

Vol. 170

CONTENTS

【コラム】情報処理教育委員会委員長就任にあたって…中野 由章

【解説】情報通信ネットワークの授業実践 1—情報 I 体験型授業の紹介—市川 淳尉

【解説】情報通信ネットワークの授業実践 2—通信プロトコルシミュレータ ProtoSim（プロトシム）——井手 広康



COLUMN

情報処理教育委員会委員長就任にあたって

2025 年度情報処理教育委員会委員長を拝命した、工学院大学附属中学校・高等学校の中野由章です。

本委員会は、文部省（現：文部科学省）の委託研究調査「大学等における情報処理教育のための調査研究」を実施するために 1989 年から 2 年間設置された「大学等における情報処理教育検討委員会」の実績と成果を引き続き発展させるため、1991 年に情報処理教育カリキュラム調査委員会が設置されたことに始まります。その後、1998 年から委員会名も新たに、常置委員会となって現在に至ります。

本委員会は、情報処理に関する教育の発展・向上を目指し、関係諸団体とも適切に連絡を保ち、よりよい教育のための指針、カリキュラム、方法、評価等を研究し、これらの結果を広く伝えることで、学問・技術および関連事業の振興に寄与することを目的としています。

本委員会の現在の構成は、情報システム教育（IS）、一般情報教育（GE）、高専教育（KE）、初等中等教育（PS）、データサイエンス教育（DS）、アクレディテーション（AC）、技術士（PE）、情報入試（JN）、情報科教員・研修（TD）、資格制度運営（CP）の各委員会正副委員長、教育担当理事 2 名、会員の力を社会につなげる研究グループ（SSR）、コンピュータと教育研究会（CE）、会誌編集委員会教育分野（EWG）の各主査、情報科学の達人プログラム、カリキュラム標準 J27、日本学術会議情報学委員会情報学教育分科会の各担当、さらに委員長指名委員若干名となっています。

今年 5 月に逝去された大岩元慶應義塾大学名誉教授や、今年度から本会会長に就任された萩谷昌己東京大学特命教授も本委員会委員長を過去に務められています。そのような、非常に重要な委員会の委員長を拝命したことは身に余る光栄であると同時に、その重責を思うとき、身の引き締まる思いです。

萩谷会長も「会長就任にあたって」の中で述べられていますが、小中高校生（さらに幼児）に対する情報教育、大学入試、大学の共通教育、大学・大学院の専門教育、さらに、生涯教育、技術者教育と資格制度、というように、本会は本委員会が中心となって情報処理の教育に関連するあらゆる活動を行っています。情報学を専門とする我が国最大の学会として、情報処理教育の振興に寄与することへの社会的期待も大きいことを、強く認識しています。その付託に応えるべく、先に述べた本委員会の目的を達成するために、積極的かつ活発な委員会活動を推進していきたいと思っています。そのことが、本会発展への貢献や、本会会員にとって大きな利益となると確信しています。



中野由章（工学院大学附属中学校・高等学校）（正会員）johnny@nakano.ac

技術士（総合技術監理・情報工学）、本会シニア会員、本会情報処理教育委員会委員長、情報オリンピック日本委員会理事、工学院大学附属中学校・高等学校校長兼工学院大学教育開発センター特任教授、山下記念研究賞（2015）、学会活動貢献賞（2016）、科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞（2017）、大会優秀賞（2018）、視聴覚教育・情報教育功労者文部科学大臣表彰（2024）。

LOGOTYPE DESIGN...Megumi Nakata

情報通信ネットワークの授業実践 1

—情報 I 体験型授業の紹介—

市川淳尉

千代田区立九段中等教育学校

授業概要

□ 科目・単元

本稿では高等学校の必修科目である「情報 I」の「情報通信ネットワーク」単元における授業実践を紹介します。この単元では、学習指導要領に基づき、情報通信ネットワークの仕組みや構成要素、プロトコルの役割、情報セキュリティの確保方法などを理解することを目的としています。また、「小規模なネットワークを設計する活動」を取り入れることが求められているため、本授業ではこれに沿った内容を扱っています。

□ 授業構成の意図

私が情報科の授業を企画する上で重視していることの 1 つは「体験」です。共通教科情報科の必修科目である本科目は、進路選択にかかわらず、すべての分野に関係する社会人基礎力として重要な内容を取り扱います。大学の受験科目であるかどうか、考査や模試で出題される内容かどうか、ということではなく、現代社会を生き抜くにあたって必要な力であるかどうかという視点で捉え、それをどのように経験してもらうか、ということが重要です。週 2 コマのとても限られた時間でもありますから、講義や問題演習だけではその内容の多くは身に付きません。生徒自身が実際に体験しながら、興味を持ち、疑問を持ち、思考を深めることにつながるようと考えています。

ネットワークに関する単元は、どのようにして複数の端末が接続され、通信がなされるのかというこ

とに生徒も興味を持ちやすい分野です。一方で、専門用語がやや多く、難しく感じる生徒もいます。また、幼いころからスマートフォンやタブレットに慣れ親しんでいる世代のため、無線 LAN の SSID を選択して、パスワードを入力すればインターネット接続されるという点しか理解していないといった状況があります。そこで授業では、実際に自分で構成を考え、機器を接続してみるという活動を通して、ネットワークとして繋がることの楽しさとともに、その仕組みや構成要素を理解しながら、セキュリティ面等についても考えられるようになることを目指しています。

□ 年間計画での位置づけ

本単元は、「データの活用」や「コンピュータの仕組み」「プログラミング」等の内容とも深くかかわっていますので、それらの前後に配置しており、時間数は 2 コマ連続×3～4 回で構成しています。各回の間があまり長く空かないほうがよいと、学校行事の兼ね合いなどから、実施時期を調整することもあります。また、ここ数年は後期に総合実習としてアプリケーション開発を行っているため、それよりも前段階に実施しています。

授業展開

□ 基礎知識の習得

始めに行うことは、基礎知識の習得です。教科書・資料集・問題集などを参照し、初めて知る内容をまとめていきます。ここではクラウド環境を活用

し、グループで協働学習を行います。オンライン教材を見たり、動画サイトで解説動画を視聴したり、インプットの方法は各自が選択し、学んだポイントをオンライン上のノートにまとめ、グループ内のメンバーが相互に参照して確認をしていく形式です。

□ ネットワーク構成図の作成

次に、こちらで指定したいくつかの条件（図-1）を基に、LANの構成図を作成するワークを行います。ネットワーク構成図がどのようなものかは各自検索しますが、体裁を整える時間は省きたいため、プレゼンテーションソフトウェアで作成した簡易なテンプレート（機器のアイコンなどを枠外に用意しておく）は配布しておきます。

生徒が作成したネットワーク構成図はクラウド上のフォルダに提出させます（図-2）。構成図として必要な内容がないなど、この後の実習を始めるにあたって大きな支障のあるときには、修正を指示しま

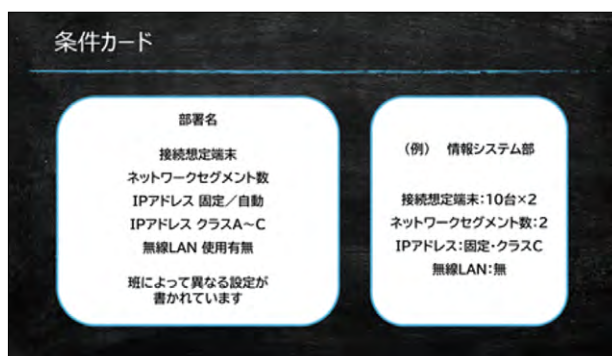


図-1 生徒に提示する条件カードの内容

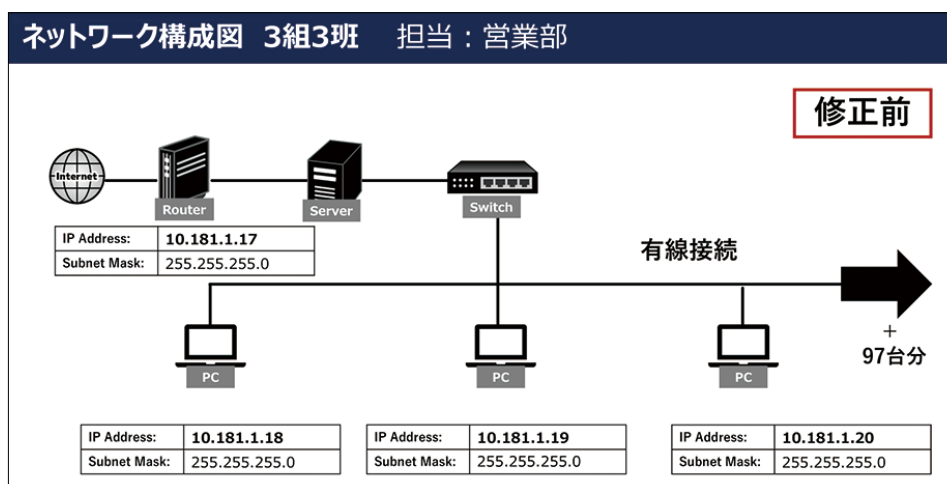


図-2 生徒が作成したネットワーク構成図の例

すが、一部の配置・配線が違う程度であれば、この時点では添削はしません。実際に接続して試行錯誤する中で気づくほうがよいからです。

□ 機器の準備

実機を使った実習に入る前にいくつか注意事項を伝えます。机の物を整理する、電源タップをつなぎ、余裕を持って（通れなくなったり、躓いたりしないように）配線する、なくしたり壊したりしないように丁寧に扱う、といったことです。そして、各機器の名称程度を簡単に紹介します。このときも、それぞれの使い方の詳細は説明しません。自分たちで検索するなり、AIに聞くなりして、どうしても解決できない部分を教員側でサポートします。

生徒用に準備した物品は次のとおりです。

- 電源タップ
- スイッチングハブ
- LAN ケーブル(短・長)
- ルーター
- アクセスポイント
- 小型コンピュータ (Raspberry Pi)

生徒は各自の貸与端末を持参して使用していますが、情報収集や構成図の参照、修正などに使用しており、ネットワーク設定を変更して接続できなくなってしまうと困るため、実習用には小型コンピュータを接続端末として利用しています。この

小型コンピュータの簡単な使用方法と Windows 端末と異なる点については多少補足を行い、次のステップへと進みます。

□ 基本的な接続

接続の第一段階として、ハブと LAN ケーブル、端末部分まで、ネットワーク構成図のとおり接続をするよう指示し



まず（実際には多数の端末接続を想定しているような条件のグループもありますが、ここでは数台までとし、残りは省略しています）。事前に作成したネットワーク構成図を見ながら、検索をしたりAIに質問したり、ほかのグループと情報交換をしたりしながら、必要があれば構成図の間違いを修正して、接続し直します(図-3)。

接続の手順はネットワークの階層構造を意識して、それとなく多少のヒントを出しながら進行していきますが、手順書のようなものはあえて用意しません。接続が正常に完了することではなく、その間の試行錯誤を重視しているためです。こちらで一から十まで手順を示し、その説明どおり進めて接続を完了させていくという形も、生徒の状況によっては止むを得ないかもしれませんが、それよりも、実現してほしいゴールと大枠だけ提示して、何をどのようにしたらよいかということは生徒自身が考えながら挑戦していくほうが、より充実した体験になると考えます。進度もこちらで細かく指定しすぎず、ステップだけ提示するようにしています。グループによっては配線することに時間がかかるかもしれませんが、それはスムーズに終えてその後の設定に長時間かかることもあるかもしれませんが、さまざまな情報収集をしながら周囲と相談をして、何度も試してみることが重要です。もちろん、途中で断念してしまうことがないよう、教員が全グループを回って状況を見ながら、各段階で適度な助言をすることで、進行のサポートを行っています。



図-3 機器接続の様子

□ IP・ルータ設定

機器の物理接続が完了したら、IP・ルータ設定等に入ります。様子を見ながら、IPアドレスについては、多少補足をします(図-4)。教科書や説明資料を見るだけでは分かりにくい内容の部分ですが、実機を目の前にして、「この端末が……で、それと同じネットワークだけど別の端末だから……」と会話しながら理解を深めていくことができます。

LAN内の疎通はPingコマンドで確認するよう指示し、端末間の疎通確認が済んだグループから、次のステップを指示します。

□ WAN 側設定

LAN内の接続が無事完了したら、WAN側（インターネット側）の接続設定を指示します。この回が最終回です。ルータからさらに上位のハブに接続し、設定を変更することで、ほかのネットワークとの接続を行います。今回は、こちらで事前に用意したWebサーバ（これも小型コンピュータで簡易的に作成した程度のもので）にアクセスさせ、ブラウザでWebページを表示できれば接続完了ということにしています。

ツールの活用と協働的な学び

□ 生成 AI による情報収集

本校では授業での生成AI活用に取り組んでおり、私の授業においても基本的には自由に活用してよいこ

補足①

- プライベートIPアドレスの範囲 他の部署と被っていないか確認

クラスA	10.0.0.0~10.255.255.255
クラスB	172.16.0.0~172.31.255.255
クラスC	192.168.0.0~192.168.255.255

- ネットワークアドレス/ブロードキャストアドレス
- サブネットマスク/プレフィックス

IPアドレス	192	168	1	1
	1100000	10101000	00000001	00000001
サブネットマスク	255	255	255	0
	11111111	11111111	11111111	00000000
	192.168.1.1/24			

図-4 補足説明資料の例

ととしています。今回の実習においても、情報収集の方法の1つとして、生徒自身が選択して利用していました。基本的な知識は教科書や資料集で、メーカー公式の製品マニュアルなどはWeb検索で、自分のグループが躓いている点についての質問はAIに質問を投げかける形で、うまく使い分けている様子が見られました。これは実社会で生きる力としてとても重要なことだと考えます。自宅や会社で機器を接続したり、不具合があって直さなければならなかったりするとき、いつも近くに教員や専門家が居てくれるわけではありません。問い合わせで質問するにしても、何がどういう状況で、どこまでは調べられて、どの点でうまくできない、ということが説明できるかどうかで、解決の道筋は大きく変わってきます。これからの時代、生成AIは1つの基盤ツールとして活用されていきます。それを十分活用して、生活に役立てる力を身に付けるためには、学生のときからそのような経験を多く積んでおく必要があります。

□効果的な協働学習

このような実習においては、多少難易度の高いことに挑戦する中で試行錯誤するという課題を出すようにしています。これは、生徒の意欲的な活動を引き出し、達成感を得られるようにするためです。しかし、習熟度や興味関心の程度はさまざまですので、協働的な活動により補完できるようにします。単に得意な生徒に教わる、ということではなく、それぞれ役割分担をしてお互いに意見交換をしながら進めていくことで課題解決をしていく形です。また、ほかのグループとの情報交換も役立ちます。同じゴールではあるものの、それぞれのグループには多少違った条件を提示しているため、答えを聞けば終わってしまうというわけでもありません。また、自分が理解したことを人に教えることで、さらに理解が深まり、定着を図ることにもなります。実際、到達目標に達したグループのメンバーが未達のグループへ散ってポイントを説明することで、お互いの理解が促進している様子が見られました。

成果と課題

□実機を使った実習の成果

受講生徒の振り返りコメントでは、「知識だけではどう動かせばできるかが想像しにくい但实际上やってみるとそれが経験として頭に残りやすかった」「間違っていて理解しているところを見つけやすくて、より深い理解につながった」「実際に自分で線を繋ぐことでどのような仕組みで働いているのかを確認でき、理解が深まった」などの感想が寄せられました。また、1年間の終わりのアンケートにおいても、印象深かった授業として挙げている生徒が比較的多くいました。専門的な内容については、必要ときにまた調べればよいと思いますし、技術的な内容については、常に新しい情報に置き換わっていく分野でもありますが、基本的な仕組みを理解することや、それを実際に体験すること、さらには難しい内容でも周囲と協力して解決を図るという経験を積むことについては、達成できていたのではないかと評価しています。

□今後に向けて

授業に取り組む生徒が、うまくいなくて悔しがったり、達成ができて喜んだりしている様子があることは、良い授業の形を表していると思います。そのためには生徒の実態に合わせて難易度やテーマを設定することが重要であり、今後も創意工夫を図っていきたいと考えます。

(2025年8月1日受付)

市川淳尉 ichikawa@kudan.ed.jp

千代田区立九段中等教育学校情報科教諭。民間企業勤務を経て、東京都立高等学校2校で勤務後、2024年より現職。高校1年生・3年生の情報科目と総合的な探究の時間、DX推進を担当する。



情報通信ネットワークの授業実践 2

—通信プロトコルシミュレータ ProtoSim（プロトシム）—

井手広康

愛知県立旭丘高等学校

情報 I と情報通信ネットワーク

令和 4 年度から高等学校の教科「情報」は、これまで選択必修科目であった「社会と情報」と「情報の科学」が、必修科目として「情報 I」に統合された。「情報 I」は、(1) 情報社会の問題解決、(2) コミュニケーションと情報デザイン、(3) コンピュータとプログラミング、(4) 情報通信ネットワークとデータの活用の 4 つの領域から構成される。特に、情報デザイン、プログラミング、データの活用の 3 つは、「情報 I」になって新たに扱われることになった単元であり、これまで授業で扱ったことがない教員も多い。

図-1 は、愛知県の高等学校情報科の教員に対するアンケート結果（令和 4 年度～6 年度の 3 回分）であり、「情報 I」を実施するにあたり最も不安に感じる領域を表している。このアンケート結果からも、現場の教員が不安を感じている単元は「プログラミング」と「データの活用」が大きな割合を占めていることが読みとれる。

情報通信ネットワークは、「情報 I」となる前の「社

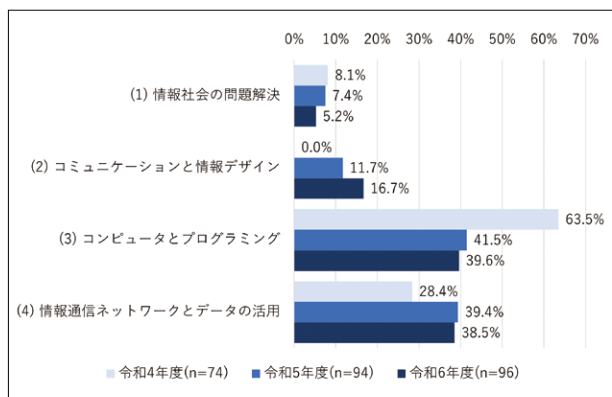


図-1 情報 I を実施するにあたり最も不安な領域

会と情報」と「情報の科学」でも扱われていた単元であったことから、プログラミングやデータの活用と比較すると、実践事例として取り上げられることは多くない。ただし、学習指導要領解説では「実際に家庭内 LAN 等の小規模な情報通信ネットワークを構築したり、あらかじめ用意したトラブルを抱えている情報通信ネットワークの不具合を解決したりすることを扱うことも考えられる」という実習形式での実施が推奨されていたり、情報通信ネットワークの単元はパケットやプロトコルなど抽象的な概念が多いことも相まって、現場の教員が悩みを抱えている単元の 1 つでもある。

本稿では、情報通信ネットワークの単元で活用できるツールとして、通信プロトコルシミュレータ ProtoSim（プロトシム）^{☆1}を紹介する。ProtoSim は、情報通信ネットワークの初学者が TCP/IP の仕組みと重要性を体験的・自律的に学べるシミュレータ教材で、大阪大学の北村祐稀さんと白井詩沙香准教授らを中心とした研究グループによって開発されており、2025 年 8 月現在はバージョン 2 が公開されている。ProtoSim では、Web ページを閲覧する際のスマートフォンと Web サーバとのやりとりを題材にして、TCP/IP モデルのアプリケーション層、トランスポート層、インターネット層、ネットワークインタフェース層の 4 つの階層の働きを学習していく。以下、ProtoSim における 4 つの階層での学習内容について紹介する。

☆1 <https://protosim.csle-lab.org/>

ProtoSim での学習内容

□アプリケーション層

アプリケーション層の学習では、URL に対応するファイルを Web サーバ内で探したり、Web サーバで見つけたファイルにアクセスできるように URL を書き換える作業を行う。図-2 では、右側「シミュレータエリア」で、実際に流れているパケットの中身を確認している。なお、左側「テキストブックエリア」では、すべての層で理解を確かめられるミッションが設けられており、それに沿った問題演習形式で自律的に学習を進めることが可能である。



図-2 ProtoSim での「アプリケーション層」の学習内容

□トランスポート層

トランスポート層の学習では、データを手作業でパケットに分割したり、パケットロスを実効化したのち UDP を TCP に切り替えて再送させる作業を行う。図-3 では、右側「シミュレータエリア」で、通信プロトコルを UDP から TCP に切り替えることで、相手に届かなかったパケットを再送する再送制御を行うように設定している。実際に通信の過程でパケットロスが発生したり、パケットを再送する様子がアニメーションで再現されるため、視覚的にも再送制御の様子を確認することができる。



図-3 ProtoSim での「トランスポート層」の学習内容



□ インターネット層

インターネット層の学習では、IP アドレスをドメイン名に書き換えたり、ルーティングテーブルを読み取ったり修正したりする作業を行う。図-4では、左側「テキストブックエリア」でルーティングテーブルの内容を修正でき、パケットの経路が右側「シミュレータエリア」で確認できる。実際にパケットが複数のルータを経由して送受信される様子がルーティングテーブルで確認できるため、手を動かしながらパケットの効率的なルーティングについて考えることができる。

□ ネットワークインタフェース層

ネットワークインタフェース層の学習では、文字コードにパリティビットを付加したり、受信データから文字コードを取り出す作業を行う。図-5では、右側「シミュレータエリア」で、「a」という文字を流し込み、イーサネットではどのような形式に変換されているかを確認している。その際、データにパリティビット(偶数パリティ)が付与されており、ノイズが発生してデータの一部分が変わってしまったことを検知できる仕組みについても、ミッションを通して学習することができる(図-5 左側)。



図-4 ProtoSim での「インターネット層」の学習内容

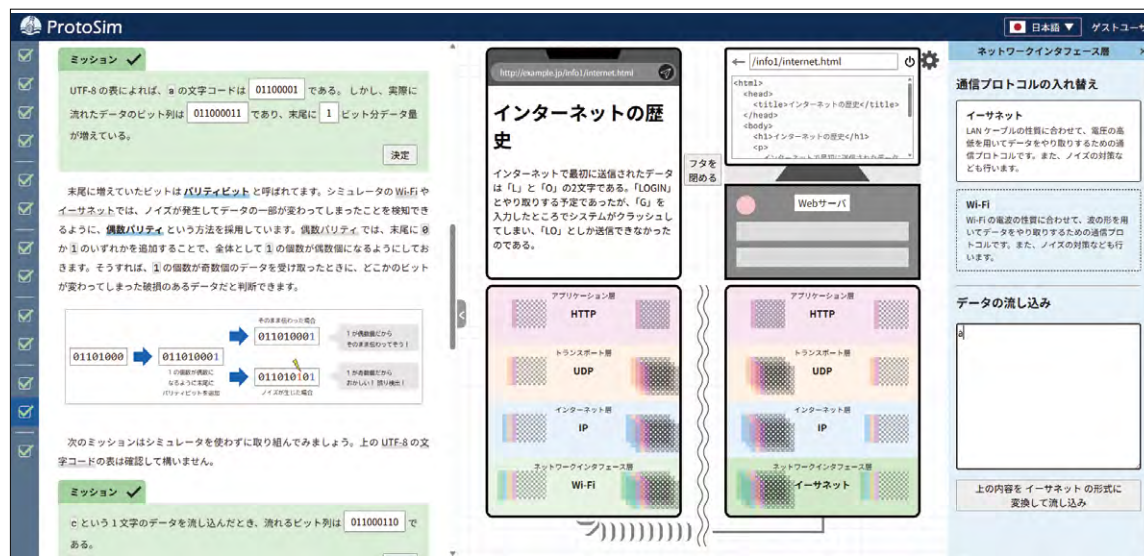


図-5 ProtoSim での「ネットワークインタフェース層」の学習内容

授業実践を通して

筆者は、2023 年度に前任校で ProtoSim (バージョン 1)、2024 年度に現任校で ProtoSim (バージョン 2) を使用して実践を行った。2023 年度は事前学習として冬休みにいくつかの動画を見ることを生徒に課しており、ProtoSim を使用した授業は全 2 回で行っている。なお、バージョン 2 では、これらの動画は「参考オンデマンドビデオを表示する」ボタンから視聴できるようになっている。また、2024 年度は事前学習を課さず 1 回の授業内で実践を行い、最後のミッションまで到達しなかった生徒には、自宅等において継続して取り組むよう指示している。2023 年度および 2024 年度のどちらの授業計画でも無理なく実施することができ、生徒は高い興味・関心を持って ProtoSim による情報通信ネットワークのシミュレーションに取り組んでいた。

ProtoSim は無料かつ許諾不要で利用できることもあり、多くの高等学校の先生方から、実際に情報通信ネットワークの教材として活用しているという声をよく耳にする。筆者が実際に授業で扱ったように、授業時間数は 1～2 時間程度で完結できる設計となっており、効率的にネットワークの基礎的な学習を行うことが可能である。また、学習の進度

が速い生徒や、さらに学習を深めたい生徒に向けて「追加ミッション」(図-6) が用意されている。これらの追加ミッションは、小テスト形式での理解度確認、授業後の振り返り、あるいは定期試験前の学習支援など、多様な用途での活用が想定されており、学習者の理解度に応じて自律的に学習を進めることが可能である。なお、ProtoSim の Web サイトには教員向けのマニュアルが整備されており、チュートリアル動画、学習指導要領との対応表、授業モデルなどのコンテンツが公開されている。情報通信ネットワークの授業実践に不安を抱く教員にとって、ProtoSim は授業設計や指導法を具体的に検討する上で有用なシミュレータ教材となるだろう。

以上の点から、ProtoSim は幅広い教育現場での活用が強く推奨される教材である。ぜひ、情報通信ネットワークの授業に ProtoSim を取り入れ、その効果を実感していただきたい。

(2025 年 8 月 13 日受付)



井手広康 (正会員) k619154u@gmail.com

愛知県立旭丘高等学校教諭。大学時代、「末は博士か大臣かプロ雀士か」と言われる中、情報科の教員の道を選んだ。博士(麻雀学)。ネットワーク関係の資格では、ネットワークスペシャリスト、情報セキュリティスペシャリスト、CCNP Routing & Switching を取得。本会シニア会員、日本産業技術教育学会理事、日本情報科教育学会理事。



図-6 ProtoSim での「追加ミッション」の学習内容

