPv6 による通信を行う機能を提供する。
- ・ マルチプレフィックス環境においても、「ISP 接続」、および「NGN 接続」それぞれに対して、正常に通信できる機能を提供する。IPv6 トンネル対応アダプターの提供目的を以下に示します。
- ・ PPPoE を利用し、ISP と IPv6 による通信を行う機能を提供する。
- ・ マルチプレフィックス環境においても、「ISP 接続」、および「NGN 接続」それぞれに対して、正常に通信できる機能を提供する。

### 2.2 インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターの接続形態

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターが利用可能な接続形態を「表 2-1 インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターの接続形態」に示します。

表 2-1 インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターの接続形態

| パターン1                                                                               | パターン2                                                                               | パターン3                                                                               | パターン4                                                                               | パターン5                                                                                 | パターン6                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |  |  |

※パターン3、パターン6の接続形態の場合、ブロードバンドルータには、IPv6 パケットと PPPoE フレームをブリッジする機能が必要となります。

### 3. インプリメント条件

#### 3.1 IPv6 による ISP への接続

トンネル方式を提供する ISP へ接続するために、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターに求められる機能を以下に記述します。

##### 3.1.1 ISP 接続用インタフェース

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは、トンネル方式を提供する ISP と IPv6 による通信ができるよう、PPPoE 接続（IPv6）用のインタフェース（以下：PPPoE 用インタフェース）を具備する必要があります。

ISP 接続に関する詳細は、技術参考資料 IP 通信網サービスのインタフェース（NTT 東日本「IP 通信網サービスのインタフェース 第三分冊」、NTT 西日本「IP 通信網サービスのインタフェース — フレッツシリーズ — <光クロス、光ネクスト、光ライト編>」）を参照してください。

##### 3.1.2 PPPoE 接続（IPv6 用）の設定

ISP から通知される ISP 接続アカウント（ユーザ ID@ISP 識別子）、および ISP 接続パスワードをインターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターに設定する機能を具備する必要があります。ISP 接続アカウント、ISP 接続パスワードの形式を「表 3-1 ISP 接続アカウント・ISP 接続パスワードの形式」に示します。

なお、ISP 接続アカウント・ISP 接続パスワードは、トンネル方式を提供する ISP からユーザに払い出されます。

表 3-1 ISP 接続アカウント・ISP 接続パスワードの形式

|             | 文字種別                           | 文字制限     |
|-------------|--------------------------------|----------|
| ISP 接続アカウント | 半角英数記号（[a-z]、[A-Z]、[0-9]、[!~]） | 63 オクテット |
| ISP 接続パスワード | 半角英数記号（[a-z]、[A-Z]、[0-9]、[!~]） | 63 オクテット |

##### 3.1.3 ISP から払い出される IPv6 prefix の取得

ISP 事業者からの IPv6 prefix の割り当ては、DHCPv6（RFC3315）にて行われます。

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは、DHCPv6-PD（RFC3633）にて割り当てられる IPv6 prefix を取得する機能を具備する必要があります。

使用するオプションコードを「表 3-2 IPv6 prefix 取得時に使用するオプションコード」に示します。

表 3-2 IPv6 prefix 取得時に使用するオプションコード

| OP code | 内容                                                | 説明           |
|---------|---------------------------------------------------|--------------|
| 25      | Identity Association for Prefix Delegation        | IA_PD に関する情報 |
| 26      | Identity Association for Prefix Delegation prefix | IPv6 prefix  |

### 3.1.4 ISP 接続に必要な情報の取得

#### 3.1.4.1 デフォルトルート

PPPoE 接続時に IPv6CP で取得した対向装置のリンクローカルアドレスをデフォルトルートとします。

#### 3.1.4.2 DNS サーバアドレス

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは、DHCPv6（RFC3646）にて DNS サーバアドレスを取得する機能を具備する必要があります。

使用するオプションコードを「表 3-3 DNS サーバアドレス取得時に使用するオプションコード」に示します。

表 3-3 DNS サーバアドレス取得時に使用するオプションコード

| OP code | 内容                        | 説明                |
|---------|---------------------------|-------------------|
| 23      | DNS Recursive Name Server | ISP の DNS サーバアドレス |

### 3.1.5 PPPoE 接続（IPv6 用）の再要求

PPPoE 接続失敗時、および NGN から PPPoE を強制切断された時に、PPPoE 接続の再要求を行う場合、5 秒以上の間隔を空けてから再要求を行う必要があります。

なお、PPPoE セッションステージにおける認証フェーズでの接続失敗の場合、PPPoE 接続の再要求を行わない、または一定回数の再要求後に要求を停止するなどの機能を具備することが望まれます。

### 3.1.6 ISP との接続時における通信シーケンス

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは、UNI 仕様に従った通信シーケンスにて ISP と接続を行う必要があります。

通信シーケンスについては、技術参考資料 IP 通信網サービスのインタフェース（NTT 東日本「IP 通信網サービスのインタフェース 第三分冊」、NTT 西日本「IP 通信網サービスのインタフェース — フレッツシリーズ — <光クロス、光ネクスト、光ライト編>」）を参照してください。

## 3.2 NGN への接続

NGN へ接続するために、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターに求められる機能を以下に記述します。

### 3.2.1 NGN 接続用インタフェース

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは NGN から必要となる情報を取得し、NTT 東西のサービスを利用できるよう、NGN から割り当てられた IPv6 Prefix から生成した IPv6 のグローバル・ユニキャストアドレスを利用し、NGN と接続するためのインタフェース（以下：IPv6 用インタフェース）を具備する必要があります。

NGN 接続に関する詳細は、技術参考資料 IP 通信網サービスのインタフェース（NTT 東日本「IP 通信網サービスのインタフェース 第三分冊」、NTT 西日本「IP 通信網サービスのインタフェース — フレックスシリーズ — <光クロス、光ネクスト、光ライト編>」）を参照してください。

### 3.2.2 NGN 用 IPv6 prefix の取得

NGN、および HGW は NDP（RFC2461）に基づき、RA メッセージをインターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターに送信します。インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは NGN、HGW から送信される RA メッセージを受信し、IPv6 prefix を取得する機能を具備する必要があります。

なお、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは、NGN、HGW から RA メッセージを受信後、NGN へ DHCPv6 Information Request（RFC3736）を送信する必要があります。

### 3.2.3 NGN への DHCPv6 Information Request の送信

NGN へ DHCPv6 Information Request を送信する際に使用するオプションコードを、「表 3-4 DHCPv6 Information Request 送信時に使用するオプションコード」に示します。

表 3-4 DHCPv6 Information Request 送信時に使用するオプションコード

| OP code | 内容                                          | 説明                 |
|---------|---------------------------------------------|--------------------|
| 23      | DNS Recursive Name Server                   | NGN の DNS サーバアドレス  |
| 24      | Domain Search List                          | ドメイン検索リスト          |
| 31      | Simple Network Time Protocol (SNTP) Servers | NGN の SNTP サーバアドレス |

### 3.3 経路情報提供サーバへの接続

NGN の経路情報提供サーバへ接続する際にインターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターに求められる機能を以下に記述します。

#### 3.3.1 経路情報提供サーバの概要

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下の端末から通信を行う際に、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは、送信先アドレスによって、パケットを PPPoE 用インタフェース、IPv6 用インタフェースのどちらの経路に送信するか判別する必要があります。インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターが通信先経路を判別できるよう、NGN では経路情報を通知する経路情報提供サーバを提供します。

IP ネットワーク変換機能の対象となるパケットを特定するために、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは経路情報提供サーバへ接続し、経路情報を取得する機能を具備する必要があります（マルチプレフィックス環境へ対応するために求められる、その他の機能については、『4 マルチプレフィックス環境への対応』を参照してください）。経路情報提供サーバの詳細につきましては、技術参考資料 IP 通信網サービスのインタフェース（NTT 東日本「IP 通信網サービスのインタフェース 第三分冊」、NTT 西日本「IP 通信網サービスのインタフェース — フレッツシリーズ — <光クロス、光ネクスト、光ライト編>」）を参照してください。

### 3.4 IPv4 への対応

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下の端末が、IPv4 による通信を行うことを許容する場合、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは、以下のいずれか、もしくは両方の機能を具備する必要があります。

- ・ PPPoE を利用して、ISP へ IPv4 による通信を行う機能

※詳細は技術参考資料 IP 通信網サービスのインタフェース（NTT 東日本「IP 通信網サービスのインタフェース第三分冊」、NTT 西日本「IP 通信網サービスのインタフェース — フレッツシリーズ — <光クロス、光ネクスト、光ライト編>」）を参照してください。

- ・ IPv4 をブリッジ（透過）する機能

### 3.5 PPPoE ブリッジ機能

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下に接続された端末からの PPPoE 接続をブリッジする機能を具備する必要があります。

### 3.6 物理インタフェース

物理インタフェースの仕様については、技術参考資料 IP 通信網サービスのインタフェース（NTT 東日本「IP 通信網サービスのインタフェース 第三分冊」、NTT 西日本「IP 通信網サービスのインタフェース — フレッツシリーズ — <光クロス、光ネクスト、光ライト編>」）を参照してください。

## 4. マルチプレフィックス環境への対応

### 4.1 インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプタ配下の端末への IPv6 prefix の払い出し

#### 4.1.1 PPPoE 接続時における IPv6 prefix の再配布

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは、ISP より割り当てられた IPv6 prefix を基に、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下の端末へ RA メッセージにて IPv6 prefix を払い出す機能を具備する必要があります（インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下の端末には 1 つの IPv6 prefix のみ払い出します）。インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターから配下の端末に払い出す IPv6 prefix 長は 64bit になります。

なお、0 フラグを” 1” とした RA メッセージを送信する必要があります。

#### 4.1.2 PPPoE 未接続（未設定）時における IPv6 prefix の再配布

PPPoE 未接続（未設定）時においても、NGN へ接続し、NTT 東西が提供するサービスを利用できるよう、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下の端末へ ULA (Unique Local IPv6 Unicast Addresses) (RFC4193) を払い出します。

#### 4.1.3 IPv6 prefix 以外の情報の払出し

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは、IPv6 prefix 以外の情報についてインターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下の端末から DHCPv6 Information Request で要求された情報を返答する機能を具備する必要があります。

使用するオプションコードを「表 4-1 DHCPv6 Information Request の応答時に使用するオプションコード」に示します。

表 4-1 DHCPv6 Information Request の応答時に使用するオプションコード

| OP code | 内容                                          | 説明                                                     |
|---------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 23      | DNS Recursive Name Server                   | DNS サーバアドレス<br>(インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターのゲートウェイアドレス) |
| 31      | Simple Network Time Protocol (SNTP) Servers | NGN の SNTP サーバアドレス                                     |

#### 4.1.4 IPv6 prefix 変更に伴う旧 prefix の無効化

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下の端末へ払い出す IPv6 prefix が変更となった場合、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは、保持していた旧 IPv6 prefix を無効化するための機能を具備する必要があります。

（例）IPv6 prefix が変更となる契機

- ・ 接続先の ISP が変更となる。

接続先の ISP の変更に伴い、旧 IPv6 prefix を無効化するための動作例を「図 4-1 IPv6 prefix 変更に伴うインターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターの動作例」に示します。

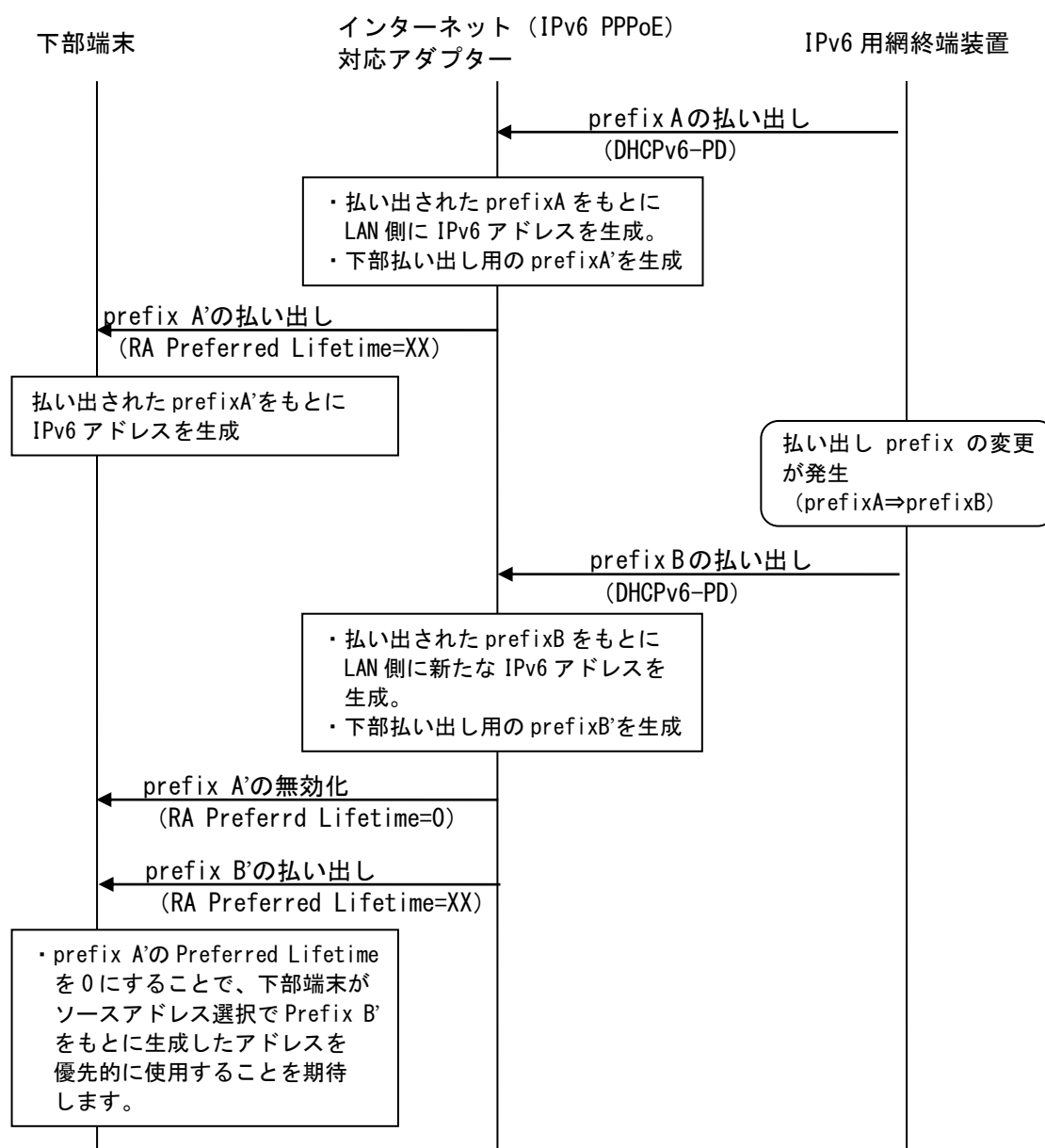


図 4-1 IPv6 prefix 変更に伴うインターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターの動作例

## 4.2 IPv6NAT 機能

ISP から割り当てられた IPv6 prefix を使用するインターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下の端末から NGN への通信を可能とするため、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは IPv6NAT 機能を具備する必要があります。

### 4.2.1 IPv6 アドレス変換機能

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下の端末から NGN へ転送するパケットの送信元 IPv6 アドレス、NGN からインターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下の端末へ転送するパケットの送信先 IPv6 アドレスを変換する IPv6 アドレス変換機能を具備する必要があります。

アドレス変換方法としては、IPv6 アドレス上位 64bit（以下：ネットワーク ID）、およびインタフェース識別子（以下：インタフェース ID）の下位 16bit を変換します。この場合、ネットワーク ID の変換による差分をインタフェース ID の下位 16bit に補完することでチェックサム再計算が不要となります。アドレス変換例を「図 4-2 アドレス変換例」に示します。

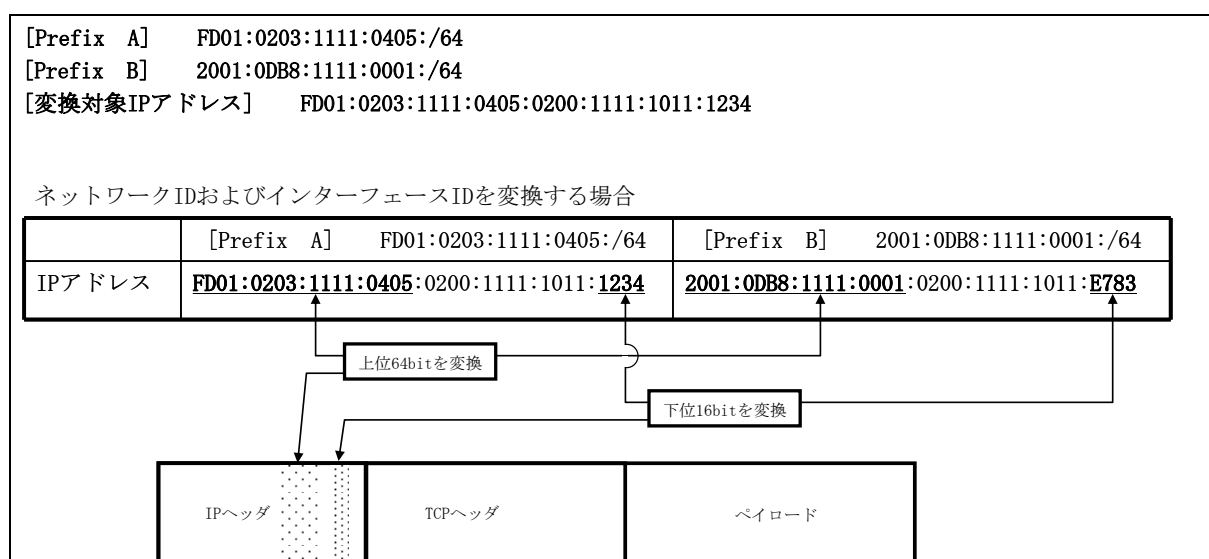


図 4-2 アドレス変換例

## 4.2.2 ND-Proxy

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下のネットワークと NGN から取得したネットワークとの間において NDP (Neighbor Discovery Protocol) を代理応答する機能を具備する必要があります。ND Proxy (Neighbor Discovery Proxies) について、RFC4389 では NS/NA/RA/Redirect を Proxy 対象として規定していますが、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターでは、NS/NA のみサポートし、RA/Redirect は Proxy しないものとします。

本機能は IPv6、ICMPv6 ヘッダ内のパラメータによる識別および変換処理をします。

ICMPv6 ヘッダのフォーマットを「図 4-3 近隣要請メッセージフォーマット」、「図 4-4 近隣広告メッセージフォーマット」に示します。

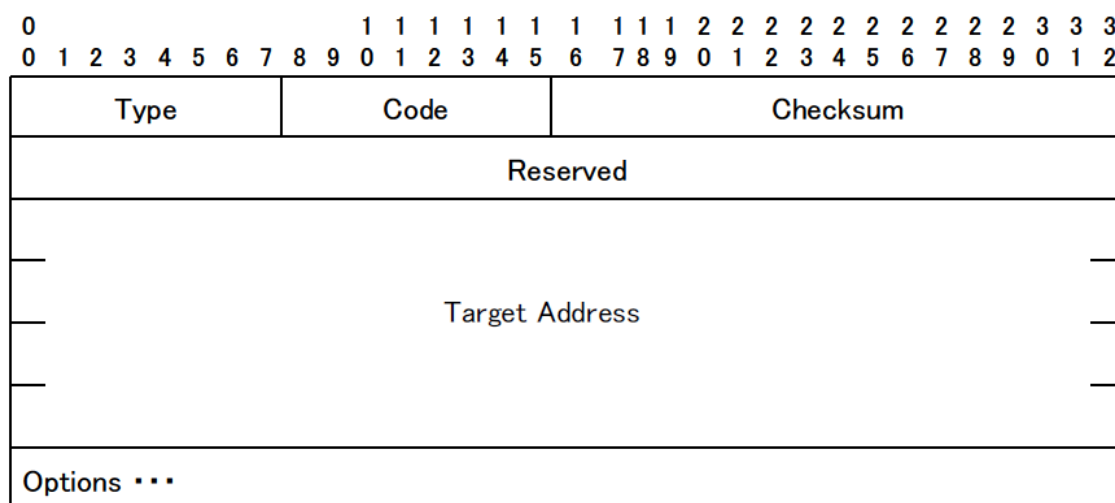


図 4-3 近隣要請メッセージフォーマット

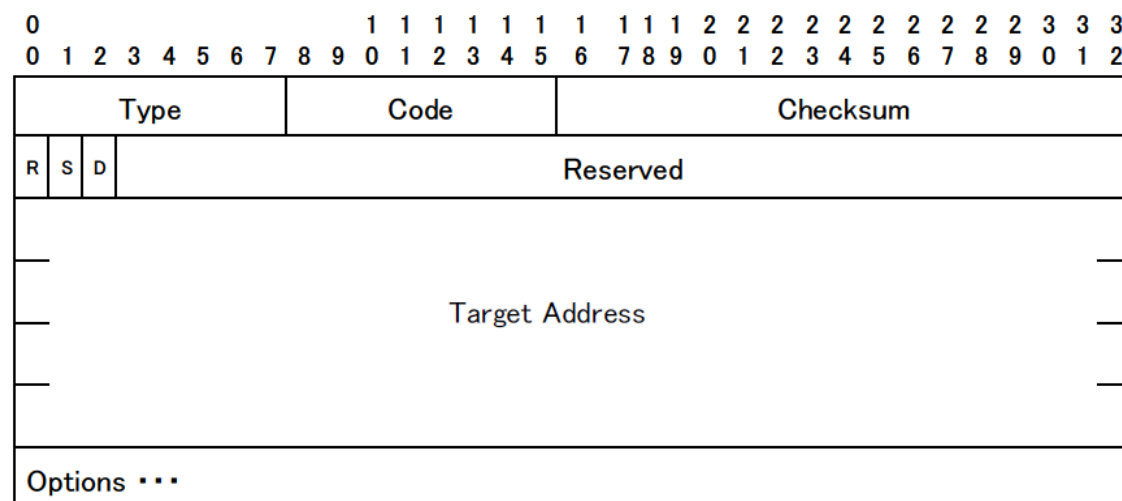


図 4-4 近隣広告メッセージフォーマット

#### 4.2.2.1 NS/NA Proxy 機能

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは ICMPv6 ヘッダ内のタイプコードが 135 近隣要請 (Neighbor solicitation)、136 近隣広告 (Neighbor advertisement) のパケットを受信時に、ICMPv6 ヘッダの Options フィールド内にある、Link-Layer Address フィールドを送信インタフェースの MAC アドレスに変更します。

#### 4.2.2.2 NS/NA IPv6 アドレス変換機能

IPv6 トンネル対応アダプタは Proxy 処理条件に一致したパケットについて、『4.2.1 IPv6 アドレス変換機能』と同様に、送信元 IPv6 アドレスおよび送信先 IPv6 アドレスを変換します。ただし、IPv6 アドレスがリンクローカルアドレスの場合は変換する必要がありません。

このとき、送信先 IP アドレスが全ノードマルチキャストアドレス (FF02::1)、要請ノードマルチキャストアドレス (FF02::1:FFxx:xxxx) のパケットについても適切に送信元 IP アドレスを変換処理する必要があります。

#### 4.2.2.3 ターゲットアドレス変換機能

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは、ND Proxy 対象となったパケットの IP ヘッダが NAT 変換されるため、ICMPv6 ヘッダ内の Target Address フィールドも変更する必要があります。Target Address の変換条件は、『4.2.2.2 NS/NA IPv6 アドレス変換機能』の変換条件と同様です。

### 4.2.3 ND-Proxy 動作例

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下のネットワークから受信した場合の ND Proxy 動作例を「表 4-2 インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下のネットワークから受信した場合の動作例」に示します。

また、NGN から取得したネットワークから受信した場合の ND Proxy 動作例を「表 4-3 NGN から取得したネットワークから受信した場合の動作例」に示します。

表 4-2 インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプター配下のネットワークから受信した場合の動作例

| type code | 送信元 IP アドレス  | 送信先 IP アドレス      | IPv6 アドレス変換                    | ターゲットアドレス変換     |
|-----------|--------------|------------------|--------------------------------|-----------------|
| 135       | 未指定アドレス (::) | 要請ノードマルチキャストアドレス | 送信先 IP アドレス変換                  | ○ (グローバルスコープのみ) |
|           | ユニキャストアドレス   | ユニキャストアドレス       | 送信元 IP アドレス変換<br>(グローバルスコープのみ) | ×               |
| 136       | ユニキャストアドレス   | 全ノードマルチキャストアドレス  | 送信元 IP アドレス変換<br>(グローバルスコープのみ) | ○ (グローバルスコープのみ) |
|           | ユニキャストアドレス   | ユニキャストアドレス       | 送信元 IP アドレス変換<br>(グローバルスコープのみ) | ○ (グローバルスコープのみ) |

表 4-3 NGN から取得したネットワークから受信した場合の動作例

| type code | 送信元 IP アドレス  | 送信先 IP アドレス      | IPv6 アドレス変換                    | ターゲットアドレス変換     |
|-----------|--------------|------------------|--------------------------------|-----------------|
| 135       | 未指定アドレス (::) | 要請ノードマルチキャストアドレス | 送信先 IP アドレス変換                  | ○ (グローバルスコープのみ) |
|           | ユニキャストアドレス   | 要請ノードマルチキャストアドレス | 送信先 IP アドレス変換                  | ○ (グローバルスコープのみ) |
|           | ユニキャストアドレス   | ユニキャストアドレス       | 送信先 IP アドレス変換<br>(グローバルスコープのみ) | ○ (グローバルスコープのみ) |
| 136       | ユニキャストアドレス   | 全ノードマルチキャストアドレス  | ×                              | ○ (グローバルスコープのみ) |
|           | ユニキャストアドレス   | ユニキャストアドレス       | 送信先 IP アドレス変換<br>(グローバルスコープのみ) | ×               |

## 4.2.4 IPv6NAT 機能のシーケンス例

IPv6NAT 機能のシーケンス例を「図 4-5 IPv6NAT 機能のシーケンス」に示します。

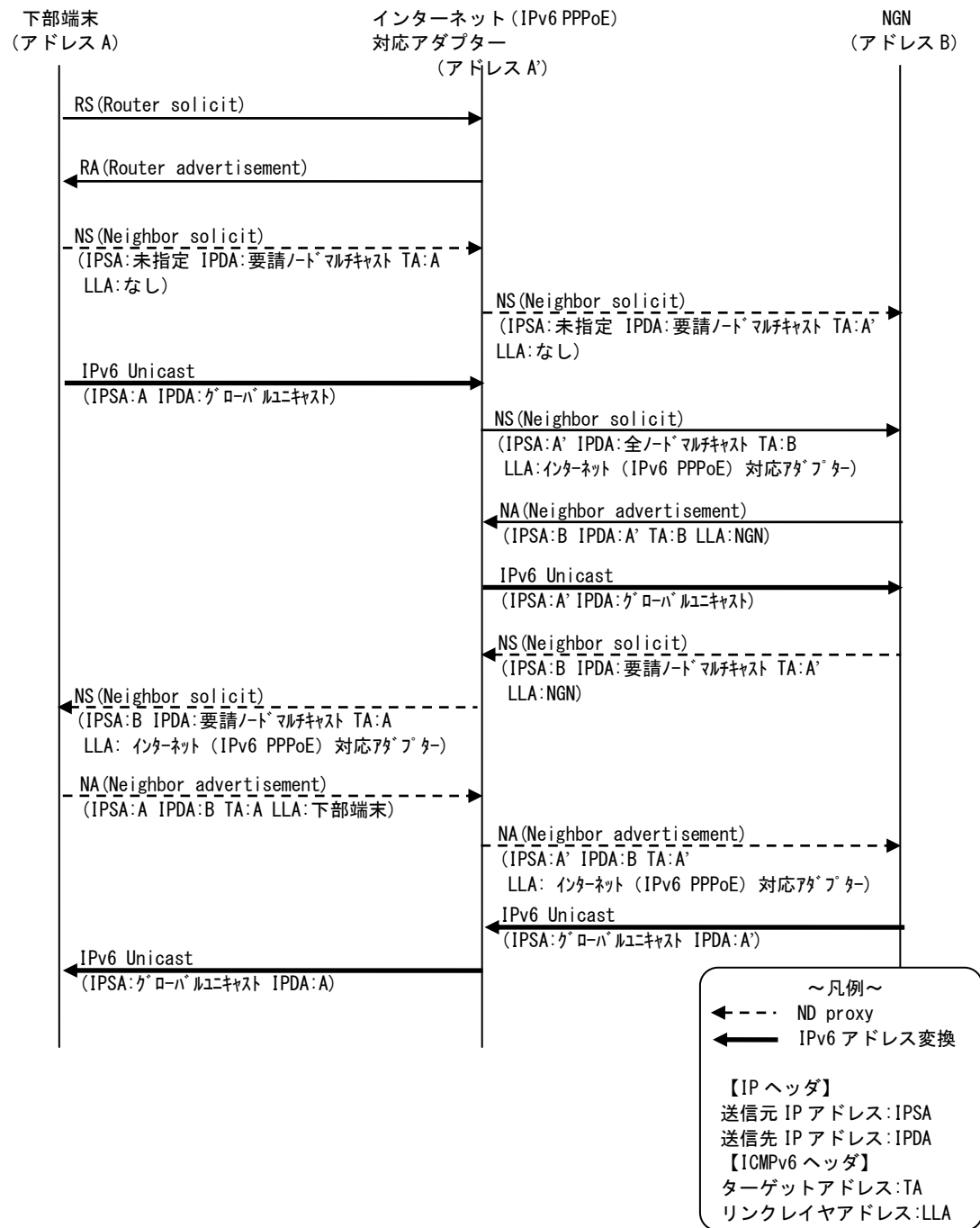


図 4-5 IPv6NAT 機能のシーケンス

### 4.3 経路振り分け機能

経路振り分け機能とは、予め情報として提供される経路情報に加え、特定の通信相手に対する転送先を設定する機能です。本機能を適用する通信としては、ネイティブ方式ユーザとの通信が該当します。

#### 4.3.1 経路振り分け機能の動作例（ネイティブ方式ユーザとの通信）

経路振り分け機能を用いることで、ネイティブ方式ユーザの IPv6 アドレスに対するパケットの転送先を PPPoE 用インタフェースとするか、IPv6 用インタフェースとするかを制御することを可能とします。具体的には、ネイティブ方式ユーザの IPv6 アドレスを ISP 接続用の IPv6 アドレスとみなした場合、パケットの転送先を PPPoE 用インタフェースとし、NGN 接続用の IPv6 アドレスとみなした場合は、転送先を IPv6 用インタフェースとし、かつ IPv6 アドレス変換機能により送信元 IPv6 アドレスを変換します。

それぞれの概要図を「図 4-6 ネイティブ方式ユーザの IPv6 アドレスを ISP 接続用の IPv6 アドレスとみなした場合」、「図 4-7 ネイティブ方式ユーザの IPv6 アドレスを NGN 接続用の IPv6 アドレスとみなした場合」に示します。

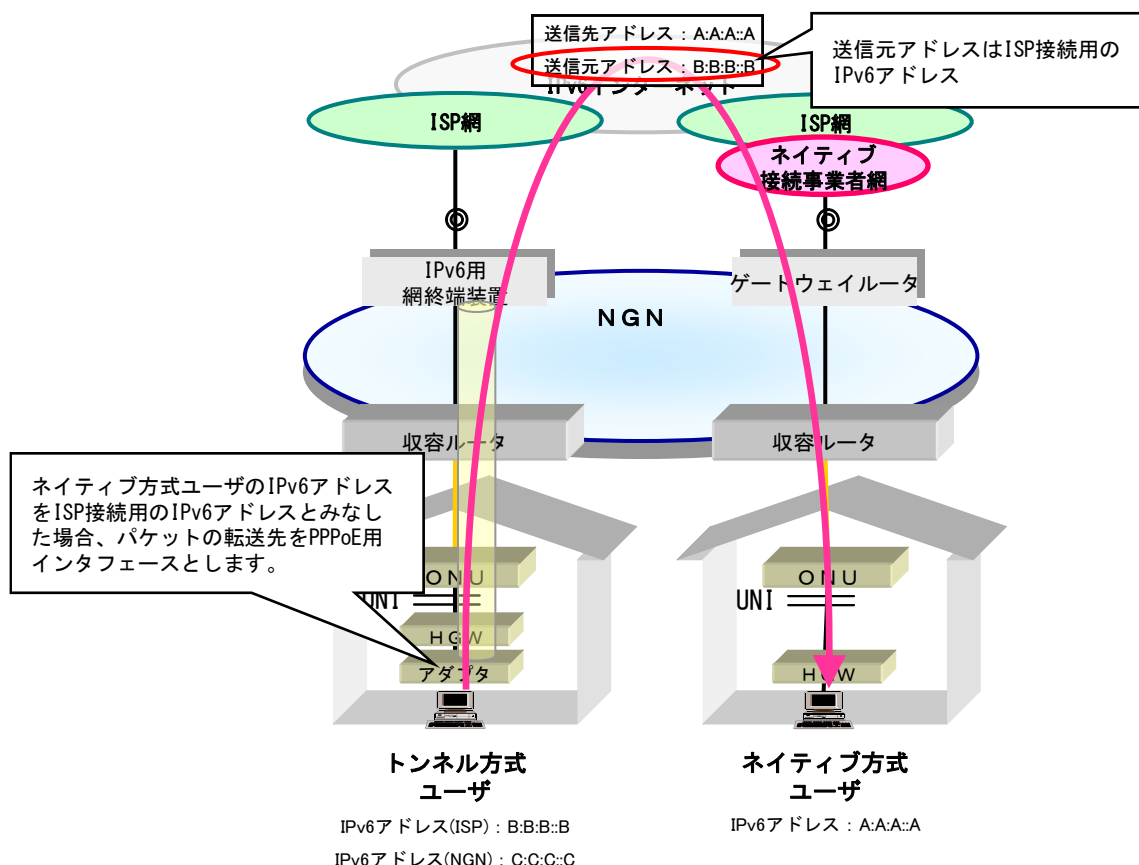


図 4-6 ネイティブ方式ユーザの IPv6 アドレスを ISP 接続用の IPv6 アドレスとみなした場合

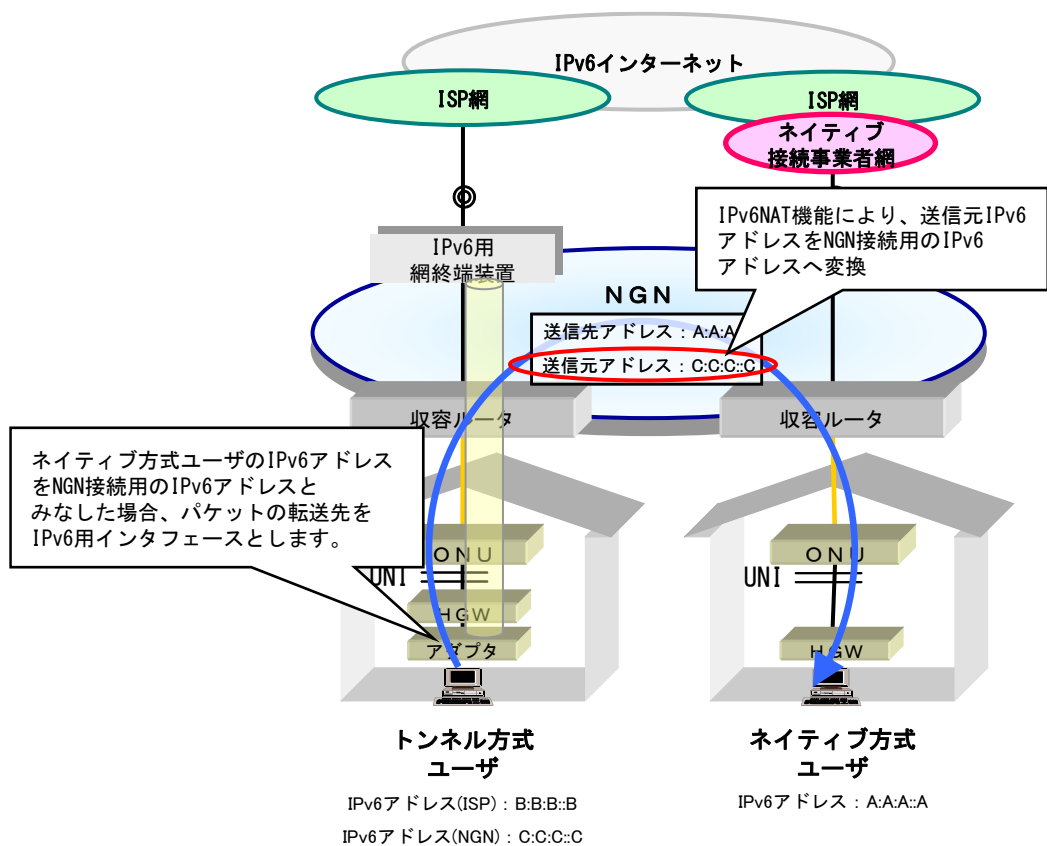


図 4-7 ネイティブ方式ユーザの IPv6 アドレスを NGN 接続用の IPv6 アドレスとみなした場合

### 4.3.2 ネイティブ方式ユーザと通信時の留意事項

#### ①ネイティブ方式ユーザの IPv6 アドレスを ISP 接続用の IPv6 アドレスとみなした場合

ネイティブ方式ユーザとの通信はすべて PPPoE 用インタフェース経由となるため、ネイティブ方式ユーザとの通信において、最短経路が選択できなくなります。

回避策としては、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは、ユーザが任意のアプリケーションに対して転送先を設定するポートフォワーディング機能を具備することが望まれます。ポートフォワーディング機能の設定項目例を「表 4-4 ポートフォワーディング機能の設定項目（例）」に示します。

表 4-1 ポートフォワーディング機能の設定項目（例）

| 項番 | 設定項目例                   |
|----|-------------------------|
| 1  | 送信元 IPv6 アドレス（prefix 長） |
| 2  | 送信先 IPv6 アドレス（prefix 長） |
| 3  | 送信元ポート番号（範囲指定）          |
| 4  | 送信先ポート番号（範囲指定）          |
| 5  | プロトコル（TCP/UDP/any）      |
| 6  | 経路先のインタフェース（PPPoE/IPv6） |

#### ②ネイティブ方式ユーザの IPv6 アドレスを NGN 接続用の IPv6 アドレスとみなした場合

ネイティブ方式との通信はすべて IPv6 用インタフェース経由となるため、ネイティブ方式ユーザがトンネル方式ユーザの ISP 接続用の ISP アドレス宛てに送信されたパケットに対する応答時に、パケットが IPv6 用インタフェースに転送され、IPv6 アドレス変換機能により IPv6 アドレスが変換され、通信が成立しなくなる可能性があります。

回避策として、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターは、ネイティブ方式ユーザから受信したパケットが PPPoE 用インタフェース、IPv6 用インタフェースのどちらから到達したかを記憶し、応答時に受信したインタフェース経由にパケットを送信する必要があります。

その他に、NGN からインターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターに割り当てられる IPv6 prefix の種類により、ネイティブ方式ユーザと通信するときに選択する経路を自動判別する機能を具備することが望まれます（インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプターに割り当てられる IPv6 prefix の種類が、網内折り返し通信機能未利用者の IPv6 prefix の場合、「PPPoE 用インタフェース」を経路として設定、網内折り返し通信機能利用者の IPv6 prefix、またはネイティブ方式利用者用の IPv6 prefix の場合、「IPv6 用インタフェース」を経路として設定）。

## 4.4 DNS-Proxy

NGN の DNS サーバ、ISP の DNS サーバへアドレス解決を要求できるよう、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプタは DNS-Proxy 機能（RFC5625）を具備する必要があります。

NGN の DNS サーバ、ISP の DNS サーバのどちらに転送するかは、ドメイン検索リスト（詳細は『3.2.3 NGN への DHCPv6 Information Request の送信』を参照してください）に基づき判定します。なお、ドメイン検索リストが未取得の場合、全てのクエリを ISP の DNS サーバへ転送します。

DNS-Proxy の動作を「表 4-5 DNS-Proxy の動作」、処理フローについて「図 4-8 DNS-Proxy 機能の処理対象クエリに対する処理フロー」に示します。

表 4-2 DNS-Proxy の動作

| IPv6 トンネル対応アダプタが受信したクエリの属性 | 内容                       |
|----------------------------|--------------------------|
| ドメイン検索リストに合致する             | NGN の DNS サーバへ解決要求を実施する。 |
| ドメイン検索リストに合致しない            | ISP の DNS サーバへ解決要求を実施する。 |

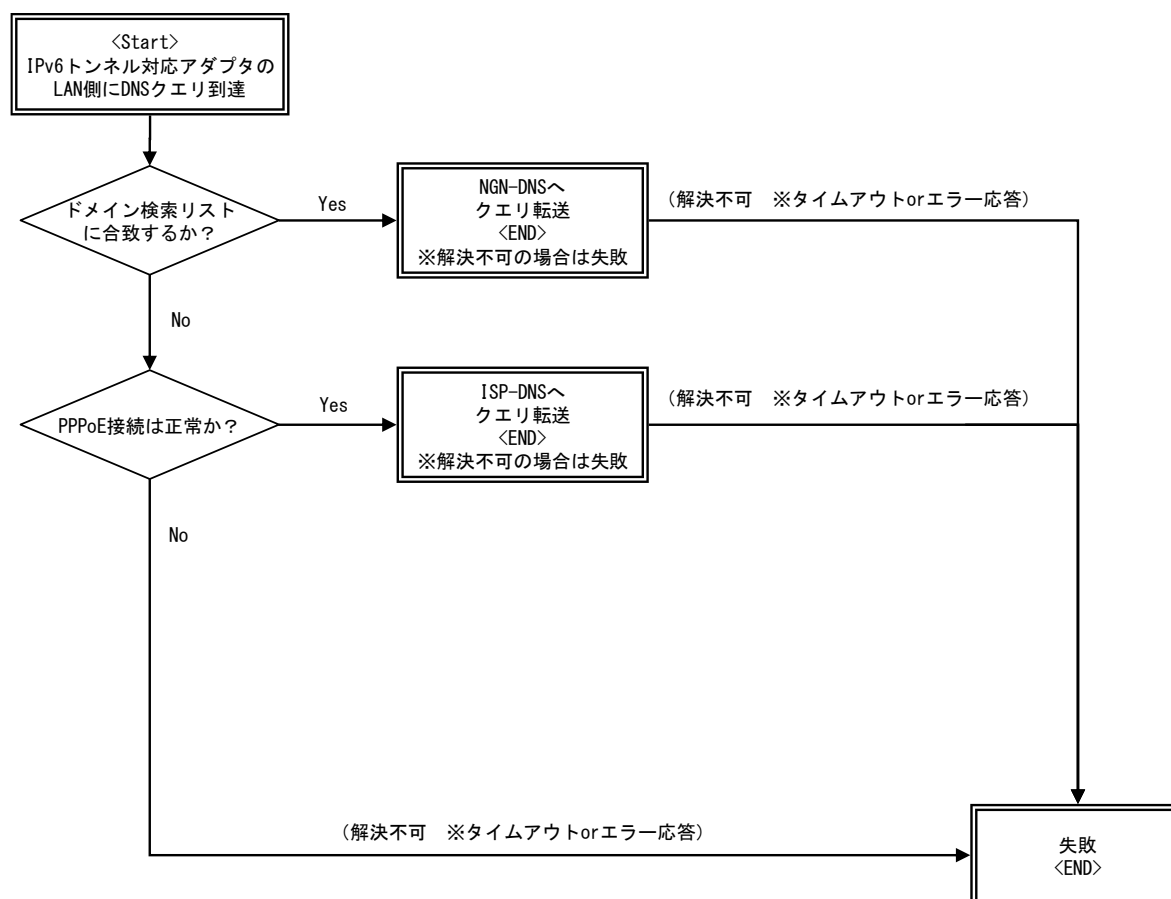


図 4-8 DNS-Proxy 機能の処理対象クエリに対する処理フロー

## 5. その他の機能

### 5.1 IPv6 トンネル対応アダプタへ実装するその他の機能

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプタの利便性向上、およびインターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプタ配下の端末で NTT 東西が提供するサービスを利用できるよう、以下の機能を具備することが望まれます。

#### 5.1.1 マルチキャスト通信への対応

インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプタ配下に接続された端末で NGN から送出されるマルチキャストパケットを受信可能とするため、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプタは、NGN に対して MLD ホストとして動作し、インターネット（IPv6 PPPoE）対応アダプタ配下に対して MLD ルータとして動作する MLD Proxy 機能（RFC4605）を具備します。なお、NGN では MLDv2 のみ対応となります。上記以外の機能等は、技術参考資料 IP 通信網サービスのインタフェース（NTT 東日本「IP 通信網サービスのインタフェース 第三分冊」、NTT 西日本「IP 通信網サービスのインタフェース — フレッツシリーズ — <光クロス、光ネクスト、光ライト編>」）を参照してください。

### 5.2 SIP を利用した IPv6 インタラクティブ通信

NTT 東日本、および NTT 西日本で提供中、または今後提供予定の IPv6 通信を利用したサービスに関して、SIP を利用した IPv6 インタラクティブ通信については、本ガイドラインの適用外とします。

## 6. 問い合わせ先

本ガイドラインに記述されている内容に関するお問い合わせは、下記宛にお願いします。

### <問い合わせ先>

- ・ NTT 東日本 ビジネス開発本部

E-mail: ip-interface-ml@east.ntt.co.jp

- ・ NTT 西日本 ビジネスデザイン部

E-mail: flets-tech-hq-ml@west.ntt.co.jp