

# 学生の学習意欲促進を目的とした

## マイコン教育に関する研究

久保田 絢香<sup>\*1</sup>, 藤本 竜也<sup>2</sup>, 瀬島 裕貴<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>津山工業高等専門学校 <sup>2</sup>徳山工業高等専門学校)

### Study on Improvement of Learning Motivation Through Microcomputer Education

Ayaka Kubota<sup>\*1</sup>, Tatsuya Fujimoto<sup>2</sup>, and Yuki Sejima<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>National Institute of Technology, Tsuyama College <sup>2</sup>National Institute of Technology, Tokuyama College)

#### 1. 緒言

マイコンは、高度な演算処理能力と制御機能を有しており、電気製品など多くの身近なものにも使用されている。そのため、我々が勤める高等専門学校や大学など幅広い教育機関で教育が行われている。しかし、実習を担当する中で、このマイコン学習が不得意な学生が少なからず存在するように見受けられた。そこで、学生への調査を元に内部構造の可視化が理解に重要であるとの仮説を立て、教材の試作評価を行うこととした。

#### 2. 学生への調査

はじめに、実習を通して筆者が感じた印象と実際の学生の状況が一致しているか確認するため、マイコンに対する学生の学習状況の調査を行った。この調査は、すでにマイコンに関する授業を受講した津山高専総合理工学科情報システム系の3年生5名を対象とした。

マイコンプログラミングに対する習熟度に関する調査結果では、とても得意、少し得意、普通がそれぞれ1名ずつ、あまり得意でないが2名という結果であった。合わせて行ったマイコンの内部構造を意識できているかとの調査では得意な学生2名は意識できていたが、不得意を含む残りの3名は意識できていない状況であった。マイコンはすべての機能が小さな筐体内に収められたブラックボックスとなっており、中身が見えないためその動きを意識することは難しい。調査結果より、ブラックボックス化により、プログラムの動きとマイコン内部のデータの流れる関係を意識できないことが、不得意な原因であると仮説を立てた。

そこで、プログラムの動きとマイコン内部のデータの流れる関係を意識させる教材を試作し、試作教材を用いた実習を実施することで、この仮説の検証を行うことにした。合わせて今回の調査結果では、マイコンが得意な学生と不得意な学生がいるため、試作教材の効果について両者の観点からも分析を行った

#### 3. 開発した試作教材

今回、内部の可視化にあたりモデルにしたマイコンは

Microchip 社の PIC16F84A である。選定の理由としては、広く一般に用いられていること、調査対象の学生が実習で使用しており親しみやすいことが挙げられる。

また、試作教材は、縦 360mm×横 450mm の 1 枚の基板として設計を行い、ALU(算術論理ユニット)やメモリ、レジスタといったマイコンの内部ブロックと、それらの内部ブロックを結ぶデータバスを基板上に配置する形で製作した。図 1 にフリーソフトの KiCad を用いて設計を行った試作教材の外観を示す。内部ブロックにデータが格納されたタイミングとその時のデータ値を可視化する手段として、LCD(液晶パネル)や有機 EL 表示機を使用した。実装した内部ブロックは、「プログラムメモリ」「データメモリ」「演算装置」「マルチプレクサ」「ワーキングレジスタ」等である。データバスの可視化にあたってはデータの値と流れる方向が重要となる。そこで、基板上に引かれたラインの上に LED を矢印状に並べることで方向を示すとともに、7 セグメント LED を用いてデータ値を表示する方式とした。

また、マイコンプログラムの一般的な開発手順としては、「1.プログラム作成」「2.コンパイル」「3.マイコンのメモリへの書き込み」「4.ブレッドボード上における動作確認」の順で行われる。そこで、試作教材による実習においてもマイコンプログラムの開発工程をより意識させるため、プログラム作成やブレッドボード上での動作確認も教材上で行えるようにした。図 1 に試作教材の各部名称を示す。

1.プログラム作成及び2.コンパイルは「プログラミング部」で実現した。ただし、実際にプログラムを入力させると操作性が悪く扱いづらくなるため、予め用意した5つのC言語のプログラム(変数操作や数値演算、入出力操作な



図 1. 試作教材

ど)からスイッチで選択する方式とした。選択されたプログラムは対応するアセンブリ言語に変換され、プログラミング部の LCD へ表示される。実際のコンパイル結果は機械語と呼ばれるデータ列となるが、ここでは機械語と 1 対 1 に対応し、人間にとってもある程度理解しやすいアセンブリ言語を用いることで、教材使用者にわかりやすいようにした。3.マイコンのメモリへの書き込みは、機械語へ変換されたプログラムを内部ブロック部のプログラムメモリ LCD に表示することで実現している。ここでも教材使用者の理解を助けるためにアセンブリ言語による表記を使用するが、可視化したマイコン内部を流れるデータはすべて機械語をベースとしたデータ列であるため、機械語を併記することで以後の動作との対応付けができるようにした。4.ブレッドボード上における動作確認に関しては、試作教材上で動作するプログラムに合わせて電圧を変化させることができる「I/O ポート部」を用意し、ブレッドボード上の回路と接続可能な構成として実現した。今回ベースとした PIC16F84A マイコンでは、データメモリの 1 つである PORTA レジスタへデータを書き込むことで、マイコン外部へ 0V または 5V の電圧を出力することができる。実装した I/O ポート部はこれに習い、PORTA への書き込みで 0V または 5V を出力できる構成とした。I/O ポート部はケーブルを接続できる構造のためブレッドボードと接続でき、ここに LED の点灯回路などを実装することで試作教材から外部回路を制御可能にしてある。

試作教材の基板制御には、PIC18F8722 を使用している。これは、試作教材にはデータバス上の流れを示す LED や 7セグ LED、内部ブロックを表現する有機 EL などの制御対象となる素子が多数あり、多数の I/O ポートを持つマイコンが望ましい点と、マイコン等の IC 間の通信に広く使用される SPI(Serial Peripheral Interface)や I2C(Inter-Integrated Circuit)をそれぞれ独立に使用できる点など、開発を効率的に進められるメリットがあったためである。

#### 4. 試作教材を用いた実習

学習状況の調査を依頼した学生 5 名を対象に、2 人と 3 人のグループで試作教材による実習を行った。

実習の手順は、まず内部ブロック部などの各部名称をはじめとする試作教材に関する説明を行った。その後、試作教材を使用するうえで重要な C 言語やアセンブリ言語に関する説明を行った。対象の学生は、すでに授業で C 言語によるプログラム作成を経験しており、PIC の内部構造に関する学習も行っている。よって、アセンブリ言語に関してもある程度の知識はあるため、これらは復習として簡単に行った。試作教材を使う上で一番意識してほしい点はマイコンの内部構造とその動きである。そのため、データメモリやプログラムメモリなどの内部ブロックが試作教材でどこにあるか、また、どのような役割を持っているかについて説明を行った。合わせて、PORTA などの特別な役

割を持つレジスタがマイコンによって位置(メモリの番地)が異なることを説明し、今回のモデルである 16F84A の場合のデータメモリに関する説明を行った。実習に使用した指導書の巻末には試作教材で動作する命令の動作一覧を掲載し、学生自身で確認できるようにした。

説明終了後、学生に試作教材を使用させ、選択したプログラムがどのように動作するか確認させた。疑問が生じた場合は随時説明を行うが、基本的には学生の自発性に任せて操作を行わせた。

最後に、アンケート調査を実施し、試作教材の使用によって意識がどのように変化したかを調査した。



図 2. 実習の様子

#### 5. 試作教材の効果検証

実習後に行ったアンケートから、プログラム言語とマイコン内部のデータの流れの関係を少し意識できた学生が 2 人、すごく意識できた学生が 3 人と学生全員がある程度の意識ができたことが分かった。

また、マイコンへのプログラミングに関して、少し意欲が上がった学生が 3 人、すごく意欲が上がった学生が 2 人となった。マイコン内部を意識できており、学生にとって試作教材はあまり役立たないという可能性も抱いていたが、全員意欲が上がったと回答しており、得意な学生・不得意な学生どちらにとっても有意義な教材を試作できたことは非常に良かった。今後マイコン学習に意欲的に取り組むことを期待している。

最後に、今後のプログラミング学習への影響に関しては、とても影響しそうな学生が 3 人、少し影響しそうな学生が 2 人だった。試作教材を使用した実習により理解し意識できたことが、今後にも影響を及ぼすことができることがわかった。これにより、マイコン学習が不得意な学生が減少することが期待できる。

#### 6. 結言

今回、学生にプログラミング時にマイコン内部を意識させるという目的で教材を試作し、実習を行った。実習を行った学生への調査から、目的をある程度達成できたといえる。しかし、調査から課題も見えてきた。今後は課題を解決していき、装置の改良を行いたい。本研究は科学研究費補助金(19H00194)を受けて行った。

#### 参考文献

- [1] 松田忠重, 佐藤徹哉, “新編 マイクロコンピュータ技術入門,” pp. 150-178, 2015
- [2] 後閑哲也, “改訂版 電子工作のための PIC16F 活用ガイドブック,” pp. 22-39, 2004