

本資料について

- 本資料は下記論文を基にして作成されたものです
- 文書の内容の正確さは保証できないため、正確な知識を求める方は原文を参照してください
- Wide-Area Internet Traffic Patterns and Characteristics (Extended Version)
 - IEEE Network, November/December 1997
 - Kevin Thompson, Gregory J. Miller, and Rick Wilder
 - MCI Telecommunications Corporation
 - IEEE Network: The Magazine of Global Internetworking archive
 - Volume 11 Issue 6, November 1997
 - Page 10-23

第2回輪講発表(2013年5月3日)

インターネットトラフィックのパターンと特性

Wide-Area Internet Traffic Patterns and Characteristics
(Extended Version)

名城大学 理工学部 情報工学科

渡邊研究室 B4

若杉 純

はじめに

- 1997年には研究用ネットワーク、商用インターネットの研究が進む
- ネットワークを流れるトラフィックは増加傾向
 - 経済、技術的成長によるネットワーク、アプリケーション利用の拡大
- トラフィックに耐え得る広帯域のバックボーンが必要
 - バックボーンの要件を調査

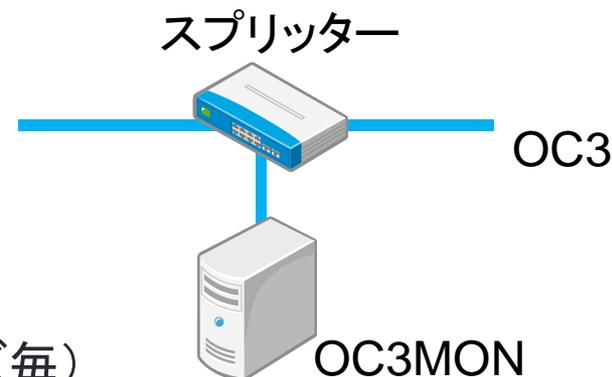
米国大手通信事業者 MCI

- Microwave Communications, Inc.
- 商用インターネットバックボーンを所有
- アメリカ国立科学財団 (NSF) のプロジェクトvBNSに参加
 - スーパーコンピュータセンターを繋ぐ研究用ネットワーク
- 自社バックボーン、およびvBNSはOC-3規格のネットワーク
 - OC-3: 155.52Mビット/秒
 - IP-over-ATM: 非同期転送モードでIP通信
 - トラフィック調査の要求
- OC3MONの設計・開発に参加

NSF	: National Science Foundation
vBNS	: Very high-speed Backbone Network Service
OC	: Optical Carrier transmission rates
IP	: Internet Protocol
ATM	: Asynchronous Transfer Mode
OC3MON	: OC3-based traffic monitor

OC3MON

- ハードウェア
 - メインメモリ 128 MB
 - 166 MHz Intel Pentium processor
- データ収集方法
 - OC3ネットワークを流れるパケットをスプリッターで分配、OC3MONがキャプチャー
- 収集データ 5分間隔で統計
 - セル(固定長パケット)とタイムスタンプ
- 調査
 - トラフィック、フロー数、フロー存続期間
 - トラフィックの構成(IPプロトコル、TCP・UDPアプリケーション、パケットサイズ毎)

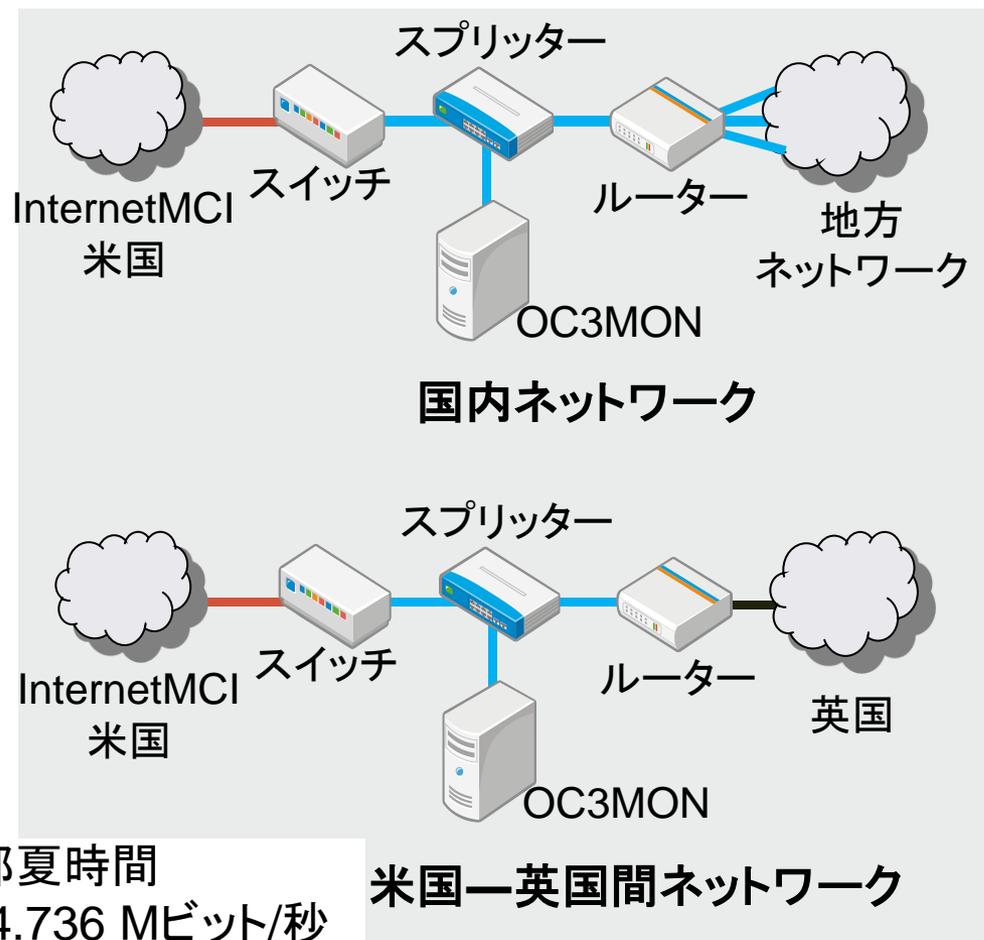
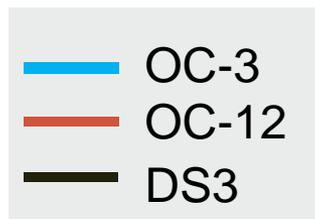


OC3MONを利用してMCIバックボーンの調査を実施

- トラフィックの特性、傾向の調査
- 最適なパケット伝送方式の検討

パケットの収集方法

- InternetMCIバックボーン上の2か所にOC3MONを配置
- 24時間7日間調査
- 米国東海岸方向
 - 1997年8月24日(日) 0時～
1997年8月30日(土) 24時
(EDT)
- 英国方向
 - 1997年5月17日(土) 0時～
1997年5月23日(金) 24時
(EDT)



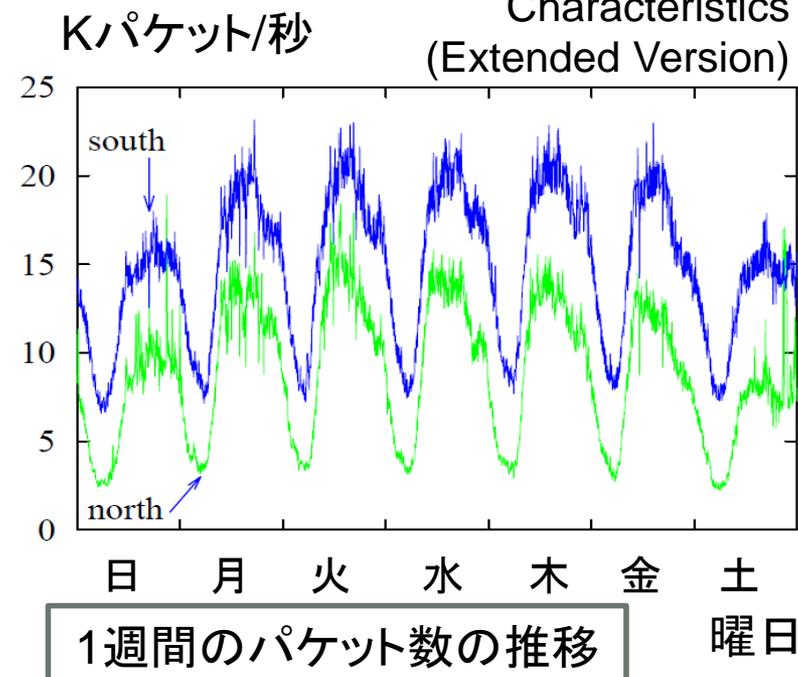
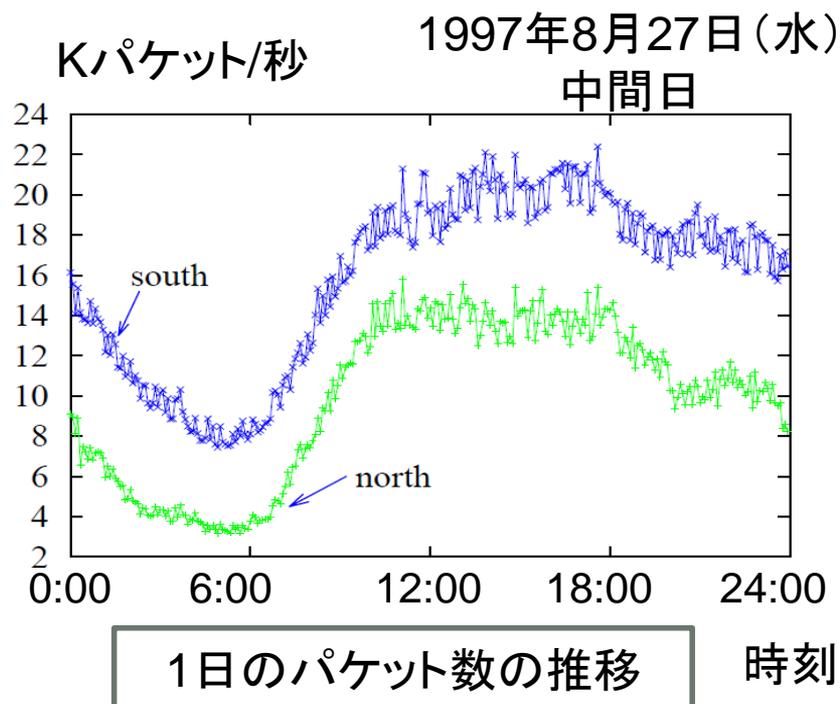
EDT (Eastern Daylight Time) : 東部夏時間

DS3 (Digital Signal 3) : 伝送速度44.736 Mビット/秒

パケット数の統計(米国内)

- 最少 6:00(EDT)、ピーク:8:00~19:00(EDT)
- 南方向は北方向よりも常にパケット数が多い
- 週末はパケット数が約25%減少
- 1日のパターンの繰り返し

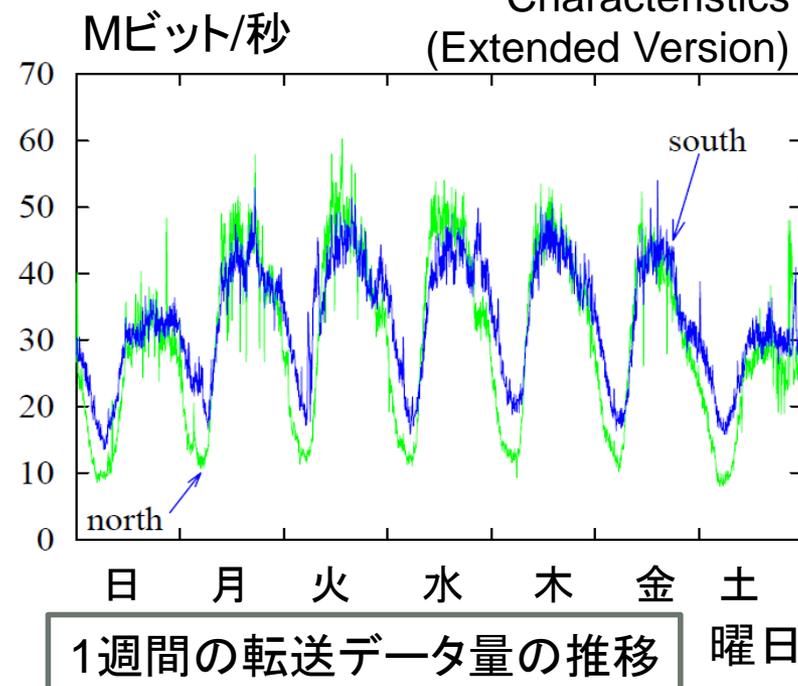
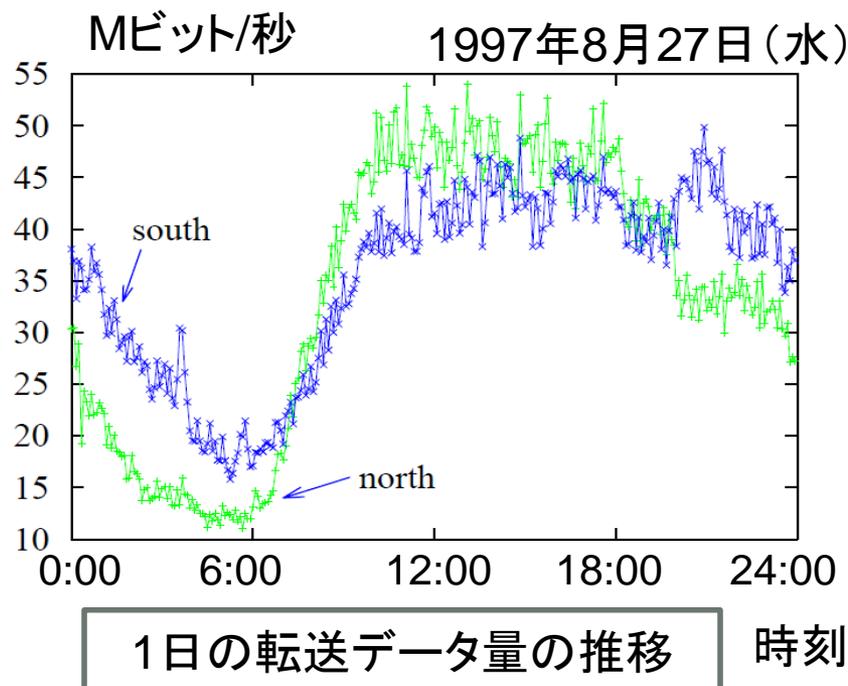
出典: Wide-Area Internet
Traffic Patterns and
Characteristics
(Extended Version)



転送データ量の統計(米国内)

- 5:00(EDT)と10:00(EDT)の間で約3~5倍上昇
- 8:00~19:00において北方向は南方向より転送量大
 - 北方向: HTTP転送 TCPデータパケットが多
 - 南方向: TCP acknowledgementが多

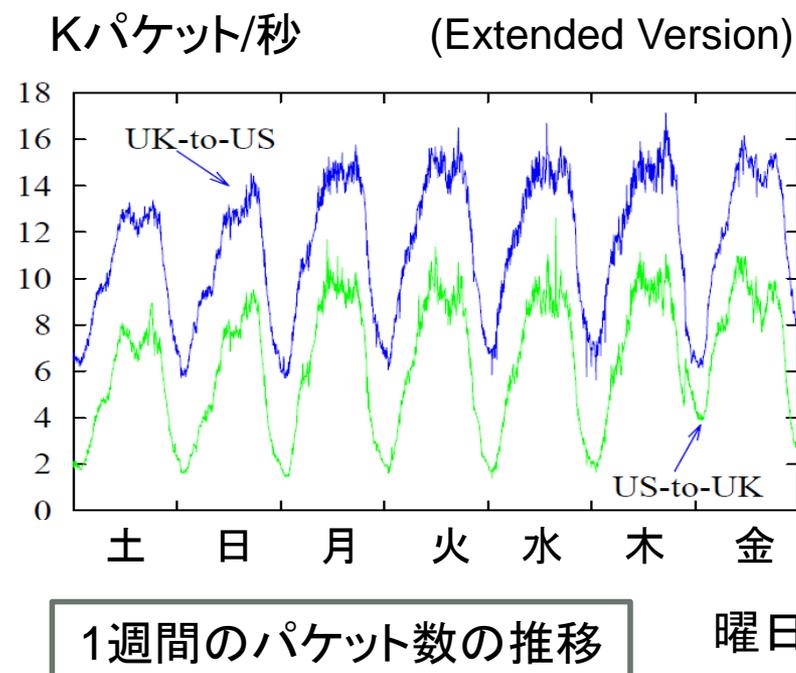
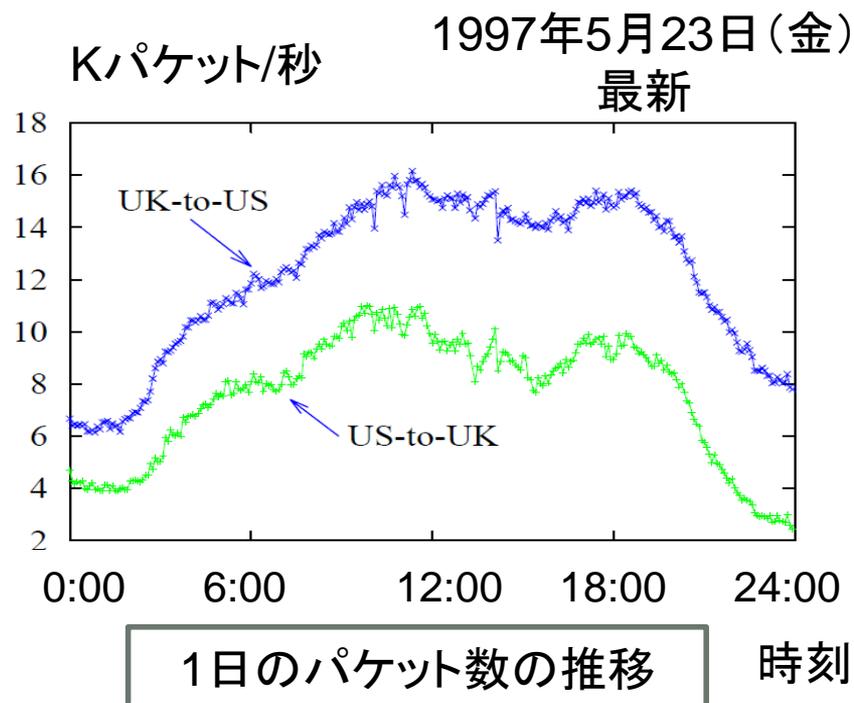
出典: Wide-Area Internet
Traffic Patterns and
Characteristics
(Extended Version)



パケット数の統計(米国—英国間)

- 最少 24:00(EDT) 米国内の推移と5～6時間の時差
- 米国方向のパケット数が24時間にわたり英国方向より1.5～2倍
- 1日のパターンの繰り返し
- 週末は約15～25%の減少傾向

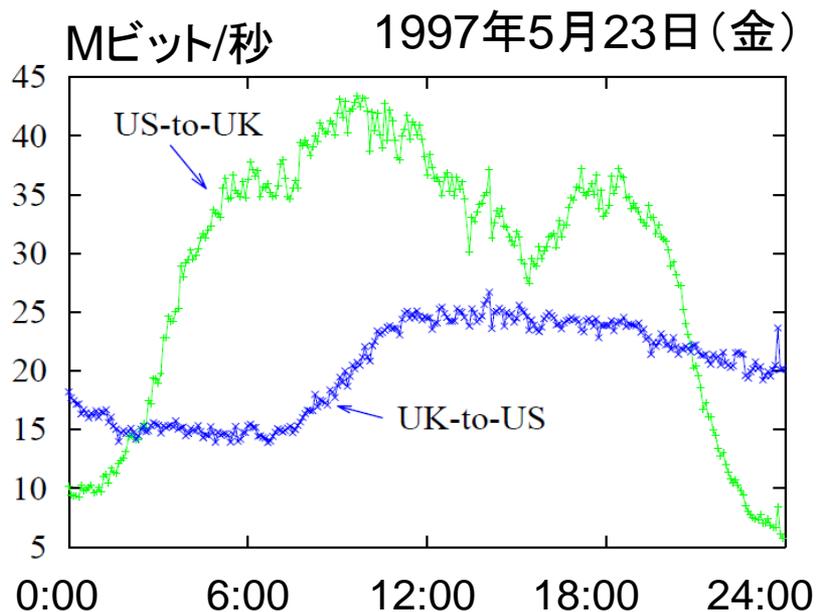
出典: Wide-Area Internet
Traffic Patterns and
Characteristics
(Extended Version)



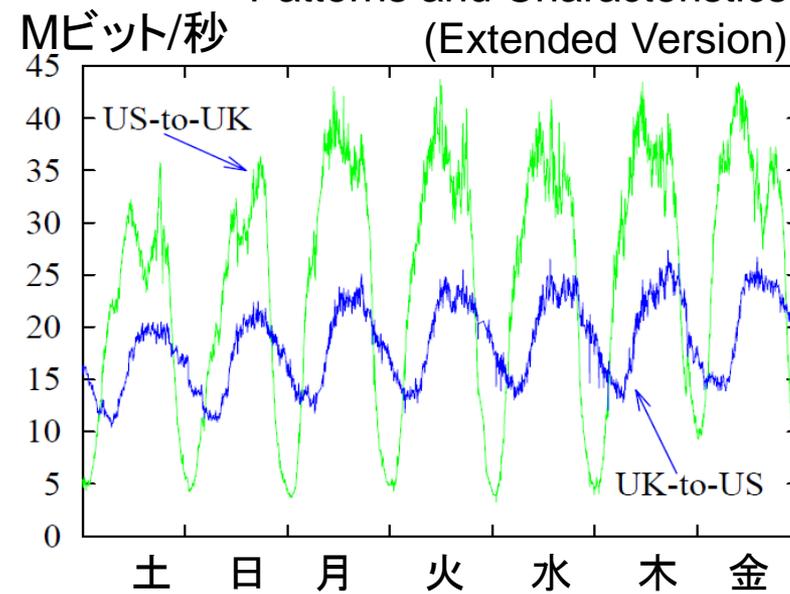
転送データ量の統計(米国—英国間)

- パケット数は英国方向が少
- 転送データ量は英国方向の方が大
- 英国のWebクライアントの要求に米国のWebサーバーが
応答、データを伝送する傾向

出典: Wide-Area Internet Traffic
Patterns and Characteristics

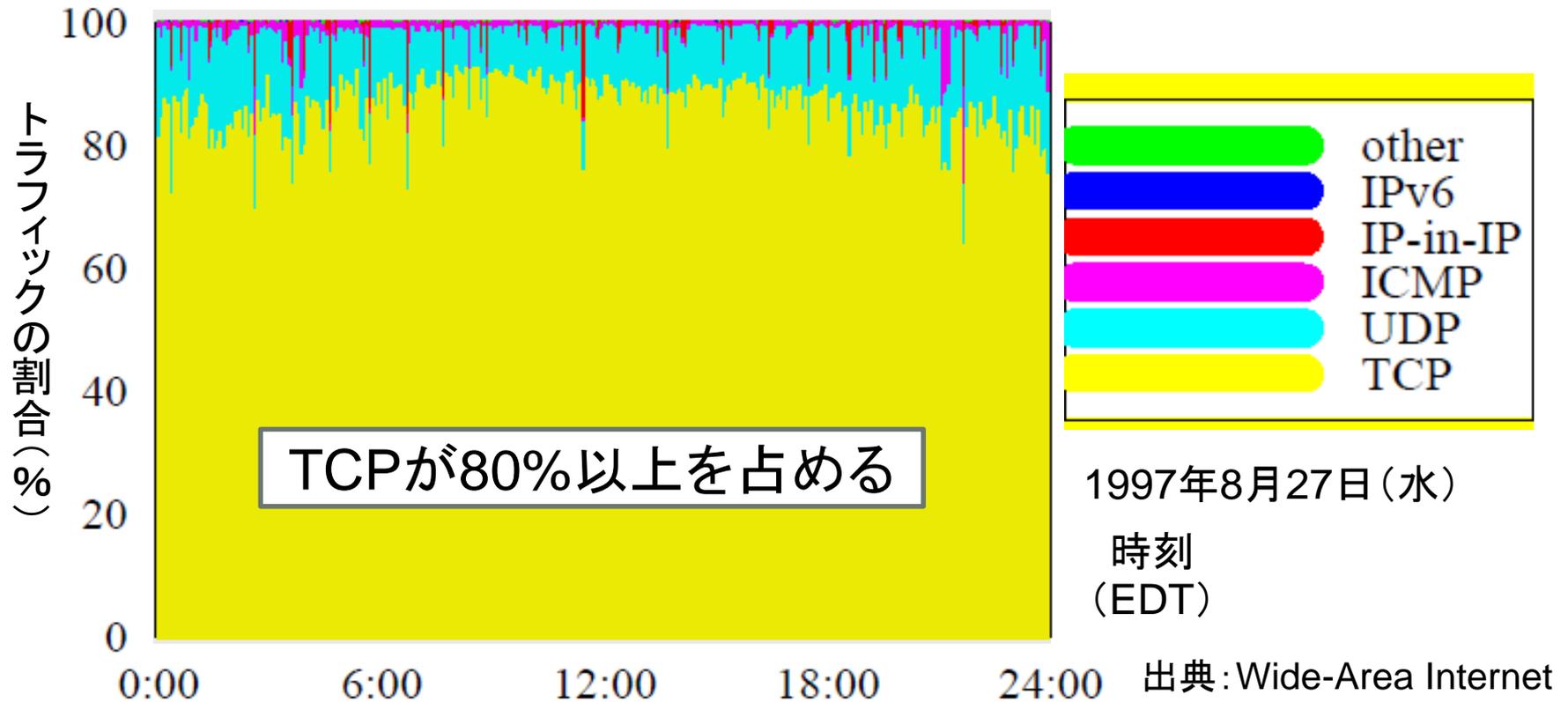


1日の転送データ量の推移 時刻



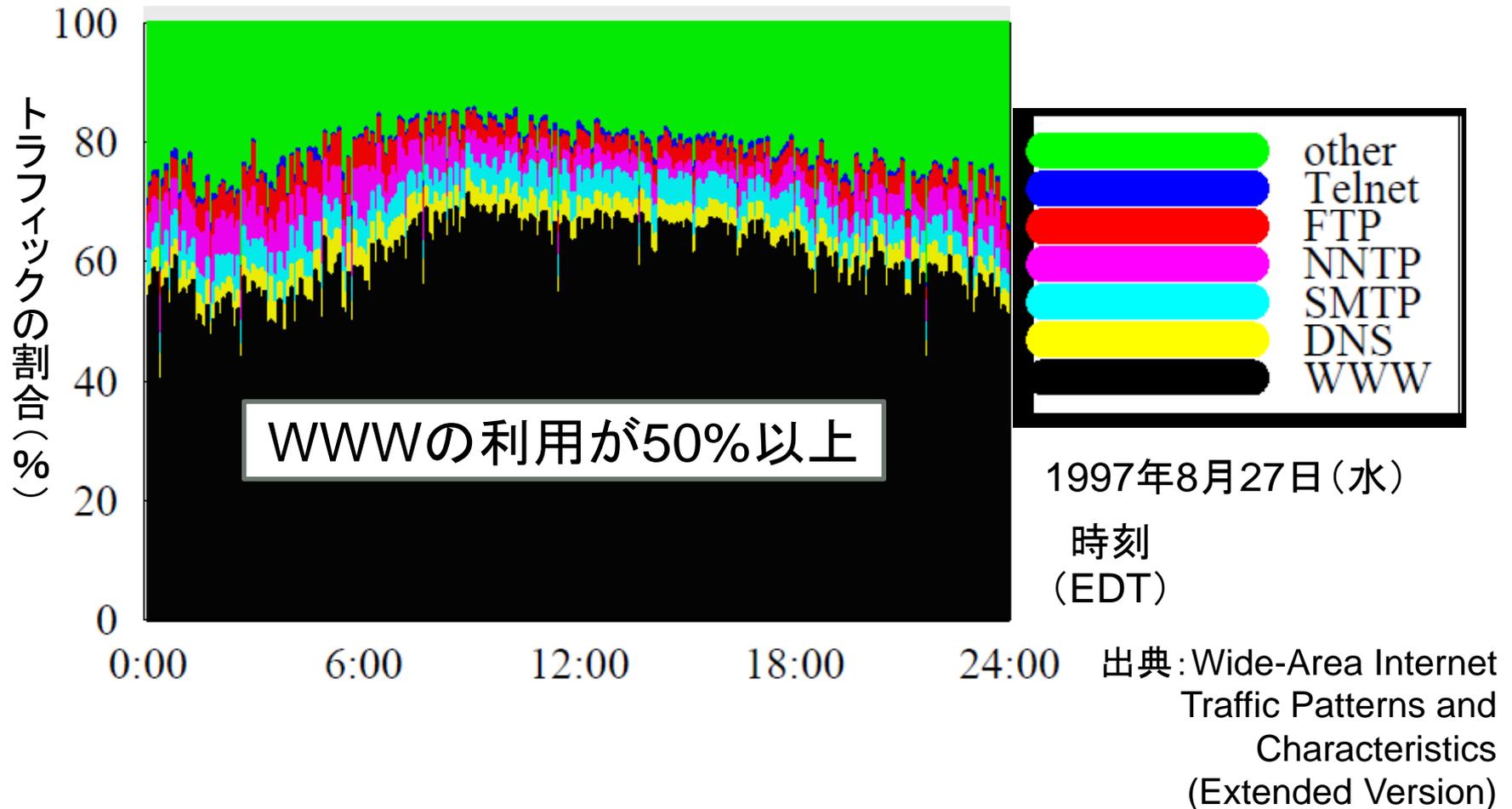
1週間の転送データ量の推移 曜日

IPプロトコルのパケット数における トラフィック構成(米国内)



ICMP (Internet Control Message Protocol) : ping
TCP (Transmission Control Protocol) **UDP** (User Datagram Protocol)
IP-in-IP : IPパケットを別のIPパケットでカプセル化したもの

アプリケーションの packets 数における トラフィック構成 (米国内)



プロトコルオーバーヘッドの解析

- 今回の調査で観測されたパケットを用いて実環境での正確なビット効率を計算
- 検討する方式: 光伝送方式の内主要なもの
 - ATM
 - SONET (Synchronous Optical Network)
- IPトラフィックを伝送するときのビット効率 (%)

$$R = \frac{D}{T} \times 100$$

R : ビット効率

D : IPペイロードバイト数

T : 総伝送バイト数

(ペイロード: 伝送したいデータ)

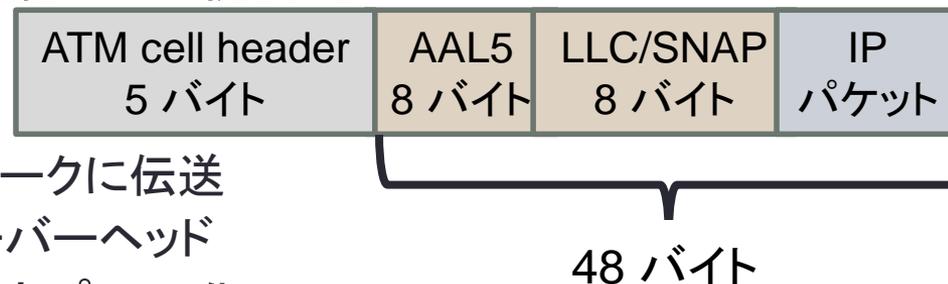
ATM と SONET

- ATM: 非同期転送モード

- 53バイトの固定長セルで非同期にデータ伝送
- データリンク層、ネットワーク層の通信プロトコル
- 通信速度の異なる回線も論理回線として統合可

- IP over ATM

- ATMをデータリンク層として扱う
- IPをカプセル化してATMネットワークに伝送
- IPパケットに16バイトのATMオーバーヘッド
- ATMでは通常LLC/SNAPによりカプセル化
AAL5フレームを使用
 - 今日のインターネットで広く利用



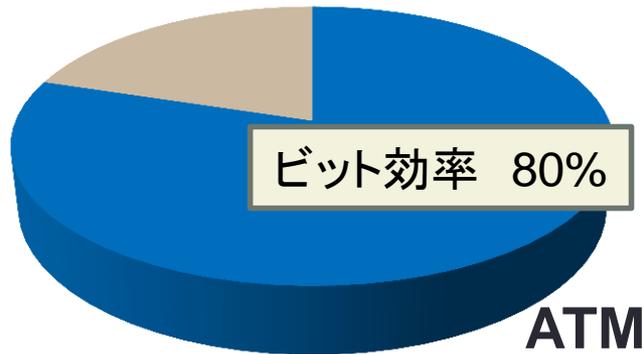
- SONET: 光同期ネットワーク

- 2,340バイトのペイロードごとに90バイトのオーバーヘッド
- 2重構造のリング型のトポロジーによる高い信頼性、耐障害性

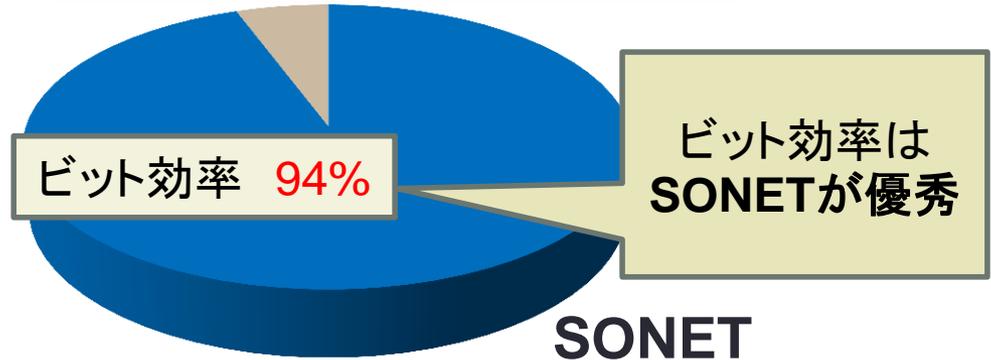
オーバーヘッド解析の結果

- 観測された 167億9468万9797 個の packets を用いる
- IPペイロードの 5兆7776億1595万2291 バイトに相当

総 7兆2331億1662万1345 バイト



総 6兆1219億1642万6350 バイト



ATMの利点:

- 異なる通信速度の回線の統合に柔軟
- QoS (Quality of Service) : 通信速度保証
- VC (virtual channel) : 回線内仮想チャネル

ATMの弱点を克服

“VC Based Multiplexing”
40バイトのパケットを1つのATMセルで
伝送、今回の解析において
ビット効率**84.47%**に向上

J. Heinanen, “Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5,”
Request for Comments1483, IETF, July 1997.

まとめ

- 1997年のネットワークのトラフィック調査
- トラフィックには時間的なパターンが存在
 - 1997年米国内で転送データ量
5:00(EDT)から10:00(EDT)の間で約3~5倍上昇
 - 時差やサーバーの配置がトラフィックに影響
 - 週末は転送データ量、パケット数が減少傾向
- プロトコルオーバーヘッド
 - SONETがATMより優秀
 - ATMの利点
 - カプセル化の効率化

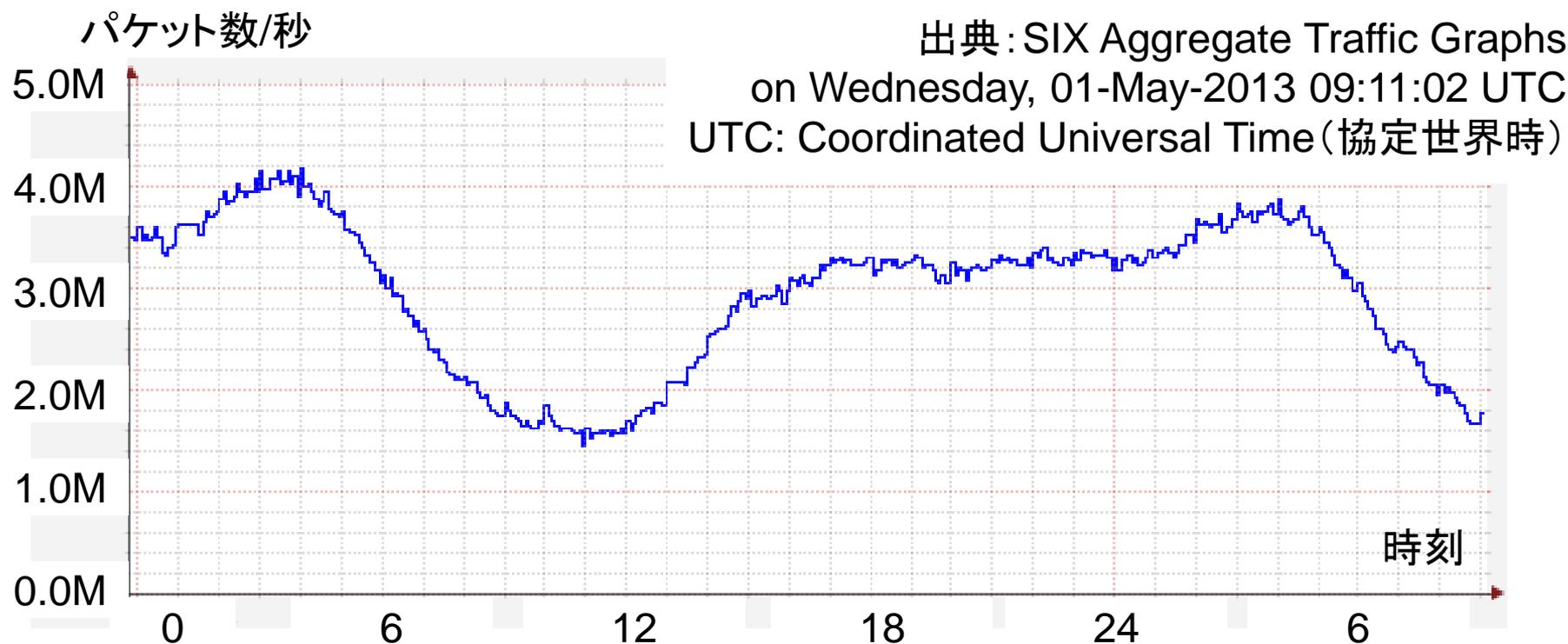
参考:

現在のIXによるトラフィック情報の提示

- IX (Internet Exchange point) : インターネット相互接続点
- 現代ではトラフィック統計をリアルタイムに出力可能
 - RRDtoolなどのフリーソフト
 - データベースに時系列データ格納、グラフ化
 - Webサイトなどで公開
- 例: SIX Aggregate Traffic Graphs
 - <http://www.seattleix.net/agg.htm>
 - The Seattle Internet Exchangeによる公開情報
 - 北米: シアトルーテキサス間

SIX Aggregate Traffic Graphs: 1日のパケット数推移

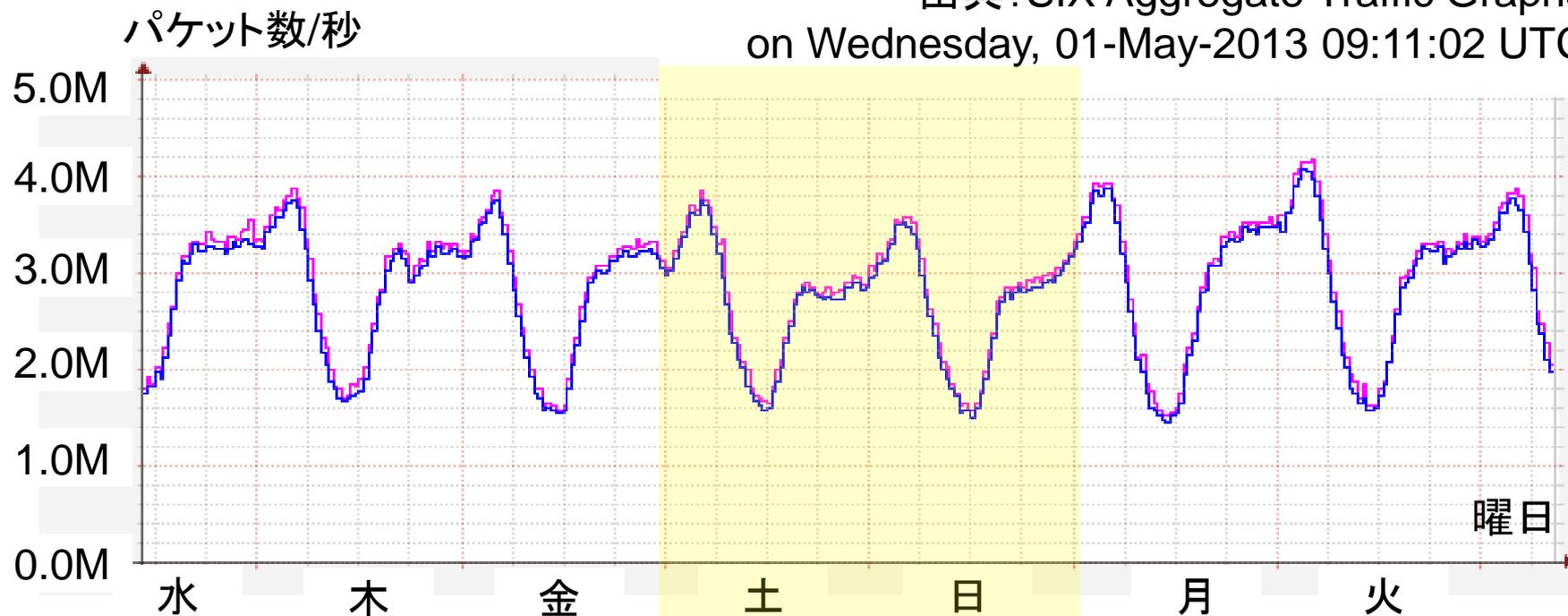
- ピークは健在
 - 17:00~4:00 (UTC) / 10:00~21:00 (PDT: 太平洋夏時間)
 - 参考: 1997年のピーク 8:00~19:00 (EDT)



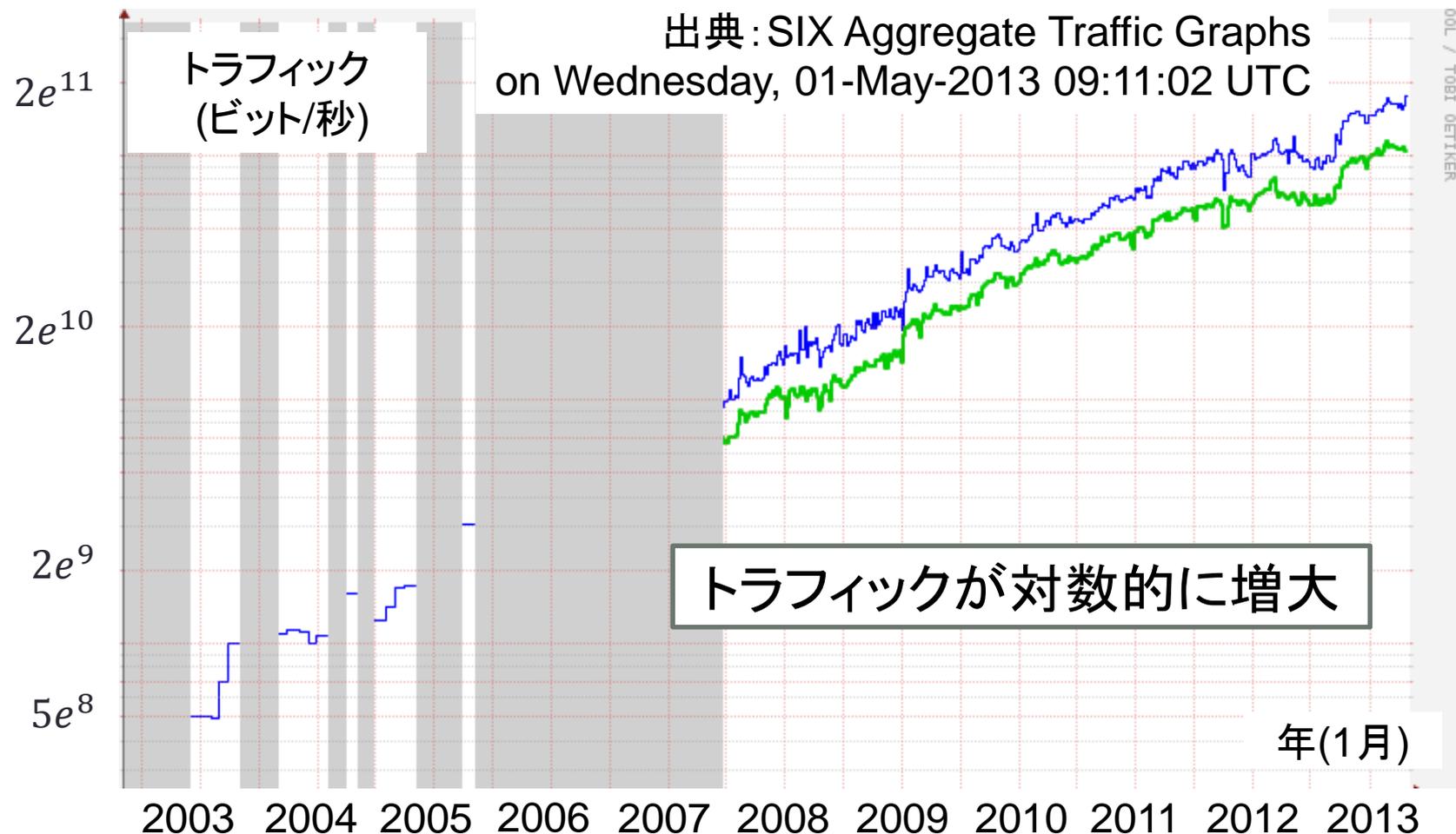
SIX Aggregate Traffic Graphs: 週間のパケット数推移

- 1997年の調査と同様に時間的なパターンが存在
- 週末に減少傾向

出典: SIX Aggregate Traffic Graphs
on Wednesday, 01-May-2013 09:11:02 UTC

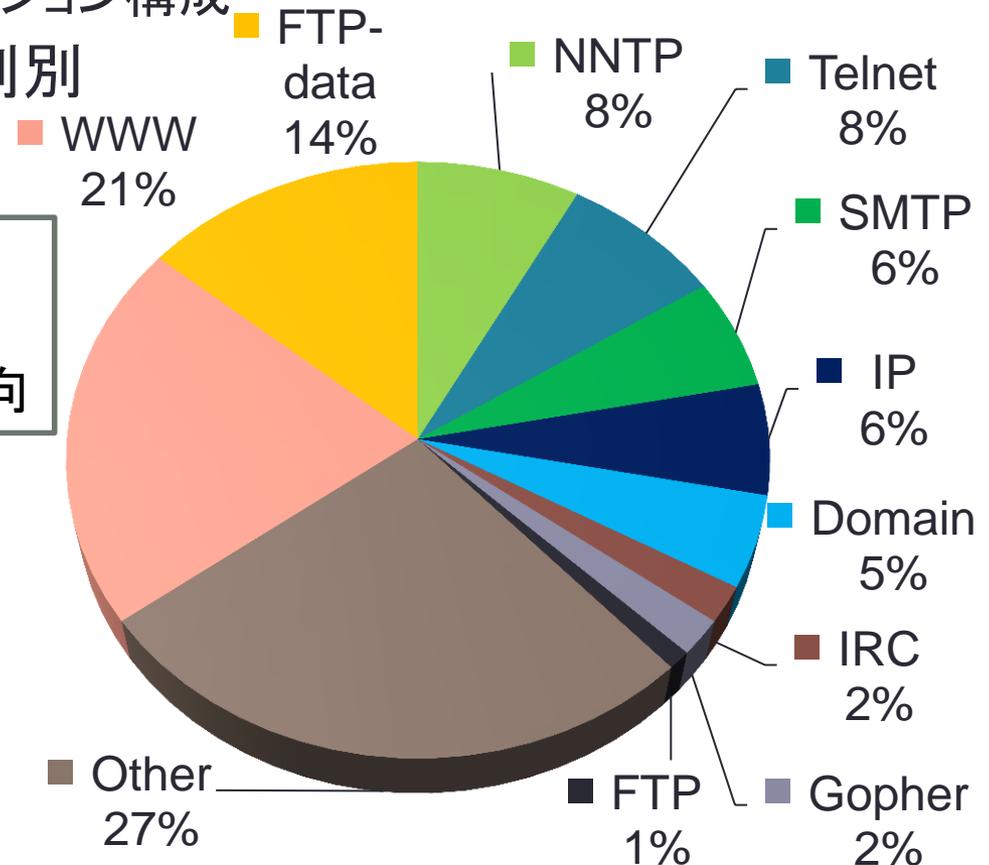


SIX Aggregate Traffic Graphs: トラフィックの推移



補足資料: 1997年以前の調査

- 1995年4月 NSFNET(全米科学財団ネットワーク)
 - パケット数におけるアプリケーション構成
- パケットのポート番号から判別



WWWやGopherといった
情報・検索アプリケーションが
メール・ファイル転送を追い抜く傾向

出典:
H. Heimlich,
"Traffic Characterization of the NSFNET
Backbone," USENIX Conference
Proceedings, Winter 1989.

補足資料:

Optical Carrier transmission rates

- SONETの伝送レート系列
- ANSIが標準化
- OC-1 (optical carrier-level 1) : 51.84Mビット/秒
- OC-n: 51.84Mビット/秒のn倍の伝送速度
- 現在OC-768 (40Gビット/秒) のインタフェースが市販
- 参考 DS3回線 44.736Mビット/秒

SONET (Synchronous Optical Networking)

ANSI (American National Standards Institute)

参考サイト:

「OCとは」: PC Online

<http://pc.nikkeibp.co.jp/word/page/10007608/>

2013年5月1日アクセス

補足資料： ポート番号とプロトコル、アプリケーション

ポート番号	プロトコル	アプリケーション
20	ftp-data	ファイル転送(データ)
21	ftp	ファイル転送(コントロール)
23	telnet	Telnet
25	smtp	SMTP
53	domain	DNS
70	gopher	Gopher
80, 443	http, https	WWW
119	nntp	ネットニュース
81, 443, 3128, 8000, 8080など	(other)	(other)