

論理回路学習における教材観と情報の科学的理解の関係

川村学園女子大学・教育学部 本村 猛能
筑波大学・附属坂戸高等学校 工藤 雄司
鳥取大学・教育学部 島田 和典

1. はじめに

高校と大学の体系的情報教育のあり方とカリキュラムの方向性について、平成12年度から実践研究を行い学習内容の理解度を把握するため評価票回答の分析を通して検討してきた。

分析手法は、ブルーム (Bloom, B. S) 等の教育評価目標を基本に、学習内容の理解度を調べるため、因子分析 (情報教育の現状を認識するため)、クラスター分析 (生徒・学生の知識の構造化を把握するため) を使用している。

その結果、現在の情報教育は、認知領域に含まれる「情報に関する知識」が必ずしも重視されているとは言えないことがわかった。これは、普通高校は情報社会に参画する態度面を、専門高校では技能と問題解決力の関連性やモラルの考慮を、大学では問題解決力重視のカリキュラムを構築することが情報教育に必要であることを示唆している。

また、現行の高校学習指導要領においても、ハードウェアに関する内容が薄く、情報教育では『「情報の科学的な理解」を中心とした内容構成が求められる』との認識を持った。

したがって、情報教育における「情報の科学的な理解」の在り方として、コンピュータの本質を考えることが大切であると考えられる。この時、ブール代数などの学問体系である「記号論理学」の内容を学習するための『論理回路学習教材』をレディネス調査を踏まえて開発し、平成17年度から導入し実践して、生徒・学生の学習過程を検討してきた。

なお、情報教育の体系化を考える上で中学校技術科での論理回路学習の内容を検討する必要がある。その意味で平成21年度から、情報専攻学生だけではなく、他の教育専攻学生に対する実践も行っている。

2. 研究目的

本研究は、新教育課程を見据えた論理回路教材の開発を行い、その実践を通して現在不足し

ている情報教育の内容と将来のカリキュラムの方向性を探ることを目的とする。

実践を通して、体系的情報教育の情報に関する理解力、特に、コンピュータの本質を理解し科学的理解を教授するのに妥当かどうかを検討する。このとき、配線方法に関する「気づき」や「ひらめき」などの学習行動の変容過程を調査した。調査は、まず情報教育と論理回路学習に関するレディネス調査と、実践前後の自己評価である。この時、ペレグリーノ (Pellegri no) の学習評価理論に着目し、学習者の診断・教授法改善・カリキュラムと認知・観察・解釈に照らし合わせて検討を行った。

以上ここでは、論理回路学習における教材観と情報の科学的理解の関係について報告する。

3. 論理回路学習の実践内容

本実践での論理回路学習は、実習を主としている。教材は、生徒・学生の各々のレディネスに基づき、指導範囲を決定した。実践では、基本論理回路 (NOT回路, AND回路, OR回路) とNAND回路を組み合わせた基本論理回路, EX-OR (EXCLUSIVE-OR: 排他的論理和) 回路を作成していく。この学習過程でブール代数の定理, 回路設計の基礎の理解を図る。

例えば、NAND回路を組み合わせてOR回路を作る過程で回路設計の基礎に触れ、TTL-ICの74シリーズにおいて何故NAND回路が00番なのかを実感する。

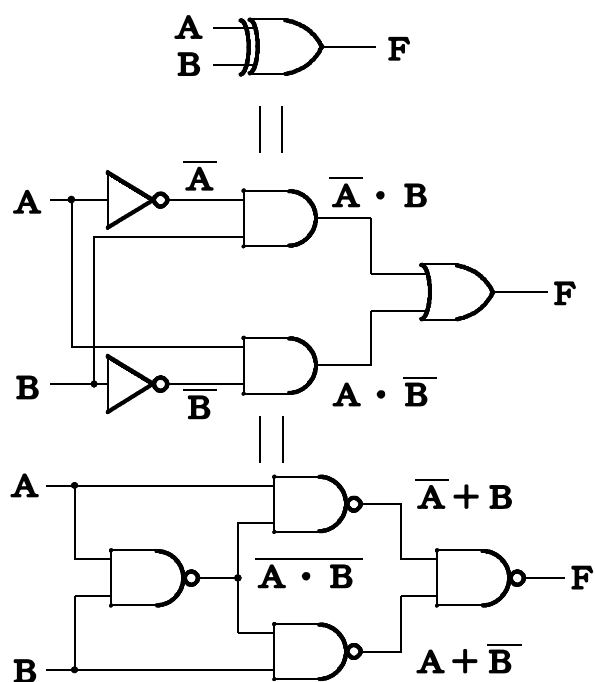
また、ド・モルガンの定理

$$\overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B} \quad , \quad \overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$

を利用するので、その重要性を理解することになる。

これまでのEX-OR回路の学習においては、図1 (中) に示すように基本論理回路を使用して作成する方法と、図1 (下) のNAND回路で作成する方法を比較していたが、中学校で実践する場合は、図1 (上) のEX-OR回路が

4個入ったTTL-ICの86番を用いて難易度を下げることとした。



$$F = A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$$

図1 EX-OR回路

また、コンピュータを構成する回路の基礎となる半加算回路が、図2に示すようにEX-OR回路により構成されることを理解する。

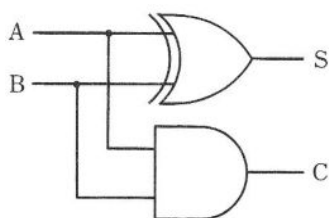


図2 半加算回路

さらに、回路の組み立ての中での気づき・ひらめきとしては次の関係があげられた。

- 「5色の配線コード」→「配線の色分け」
- 「実態配線図通り」→「回路図に沿って」
- 「実態配線図」≠「回路図」

4. 結果とまとめ

まず、評価票より、情報をどのように生かしたいかについては、高校では「仕事として」、大学では「一般の仕事に活用したい」が最も高く、「情報の科学的理解」はいずれも低い値である。

次に、論理回路学習の実践前・後について因子分析、クラスター分析の結果、実践前は「論

理回路の知識や実習への興味」が強いが、実践後は「論理回路論の知識・理解の上に実習への興味が深まる」という構造が確認でき、先行研究の結果とも一致した。

これらのことから、本教材に基づく教育は、教材論で言う「具体的事例」から「抽象的事例」への理解に役立つ教材である、と推察され、体系的情報教育の情報に関する「理解力」、特に、コンピュータの本質を理解し科学的理解を教授するのに妥当であることが伺えた。

また、配線方法に関する学習行動に変容過程は、ペレグリーノ (Pellegrino) の評価理論に着目すると、学習者の診断は「科学的理解を重視」、教授法改善は「教科内容の知識と教授学的知識の両方において熟達化する必要あり」ということが明らかとなった。

平成25年度の「情報」の指導要領改訂の「社会と情報」については従来の「情報社会に参画する態度」の延長として、生徒・学生共に認識が強いと考えられるが、「情報の科学」については、調査結果からも生徒・学生の知識や認識が「社会と情報」より弱い。すなわち、本教材のように学習段階に応じた実践とカリキュラム改善を検討する必要があることが分かった。

今後は、中学校での実践を行い、より汎用的なカリキュラム構築の検討を行う予定である。

※本研究は、本村(代表)による平成22～24年度 科学研究費基盤研究(C)〔課題番号22500893〕『我が国の体系的情報教育の在り方としてのカリキュラムの方向性』の助成を受けている。

【参考文献】

- 1) 工藤・本村：論理回路教材による情報教育の実践・評価および「ものづくり」との関連、日本工業技術教育学会誌、第14巻1号、P. P. 21～30、2009
- 2) 森山・角・本村・山本・工藤・金：Curriculum Evaluation on Information Technology Education Based on Students' Knowledge Structures between Japan and Korea, TERC2008, Queensland, Australia, 2008