

山口大学におけるネットワーク運用支援システム

The Network Administration Support System in Yamaguchi University

久長 穰†, 杉井 学†, 為末 隆弘†, 金山 知余†, 小河原 加久治†
Hisanaga Yutaka †, Sugii Manabu, Tamesue Takahiro, Kaneyama Chiyo †, Ogawara Kakuji ‡

hisa@yamaguchi-u.ac.jp, manabu@yamaguchi-u.ac.jp, tamesue@yamaguchi-u.ac.jp,
kaneyama@yamaguchi-u.ac.jp, ogawara@yamaguchi-u.ac.jp

† 山口大学メディア基盤センター

† Yamaguchi University Media and Information Technology Center

概要

ネットワーク利用者からのネットワークに関する問い合わせにはネットワーク障害に関するものがあるが、その多くは利用者端末の設定ミスや接続不良によるものが多い。そのため、利用者端末の状況を的確に把握し、それに応じた対応が求められる。ネットワーク管理の経験者であれば、ネットワーク機器が記録している情報を取得し統合することで、ある程度利用者端末の状況を把握する事ができるが、経験の無い、または経験の浅い管理者には困難である。一般のネットワーク管理システムの活用も考えられるが、それらは、ネットワーク機器の管理及びトラフィック等の利用状況の分析が主であり、ネットワークの末端に接続される利用者端末の状況確認に利用するには困難である場合が多い。そこで、平成13年のギガビットネットワークの整備の際に、ネットワーク利用者研究室が個別に把握できる物理ネットワークの整備を行い、さらに平成14年からネットワーク機器の管理だけでなく利用者端末の状況を把握する事のできるネットワーク運用支援システムを提案し、随時構築してきた。また実際に運用を通してその有用性を確認した。本稿では、本ネットワーク運用支援システムについて述べるとともに、山口大学における運用状況について報告する。

キーワード

ネットワーク管理システム, ネットワーク利用者対応, SNMP

1. はじめに

平成5年に整備した山口大学の全学ネットワークはイエローケーブルを用いて構成した。イエローネットワークは建物内に1本のイエローケーブルを配線し、それに

利用者端末を接続して、ケーブルを共有して利用する形態をとるため、建物内でネットワーク障害が発生しても、発生場所、発生原因を特定するのが大変困難な状況であった。また、イエローケーブルのネットワークは支線と位置づけ、部局の管理であったため、そのすべてがメディア基盤センターで把握できていなかった。それでもネットワーク障害等が発生した場合に、利用者はメディア

基盤センターに問い合わせる場合が多かったが、対応が困難であった。

平成13年のギガビットネットワーク整備では、イエローケーブルを廃止し、各部屋までUTPケーブルを配線し情報コンセントとし、部屋までのネットワーク管理・運用がメディア基盤センターで一元的に可能な構成に変更した。これにより技術的には、障害の発生場所、障害状況等が把握できるようになった。さらに平成20年からは講義室及び会議室に全学無線LAN環境を整備した。ネットワーク利用形態が多様化し、ほぼ全域でのネットワーク利用が可能な環境へと発展した。

一方利用者からの問い合わせも増加し、多様化した。利用者からの問い合わせの多くは、利用者端末の設定や接続等によるものが多いことから、それらの問い合わせが窓口にあった場合は、一連の対処方法を案内し、利用者利用者端末の設定等の見直しを行ってもらっていた。しかし、多くの利用者は「設定等何も変えてない」「間違っていないかった」等、問題解決に至らない場合が多くあった。その場合は、ネットワーク担当者がネットワーク機器に記録されている情報を調べて障害状況を把握し、個別に対応しなければならなかった。

山口大学は本部キャンパス、工学系キャンパス、医学系キャンパスの3キャンパスに分かれており、スタッフが少ないこと、ネットワーク担当者が工学系キャンパスにいたこと等から、概ね1~2名の窓口担当でそのキャンパスのネットワークに関する問い合わせに対応しなければならない状況にあった。利用者の問い合わせに、ピンポイントで的確に対応するためには、窓口においても利用者端末の状況を把握し、その状況に応じた対処方法を回答することが望まれる。

通常、ネットワーク管理のためネットワーク管理システムが提案・導入されている[1-5]。ネットワーク管理システムは、ネットワーク機器の管理や利用状況の把握が主であり、利用者端末の状況を把握するためには、さらに、関連する複数のネットワーク機器を操作し、いくつかの情報を組み合わせて判断する作業と専門的知識が必要であるため、迅速な対応を求められる窓口での利用者対応に用いることは難しい状況にある。そこで、独自に平成14年よりネットワーク機器の管理だけではなく、窓口においても利用者端末の状況把握を容易に行えるネットワーク運用システムを提案し[1]、構築を進めてきた。構築に当たっては実際に窓口担当者に利用してもらい、表示してほしい情報や使い勝手等を相談しながら開発を進めた。

本稿では、開発を行ったネットワーク運用支援システムについて述べるとともに、山口大学での運用状況について報告する。

2. 山口大学ネットワークの概要

ネットワーク運用支援システムは、物理ネットワーク構成、論理ネットワーク構成及びネットワーク機器構成等を考慮して構成される。本章では、山口大学におけるネットワークの概要について述べる。

2.1. 物理ネットワーク構成

山口大学物理ネットワークは以下の構成としている。図1にキャンパス間・建物間物理ネットワーク、図2に建物内物理ネットワークを示す。ネットワーク設計・構築は以下のように構成している。

(1)建物に1か所、ネットワーク機器室を設ける。通常、建物内のEPS(Electric Pipe Shaft)を用いることが多い。

(2)その建物内のUTPケーブルの配線は、上述のネットワーク機器室からすべての部屋に2本ずつスター型に配線し、情報コンセントを設置する。

(3)情報コンセントには、階毎に1から始まる連番で一意な番号を割当てラベリングを行う。これを情報コンセント番号という。情報コンセント番号は部屋名や部屋番号等とは独立したものを採用している。なぜなら部屋名や部屋番号は建物の管理部局によって変更される場合があり、コンセントの場所を一意に把握する事は困難だからである。建物改修後の利用開始直後に部屋番号が変更された例もある。

(4)ネットワーク機器室には、その建物に必要な台数のネットワーク機器を設置する。これらネットワーク機器のポートと全情報コンセントへの配線を接続する。どの機器のどのポートに、どの情報コンセントが接続したかの情報を、**キャンパス名、建物名、階数、情報コンセント番号、部屋名、ネットワーク機器名称、ネットワーク機器ポート番号**の組み合わせで管理データベースに記録する。また、部屋名について可能な範囲で記録する。全学に配置された情報コンセントは20,000個以上であり、ネットワーク機器は1,500台以上となっている。

ネットワーク機器を建物の1か所に集約することで、管理場所が限定され、ネットワーク管理・運用が容易になり、ネットワーク機器の空調・防塵等の環境対策を行う場所も限定される。また、情報コンセントに一連の番号を割り当てることで、学内における情報コンセントの場所の特定が容易になる。これらにより、ネットワーク利用者がトラブル対応の連絡をしてきた場合、窓口において建物名、階数及び情報コンセント番号を確認し、トラブルの発生した情報コンセントの位置を特定すること等ができる。

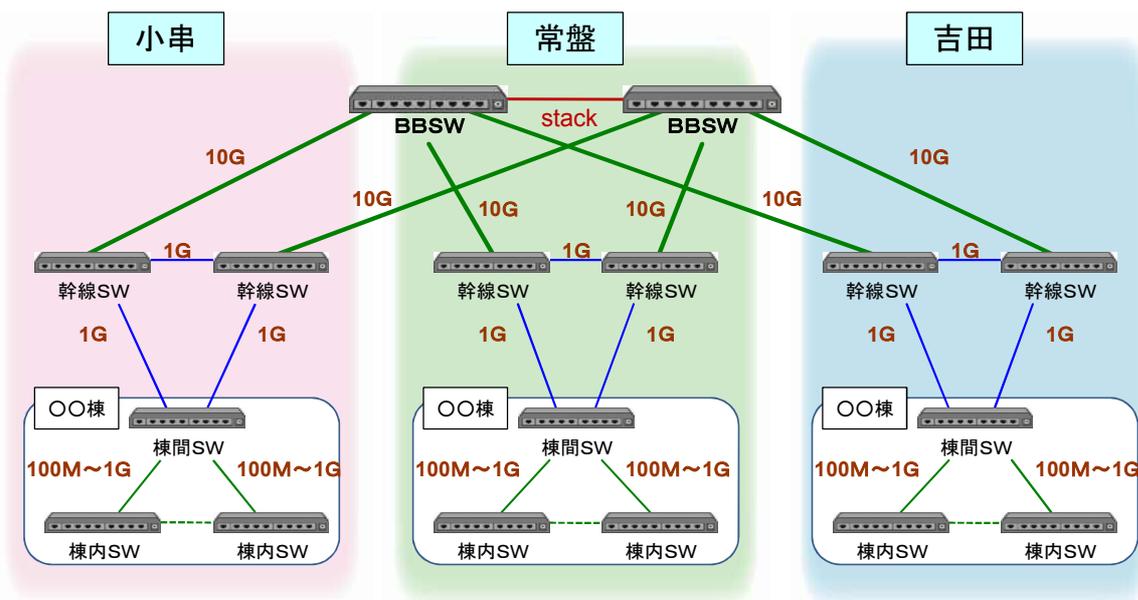


図1 ネットワーク構成

全学に1か所ネットワーク機器室を設け、そこから大学内の各部屋に光ファイバーでネットワークを構築する方法をとっている大学もある[6]。山口大学では、導入時期が早かったこと、キャンパスが分散していること、キャンパスのサイズが大きいため、各部屋に配置するメディアコンバータに電源が必要なことから3階層構造で、各部屋の情報コンセントには電源を必要としないパッシブな構成をとっている。

さらに、講義室や会議室では部屋の中で各机に配線するなど、複数の情報コンセントに分岐する必要がある。これらの部屋内にラックを設置し、ラック内にネットワーク機器を収容、そこから各コンセントにUTPケーブルを配線している。各情報コンセントには1から始まる一連の番号を割当て、ラベリングを行っている。また、研究室の学生実験室においても、同様な構成を推奨している。これらの部屋については、**建物名、部屋名または部屋の情報コンセント番号、各机の情報コンセント番号**によって情報コンセントの位置を特定している。

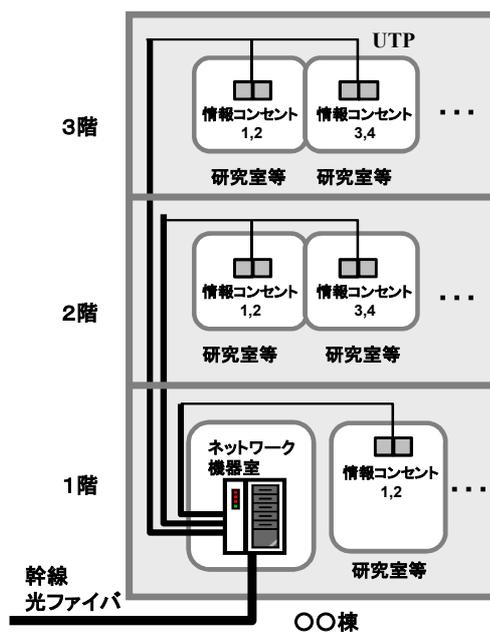


図2 建物内物理ネットワーク構成

2.2. 端末の接続申請

山口大学では、構成員が端末を学内ネットワークに接続する場合に、以下の二つの接続方法をとっている。教職員の接続申請に基づき固定(グローバルまたはプライベート) IPアドレスを発行する方法と、IPアドレス等を自動取得に設定した端末を情報コンセントに接続後、Web認証により利用者の認証を行う方法とがある。後者については次節で述べる。

前者について、端末をネットワークに接続しようとする教職員は、**接続責任者、運用担当者、キャンパス名、**

建物名、階数、情報コンセント番号等を記入して申請する。これらの情報を利用者データベースに記録する。この利用者データベースを参照することで、申請当初はIPアドレスの利用者、利用場所が特定できる。しかし、申請から数年経過すると利用者及び利用場所が変更される場合があり、その際、変更申請がなされないことが多く、利用者、利用場所等の特定ができないことがある。

2.3. 認証ネットワーク

講義室、会議室、図書館閲覧室等のオープンな部屋に

において、山口大学構成員がノートPC等をネットワークに接続（有線・無線共に）して利用できるように、各机上に情報コンセント及び無線 LAN を整備している。このネットワークにおいて、利用者はネットワーク利用開始時に毎回利用者認証を行わなければならない。そのため、利用者は前節の利用者申請が不要である。

利用者がこのネットワークに端末を接続すると、DHCP により端末に IP アドレスが割り当てられ、さらにブラウザのプロキシ設定が自動的に行われる。利用者が Web ページを開くと、認証ネットワークの認証サーバ（以下認証サーバ）に接続され、認証ページが表示される。利用者はこのページで利用者認証を行う事で、学内 LAN 及びインターネットが利用できる。認証の際に用いた情報（ユーザ名及び端末の IP アドレス）が認証サーバに認証時刻と共に記録される。また、認証済みの端末の通信が一定時間なくなった場合、当該端末の認証が解除される。平成 10 年にこの仕組みを提案[7]後、いくつかの改良を加えている。現在では利用者認証が設定されている情報コンセントは約 9,000 個となっている。

3. ネットワーク運用支援システム

ネットワーク運用支援システムは、ネットワーク障害通知機能、ネットワーク機器管理機能、トラフィック管理機能、ループ接続判定機能等のシステム管理者向けの管理機能を有している。さらに、窓口において、ネットワーク利用に関する利用者の問い合わせ対応のために必要な情報を表示する利用者端末管理機能を有している。本章では、特にこの利用者端末管理機能について述べる。

ネットワーク運用支援システムの構成を図 3 に示す。ネットワーク運用支援システムは、ネットワーク担当者及び窓口担当者のための Web ページを構成する主要サーバ、ネットワーク機器の FDB (Forwarding Database) を収集し、履歴を残す FDB 収集用サーバ、及びネットワーク機器の各ポートのトラフィックを収集し履歴を残すトラフィック収集用サーバの 3 台から構成される。それぞれのハードウェア構成及びソフトウェア構成を表 1 に示す。各サーバは既存機器を流用して構築したためスペックは高くない。

3.1. 利用者端末情報の収集

次の利用者端末にかかわる情報を取得し、これらの情報をもとに利用者端末情報を整理している。

- (1) 端末が接続するポートのインタフェース(リンク・トラフィック等) 情報
- (2) 端末の MAC アドレスと接続ポート

表 1 ネットワーク運用支援サーバの構成

サーバ	メイン	FDB 用	トラフィック用
CPU	Core2Quad 2.4GHz	Pentium4 2.4GHz	Pentium4 2.4GB
メモリ	8GB	1GB	1GB
HDD	1TB	250GB	250GB
Network	1Gbps	100Mbps	100Mbps
OS	FreeBSD6.4	FreeBSD5.5	FreeBSD5.5
開発言語	perl, PHP	perl, PHP	perl, PHP

- (3) 端末の IP アドレスと MAC アドレス
- (4) 端末が接続されるポートの VLAN 情報
- (5) 端末の認証情報

バッチ処理で情報を取得するプログラムは perl を用い、Web ページと連動して情報を取得するプログラムは PHP を用いて作成した。情報の取得方法について、以下に述べる。

(1) 情報コンセントのリンク情報等の取得

各研究室等の情報コンセントに利用者のネットワーク機器を接続し、電源が投入されると、該当するネットワーク機器のポートとの間で通信速度等が調整され接続状態となる。情報コンセントに対応したネットワーク機器のポートがリンクアップ状態であることは、ネットワーク機器と利用者機器が物理的に正常に接続されていることを示している。

L2 スイッチ（以下 L2SW）はリンク情報として保持している。本システムでは、リンクアップ情報、通信速度、受信バイト数、送信バイト数、非ユニキャストパケット数等を SNMP の IF-MIB を用いて取得している。また、設置しているネットワーク機器ではリンクアップ及びリンクダウンと状態が変化した際には syslog に報告する機能を有しているため、リアルタイムにリンク情報を記録している。

(2) 利用者端末の MAC アドレスの取得

利用者端末には端末固有（物理ネットワークインタフェース固有）の MAC アドレスを有している。このアドレスは、基本的にはネットワークインタフェースを物理的に交換しないと変更できないため、利用者端末固有の情報と見なすことができる。

通常、L2SW は MAC アドレスを用いて、宛先端末を特定している。L2SW はどのポートにどの MAC アドレスを持つ端末が接続されているかを自動的に学習し、L2SW 内のメモリー上の FDB に MAC アドレスとポート及び VLAN を記録している。

ネットワーク管理システムでは FDB 情報を取得する

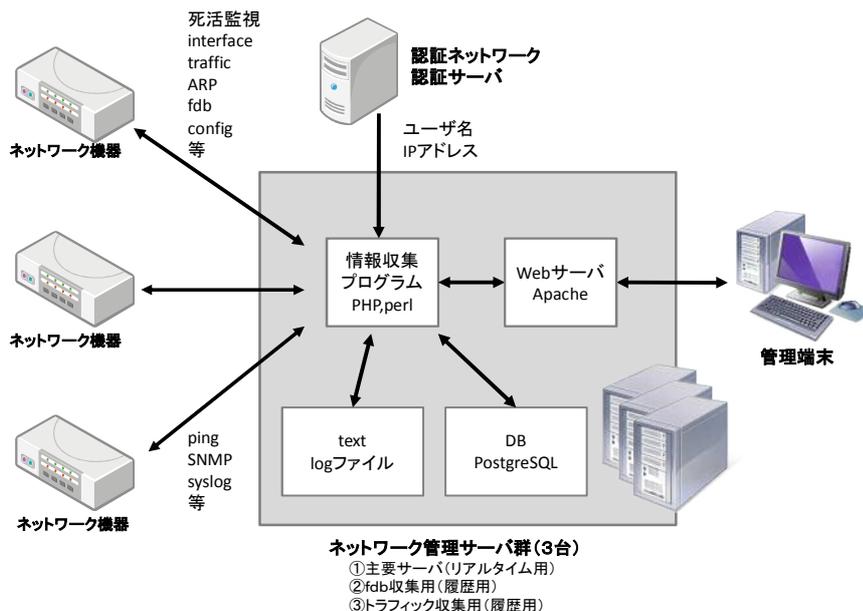


図3 ネットワーク管理システム

ために、対象ネットワーク機器が SNMP の BRIGE-MIB に対応している場合、定期的に SNMP マネジャーを用いて FDB の情報を収集し、取得時刻と共に記録している。一方、対象ネットワーク機器が SNMP の BRIGE-MIB に対応していない場合は、telnet によりログイン後、FDB を参照するコマンドを投入することで FDB を収集している。さらに、一部のネットワーク機器の場合、FDB が更新した際にその情報を syslog に報告する機能を有するものがある。このネットワーク機器の場合は syslog の情報から FDB の更新情報をリアルタイムに取得している。FDB 情報は 15 分毎に収集している。さらに、利用者端末管理機能を用いる際は、その都度該当する最新の FDB を取得している。

これにより利用者端末 MAC アドレス、ネットワーク機器名、ネットワーク機器ポート番号が管理データベースに記録される。

(3)利用者端末の IP アドレスの取得

一方、全学ネットワーク上の通信には IP アドレスが用いられ、各種サーバのアクセスログは端末に設定されている IP アドレスが記録される。端末の IP アドレスは DHCP により端末に割り当てられた IP アドレス、または、管理者によって割り当てられる IP アドレスを用いるため、同一端末であっても利用場所・利用時刻等により異なる場合がある。例えば DHCP で割り当てられる IP アドレスは、割当毎に一定ではなく、利用場所・利用時刻により異なっている。管理者により割り当てられた IP アドレスも利用場所や利用者の変更、機器の交換等により

異なった IP アドレスが設定される場合がある。中には、山口大学のルールでは禁止されているが、一つの IP アドレスを複数の端末で共有する場合もある。したがって IP アドレスは端末固有の情報とはみなせない。

通常、L3 スイッチ (以下 L3SW) は IP アドレスと MAC アドレスの変換テーブル (ARP テーブル) を検索し端末の MAC アドレスを把握している。本システムでは、FDB 情報の場合と同様に、SNMP の IP-MIB を用いて ARP テーブル情報を取得し、取得時刻と共に記録している。また、設置しているネットワーク機器の多くは ARP テーブルが更新した際に、その情報を syslog 機能を用いて syslog サーバに報告する機能を有しているので、syslog 機能を利用して ARP テーブルの更新情報をリアルタイムに取得している。SNMP による ARP テーブル情報は 5 分間隔で収集している。さらに、利用者端末管理機能を用いる際は、その都度該当するネットワーク機器の最新 ARP テーブルを取得している。

これにより利用者端末 IP アドレス、MAC アドレスが管理データベースに記録される。

(4)VLAN 設定情報取得

ネットワーク管理システムでは VLAN 情報を取得するために、対象ネットワーク機器が SNMP の BRIGE-MIB に対応している場合、定期的に SNMP マネジャーを用いて FDB の情報を収集し、取得時刻と共に記録している。一方、対象ネットワーク機器が SNMP の BRIGE-MIB に対応していない場合は、telnet によりログイン後、VLAN 設定を参照するコマンドを投入し、VLAN 情報を収集し

ている。VLAN 情報は1時間に1回収集している。さらに、利用者端末管理機能を用いる際は、その都度の該当する最新の VLAN 情報を取得している。なお、全学のネットワーク機器の VLAN 設定はネットワーク担当者のみが設定するので、設定の際に常に記録を残すことで対応可能ではあるが、記録ミス进行けるために、VLAN 情報をネットワーク機器から定期的に取得している。

これにより **VLAN 名**、**VLAN ID**、**ネットワーク機器名**、**ネットワーク機器ポート番号**が管理データベースに記録される。

(5)利用者認証情報の取得

認証ネットワークの認証サーバには、認証時の利用者のユーザ名と端末 IP アドレスが記録されている。ネットワーク運用支援システムは、利用者端末の IP アドレスに対応したユーザ名を次のように取得する。ネットワーク管理システムは認証サーバに対して SNMP の EXEC-COMMAND を用いて IP アドレスの問い合わせを行う。認証サーバは認証情報を検索し、該当するユーザ名を返信する。なお、認証サーバに SNMP サーバ機能 (net-snmp) を組み込み、EXEC-COMMAND の問い合わせに対して IP アドレスからユーザ名を検索し、応答するプログラムを作成した。

これにより**利用者 IP アドレス**と**利用者ユーザ名**の組み合わせが取得される。

本ネットワーク運用支援システムに表示される内容は、ネットワークの現時点での利用状況を示していると考えられる。使い方によっては、プライバシー上の問題に発展する可能性は否定できない。そのため、このページの情報には山口大学情報セキュリティポリシーに基づき CIO が指定したネットワーク担当者、及びその監督のもと特定の担当者のみが必要な範囲で参照する。また、ネットワーク管理サーバに蓄積されたログ等の履歴情報は、山口大学情報セキュリティ緊急時対応基準に基づき、緊急事態担当者（上述ネットワーク担当者）が必要な範囲で参照する。

3.2. 利用者端末の状況表示

前章、前節の情報を統合し、一覧表示させることで、利用者端末にかかわる状況が把握できる。図4にネットワーク運用支援システムの利用者端末の状況を表示した Web ページの例を示した。管理者端末から Web ブラウザーを用いて、ネットワーク管理サーバに接続し、担当者のユーザ認証後、この Web ページを表示する事ができる。このページでは、以下の情報が表示されている。

port	vlan	ip	mac	vendor	user	
1	08A001	E306 情報科学研究室	to168-0(704)	00:15:e5:8a:00:00 00:1b:24:00:00:00 00:1a:09:00:00:00 00:1e:80:00:00:00 00:1a:95:00:00:00 00:1e:80:00:00:00 00:1e:80:00:00:00 00:11:c5:00:00:00 00:23:26:00:00:00 00:24:6f:00:00:00 00:24:6f:00:00:00 00:20:22:00:00:00 88:ac:9f:00:00:00 b8:ac:6f:00:00:00	Dell QuantaCom Intel Intel Micro-Star	133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62
2	08A002	?	to145(145)			
3	08A003	E306 情報科学研究室	to145(145)			
4	08A004	-	to145(145)			
5	08A005	E304 情報・言語 教室	to145(145)			
6	08A006	-	to145(145)			
7	08A007	E306 情報科学研究室	to168-0(704)	00:00:48:00:00:00 00:16:c0:00:00:00 00:19:41:00:00:00 00:21:85:00:00:00	Seal-Epson AppleCompu Intel Micro-Star	133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62
8	08A008	E306	to145-0(509)			
9	08A009	E306 情報科学研究室	to145(145)			
10	08A010	E305 情報科学研究室	to145(145)			
11	08A011	E305 情報科学研究室	to168-0(704)	00:0d:5e:00:00:00 00:0d:5e:00:00:00 00:17:42:00:00:00 00:1e:95:00:00:00 00:1e:80:00:00:00 00:1e:80:00:00:00 00:23:3b:00:00:00 c8:0a:a0:00:00:00 c8:0a:c8:00:00:00 to:01:98:00:00:00	NecCustom NecCustom Fujitsu	133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62
12	08A012	E305 情報科学研究室	to145(145)			
13	08B001 (3F13)	E308 情報・言語 教室	to145(145)	00:0a:79:00:00:00	CorelK	133.62.133.62
14	08B002 (3F14)	-	to145(145)			
15	08B003 (3F15)	E309 情報・言語 教室	to145(145)			
16	08B004 (3F16)	-	to145(145)			
17	08B005 (3F17)	E310 情報・言語 教室	to145(145)	00:21:97:00:00:00		133.62.133.62
18	08B006 (3F18)	E310 情報・言語 教室	to168-0(704)	00:21:85:00:00:00	Micro-Star	133.62.133.62
19	08B007 (3F19)	E311 情報・言語 教室	to168-0(704)	00:21:85:00:00:00	Micro-Star	133.62.133.62
20	08B008 (3F20)	E311 情報・言語 教室	to145(145)			
21	08B009 (3F21)	E312 情報科学研究室	to168-0(704)			
22	08B010 (3F22)	E312 情報科学研究室	to145(145)			
23	08B011 (3F23)	E313 情報科学研究室	to145(145)			
24	08B012 (3F24)	E313 情報科学研究室	to145(145)			
25	08B013 (3F25)	E313 情報科学研究室	to168-0(704)	00:11:5b:00:00:00 00:17:42:00:00:00 78:2b:c8:00:00:00	Elitegroup Fujitsu	133.62.133.62 133.62.133.62 133.62.133.62
26	08B014 (3F26)	E313 情報科学研究室	to145(145)			
27	08B015 (3F27)	E313 情報科学研究室	to145(145)			
28	08B016 (3F28)	-	to145(145)			

図4 ネットワーク運用支援システムの Web ページ例

(1)情報コンセント番号と部屋名

ネットワーク構築時に割り当てた情報コンセント番号と、その情報コンセントが設置されている部屋名が表示される。問い合わせの際これらの情報を利用者に確認し、該当する行を参照する。

(2)情報コンセントのリンクアップ状況

利用者端末やネットワーク機器が情報コンセントに正しく接続されている場合は、背景が色付きで表示される（黄色：10Mbps、緑色：100Mbps、水色：1Gbps、紫色10Gbps、灰色：disable）。色が表示されない場合は、リンクダウンしており、情報コンセントに LAN ケーブルの未接続や断線、あるいは、研究室内の HUB の故障や電源が落ちているなど可能性が指摘できる。とりわけ、HUB の故障である場合が多い。

(3)VLAN 情報の表示

各情報コンセントに割り当てられている VLAN が、表示される。利用者が使おうとしているネットワークが意図したサブネットや VLAN であるかどうか確認ができる。もし、意図したネットワークでなければ、情報コンセントに割り当てられているサブネットや VLAN の変更の手続きを案内する。また、ネットワーク機器の設定

ミスであれば、ネットワーク担当者に連絡し、設定変更を行う。なお、VLAN 名が青色で表示される場合は、認証ネットワークであることを示している。この情報コンセントを使っている場合には、利用者認証が必要であることを案内する。

(4)MAC アドレスとベンダーコードの表示

情報コンセントに現在接続されている、利用者端末の MAC アドレスとそれに対応したベンダーコード名が一覧で表示される。1 台分が表示される場合と複数台分が表示される場合がある。もし、この欄に全く MAC アドレスが表示されない場合は、研究室に設置している HUB が故障している可能性を指摘できる。また、MAC アドレスが複数表示されていて問い合わせ対象端末の MAC アドレスが表示されていない場合は、研究室に設置した HUB への接続不良等を指摘できる。なお、ベンダーコード名はネットワークインタフェースのメーカーを表しているが、おおよその端末のメーカーが想像できるので、利用者端末の特定のために表示している。

(5)IP アドレスの表示

情報コンセントに接続された利用者端末の IP アドレスが表示される。IP アドレスの上にマウスを合わせると、IP アドレスを把握した日時が表示される。情報コンセントが認証ネットワークの場合は、自動取得された IP アドレスが表示される。もし、MAC アドレスは表示されていて IP アドレスが表示されていない場合は、端末の IP アドレスの設定が間違っているか、設定されていない可能性を回答できる。現在の IP アドレスが表示できない場合は、利用者端末の MAC アドレスに対応した最も最近に把握された IP アドレスと把握時刻を表示する。もし、VLAN 情報と IP アドレスが異なっている場合は、利用者端末を移設した際に IP アドレスの変更設定がなされていないことを回答できる。

(6) 認証ユーザ名の表示

情報コンセントに接続されている利用者端末が利用者認証を行った際のユーザ名が表示される。この情報から端末の利用者が把握される。上述の(1)-(5)が正常であり、ユーザ名が表示されていない場合は、利用者認証を行っていないことが回答できる。

(7) ネットワーク管理に必要な情報

そのほか、各情報コンセントが接続されているネットワーク機器及びポートを表示される。ページ上段のメニューをクリックすることでネットワーク管理に必要な情報、例えば、各情報コンセントのトラフィックやネット

ワーク機器のコンフィグ、ルーティング情報等が表示される。ネットワーク機器が故障した場合は、最新のコンフィグが表示される。このコンフィグを新規機器に投入し、故障機器と交換することで、迅速に障害復旧が図れる。

これら Web ページの表示内容を利用することで、ネットワークの専門家でなくても、ネットワーク利用者からの問い合わせに対して、迅速かつ適切に対応することができる。

3.3. 利用者対応での表示例

(1) IP アドレスの競合対応

利用者端末の IP アドレスが競合する場合が時々ある。経験上その多くが同じ研究室内で誤って別の端末に同じ IP アドレスを設定してしまっている場合が多い。「先輩の端末の設定を真似して設定しました」という事例等がある。こういった場合では、IP アドレスが違う情報コンセントの行に表示されているので、IP アドレスが競合している端末の設置場所と、おおよその機器の特定する情報を回答できる。

ただし、同じ研究室ではない場合も同様に競合している IP アドレスを持つ端末を発見する場合がある。例えば、利用者端末の接続申請を行わず、不正に適当な IP アドレスを設定された端末がネットワークに接続されることで、IP アドレスの競合が発生する場合がある。この場合は、不正に IP アドレスを設定した利用者は、IP アドレスが競合していると分かると、また別の IP アドレスに変更することが多いので、同じ研究室内に競合している端末がない場合は、しばらく端末の電源を入れたままにしておくで解消すると思われることを回答できる。もちろん不正に IP アドレスを設定した利用者端末が接続されている情報コンセント及び部屋を特定することができるので、別途その部屋の管理者に連絡し対応を依頼する。

(2)ループ対応

時々、誤ってネットワークにループを作ることがある。原因の多くは、研究室内で複数の HUB を用いており、乱雑な配線となっている場合などである。このような場合、次のように表示される。

- a. ネットワーク運用支援システムがトラフィックの異常を監視し、ループが発生したと推定できる場合は、その情報コンセントが障害リストに表示される。
- b. トラフィックの異常やデフォルトルータの IP アドレスが、本来表示されるはずのない情報コンセントの IP アドレスの欄に表示される。

c. 利用者端末の MAC アドレスが、本来接続されている情報コンセントではなく別の情報コンセントに表示される。

d. ネットワーク機器によってはループガードが機能し、当該ポートはディスエーブルになるので、リンク状態が灰色で表示される。

これらのことから、ループを作っている可能性を推測し回答できる。

(3) ネットワーク工事への対応

ネットワーク工事を行う場合には、情報コンセントの位置を確認、情報コンセント番号を割当、情報コンセントを接続するネットワーク機器とそのポートを割当、該当ポートのサブネットや VLAN 設定等を行い、工事担当者、工事業者に指示する必要がある。これらの情報はネットワーク運用支援システムに表示されているので、この表示内容から指示書を迅速に作成し、新たに登録することができる。

4. 利用者への対応状況

山口大学において平成 22 年 4 月以降（ただし、医学系キャンパスにおいては平成 22 年 7 月以降）、記録に残っているネットワークに関する利用者からの問い合わせは以下のもの等があった。問い合わせ件数等を表 2 に示した。

(1) 利用者端末の IP アドレス等の設定ミス

情報コンセントに設定されている VLAN やサブネットと利用者端末の IP アドレスの間違いを含む耐震改修工事による研究室の移転や年度更新での利用者端末の利用者変更の際に多い

(2) ループ障害

乱雑配線、知識不足による不注意や無意識にループを作ってしまう場合が多い

(3) IP アドレスの競合

多くの場合、同じ研究室の他の利用者の場合が多い

(4) ネットワーク接続確認

(5) ケーブル抜け・ケーブルの断線

(6) 研究室等に設置している HUB の障害

これら問い合わせの多くは、研究室内に原因があるものであった。これらの問い合わせは身近な人で対応できる場合を除いて、ほぼすべてがメディア基盤センターの窓口へ寄せられる。研究室内に原因のある問い合わせであっても、原因がネットワークになるのか、または研究室内にあるのかの切り分けを行い、対応方法について、案内することができている。

問い合わせの多くは、学期の初め等に集中しているが、

表 2 ネットワーク利用者からの問い合わせ状況

問い合わせ状況	件数
利用者端末の IP アドレス等の設定ミス (VLAN 間違い含む)	74
ループ障害	24
IP アドレスの競合	19
ネットワーク接続確認	43
ケーブル抜け・ケーブルの断線	16
研究室等に設置している HUB の障害	17
ネットワーク機器の故障 (無線 AP) 含む	19
ウイルス感染	20
DHCP 割り当てアドレス枯渇	6
無線 LAN での接続アクセスポイントの確認	8
その他	10
計	256

各キャンパスともに窓口担当者（技術職員 1 名、及び技術補佐員 1 名、1 キャンパスのみ技術補佐員 1 名）によって迅速に対応できている。窓口担当者で対応できない若干の問い合わせは、ネットワーク担当者が対応している。

利用者からのネットワークに関する問い合わせではないが、次のようなネットワークの障害対応及び調査等に本システムを用いる場合もある。

(1) 論理ネットワーク設定変更、ネットワーク機器の設定状況の確認と変更など (28 件)

(2) ネットワーク工事の際の新規配線計画策定 (14 件)

(3) ネットワーク機器の障害対応

(4) ウイルス感染端末の利用場所の特定

(5) 不正アクセスや不正利用端末の調査

5. まとめ

ネットワーク管理及び、ネットワーク利用者支援のために運用しているネットワーク運用支援システムについて特にネットワーク利用者対応機能について述べた。本システムの導入以降、本システムを用いることで、ネットワーク利用者からの問い合わせの多くは、若干名の窓口担当者で迅速に対応できる状況にある。

さらに、ネットワーク障害時の対応についても、本システムが提供する情報（障害情報、最新コンフィグ等）を用いて、窓口担当者により迅速にネットワークの復旧が図れている。

山口大学ネットワークへ本ネットワーク運用支援システムを適応した場合について述べたが、ネットワーク情報の取得方法や表示情報の活用方法は一般的なものを用いており、他のネットワークへも柔軟に適応することが

できる。

最近では、学生や教職員の中でスマートフォン利用者や、その利用シーンが増加しており、より安定した無線LAN環境と利用者対応が求められている。そのため、ネットワーク利用者支援が今後重要になってくることが予測され、ネットワーク運用支援システムのサポートがより一層期待される。

しかし、稼働中の利用者端末が増加するとネットワーク運用支援システムのレスポンスが低下する事があり、電話対応の際、利用者を待たせる場合が生じる。また、バッチ処理のみで収集している情報について、最新の情報を必要とする場合があり、バッチ処理で取得した情報だけでは不十分な場合もある。そのため、サーバ構成の見直しや性能改善が必要である。

ネットワーク利用者にとってネットワークは、どのようにネットワークが構成されているかは関係なく、部屋に設置された情報コンセントがネットワークの出入り口としてあるのみである。実際、山口大学では各部屋以外のネットワーク機器は一元管理しており、ネットワーク利用者はどのように構成されているのか把握されていない状況にある。ネットワークを構成する全ネットワーク機器および全情報コンセントとそれらを接続する配線、つまりネットワーク全体を一つの仮想的なネットワーク装置に、情報コンセントをその入出力ポートに捉えることができる。本ネットワーク運用支援システムは、各ネットワーク機器の情報を集めてきて、利用者とのインタフェースである情報コンセントに関する情報に集約し直していることから、ネットワーク全体を一つの論理的なネットワーク装置に仮想化している。

ネットワークを一元的に運用するために必要なネットワーク管理機能の他、利用者対応機能等を有している本ネットワーク運用支援システムの運用を通じて、ネットワーク利用者からの問い合わせに対する対応という観点で本システムの有用性を示した。

謝辞

ネットワーク運用・窓口に関して日々対応いただいている、山口大学大学情報機構メディア基盤センターのスタッフの皆さんに感謝する。

参考文献

- 報学, Vol. 22 (Suppl.), pp. 198-199 (2002)
- [2] 森山京平, 飯田 隆義, 藤田俊輔, 吉田和幸, イーサネットワーク構成情報管理のためのExcelファイル自動作成について, 情報処理学会研究報告インターネットと運用技術 (IOT), 2010-IOT-8(4), 1-6 (2010)
- [3] 川崎敏行, 和崎克己, ネットワークサービスの可視化を主眼に置いた戦略的監視手法の提案, 研究報告インターネットと運用技術 (IOT), 2010-IOT-8(15), 1-6 (2010)
- [4] 佐々木正人, 斎藤卓也, 石黒克也, 豊永昌彦, 高知大学総合情報システムの監視と利用者動向, 学術情報処理研究 No. 14, pp. 64-71 (2010)
- [5] 吉澤政洋, 沖田英樹, 上原敬太郎, 垂井俊明, 仮想ネットワークに関する文書作成を支援するネットワーク管理システムの実装および評価, 情報処理学会論文誌, 52(3), 1334-1347 (2011)
- [6] 上田浩, 井田寿朗, 青木正文, 齋藤貴英, 酒井秀晃, 伊比正行, 高橋仁, 船田博, 矢島正勝, 久米原栄, キャンパス内光直取ネットワークの構築と運用, 学術情報処理研究 No. 14, pp. 56-63 (2010)
- [7] 久長穰, 岡田隆, 刈谷丈治, 情報コンセントのユーザ認証について, 学術情報処理研究 No. 2, pp. 77-81 (1998)
- [1] 久長穰, 北上悟史, 橘高浩二, 八木英俊, 渡邊孝博, 棚田嘉博, 井上裕二, 無線LANを利用した診療業務LANに接続する利用者端末の運用管理システム, 医療情