

# 情報通信ネットワークにおけるプロトコルの基本原理の理解のための教材に 対する教材運用者の利便性を意識した改良

Improvement aimed at the convenience of the teacher operator for teaching materials about fundamental principle of protocols in communication protocol

原 舜弥<sup>\*1</sup>, 香山 瑞恵<sup>\*1</sup>, 不破 泰<sup>\*2</sup>

Shunya HARA<sup>\*1</sup>, Mizue KAYAMA<sup>\*1</sup>, Yasushi FUWA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>信州大学工学部

<sup>\*2</sup>信州大学総合情報センター

<sup>\*1</sup>Faculty of Engineering, Shinshu University

<sup>\*2</sup>Integrated Intelligence Center, Shinshu University

Email: 14t5067e@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究では、情報通信ネットワークにおけるプロトコル学習教材を、運用者の利便性を意識して改良することを目的としている。そのために、教材を構成するデバイスの変更を行い、教材の小型化、デバイスの教材としての専用機化を図った。本稿では、既存教材の概要と、改良に関しての課題を述べたうえで、エラー検出・訂正学習教材の改良の成果について述べる。

キーワード：ネットワークプロトコル、教材開発、学習支援、誤り検出訂正

## 1. はじめに

社会の情報化が進み、情報及び情報機器等の活用が社会生活に必要不可欠な基盤として発展する中、これらを活用して高い付加価値を創造することのできる人材の育成が求められている。これに伴い、高校では各学科に共通する情報科目が設けられる<sup>(1)</sup>など、情報を学習することの重要さが増している。

一方、村松らは、高校生のプロトコルに関する知識が乏しいことを明らかにした<sup>(2)</sup>。山本らはネットワークプロトコル教材を開発し、高校での実験授業での教材評価を行った<sup>(3)</sup>。本稿では、山本らの教材のうち、エラー検出・訂正教材の運用時の利便性向上を目的に、教材を改良した成果について述べる。

## 2. 既存教材

本研究ではこれまでに、高校生を対象としたプロトコル学習教材を提案してきた。この教材はプロトコルの基礎概念理解を目的としている。ここでは、特にエラー検出・訂正教材に着目する。この教材は、通信中のビット反転エラーの検出と訂正が学習対象とする。具体的には、ビット反転エラーの検出方法、パリティチェック法の限界、誤り検出能力と検出用パリティビット数の関係の4項目を学習する<sup>(3)</sup>。

### 2.1 デバイス構成

既存教材は、送信機一台と受信機複数台で構成され、一対多のデータ通信を行う。送信機と受信機はともに、PCとArduinoから成り、通信にはZigBee通信を用いる。ArduinoとZigBeeで送受信処理を行い、PC上のProcessingでデータの処理を行う。

### 2.2 教材の利用

教材利用には事前準備が必要となる。送信機と受信機全てのPCに対して、ProcessingとArduinoの動作環境インストールとPC通信ポート確認等を行う。

実際の利用に際しては、送信機では、送信する文字列の入力と、送信データへ付与するパリティビッ

トの設定（パリティビット付与単位、水平・垂直パリティの選択、パリティの奇偶選択）をし、送信データを作成する。また、送信データに対する誤りの発生頻度（高、中、低）を選択する。

受信機では、パリティビットの設定（パリティ付与単位、水平・垂直パリティの選択）を行うと、受信データを設定に合わせて並び替えた結果が表示される。表示結果からエラー箇所を探し出し、そのビットをクリックすることで0と1とが反転し、エラーを訂正できる。結果ボタンをクリックすると変更後のビット列から文字列が読み出され表示される。

送信機での入力文字列と、受信機での読出文字列が一致すれば、誤り検出・訂正の是非が確認できる。

### 2.3 既存教材の問題点

既存教材には以下に示す3つの問題点がある。1つ目は事前準備時間である。2.2節で述べた事前準備は一台のPCにつき約13分の時間を要する。この事前準備を全PCに対して行う必要がある。2つ目は利用場所の制約である。高校での使用を想定している既存教材は、授業参加者全員分のPCが確保できるPC室等でなければ運用が難しい。3つ目は送信機と受信機間での通信品質である。教材利用環境によって送信機から送信されたデータを受信できない場合が確認されていた。これまでは受信者全員に対して、全員が正しく受信できるまで送信を繰り返していた。

## 3. 本研究で提案する学習教材

本研究では2.3で挙げた既存教材の問題点を解決するための改良を行った。また、利用者にとっての使いやすさを意識して機能追加・変更を行った。

### 3.1 教材デバイスの改良

1と2の問題を解決するために教材デバイスを改良した。改良後の教材を図1に示す。改良対象は受信機である。受信機は、Arduinoにタッチパネル（Adafruit TFT タッチシールド）を組合せたデバイ



図1 改良後の教材

スを二台使用する。受信機 Arduino への電源供給にはモバイルバッテリーを使用することとした。

### 3.2 再送機能の追加

3の問題を解決するために、送信機に送信データの再送機能を追加した。送信ボタンでは押下の度にランダムな誤りを送信データに付与するため、毎回異なる箇所にも誤りが生じていた。しかし、再送信ボタンでは、直近の送信データを再度送信するため、誤りの箇所も同様となる。また、受信機には正常受信の有無を確認する機能を付加した。これにより、データ受信が不能な学習者のみが再受信できる。

### 3.3 教材画面での説明文字

既存教材の画面では表示される文字や用語はすべて英語表記であった。プロトコルの処理や概念を理解するための教材としては、教材画面から直感的に用語やボタンの意味が分かったほうが使いやすい教材であると考え、日本語の表記へ変更した。

## 4. 提案教材の評価

提案教材の有用性を評価する。提案教材を用いた実験授業と、本教材の準備負担の調査を行った。実験授業では、教材の学習効果を調査し、既存教材の学習効果との比較を行う。準備負担の調査では、本教材と既存教材の準備負担の比較を行う。

### 4.1 実験授業

高校3年生8名を対象に実験授業を行った。エラー検出手法としてパリティチェックに関する講義を行った後、本教材を用いた演習を行った。時間は講義と演習を合わせて50分である。演習では、教師が送信機から生徒の操作する受信機へデータの送信を行い、生徒は受信したデータの誤り箇所を訂正することでエラー検出・訂正の処理を体験的に学習してもらった。また、授業内容に関する問題を2問(問題1はエラー検出、問題2はエラー訂正に関する問題)提示した。最後に本教材を用いた授業に関するアンケート調査を実施し、問題2問への解答結果と、授業内容を学習する上での本教材の役割を5段階で回答してもらった。なお、被験者全員が今回の講義内容に関する事前知識はないことを確認している。

### 4.2 実験結果

提案教材は既存教材と同様に機能した。また、一部生徒に受信不能な状態が生じたが、再送機能の利用により授業を滞らせることなく進行できた。

提案教材での問題2問への正答率は81.3%であった。アンケート調査の結果を表1に示す。アンケート調査の選択肢のうち質問2のBとCは、本教材がエラー検出・訂正に関する理解に役立ったことを意味する。提案教材では、問題1で87.5%、問題2で75%の生徒がこの回答をした。一方、既存教材では問題1,2共に85.7%であった。この結果から、提案教材では学習効果の向上は認められないが、既存教材と同等の学習効果があることが示唆される。

表1 実験授業のアンケート結果

		A	B	C	D	E	C,Bの割合
提案	問題1	0	12.5	75	12.5	0	87.5
	問題2	0	12.5	62.5	25	0	75
既存	問題1	7.1	14.3	71.4	7.1	0	85.7
	問題2	7.1	21.4	64.3	7.1	0	85.7

本教材の実験授業生徒：8名

(数値の単位は%)

既存教材の実験授業生徒：14名

教材へのコメントとして、自分で操作することで理解しやすいとの指摘がある一方で、結果表示端末での各ビット操作の困難さが指摘された。

### 4.3 準備に要する時間

本教材を運用する場合、PC1台の設定に13分要した。実験授業では送信機1台分の設定で済む。既存教材の場合、送信機1台と受信機8台の準備が必要であるため、13分×9台=117分を要することとなる。

### 4.4 考察

提案教材は、教材構成の改良によりエラー検出・訂正に関する学習効果は維持しつつ、運用時における利便性が向上したことが示唆された。一方で、画面の小型化により、操作性に課題を残した。

## 5. おわりに

本稿では、エラー検出・訂正教材のデバイス構成変更による改良による教材運用の利便性向上の成果について述べた。今後は、他の既存教材に対しても改良を進め、教材運用者の利便性向上を目指す。

### 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，(2010)。
- (2) 村松竜：“通信ネットワークに関する高校生の認識実態に基づく教材設計”，信州大学院工学系研究科修士論文(2011)
- (3) 山本翔：“情報通信ネットワークにおけるプロトコルの基本原理の理解のための教材に関する研究”，信州大学工学部卒業論文(2016)