

マイクロ操作に基づいた教育用コンピュータ・ネットワークシミュレータの試行

Trial Lessons Using an Educational Computer Network Simulator Software Package based on Micro-Operations

石川 賢^{*1}, 川島 芳昭^{*2}
 Ken ISHIKAWA^{*1}, Yoshiaki KAWASHIMA^{*2}
 宇都宮大学教育学部
 Faculty of Education, Utsunomiya University
 Email: keni@cc.utsunomiya-u.ac.jp

あらまし: 情報通信ネットワークにおける基本的な情報利用の仕組みについての学習指導を支援するために、コンピュータの計算の仕組みやネットワークの情報授受の仕組みをマイクロ操作に基づいて指導した。その学習を支援するため、教育用コンピュータ・ネットワークシミュレータ教材を作成した。本報告では、中学校技術・家庭科においてこの教材を使用した授業を試行し、学習支援の効果を評価したので報告する。
 キーワード: 学習支援, コンピュータ, ネットワーク, シミュレータ, 評価

1. はじめに

平成 20 年に新学習指導要領が公示され、中学校の技術・家庭科ではコンピュータの構成と基本的な情報処理の仕組みや、情報通信ネットワークにおける基本的な情報利用の仕組みに関する学習指導を行うことが示された。コンピュータの構成と基本的な情報処理の仕組みの指導にあたっては、主要な装置や情報処理の仕組み、文字を初めとした情報のデジタル化の仕組み、ビットやバイトなどについて取り扱うことが示されている。一方、インターネットなどの情報通信ネットワークの構成と基本的な情報利用の仕組みについてはサーバや端末、ハブなどの機器や接続方法、TCP/IP などの共通の通信規約が必要なことについて知ることなどが示されている。そこで、コンピュータや情報通信ネットワークの仕組み

の概念を把握させるためには、構成要素であるコンピュータやネットワークの内部のデータ転送を個別に把握させるだけでなく、一連のデータ転送やパケット伝送の流れとして把握させることが重要であると考えた。このため本研究では、この学習指導をマイクロ操作に基づいて指導することを考えた⁽¹⁾。その支援のため、教育用コンピュータ・ネットワークシミュレータ(MOCS-Web)を開発した。そして、中学校の生徒を対象として本シミュレータを用いた授業を試行したので報告する。

2. 基本構想

本研究では、コンピュータの計算の仕組みをマイクロ操作に基づいて具体的に習得させる方策をとった。これは、コンピュータの命令の機能が、コンピュータを構成する要素間のデータ転送を制御するものであることに着目し、命令の機能をゲートの開閉操作(マイクロ操作)の列として具体的に説明(データの流れの観察や転送の操作)するものである⁽¹⁾。さらに、この考えを情報通信ネットワークのデータ転送の仕組みの説明にも適用し、ネットワーク上のパケットの伝送を、伝送経路を制御するルータ内のポートの開閉操作の列として、具体的に説明(パケットの流れの観察や、パケット伝送の手動による操作)することを考えた^{(2), (3)}。

3. シミュレータの概要

MOCS-Web は、コンピュータの具体モデルとネットワークの具体モデルから構成した。図 1 に MOCS-Web の表示画面の一例を示す。

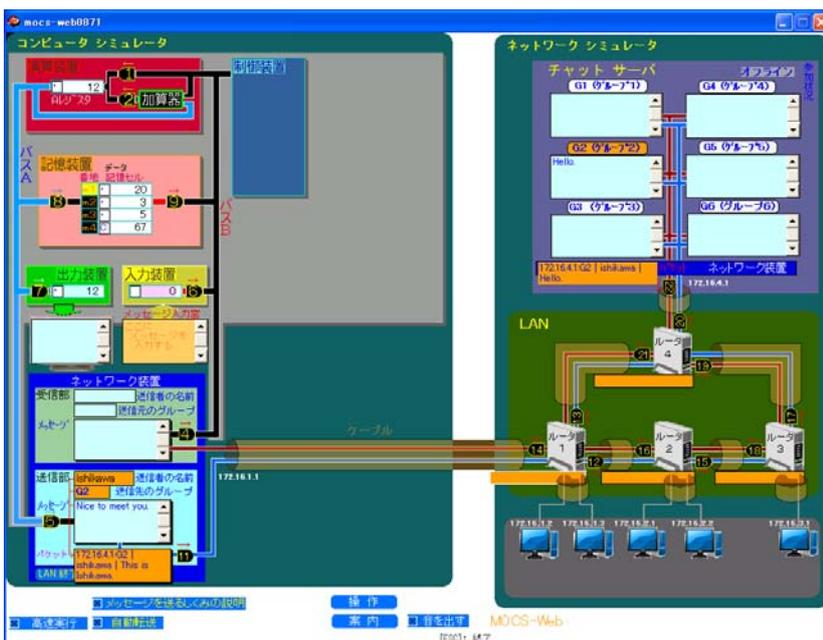


図 1 MOCS-Web の表示画面の一例

3.1 コンピュータの具体モデルと学習支援

コンピュータの具体モデルは、図1左側のコンピュータシミュレータの部分に示すように、入力、出力、記憶、演算、制御の各装置と、それらの間でデータ転送を行うためのバスやゲート(図1中の1～9)から構成した。さらに、ネットワーク上のサーバや他のコンピュータ等とのパケットの送受信の機能を実現するために、ネットワーク装置(送信部・受信部)を設けた。学習者は、各装置の記憶セルにデータをセットし、ゲートを逐次開閉することでデータ転送や演算操作を行うことができる。

この実習を支援するため、モデル上のデータの流れやレジスタの値の変化、プログラムの実行状況などを可視化するとともに、学習者の試行錯誤を支援するためのメッセージの提示機能などを設けた。

3.2 ネットワークの具体モデルと学習支援

図1右側のネットワークシミュレータ中のLANの部分に示すように、ルータ間の相互接続をつかさどる複数のルータやケーブル、そしてサーバなどから構成した。ルータには、送られてきたパケットを次のルータやサーバに流し出すためのポート(図中の11～22)を設けた。学習者は、各ポートを逐次開いていくことで、パケットを目的のIPアドレスの装置に伝送することができる。

これらの実習を支援するため、パケットの構成やルータ内のパケットの状態を可視化し、パケットの送受信の状況を具体的に観察できる機能を設けた。また、図1の右上に示すように、サーバの具体モデルとして、グループ内の他の学習者と実際にメッセージ交換を行えるチャットサーバを設けた。これらにより、情報通信ネットワークの長所を実感させ、利用上の留意点も気づかせるための支援をした。

4. 授業の試行

中学校の第1学年の生徒を対象に、実験群(32名)と統制群(34名)を構成して授業を試行した。授業(2校時分)は、①事前テスト、②コンピュータの構成と計算の仕組み、③情報通信ネットワークの仕組み、④チャットサーバを用いたメッセージ交換、⑤事後テストと意識調査の順で実施した。実験群では②と

③において、教師はMOCS-Webを用いてデータの流れを動的に一斉提示し、説明を行った。生徒はマイクロ操作を交えた個別実習の形態をとった。生徒は教師の説明を聞きながらPC上のMOCS-Webを個別に操作し学習ノートにデータやパケットの流れや結果などを記入した。その後④を個別に実施した。

一方、統制群では②と③において、教師はMOCS-Webのデータの流れを静止画で一斉提示し、説明を行った。生徒も一斉学習の形態で学習し、教師の説明を聞きながら学習ノートにデータやパケットの流れ及び結果などを記入した。④についても、説明を聞くのみで、個別に実習は行わなかった。

なお、⑤の終了後、両群の学習者を入れ替えて授業を補足し、両群に同等の学習指導を行った。

5. 試行の結果とむすび

実験群と統制群の学習状況を客観的に比較するため、両群の事後テストの正答数を比較した。その結果、次のような問題についての正答数で、いずれも実験群が優位(有意水準5%)であった。

- ・IPアドレスの意味(記述式)
- ・パケットの伝送手順(ポートの開閉手順の記述)
- ・パケットの伝送の効率(選択式)
- ・ネットワークの障害への対応(選択式)

また、図2に実験群の事後意識調査の結果を示す。いずれの項目についても、肯定的な回答が多く得られた。

これらの試行結果から、中学校の生徒を対象として本シミュレータを用いた授業を行うことで、所期の学習効果が得られる見通しを得た。

参考文献

- (1) 石川, 清水:“マイクロ操作と高水準言語 BASIC 間の関連の教育用シミュレータの開発と評価”, 教育システム情報学会誌, 15-3 (1998)
- (2) 石川, 川島:“マイクロ操作に基づいた教育用コンピュータ・ネットワークシミュレータの開発”, 全日本教育工学研究協議会全国大会論文集, 36 (2010)
- (3) 石川, 川島:“マイクロ操作に基づいた教育用コンピュータ・ネットワークシミュレータの概要”, 日本産業技術教育学会全国大会講演要旨集, 54 (2011)

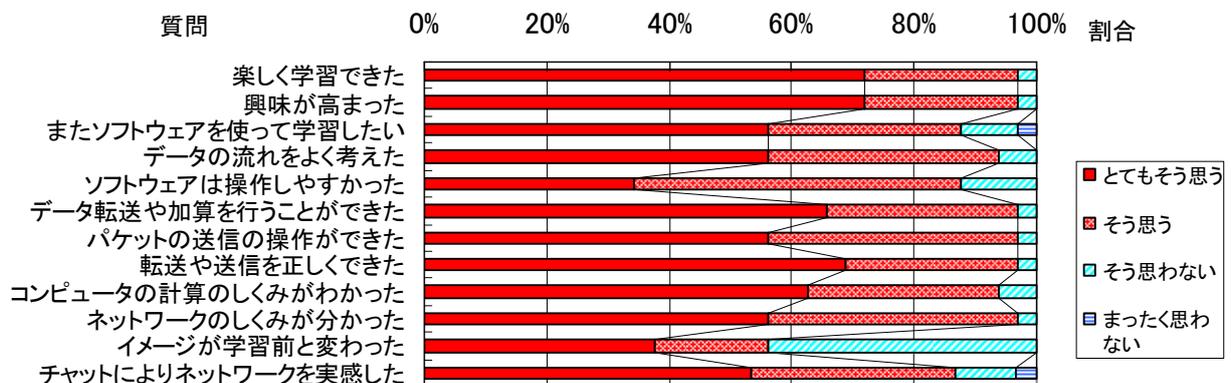


図2 事後意識調査の結果