

## 第 8 部

# ネットワーク管理



# 第 1 章

## はじめに

### 1.1 国内のインターネットの利用状況

国内のインターネットは、以下のネットワークプロジェクトによって運用されている個々のネットワークが相互接続することによって構築されている。

**WIDE Internet:** WIDE プロジェクトが研究基盤として構築運用しているネットワーク

**TISN:** 東京大学理学部が中心となって構築され運用されているネットワークで、主に理学関連の研究組織がその参加組織である。

**JAIN:** 大学内ネットワークの相互接続を主な研究テーマとしている、科研費を基盤としたネットワーク

**SINET:** '92 年 4 月より運用を開始した学術情報センターが運用しているネットワーク

個々のネットワークの利用形態は、それぞれの運用ポリシーや目的によって異なる。例えば、TISN などでは、高エネルギー物理学関連の大量の情報交換がされている可能性もあるし、また、実際には、IP プロトコル以外のプロトコル、例えば DECnet プロトコルによる情報交換も行われている。また、WIDE Internet では、ルーティングプロトコルの実験のために BGP などのパケットが飛び交っているかもしれない。

このようにネットワークの利用形態は、個々のネットワークでは、ネットワークの目的の違いや運用ポリシーの違いなどによって大きく変化する。このため、国内のインターネットの全体的な利用状況を把握する方法として、個々のネットワーク内の利用状況を把握するだけでは不十分である。

WIDE プロジェクトでは、国内のインターネットの利用状況を把握するための 1 つの方法として、個々のネットワークの間で相互に交換される情報を分析することを行ってきた。

本節では、国内のインターネットの利用状況を把握するために行ってきた、ネットワーク間の相互トラフィックの解析結果について述べる。

## 1.2 TIX(Tokyo Internet eXchange) のトラフィック

WIDE プロジェクトでは、東京大学に敷設されているネットワーク相互接続用セグメントを監視し、各ネットワークプロジェクトが運用しているネットワーク間のトラフィックを 1991 年 6 月から測定してきた。

東京大学に敷設されているネットワーク相互接続用セグメントの構成を図 1.1 に示す。

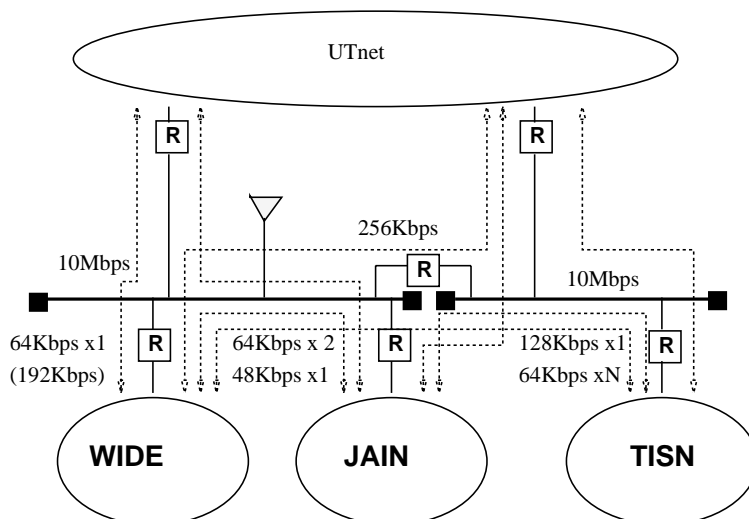


図 1.1: ネットワーク相互接続用セグメントの構成

WIDE Internet、TISN、JAIN は、TIX によってそれぞれネットワーク間接続を行っている。もちろん、個々のネットワークの相互接続は、TIX 以外でも行われているが、トラフィック的には TIX による情報交換量が一番多い。また、今回のトラフィックの測定は、国内のインターネットの利用状況の概要把握であるので、他のネットワーク間接続点によるトラフィック解析は行わなかった。

この相互接続用セグメントにトラフィック監視用ワークステーションを設置し、このワークステーションで、*nnstat* プログラムを実行し、各プロトコル別のトラフィックを 1 時間単位でサンプリングした。

各々のネットワーク間の月別トラフィックを表 1.1, 1.2, 1.3 に示す。また、月別の変化を示すためのグラフを図 1.2, 1.3, 1.4 に示す。

これらの表とグラフから分かるように、国内インターネットのトラフィックは着実に増加している。WIDE-TISN 間では、約 1.6 倍、WIDE-JAIN 間のトラフィックでは、約 3.8 倍にもなっている。特に JAIN は、この 1 年間で既設の回線速度が 9.6 Kbps から 64 Kbps に増強された組織が多く、また、新しく参加した組織も非常に多かった。JAIN と海外との通信は、現在 WIDE が転送していることもあり、WIDE と JAIN 間の通信量は飛躍的に増加したと考えられる。

アプリケーション別では、特に FTP の利用が多く、ついで SNMP や Telnet の利用が多い。

Domain の情報量も結構多く、特に月別の変動ではトラフィックが大きく変化している。これは、ネームサーバの設定ミスなどによる事故や、ネットワークの状況変化 (特に、片方向のみの通信が不通などによる場合) などによるものであると考えられる。特に Domain は、UDP を用いているため、一旦異常な状態となると、短時間に大量のトラフィックを生むのも大きく影響していると考えられる。

表 1.1: WIDE-TISN 間の月別トラフィック (KByte)

	IP(All)	FTP	SMTP	Telnet	Domains
'91 Jun	2,542,478	1,312,325	159,190	128,642	336,014
Jul	4,240,318	1,481,137	202,958	116,823	1,962,707
Aug	4,062,328	1,250,338	216,965	224,597	1,408,298
Sep	3,301,529	1,769,781	224,283	219,514	388,072
Oct	2,853,132	1,802,573	220,031	189,676	192,771
Nov	4,760,936	2,074,873	186,815	224,264	1,643,706
Dec	3,456,340	2,186,951	204,881	220,371	378,157
'92 Jan	3,791,860	2,506,932	168,208	291,748	270,733
Feb	3,587,969	2,464,764	180,329	282,124	262,313
Mar	4,691,225	2,913,225	373,834	297,491	556,454
Apr	4,713,951	2,845,160	195,749	410,180	391,297
伸び率	1.61	1.36	1.31	2.81	0.28

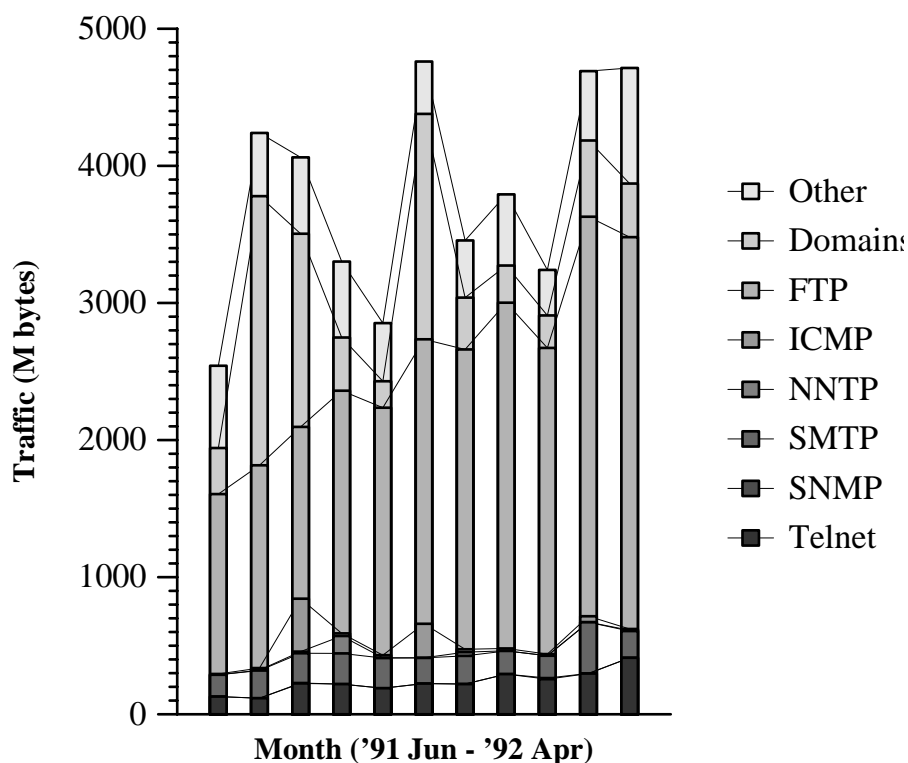


図 1.2: WIDE - TISN 間のトラフィック

表 1.2: WIDE-JAIN 間の月別トラフィック (KByte)

	IP(All)	FTP	SMTP	Telnet	Domains
'91 Jun	540,535	115,733	236,843	48,228	65,567
Jul	1,114,918	500,513	335,689	86,924	53,778
Aug	526,870	111,713	91,163	34,973	169,675
Sep	1,303,860	496,329	346,186	151,090	185,990
Oct	1,080,271	574,371	238,997	101,605	98,132
Nov	1,208,028	662,384	233,128	89,109	95,344
Dec	901,904	438,393	154,384	51,188	117,208
'92 Jan	1,573,492	573,279	326,370	97,779	303,873
Feb	2,236,192	1,132,060	337,170	149,673	108,678
Mar	2,007,899	725,010	323,279	146,507	135,322
Apr	2,098,100	974,207	402,994	102,915	266,878
伸び率	3.73	4.81	1.60	1.98	2.56

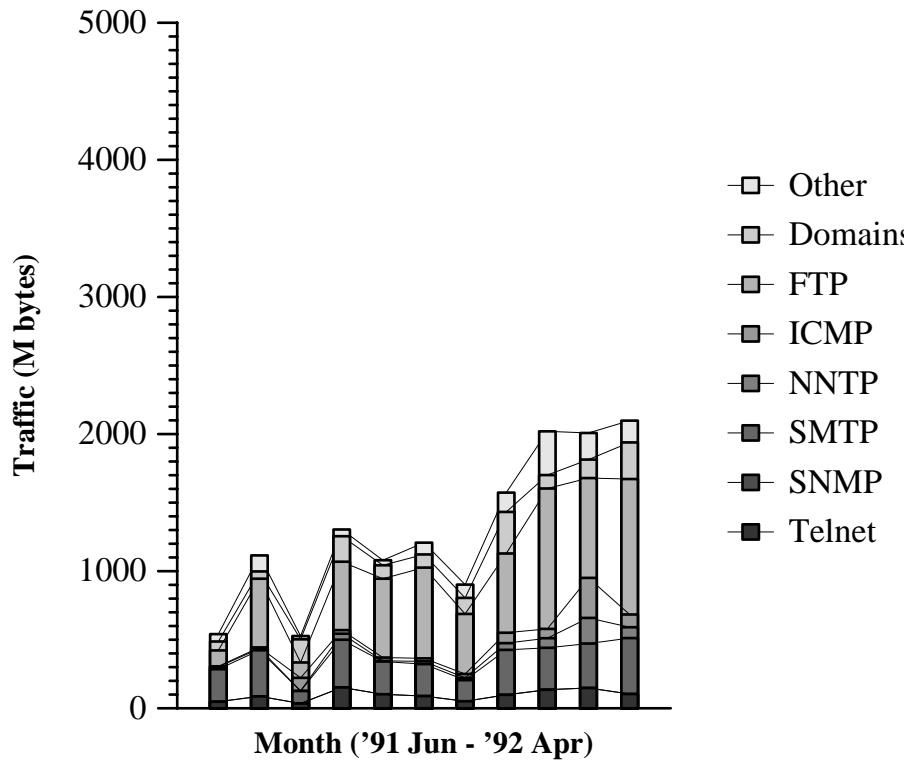


図 1.3: WIDE – JAIN 間のトラフィック

表 1.3: TISN-JAIN 間の月別トラフィック (KByte)

	IP(All)	FTP	SMTP	Telnet	Domains
'91 Jun	581,024	224,246	14,547	36,509	79,828
Jul	839,071	487,233	65,046	56,155	130,687
Aug	858,051	495,153	21,265	65,707	182,705
Sep	1,382,344	698,206	39,589	102,142	223,176
Oct	1,595,315	871,919	68,561	143,559	114,698
Nov	1,174,059	667,514	36,156	94,546	235,110
Dec	1,367,601	587,109	38,711	111,869	342,916
'92 Jan	1,400,363	688,673	41,335	143,140	287,857
Feb	1,277,986	690,198	47,576	145,716	152,741
Mar	1,631,300	981,139	68,802	139,018	171,232
Apr	1,815,152	1,124,068	46,953	106,651	128,595
伸び率	2.19	2.63	1.61	2.47	1.39

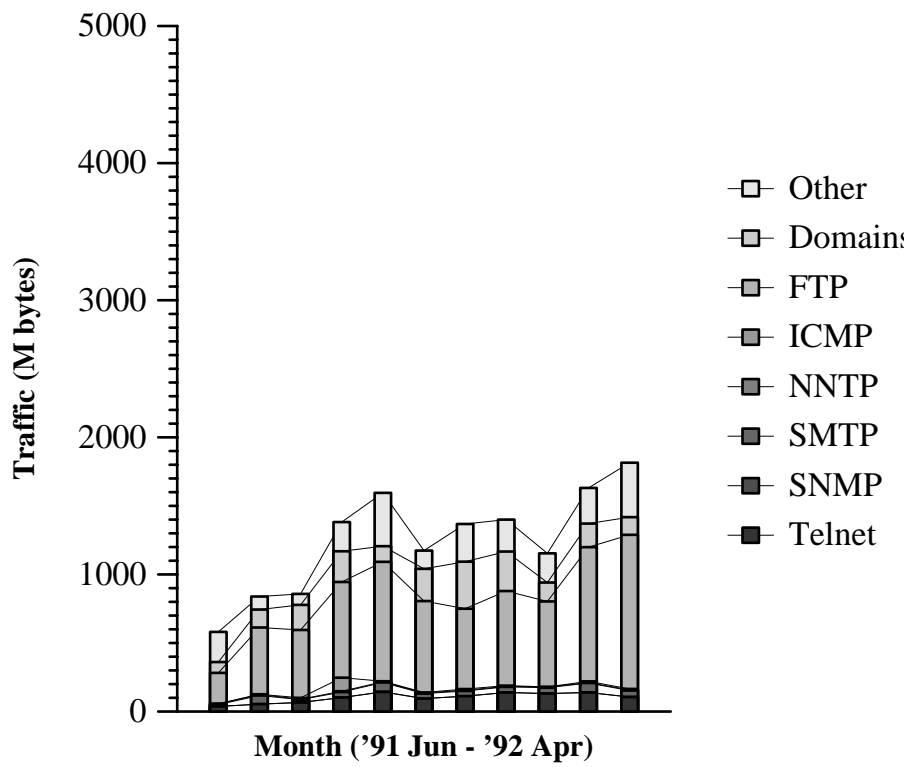


図 1.4: TISN - JAIN 間のトラフィック



### 1.3 WIDE Internet 内のトラフィック変化

WIDE Internet Backbone の一部である東京 WNOC-TYO と藤沢 WNOC-SFC 間のトラフィックを TIX における方法と同様な方法で解析した結果を表 1.4 および図 1.5 に示す。

WIDE Internet でも、やはり FTP の利用が全体的なトラフィックの約半分を占めているが、ネットワーク相互のトラフィックに比べ、SMTP や NNTP のトラフィック量の占める割合が多くきている。

トラフィック全体の伸び率は、この 1 年間で約 2 倍となっている。特徴的な伸び率としては、NNTP の伸び率が 0.96 と減少傾向となっている。これは、この 1 年間で NNTP の無駄なトラフィックを無くすために、NNTP の転送ルートの整備を行い、この作業が実際に無駄なトラフィックの軽減につながったことが実証された。

表 1.4: TYO-SFC 間の月別トラフィック (KByte)

	IP(All)	FTP	SMTP	NNTP	Telnet	Domains
'91 Jul	12,430,567	4,047,112	2,022,677	1,986,258	734,701	2,358,779
Aug	11,344,093	3,480,102	1,547,636	1,685,200	762,387	1,758,437
Sep	13,892,836	5,294,130	2,295,448	1,746,925	909,152	1,927,544
Oct	15,649,191	6,513,230	2,393,632	2,161,649	1,198,182	1,690,774
Nov	23,959,390	6,544,481	2,345,672	2,278,958	1,071,300	8,845,131
Dec	14,481,251	6,128,593	1,997,405	1,732,619	881,740	2,119,617
'92 Jan	19,089,774	8,703,864	2,695,241	1,890,842	1,299,752	1,641,755
Feb	19,997,879	8,235,701	2,674,243	1,945,997	1,244,516	1,756,911
Mar	23,374,788	10,287,483	3,076,802	1,936,481	1,289,983	2,694,001
Apr	23,317,416	11,760,961	3,146,812	1,675,369	1,173,855	2,278,772
伸び率	1.98	3.25	1.71	0.96	1.64	0.96

### 1.4 まとめ

WIDE プロジェクトでは、国内のインターネットの利用状況等を把握するため、本節で述べたような情報収集を重要な拠点で行っている。このような情報収集は、ネットワークの利用状況を把握するだけでなく、定常的なトラフィックに対して異常と考えられるトラフィックを検出するような技術の開発の基盤となる重要な研究である。

しかし、本節で解析した情報だけでも、圧縮した形式で保存したとしても約 1G Byte の情報量になり、また、収集した情報を解析するために、圧縮されたファイルを解凍し、解析する処理を行うためには、非常に多くの時間が必要である。例えば、今回の解析でも、必要な情報を圧縮されたファイルから抜き出すだけで、1 日以上が必要であった。

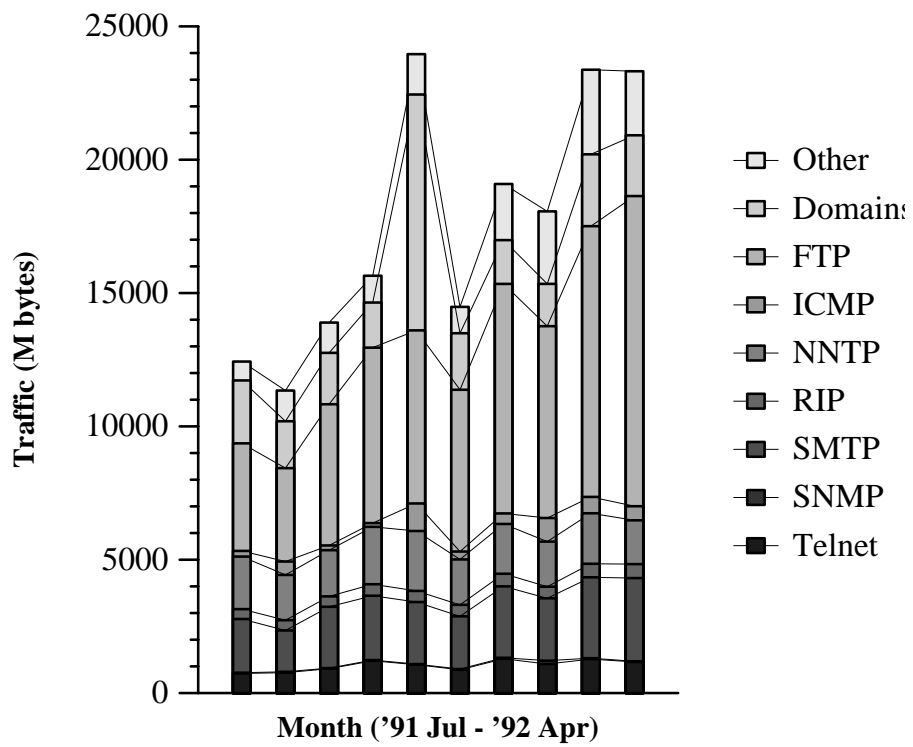


図 1.5: TYO - SFC 間のトラフィック

今後、このような情報の保存に対する研究も重要な項目である。

## 第 2 章

# 国際トラフィックに関する調査

### 2.1 はじめに

インターネットによって提供される、電子メール、電子掲示板、遠隔ログイン、ファイル転送などのサービスは、研究者が情報を交換したり、資源を共有したりするために必要不可欠なものになりつつある。

しかし、海外から国内、および、国内から海外に向かうこのようなサービスのトラフィックは、WIDE と PACCOM との間の国際リンクに集中している。

一般的にこのような国際リンクは長距離の国際専用線によりまかなわれており、比較的バンド幅が小さい割にコストはかかるものである。このような限られた資源を効率よく利用していくことは、上に挙げたようなサービスを維持し、品質を改善して行くために必要不可欠である。

本章の目的は、

- PACCOM-WIDE 間の国際リンクの現在の利用状況の評価
- これらのサービスを利用した、国際コミュニケーションの到達範囲および交換される情報量の測定

である。

ここで用いた方法は、主要なアプリケーションプロトコルにより交換されるパケットのヘッダ情報を収集し、それらを解析するというものである。ほとんどのユーザーサービスを提供するアプリケーションプロトコルは TCP をトランスポート層のプロトコルとして用いているので、ここでのデータ収集、解析は TCP のトラフィックのみに注目する。

ここで強調したい点は、このような解析は国際トラフィックの性質を知る上での最初のステップだということである。ここで示す解析結果は、国際間で交換される情報の流れを最適化するための基本的なデータをあたえるものであり、有効なネットワークのプランニングを行うためには、さらにこのような調査を繰り返し、また、国内のトラフィックをも含めて、より広い範囲で行うことが必要である。

最初の 2 つの節で、ネットワークの構成と、データ収集・解析の手法について述べ、後の節でこれらの解析結果について述べる。

## 2.2 日本からのインターネットへの接続

本節では WIDE インターネットと NSFNET との接続形態について述べる。

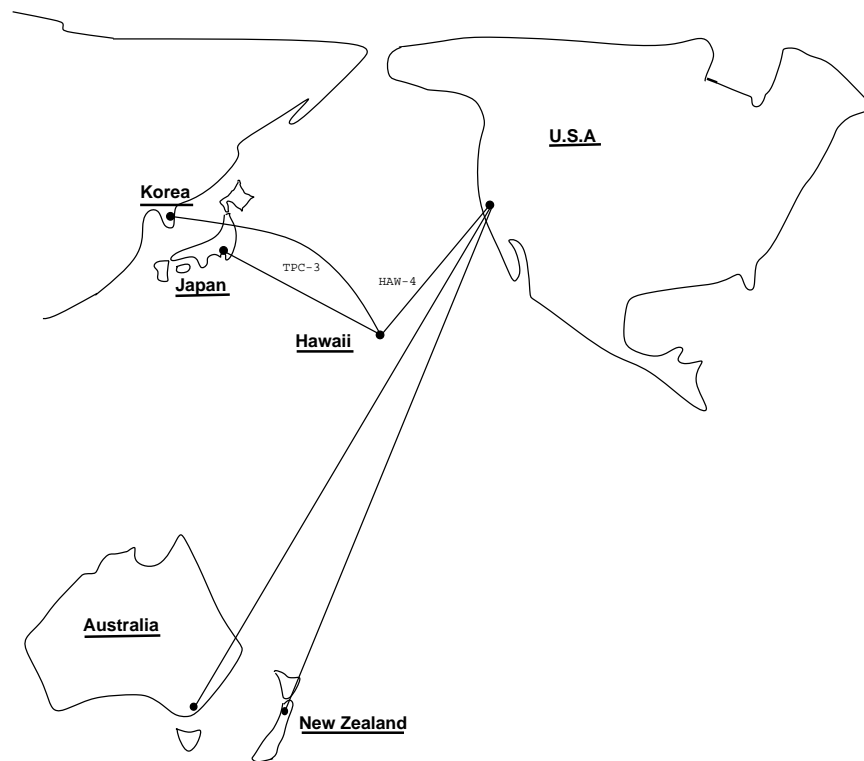


図 2.1: PACCOM のトポロジー

WIDE インターネットと NSFNET バックボーンとの接続は PACCOM (Pacific Computer Communication Infrastructure) を経由して行なわれている。図- 2.1 は PACCOM のトポロジーの概略である。

日本国内においては、学術研究ネットワークは、TISN、JAIN、WIDE の 3 つの独立したネットワークから構成されている。TISN は 14 のインターネットリーチャブルなサイト<sup>1</sup>を持ち、128 Kbps の国際専用線でハワイ大学と接続されている。JAIN と WIDE は、それぞれ 22、34 のインターネットリーチャブルなサイトを持ち、WIDE が持つ 192 Kbps の国際専用線でハワイ大学と接続されている。TISN と WIDE が持つこれらの国際専用線は、物理的には、同じ TPC-3 (Trans Pacific Cable) という海底ケーブルを用いている。

一方、日本からのこれら 2 つの線と韓国からの線は、ハワイ大学内のイーサネットを経由して、512 Kbps<sup>2</sup> の専用線を経由して NASA-Ames にある、FIX-West (Federal Internet eXchange-West) に接続されている。オーストラリアやニュージーランドも NASA-Ames

<sup>1</sup>これらのサイト数は、1月25日現在の数字である。

<sup>2</sup>現在は T1 にアップグレードされている。

で、PACCOM ネットワークに接続されている。日本とこれらの国々との間のすべてのトラフィックはハワイ大学との間の回線を通っている。

本節で報告するデータ解析は、WIDE インターネットとハワイ大学との間の 192 Kbps の回線上のトラフィックのみに対して行なった。しかし、日米間のトラフィックの約 60% はこの回線を経由しているため、この回線上のトラフィックが日本の国際トラフィックを代表していると考えられる。

## 2.3 データ収集・解析環境

日本と他の国々との間のすべてのトラフィックは、WIDE 藤沢ネットワークオペレーションセンター (WNOC-SFC) 内にあるイーサネット上を経由する。データの収集は、このイーサネットセグメント上に設置された SparcStation1+ 上で行なった。図-2.2、図-2.3 はこのデータ収集環境を図示している。CPU に対する負荷等を考慮して、収集したデータの解析はリアルタイムには行なわず、後ほど別のマシン上で行なった。

観測されたほとんどのトラフィックは FTP、SMTP、Telnet、DNS 等の TCP/IP プロトコル群に属するパケット [?] によるものである。データの収集には tcpdump [?] を使い、各プロトコルヘッダに含まれる情報のみを集めた。

回線速度が比較的低速であったため、tcpdump の処理のオーバーヘッドにより拾いきれなかったパケットは、全体の約 0.2% であった。データの収集期間は 1992 年 1 月 19 日 (日) から 1 月 25 日 (土) の 1 週間である。この期間に観測されたデータのうち TCP プロトコルを用いたものが約 2 ギガバイトで、実際に収集したプロトコルヘッダ情報は compress により圧縮した状態で約 280 メガバイトであった。これらのヘッダ情報を、perl 言語 [?] を用いて解析した。

TCP を用いたアプリケーションプロトコルのトラフィックについて調べるために、TCP の”データ”に注目した。すなわち、これ以後の議論では、TCP 以外のトラフィックは除外し、バイト数には IP や TCP のヘッダは含めず、また、パケット数には、acknowledgment パケットのようなデータサイズが 0 であるようなパケットは含めない。

今回 TCP のコネクションを追跡するために以下のヘッダ情報を用いた [?]

- ソースおよびデスティネーションイーサネットアドレス
- ソースおよびデスティネーション IP アドレスおよび TCP ポート
- TCP フラグ (例: SYN, FIN, 等)
- シーケンス番号 (Sequence number)
- アクノレッチ番号 (Acknowledgement number)

これらの情報により、

1. 日本から外に出てゆく、また、日本に入ってくる、バイト数、パケット数の計測

2. 各 TCP コネクションの追跡
3. TCP コネクションのコネクション要求の方向の検知
4. コネクション要求の方向に対して順方向、逆方向に送られるバイト数、パケット数の計測
5. 各アプリケーションプロトコルで交換された情報量の計測

を行なった。

さらに、DNS や whois データベースを用いて各コネクションの両端の IP アドレスをドメイン名に変換し、それらが属する国を調べた。

以下の節では、これらの解析結果について論ずる。

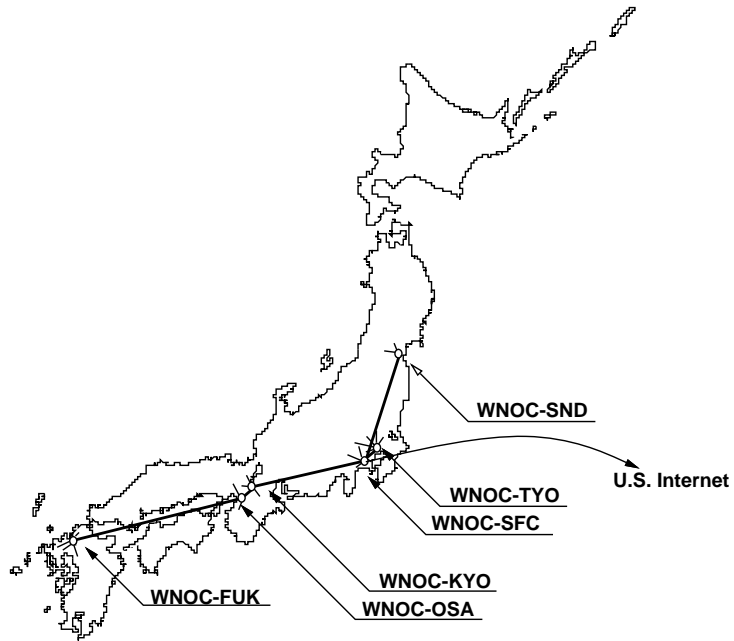


図 2.2: WIDE インターネットの構成

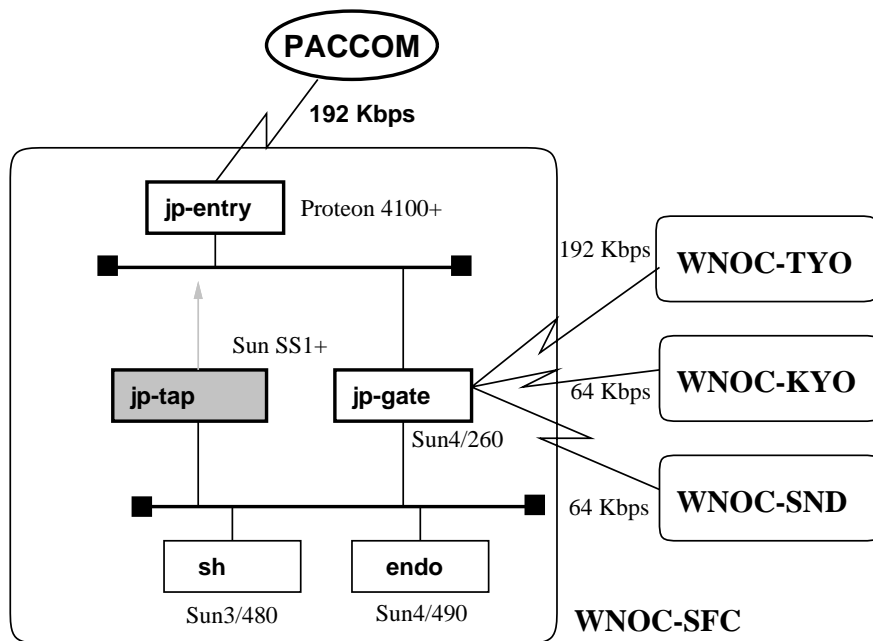


図 2.3: データ収集環境



## 2.4 国内向き・海外向き TCP トラフィック

### 2.4.1 国際回線の利用状況

日付	バイト数 ( K b y t e s )		
	海外から国内	国内から海外	合計
1月19日	166,711	48,403	215,114
1月20日	229,702	61,679	291,381
1月21日	190,187	85,995	276,182
1月22日	427,900	129,265	557,165
1月23日	308,425	88,587	397,011
1月24日	305,437	108,736	414,174
1月25日	139,933	73,978	213,911
合計	1,768,296	596,643	2,364,938

表 2.1: データ転送量

日付	平均回線利用率 ( K b p s )		
	海外から国内	国内から海外	合計
1月19日	17.06( 8.9%)	5.21( 2.7%)	22.27( 5.8%)
1月20日	23.80(12.4%)	6.85( 3.6%)	30.65( 8.0%)
1月21日	23.66( 12.3%)	11.34( 5.9%)	35.00( 9.1%)
1月22日	43.15(22.5%)	13.97( 7.3%)	57.11(14.9%)
1月23日	34.87(18.2%)	10.82( 5.6%)	45.70( 11.9%)
1月24日	31.38(16.3%)	11.78( 6.1%)	43.17(11.2%)
1月25日	14.64( 7.6%)	8.08( 4.2%)	22.72( 5.9%)
合計	26.91(14.0%)	9.67( 5.0%)	36.58( 9.5%)

表 2.2: 回線利用率

表-2.1は1月19日から25日までの日々のTCPデータのトラフィック量、また、表-2.2は日々の平均データ転送速度である。また、図-2.4は1時間毎の日本から海外、海外から日本のそれぞれの方向に流れたデータ量のグラフである。

データ収集を行なった7日間(168時間<sup>3</sup>)で約2ギガバイトのTCPデータがこの回線上でやりとりされた。

<sup>3</sup> 21日の18:20から22:08まで、および、23日の18:05から20:15までの間ゲートウェイマシンのダウンがあったので、正確なデータ収集期間は162時間と2分である。

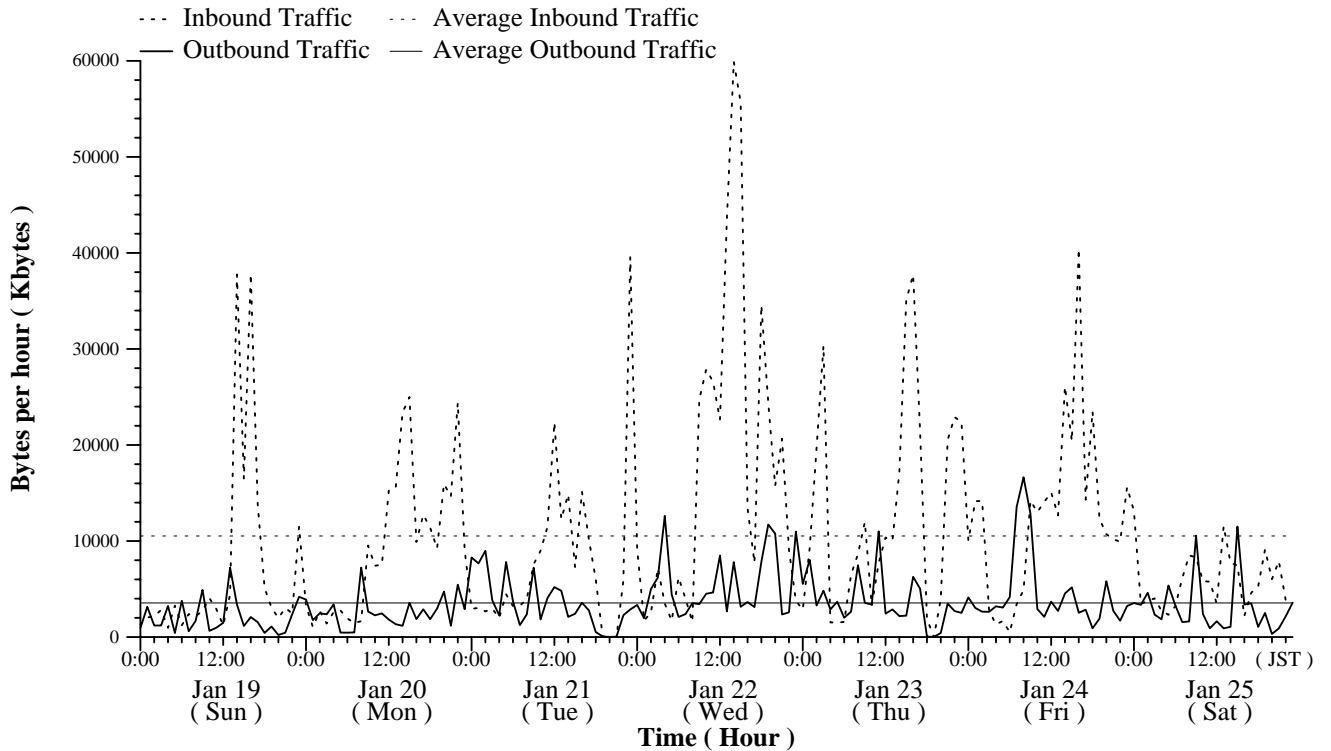


図 2.4: 国内向き・海外向きトラフィックのデータ転送速度 (バイト/時)

T C P のパケットはそれぞれ最低でも 20 バイトの I P ヘッダと 20 バイトの T C P ヘッダを持つ。この期間中約 770 万のデータパケットが観測され、ヘッダを除いた平均パケット長は 313 バイトであった。パケット数にヘッダの分の 40 を掛け、これを T C P データのバイト数に加えて以下のような計算をすると、T C P トラフィックの 1 時間あたりの平均転送速度は約 36.6 K b p s となる。

$$\frac{(\text{総データ量} + \text{総パケット数} \times 40) \times 8 \text{ (bits/byte)}}{\text{総観測時間}}$$

$$= \frac{(2,364,938 + \frac{7,729,973 \times 40}{1024}) \times 8}{583,320} = 36.58 \text{ Kbps}$$

国際回線の容量はそれぞれの方向に 192 K b p s なので、7 日間で T C P のトラフィックは平均約 9.5% を占めたことになる。これは平均では比較的低い利用率といえるかも知れない。しかし、図-2.4 は、回線利用がピークを向かえる時間帯においては、かなり高い利用率になっていることを示している。7 日間でもっとも高かった時間帯<sup>4</sup>で、国内

<sup>4</sup>国内に向かうトラフィックは 1 月 22 日の 14 時台が、海外に向かうトラフィックは 1 月 24 日の 8 時台がピークであった。

に向かう1時間あたりの平均転送速度は約133Kbpsであり、海外に向かう平均転送速度は約37Kbpsであった。

このことから、ここに示した値がTCP以外のトラフィックや、データサイズが0であるようなTCPトラフィックを除外したものであることも考慮すると、もっとも利用率の高い時間帯では、回線はかなり混雑していることが分かる。さらに、例えば15分間隔のように短い範囲での平均を求めれば、より高いトラフィックのピークが見られるだろう。

## 2.4.2 サービス要求の方向

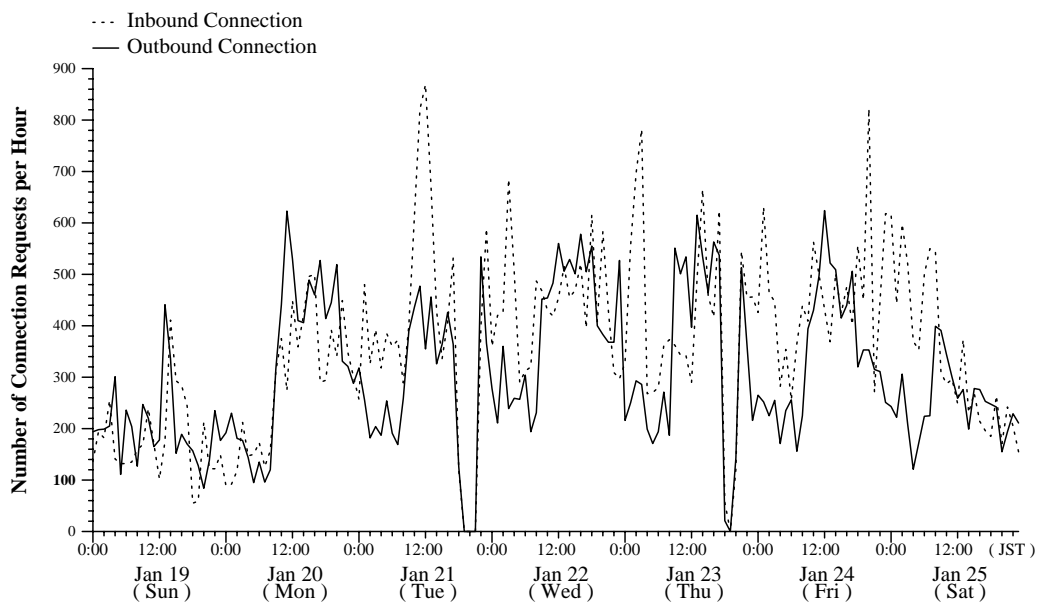


図 2.5: 国内から海外、海外から国内に対する接続要求の数

図-2.5は、海外から国内、国内から海外の各方向に送られた接続要求の1時間毎の個数のグラフである。このグラフから次のような特徴があることが分かる。すなわち、国内から海外に向かう接続要求は、正午から深夜の間に多く発生し、一方深夜から午前中にかけては非常に少ない数しか発生していない。このパターンは日本の研究者たちの典型的な労働時間帯を反映していると思われる。

しかし図-2.5のグラフは、サービスの要求という観点から考えると正確とはいえない。通常は、TCPのアプリケーションが提供するサービスのクライアント側が、TCPの接続要求をサーバーに対して送る。しかし、例えばFTP-Dataの場合は特殊で、接続要求はサーバー側からクライアント側へと送られる。すなわち、FTP-Dataの接続要求が送られる方向と、サービスを要求する方向とが逆になっている。

このことを考慮して、FTP-Data のコネクション要求の方向を逆向きにして、図-2.5 のグラフを書き直したものが、図- 2.6である。

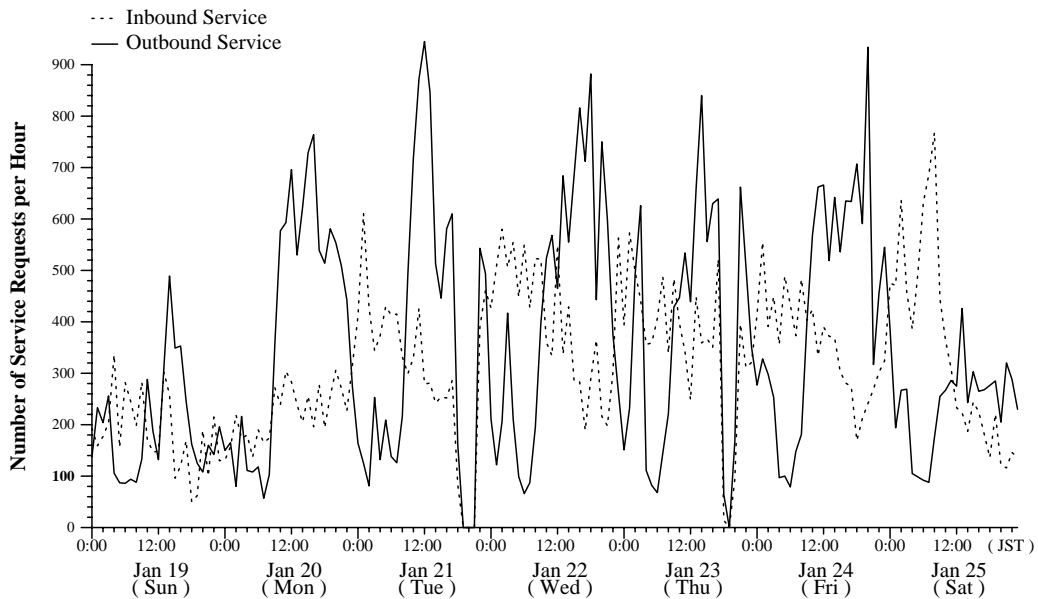


図 2.6: 国内から海外、海外から国内に対するサービス要求の数

図-2.6のグラフの、国内から海外に向かうサービス要求数の曲線は、図-2.5の国内から海外に向かうコネクション要求数の曲線よりも、深夜から午前中にかけて少なく、昼過ぎから深夜にかけて多くなるというパターンをより顕著に示している。さらに、海外から国内に向かうサービス要求数の曲線は、これとは逆の、比較的午後は少なく午前が多い、というパターンを示している。日本とアメリカの時差がこのような回線の時差利用をもたらしているといえる。

国内向き、海外向きのパケット長はどちらも比較的小さい値(100バイト以下)と、512バイト周辺の2つのピークを持つ分布になっている(図-2.7、図-2.8)。512バイトという値は、TCPデータの最大値として良く用いられている値である。

方向	平均および百分位数					
	平均	5%	25%	50%	75%	95%
海外から国内	365.185	1	33	512	512	512
国内から海外	220.439	1	3	50	512	512
合計	313.287	1	13	512	512	512

表 2.3: 国内向き・海外向きパケットサイズ分布(単位: バイト)

表-2.3は、国内向きトラフィックの平均パケット長が海外向きのトラフィックの平均パケット長よりも大きいことを示している。百分位数を比較すると、国内向きパケットの

内、FTP-Dataのような、巨大データ転送プロトコルに属するパケットの割合が、海外向きのその種のパケットの割合よりも多いことが分かる。

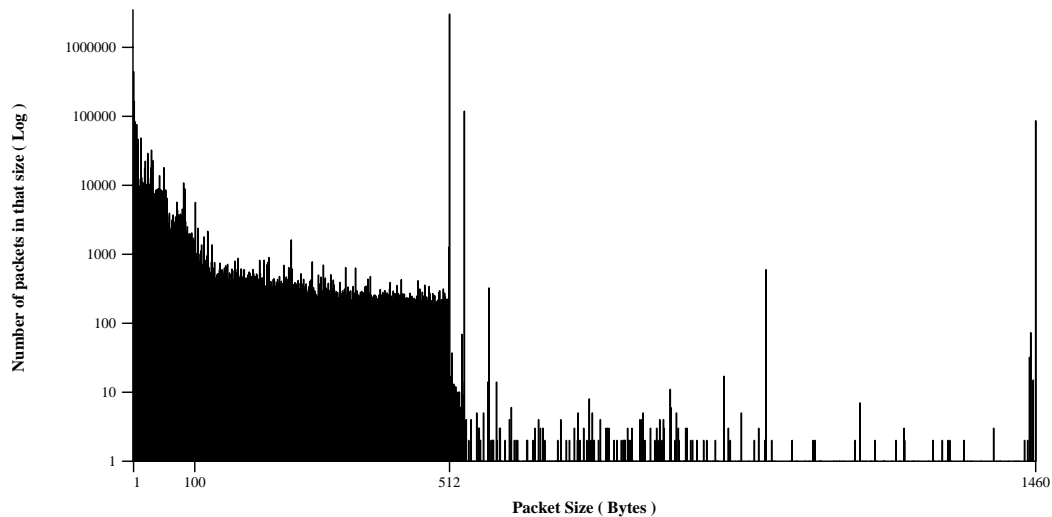


図 2.7: 国内向きパケット長分布

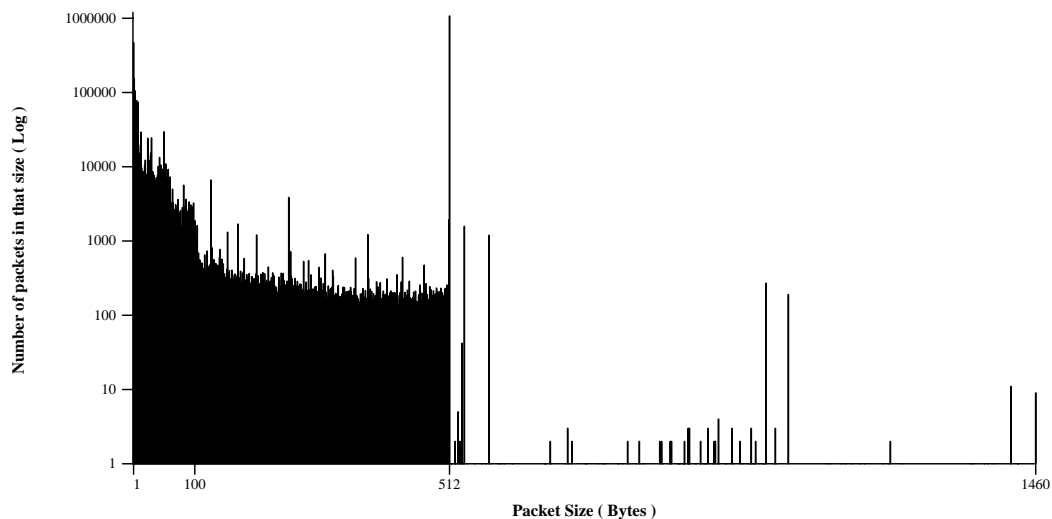


図 2.8: 海外向きパケット長分布

### 2.4.3 プロトコル別統計値

コネクション要求の方向を調べるために、SYN パケットをとりそこねたコネクションに関しては、これ以降の議論には含めない。これらの除外したコネクションにより交換されたデータの量は、表-2.1に示された合計値の 2 % であった。

プロトコル	海外から国内		国内から海外	
FTP-Data	1,345,224	77.16%	402,474	70.84%
SMTP	121,164	6.95%	65,880	11.60%
NNTP	142,038	8.15%	44,252	7.79%
Telnet	42,694	2.45%	30,026	5.28%
Domain	15,063	0.86%	347	0.06%
FTP	5,270	0.30%	4,381	0.77%
Finger	978	0.06%	1,192	0.21%
その他	71,049	4.08%	19,619	3.45%
合計	1,743,480	100.00%	568,171	100.00%

表 2.4: プロトコル別、国内向き・海外向き転送データ量 ( キロバイト ) と合計に対する割合

表-2.4は、表-2.3に関して行なった解析が正しかったことを示している。FTP-Dataのような巨大データ転送プロトコルによって転送されたデータ量の割合は、国内向きのトラフィックの方が国外向きのトラフィックよりも大きい。FTP-Data プロトコルによるデータ転送は国内向きが全体の 77%、国外向きが全体の 71% である。

表-2.5は、各アプリケーションプロトコルの、海外から国内向き、国内から海外向きのそれぞれの方向に要求されたコネクションの数と、それぞれの要求の方向に対して順方向に送られたデータ量と逆方向に送られたデータ量である。コネクション要求の方向とデータが流れる方向との間の関係は、アプリケーションプロトコルによって異なっている。

Telnet や FTP のような対話型のアプリケーションや、Domain や Finger のような情報照会型のアプリケーションでは、コネクション要求の方向に対して逆方向により多くのデータが流れる。それに対して、FTP-Data や SMTP のようなデータ転送型アプリケーションでは、コネクション要求の方向に対して順方向により多くのデータが流れる。NNTP に関しては、データが送られる方向は、コネクション要求の方向には依存せず、ニュースの転送経路の設定に依存しているようだ。

プロトコル		コネクション数	転送データ量 (キロバイト)	
			順方向	逆方向
FTP-Data	海外から国内	22,593	1,251,408	4,218
	国内から海外	15,181	398,256	93,816
SMTP	海外から国内	21,260	115,505	8,066
	国内から海外	16,888	57,814	5,658
NNTP	海外から国内	6,270	46,587	5,184
	国内から海外	8,969	39,067	95,451
Telnet	海外から国内	1,736	1,000	29,224
	国内から海外	1,492	802	41,694
Domain	海外から国内	550	15	261
	国内から海外	2,798	86	15,048
FTP	海外から国内	2,598	896	3,130
	国内から海外	3,333	1,251	4,374
Finger	海外から国内	4,013	24	1,183
	国内から海外	1,469	9	954
その他	海外から国内	649	5,717	13,219
	国内から海外	1,065	6,400	65,331
合計	海外から国内	59,669	1,421,153	64,485
	国内から海外	51,195	503,686	322,327

表 2.5: プロトコル別、国内向き・海外向きコネクション

プロトコル	平均	百分位数				
		5%	25%	50%	75%	95%
FTP-Data	529.403	512	512	512	512	536
Domain	425.633	23	512	512	512	512
NNTP	324.769	8	43	512	512	512
SMTP	220.427	6	33	60	512	512
Finger	128.772	2	2	9	210	512
Telnet	53.915	1	1	2	9	512
FTP	30.293	6	16	25	30	73
その他	121.698	1	2	14	121	512
合計	313.287	1	13	512	512	512

表 2.6: プロトコル別パケット長分布 ( バイト )



表-2.6は、各アプリケーションプロトコルのパケット長の分布である。Telnet や FTP のような対話型のアプリケーションのパケット長は比較的小さな値の周りに分布しており、FTP-Data のような巨大データ転送型のアプリケーションのパケット長は、512 バイトの周りに多く分布している。

図 2.9: Telnet のパケット長分布

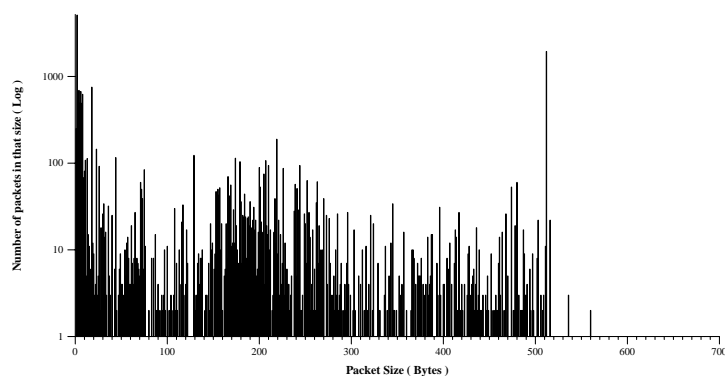


図 2.10: Finger のパケット長分布

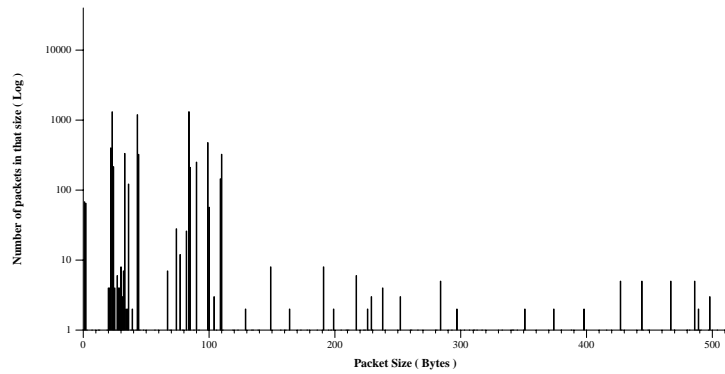


図 2.11: Domain のパケット長分布

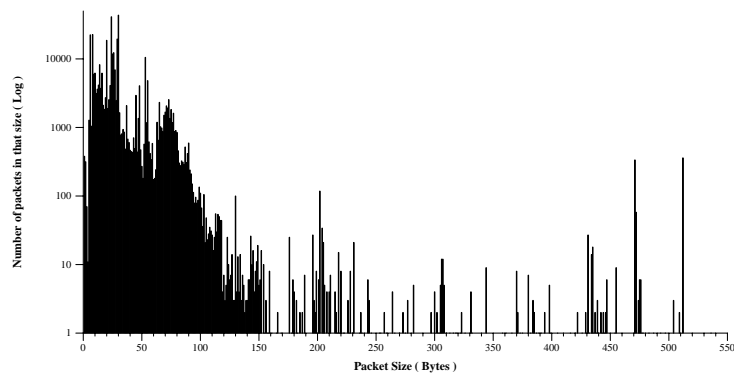


図 2.12: FTP のパケット長分布

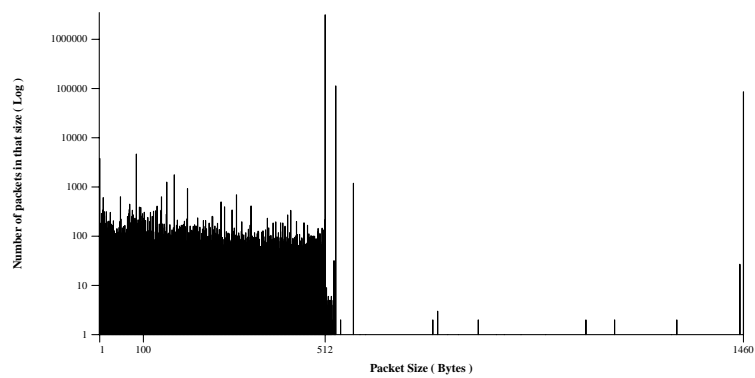


図 2.13: FTP-Data のパケット長分布

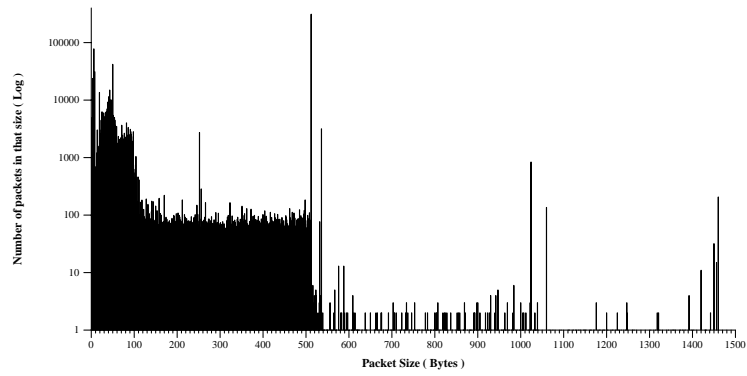


図 2.14: SMTP のパケット長分布

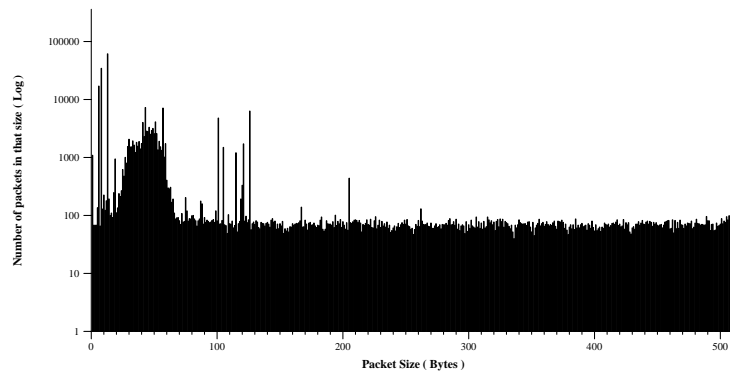


図 2.15: NNTP のパケット長分布

## 2.5 日本と他の国々との間の情報交換

アプリケーションプロトコルを介して、情報がどの国との間で交換されているのかを詳しく調べるために、DNSを利用して、すべてのTCPコネクションの両端のホストのIPアドレスからをドメイン名に変換した。そして、得られたドメイン名の一番右側の部分をそのドメインが属する国名として用いた。残念ながらDNSだけではすべてのIPアドレスをドメイン名に変換することができなかつたので、whoisデータベースを併用して、少なくともそのIPアドレスが属している国名だけでも調べようと試みた。それでもまだ、どの国に属しているのか不明なIPアドレスがあったが、それらのIPアドレスが関係しているコネクションについては、以下の議論からは除外した。幸いここで除外されたコネクション数は、2.4章で用いたコネクション数の0.6%であり、それらのコネクションにより交換されたデータ量は、2.4章で用いたデータ量の0.9%であった。

本節に示す解析結果は、日本の研究者たちと他の国々の研究者たちとの間で交換される情報の量、種類について着目したものである。一般的に、日本と他の国々との間、特にアメリカとの間の情報の流れには、かなりの不均衡があると考えられている。すなわち、情報の流れは日本の外から一方的に流れ込んでおり、日本から海外に対しては、ほとんど情報が流れていないと思われがちである。しかし、ここに示す解析結果により、かなりの量の情報が日本から海外にも同様に流れているということが分かる。

表-2.7は、日本と他の国々との間で交換されたすべてのTCPデータの量である。各行の一番右の欄は、相手の国を表すトップドメインの名前で、合計バイト数の多い順に並べられている。ほとんどのデータはアメリカ(edu, com等のドメイン)との間で交換されているが、それでも、少なくとも全体の13%はそれ以外の国との間で交換されている。

これは、日本の研究者たちのコミュニケーションの範囲が、対アメリカのみに留まらず、環太平洋地域やヨーロッパ等の多くの国々にまで広がっていることを示している。

ドメイン	国名	バイト数		コネクション数	
		海外から国内	国内から海外	海外から国内	国内から海外
edu	アメリカ	1,081,824,425	269,582,416	28,242	22,144
com	アメリカ	253,380,216	75,163,919	14,146	12,069
org	アメリカ	140,661,183	12,156,135	1,435	277
gov	アメリカ	77,792,355	24,711,322	1,789	2,433
net	アメリカ	77,181,168	14,219,613	3,060	2,980
de	ドイツ	42,092,581	17,499,247	1,313	1,349
fr	フランス	21,256,861	21,649,227	364	694
au	オーストラリア	16,374,621	21,465,957	933	1,089
ca	カナダ	17,216,893	19,904,945	3,631	1,226
uk	イギリス	6,657,069	18,977,853	950	1,633
mil	アメリカ	17,874,860	6,368,826	850	308
se	スウェーデン	19,763,793	3,350,355	371	482
dk	デンマーク	1,976,102	14,151,067	257	241
il	イスラエル	44,100	12,827,143	46	125
fi	フィンランド	4,328,088	2,828,460	524	479
ch	スイス	2,268,435	3,573,455	202	602
nl	オランダ	1,624,967	2,690,110	317	429
at	オーストリア	359,268	3,326,400	338	330
it	イタリア	243,684	3,122,141	123	406
nz	ニュージーランド	104,019	2,302,672	53	60
no	ノルウェイ	326,597	1,866,997	117	170
br	ブラジル	161,578	1,629,413	71	90
hk	香港	11,973	1,602,993	14	98
es	スペイン	529,612	744,111	60	114
sg	シンガポール	72,464	1,125,344	59	42
us	アメリカ	246,963	940,123	40	97
kr	韓国	277,716	835,935	110	361
mx	メキシコ	22,405	828,502	14	10
gr	ギリシャ	12,981	567,699	32	102
ie	アイルランド	15,200	328,880	5	78
hu	ハンガリー	10,204	166,954	0	29
pl	ポーランド	117,404	58,830	27	42
za	南アフリカ	17,744	58,782	8	4
is	アイスランド	14,909	35,756	3	9
be	ベルギー	12,549	21,344	11	22
pt	ポルトガル	1,371	8,694	0	4
tw	台湾	2,878	196	0	5
合計		1,784,879,236	560,691,816	59,515	50,633

表 2.7: 全 TCP データの流れ

### 2.5.1 主要なアプリケーションプロトコル

国際的なコミュニケーションの手段として、もっともよく使われているプロトコルは、SMTP と NNTP である。また、一方では、FTP プロトコルが、データの交換や、パブリックメインソフトウェアの流通の為によく使われている。以下の節では、これらの主要なアプリケーションプロトコルについて順に考察する。

#### SMTP のトラフィック

表-2.8は、海外から国内、国内から海外のそれぞれの方向の SMTP のトラフィックの流れである。TCP のアプリケーションの中で、SMTP による通信が、もっとも多く、国との間で行われている。このプロトコルによる接続の数は、全 TCP コネクションの 34% であり、もっともよく用いられる国際コミュニケーションの手段が、電子メールであるということを裏づけている。いくつかの国に関しては、日本から送られるデータの量と、その国から送られて来るデータの量がほぼ等しい量になっている。

一方、日本へ送られてくるデータの量が、日本から送り出されるデータの量の 2 倍前後になっている国もある。SMTP のような、個人対個人のコミュニケーションに用いられるプロトコルのデータに関して、このような不均衡の存在は奇妙に思えるかも知れない。このことを説明する一つの理由として、海外で管理されているメーリングリストに、日本から参加している研究者が多数いるということが挙げられる。このような場合、そのメーリングリストの、海外にいるすべての参加者からのメールが、日本国内に送られてくる。また、日本にいる参加者がそのメーリングリストにメールを 1 通出すと、メーリングリストの管理ホストから、日本にいる参加者の数だけ同じメールが複製されて、国内に返ってくるような設定になっていることが多い。このようなことから、日本から流れ出すデータ量よりも、日本に流れ込んでくるデータ量の方が多くなることが考えられる。もう一つの理由としては、RFC をメールでオーダーしたり、データベースにメールを使ってアクセスしたりするようなシステムの存在が挙げられる。そのようなシステムでは、リクエストメールはほんの数行程度であるのに対して、返事として送られてくるメールは、比較的大きなものになりがちである。これらのことから考えると、電子メールによるコミュニケーションは、必ずしも個人対個人のコミュニケーション手段とは限らない。

ドメイン	バイト数		コネクション数.	
	海外から国内	国内から海外	海外から国内	国内から海外
edu	58,073,056	26,496,811	10,287	6,878
com	32,841,366	21,019,158	5,167	4,862
gov	10,654,102	1,990,317	649	351
net	3,772,570	3,292,139	531	895
uk	1,958,345	2,590,771	327	637
ca	2,819,436	1,622,761	746	432
au	2,797,095	1,224,208	327	336
org	2,237,973	468,004	748	96
nl	1,196,560	1,456,917	197	166
de	1,478,962	1,155,673	273	275
se	1,323,454	896,382	166	78
mil	1,464,593	629,316	578	129
fi	790,418	687,994	205	185
fr	358,308	408,936	135	174
at	316,232	426,281	283	105
dk	378,208	253,572	118	40
kr	206,621	397,324	71	126
ch	296,570	293,712	84	428
us	245,476	189,559	34	72
no	207,112	166,551	54	53
it	124,671	248,329	50	95
ie	14,200	256,546	2	63
br	95,564	103,155	43	38
il	39,660	142,141	19	41
hu	10,204	166,954	0	29
es	44,485	101,518	22	37
nz	68,149	72,279	38	33
sg	68,558	62,133	32	26
za	17,744	58,782	8	4
is	9,896	35,658	3	8
hk	7,053	21,936	3	16
mx	20,476	7,820	9	3
be	11,613	14,998	7	7
pl	12,212	7,577	9	2
pt	1,371	8,694	0	4
tw	250	49	0	1
合計	123,962,563	66,974,955	21,225	16,725

表 2.8: SMTP のトラフィック

## NNTP のトラフィック

表-2.9はもう一つの人対人のコミュニケーション手段である電子掲示板システムのデータ転送に用いられている NNTP プロトコルのトラフィック量である。この電子掲示板システムとしては、USENET ニュースシステムが広く用いられている。

前述の SMTP は異なり、NNTP のコネクションは任意のホスト間で張られるものではない。むしろ、サーバー間でニュースを転送するために設定された経路に依存している。表-2.9に挙げられているドメインはわずか6つではあるが、ニュースの転送はいわゆる "バケツリレー方式"で行われているので、日本で投稿されたニュースも、ここに挙げられたドメインのサーバーを経由して、世界中のサーバーへと転送されていく。さらに、日本独自のニュースグループである "fj" も、最近では海外でも転送を希望するサーバーも多数あり、日本語で書かれたニュースが海外へと流れていっている。

ドメイン	バイト数		コネクション数	
	海外から日本	日本から海外	海外から日本	日本から海外
edu	95,281,960	20,872,134	12	3,252
com	48,792,354	11,863,547	6,221	4,418
net	252,884	7,269,830	0	1,125
uk	68,499	3,031,062	14	160
au	883,833	7,809	0	9
mil	144,844	709	0	5
合計	145,424,374	43,045,091	6,247	8,969

表 2.9: NNTP のトラフィック

## FTP のトラフィック

いわゆる FTP のセッションは、実際には FTP-Control<sup>5</sup>と FTP-Data の二つのプロトコルを介して行われる。FTP-Control プロトコルは、データ転送を制御するためにユーザーからサーバーに送られるコマンドの転送と、それらのコマンドの実行状況を示す応答メッセージの転送を行う。一方、"dir" や、"get" のような制御コマンドを実行した結果出力されるデータも含む、すべてのデータの転送は FTP-Data プロトコルを介して送られる。表-2.10は FTP-Control のコネクションによるトラフィック量を、また、表-2.11は FTP-Data のコネクションによるトラフィック量である。

これらの表から、FTP-Data のトラフィック量全体の約 22%が日本から海外に送られていることがわかる。日本から送られる FTP-Data のトラフィック量が日本へと送られてくる量よりも多いような国もある。

表-2.10と表-2.11を比較してみると、FTP-Control 日本から海外へのコネクション数と海外から日本へのコネクション数の比が、FTP-Data の海外から日本へのコネクシ

<sup>5</sup>FTP-Contrlのことを単に FTP 呼ぶことが多い。



ドメイン	バイト数		コネクション数	
	海外から国内	国内から海外	海外から国内	国内から海外
edu	3,279,348	2,294,206	1,092	2,181
com	417,750	415,581	382	267
net	434,258	161,387	17	271
de	217,727	225,562	152	99
gov	207,119	129,486	43	89
uk	68,891	183,130	159	14
ca	89,611	153,080	91	56
au	88,852	131,604	98	43
org	141,291	49,597	11	84
fr	53,884	104,615	76	28
fi	99,351	34,483	12	51
se	51,415	67,861	39	36
mil	59,376	37,276	25	38
it	19,327	63,552	47	6
nl	27,394	53,847	42	20
ch	19,165	46,162	41	4
dk	20,904	43,905	43	10
at	15,430	43,867	23	1
no	12,849	41,938	37	4
kr	9,711	28,894	20	1
gr	8,664	25,188	20	2
il	4,433	25,229	25	0
hk	4,798	17,147	9	0
br	7,706	9,358	6	10
us	1,347	6,882	4	0
nz	2,993	5,086	8	1
es	2,225	5,104	8	1
sg	1,117	3,637	4	0
be	936	3,287	4	0
mx	1,006	2,541	2	1
pl	2,192	1,296	2	7
ie	905	2,487	1	0
tw	236	68	0	2
合計	5,372,211	4,417,343	2,543	3,327

表 2.10: FTP トラフィック

ドメイン	バイト数		コネクション数	
	海外から国内	国内から海外	海外から国内	国内から海外
edu	844,769,610	193,374,712	14,677	7,588
com	158,639,413	33,370,384	1,651	1,534
org	136,345,557	5,354,684	555	37
gov	53,595,550	21,280,459	984	450
net	71,355,544	3,409,280	2,182	108
de	33,830,493	14,974,922	848	803
fr	20,701,781	20,899,762	128	474
au	11,416,664	19,197,477	326	481
ca	13,197,590	16,803,173	252	643
mil	16,049,449	5,693,688	241	88
uk	2,325,839	11,549,226	106	659
dk	1,011,020	12,549,906	31	180
il	0	12,658,232	0	84
se	9,227,302	1,969,278	154	234
fi	2,516,179	2,055,505	296	62
ch	1,906,889	1,754,727	40	165
at	0	2,825,456	1	213
it	8,810	2,799,327	4	281
nz	448	2,212,790	4	19
no	98,142	1,658,061	25	110
hk	0	1,563,644	0	82
br	38,198	1,516,540	22	37
nl	288,011	1,113,722	35	220
sg	0	861,311	0	16
mx	316	817,853	2	3
us	0	743,206	0	25
gr	4,224	541,581	9	100
es	129,643	296,647	4	14
kr	2,615	394,364	7	134
ie	0	69,677	0	15
pl	7,844	4,414	8	3
be	0	3,059	0	15
合計	1,377,467,131	394,317,067	22,592	14,877

表 2.11: FTP-DATA トラフィック量

ン数と日本から海外への接続数の比とおおよそ等しい値になっている。

多くの FTP サーバーでは、"anonymous" FTP をサポートしている点に注目してほしい。この"anonymous" FTP のセッションでは、まず FTP-Control の接続がサーバーに対して張られ、ついで、いくつかの FTP-Data コネクションを介して比較的大量のデータが送られる。

ある種の情報やソフトウェアの配送という点から考えると、それらをもつサーバーがいかにか広く知られているかということが重要になる。表-2.12は国内と海外の FTP サーバーを、FTP-Control コネクションを受け付けた数の順にならべ、その上位 5 つずつをまとめたものである。国内の上位 5 つのサーバーは合計で 1,290 の FTP-Control コネクションを海外の 893 個のホストから受け付け、それらのホストに対して 237,548,327 バイトのデータを FTP-Data コネクションにより転送した。これら 893 のホストは、実に 31 の異なる最上位ドメインに属していた。また、海外の上位 5 つのサーバーは、国内からの 208 個の異なるホストから合計 573 の FTP-Control コネクションを受け付け、377,447,509 バイトのデータを FTP-Data コネクションにより転送した。

FTP サーバー	サービスの 要求数	クライアント ホストの数	転送された データ量(バイト数)
国内	1,290	893	237,548,327
海外	573	208	377,447,509

表 2.12: 国内、海外の上位 5 FTP サーバー

この表には上位 5 つずつしか挙げていないが、実際には、海外から、国内の 151ヶ所のサーバーにサービス要求 (FTP-Control コネクション) があり、国内からは海外の 627ヶ所のサーバーにサービス要求があった。表-2.11から考えると国内の上位 5 つのサーバーで、海外に対するデータ転送全体の 60%を行っており、海外の上位 5 つのサーバーで、日本へのデータ転送の 27%を行っていることがわかる。これらのサーバーにより転送されたデータ量は、71%の 27%なので全体の 19%である。したがって、仮にこれらの海外の上位 5 つのサーバーのコピーが国内に用意されていたならば、海外から国内へのトラフィック量を、実際の 81%まで減らすことができるだろう。同様に考えると、国内から海外へのトラフィック量も 46%減少させることが可能である。もちろん、実際にはこれほど単純ではなく、情報やソフトウェアの分配経路を最適に設定するような手法を考案しなければならないだろう。

[?]によると、FTP によるファイルの転送は、かなりの割合で重複している。すなわち、特定のファイルが何度も FTP により転送されることが多いということである。仮に、われわれの国際専用線を利用する、FTP によるファイル転送にもこれが当てはまるとすると、上に挙げたように、単純に、よく利用される FTP サーバーのコピーをそのままつくるのではなく、頻繁にアクセスされるようなファイルを選んで国内の FTP サーバー上に配置することにより、比較的低速で、しかしコストのかかる国際専用線をより効率的に

利用することができるであろう。実際このようなことは国内の主要な FTP サーバーでは行われていることであるが、それでも、国内で入手可能なデータやファイルを海外までとりにいく場合が多いことが予想される。最近国内でも開始された archie のようなサービスが今後広まるにつれて、このような状況がどう改善されて行くかは興味深いところである。

国内でのソフトウェアの再分配の試みとして、昨年秋に X11R5 がリリースされた際に、上述のような方法を採用した。すなわち、事前に MIT と打ち合わせて、あらかじめ X11R5 のリリースキットを国内のいくつかのサーバーに用意し、さらにその旨を事前に国内で広報した上で、世界中で同時に公開を行った。

公開後 1 週間、国際専用線上の FTP-Data のトラフィックを監視した結果、海外のサーバーからの X11R5 の転送は、わずか 1 ホストが行ったのみであった。それに対して、国内のいくつかのサーバーの FTP の記録から、同じ期間に 36 の国内のホストが X11R5 の転送を行っていたことがわかった。ただし、国際専用線上のトラフィックに関しては、FTP-Data により転送されたファイル名を監視していたわけではなく、かわりに各 FTP-Data コネクションにより転送されるデータ量のみの監視を行った。この手法はファイル名を監視するよりも大ざっぱなやり方ではあるが、X11R5 を公開している特定のサーバーからの、いくつかの 524,288 バイトのデータ転送はほぼまちがいに X11R5 の転送と断定できる。

もしも前もってこのような準備をしていなければ、国内のサーバーから転送を行った 36 のホストのいくつかは、海外のサーバーに対して FTP の要求を行ったであろう。

ここで注意しなければならないのは、X11R5 を FTP するのは、ほとんどの場合が各組織の管理者であると考えられる点である。一般のユーザーに比べて管理者は国内のサーバーからも X11R5 が公開されるというような情報に注意を傾けているので、このような試みは成功する可能性が高い。しかし、一般ユーザーが興味を持つようなデータやソフトウェアを効率よく分配するためには、自分がどのサーバーから FTP をするのかを気にすることなく、最適なサーバーを選択できるような機構が必要であろう。

ソフトウェアの分配に関しては、FTP 以外のプロトコルも用いられていることも考慮しなければならない。例えば、USENET ニュースの *comp.sources.unix* のようなニュースグループに記事として投稿されたソースコードは同時にどこかの "anonymous" FTP サーバー上にも置かれることが多い。したがって、同じソフトウェアが、異なるプロトコルのデータとして、重複して国際専用線上を転送されてことになる。理想的には、特定のソフトウェアに関するデータ転送は 1 度だけ国際専用線上で行われ、その後国内で分配される際には、必要に応じていくつかのプロトコルデータに変換されるべきである。

## 2.6 まとめと今後の課題

本章では、日本と他の国々との間の TCP 上のサービストラフィックの特徴について調査した。ここで示した調査結果は、われわれが国際トラフィックの特徴に対して抱いていた予測のうちあるものを裏付け、またあるものを修正するために役立った。しかし、ここで示した解析は国際トラフィックの特徴を知るために必要な解析のほんの一部にすぎない。今後はより統計的な手法を用いて、トラフィックをさまざまな側面からとらえ解析していくことが必要である。そうすることによりはじめて、細かなトラフィックの特徴をとらえることができ、それに基づいた今後のネットワークの設計が可能となる。

今後の課題としては、

- 長期的なデータ収集
- 統計的な手法を用いた解析手法の考察
- 他国の統計データとの比較

が挙げられる。

## 第 3 章

# NSFNET バックボーンにおけるトラフィック情報の統計収集について

### 3.1 はじめに

現在、NSFNET<sup>1</sup> バックボーンは T1 と T3<sup>2</sup>の 2 種類の回線を用いたバックボーンから構成されており、1988 年 7 月より Merit Inc. によって運営、管理されている。この NSFNET バックボーンのトラフィックに関する統計データがネットワーク管理の一環として Merit Inc. により収集されており、統計データの一部は毎月集計され、一般にも公開されている。

一方、現在、WIDE バックボーンのトラフィックの統計情報を定常的に収集、解析していくための準備が進められており、一部のバックボーンリンク(1参照)や、国際リンク(2参照)のトラフィックデータの収集、解析を試験的に行なっている。

WIDE Statistics Working Group では今後の定常的なバックボーントラフィックの統計情報収集とその公開を行っていく指針としていくために、NSFNET のバックボーンでの統計情報収集と公開されている統計情報の内容についての調査を行なった。本章では、まず NSFNET バックボーンで収集されているデータの種類と収集方法について述べ、次に、現在定期的に公開されている NSFNET のトラフィックの統計情報の内容について述べる。最後に WIDE Statistics Working Group の今後の方針について述べる<sup>3</sup>。

### 3.2 NSFNET のトラフィック調査について

NSFNET は 14 の NSS(Nodal Switching Subsystem) を持つ T1 リンクを用いたネットワークと、16 の NSS を持つ T3 によるネットワークの 2 種類のバックボーンネットワークから構成されている。現在、Merit Inc. によりそれぞれのトラフィックの統計情報の収集が行われている。

---

<sup>1</sup>NSF:National Science Foundation

<sup>2</sup>T1 と T3 は、それぞれ 1.544Mbps と 45Mbps の容量の回線である

<sup>3</sup>ここでは NSF によって毎月公開されている統計資料と、NSFNET のトラフィック情報収集の状況について、SDSC(San Diego Supercomputer Center) のメンバーが我々に対して個人的にコメントした内容に基づいて述べる。それは NSF や Merit から正式に出されたコメントではない。

NSFNET では、大きく分けて次の 3 種類の、トラフィックに関する統計値が収集されている。

1. バックボーンノード間の遅延
2. バックボーンノードのインターフェースにおける処理量
3. パケットの種類

以下それぞれについて順に述べる。

### 3.2.1 ノード間の遅延

ノード間の遅延は、NSFNET バックボーンの各ノード間の round-trip times (RTT) を、ICMP Echo (ping) を用いて測定されている。具体的には、バックボーンの各 NSS の外部インターフェース間で 15 分ごとに測定する。測定されたデータは、各ノード上に一時的に置かれ、一日ごとにまとめられ NOC のデータ収集所に転送される。

この 15 分ごとのサンプル値から、その月の平均のノード間遅延を計算し、その値の半分の値が片道の遅延とされる。これより  $14 \times 14$  のノード間の遅延のマトリックスができる。

### 3.2.2 インターフェースの処理量

バックボーンノードの各インターフェースでの処理量の統計データが SNMP[?] を用いて収集されている。具体的なデータの内容としては、

- インターフェースが受けとった、または送ったパケット数
- インターフェースが受けとった、または送ったバイト数
- インターフェースが受けとったエラーパケット数

これらの値は、各インターフェースの、パケット数、バイト数、エラーパケット数を累積する SNMP のカウンターの値を 15 分ごとに測定することによって得られる。また、これらの得られたデータから "1 日にバックボーンに流入したパケット数" などを計算している。この値はバックボーンの 1 日の負荷として捉えることができる。さらに、1 時間ごとのバックボーンの負荷や 利用度を求め、一日のうちでバックボーンの混雑している、または空いている時間帯を得ることも可能である。

NSFNET の NSS では、比較的完全な SNMP の MIB[?] により、曖昧さの少ない値を得ることができる。しかし、それ以外にも様々なネットワークの性能に関する情報が必要である。MIB から得られる処理したパケット数やバイト数のようなインターフェースに関するカウンターの値を、それ以外の情報とともにネットワーク管理システムに入

力することにより、ネットワークの性能監視、ボトルネックの発見、そして最終的には、ネットワークの最適化を行なうことができると考えられる。

また、パケット交換のネットワークでは、瞬間的にパケットが増加する性質がある。しかし、この測定では 15 分ごとに値を測定しているため、このような突発的なトラフィックを観測することはできず、ネットワークトラフィックのおおまかな特徴となっている。

### 3.2.3 NNStat によるパケットの分類

NSFNET のゲートウェイである各 NSS は、PSP(Packet Switching Processors) と呼ばれる専用回線を収容するノードを IEEE 802.5 トークンリングによって相互接続した構成となっている。また、このトークンリングのバスを通るパケットのヘッダを調べる専用のプロセッサを持っている。これにより、インターネット統計収集用パッケージである NNStat を、このプロセッサ上で動作させて、NSS 全体のパフォーマンスを落とさずに NSS を通る全てのパケットの統計情報を得ることができる。例としては、IP レイヤの上位レイヤにあたるトランスポートプロトコルレイヤの種類によってパケットを分類し、それぞれの頻度の分布を求めることができる。現在は、パケット数を以下のように分類して統計を出すことができる。

- ネットワークのソース：デスティネーション のマトリックス
- パケット長のヒストグラム
- IP でのプロトコル別の頻度分布
- TCP/UDP のポートごと (つまりアプリケーションごと) の分布
- NSS を通過するパケットの数
- 1 秒で到着するパケットの数のヒストグラム

これらの情報の処理の流れとしては、まず、上に挙げたような NNStat から得られるトラフィックの統計データを、1ヶ月ごとの、“ソースネットワーク：デスティネーションネットワーク”のマトリックスの形で分類し、アプリケーションごとのパケット数の分布を出す。また、ソースネットワーク、デスティネーションネットワークのマトリックスの形のデータから、1時間ごとの NSS 対 NSS のトラフィックのマトリックスも作成される。このマトリックスやバックボーンのルーティング情報やパケット長の分布などのデータなどは、NSFNET のネットワークポロジを改善するためのソフトウェアや、その他の性能分析ツールの入力データとして用いられる。これらの数値は NSF への月例報告には含まれないが、時折公開されており、ネットワークの設計や最適化にも用いられている。

ここでパケット数だけでなくバイト数での測定を行っているのは、アプリケーションによって 1 パケットのバイト数に違いがあるためである。つまり、平均のパケットサイズは 125 バイトから 175 バイトになるが、実際のパケットサイズの分布としては 41 バイ



ト (Telnet の典型的なパケットサイズ) と 576 バイト (フラグメントされたパケットのサイズ) の 2 つのピークがある。

また、これらの統計情報を、特別な目的のために用いることも可能である。例えば、

- スーパーコンピュータへのネットワークアクセスとネットワークの利用度の相関関係
- DNS のトラフィックの監視

のような項目が挙げられる。

### 3.3 公開されている NSFNET の統計情報

これまでに述べたようにして収集された情報をもとにして、毎月、NSFNET の統計情報のレポートが作成され一般に公開されている。これまでに述べたように、統計収集のためのツールとしては、ping、SNMP、NNStat が用いられている。

統計情報のファイル名は、"tN-YYMM.TYPE" で表され、それは以下のような内容のデータのファイルであることを示している。

tN ネットワーク名 (t1 または t3)

YYMM 年と月

TYPE そのファイルの統計情報のタイプ。以下の 7 つのタイプがある。

1. delay  
NSFNET バックボーン各ノード間での片道の遅延の分布の四分位数 (1991 年 6 月より前については、最少と最大と平均値となっている)
2. pnss  
NSFNET バックボーン各 NSS へ入ってくる一日ごとのパケット数
3. bnss  
NSFNET バックボーン各 NSS へ入ってくる一日ごとのバイト数
4. pnets  
NSFNET バックボーンを通過して一ヶ月間に各ネットワークへ出入りするパケット数と、それぞれの全体に対する割合
5. bnets  
NSFNET バックボーンを通過して一ヶ月間に各ネットワークへ出入りするバイト数と、それぞれの全体に対する割合
6. country  
NSFNET バックボーンを一ヶ月に通るトラフィックの国ごとのパケット数とバイト数

## 7. ports

NSFNET バックボーンを一ヶ月に通るトラフィックのサービスごとのパケット数とバイト数

ただし T3 ネットワークは、pnss、bnss の統計情報のみとなっている。

例えば、"t1-9202.pnss" は、1992 年 2 月の NSFNET の T1 バックボーン各 NSS に入ってきた一日ごとのトラフィックをパケット数で測定した統計情報である。

各タイプごとの統計情報について、次に詳しく述べる。

## 3.3.1 delay

T1 によって構成されるネットワークには 14 のノードがあり、それら各々のノード相互の RTT を ICMP Echo を用いて 15 分ごとに測定している。それらの値からその月の平均のノード間遅延を計算し、その半分の値をノード間の片道の遅延 (単位はミリ秒: 1/1000 sec) とする。この遅延の値の四分位数のそれぞれを、NSS の測定元ノードと測定先ノードの番号による 14 × 14 のマトリックスで表している。

例として、ある月の遅延の四分位値のうち、中央値のマトリックスのデータを示す。

NSFNET T1 Delay Matrix Report for March 1992  
2nd Quartile Results

From/To	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
5		68	57	24	33	18	41	21	64	51	62	42	34	23
6	68		60	69	57	75	27	52	18	22	46	83	76	45
7	57	61		76	67	65	37	41	50	62	19	31	49	55
8	26	72	76		17	41	47	44	84	74	53	67	25	46
9	35	59	67	17	23	35	53	71	75	78	90	35	52	
10	18	75	69	40	21		51	37	78	68	46	58	18	37
11	41	28	36	45	34	51		70	40	44	48	60	63	22
12	21	51	41	42	52	37	70		48	35	52	25	51	41
13	66	20	49	86	72	81	41	50		20	35	72	69	59
14	51	22	61	72	73	66	44	35	18		46	54	76	62
15	67	46	18	51	76	46	48	52	34	46		41	33	66
16	42	83	29	66	87	59	59	24	71	53	41		70	62
17	41	77	50	26	35	20	65	58	65	78	34	72		59
18	22	44	54	44	51	38	22	41	57	62	66	62	54	

## 3.3.2 pnss

NSF バックボーン各 NSS に入ってくる一日ごとのパケット数。表の行は各バックボーンの名前、列は日付となっている。例として、ある月の pnss のデータのうち、数日間の

一部のノードについてのデータを示す。

T3 ネットワークについて  
1992 年 3 月

Day	Argonne	Ann Arbor	Pittsburgh	Ithaca	SaltLake	Boston	Totals
1	396089	7295770	23159392	13447394	164728	25274446	143632451
2	340962	9915600	22230673	15025353	166018	32276964	179380068
3	391235	11792739	18830275	30603420	181101	34864760	193332673
:	:	:	:	:	:	:	:
Total	12710280	513261990	623284522	527880792	5540142	950054040	5181572520

### 3.3.3 bnss

NSFNET バックボーンの各 NSS へ入ってくる一日ごとのバイト数。前に示した pnss の表と同じ形になるが、パケット数のかわりにバイト数で測定されたものである。

### 3.3.4 pnets

NSFNET バックボーンを通して各ネットワークへ出入りするパケット数の一ヶ月の合計と、それぞれのネットワークへのトラフィックが全体に対して占める割合。

例として、ある月の一部のデータを次に示す。

NSFNET T1 Backbone Traffic Distribution by Internet Network Number

1992 年 3 月

合計パケット数 : 8,924,601,550

合計バイト数 : 1,641,789,183,650

ネットワーク数 : 4,081

AS	IP Number	Network Name	Pakets In To Backbone	Pacets Out From Backbone	percentages	
					In	Out
93	128.252	WASHINGTON-U	454,616,050	285,914,100	5.09	3.20
73	128.95	WASHINGTON	180,063,650	174,600,600	2.02	1.96
267	129.79	INDIANA-NET	176,642,950	147,513,700	1.98	1.65
280	128.83	UTAUSTIN	165,339,000	121,767,600	1.85	1.36
1206	128.2	CMU-NET	129,292,850	125,317,350	1.45	1.40
97	128.112	PRINCETON	127,563,550	87,025,150	1.43	0.98
702	137.39	UUNET-WAN	126,827,950	99,063,300	1.42	1.11
97	128.6	RUTGERS	123,854,650	90,427,050	1.39	1.01
200	36	SU-NET-TEMP	120,476,200	82,081,500	1.35	0.92
194	128.117	UCAR	112,069,550	88,852,850	1.26	1.00
38	128.174	UIUC-CAMPUS-B	111,980,100	92,672,600	1.25	1.04
200	128.32	UCB-ETHER	104,303,350	95,460,900	1.17	1.07

### 3.3.5 bnets

NSFNET バックボーンを通過して各ネットワークへ出入りする一ヶ月のトラフィックをバイト数で測定した値と、それぞれのネットワークへのトラフィックが全体に対して占める割合。前に示した pnet の表と同じ形になるが、パケット数のかわりにバイト数で測定されたものである。

### 3.3.6 country

NSFNET バックボーンを通るトラフィックの国ごとのパケット数とバイト数。例としてある月のデータのうち、上位の数ヶ国分について次に示す。

#### NSFNET T1 Backbone Traffic Distribution by Country

1992 年 3 月

合計パケット数 : 8,924,601,550

合計バイト数 : 1,641,789,183,650

ネットワーク数 : 4,081

国: 40

Nets	Country	Pakets In To Backbone	Pacets Out From Backbone	percentages	
				In	Out
2302	United States	7,616,219,250	7,215,056,700	85.34	80.84
191	Canada	418,331,150	409,150,850	4.69	4.58
115	Australia	167,352,000	119,721,800	1.88	1.34
112	United Kingdom	148,937,800	144,996,700	1.67	1.62
43	Sweden	109,535,200	169,940,600	1.23	1.90
19	Finland	66,603,600	79,164,650	0.75	0.89
199	Germany	51,130,100	107,819,300	0.57	1.21
179	France	49,232,500	91,608,600	0.55	1.03
17	Norway	49,229,350	70,160,450	0.55	0.79
99	Japan	40,073,450	26,898,200	0.45	0.30
28	Taiwan	31,896,400	33,473,850	0.36	0.38
6	Denmark	30,470,700	28,843,750	0.34	0.32

### 3.3.7 ports

NSFNET バックボーンを通過するトラフィックのサービスごとのパケット数とバイト数。現在、データがあまりにも多いため、サンプリングして解析する方法を取っており、完全に正しいデータであるとは言えないが、サンプリングによる影響は本当に僅かである。表はパケットの多いサービス順になっている。

例として、ある月のデータのうち上位のいくつかのサービスのデータを示す。

#### NSFNET T1 Backbone Traffic Distribution by Service

合計パケット数: 8,924,601,550

合計バイト数: 1,641,789,183,650

Service Name	Port	Packets Count	% Pkts	Byte Count	% Byts
ftp-data	20	2,345,582,650	26.282	828,850,604,950	50.485
(other ports)	—	1,819,683,100	20.390	171,983,064,750	10.475
telnet	23	1,109,624,000	12.433	78,901,539,450	4.806
nntp	119	930,703,700	10.429	178,094,436,150	10.848
smtp	25	779,172,450	8.731	118,713,376,000	7.231
nameserver	53	616,370,700	6.906	62,653,762,550	3.816
ftp	21	210,861,050	2.363	15,199,203,900	0.926
(other protocols)	—	187,167,800	2.097	15,913,880,450	0.969
vmnet	175	179,897,400	2.016	65,039,534,550	3.962
irc	6667	124,715,150	1.397	10,249,531,050	0.624
who/login	513	80,673,900	0.904	3,478,657,300	0.212
nntp	123	66,563,250	0.746	5,078,830,450	0.309
(unknown)	1023	64,405,950	0.722	9,733,875,200	0.593
X0	6000	47,513,250	0.532	7,010,593,600	0.427
syslog/cmd	514	39,135,050	0.439	16,412,937,450	1.000

### 3.3.8 WIDE インターネットにおけるトラフィック調査について

WIDE インターネットにおいても、これまでに述べたようなバックボーンのトラフィック調査と定期的なレポート作成が必要である。

具体的には、WIDE インターネットが必要とされるトラフィック統計データは、以下の3つに分けられる。

- WIDE バックボーンノード間のトラフィック
- WIDE と日本国内の他のネットワーク間とのトラフィック
- 国際リンクとのトラフィック

まず、1番目のバックボーンノード間のトラフィックについては、本章で述べた NSF で行われている方法を参考として、同様の測定を行っていく予定である。これは、バックボーンのパフォーマンス管理、構成管理などに必要とされる。

2番目の日本国内の他のネットワークとの間のトラフィックについては、現在1章で述べたような方法で測定を始めている。

3番目の項目については、前章で述べたように tcpdump を用いて収集が始められている。また、特に国際リンクのトラフィックデータの収集では、収集するデータの形式について他国との協力が求められてきており、現在そのための話し合いが進められている。また、統計データの量は非常に大きくなるため、収集するデータの内容とその保存方法については、検討が必要である。収集されたデータの解析から得られる国際リンクのトラフィックの状況によっては、国際リンクの構成を再検討することも可能である。

これらのデータを定期的にレポートとしてまとめ、一般に公開していく予定である。さらに、特別な目的のためにもっと詳しい情報が必要とされる場合には、すぐにそれに対応できるような統計情報収集のための環境も実現していく予定である。

## 第 4 章

# WIDE Network Management Workshop '92 報告

### 4.1 はじめに

WIDE Network Management Workshop '92 は WIDE プロジェクトが初めて主催したワークショップである。このワークショップは、

- ネットワーク・マネージメントとは何か?
- 実際のネットワーク・マネージメントはどのように行われているのか?
- ネットワーク・マネージメント・システムは何を対象としてどのようなマネージメントができるのか?

ということを興味の主眼として開催された。

#### WIDE Network Management Workshop '92

日時: 1992 年 3 月 27 日

場所: 大阪大学基礎工学部 ホール

主催: WIDE Project

共催: 日本 UNIX ユーザ会 (JUS), 情報処理学会

#### プログラム:

Session 1: モデル  
SNMP と CMOT

司会: 山口英 大阪大学  
中村修 東京大学

Session 2: 開発  
(製品紹介)

司会: 大野浩之 東京工業大学  
菊地宏臣 日本サン・マイクロ  
システムズ (株)



(製品紹介)	長沼義一	横河ヒューレット パッカード (株)
(製品紹介)	長福真一	横河デジタル コンピュータ (株)
(製品紹介)	泉谷建司	日本デジタル イクイップメント (株)
(製品紹介)	古郡正美	ソニー (株)
OSI 管理に基づく LAN 管理システムの開発 SNMP の今後	吉江信夫 秋山欣也	住友電気工業 (株) 日本電気 (株)
<b>Session 3: 運用技術</b>	司会: 三膳孝通	東京工業大学
WIDE におけるネットワーク管理 - なぜ SNMP は使えないか - Campus Networking と管理 松下電器のコンピュータネットワークの概要 企業におけるネットワークの導入と運用管理	加藤朗 山口英 今津英世 徳川義崇	慶應義塾大学 大阪大学 松下電器産業 (株) (株) ディアイティ
<b>Session 4: 将来のネットワーク管理</b>	司会: 中村修	東京大学
パネルディスカッション パネリスト	中村眞 工藤丈一 加藤朗 佐野晋 山口英	シャープ (株) (株) アスキー 慶應義塾大学 日本電気 (株) 大阪大学

当日は大手私鉄のストライキのため、時間を 30 分繰り下げてワークショップが開始された。参加者は 100 名弱でほぼ予定通りの人数となった。

セッションの間の休憩時間には共催の JUS から菓子パンとミネラル・ウォーターの差入れがあり、休憩時間にも菓子パンをはさんで盛んな意見交換が行われていた。

## 4.2 各セッションの内容

### Session 1: モデル

ネットワーク管理のモデルとして、OSI のネットワーク管理モデルがあり、実際にはすでに広く利用され始めている SNMP および MIB、OSI のネットワーク管理を IP の世界に導入した CMOT がある。そして、Internet におけるネットワーク管理の実際の Topic として、広域に広がったネットワーク管理、課金や認証、その中でどのような管理を行うかが重要になる。



## Session 2:開発

本ワークショップの特徴の1つがこのセッションである。現在市販されているネットワーク管理システムの紹介と今後の方向についての発表が行われた。いずれの製品も SNMP を用いて管理を行うものとなっている。ネットワーク管理システムを特色づけるものとしては、ネットワーク構成の記述、システムのカスタマイズ、さらにアプリケーションとのインタフェースである。製品となっている管理システムはそれぞれに趣向を凝らしたものであり、さらに外見にも気配りがなされている。

### 製品紹介

#### Sun NetManager

Sun NetManger はネットワーク管理のためのプラットフォームがコンセプトであり、インタフェースを公開することでネットワーク管理を行うユーザが必要な機能を利用してシステムを構築する。

#### HP OverView

HP OverView の最大の特徴はネットワーク構成を自動的に作成する Auto Discovery の機能である。この機能はノードを順に発見して行く機能である。

#### YDC LMaT

LMaT は管理者として初心者用として、Easy Setup, Easy Use のシステムを目指したものである。

#### DECmcc ディレクタ/DECmccMSU

分散処理指向の管理システムであり、OSI を指向したシステムである。SNMP も OSI 管理の一部として位置づけたものである。

## SONY NewsOS

SONY NEWS には OS に標準的に SNMP を扱う管理ツールが用意されている。あくまでも管理に用いるツールである。

## OSI 管理に基づく LAN 管理システムの開発

OSI 管理モデルに基づいており、OSI ネットワークの管理を行うシステムである。

### SNMP の今後

MIB の現状と今後の拡張の方向についての紹介。今後の拡張方向としては、多様な機種への対応、マルチプロトコル化、セキュリティの強化、さらに障害管理の強化として Trap の充実がある。SNMP の特徴は何でも管理できるということである。

この発表に対しては会場からの質問として SNMP で何もかもやることに関して、また現実的に全てが可能かどうかという疑問が出されていた。これにはネットワーク管理には何が必要かを考える必要があるとのコメントが出された。

## Sessiong 3: 運用技術

### WIDE におけるネットワーク管理

WIDE Internet の管理の実態についての報告。WIDE Internet は専任管理者がおらず、ユーザが管理者を兼ねている。Internet の運用上はトラブルよりも停電などの事態が多い。またほとんど正常に見えていても部分的に異常が発生しているときもある。またネットワークが複雑になるにつれて問題の原因を知ることも困難である。このようなネットワークを管理するためには管理者に近い Intelligence を持ち、何が正常であるかを判断し、異常時に警告を出すようなシステムが必要である。このような面で明示的な構造を持たず、また polling をする必要がある SNMP は管理には使えない。

### campus networking と管理

大阪大学を例としたキャンパスネットワークの管理についての報告。阪大のネットワークは、まだ発展途上であり、今後新たなネットワークが接続されてくる。キャンパス・ネットワークにおける最大の困難は優秀な人材が次々に移動することであり、このような環境で実験から運用への移行をしなければならないという問題がある。

### 松下電器のコンピュータネットワークの概要

松下電器のネットワーク管理の体制はデータリンク以下の層は mail/news を使っていない EDP 部門が管理している。ユーザはメールが 4,000 名、ニュース 3,000 名である。社会的には運用業務の評価は行われており、課長クラス以下では便利になったという意識がを持っている。

### 企業におけるネットワークの導入と運用管理

ディアイティにおけるネットワークの発展と構築。問題となるのはやはり管理者が足りないことであり、台数が少ない間は 1 人でも管理できるが、台数が増えるにつれて作業が増えすぎる。それでも管理は 1 人に集中する。ある程度の規模を越えると、管理に必要なコミュニケーションの手段としての mail/news が必須になる。

## Sessiong 4: 将来のネットワーク管理

このセッションではそれまでの議論を踏まえた上で、発表将来のネットワーク管理というテーマで、いくつかのトピックについて議論を行った。



### ネットワーク管理システム

各社のネットワーク管理システムのコンセプトや、対象とするユーザについての補足。

#### Sun NetManager

Sun NetManager は使う人がそれぞれの立場で各自の管理システムを構築するためのプラットフォームである。管理システムとして要求されている市場が未知であるのに完成したシステムを提供するのは困難である。この点プラットフォームではアプリケーションは1種類ではないため、各々の目的、規模またレベルに合わせる事ができる。すべてに合わせたプロダクトを出す予定はない。

質問: 1000 台ぐらいのキャンパスネットワークで管理できるか?

回答: システム全体は無理であり、階層構造をとって範囲を定めて管理を行うことなら可能である。

#### HP OpenView

HP OpenView はキャンパスネットワークレベルを対象として、MAX 2000 ノード程度まで管理できる。管理項目は監視、障害の発見と回復、および解析である。

#### YDC LMaT

対象とする規模はこれまでの実績は最大で 44 セグメント 500 ノード程度である。対

象とするユーザはネットワークに関しては比較的初心者であり、明日からでも使えるシステムを目指している。

#### DEC MSU

ネットワーク管理業務のサービスための専用システムで、技術的にしっかりした冷静な管理者を対象としており、いわばプロフェッショナルユースを目指している。

#### 会場からのコメント:

- 実際に管理システムの使用経験から言うと使うのは楽しいが実際に管理するのは苦しい。
- 業務の報告やレポートの作成には利用できる可能性がある。

#### パネリストのコメント:

- プロが管理するのに利用するために軽くて端末で利用できるものが必要である。
- グラフィカルユーザインタフェースは格好がよいが本当に必要かどうかはわからない。
- 自分のツールとすることは難しく使いものになりにくい。
- presentation には使える。
- スタッフに技術移転をするためには見てくれが大切。
- 市販のネットワーク管理システムは、プロの管理者には使いにくいですが、必要とされる場合もある。
- プロ向けに本当に使えるシステムは必要である。
- ネットワークは場所により大きく異なるので汎用システムは有り得ず、本当に使えるものは受注ソフトになってしまう。
- 一つのやり方として管理者の知識を記述する枠組みを用意して、その上で知識を与えてゆくという方法がある。

#### SNMP の可能性

- インタフェースの情報だけでは無理であり、パケットそのものを見たい。
- SNMP でどこまで管理するかを考えて新たな MIB を作ればよい。
- MIB でなにかもやるのは疑問。
- 破綻するまでやってみるのも一つの方法。

## ネットワーク管理のあり方

- 現在は今はエンジニアがすべてをやっているが、今後はエンジニアではない運用管理スタッフが必要で、そのためにはツールの色分けも必要になる。
- これは企業としては通る話であるが、大学では不可能かもしれない。大学もプロのサポートやサービスを買えるようにするか、あるいは大学として人材を確保し続けなければならないのか。大学では本当は研究をしたい。
- キャンパスネットワークの環境は何でも知っていないとだめであるため、お金を払っても環境を買えないし、発注できない。
- 大学に身も心も捧げた会社を作り、保守費を払ってサービスを買いたい人たちは買う。しかし、作ることが楽しい人たちは WIDE とか JAIN で楽しみながらやる。
- US では berkeley, merit のような会社組織が管理を行っているが、日本でも第 3 セクターでの管理組織が可能ではないか。
- しかし、これには研究費の半分を払う覚悟が必要であり、また体制として学生を雇うことを考えねばならないが、それが可能なのか。

## 参加者の比率

約 90 名の参加者の中の割合。

実際のネットワーク管理者	80%
ネットワーク管理の研究者	20 名
ツールの開発者	7 名
ネットワーク管理が商売	6 名

## ネットワーク管理ツールに最低限必要な機能

- 自分のプログラムに組み込み、トラブルがあったときになるべく早く解決するための助けとなるシステム。
- トラブルのときに診断し、障害の切りわけをするシステム。
- 予算のとれるシステム。
- バックグラウンドでやりながら、重要障害が発生したとにだけそのレポートを画面の一部に表示する。
- ネットワークの管理は生きたものであるから設計に役立つツール。
- 主治医としてのネットワーク管理者を総合的に管理するシステム。
- ユーザのアクティビティを監視して、どこで何をやったかを記録する。
- 管理者の協調作業を支援するシステム。

### 4.3 おわりに

今回のワークショップは研究の面からも、実務の面からも非常に意義のある会合であった。ネットワーク管理に関する研究会はこれまでも開催されているが、今回のワークショップがこれまでのものと大きく異なるのは、非常に現実的で実証的な側面に重きを置いた点である。Internet に接続されている様々なネットワークがどのように管理されているか、管理のために必要な道具立ては何かなどの実際の経験に基づいた問題、ネットワーク管理システムと言う名前を持つ製品の内容と実用性、ネットワーク管理の今後と SNMP の方向性などの問題を、参加者がそれぞれの背景を持って意見を交換する場として有効に作用した。

このワークショップは様々な視点を共通の土俵で議論するための先駆けであり、主催者の目的を達成した。この成功を受けて、今後も Netman Workshop は引続き開催される予定である。

