

MPLS-IX テスト項目

永見 健一 (ken.nagami@toshiba.co.jp)

石原 丈士 (jorge@isl.rdc.toshiba.co.jp)

中川 郁夫 (ikuo@intec.co.jp)

菊池 豊 (yu@kikuken.org)

江崎 浩 (hiroshi@wide.ad.jp)

0.03

目次

1	用語の定義	3
1.1	ルータの分類	3
2	テスト項目リスト	4
2.1	LDP の場合	4
2.2	RSVP の場合	5
3	LDP を用いた MPLS IX の試験項目	6
3.1	経路設定	8
3.2	LDP セッション	8
3.3	LSP 設定	8
3.4	BGP のピア確立	9
3.5	LSP でのデータ転送	9
3.6	MPLS TTL と IP TTL	9
3.7	LSP のフィルタ	10
3.8	Edge-Core 間リンク障害	10
3.9	IX エッジルータ- IX コアルータ間リンク障害	10
4	RSVP	10
4.1	LSP 設定	10
4.2	BGP のピア確立	11
4.3	LSP でのデータ転送	11
4.4	MPLS TTL と IP TTL	11
4.5	LSP のフィルタ	11
4.6	Edge-Core 間リンク障害	12
4.7	IX エッジルータ- IX コアルータ間リンク障害	12
5	パケット転送パフォーマンス測定試験	12
5.1	試験項目	13
5.2	IP 転送時のパフォーマンス測定	13
5.3	ラベル転送時のパフォーマンス測定	13
6	拡張機能試験	16
6.1	MIB 関係	16
6.2	ラベルスタック	16
6.3	冗長構成	16
6.4	優先制御	16
6.5	Inter Domain 関係のテスト	16

概要

このドキュメントは、MPLS-IXに必要な機能のテスト項目を記述する。

1 用語の定義

1.1 ルータの分類

MPLS-IX で使われるルータを以下の3つに分類する。図1にそれぞれのルータの役割を図示する。

- MPLS エッジルータ
- IX エッジルータ
- IX コアルータ

IX エッジルータおよび IX コアルータは、MPLS コアルータである。以下の章では、それぞれのテスト項目を列挙する。

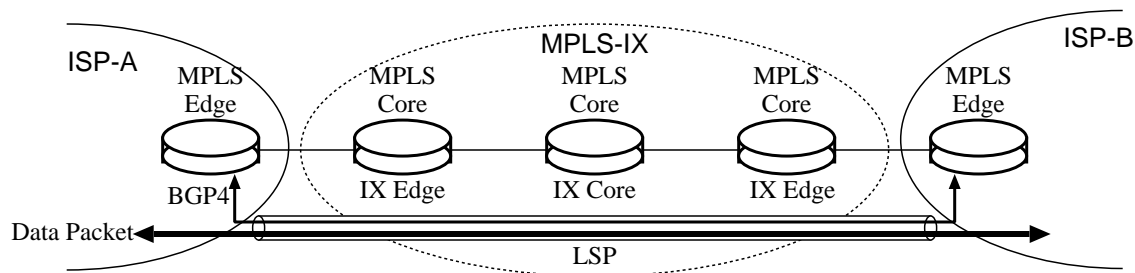


図 1: MPLS-IX

2 テスト項目リスト

リスト中の「 」は、テストする必要がある項目である。

2.1 LDP の場合

機能テストのみ。冗長性のテストはリストから除いてある。

項目	MPLS エッジ	MPLS コア	備考
LDP セッション確立 (Transport Address=インターフェイスアドレス) (Transport Address=ループバックアドレス)			
LDP RouterID をインターフェイスアドレスに設定			
OSPF 設定 (MPLS エッジルータのインターフェイスアドレス/32 を広告) (MPLS エッジルータのループバックアドレス/32 を広告)	- -		
LSP 設定 (FEC=MPLS エッジルータのインターフェイスアドレス) (FEC=MPLS エッジルータのループバックアドレス)			
LSP 設定 (PHP なし)			
Conservative Mode のルータからの LSP 設定			
Multihop BGP (Transport Address=インターフェイスアドレス) (Transport Address=ループバックアドレス)			
LSP でのデータ転送 (BGP4 パケットの転送) (BGP4 で受信した経路のパケット)			パケットダンプで確認
入口ルータで IP TTL を MPLS TTL にコピーしない		-	
出口ルータで MPLS TTL を IP TTL にコピーしない		-	PHP ありの場合は、コアルータで試験する必要あり
LSP フィルタ	-		
LSP MIB (トラフィック情報)			
LSP MIB (トラップ)			

2.2 RSVP の場合

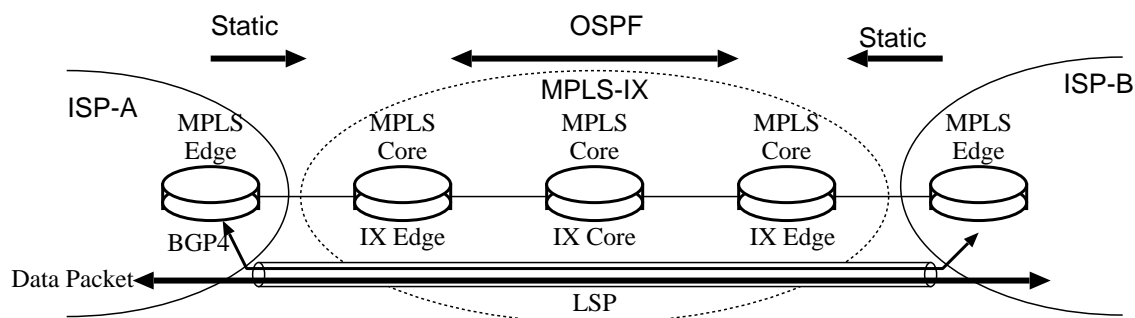
項目	MPLS エッジ	MPLS コア	備考
LSP 設定 (FEC=MPLS エッジルータのインターフェイスアドレス) (FEC=MPLS エッジルータのループバックアドレス)			
LSP 設定 (PHP なし)			
Multihop BGP (Transport Address=インターフェイスアドレス) (Transport Address=ループバックアドレス)			
LSP でのデータ転送 (BGP4 パケットの転送) (BGP4 で受信した経路のパケット)			パケットダンプで確認
入口ルータで IP TTL を MPLS TTL にコピーしない		-	
出口ルータで MPLS TTL を IP TTL にコピーしない		-	PHP ありの場合は、コア ルータで試験する必要あり
LSP フィルタ	-		
LSP MIB (トラフィック情報)			
LSP MIB (トラップ)			

3 LDP を用いた MPLS IX の試験項目

この章では、LDP を用いた場合の MPLS IX 実現のための試験項目を説明する。LDP を用いた MPLS IX の試験は、大きく分けて以下の 2 つの場合がある。

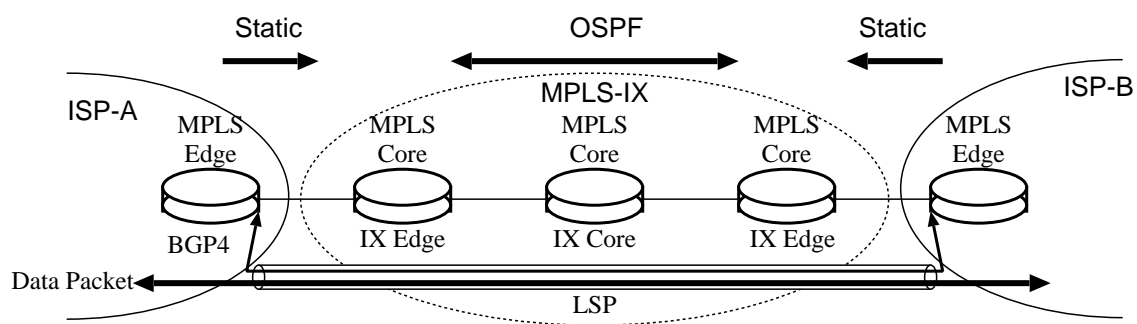
- BGP ピアのアドレスがインターフェイスアドレスの場合
- BGP ピアのアドレスがループバックアドレスの場合

図 2 および図 3 で、それぞれ BGP ピアノアドレスがループバックアドレスを使う場合とインターフェイスアドレスを使う場合のネットワーク構成を示す。



BGPはループバックアドレスでピア
LDPはループバックアドレスでピア
Staticは、ループバックアドレス宛(/32)を設定
MPLS Edge間は、IPTTLが1で届く

図 2: LDP テスト (ループバックアドレス)



BGPはインターフェイスアドレスでピア
 LDPはインターフェイスアドレスでピア
 Staticは、インターフェイスアドレス宛(/32)を設定
 MPLS Edge間は、IPTTLが1で届く

図 3: LDP テスト (インターフェイスアドレス)

3.1 経路設定

まず始めに、ISP エッジルータ、IX エッジルータ、IX コアルータで IP 経路の設定ができることを確認する。基本的には普通のルータの動作であるので、問題ないと思われるが、BGP ピアをインターフェイスアドレスとするときの IX エッジルータの経路設定は、通常の設定と異なるので、この部分を注意する。

- IX エッジルータおよび IX コアルータ間は、OSPF を動作させる。
- ISP エッジルータには、BGP ピアへのスタティック経路 (/32) を設定する
BGP ピアをループバックアドレスで設定する場合は、ループバックアドレスのスタティック経路を設定し、BGP ピアをインターフェイスアドレスで設定する場合は、インターフェイスアドレスのスタティック経路を設定する。
- IX エッジルータでは、ISP エッジルータ宛ての/32 の経路を OSPF に注入する。BGP ピアをループバックアドレスで設定する場合は、ループバックアドレスのスタティック経路を設定し、BGP ピアをインターフェイスアドレスで設定する場合は、インターフェイスアドレスのスタティック経路を設定する。

3.2 LDP セッション

以下の項目の設定を行い、LDP セッションが確立されることを確認する。

1. LDP セッションのトランスポートアドレスをインターフェイスアドレスとする。
HELLO メッセージの Transport Address TLV でインターフェイスアドレスを指定するか、HELLO メッセージの送信アドレスをインターフェイスアドレスにして Transport Address TLV をつけない設定にする。
2. LDP セッションのトランスポートアドレスをループバックアドレスとする。
HELLO メッセージの Transport Address TLV でループバックアドレスを指定するか、HELLO メッセージの送信アドレスをループバックアドレスにして Transport Address TLV をつけない設定にする。
3. Transport Address の比較により、Passive/Active の役割が変わるので、両方試験する。具体的には、インターフェイスアドレスを付け変える。
4. LDP RouterID をループバックアドレスとする。
5. LDP RouterID をインターフェイスアドレスとする。

3.3 LSP 設定

MPLS エッジルータ間に以下の LSP が設定できることをテストする。

1. FEC を MPLS エッジルータのインターフェイスアドレスとする LSP
2. FEC を MPLS エッジルータのループバックアドレスとする LSP

3. PHP (Implicit Null ラベル) を使わない LSP

LDP Conservative Mode のルータを用いる場合は、Conservative Mode のルータから label request を送出し、相手ルータが label mapping を返してくれるか確認する。

3.4 BGP のピア確立

Multihop BGP を用いて、ピア先 Edge ルータと BGP にて経路情報を交換する。TTL は 1 (TTL=1 ができない場合はできるだけ小さな TTL) で出す。TTL=1 の理由は、LSP が切断されたときに BGP により経路情報交換ができないようにするため。これを実現することにより、データを流す LSP が切れたときには、経路情報交換もできなくなるため、データパケットが長い時間廃棄されることがなくなる。ただし、以下の MPLS TTL と IP TTL の項の設定ができない場合は、BGP の IP TTL を大きな値 (例えば、255) などを設定してテストする。

1. BGP ピアアドレスを Interface アドレスとして、ピア先 Edge ルータと BGP ピアを確立できることを確認
2. 上記設定で BGP 経路情報を交換できることを確認。
3. BGP ピアアドレスをループバックアドレスとして、ピア先 Edge ルータと BGP ピアを確立できることを確認
4. 上記設定で BGP 経路情報を交換できることを確認。

3.5 LSP でのデータ転送

LSP でパケットが転送されることをパケットダンプを持ちて確認する。確認項目は、以下。

1. BGP4 で受信した経路情報にマッチするデータパケットを LSP で転送できることを確認。
2. BGP4 のパケットが LSP で転送できることを確認。

3.6 MPLS TTL と IP TTL

LSP の入口ルータと出口ルータで以下の設定を行い動作を確認する。動作確認は、パケットダンプを用いて入口ルータは、MPLS エッジルータルータ。出口ルータは、PHP ありの場合は、MPLS エッジルータの 1 段前段の MPLS コアルータ。PHP なしの場合は、MPLS エッジルータ。

1. 入口ルータで IP TTL を MPLS TTL にコピーしない設定ができること。MPLS TTL は、設定可能か、最大値 (255) を使うことができること。パケットキャプチャして IP TTL および MPLS TTL を確認すること。
2. 出口ルータで MPLS TTL を IP TTL にコピーしない設定ができること。パケットキャプチャして IP TTL および MPLS TTL を確認すること。

3.7 LSP のフィルタ

IX エッジルータにおいて、LSP のフィルタが設定でき、動作することを確認する。BGP peer 宛ての LSP のみ設定できるように設定する。

3.8 Edge-Core 間リンク障害

1. Edge-Core 間のリンクを切断し、設定されていた LSP が消えることを確認。リンク切断した、MPLS エッジルータと BGP ピアとして設定してある MPLS エッジルータの両方で確認する。
2. Edge-Core 間のリンクを切断し、LDP セッションが切れることを確認

3.9 IX エッジルータ- IX コアルータ間リンク障害

IX エッジルータと IX コアルータの間のリンクに冗長性を持たせる構成において、IX エッジルータと IX コアルータの間のリンクを切断する。この時に、迂回経路で通信できるか確認する。

4 RSVP

RSVP のテスト項目を列挙する。基本的に LDP でのテスト項目と同じ。各ルータの設定は、以下の通り。

- IX エッジルータおよび IX コアルータ間は、OSPF を動作させる
- ISP エッジルータには、BGP Peer への Static 経路を設定
LSP をループバックアドレスで設定する場合は、ループバックアドレスの Static 経路を設定し、LSP をインターフェイスアドレスで設定する場合は、インターフェイスアドレスの Static 経路を設定する。
- IX エッジルータでは、ISP エッジルータ宛ての経路を OSPF に注入する。LSP をループバックアドレスで設定する場合は、ループバックアドレスの Static 経路を設定し、LSP をインターフェイスアドレスで設定する場合は、インターフェイスアドレスの Static 経路を設定する。

4.1 LSP 設定

Edge ルータ間に以下の LSP が設定できることをテストする。

1. FEC を Edge ルータの Interface アドレスとする LSP
2. FEC を Edge ルータのループバックアドレスとする LSP
3. PHP (Implicit Null ラベル) を使わない LSP

4.2 BGP のピア確立

Multihop BGP を用いて、ピア先 Edge ルータと BGP にて経路情報を交換する。TTL は 1 (TTL=1 ができない場合はできるだけ小さな TTL) で出す。TTL=1 の理由は、LSP が切断されたときに BGP により経路情報交換ができないようにするため。これを実現することにより、データを流す LSP が切れたときには、経路情報交換もできなくなるため、データパケットが長い時間廃棄されることがなくなる。ただし、以下の MPLS TTL と IP TTL の項の設定ができない場合は、BGP の IP TTL を大きな値 (例えば、255) などを設定してテストする。

1. BGP ピアアドレスを Interface アドレスとして、ピア先 Edge ルータと BGP ピアを確立できることを確認
2. 上記設定で BGP 経路情報を交換できることを確認。
3. BGP ピアアドレスをループバックアドレスとして、ピア先 Edge ルータと BGP ピアを確立できることを確認
4. 上記設定で BGP 経路情報を交換できることを確認。

4.3 LSP でのデータ転送

LSP でパケットが転送されることを確認する。確認項目は、以下。

1. BGP4 で受信した経路情報にマッチするデータパケットを LSP で転送できることを確認。
2. BGP4 のパケットが LSP で転送できることを確認。

4.4 MPLS TTL と IP TTL

LSP の入口ルータと出口ルータで以下の設定を行い動作を確認する。入口ルータは、MPLS エッジルータルータ。出口ルータは、PHP ありの場合は、MPLS エッジルータの 1 段前段の MPLS コアルータ。PHP なしの場合は、MPLS エッジルータ。

1. 入口ルータで IP TTL を MPLS TTL にコピーしない設定ができること。MPLS TTL は、設定可能か、最大値 (255) を使うことができること。パケットキャプチャして IP TTL および MPLS TTL を確認すること。
2. 出口ルータで MPLS TTL を IP TTL にコピーしない設定ができること。パケットキャプチャして IP TTL および MPLS TTL を確認すること。

4.5 LSP のフィルタ

IX エッジルータにおいて、LSP のフィルタが設定でき、動作することを確認する。BGP peer 宛ての LSP のみ設定できるように設定する。

4.6 Edge-Core間リンク障害

1. Edge-Core間のリンクを切断し、設定されていた LSP が消えることを確認。リンク切断した、MPLS エッジルータと BGP ピアとして設定してある MPLS エッジルータの両方で確認する。

4.7 IX エッジルータ- IX コアルータ間リンク障害

IX エッジルータと IX コアルータの間のリンクに冗長性を持たせる構成において、IX エッジルータと IX コアルータの間のリンクを切断する。この時に、迂回経路で通信できるか確認する。

5 パケット転送パフォーマンス測定試験

この章では、ルータのパケット転送に関するパフォーマンス測定の試験方法をのべる。

5.1 試験項目

パフォーマンス測定は IP 転送とラベル転送に対して行い、転送速度 (bps, pps) と転送遅延を測定する。また、測定のタイミングは以下の条件に従って決定する。

1. パケットロスが発生しないこと
2. 測定対象の値が安定していること

IP 転送とラベル転送に共通の測定条件を以下に示す。

- 測定器と評価ルータの接続は、POS/GbE/ATM のいずれかとする。
- データパケットの宛先アドレスは 1000 通りとし、10.0.0.1, 10.0.1.1, 10.0.2.1, ... のように 1000 個の宛先アドレスを決定する。
- 測定中は IP パケットのサイズを固定する。
- 測定は IP パケットのサイズが 64 バイト、512 バイト、1500 バイトの 3 通りについて行う。

5.2 IP 転送時のパフォーマンス測定

図 4 の様に測定器と評価ルータを接続し、転送速度とパケット転送遅延を測定する。IP アドレスおよび AS 番号は、図中のものを使う。その他の条件を以下に示す。

- 評価ルータに持たせる経路数は 1,000、10,000、100,000、200,000、500,000 とする。
- 測定器から eBGP により経路を注入する。
- 経路を注入する eBGP セッションは 1 本とする。
- 注入する経路情報は、10.0.0.0/24, 10.0.1.0/24, 10.0.2.0/24, ... のようにサブネット長 24 の経路とする。
- データは、eBGP を受けていない I/F から eBGP を受けている I/F へ流す。

5.3 ラベル転送時のパフォーマンス測定

ラベル転送時のパフォーマンス測定は、評価ルータでラベルのプッシュ、スワップ、ポップを行い、それぞれの場合について転送速度 (bps, bpp) と転送遅延を測定する。測定は LDP を用いる場合と RSVP を用いる場合についてそれぞれ行う。

測定は図 5 の様に測定器と評価ルータを接続して行い、IP アドレスおよび AS 番号は、図中のものを使う。その他の条件を以下に示す。

- 1000 通りの宛先 IP アドレスは 1 つのラベルにマップする。

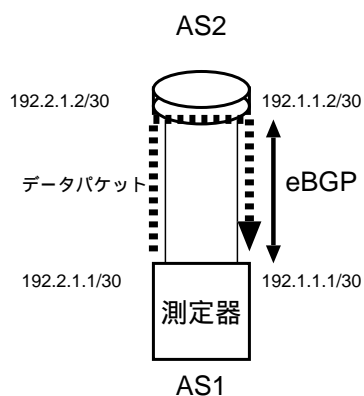


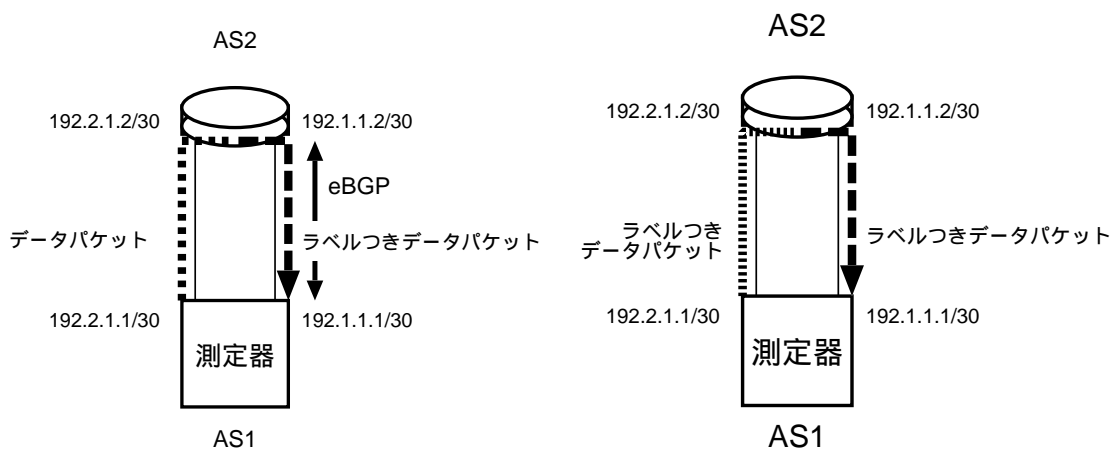
図 4: IP 転送時のパフォーマンス試験

- プッシュ動作測定時は測定器から eBGP により経路を注入する。
- プッシュ動作測定時はデータを eBGP を受けていない I/F から eBGP を受けている I/F へ流す。
- プッシュ動作測定時に注入する経路数は、1,000、10,000、100,000、200,000、500,000 とする。
- ラベル数が 1、10 の場合についてそれぞれ測定する。

ラベルプッシュ試験 ラベルプッシュ動作のパフォーマンス測定は図 5(a) のように、測定器から eBGP で経路を注入する。経路を注入していない I/F からデータパケット (IP パケット) を流し、経路を注入した I/F からラベルがついたパケットを出力させて測定を行う。

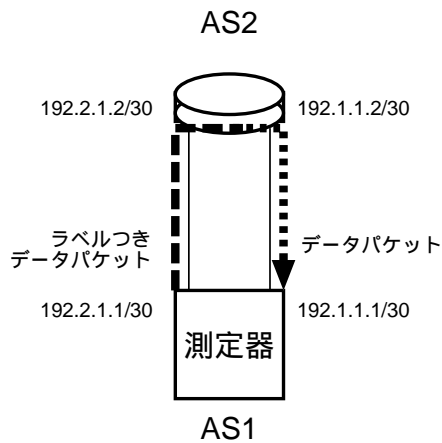
ラベルスワップ試験 ラベルスワップ動作のパフォーマンス測定は図 5(b) のように、一方の I/F からラベル付パケットを流し、他方の I/F から別のラベルがついたパケットを出力させて測定を行う。

ラベルポップ試験 ラベルスポップ動作のパフォーマンス測定は図 5(c) のように、一方の I/F からラベル付パケットを流し、他方の I/F からラベルが付いていないパケット (もしくは Implicit Null) を出力させて測定を行う。



(a) ラベルプッシュ試験

(b) ラベルスワップ試験



(c) ラベルポップ試験

図 5: ラベル転送時のパフォーマンス試験

6 拡張機能試験

6.1 MIB 関係

以下の情報が SNMP で取得できるか確認する。

1. LSP に流れるトラフィック情報
2. LSP の UP/DOWN でトラップをかけられること

6.2 ラベルスタック

IX エッジルータで以下のような 2 つのシグナリングプロトコルを用いたラベルスタックを使うことができるか確認する。これ以外のシグナリングを用いてラベルスタックを使うことができる場合は、どのシグナリングプロトコルを用いて実現できるかを確認する。

- LDP over LDP
- LDP over RSVP

6.3 冗長構成

TBD.

6.4 優先制御

TBD.

LSP 毎に帯域による優先制御ができるか確認すること。MPLS エッジルータは、シェーピング機能が働くか、IX エッジルータは、ポリシング/シェーピング/マーキング機能が働くか。

6.5 Inter Domain 関係のテスト

TBD.