

# ネットワーク運用の心得

加藤 朗

東京大学大型計算機センター

わが国でインターネットの運用が始まってから10年が経つが、インターネットの重要性が増すにつれ、その運用技術も重要になってきている。本稿では、運用に携わる者の心得として、幾つかの事項を挙げる。

## An Attitude of Internet Operators

Akira Kato

The University of Tokyo, Computer Centre

The role of Internet operators has become important as the growth of the Internet. In this paper, several comments on an attitude of Internet operators are described to provide better service to the customers/users.

### 1 はじめに

我が国で電子メールネットワークであるJUNETが誕生してから13年、インターネットの運用が始まってから10年が経過した。その間、さまざまな技術が開発され、実際に使用されてきた。インターネットの今日の普及は、単にプロトコルが正しく記述されたということではなく、実際にそれが運用され、プロトコル仕様へのフィードバックがさまざまな形で動的に行なわれてきたことに起因するところが大きい。

本稿では、インターネットのインフラストラクチャを支える一つの側面である運用に関して、十余年の経験を振り返ってまとめてみた。

### 2 インターネットの特徴

インターネットは、それを構成する個々の要素の信頼性はそれほど高くないものの、全体としては高い可用性を提供することが可能である。例えば、ルータに障害が発生した場合、そのルータに収容されている顧客に対するサービスには重大な影響を与えるが、その他の顧客にはサービスを継続することが可能である。そのためには、全体として冗長性を十分に考慮した設計がなされていることが重要である。

インターネットのもう一つの特徴は、いろいろな技術開発が常に行なわれており、それに対応して、ルータ等のソフトウェアも相当な頻度で更新されていることである。インターネットがよりよいサービスを提供するための開発も行なわれているが、近年の爆発的な普及に対応するためのものも少なくない。そのため、仕様を変化しなければ、実際の使用とフィードバックによって、ソフトウェアは徐々にバグの少ないものになることが期待できるが、常に機能拡張がなされているため、バグの無いソフトウェアを期待することは難しい。そのため、運用の際にもソフトウェアの不都合の可能性を覚悟しなければならない。

また、EthernetやFDDI、専用線などの、相互接続性に関してほとんど問題がない媒体のみならず、より良いサービスを安価に提供するためには、Frame RelayやFastEthernetなどの新しい媒体の活用も必要である。さらに、相互接続性に関してまだまだ解決しなければならない問題も多いATMの活用も必要になる場合がある。さらに、急速なインターネットの普及に伴い、必要な伝送帯域も増加してきている。このため、伝送媒体のみならず、ルータやスイッチなどを短期間で更新する必要がある。

### 3 障害時の対応

インターネットは、個々の要素の信頼性を高めるのではなく、全体として高い可用性を提供してきている。また、ハードウェアのみならずソフトウェアに関連する障害も多発している。障害発生時に重要なのは、

障害が発生したことを速やかに認識すること

である。SNMP [1] や ping を利用したネットワーク管理ソフトウェアが市販されているが、一般的なものは、障害が発生した場合に、画面上の対応する部分が赤く表示されるが、管理者が直ちに気づくとは限らない。多くの管理ソフトウェアはイベント発生時に外部プログラムを起動する機能が用意されているため、アラーム警報装置を鳴らしたり、ページャを呼出すようにすることは効果的である。

管理ソフトウェアでは、障害発生は検知できるが、障害箇所の特定はできない場合も多い。そのため、管理ソフトウェアで検出した箇所から、障害箇所を特定していくことになる。この場合、ネットワークに発生した障害に対して十分な冗長性があれば、経路制御プロトコルが新しい平衡状態に推移する数分後には、障害に直接関係していない部分のサービスを継続することができる。さらに障害発生箇所に隣接する部分が増えるので、得られる情報も増加する。

また、ルータのコンソールポートを、インターネットに依存しない方法でアクセスできるようにしておくことも重要である。ISDN 網に接続した TA を設置しておいたり、ターミナルサーバで同じ場所にあるルータのコンソールを集約しておくといよい。キャンパスネットワークでも広域ネットワークでも、障害が発生した場合に、現場に管理者が常駐しているとは限らない場合が多いので、

現地に行かずに、障害に関してどれだけの情報を得られるか

ということも考慮しておく必要がある。

もう一つの問題は、原因の追求と障害の回復に関してである。障害の状況や原因を追求することは、安定なネットワーク運用には必要不可欠であるが、一方、長時間原因追求を行ない、障害を残置することも望ましくない。特にソフトウェアに起因する障害の場合、該当するルータをリセットすることによって平常運転に復旧するケースが多いが、ルータをリセットした瞬間に障害時の状態は失われてしまう。

このような場合に、どの程度原因追求に時間を使って良いかということは、ネットワークの目的に依存する。また、障害の状況がすでに経験済みのものか、新しいものかということにも関係するが、長期的な視点で考えた場合のネットワークの安定運用に資する判断が、運用担当者に許されるべきと考える。

### 4 設計と運用について

ネットワークの設計に関しては、POP をどこに設置するか、POP 間の回線をどのように確保するか、機器はどうするかなどの問題は、経済的あるいは戦略的問題と深く関わっているため、運用上の便宜のみを考えることはできない。しかし、運用上の問題を全く無視した設計は、障害発生時に広範囲に影響を与えたり、診断がしにくく回復処置に時間が掛かってしまう可能性もある。そのため、

ネットワークの設計には、必ず運用の担当者あるいは十分な運用経験を持つ者を交えて

行ないたい。そして、運用上必要な冗長性を確保したい。

インターネットの特徴は変動が激しいことである。トラフィックは、通常は単調に増加する傾向にある。従って、ある時点で十分な設備を有していても、時間の経過とともに設備の余裕がなくなり、遅延時間の増加やパケットロスの増加というサービスの品質の低下につながる。そのまま放置しておけば、顧客の不満が高まり、それが長時間継続した場合には顧客を失うことになる。

このため、ある時点で最適な設計を行ない、安定な運用ができたとしても、それだけでは不十分であり、適宜設備の改修を行う必要がある。そのためには、正確な値は必要ないが、

ネットワーク中の主なリンクやルータの負荷の状況を把握している

ことは重要である。ある瞬間の状況は、例えば頻りに各ルータに login し、種々の値をチェックすることで知ることができるし、また、時間帯や曜日の変動を考えた場合、あるいは長期的な傾向を考える場合には、MRTG のようなツールも有用である。

統計情報を常時採取するのは非常に大変な作業である。特に回線の障害時にも高いカバレッジを得るための管理ステーションの配置や管理も問題になる。また、一般的に時間軸に依存しない粒度で統計情報を採取することは、必要な記憶容量も単調に増加するため、定期的に CDROM や磁気テープにバックアップしたりする必要もあるだろう。重要なのは、

統計情報は、採取するだけでは何の価値もない

ことである。適切な解析をタイムリーに実施し、運用や設計にフィードバックを行なうことに労力を掛けて統計情報を収集することの意味があるからである。

インターネットの、特に高いパフォーマンスを提供機器や広帯域の回線は、発注してから利用可能になるまで数ヶ月の単位の時間が必要な場合が多い。そのため、顧客に高い品質のサービスを提供し続けるためには、調達に必要な時間以上の先読みが必要になる。この場合も、ネットワークの隅々まで大まかなでも状態を把握しているかどうか重要になる。

## 5 運用者の理解

インターネットの各種プロトコルは、ほとんどが RFC あるいは Internet Drafts として公開されているので、必要なものを予め手もとに置き、参照することは容易である。その他の技術文書としては、IEEE や ITU-T の規格、ATM Forum の文書などがあり、有料ではあるが入手可能である。また、これらのプロトコル仕様の解説書も、日本語のものが少ないという点を除けば、多数出版されている。

規格や参考書が手もとにあるということは重要ではあるが、単にあるだけでは用をなさない。ネットワークの運用は、ネットワークが順調に動いている限りはそれほど大変ではない。しかし、障害が発生した場合、状況を把握し、原因を突き止めるのは、

関連している技術のある程度、場合によっては深く理解している

ことが必要になる。

一例を挙げると、例えば、複数のルータが OSPF [2] において同一 Router Id を持ってしまった場合、どのようなことが起こるか、という問題には、OSPF に対する基本的な理解が必要である。実際には、ネットワークの挙動という現象からその原因を推察しなければならない。同一 Router Id を異なったルータに割り振ってしまった場合には、ある特定の宛先に関して routing loop が発生する。もし、この宛先をアナウンスしているルータの Type-1 LSA に注目することができれば、sequence number が数十秒間隔で増えていくため、誤設定に気づくことができる。この場合でも、OSPF を単にルータの設定例だけで覚えていると、問題解決は難しい。

また、複数のプロトコルの相互作用で発生する問題、例えば、OSPF の Router Id と BGP Id の関係を理解していないと、OSPF での経路制御は問題ないが、BGP [3] でアナウンスしている筈の経路が隣接 BGP speaker に到達していないという現象を解決することは困難である。

経路制御に関しては、

推移律は成立しない

つまり、A から B と C に到達可能であっても、B と C が互いに到達可能であるとは限らない。従って、顧客から経路制御上の問題を指摘された場合、問題を起こしている具体的なアドレス情報が必要になる。

このことは、経路制御の担当者は常識としても、顧客からのクレームを受け付ける窓口がこれらの情報を入力する必要性を示している。技術者が窓口になっていない場合には、チェックリストあるいは問診表などを準備しておくが良い。

また、経路制御、特に BGP に関しては、

ローカルルータがどういう経路情報を喋っているかは、リモートルータしか分からない

という問題も発生する。通常 BGP では、リモートルータは隣接 AS の管理下にあり、login してチェックするということは不可能である。そのため、dummy のルータを用意しておいて、そこに login してチェックするか、隣接 AS の管理者に問い合わせることが必要になる。このような場合、AS 管理者のコミュニティが重要になる。JANOG [4] や AS-OPS [5] などに参加するのも一案である。

## 6 顧客との関係

インターネットは完成された技術ではなく、発展途上の技術を利用しながら次世代技術の開発を行なっている。従って、障害発生は避けて通ることはできない。運用ネットワークとは別にテストベッドネットワークを設け、新しい技術はそこで十分テストしてから運用ネットワークに技術移転することができれば、潜在的な問題の幾つかは前もって検知することはできる。しかし、完全なテストは不可能であり、障害の発生しないようにネットワークを運用するのは不可能である。

そのため、顧客の信頼を継続して得る為には、

障害発生時には、直ちに対策を行なうこと

および

障害の状況を逐次顧客に公開すること

が重要になる。障害ではないが、幾つかの ISP は dialup port の時間帯による利用率を公開している。顧客側にとってみれば、そのような ISP は回線が全て塞がらないように常に改善する方向性を感じることができる。

また、キャンパスネットワークでも、必要と判断された段階で直に出かけることは、利用者の信頼を得る唯一の方法である。遠隔キャンパスや遠隔研究所であれば、同時に利用者からの要望を伺うこともでき、より良いサービスを提供するための材料の一つとなる。

## 7 まとめ

ネットワークは、回線と機器を買ってきて、接続して設定を行えば動作すると思っている人は案外多い。ATM などのまだ相互運用性が確立していない技術を避ければ、ネットワークは一応動き出すのは確かである。しかし、機材の障害や、導入時の予想を超えた利用があった場合、あるいは本稿では触れなかったが、セキュリティ上の問題が発生した場合には、的確な判断と行動がネットワークの安定運用には不可欠である。関係者の今後のさらなる努力を期待しなければならない。

## 参考文献

- [1] J. D. Case, et al. A Simple Network Management Protocol (SNMP). RFC 1157, May 1990.
- [2] John Moy. OSPF version 2. RFC 2178, July 1997.
- [3] Y. Rekhter and T. Li. A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4). RFC1771, March 1995.
- [4] Janan network operators' group. <http://www.janog.or.jp>.
- [5] As-ops mailing list. <mailto://majordomo@jpeg-ip.ad.jp>.