

## 安定性を重視したマルチホーム接続について

1F-10

## - 経路の不安定性に関する一考察 -

上水流 由香

NTT ソフトウェア研究所

## 1 はじめに

現在、インターネット全体で約 25,000 の経路情報が約 400 の AS (Autonomous System) 間で交換されている<sup>1</sup>。AS 間の経路情報の交換には、経路のループの発生を回避し、AS 単位のポリシーを反映した経路制御が可能な BGP (Border Gateway Protocol)[1] が用いられている。BGP では経路情報の更新部分のみが交換されるため、経路の変動が少なければ交換される経路情報も抑えられる。しかし経路数や AS の増加に伴って、ある経路情報が頻繁に追加されたり削除されたりするといった、経路の不安定性が問題になっている。本論文では BGP における経路の変動 (追加、削除) を経路のフラップと呼ぶ。

一方、ISP の増加により複数のインターネットサービスプロバイダ (Internet Service Provider:ISP) を介してインターネットに接続するマルチホーム接続が増加している。1つのプロバイダのみを介してインターネットに接続するシングルホーム接続に比べ、マルチホーム接続ではインターネットへの接続経路が複数存在するため、1つのプロバイダへのみ接続する場合に比べて信頼性が増すと考えられている。しかし、ISP からの経路情報が上記のように頻繁にフラップする場合には、それに基づいて選択される経路が不安定になる可能性がある。

安定な経路制御によるマルチホーム接続を実現するため、経路のフラップの発生についての調査を行った。本論文では、その分析結果と考察について述べる。

## 2 経路のフラップによる問題

経路のフラップが頻繁に発生することにより、以下のような問題が発生する。

1. 経路情報の更新により、ルータの負荷やトラフィックが増加する
2. 経路制御が不安定になる
3. 障害管理が困難になる

1. の負荷の問題については、米国における ISP の相互接続ポイントである NAP (Network Access Point) の例が挙げられる。NAP では複数の ISP

Routing Control for Multihomed ASs - An Analysis of Route Flapping -

Software Engineering Laboratory, NTT Software Labs.  
3-9-11 Midori-cho, Musashino-city, Tokyo JAPAN

<sup>1</sup>1995年6月現在

間でインターネット全体の経路情報 (フルルート) を交換するためフラップの発生回数が多く、ルータ全体としての処理が十分に行われないうほど過負荷の状態になるという問題が発生している。実際にある NAP ではルーティングテーブルの更新が困難になる 30 ~ 50 回 / 秒程度のフラップが発生していると報告されている [2]。2. の経路制御については、例えばマルチホーム接続で複数の ISP から受け取る経路情報を用いて経路制御を行う場合に問題になる。つまり、頻繁にフラップする経路情報に基づく経路の選択は、ISP 間で頻繁に切り替わる可能性がある。3. は、障害の検知、特定が困難になるという問題である。例えば、エンド・エンドでの接続が不安定な場合に、その原因が経路のフラップにあるのか、障害の発生によるのか、という区別が難しい。また定常的にフラップする経路の存在によって、それ以外の障害の検知が困難になる。

## 3 経路のフラップの観測

実際のインターネットにおける経路の不安定性を調査するために、WIDE インターネットを介して国内の BGP の経路情報を受け、各経路の変動を記録し解析を行った。以下に結果を示す調査期間中は、国内の AS 間で交換された経路情報は約 2,500、AS の数は 23 であった<sup>2</sup>。以降では、経路が削除されたことを経路のダウン、経路が追加されたことを経路のアップと呼ぶ。またフラップの回数として、ダウンの回数を示す。つまり経路のアップとダウンの両方の状態変化は、フラップの回数の約 2 倍発生していることになる。

## 4 経路のフラップの特性

## 4.1 経路全体でのフラップの発生数

図 1 に、4 月から 7 月までの 1 日ごとの全経路あわせたアップとダウンの回数を、それぞれ点線と実線で示す。5 月下旬のフラップの回数は約 13,000 回であり、平均すると経路のフラップは約 9 回 / 分の頻度で起きていることになる。

## 4.2 フラップの発生頻度

フラップの発生頻度と経路数の関係を示す。表 1 は経路ごとの 1 日のフラップ回数の分布を、ある 1 週間の月曜から土曜までについて示したものである。

表 1 に示されるように、1 日にフラップが 101 回以上の経路は数ヶ所程度、11 ~ 100 回の経路

<sup>2</sup>1995年5月現在

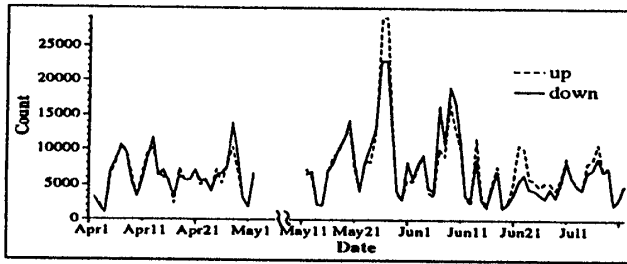


図 1: 経路全体のフラップの発生数 (4~7月)

表 1: フラップの回数と経路数

Flap 数	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
101 -	4	9	9	2	2	3
51-100	6	4	1	16	2	1
11- 50	105	35	117	186	169	86
1- 10	819	975	1066	1548	830	453

が 200ヶ所未満、1~10 回の経路が 400ヶ所以上になっている。1日に 50 回以上フラップする経路の割合は、全体のうちの 1%に満たない。つまりフラップの回数の多い経路は、全体の経路の一部である事が明らかになった。

4.3 マルチホーム接続と経路のフラップ

現在国内でマルチホーム接続を行っているネットワークのほとんどは、AS 番号を取得せずに IGP によって複数の AS から経路をアナウンスしている。そこでマルチホーム接続されている経路情報の AS パスの先頭は、時によって異なる AS 番号になる。これにより、各経路の AS パスの先頭 AS の変動から 5 月 1ヶ月間の経路を 3つのカテゴリに分類した。マルチホーム接続されている経路として、3つの AS に接続された経路が 28 経路、2つの AS に接続された経路が 137 経路であり、シングルホーム接続されている経路として 1つの AS のみ接続された経路が 2300 経路であった。

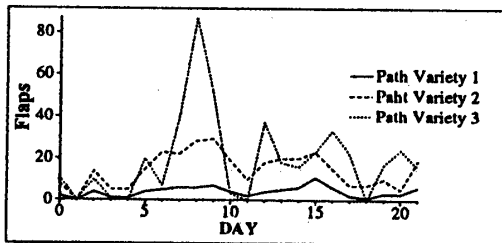


図 2: マルチホーム接続での経路変動

図 2は各カテゴリの 1日ごとの経路あたりのフラップの回数を示している。これより、2種類の点線で示されたマルチホーム接続されている経路の方が、実線で示されるシングルホーム接続されている経路よりもフラップの回数が多いという傾向が明らかになった。

4.4 経路のダウン時間

フラップの多い経路について、連続ダウン時間の分布についての解析を行った。図 3は 1ヶ月間の経路のフラップ回数の上位 200 経路について、経路の 1 回のダウン時間が 1~2分までは 15 秒単位で、それ以上は 2~10 分と 10 分以上に分け、各時間長のダウンの発生割合をパーセンテージで示している。図 3に示されるように、2分までの

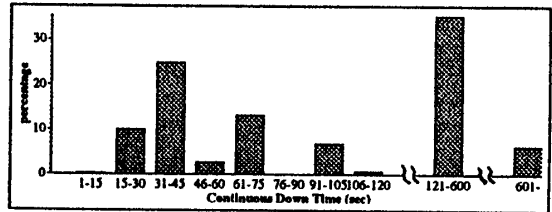


図 3: 経路のダウン時間 (15 秒おき)

ダウン時間は 16~45 秒、61~75 秒、91 秒~105 秒の、30 秒おきの時間帯に集中する傾向がある。この原因として、30 秒おきに経路情報を更新する RIP [3] や、BGP の経路更新の最小時間間隔のタイマ [1] などの影響が考えられる。またダウン時間が 10 分以内のものが全体の 90% 以上を占めることが分かった。このことにより、頻繁にフラップする経路の場合ダウン時間は約 10 分以内と考えることができる。

5 経路のフラップの特性のまとめ

国内経路の変動の解析からフラップの特性として 1) 頻繁にフラップする経路は全体の経路の一部であること、2) マルチホーム接続された経路は不安定な傾向があること、3) ダウン時間は 30 秒おきにピークがあること、4) フラップの多い経路のダウン時間は 10 分以内が 9 割を占めることが明らかになった。

6 おわりに

インターネット全体の経路情報は AS 間で BGP を用いて交換されているが、経路情報の頻繁な更新は、ルータの動作、安定した経路制御、ネットワークでの障害管理の面から問題である。本論文では、国内で交換されている経路の変動(フラップ)の分析を行いその特性を示した。安定した経路制御によるマルチホーム接続を実現するために、経路のフラップを抑制し、経路を安定化させる機構を現在検討中である。

参考文献

[1] Y. Rekhter, T. Li, "A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)", RFC1771, March, 1995.  
 [2] "NANOG Group February 1995 Meeting Notes", <http://www.merit.edu/routing.arbiter/NANOG/2.95.NANOG.notes/route-flapping.html>  
 [3] C. Hedrick, "Routing Information Protocol", RFC1058, Jun, 1988.