大規模分散型教育用ワークステーションシステムの利用実態

小島 英樹[†], 石原 進[†], 岩田 晃[††], 岡田 稔[††]
[†]名古屋大学 大学院 工学研究科 電子情報学専攻
[††]名古屋大学 情報処理教育センター

あらまし: 名古屋大学情報処理教育センターでは210台余のワークステーションによるクライアント・サーバ方式に基づく大規模分散型システムを採用しており，名古屋大学の正規学生は全員が利用可能である．このような大規模なシステムを構築するための資料として，本稿ではネットワーク負荷の経時的変化および学生の所持するファイル容量を調査し，検討を行ったのでその結果を報告する．

The Usage of Resources in the Workstation System for Computer Science Education

Hideki KOJIMA[†], Susumu ISHIHARA[†], Akira IWATA[††] and Minoru OKADA[††]
[†]Department of Information Electronics, Graduate School of Engineering, Nagoya University
[††]Education Center for Information Processing, Nagoya University

Abstract: The Education Center for Information Processing, Nagoya University is a center to provide graduate and undergraduate in the university with opportunities for education in information processing and computer science. Using a large distributed system based on the cliant-server model, high-load network occurred at server. We examined the load of network in the education of fundamental for information processing. We took statistics of file capacity using by students, our limitation of file capacity would be adequate.

1. はじめに

名古屋大学情報処理教育センターでは210台余のワークステーションからなるクライアント・サーバ方式に基づく大規模分散型システムを採用している[1-4]．これらのWSは名古屋大学のキャンパス情報ネットワーク(NICE II)を経由して，Internetと接続されており，本センターの利用者全員が電子メール・ネットワークニュースなどのInternetサービスを利用することができる．さらに本センターでは，センターを利用する授業の受講者に限らず名古屋大学の正規学生(学部生・大学院生)全員が利用可能である．

このように本センターは全学の学生を対象とした共同利用設備であり，利用者は計算機に対して全くの初心者から十分使いこなしている者まで幅広い利用者が存在すると考えられる．また近年，Webや電子メール，ネットワークニュースなどのInternetを利用した環境が注目を浴びており，教育環境においてもネットワークトラフィック負荷は大変重要である．教育環境におけるネットワークトラフィックについては文献[6-8]に詳しいが，Unix系WSによる大規模分散型システムにおいて実際の授業時におけるネットワークトラフィックの測定例は少ない．

さらに，本センターでは全学生に3,000[KB]☆のディスク容量が割り当てられており，授業中および自習中に学生が作成したプログラムやテキスト，Web上にホームページを開設している学生はそのHTML文章や画像ファイルなどを自由に保持することができるが，その利用の詳細を統計的に示した例は少ない．

本稿では，当センターにおいて行われている授業中および自習時のネットワークトラフィッ

☆1[KB]は1024[Bytes]である

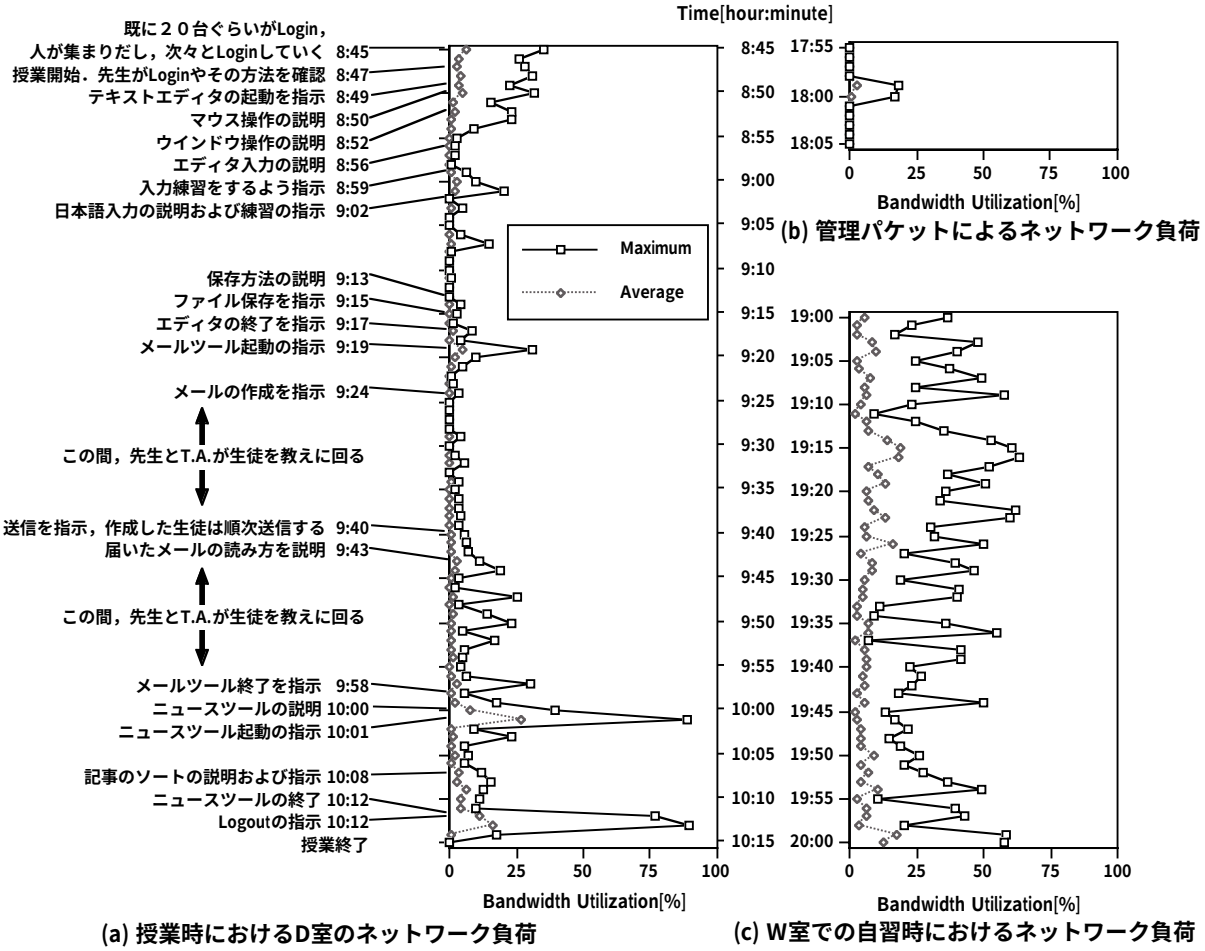

図1. センターのネットワーク負荷の様子

ク，学生の所持するファイルやその容量についての利用実態について調査，検討を行ったのでその結果を報告する．

2. ネットワークトラフィックの測定

ネットワークの測定は以下の条件に基づいて測定を行った．

- ・日時　1997年4月18日
- ・場所　名古屋大学情報処理教育センターD, W室
- ・環境
  - - D室　クライアントWS41台およびファイルサーバ1台の1セグメント
  - - W室(自習室)　クライアントWS12台，X端末6台およびファイルサーバ1台の1セグメント
- ・サーバWS　SPARCcenter2000
- ・クライアントWS　SPARCstationELC
- ・X端末
- ・プリントWS　SPARCstationIPX(教師用として使用)
- ・OS　SunOS(Solaris1.1，Open Windows2.0.1)
- ・Network　10Base5
- ・測定に用いた装置
  - - ハードウエア　FMV-5120NA2/W（DOS/Vノートパソコン）
  - - ソフトウエア　ランテック社, "Observer version3.7"

ネットワークは，教室ごとにセグメント化されており，ファイルサーバがルータの役割をする．そのため，普段は他の教室からのパケットは流れてこない．図1に実際に測定したネットワーク負荷の経緯を示す．この図の縦軸は実時間を示しており，区間幅は1[min]である．"Maximum"は1[min]のうち，1[sec]でサンプリン

グした中の最大負荷を表している．"Average"は1[min]の平均負荷を表している．1[sec]の間に長さP_i[bits]のパケットがn個送信されたとすると，"Bandwidth Utilization"Buは次式のように示される．

$$Bu = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i}{10^7} \times 100\ [\%] \qquad (1)$$

ただし，P_iはパケットのプリアンブルからチェックシーケンスまでを含む．また，測定装置がキャプチャリングできなかったパケットやコリジョンはカウントしていない．

図1.(a)はD室において実際に授業をしているときに測定したものである(講義名:計算機基礎数理)．この授業は入学したばかりの1年生を対象としており，また測定時は初めてWSを使用した講義であったので，受講者はWSの扱いに慣れていない人がほとんどのようであった．この日の授業は8:45amから10:15amまでであり，内容はOpenWindows[5]の基本的な操作方法，テキストエディタの操作方法，電子メールの送受信およびネットワークニュースリーダーの操作方法であった．エディタや電子メールの操作を行うような基本的なアプリケーションは各々のクライアントが所持するローカルディスクから読み込むので，ネットワークに影響する動作としては，初めのLogin，ファイルの読み込みや保存，メールの送受信，ニュースリーダーの使用およびLogoutである．

9:00amおよび10:00amは授業中の動作による負荷の他に，管理用パケットの送受信に伴う負

表1. センター利用者が所持するファイルの統計

学生（14261人）	Number	Average [Bytes]	Maximum [Bytes]	Std Deviation [Bytes]
ドットファイル	255802	5190	5971968	49092
圧縮ファイル	3505	33715	3194880	144471
画像ファイル	13420	18962	3098012	58894
実行ファイル	44807	51593	2711552	79258
ソースファイル	123754	1602	473480	10725
テキストファイル	21323	3953	1542657	16824
PSファイル	4535	33860	3270425	105730
その他	393102	6433	5660672	43093
総計	860248	8110	5971968	47232
教師（282人）	**Number**	**Average [Bytes]**	**Maximum [Bytes]**	**Std Deviation [Bytes]**
ドットファイル	4658	3519	531667	13808
圧縮ファイル	38	51055	308293	88129
画像ファイル	345	16352	848504	58528
実行ファイル	721	53298	368640	84174
ソースファイル	1430	4759	249268	18211
テキストファイル	328	11678	912706	64511
PSファイル	59	214021	2610207	481328
その他	4486	12614	3270656	71795
総計	12065	11790	3270656	64516
講義用（64コマ）	**Number**	**Average [Bytes]**	**Maximum [Bytes]**	**Std Deviation [Bytes]**
ドットファイル	978	4684	1397559	47062
圧縮ファイル	3	1543444	4358144	1991127
画像ファイル	78	9144	207214	28858
実行ファイル	141	52137	499712	97041
ソースファイル	126	2846	51835	5992
テキストファイル	123	4640	58176	9166
PSファイル	13	38883	382667	99724
その他	1160	8589	1189434	45541
総計	2622	10936	4358144	98338

荷が加わっている．その様子を図1.(b)に示す．同図(b)は授業終了後，誰も使用していない時間帯に測定したものであり，管理用パケットによる影響を示したものである．管理用パケットは1時間ごとに流れており，18:00前後以外にはパケットはほとんど流れていない．

図1.(a)において，授業の始めから終りまでの1時間半の間に送信された総データ量100,037,525[Bytes]のうち，80.7%がファイルサーバから送信されたものであり，残りの19.3%がクライアントからのものである．サーバ1台に対してクライアント41台であるので，ネットワーク負荷がサーバから送信されているパケットに依存していることがわかる．観測された総パケット数は265,650であり，平均パケットサイズは377[Bytes]であった．学生がまだ初心者であるために比較的に動作が分散しており，学生側の一斉操作によるネットワーク負荷の大きな変化は見られない．10:00amにおけるネットワーク負荷の変化は，ニュースリーダー起動に伴うニュース項目の読み込みによるものであると考えられる．また，授業終了時は皆が一斉にニュースリーダーの終了およびLogoutを行ったので負荷が大きくなっている．

図1.(c)は自習専用室であるW室において測定したものであり，WSが自由に解放されている場合のネットワーク負荷の様子を示している．19:00には約17人前後の学生が自習を行っていた．主な使用アプリケーションはNetscapeなどのWWWブラウザ，テキストエディタ，電子メールアプリケーション，ニュースリーダー，ゲーム等であった．測定対象となった19:00〜20:00の1時間に送受信された総データ293,897,824[Bytes]のうち65.9%がファイルサーバからのもので，残りの34.1%がクライアントからのものであった．観測された総パケット数は725,693であり，平均パケットサイズは405[Bytes]であった．(a)と比べてネットワーク負荷が大きい理由としては，自習利用者はWSの操作に習熟している者が多く，ネットワークアプリケーションを利用したネットサーフィンやチャットなどをしている人が多かったからである．

3. ファイルサイズの統計

表2は1997年3月9日に集計したセンター利用者のファイルサイズの統計である．この統計は後期授業で作成されたファイルがそのまま残っている状態である．ドットファイルとはUnixにおける環境設定ファイル等に見られる"."で始まるファイル名を持つものであり，実行ファイルにはScriptファイルも含まれている．図2は，ファイルサイズの分布を示したものである．環境設定ファイルは，全てのユーザに決まった容量のものが初めから与えられており，ユーザが

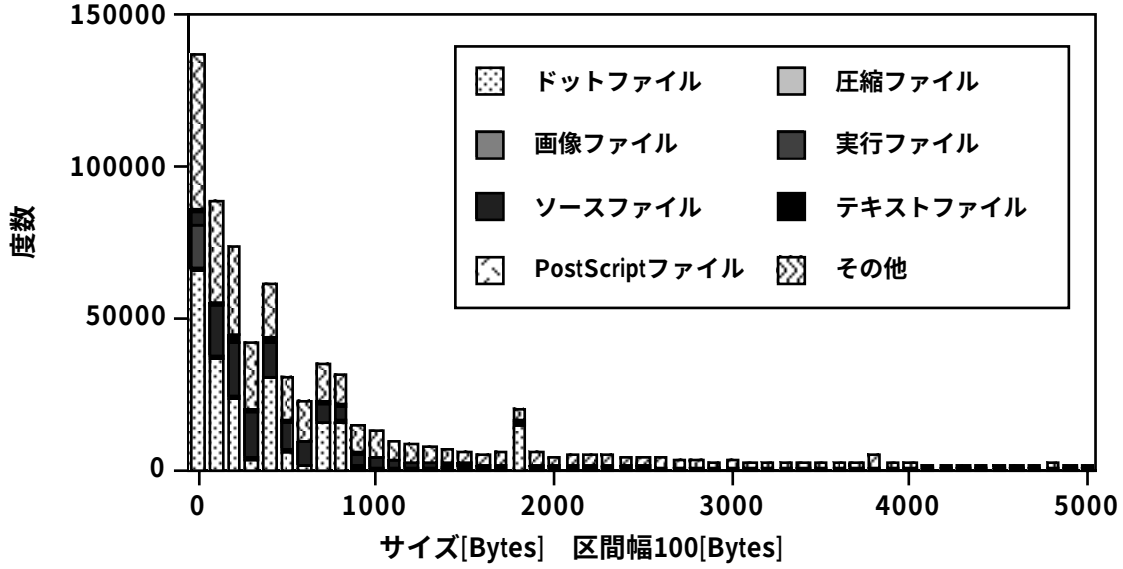

図2. 学生の所持するファイル内訳

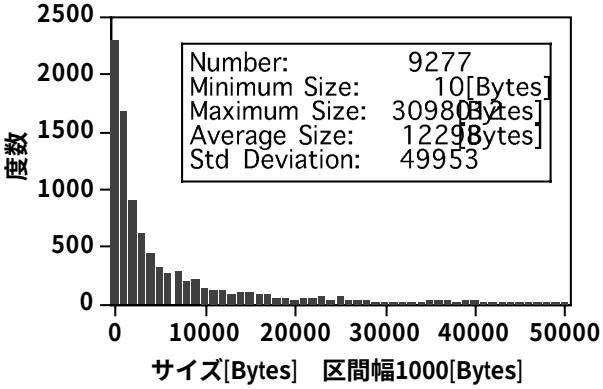

図3. 学生の所持するgifファイルの統計

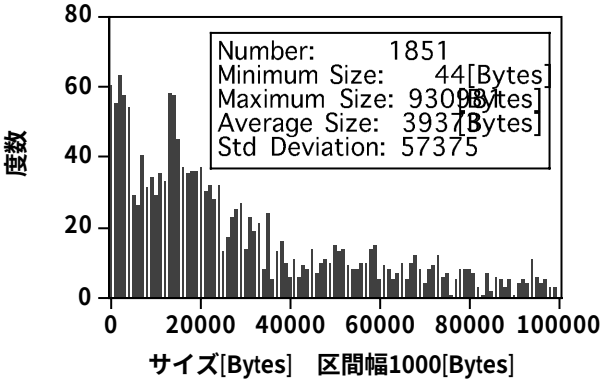

図4. 学生の所持するjpegファイルの統計

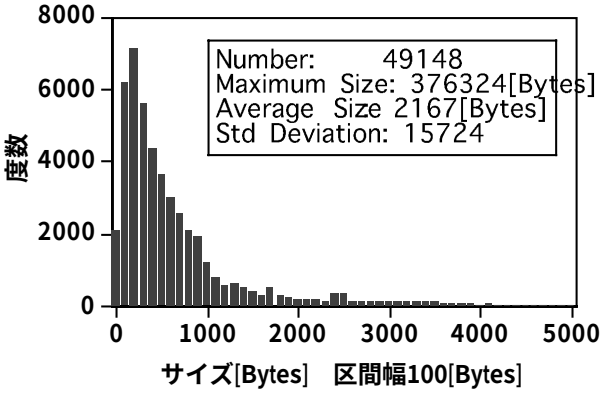

図5. 学生の所持するCソースファイルの統計

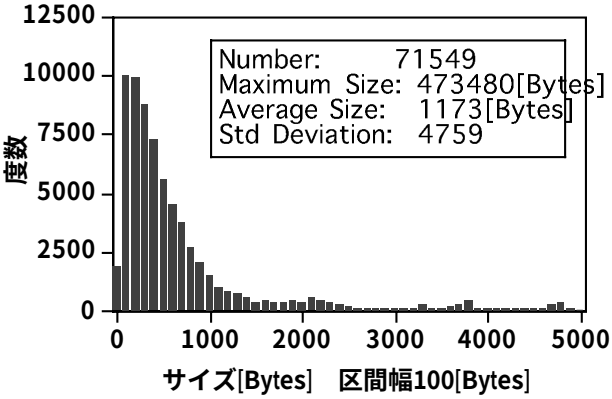

図6. 学生の所持するFortran
ソースファイルの統計

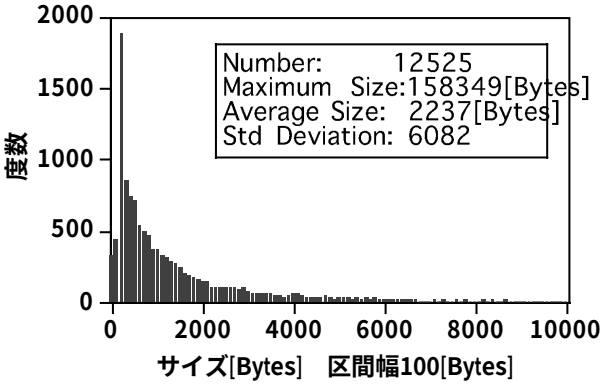

図7. 学生の所持するhtmlファイルの統計

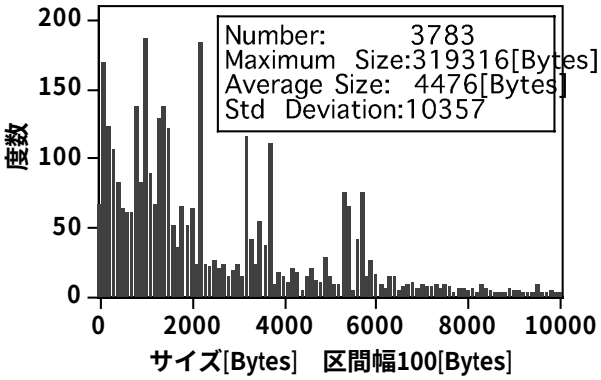

図8. 学生の所持するTexファイルの統計

カスタマイズしない限り同サイズのファイルであるので，その影響がグラフに出ている．しかしその点を考慮すれば，学生の所持するファイルの分布は指数分布の形を成していると言える．図3〜8に学生が所持する各種ファイルの統計を示す．各種ファイルは使用用途がことなるため，サイズに違いがある．個々の違いは存在するが，大きな傾向としてはほぼ同じである．

4. 学生個人が所持するファイル総量の統計

学生が使用できる容量は特別に申請していない限り3,000[KB](ソフトリミット)までとなっており，6,000[KB](ハードリミット)までは一時的

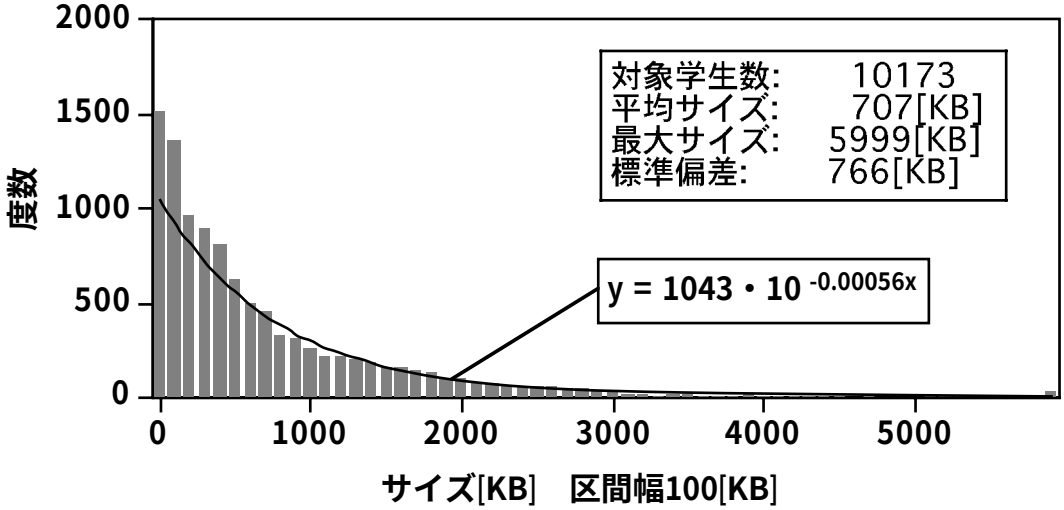

図9. 学生が個人で所持するファイル総量の分布

に使用することができるようになっている．図9は1997年3月11日現在においてLoginしたことのある学生10,173名分を対象としてその学生個人が所持するファイル総量の統計を取ったものである．このグラフを見ると3,000[KB]の容量制限の影響はほとんど見られない．実際に6,000[KB]の物理的制限を受けている人数は26人で，全体から見てそれほど影響していない．6,000[KB]を使い切る熟練者は少ない．その理由として各学部や研究室単位でWSを所持しているところが多く，本センターを利用する大半が初心者であることが挙げられる．線形の最小2乗回帰法を用いて，指数関数式を求め，図に表示した．この関数によれば，3,500[KB]までで99%の人数分を確保することができる．

5. まとめ

本稿では，名古屋大学情報処理教育センターでのネットワークトラフィックの実測および学生の所持するファイルやディレクトリサイズの統計を行いその検討を行った．今回のネットワークトラフィックの測定環境では，教育環境で見られる負荷の時間的な集中はあまり見られなかった．次回はWebなどのネットワーク資源を積極的に使用した場合を，今回測定した結果と比較検討できるような条件の元に測定を行っていく予定である．また，Internetの利用者の増加に伴い，必要なファイル容量もその大きさを増していくと考えられるため，引き続き調査を行っていく予定である．

参考文献

[1] 岡田稔, 桜井桂一, 岩田晃, "教育用大規模分散型WSシステムの一構成法", 情報処理学会論文誌, Vol.37 No.12, pp2447-2456, Dec.1996.

[2] 岡田稔, 岩田晃, 松本哲也, 池田幹男, "教育用大規模分散型WSシステムの構成方法", 情処研資, 分散システム応用技術, DSM-9411020, (1994).

[3] 松本哲也, 池田幹男, 岩田晃, 岡田稔, "教育用大規模分散型WSシステムの利用状況", 情処研資, 分散システム運用技術, DSM-9411021, (1994).

[4] 岡田稔, 岩田晃, 松本哲也, 池田幹男, "情報処理教育センターハンドブック", 名古屋大学出版会, (1994).

[5] 岡田稔, 岩田晃, 松本哲也, 池田幹男, 八木匡, "OpenWindowsによるワークステーション入門", 朝倉書店, (1994).

[6] 中山仁, 大西淑雄, 松永正, 有田五次郎, "工学系学生のための情報処理集合教育環境の設計と構築", 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.11, pp.2225-2238, Nov.1994.

[7] 土井博生, 戸出英樹, 池田博昌, "コンピュータネットワークにおけるトラヒック特性の検討", 信学技報, IN96-139, pp79-84, (1997-2)

[8] 石原進, 岡田稔, 岩田晃, 桜井桂一, "イベント駆動式によるLAN通信量解析モデル", 電子情報通信学会論文誌 A, Vol.J78-A No.8, pp.961-964, Aug.1995.