

# 高等学校における学習支援ターミナルソフトウェアを用いた ネットワーク構築の演習手法に関する実践と評価

井手 広康<sup>1</sup> 奥田 隆史<sup>2</sup>

概要：愛知県立衣台高等学校では情報科専門科目「ネットワークシステム」において、シスコ社製のスイッチ（Catalyst2940）とルータ（Cisco1819J）を使用したネットワークの構築実習を通して知識と技術の習得を目指している。しかし実習ではスイッチとルータの設定に関する多岐に渡るコマンドを暗記しなければならないが、生徒にとって単なる暗記作業になってしまうことが懸念される。また機器の設定に使用するコマンドはPCからターミナルソフトウェアを使用して入力する必要があるが、タイピングに不慣れた生徒はコマンド入力に多くの時間が割かれ、授業に付いていくことがやっとの者もいる。このような事態を避けるため、コマンドの入力に関するいくつかの支援機能を追加した学習支援ターミナルソフトウェアを作成し実習へ導入した。全実習終了後に実施した実技テストの結果、学習支援ターミナルソフトウェアを使用することにより正答率の向上と大幅な時間短縮の効果が期待できることがわかった。

## Practice and Evaluation on Exercise Method of Network Construction using Learning Support Terminal Software at High School

HIROYASU IDE<sup>1</sup> TAKASHI OKUDA<sup>2</sup>

### 1. はじめに

高等学校の情報科は共通教科情報科と専門教科情報科に分類することができる。専門教科情報科では、情報産業と社会の発展を図る創造的な能力と実践的な態度を育てるために多くの専門科目から編成されている。そのなかの1科目であるネットワークシステムでは、「情報通信ネットワークシステムに関する知識と技術を習得させ、実際に活用する能力と態度を育てる」ことを目標として、座学だけではなく実習を通してネットワークに関する幅広い知識や技能を習得することが推奨されている [1]。

愛知県立衣台高等学校では専門科目ネットワークシステムにおいて、シスコ社製のスイッチとルータを使用したネットワークの構築実習を通して知識と技術の習得を目指

している。しかしスイッチとルータの設定に関する多岐に渡るコマンドを暗記しなければならないが、生徒にとって単なる暗記作業になってしまうことが懸念される。またコマンドはPCからターミナルソフトウェアを使用して入力する必要があるが、タイピングに不慣れた生徒はコマンド入力に多くの時間が割かれ、授業に付いていくことがやっとの者もいる。このような事態を避けるため、コマンド入力に関するいくつかの支援機能を追加した学習支援ターミナルソフトウェアを作成し実習へ導入した。本稿では学習支援ターミナルソフトウェアを用いたネットワーク構築の演習手法とその学習効果について述べる。

まず2章では高等学校における情報科の分類と専門科目ネットワークシステムの概要と実習内容について述べる。次に3章ではネットワークシステムの実習における問題点を述べ、学習支援ターミナルソフトウェアへ追加した3つのコマンド入力に関する支援機能について説明する。次に4章では学習支援ターミナルソフトウェアを用いた授業実践とその評価について述べる。最後に5章では本研究のまとめと今後の課題について述べる。

<sup>1</sup> 愛知県立大学大学院 情報科学研究科  
Graduate School of Information Science and Technology,  
Aichi Prefectural University

<sup>2</sup> 愛知県立大学 情報科学部 情報科学科  
Department of Information Science and Technology, Faculty  
of Information Science and Tehnology, Aichi Prefectural Uni-  
versity

## 2. 専門科目ネットワークシステム

2.1 節では高等学校における情報科の分類に関して、共通教科情報科と専門教科情報科の違いについて述べる。2.2 節では専門教科情報科の科目であるネットワークシステムの概要について述べる。2.3 節では高等学校におけるネットワークシステムの実習内容について述べる。

### 2.1 高等学校における情報科の分類

2009 年 3 月に公示された高等学校学習指導要領 [1] によると、高等学校における情報科はすべての高等学校に開設される「共通教科情報科」と、主として専門学科で開設される「専門教科情報科」に分類される。

#### 共通教科情報科

共通教科情報科は「情報及び情報技術を活用するための知識と技能を習得させ、情報に関する科学的な見方や考え方を養うとともに、社会の中で情報及び情報技術が果たしている役割や影響を理解させ、社会の情報化の進展に主体的に対応できる能力と態度を育てる」ことを目標として、「社会と情報」と「情報の科学」の 2 科目で編成されている。

#### 専門教科情報科

専門教科情報科は「情報の各分野に関する基礎的・基本的な知識と技術を習得させ、現代社会における情報の意義や役割を理解させるとともに、情報社会の諸課題を主体的、合理的に、かつ倫理観をもって解決し、情報産業と社会の発展を図る創造的な能力と実践的な態度を育てる」ことを目標として、図 1 のように 13 科目で編成されている。

### 2.2 専門科目ネットワークシステムの概要

専門教科情報科を編成する 13 科目のひとつに「ネットワークシステム」がある。高等学校学習指導要領 [1] によると、ネットワークシステムは「情報通信ネットワークシステムに関する知識と技術を習得させ、実際に活用する

能力と態度を育てる」ことを目標とし、大きく分けて (1) ネットワークの基礎、(2) ネットワークの設計と構築、(3) ネットワークの運用と保守、(4) ネットワークの安全対策の 4 項目で構成されている。

また高等学校学習指導要領 [1] にはネットワークシステムにおける学習方法について「ネットワークシステムの構築などの体験的な学習を通して、問題解決能力や想像力を養い、実践力を高めることが大切である」と明記されている。つまりネットワークの設計・構築・運用・保守に関する幅広い知識に加えて、実習を通してこれらの技術を習得させることが推奨されている。なお標準単位数は 2~6 単位とされているが、具体的な実習内容や割合については明記されていないため、これらは実習室の設備・環境や担当教員のスキルに大きく依存する。

### 2.3 専門科目ネットワークシステムの実習内容

愛知県の一部の高等学校には情報活用コース [2,3] が設置されており、普通科（一部の高等学校では総合学科）でありながら専門教科情報科のうち複数の科目を履修することが可能となっている。愛知県立衣台高等学校も情報活用コースを設置している高等学校のひとつであり、専門教科情報科のうちネットワークシステム（4 単位）を 3 年次に選択履修することができる。なお本研究の実習においてはネットワークシステムの選択履修者 8 名を対象としている。

愛知県立衣台高等学校のネットワークシステムにおける実習では、シスコ社製のスイッチ（Catalyst2940）とルータ（Cisco1812J）を生徒それぞれに割り当て、PC からターミナルソフトウェアを使用してネットワーク機器の設定を行っている。ここで大まかな実習計画（全 10 回）について表 1 に示す。なおネットワークシステムの授業は 2 コマ連続となっているため、表 1 では 2 時間分の授業を 1 回としてカウントしている。

表 1 に関して具体的な実習内容について説明する。1 回目ではスイッチの基本動作としてコリジョンドメイン、ブロードキャストドメイン、MAC アドレステーブル、ポー

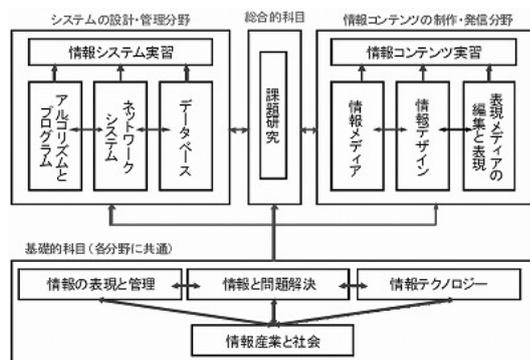


図 1 専門教科情報科科目の編成

Fig. 1 Organization of Special Subject Information Technology

表 1 実習計画（全 10 回 / 20 時間）

Table 1 Practicing Lesson Plan (10 Times / 20 hours)

Times	Main Practice Contents
1st	Basic Operation of Switch
2nd	Basic Operation of Terminal Software
3rd	Command Mode and Configuration File
4th	Basic Configuration and Confirmation of Switch
5th	Interface Settings of Switch
6th	VLAN Configuration
7th	VLAN Port-Mapping
8th	VLAN Construction and Confirmation
9th	Static Routing
10th	Dynamic Routing (RIP)

トフォワーディング等について学習する。2回目ではターミナルソフトウェアに関して、ケーブルの種類と接続方法、ターミナルソフトウェアの基本設定を行う。3回目ではスイッチの各種コマンドモードと設定ファイルについて学習する。4回目ではスイッチの基本的な設定（バージョンの確認、ホスト名・パスワード・デフォルトゲートウェイの設定等）を行う。5回目ではスイッチのインターフェースに関して MAC アドレステーブルとポートの状態を確認する。6回目では VLAN についての基本的な知識を学び、管理用 VLAN の設定を行う。7回目では VLAN の作成・編集・削除について演習し、VLAN へのポートマッピングを行う。8回目では VLAN のトランクポートを設定し、VLAN ネットワークを介してホストへの疎通確認を行う。9回目ではスタティックルーティングについて学習し、IP アドレスの設定、ルーティングテーブルの確認、ホストへの疎通確認を行う。10回目ではダイナミックルーティングについて学習し、RIP の設定とホストへの疎通確認を行う。

### 3. 学習支援ターミナルソフトウェア

3.1 節ではネットワークシステムの実習における問題点について述べる。3.2 節では学習支援ターミナルソフトウェアに追加したコマンド入力に関する 3 つの支援機能についてそれぞれ説明する。

#### 3.1 実習における問題点

実習では PC のターミナルソフトウェアからスイッチやルータへコンソール接続あるいは telnet 接続により通信を行う。このターミナルソフトウェアにはオープンソースソフトウェアである TeraTerm [4] を使用している。このようなターミナルソフトウェアは基本的に CUI であるため、生徒がコマンド入力操作に慣れるまでにはある程度の時間が必要であり、前半の実習においてはコマンド入力の作業自体に大きく時間を割いてしまう。これには生徒のタイピング能力（タイピング速度やミスタッチ数）が大きく影響しており、予定通りに実習が進まないことが頻繁に起こる。

またスイッチやルータの設定のためのコマンドは非常に多岐に渡り、生徒は実習期間でこれらのコマンドを暗記しなければならない。そのためネットワークシステム本来の「情報通信ネットワークシステムに関する知識と技術を習得させる」という目的から、「ネットワークを構築するためにスイッチやルータのコマンドを暗記する」という目的の趣旨が大きく逸脱してしまうことが懸念される。

#### 3.2 学習支援ターミナルソフトウェアの支援機能

3.1 節で述べた問題点を解消するため、できるだけ生徒のコマンド入力作業にかかる時間を短縮し、さらにコマンドを暗記しなくても設定作業を行うことができる支援機能を追加した学習支援ターミナルソフトウェア（図 2）を作

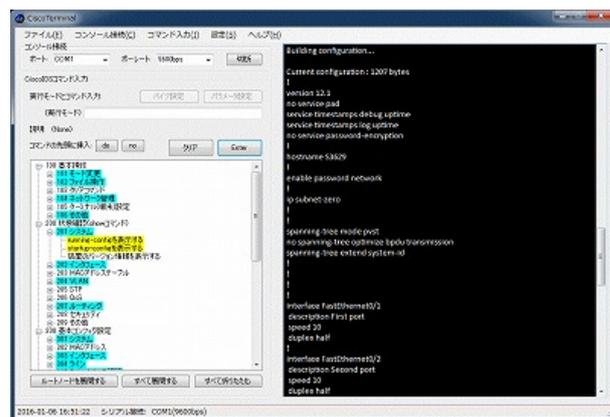


図 2 学習支援ターミナルソフトウェア  
Fig. 2 Learning Support Terminal Software



図 3 パラメータ設定のダイアログ画面  
Fig. 3 Dialog Screen of Parameters Setting

成した。学習支援ターミナルソフトウェアには本来ターミナルソフトウェアが備えるシリアル接続機能に加え、次の 3 つのコマンド入力に関する支援機能を追加している。

なお実習で使用するターミナルソフトウェアに関して、表 1 の 1~8 回目の実習では TeraTerm を使用して CUI のコマンド入力に慣れたのち、最後の 2 回の実習において学習支援ターミナルソフトウェアを使用した。

#### コマンドの選択と入力に関する支援機能

シスコ機器のコマンドは非常に多岐に渡るため、コマンド入力には目的のコマンドを暗記するか、あるいはコマンドを探し出す時間が必要となる。この時間ロスをできるだけ軽減するため、学習支援ターミナルソフトウェアではコマンドリストからコマンドを選択できるようにした。目的のコマンドをダブルクリックするとそれがコマンド入力欄に自動入力される仕組みである。また実習で頻繁に使用するコマンドには色付けをして視覚的に区別できるようにしている（図 2）。これにより生徒はコマンドを暗記する必要がなくなり、さらに入力ミスで授業の進行が遅れる時間を軽減できるようにした。なおコマンドリストに掲載するコマンドは文献 [5-9] より主要なものを抜粋している。

#### 実行モードの選択に関する支援機能

シスコ機器のコマンド入力に関するつまづき易い点のひとつとして、コマンドを実行するための実行モード

ネットワークシステム 実技テスト(スイッチ)

1 スイッチに対して以下の(1)～(10)に関する設定を行いなさい(5点×10)

(1) ホスト名を「S + (学籍番号)」に設定しなさい(例: S3640)  
 (2) 特権モードのパスワード(暗号化なし)を「network」に設定しなさい  
 (3) ラインパスワード(Console)を「switch」に設定し、パスワードを有効化しなさい  
 (4) 通信速度を Fa0/1～Fa0/3 は「10」、Fa0/4 は「100」に設定しなさい  
 (5) 二重モードを Fa0/1～Fa0/3 は「half」、Fa0/4 は「full」に設定しなさい  
 (6) ポートに説明文を以下のとおり追加しなさい

ポート	説明文
Fa0/1	First Port
Fa0/2	Second Port
Fa0/3	Third Port

※Fa0/4以降は設定しなくてもよい

(7) VLAN を以下のとおり追加しなさい

VLAN	名前
VLAN0002	vlan2
VLAN0003	vlan3
VLAN0004	vlan4

(8) アクセスポートを以下のとおり設定し、VLAN にマッピングしなさい

VLAN	ポート
VLAN0001	Fa0/1, Fa0/2
VLAN0002	Fa0/3, Fa0/4
VLAN0003	Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7
VLAN0004	Fa0/9, Gi0/1(※ないポートは設定しなくてもよい)

(9) Fa0/7 を「Dynamic Desirable」ポート、Fa0/8 を「Trunk」ポートに設定しなさい  
 (10) 設定を保存しなさい

- 1 -

ネットワークシステム 実技テスト(ルータ)

2 ルータに対して以下の(11)～(20)に関する設定を行いなさい(5点×10)

(11) ホスト名を「R + (桁番号)」に設定しなさい(例: R3640)  
 (12) 特権モードのパスワード(暗号化あり)を「network」に設定しなさい  
 (13) ラインパスワード(vty)を「router」にパスワードを設定し有効化しなさい  
 (14) すべてのパスワードを暗号化しなさい  
 (15) DNS クライアント機能を無効化しなさい(コマンドミス時のタイムラグをなくす)  
 (16) 表示行を「0」に設定しなさい(show コマンドでの「more」表示をなくす)  
 (17) 伝送速度とデブプレックスを以下のとおり設定しなさい

ポート	伝送速度	デブプレックス
Fa0	100	full
Fa1	10	half

(18) IP アドレスとサブネットマスクを以下のとおり設定しなさい

ポート	IP アドレス	サブネットマスク
Fa0	192.168.0.254	255.255.255.0
Fa1	172.16.0.254	255.255.0.0

(19) Fa0 と Fa1 のポートを有効化しなさい  
 (20) 設定を保存しなさい

- 2 -

[1] スイッチに関する問題 (1/2)

[2] ルータに関する問題 (2/2)

図 4 実技テストの試験問題

Fig. 4 Problem Paper of the Practical Examination

を把握があげられる。それぞれのコマンドを実行するためにはコマンドに対応する適切な実行モードへ移行しなければいけない。この実習で使用する基本的な実行モードだけでも 6 つが該当するため、生徒は各コマンドの機能に加えてこれらの実行モードについても把握しておかなければいけない。そのため学習支援ターミナルソフトウェアではリストからのコマンド選択時に適切な実行モードを表示し、実行モードの選択ミスを軽減できるようにしている。

#### パラメータの入力に関する支援機能

シスコ機器のコマンドにはそれ単体で動作するものもあれば、コマンドに続けてパラメータの入力が必須となるものも多い。例えば「FastEthernet のポート番号 1～4 のインタフェース」を選択する場合、「interface」または「int」というコマンドに続けて「fastethernet 0/1 - 4」または「fa 0/1 - 4」というパラメータを入力する必要がある。このようなパラメータ入力に関して半角スペースの有無やスペルミスが原因でエラーが発生し、キーボード操作に慣れていない生徒にとっては

非常に時間がかかる作業になってしまう。そのため学習支援ターミナルソフトウェアでは、コマンドだけでなくパラメータに関しても選択入力を可能にするダイアログ画面(図 3)を主要なコマンドの選択時に表示するようにした(パラメータによってダイアログ画面は異なる)。このようにマウスのみの操作でパラメータ入力を可能にし、パラメータの入力ミスを軽減できるようにしている。

## 4. 実践と評価

4.1 節では全実習終了後に実施した実技テストの試験問題について述べる。4.2 節では実技テストの結果に関する問題の正答率と解答時間、実技テスト終了後に実施したソフトウェアの使用に関するアンケートについて述べる。

### 4.1 実技テスト

学習支援ターミナルソフトウェアの学習効果を検証するために、表 1 の全実習終了後にスイッチおよびルータの設定に関する実技テストを「A:TeraTerm を使用した場合」

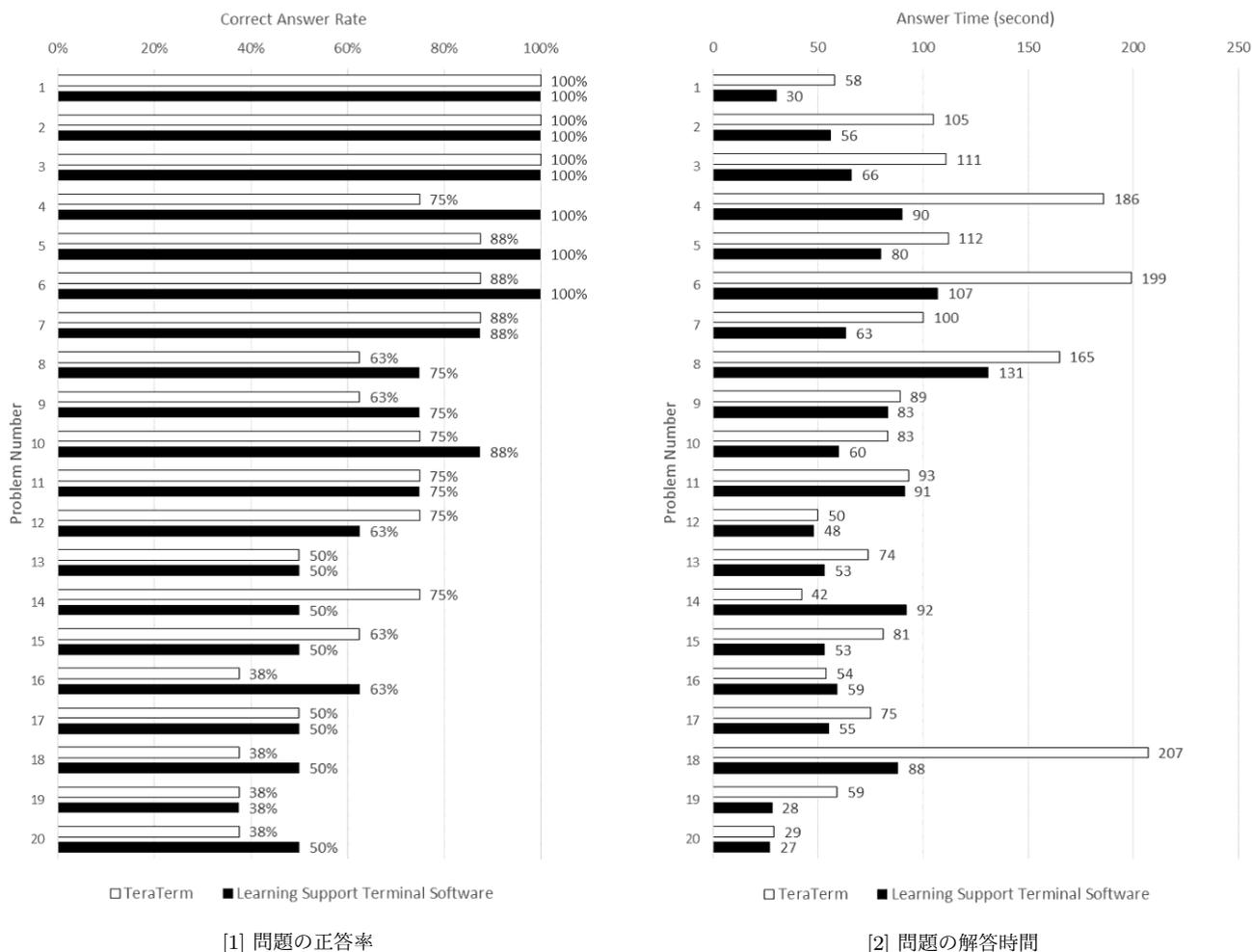


図 5 実技テストの結果  
Fig. 5 Results of the Practical Examination

と「B:学習支援ターミナルソフトウェアを使用した場合」との双方で同じ問題を使用して実施する。なお結果が均等になるよう実技テストは「A → B」パターンと「B → A」パターンの組み合わせで生徒を半分に分け、60 分間 (30 分+30 分) かけて実施した。

実技テストに使用した試験問題を図 4 に示す。実技テストは全 20 問であり、前半 10 問 (図 4-[1]) がスイッチ、後半 10 問 (図 4-[2]) がルータに関する問題である。スイッチの問題ではホスト名やパスワード等の初期設定から VLAN の作成とマッピングまでを行う。ルータの問題ではスイッチと同様に初期設定から、IP アドレスやサブネットマスクの設定までを行う。また各問題の解答時間を測るため、生徒にはそれぞれの問題が解き終わった段階で問題用紙に試験開始からの経過時間を記入させた。

## 4.2 評価

実施した実技テストにおいて「A:TeraTerm を使用した場合」と「B:学習支援ターミナルソフトウェアを使用した場合」を比較した結果を図 5 に示す。図 5-[1] は問題の正

答率、図 5-[2] は問題の解答時間について A と B で比較した結果である。以下 4.2.1 節では問題の正答率、4.2.2 節では問題の解答時間、4.2.3 節ではソフトウェアの使用に関するアンケートについて考察する。

### 4.2.1 問題の正答率

実技テストにおける問題の正答率 (解答していない場合もこれに含める) について考察する。図 5-[1] から若干ではあるが正答率は「TeraTerm を使用した場合」より「学習支援ターミナルソフトウェアを使用した場合」の方が高い傾向にあることがわかる。全体の正答率は前者が 68.8%、後者が 73.1%であった。ただし最後の問題まで到達できた生徒は全体の半分 (4 人) だけであったため、問題番号が高くなるにつれ正答率が下がってきているのは、問題の難易度ではなく試験時間が影響していると考えられる。

スイッチの問題では VLAN の設定 (問 7~9) の難易度が比較的高めであるが、「学習支援ターミナルソフトウェアを使用した場合」では全体の 3/4 の生徒がすべて正答できていた。一方ルータの問題では「学習支援ターミナルソフトウェアを使用した場合」に問 12, 14, 15 のように正

答率が低下した問題が見られた。これらの問題は基本的な設定であるため全体と比較して難易度は低いが、目的のコマンドをリストから探し出す操作に時間をとられたためだと予想できる。このようにパラメータを必要としない単純なコマンドについてはコマンドを直接入力した方が正答率が高いことがわかった。

#### 4.2.2 問題の解答時間

実技テストにおける問題の解答時間について考察する。図 5-[2] からほぼすべての問題において「学習支援ターミナルソフトウェアを使用した場合」で問題の解答時間を短縮できたことがわかる。全体の平均解答時間は前者が 98.6 秒、後者が 73.1 秒であり、30 秒程度の解答時間を短縮することができている。特に大幅な時間短縮となった問 4, 6, 18 についてここで説明する。

##### 問 4 インタフェースに対する通信速度の設定

問 4 はスイッチのインタフェースに対する通信速度の設定である。実行モードについては「ユーザモード」→「特権モード」→「グローバルコンフィギュレーションモード」→「インタフェースコンフィギュレーションモード」と移行する必要がある。設定については「speed」コマンドに続けてパラメータとして通信速度（10 あるいは 100）を入力しなければならない。

##### 問 6 インタフェースに対する説明文の追加

問 6 はスイッチのインタフェースに対する説明文（コメント）の追加設定である。実行モードについては問 4 と同様に「ユーザモード」から「インタフェースコンフィギュレーションモード」まで移行する必要がある。設定については「description」コマンドに続けてパラメータとして説明文を入力しなければならない。

##### 問 18 IP アドレスとサブネットマスクの設定

問 18 はルータのインタフェースに対する IP アドレスとサブネットマスクの設定である。実行モードについては問 4, 6 と同様に「ユーザモード」から「インタフェースコンフィギュレーションモード」まで移行する必要がある。設定については「ip address」コマンドに続けてパラメータとして IP アドレスおよびサブネットマスクを入力しなければならない。

これらの問題に共通して言えることは、「目的の実行モードへ移行するまでに経由する実行モードが多い」、「コマンドに続けて何らかのパラメータ入力が必要」、「複数のインタフェースへの設定が必要（同じ設定の繰り返し）」という点があげられる。つまりこのような共通点を含む問題ほど学習支援ターミナルソフトウェアを使用した場合に大幅な解答時間の短縮が実現できたと考えられる。

#### 4.2.3 ソフトウェアの使用に関するアンケート

実技テストの終了後にソフトウェアの使用に関するアンケートを実施した。質問項目のうち「どちらのソフトウェアの方が設定が楽であったか」という問いに対して、全体

の 75% の生徒（6 名）は「学習支援ターミナルソフトウェア」と回答したが、25% の生徒（2 名）は「TeraTerm」と回答している。「TeraTerm」と回答した 2 名の生徒の理由はそれぞれ「コマンドはすべて覚えているので直接入力の方が早い」、「コマンドをいちいちリストから探して選択するのは面倒だ」という回答であった。

この生徒らはいずれも実技テストで満点に近い点数をとっており、またタイピング能力も高いため、ある程度の知識や技術が身に付いていればコマンドは直接入力の方が効率が良いと考えられる。一方で初学者やタイピングが苦手な生徒にとってはコマンドに対する何かしらの入力支援機能があった方が効率が良いと考えられる。このようにそれぞれの生徒の学習における成熟度に応じて適切なターミナルソフトウェアを使い分けることが、学習効率を向上させるひとつの手法であるということがわかった。

## 5. おわりに

本研究では専門科目ネットワークシステムの実習における問題点である「学習がコマンドの暗記に偏りがちな点」と「コマンドの入力ミスに起因する時間的損失」を改善するために、実習においてコマンド入力支援機能を追加した学習支援ターミナルソフトウェアを導入した。その結果、学習支援ターミナルソフトウェアを使用することにより、実技テストにおける正答率の向上と大幅な時間短縮の効果が期待できることがわかった。しかしある程度の知識や技術が身に付いている生徒にとっては、通常のターミナルソフトウェアを用いたコマンドの直接入力の方が効率が良いという結果が得られた。

本研究の結果を受けて、今後は生徒の学習状況に応じた適切なターミナルソフトウェアの使い分けについて検討するとともに、学習効果を向上させる新たな支援機能やユーザインタフェースについて研究していく予定である。

## 参考文献

- [1] 文部科学省：高等学校学習指導要領解説情報編，開隆堂出版（2010）。
- [2] 愛知県教育委員会：第 1 期県立高等学校再編整備実施計画（2002）。
- [3] 愛知県教育委員会：第 2 期県立高等学校再編整備実施計画（2006）。
- [4] TeraTerm Project：TeraTerm Home Page，入手先（<https://tssh2.osdn.jp/>）（参照 2017-05-10）。
- [5] 三上信男：現場で使える Cisco ルータ管理者リファレンス，SoftBank Creative(2005)。
- [6] 三上信男：現場で使える Catalyst スイッチ管理者リファレンス，SoftBank Creative(2006)。
- [7] 三上信男：Cisco Catalyst スイッチ コマンドリファレンス，SoftBank Creative(2007)。
- [8] Wendell, O: シスコ技術者認定公式ガイド CCENT/CCNA ICND1 編，翔泳社（2008）。
- [9] Wendell, O: シスコ技術者認定公式ガイド CCNA ICND2 編，翔泳社（2008）。