

トラブルシューティング指導を考慮した ネットワークリテラシー教育の実施方法

津 森 伸 一

A Proposal of Educational Method Featured by Practices with PC to Give Skills of Trouble Shooting

Shin'ichi Tsumori

Summary

The purpose of this paper is to propose an educational plan for students who should master trouble shooting skills.

Recently, many students take subjects classified into a “Network Literacy” curriculum to learn network techniques and usage. Most of them don't need long term mastering to send/receive e-mails and access web sites in this curriculum.

However, they hardly can solve problems when an e-mail doesn't reach them or they couldn't access a certain web-page, since they don't know how to deal with these troubles. Techniques required for solving troubles on a network are difficult, not only for novices but also to make it clearly understandable for experts.

Based on this background, this paper proposes an educational method featuring practice with personal computers. Students can try to rewrite some configuration data on their server/client computers, and learn effects or rules from checking the change of network behavior. It doesn't cause other troubles in the existing network in college, since the network used by students is separated logically from this existing one.

In this paper, the environment for practicing, and teaching methods are discussed.

Key words: Information Education, Trouble Shooting

1 . はじめに

インターネットの普及に伴いネットワークリテラシー教育の重要性が認識されるようにな

り、ワープロや表計算等を対象としたコンピュータリテラシー教育と並んで、中等・高等教育において盛んに実施されるようになってきている。

ネットワークリテラシー教育には、電子メールや Web ページの検索・製作等を中心とした操作技術の習得だけでなく、情報システムやコンピュータネットワークを理解する [1] という教育目標も含まれる。更に、インターネット上にあふれる情報を正しく評価した上で必要な情報を収集したり、インターネットの危険性を理解し回避する態度を身につける [1] 等、ネットワークリテラシー教育が目指す内容は本来幅広いものになっている。

しかし、特に技術者養成を目的としない大学や短期大学のカリキュラムは、クライアントソフトの操作や Web ページ作成ソフトを用いた HTML 文書作成等の操作技術の指導が中心となり、ネットワークの動作原理等については理論のみによる講義か或いは全く指導されないところも多い。この結果、クライアントソフトは巧みに利用できても、電子メールが送受信できなかつたり、Web サーバにアクセスできないような事態に陥った時に、学生が自身でその原因を究明し対処することができない、或いは管理者に適切なトラブル対処の依頼ができなくなることが多くなるという問題がある。トラブルに正しく対処する能力はエンドユーザにおいても必須のものであり、教育機関において適切な指導がなされるべきであると考えられるが、このような教育の意義や実施方法についてはほとんど議論されていない。

以上の状況を鑑み、本稿ではトラブルシューティングの指導を考慮に入れたネットワークリテラシー教育の実施方法を提案する。本方法は、各学生が 1 台ずつのパソコンを利用できる環境があることを想定し、同じ教室内でサーバソフトとクライアントソフトを同時に動作させることにより、トラブルの原因を発見し易くし、実践的にトラブルシューティングのノウハウを習得させることを目的とする。また、トラブルシューティングは問題の発見、原因の究明、対処方法の考察や評価等の一連の問題解決手順を含むため、獲得した技法や考え方を一般的な問題解決にも応用できることが期待される。なお、実施はネットワーク的に切り離された教室で行うため、既存の学内ネットワークに影響を与えることはない。

本稿では、ネットワークに関するトラブルシューティング指導の意義、提案する授業環境、及び授業の実施方法について議論する。ここでは Web システムを例に挙げるが、電子メール、ftp 等の他のインターネットサービスにおいても勿論適用可能なものである。

2 . トラブルシューティング指導の意義

2 - 1 . 現行のネットワークリテラシー教育における問題点

前述したように、現行の Web 関連の教育内容は Web ブラウザの操作指導等の実習が中心になることが多い。この理由として、Web ブラウザがクライアント側のインタフェースであり、入出力からクライアントソフトの目的や動作を感覚的に理解し易く、また指導も容易であることが考えられる。学生は Web ブラウザに URL を入力し対応する HTML 文書を表示させる

ことにより、

- ・ Web ブラウザは HTML 文書を読覧するために用いられるソフトウェアであること
- ・ URL により指定された HTML 文書が出力されること

を体験的に習得することができる。

一方、多くの学生が、所望の Web ページにアクセスできなかった場合に、その原因を究明することができない。また、管理者に対しても単に「ホームページにアクセスできません」というだけの情報しか与えないことが多く、適切な対処を指導することができない。筆者の場合はこのような状況に際し、「『自動車動きません』という情報だけで的確なアドバイスを受けられると思うか」と尋ねることにより、Web ページにアクセスできない理由が複数存在することを示唆しているが、学生にとっては有効なものにならないことが経験的に多い。この理由として考えられることを、図 1 を用いて説明する。

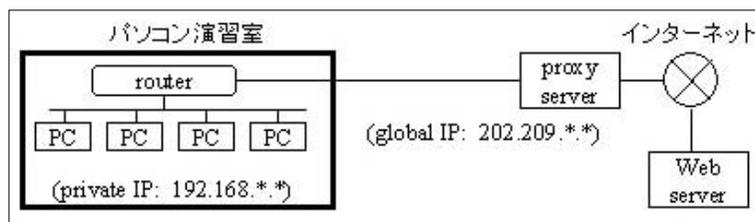


図 1 パソコン演習室の接続環境

図 1 に本学におけるパソコン演習室の接続状況を示す。図に示すように、演習室内のパソコンにはプライベート IP アドレスが設定され、グローバル IP アドレスを持つ学内既設 LAN には NAT (Network Address Translation)¹ を介して接続される。また、本学においては、講義等で同じ Web ページを複数の学生にアクセスさせることが多いため、学外に出される無駄なトラフィックを削減する目的でクライアントとサーバ間の通信にプロキシサーバを介させている。

さて、図 1 においては少なくとも以下の場合に所望の Web ページにアクセスできない。

- ケーブルが接続されてない等、サーバまで回線が接続されていない
- ドライバをインストールしておらず、ネットワークデバイスが有効になっていない
- TCP/IP 設定を誤っている
- proxy サーバの設定を誤っている
- サーバプログラムが動作していない或いはサーバ機がダウンしている

ここで重要なことは、上記の ~ の状況においては、Web ブラウザ上には全て図 2 に示す

¹ NAT とはプライベート IP アドレスをグローバル IP アドレスに変換する機能のことをいう。

ような同一のメッセージが出力されるため、ブラウザに表示された情報だけでは所望の Web ページにアクセスできない理由を一意に特定することができないことである。なお、Web ページに対するアクセス権限が元々ない場合や Web ページを閲覧するために必要なパスワードが誤っている場合等、メッセージの内容により Web ページを閲覧できない原因を特定することができるものもある。

ネットワーク技術の専門家は、図 2 のようなメッセージが表示された場合、

- ・原因は ~ の何れかにあることを知っている
- ・ ~ のどの問題かを特定する手段を知っている
- ・原因が特定できた場合の対処方法を知っている

ことにより、トラブルに対する適切な処理を行うことができる。例えば、

- ・目的の Web サーバに対し ping² コマンド を発行し、応答がないことからトラブルの原因は上記の ~ の何れかであることが分かる
- ・他の Web サーバにアクセスを試みてもアクセスができなければ、 は原因として適切でないと考え
- ・proxy サーバを使わない設定にしてもアクセスができなければ、 は原因として適切でないと考え³

というように、自身の持つ知識を駆使しながら原因を絞っていき、特定できた段階でそれに対処するといった問題解決能力を持っている。



図 2 Web クライアントのエラー表示の例

2 ping は、引数となるホストまでの IP 接続がなされているか否かを調査するコマンドであり、WindowsXP においてはコマンドプロンプトより発行できる。

3 本学の場合はセキュリティ上の理由から、proxy サーバを使わない外部へのアクセスは禁止しているため、この記述は当てはまらない。

一方、ネットワークの初心者には全く逆のことが言える。すなわち、

- ・トラブルの原因が想定できない
- ・原因を特定する手段を知らない
- ・原因が特定できた場合の対処方法を知らない

ことから、図2のようなメッセージが出力されてもそれを解決することができず、また管理者が問題を解決するために必要な情報を与えることができない。

このような問題が起こる理由として、以下のようなことが挙げられる。

- ・授業を円滑に行うために、LAN ケーブルをパソコンに接続すれば特に個別の設定を行わなくてもインターネットに接続されるような環境を予め構築しているため、ネットワークに接続するための要件を理解しにくい
- ・OSI 基本参照モデルや TCP/IP プロトコル等の理論的な知識とそれらの実装や設定方法を対応づけることができない
- ・学習者には基本的にクライアント用のインタフェースしか見えていないため、URL の入力ミス等の要因以外による誤りの存在を認識しにくい
- ・サーバの設定内容により振舞いがどのように変わるのかを理解していない

インターネットにより実現されるサービスは、クライアントソフトとサーバソフトを併せて1つの仮想的なソフトウェアであるとも考え、仮にエンドユーザであってもサーバやネットワーク動作等の一連の知識を持たなければ、以上のようなトラブルに対処できない。この理由からも、現行のようなクライアント側に偏重した指導は見直される必要があると考えられる。

2 - 2 . トラブルシューティング指導の意義

一般に、コンピュータやネットワークのトラブルシューティングの方法を、机上の講義のみで行うことは極めて困難であると考えられる。その理由を以下に示す。

トラブルの要因が非常に多い

前節で述べたように、所望のWeb ページにアクセスできない理由は非常に多い。中には、Web ブラウザに表示されるメッセージのみで解決可能な問題もあるが、一般には Web ブラウザのメッセージとトラブルシューティングの方法が1対1に対応づけられないことが多い。更にトラブルの要因が重複することも珍しくないため、組合せを含めるとトラブルの要因が多岐に渡ってしまう。

処理が手続き的でない

従って、一般に専門家はあらゆるトラブルに対処する方法を体系的な手続きとして記憶しているのではなく、自身が保有している宣言的な知識とそれから生成される新たな知識を用いて問題解決を行っている。例えば、

「ping」コマンドに対する応答がない場合、ネットワーク経路ができていないネットワーク経路ができていない場合、TCP/IP 設定が不適切なことを疑うという2つの知識から、「ping コマンドに対する応答がない場合、TCP/IP 設定が不適切なことを疑う」という知識が演繹的に導かれることになり、専門家は現在の状況やコマンドに対する応答の内容を見ながら、利用可能な知識を駆使してトラブルシューティングを行っている。また、現象から想定されるネットワークトラブルの理由は複数であることも多く、トライ & エラーを繰り返しながら原因を究明することになる。

以上のことから、トラブルシューティングは手続き的に指導されるべきものではなく、むしろ実機を用いながら体験的に方法を学んでいく方が効果的であると考えられる。

本稿で提案するトラブルシューティング指導は、まず安定して動作するネットワークを構築させ、その後設定の一部を変更した結果がどのように表れるかを視覚的に確認することにより、ネットワークに関する断片的な知識とその知識を適用するためのメタ知識を実践的に獲得することを狙ったものである。

3 . トラブルシューティング指導の実施環境と実施方法

本章では、前章までの内容を踏まえたトラブルシューティング指導の実施環境、及びその実施環境による指導実施方法の一例を示す。

3 - 1 . 実施環境

本稿では、図1に示すパソコン演習室を用い、全てのパソコンに、Web サーバと Web ブラウザを導入する。OSとしてMicrosoft社の「WindowsXP Professional Edition」、Web ブラウザとしてMicrosoft社の「Internet Explorer」、Web サーバには「Apache」⁴を各々用いる。Apacheには設定ファイル（httpd.conf）があり、この内容を変更することにより、後述するアクセス制御やドキュメントルートの変更等、Web サーバの主要な機能の設定を行うことができる。

3 - 2 . 実施方法

前節で述べた実施環境を用いて、以下の手順でトラブルシューティングの指導を行う。

3 - 2 - 1 . グループ分割

まず、クラスをクライアント動作を確認するグループ（以下「クライアント群」）、サーバ動作を確認するグループ（以下「サーバ群」）の2つに分ける。原理的には、個人のパソコンでWeb サーバと Web ブラウザを同時に起動することにより、クライアントソフト、サーバ

4 Apache Server Project により開発されている Web サーバであり、フリーウェアとして配布されている。

ソフトの動作や設定変更による挙動の変化等を確認することができるため、次項以降の方法による学習はパソコン 1 台でも行うことができる。しかし、

- ・クライアントソフト、サーバソフトの動作を同時に確認しなければならず、クライアント側の挙動とサーバ側の挙動を個々に区別しながら理解することが難しい
- ・クライアントとサーバが TCP/IP 接続されていれば、サーバはネットワーク上のどこに存在しても良いという内容を感覚的に理解しにくい

という理由から、クライアント・サーバの何れかに集中できるようにグループ分けを行い、一通りの指導が終了した後にグループの役割を逆転させることにする。

3 - 2 - 2 . 正常動作環境の構築指導

トラブルシューティングの指導に先立ち、正常に動作する環境を構築し各グループに動作や設定を確認させる。これは、トラブルシューティングに際しては正常動作時と異常動作時の動作や設定内容の差が重要な情報となることが多いからである。ここでは、TCP/IP 接続や Web サーバのインストール及び初期設定を行いながら指導する。

ネットワークへの TCP/IP 接続

IP アドレスやネットマスク等の設定をコントロールパネルを用いて行わせる。実習を行いながら、

- ・ IP アドレス、ネットマスク、DNS サーバ、デフォルトゲートウェイ等の意味
- ・ 家庭でのインターネットの接続方法（大学との回線環境の違い、サービスプロバイダとの契約、プロバイダに接続するために必要な情報）

の指導を行う。

その後、全員に外部の WWW サーバに接続させ、Web ページのアクセスができた時点で完了する。

Web サーバのインストールと初期設定

Apache のインストールを行う。ここではまだ設定ファイルの内容は変更しないが、Apache の場合デフォルトの状態アクセス可能な Web サーバとして動作するようになっている。インストールの際に、サーバ機能はプログラムで実現されており、適切なプログラムをインストールするだけでサーバは構築可能であることを指導する。

Web クライアントからのアクセス

クライアント群はサーバ群の内の 1 つの IP アドレスを聞き、例えば「192.168.100.1」の場合、URL「http://192.168.100.1/」のように入力させ Web ページをアクセスさせる。この実習を通し、

- ・「http://」の後に記述されている内容が、所望のサーバの IP アドレスであること
- ・通常入力する FQDN (Fully Qualified Domain Name) は Web サーバへのアクセスに先立ち DNS サーバにより IP アドレスに変換されていること

を指導する。

同時にサーバ群は、アクセスログファイル (access.log) の内容を確認させることにより、Web サーバ側ではアクセスした Web クライアントの IP アドレス等の情報を収集できることも指導する。

3 - 2 - 3 . クライアントソフトの設定変更によるトラブルの発生と対処

次にクライアント側で各種の設定変更を行い、その変更の影響がどのように表れるのかを確認させることにより、異常時の対処のポイントを掴み易くさせる。以下に変更内容及び指導内容の例を示す。

ネットワークデバイスの停止

クライアント群にはコントロールパネルを使って、ネットワークデバイスを停止させる。この後、

- a . Web ブラウザにより、前項でアクセスした Web サーバへのアクセスを試みさせ、図 2 のエラーが出ることを確認させる
- b . a で指定した Web サーバ或いは他の Web サーバへ ping コマンドを発行させ、どのサーバに対しても ping が通らないことを確認させながら、Web サーバへ接続できないのは、クライアント側の設定に問題があることを指導する
- c . コントロールパネル上で TCP/IP は正しく設定されていることを確認させる
- d . ipconfig⁵ コマンドを発行させ、IP アドレスが与えられていないことを確認させる

以上のことから、

- ・ネットワークデバイスが動作していない場合、IP 層以上のプロトコルが利用できないこと
- ・ネットワークデバイスの動作は ipconfig コマンドで確認できること

を指導する。

TCP/IP 設定の変更

ネットワークデバイスを動作させた状態で、コントロールパネルを用いて、TCP/IP レベルの設定の変更を試みる。ここでは、IP アドレス、サブネットマスク、デフォルトゲートウェイ、DNS サーバの IP アドレスを 1 つずつ変更させ、各々の変更後に の場合と同様なチェックを行わせる。 とは ipconfig コマンドに対する出力が異なることから、Web ブラウザ上のメッセージが同様でもその原因は異なることを指導する。

また、 や の結果は、サーバ側のアクセスログファイルに残らないことを確認させることにより、回線が接続されていてもネットワーク上の設定が不適切であればクライアントからのリクエストがサーバまで届かず通信ができないことを指導する。

5 ipconfig は、TCP/IP レベルの設定内容を表示するコマンドであり、WindowsXP においてはコマンドプロンプトより発行できる。

3 - 2 - 4 . サーバの設定変更によるトラブルの発生と対処

ここでは、Web サーバにおいてはどのような設定ができるのか、またその設定によりクライアント側にはどのような影響が表れるのかを指導する。設定ファイルで変更できる内容は非常に多岐に渡り全てを記すことはできないため、指導に際して特に有用と思われるものについて以下に説明する。

アクセスできるホストの制御

サーバ群は設定ファイルを変更し、クライアント群からのアクセスを拒否するように設定する。クライアント群はWeb ブラウザを用いてその効果を確認する。この実習を通して、

- ・サーバからアクセスを拒否されるのはサーバ側での設定によるものであること
- ・これは主にセキュリティ上の理由によるものであり、クライアント側では対処の方法がないこと

を指導する。

ドキュメントルートの変更

URL を記述する際に、Web サーバの FQDN に続けて書く（ディレクトリ名を含む）ファイル名の記述を誤る学生は多い。この原因の多くはHTML文書が保存されているディレクトリの指定の必要性を意識していないことによる。

ここでは、

- ・URL でディレクトリ名を陽に指定しない場合に参照されるディレクトリ（ドキュメントルート）の存在
- ・Web サーバでドキュメントルートが指定されること
- ・特定のディレクトリ中のファイルは、ドキュメントルートからの相対パスを URL 入力において指定すればよいこと
- ・ファイル名を指定しない場合は設定ファイルで指定したファイルが返されること

を指導する。

4 . おわりに

技術者の養成を主目的としない大学・短期大学におけるネットワークリテラシー教育の一方法を提案した。

本稿は、Web サーバを構築する能力を身につけることが目的ではなく、Web ブラウザ利用中に発生する問題に独力で対処できるだけのスキルを養成することが目的である。特に技術者の養成が主目的でない教育機関においては、このために多くの時間を割くことはできず、現行のカリキュラムの一部を改変する程度で対処する配慮が必要であろう。

今後、パソコンの配布や貸与を行い、学生が場所や時間に限定されずにパソコンを利用する環境は益々整備されていくと思われる。このような利用環境の下で、新たなコンピュータ

津 森 伸 一

教育方法の一環として本案をどのように実践していくかが今後の課題である。

参考文献

- [1] 「教育システム情報ハンドブック」、教育システム情報学会編、実教出版
- [2] 「インターネット時代の教育情報工学 2」、岡本敏雄編著、森北出版