

新米エンジニアのための

初歩の

インターネット技術

《第13回「マルチホーム」のルーティング》

浅羽 登志也

asaba@ij.ad.jp

株式会社インターネットイニシアティブ

インターネットを導入してしばらくするとトラフィックが予想以上に増えて、既存の回線だけでは業務に支障が出てくる場合があります。このような場合の対処法としては、回線の容量を増やすことも考えられますが、今回は別の回線を導入する「マルチホーム」の考え方について解説することにします。

はじめに

「マルチホーム」と聞いて読者諸君はいったい何を思い浮かべられるのだろうか。「ホーム」から連想されるのはやはり「家」だろうか。「マルチ」というくらいだからそれが複数あるに違いない。つまり、「マルチホーム」を直訳すれば「複数の家」ということになる。ふーむ、なるほど...で、つまりどういうことなのだろう。

たとえば単身赴任しているお父さんは、赴任先の家と家族が住んでいる家とで「マルチホーム」といえるのだろうか。別荘を持っていたりするお金持ちも「マルチホーム」なのかもしれない。2号さんを困って(ふ、古い言葉だあ)いたりなんかするお父さんの場合は、「本宅」と「別宅」でこれまた「マルチホーム」しているというのだろうか。ううむ。そうすると、なんだか楽しそうにも聞こえてくるが、いずれの場合も3つも4つもマルチホームしていたりすると、その分お金もかかるし余分な気苦労も増えるに違いない。

さて、インターネットでマルチホームといえは何を指すかということ、複数のリンクでプロバイダーに接続されることをいうのが一般的である。ただでさえ高いインターネット接続を複数持ちたいと思う理由は、おそらく次のようなものであろう。

- ① 複数のリンクでインターネットに接続されることにより、1つのリンクに障害が発生しても、別経路でインターネット接続をバックアップできるようにしたい(冗長性の確保)
- ② 複数のリンクを目的に応じて使い分けたい(負荷分散)
- ③ いやあ、上からつなげって言われちゃって...(政治)

目を輝かせて「マルチホームしたいんですが、...」とおっしゃられる方々はたいがい上記③以外の理由でマルチホームを検討されているようである。上記③の場合であっても、実際に現場に下りてきた段階では、じゃあせっかくだからと、上の2つのいずれかを実現しようとするのが人情である。

さて、では「マルチホームしたいんですが」とつぶらな瞳で問いかけたときのプロバイダー側のエンジニアの反応は、いかがだっただろうか。「XXXnetさんとマルチホーム...ですか。...本当にやるんですか。あ、そうですか。えっと、うちとの接続の太さを倍にしたんでは駄目なんですか。ああ、それじゃ切れたとき困ると。まあ切れないとは言いませんけど、...そうですか...いやもちろんできないとは言いませんが...」というようなどうにも歯切れの悪い回答が返ってこなかっただろうか。

つまり、それほどマルチホームというのは難しいということなのである。少なくともユーザー側である程度明確なリンクの利用に関するポリシーを持っていただいでい

て、かつ、何が実現可能で何が不可能かをきちんと理解していただいていないことには、直接繋がるプロバイダー側だけではいかんともしがたいところがある。ユーザー側にしても、先の例と同様に、その分お金もかかるし余分な気苦労も増えるのである。したがって、やみくもにマルチホームと叫ぶのは、ただいたずらにエンジニアの白髪を増やすだけ、という結果にもなりかねない。これ以上イチローちゃんの白髪を増やしてもインターネット全体にとっては何の利益にもならないのである。

というわけで、今回はマルチホームについての話をしておこうと思う。

リンクが複数あることの難しさ

とはいえ、確かにインターネットとの接続が複数あると便利なこともある。ええと、あのリンクは混んでいるので、あそこを避けるためには、まずこのルーターにロケインしてから、その後あっちのホストに telnet すると、あそこの線を通るから、そ

っからftpするのがいちばん速いぞ、なんていうことをやったりする。

なんて話を聞かされると、「えっ?」と思う方も多に違いない。ルーティングプロトコルってそういうことを自動的にやってくれるんじゃないんですか...と。ふむ、なかなか正当な主張である。

確かにある程度のことはできるはずで、OSPF を使えば複数経路の中から最短経路を選んでくれるはずだし、深緑色のルーターを使えば、リンクの負荷とか太さとかを見ながら適度に複数リンクに負荷を分散してくれたりする。しかしこれはあくまで組織の中での話であって、複数のプロバイダーを跨いで海の向こうと通信をしたいような場合にはなかなかこうはいかない。経路の途中で経由するプロバイダーごとに内部の運用方針が違うし、経路の先の方でのプロバイダー同士の接続ポリシーなども違う。それらはある程度知ったうえでないと先のように裏道を抜けることは不可能なのである。

したがって、一概にあっちとこっちと繋いだからあとは適当によろしくやってよと言っても、そう簡単にはよろしくはならない。たとえば図1のように、組織Aから出ていくトラフィックは適度にリンク1とリンク2の間で分散されているが、帰りのトラフィックが、リンク1に集中してしまい、結局そこがボトルネックとなり、全体としてのパフォーマンスが得られなくなるというようなことが起こる。これではせっかくマルチホームをしたのに何も嬉しくないことになる。

賢明な読者諸君はすでにご存じかと思うが、インターネットのルーティングは片道ごとに行われるので、特定の相手との通信において経由する経路が必ずしも行きと帰りと同じになるとは限らないのである。行きのトラフィックはトラフィックを出す側である程度コントロールできるが、帰りのトラフィックに関しては、なかなかコントロ

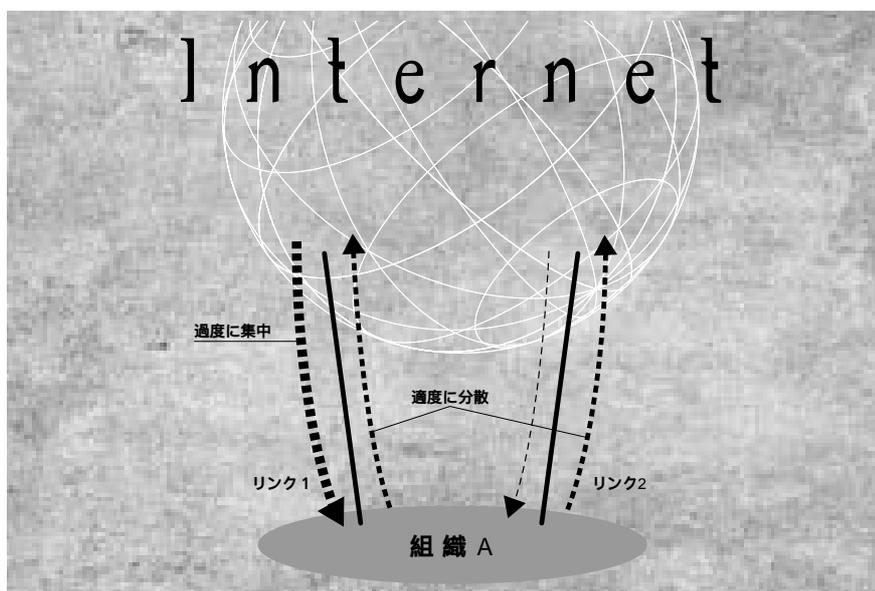


図1 非対称ルーティング
出ていくトラフィックは分散されるが、やってくるトラフィックの量に偏りが出る

ールすることが難しい。

さて、マルチホームとひとことで言っても大きく分けるとすれば2つ考えられる。

- 1つのプロバイダーとの間で複数のリンクを持つ
- 複数のプロバイダーとの間でリンクを持つ

またさらに、普通の組織がマルチホームする場合と、プロバイダーが他のプロバイダーにマルチホームする場合でも状況は若干異なってくる。次にいくつかの場合について例を挙げながら考えてみよう。

1つのプロバイダーとマルチホームする場合

一般的に言えば、1つのプロバイダーにマルチホームする場合は複数のプロバイダーにマルチホームする場合に比べると簡単なことが多い。複数の接続を持っているにせよ相手は1つなので、マルチホームした先のプロバイダーにその先はお任せよとできるからである。もちろんそうでもない場合もあり得るが、そこまで踏み込むと話がややこしいし長くなるので、ここでは考えないことにする。

さて、普通の組織が1つのプロバイダーにマルチホームする場合は、ほとんどの場合は先に挙げたマルチホームする理由の2番目の理由（負荷分散）ではないだろうか。これはたとえば1本目のリンクは本社が契約して繋いだリンクだが、でも、事業所がこれとは別にインターネット接続を持ち、そのリンクを専用で使いたいなどの理由が考えられる。また、それ以外にも、たとえば、東京で接続しているが、大阪でも接続を持って近い方のリンクを使いたいなどという理由も考えられる。前者の場合、図2のような例を考える。

さて、このような場合には何を考えないといけないだろうか。前提として組織Aは

プロバイダーAの持つCIDRブロックの中から全体で1つのアドレスプレフィックスの割り当てを受けているとする。組織内部ではそのアドレスプレフィックスを更に分割して各事業所で1つのサブプレフィックスが用いられているような運用をしているとする。たとえばプロバイダーAはCIDRブロック202.X.0.0/16の割り当てを受けていて、そのうち組織Aに対しては202.X.0.0/23を割り当てており、さらに事業所1では、202.X.0.0/25が使われているとする。また

組織A内部では全体が相互に接続可能なようにルーティングが行われているとする。

まずはリンク1とリンク2の使い分けであるが、先に書いたように、事業所1はリンク2を専有して使いたい。組織Aのその他の部署はすべてリンク1を利用する。

さて次に、ごく自然な発想として先に挙げたマルチホームをしたい理由①（冗長性の確保）との合わせ技となるのだが、リンク1とリンク2で障害時には相互にバックアップをしたいと考えるだろう。

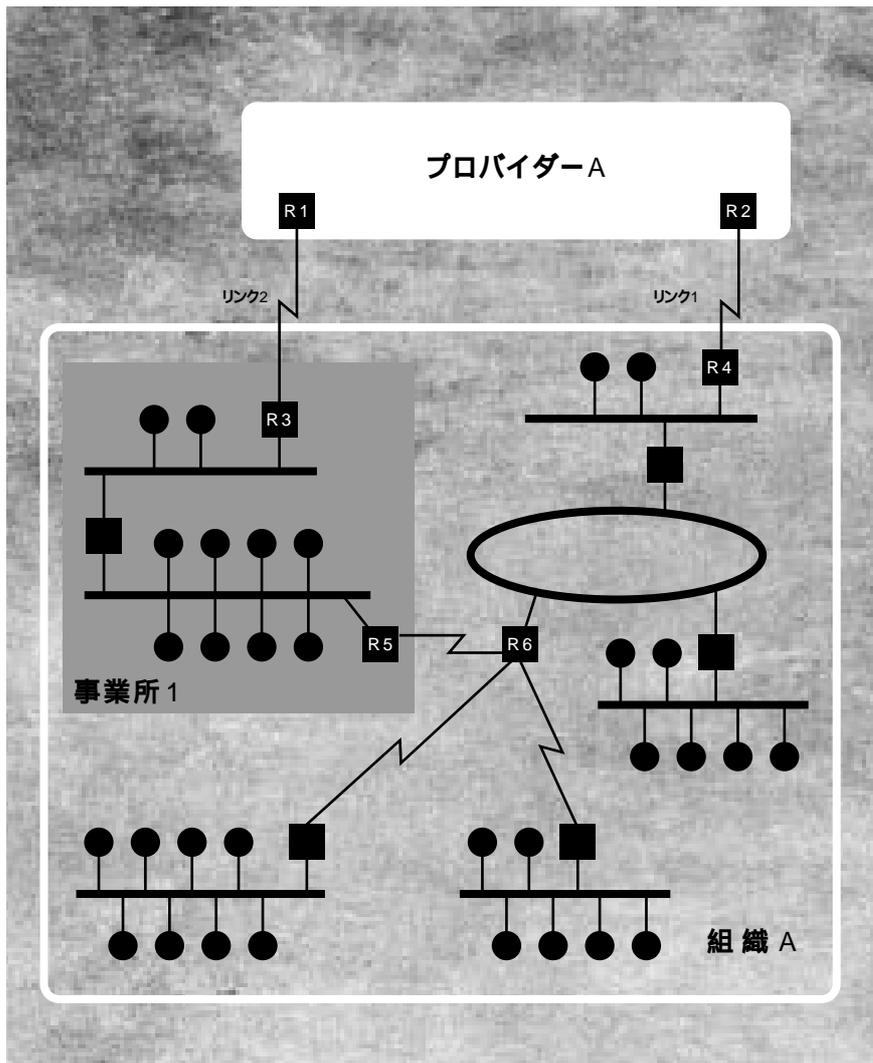


図2 1つのプロバイダーとのマルチホームの例1

このような場合、この要求の実現方法はプロバイダーの内部の運用方法に大きく依存するので一般的な話はできないが、あくまで例として次のような方法が考えられる。

まず外部に出るトラフィックであるが、これは簡単で、リンク1、リンク2ともに、プロバイダーAに向けてdefaultの経路を設定すればよい。この組織とプロバイダーとの間のルーティングの設定はstaticに行われることが多いだろう。また、組織A内部のルーティングとしては、ルーターR6とR5

でそれぞれが通常時はリンク1とリンク2に向かうdefault経路を持つようにたとえばOSPFのコストなどを設定する。

次に、プロバイダーA側から組織Aへのトラフィックであるが、リンク1には組織Aに割り当てられている全体のプレフィックスである202.X.0.0/23の経路を、また、リンク2には、事業所1で利用されているサブプレフィックス202.X.0.0/25の経路が向くように設定すればよいだろう。こうすればリンク1とリンク2がともに正常に動作して

いる場合には、求める要求を満たすことができる。注意すべき点は、リンク1からアナウンスされるプレフィックスは、リンク2からアナウンスされるプレフィックスを含むものではあるが、プロバイダーA内部では、もっとも長いマスクでマッチする経路が選択される(ベストマッチ)ので、うまくリンク1と2の使い分けが行われる(はずである)。

さて、これで終わりだろうか。いや、1つ忘れていた。リンク2が障害で切れてしまった場合には、事業所1はリンク1を利用して外部と通信できるが(もちろん組織A内部でそれが可能なようなルーティングがされていることが前提であるが)、リンク1が切れた場合には、このままだと事業所1しか外部と通信できない。つまり、リンク1が切れた場合にはリンク2に対して202.X.0.0/23の経路が向くような設定をしておかないといけないことになる。これはプロバイダーA側でどうルーティングを行っているかに依存する。

たとえばOSPFを使って内部のルーティングをしているような場合には、R2からR4に向けてメトリック100で、また、R1からR3に向けてメトリック200で202.X.0.0/23に対する経路を設定しておき、それぞれのメトリックをOSPFのType 2メトリックとし、Externalリンクとして内部にアナウンスする方法が考えられるだろう(図3)。

このほかにも、1つのプロバイダーとマルチホームをする場合はいくつかの例があるが、それらの話については別の機会に譲ることにする。

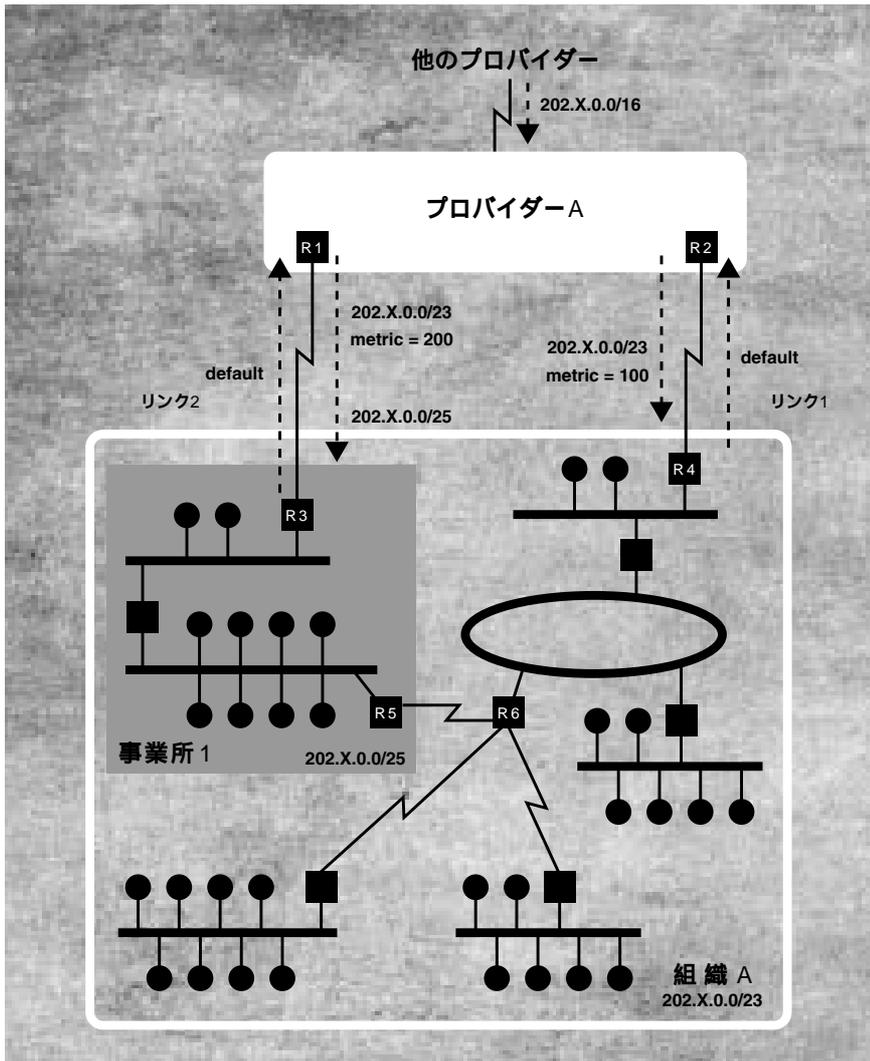


図3 1つのプロバイダーとのマルチホームの例2

複数のプロバイダーとの間でリンクを持つ場合

複数のプロバイダーと接続を持とうと思う場合には、複数のリンクの間でインターネット接続に冗長性を持たせたいという理由が多いのではないだろうか。もちろん、ある程度の負荷分散という目的もあるだろ

うが、1つのプロバイダーで何かトラブルがあってそのプロバイダー経由のインターネット接続が失われたような場合でも、その組織自身のインターネット接続は他のプロバイダー経由で維持できるようにしたいという、リスク分散的なニュアンスになるのではあるまいか。さらに、この場合には、3番目の政治的理由と言うか、純日本の「おつきあい」構造に起因するマルチホームというものも含まれているように思う。と

もかく、件数としては、先に見た1つのプロバイダーとマルチホームする場合よりもこちらの場合の方が圧倒的に多い。

さて、では複数のプロバイダーとマルチホームする場合には何を考えないといけないのだろうか。

図4に示すような例を考える。

組織Aは、リンク1でプロバイダーAと、リンク2でプロバイダーBとマルチホームしており、リンク1とリンク2の太さはそれぞれ

768Kbpsと1.5Mbpsとする。

この場合、組織Aの持つアドレスに対する経路情報は、組織A自身がAS番号を取得してBGP4を用いて外部にアナウンスする場合と、組織A自身はAS番号を持たない代わりに、プロバイダーAとプロバイダーBのそれぞれのASからBGP4でさらにその先にアナウンスする場合とがある。さて、では、図で組織Aと各プロバイダーとの間のトラフィックはそれぞれどちらのリンクを

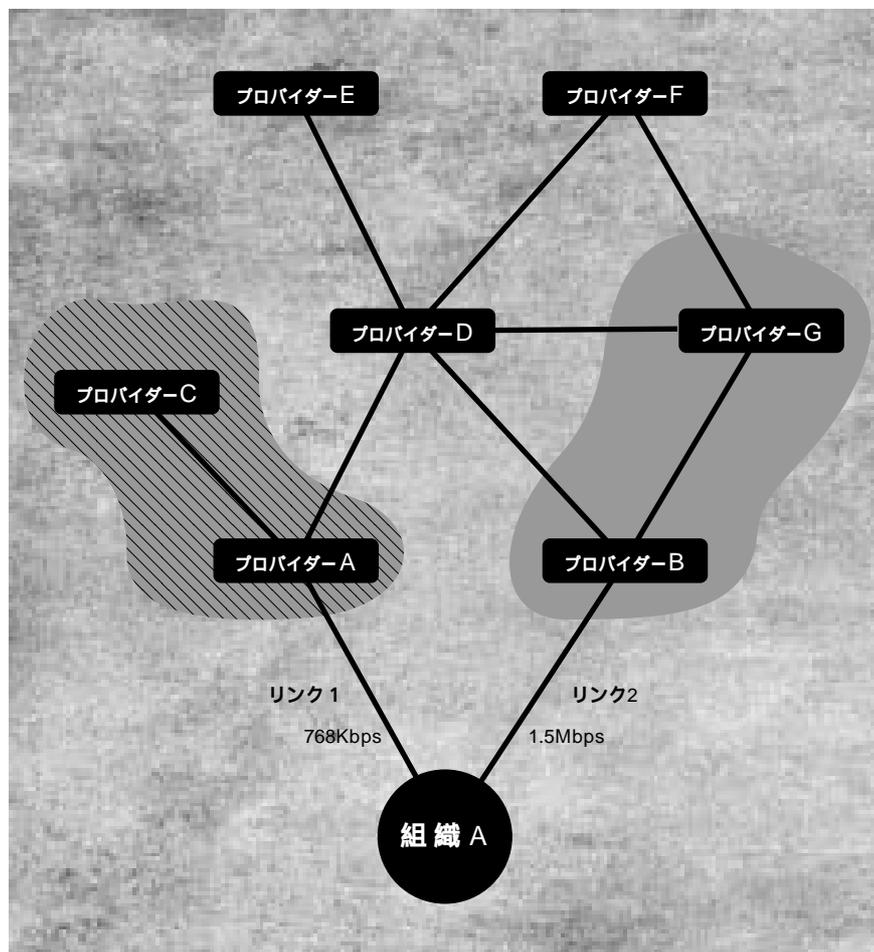


図4 複数のプロバイダーとのマルチホームの例

通るのだろうか。

通常のBGPの運用を行ったとした場合、プロバイダーAやプロバイダーCとの間ではリンク1が、プロバイダーBやプロバイダーGとの間ではリンク2が用いられるのが普通だろう。もちろんそうでない場合もあるが、あくまでほとんどBGP的になんの操作もしなければおそらくそうなる（ああ歯切れが悪い！）。ここで、リンク1を用いることがまあ確定しているグループを斜線で、リンク2を用いることがまあ確定しているグループを網かけで示す。

では、それ以外のプロバイダーD、プロバイダーE、プロバイダーFとはどちらのリンクを用いることになるのだろうか。

先にも書いたが、組織Aからこれらのプロバイダーに対して出て行くトラフィックは組織A側でコントロールすることも可能である。しかし、それに対して帰りのトラフィックをコントロールすることは、なかなかめんどくさい。かと言って、行きと帰りのトラフィックが通る経路が非対称な場合には、片一方のリンクの太さに抑えられて、期待したとおりのパフォーマンスが出なくなる。極端な場合、何かの間違いですべてのプロバイダーから組織Aに向かうトラフィックがみなリンク1に集中してしまった場合には、全体として、リンク1の容量である768Kbps以上のパフォーマンスは出なくなる。したがって、うまくリンクの使い分けを考えれば、帰りのトラフィックもある程度リンク1とリンク2とに振り分けてやる必要がある。

たとえばプロバイダーDの場合であるが、組織AからプロバイダーDまでは、どちらのリンク経由でも別のプロバイダーを1つ経由することになる。つまり、BGPで組織Aの経路情報がプロバイダーDに伝えられた場合、その経路に付加されるAS PATHの長さはどちらも1となる。このときプロバイダーDがどちらの経路を選択するかは、組

織Aであらかじめ自動的に知ることができない。組織A側でこれをコントロールしようと思った場合には、何らかの形でプロバイダーDと調整する必要が出てくるだろう。プロバイダーFの場合も同様で、プロバイダーFでは、2つの経路で、組織Aの経路情報をAS PATHの長さ2で受け取る。したがってこれも何らかの形でプロバイダーFと調整しないと、組織Aの持つどちらのリンクを用いることになるかは決められない。

ここで問題は、これらの経路選択が、接続した先のプロバイダーとだけ調整しても決められないという点である。現在のBGPの機構には上記のような離れた場所からの経路選択をコントロールする仕組みが存在しないので、必然的に各プロバイダーと調整して何らかの手作業でこれを行うしかないのである（前回軽く触れた、COMMUNITYを用いてこれを行う方法も提案されているが、すべてのプロバイダーでこれが可能なわけではない）。

残りのプロバイダーEの場合は組織Aへの経路上で必ずプロバイダーDを通過しなければならぬので、基本的にはプロバイダーDが選択したのと同じリンクを用いることになる。

以上をまとめると、複数プロバイダーとマルチホームした場合には、

- 複数のリンクの間でトラフィックがうまく分散するように、各プロバイダーとの間のトラフィックを振り分ける
- 各プロバイダーとの間のトラフィックをできるだけ対称な経路でやりとりするように調整する

ということをやらなければならないことになる。

この図に描いた範囲でもこれだけめんどくさいのである。ましてや前回解説したよ

うに、いまやプロバイダー間の相互接続というものは、国内だけでもプロバイダー間関関が閉じ込み付録になってしまうほど、わけがわからなくなっているのである。おそらくもう調整などということは諦めて、すべてを天の意志に任せ、手を合わせて祈るのみではなからうか。

さて、それでもあなたはマルチホームしたいですか。

おわりに

今回は組織がマルチホームする場合で誌面が尽きてしまったが、ひとことでマルチホームと言ってもその動機にはいろいろなものがあり、接続形態にもさまざまな場合が存在する。最初にも書いたが、ただやみくもに、複数あったほうがよいだろう的な気持ちでマルチホームしようとしても、どのように複数のリンクを使い分けたいのか明確なポリシーを持ったうえでその実現を考えないと、複数リンクを持つ意味すらなくなってしまうような場合もある。ことインターネットとのリンクの数に関して言えば必ずしも1+1が2にはならないのだ。

ともかく何らかの理由でマルチホームしたいと思った場合には、まずは接続を持ちたいすべてのプロバイダーに相談してみるのがよいだろう。ここに書いたことに近い運用が可能な場合もあるかもしれないし、全然違う方法をとるかもしれない。これはプロバイダー次第である。また場合によっては複数プロバイダー間で何らかの協調運用をしないと、そもそもの目的がかなえられない場合もあるのである。

決して「うちの接続の太さを倍にしたんでは駄目なんですか」というエンジニアの言葉を単なるセールストークと思っはいけない。純粋にパフォーマンスを倍にしたいような場合には、それが最も簡単で最も安定した方法なのだから。



[インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

株式会社インプレスR&D

All-in-One INTERNET magazine 編集部

im-info@impress.co.jp