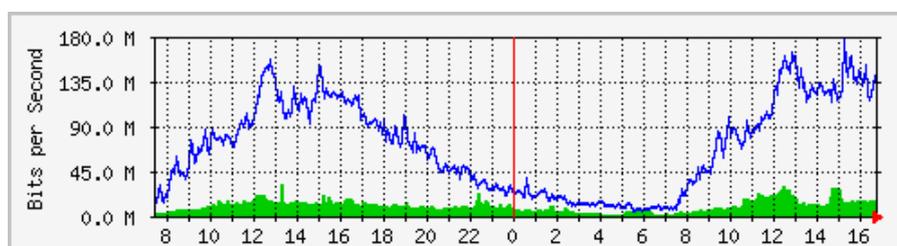


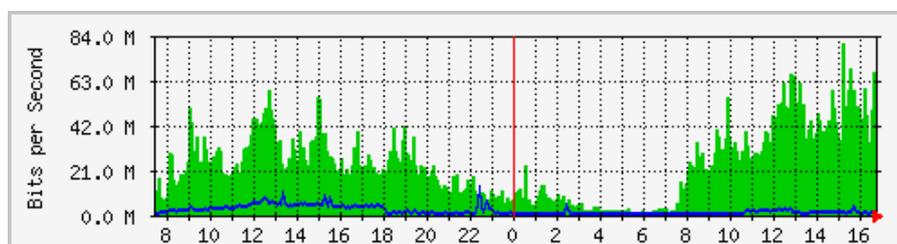
## 2010年度インターネットトラフィックの変化と回線増強について

総合情報処理センター 杉浦徳宏

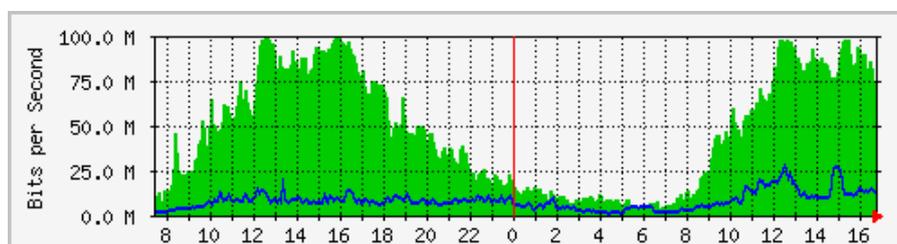
本学のキャンパスネットワークは、インターネットに2本の回線で接続しています。国立情報学研究所が運用する大学・研究機関等を接続した学術情報ネットワーク「SINET」経由の接続回線と、ZTV社の提供するインターネット回線の2本です。どちらも回線容量は、100Mbpsです。100Mbps一本では容量不足ということと、回線を冗長化することでどちらかの回線障害に耐えるという観点で2本の契約としています。特に、SINET接続回線については、ノード（接続点）である名古屋大学までを専用回線を借りて接続しており、予算上の大きな負担となっています。



(a) 全トラフィック(青:下り、緑:上り)



(b) ZTV側トラフィック(緑:下り、青:上り)



(c) SINET側トラフィック(緑:下り、青:上り)

図1 ある日のインターネットトラフィック

(※以下ではすべて「下りトラフィック」すなわち、インターネットから本学内に入っ

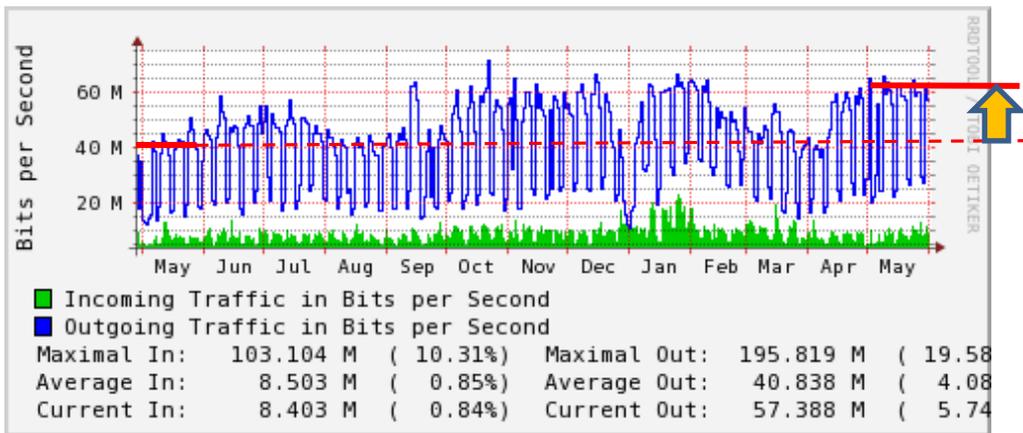
てくる通信量について述べています)

図1に、ある日のトラフィック(=回線使用状況)を示します。全トラフィックのピークは12~14時になることが多く、図1では180Mbps程度になっています。各回線を見ますと、SINET側トラフィックが上限である100Mbpsに到達している時間帯があり、これは少し憂慮すべき状態です。200Mbpsの回線を1本有しているだけであれば、全使用量が200Mbps以内に収まっていれば問題ないのですが、100Mbpsの回線を2本となっているため、回線ごとにその上限100Mbpsに収まるよう、うまく分散調整を図ることが必要になります。

図2に、2010年5月から1年間の年間トラフィックの推移を示します。こちらも、全トラフィックと、各回線別に示しています。まず、図1と違って、このグラフは一日平均で丸められておりますので、全体的に値が小さくなっていることにご留意ください(スパイク状に落ち込んでいる部分が土日になります)。図2(a)の全トラフィックを見ますと、1年間のトラフィックには変動があることがわかります。4月の前期開始とともに7月初旬まで増加し、夏休みと年末年始の減少を挟みながら1月まで増加を続け、以後、春休み終了まで減少していきます。学生を中心とした「活動期」にちょうど同期するような変動傾向があります。従いまして、回線の使用量が毎年どの程度増加しているかを見るためには、年間集計か同月比で比較する必要があります。一例として図2(a)では、5月の場合を例に作図していますが、約1.5倍増となっていることがわかります。これは5月に限らず、全区間において約1.5倍増となっており、「年率1.5倍でトラフィックが増えて続けている」ということができます。この傾向は、ここ数年ずっと続いており、インターネットの全体の成長具合ともほぼ同じです。

図2(b)(c)の回線ごとのグラフを見ますと、40Mbpsを超えている部分がありますが、その場合には、当該回線において、平日昼間のピーク時に上限である100Mbpsに到達していることがわかっています。また、二つの回線の使用量の割合が時期によって変化していることもわかります。これについては後述します。

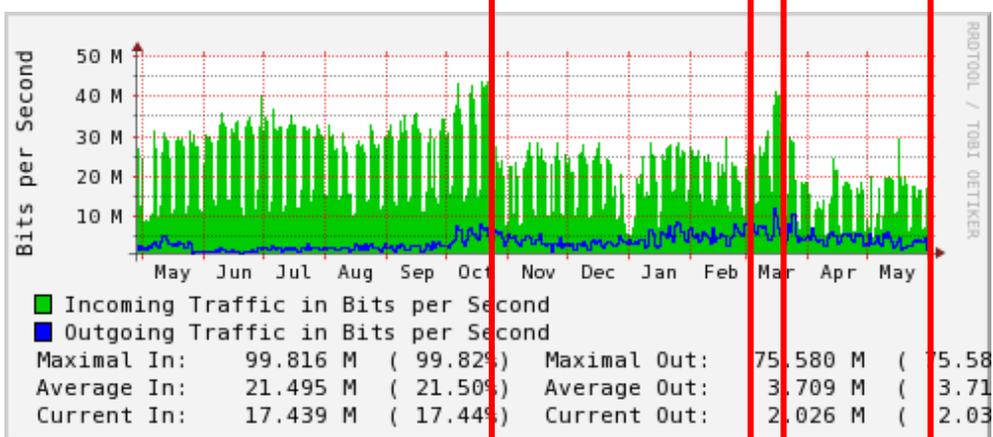
2010年10月頃より、ZTV側回線において、平日昼間ピークにおいて100Mbps一杯まで使い切ることが顕著になってきました。この頃まで、ZTV回線とSINET回線でのトラフィックの分散具合は、2:1でしたので、ZTV側が先に上限に到達することになります。



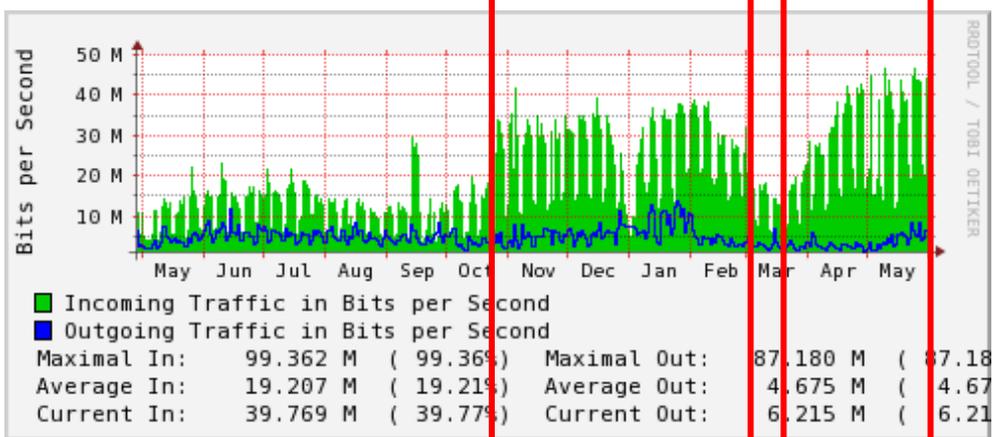
(a) 全トラフィック(青:下り、緑:上り)

(1) 第1回調整

(2) 大きな変化 (3) 第2回調整



(b) ZTV側トラフィック(緑:下り、青:上り)



(c) SINET側トラフィック(緑:下り、青:上り)

図2 三重大学全インターネットトラフィックの推移(2010/5~2011/5)

さて、ここで分散具合を1:1に調整することができれば問題は解決ですが、実はそう

はうまくコントロールすることができません。インターネット上のパケット（＝通信データ）は、BGPというプロトコルでASパスリストを交換することで経路制御されており、通常、最短経路が選択され、最終的にSINET回線やZTV回線のどちらかに分散されて本学に届くこととなります。しかし、実際にはSINET回線とZTV回線では、この経路長（正確にはASパス長）にほとんど差がないため、また、逆に差がないためほぼ均等に分散されることが期待されます。しかし、実際には、何もしない場合にはZTV:SINET=2:1という比率になっていました。さて、通信には「上り下り」もしくは「行き帰り」がありますが、インターネットを構成する各ルータにおいてはそうした区別はなく、「送受信」しか存在しません。すなわち、すべてのパケットはルータから「送信」されて、渡された側が「受信」するということとなります。これは、送信する側は送信する次のルータを選択することができますが、受信する側は送られてきたものを黙って受け取るしかないということとなります。さて、今回問題になっている本学にとっての「下り」トラフィックというのは、より上位のルータから送られてくるものを、本学のルータが「受信」する場合のトラフィックということとなります。したがって、受信側である本学の希望で、どちらの回線からどの程度受け取りたい、というようなコントロールを行うことができません。上位であるZTVやSINETのさらに一つ前のネットワークにおいて、ZTVとSINETのどちらを送信先を選ぶかでルートが決まると言い換えることもできます。しかし、受信側で全く分散コントロールできないかという点、そういうわけではなく、少しだけコントロールすることができます（詳細説明は割愛させていただきます）。この分散調整を行ったのが図の「第一回調整」で2010年10月25日となります。これ以降、分散具合は、ZTV:SINET=2:3となりましたので、合計166Mbps程度までであればそれぞれ上限100Mbpsに当たらないことが期待されます。実際、年間グラフにて閾値である40Mbpsを超えていることもなく、平日昼間についても100Mbps上限にあたっていません（短時間のトラフィックではピークにあたります）。

しかし、これで安心していたところ、3月初旬から異変が起きました。3月第1～2週においては、ZTV側に大きく偏り、第3週以降はSINET側に偏るという傾向になっていきます。特に、4月後半から、ZTV側は横ばいのまま、SINET側のみが増大するという不可解な状態になっています。最終的に、2011年5月実績では、ZTV:SINET=1:2.25程度と大きくSINET側に偏っており、実際に、平日昼間にほぼ確実に100Mbps上限に到達し、当該時間帯において遅延などの影響が出始めてもおかしくない状態にありました。

さて「年率1.5倍」で増大し続ける使用量への対策ですが、半年の間、分散調整などを図りながら運用してきましたが、抜本的には全体容量を増やすしか方法がありません。そこで、2011年度は回線を増強することにしました。昨年度の総容量が200Mbpsですので、必要容量は1.5倍の300Mbpsと推測されます。これに基づき、ZTV側回線を100Mbpsか

ら 200Mbps に増速することにいたしました。当初の予定より少し遅れまして、2011 年 6 月 1 日よりこの増速を実施いたしました。また、これに伴い第 2 回の分散調整を行いました。執筆時点(2011/6/1)では切り替え直後のため効果のほどはわかっておりませんが、今年度につきましては、総容量 300Mbps と分散調整で十分対応可能だと考えています。

しかし、再来年度はさらに 1.5 倍増ということになりますので、450Mbps が必要容量ということになります。これらの容量を確保するためには回線費用が増大することから大変に苦慮していましたが、SINET を運用する国立情報学研究所から朗報が飛び込んできました。上述のとおり、本学の SINET 回線は最寄の SINET ノードである名古屋大学まで専用線を借りているため、この部分に大変な費用がかかっていた。これは「ノード空白県問題」と呼ばれています。ほとんどの県には一か所の SINET ノードが用意されているため、それほど大きな距離で回線を借りる必要はないのですが、ノード未設置県の場合、他県の近隣ノードまでの長い距離にて借りる必要があり、これが「ネットワーク格差」を生んでいました。実際に、かなり多くの SINET 接続大学が、1Gbps 以上の回線容量で接続しているのに対し、本学の場合はわずかに 100Mbps です。これに対して、各国立大学からは国立情報学研究所に長年にわたって陳情を続けてきましたが、この度願がかないましてやっと「ノード空白県解消」という措置が取られることになり、2011 年度末に三重県ノードが整備される予定となりました。三重県ノードは、県内利用機関の希望により津市内に設置されることが計画されておりますので、本学からは非常に近い位置に設置されることになります。従いまして、最低 1Gbps や必要に応じてそれ以上の容量で接続することが可能になります。ご期待ください。