

5

中学校技術科における 教養としての制御学習の展望

村松浩幸 信州大学

中学校における制御学習の現状

中学校段階において情報技術の学習の中核となるのは、技術・家庭科技術分野(以下、技術科)である。技術科での情報技術の学習内容の検討に入る前に、まず技術科教育のこれまでの流れを概観しておきたい。

技術科自体は、1958年に職業・家庭科から改訂され、発足した。技術科の発足により、職業教育から近代技術に関する理解へと目標を移したが、時代とともに家庭科との融合を強め、次第に生活技術へと重点が移っていった。また、かつての技術科は男子のみが学んでいたが、1989年から男女が共に学ぶようになった。情報技術の学習については、同年に「情報基礎領域」としてスタートした。当初は学校選択であったが、1998年の改訂で「情報とコンピュータ」の枠組みに改訂され、技術科の学習内容の半分を占める必修の内容としてすべての中学生が学ぶようになった。しかし、プログラムによる計測・制御は、各校の実情も配慮し、各校での選択的内容となっていた。時間数も教育課程の変遷とともに減少し、現在は中学校1・2年生35時間(週1時間・家庭科と合わせ70時間)、3年17.5時間(半期週1時間)のみという状況である。技術教育が中学校のみの設置で、かつこれだけの少ない授業時数の現状は、残念ながら先進国では最低レベルである。

こうした流れの中で、2008年告示の学習指導要領では、技術科で扱う情報技術の内容も「情報に関する技術」として大きな改訂がされた。内容的には、アプリケーションソフトの基本操作の学習が削除され、情報通信ネットワーク、デジタル作品の設計・制作、プログラムによる計測・制御の3つに整理された。高等学校において、情報Bに位置付いていた計測・制御の技術に関する学習内容が、改訂された学習指導要領では削除されることもあり、すべての中学生がプログラミングによる計測・制御を学ぶ(以下、制御学習)ことの意義は大きいと考えられる。こうした動きに対応し、たとえば、制御教材に関しては、大学や技術科教員による開発教材、教材メーカ



図-1 ヒューマノイドロボット「パラロボ+」(2005年日本産業技術学会長賞受賞作品)

の教材、さらには今まで技術科教材を手がけていなかったロボット等のメーカーも教材を開発するなど活発化している。低価格な教材も次々と開発され、従来、制御教材のネックであった価格の問題も一定程度解消されつつあるといえよう。また教育用プログラミング言語も制御用簡易言語も含め、さまざまな提案・実践がなされている。学習指導要領の改訂を機に、今まで以上に制御やプログラミング関連の研究や教材開発の進展が期待される。しかし、現行の学習指導要領では制御学習が選択的内容であったこともあり、未実践の学校も多い。さらに単なるプログラミングではなく、計測・制御を目的とすることもふまえると、教材教具の準備、指導法の検討、教員研修等、実践上の課題は山積みの現状である。

一方、中学校では、ロボットコンテスト=ロボコンが盛んに行われている。全日本中学校技術・家庭科教育研究会による全国大会も2009年度で9回を数え、参加校が増加している状況である。この大会は小型および中型の手動制御のロボコン(実際に競技)とパフォーマンス系の自動制御ロボット(ビデオ作品)の3部門で構成されている。特にパフォーマンス系には毎年ユニークな自動制御のロボットが登場し、感心させられる。図-1は自

動制御によりパラパラのダンスを踊るロボットである¹⁾。生徒たちは全体のバランスやダンスの機構、対応する制御プログラムなどさまざまな技術的課題を解決しながら、ダンスロボットを完成させていったという。このプロセスは、技術開発の疑似体験とも言えよう。こうしたロボット学習が技術への興味・関心を高め、創造性を伸ばさせるのに効果的であることを示す報告や研究は数多い。これらの先進的取り組みの多くは、選択教科としての選択技術で取り組まれている。ところが、学習指導要領改訂で選択教科が縮減されることとなり、従来型の取り組みからの量的・質的転換が迫られている状況にある。量的・質的転換の方向性の1つが、選択教科での成果を必修授業での制御学習へ活用・応用することである。

以上のような背景と課題意識にもとづき、本稿では、学習指導要領改訂で技術科特有となる制御学習に焦点を当て、筆者の専門である技術科教育の立場から中学校技術科における制御学習を展望していく。

教養としての制御学習

前述のように、技術科において情報技術の学習として制御学習が必修化されたことは、高等学校との接続を考えると意義深く、情報教育の観点からも歓迎すべきことであろう。しかし、具体的な教材のみに議論が焦点化されてしまうと、インターネット導入時にWebページ作りが流行したように、制御学習も単なるブームで終わらねない危惧がある。また、アプリケーションの単なる操作学習を片側の極とすれば、専門家養成を薄めた形でのプログラミング教育は対極となろうが、どちらに振れ過ぎて望ましい方向とは言いがたい。その後の基礎となり、10年後、20年後も生きる情報技術の本質的な学びを創り上げていく必要がある。

今回の学習指導要領改訂では、教育内容の再編やそれに対応する具体的な題材に目が行きがちだが、それ以上に注目すべきは、教科観の転換である。今回、技術科の目標が、基礎的な知識や技術の習得とともに、「技術と社会や環境とのかかわりについて理解を深め、技術を適切に評価し活用する能力と態度を育てる」と改訂された²⁾。これは従来、生活技術の学習に重点を置いていた教科観から、工夫し創造する能力とともに、教養としての技術の学習（製品の単なるユーザではなく、技術を理解し、利用し管理し、意思決定できる力を育成）に重点を置く教科観に大きく舵を切ったといえる。この方向は、近年提唱されている技術リテラシー（技術に関する知識、技術を使うための方法論、技術を使いこなす能力³⁾）の考え方にも近く、学術的にも望ましい方向であると考えられる。

中学校での制御学習の要点として、紅林は、「システムの考え方が分かる」「ソフトウェアの大切さが分かる」「社会的な技術利用が見えるようになる」の3点を示している⁴⁾。これは教養としての制御学習を考える上で重要な指摘である。特に「社会的な技術利用が見えるようになる」ためにも、社会とのつながりを意識させることは重要である。このような方向を持った制御学習を、他の多くの内容も考慮しながら、6～10時間程度の枠内で実践しなければならない。限られた時間の中で、いかに学習内容と社会とのつながりを実感させ、教養としての制御学習を実現できるかが問われている。逆に簡易言語や簡単な制御教材を用いた制御学習であっても、社会とのつながりを実感させ、技術の本質に迫ることができれば、教養としての制御学習として有効に機能すると考えられる。

教養としての制御学習の実践例

教養としての制御学習の実践例として、まず、筆者らが取り組んできた、「オートマ君」という簡易言語を用いて機械の自動化に焦点を当てた事例を紹介する。この実践は、簡易言語で基本命令を選択式にして入力エラーを省いて簡素化し、アルゴリズムの試行錯誤に集中させる。模型車を制御し、コース運転や光センサーで空き缶を見つけて運ぶといった課題をこなす(図-2)。そして、信号機や旋盤のシミュレーション等から現実の機械の自動化について学習し(図-3)、プログラムを開発している人たちにも目を向けていく展開をしている⁵⁾。車の制御に終わらないところがポイントである。

ここで使用する簡易言語と教材群は、元々MS-DOSの時代に開発されたものであり、Windows移植後はネットワーク機能やマイコンボードへの転送機能等、高機能化されてはいるものの、プログラム言語としては不十分な点もある。しかし、自分たちが入力したプログラムにより、はじめて車が動き出した瞬間には、多くの生徒たちから歓声や驚きの声が上がった。プログラムが実物を動かすことの生徒たちへのインパクトは、大人が考える以上に大きい。パソコンに詳しい生徒であっても、実物の制御は未体験の場合がほとんどである。これが情報技術に対し、今までと違った興味・関心を持たせ、新たな情報技術の世界に導くきっかけにもなる。

言語習得そのものよりも、簡易言語により制御の面白さと難しさを体験させ、実習内容と社会での情報技術とをつなげていくコンセプトは、初期開発から20年間近くを経ても変わらず、多くの中学校で実践されている。このコンセプトは、もちろん特定言語や教材のみに依存するものではない。既存のさまざまな制御教材や教育用



図-2 「オトマ君」での制御



図-3 交差点のシミュレーション画面

6. 作品のスケッチ

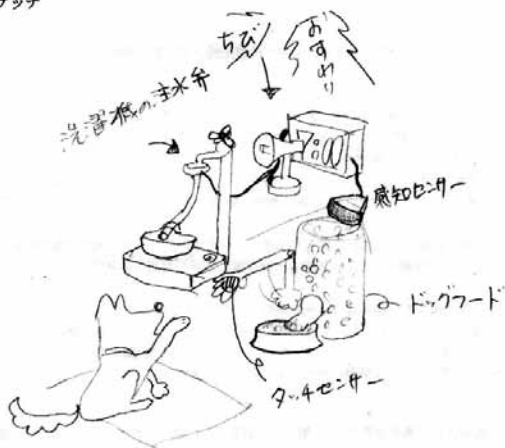


図-4 犬タッチのアイデアスケッチ
引用：萩嶺・田口：文献6), p.25

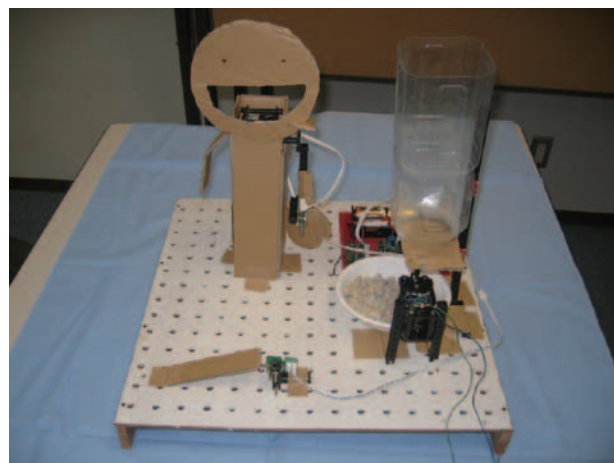


図-5 アイディアを具体化した製作品
引用：萩嶺・田口：文献6), p.25

プログラム言語、さらには続々と開発されている低価格の制御教材にも適用可能であろう。各学校の実情に応じて、実践可能な教育言語や制御教材を取捨選択すれば良いと考える。

このコンセプトをさらに拡張した事例として、熊本大学教育学部附属中学校の研究を紹介する⁶⁾。最初に自律走行型ロボットで基本的なプログラム作成やその仕組みを習得させた後に、身近な課題を解決できる生活に役立つロボットを考案させている。生徒たちは、構想を元に模型を試作し、センサにモータや電球、ブザー等を組み合わせ、制御ボードとタイル形式による制御言語(JAPAN ROBOTECH社 ROBO DESIGNER)で実際に模型の制御を試みる。図-4は犬に餌を食べさせる仕組みのアイデアスケッチである。この構想にもとづき、図-5のように模型を製作し、自動化させている。ほかにも自動ドアやシャッターなどさまざまな自動化のアイデアが構想され、試作されている。このように生活に役立つロボットを学習させることにより、学習意欲が向

上するとともに、センサやプログラムなどの知識獲得が確認され、身の回りの機器の見方や使い方が変化し、情報にかかわる技術を評価し管理する態度も向上したと報告されている。技術的な課題を見つけ、アイデアを工夫し、具体的な形に創造していくという製品開発のプロセスを追体験させる展開は、工夫し創造する能力を育成し、教養としての制御学習の指導法としても参考になる点が多いと考えられる。こうしたプロジェクト型の学習には、発想法や協同学習の指導法等、選択技術での知見の活用も期待される。

この事例で示された技術観、さらに技術に関する仕事への理解などへの教育的効果を手動制御、自動制御含めて統一的に測定し、検証しようとする試みが、日本産業技術教育学会のロボコン委員会によって進められている。「技術に対する興味・関心」、「創造的活動に対する興味・関心」、「技術に対する評価」の3因子13項目からなる技術に対する意識尺度を開発し、異なる教材や言語を用いた制御学習の実践で測定し、その教育効果を比較して

いく予定である。教養としての制御学習研究の一助となろう。

一方、製品開発の一連のプロセスを学ぶプロジェクト型の学習は、イギリスでは、技術科に相当するデザイン&テクノロジーにおいて積極的に実践されている。デザイン&テクノロジーにおけるプロジェクト型学習の特徴の1つは、プロジェクト報告書を書かせることである。報告書作成にかかわる言語力は、PISAの国際学力調査に端を発する学力低下問題として取り上げられ、学習指導要領改訂で、すべての学習においてレポートなどの言語活動に取り組むこととなった。報告書作成の中で、制御学習を振り返らせ、現実の技術との関連や社会とのつながりについても考察し、学習を深めていく指導が可能である。また、この報告書自体が、知的財産の学習としてアイデアを表現することに焦点を当てた報告書コンテストとして、特許庁により主催されている (<http://www.chizai-hokoku.jp/>)。こうした報告書作成への取り組みは、制御学習でつづけるべき技術の学力を明確化する意味でも今後重要であろう。

情報技術の学習の充実を

本稿では、中学校における情報技術の学習の中でも、学習指導要領改訂で技術科特有となる制御学習について技術科教育の立場から展望してきた。ここで紹介した内容は、情報の専門の立場からすると、物足りなく感じるかもしれない。もっとこれを学ばせるべきだという内容もたくさん考えられるであろう。しかし、前述のように、技術科の授業時間はごくわずかである。その中に多くを詰め込むことは現実的ではなく、優先順位をつけざるをえない。そこで技術科教育の立場としては、操作学習とも専門家養成を薄めた形でのプログラミング教育とも異なる方向として、教養としての情報技術の学びを優先し、その1つとして制御学習を紹介した。この方向性についてはそれぞれの立場からご意見をいただけたらと考えている。

転換期にある今、技術科の教科としての存在意義が問

われていると言っても過言ではない。日本の中学校における技術教育は、先進国で最も貧弱なレベルに分類され、国内においても教科としての認知度や存在感は高いとは言いがたい現状である。しかし、子どもたちの未来のためにも、教養としての技術の学びは不可欠である。そして中学校段階での情報技術の学習を充実させることが、情報の分野に興味を持ち、将来、情報の研究者や技術者を目指そうとする子どもたちを生み出す専門教育の萌芽になるとともに、子どもたちが社会に出た際に、この分野への社会的理解や支持を高めていく裾野拡大にもつながると考えている。

全国約1万校の中学校において、技術科教員は少数ながらも、さまざまな研究大会や事業を展開するなどの他教科以上に地道な取り組みを積み重ねてきている。こうした積み重ねをより効果のあるものにし、教養としての情報技術の学習を深めていくためにも、技術科教員ならず、教育系の学会や情報処理学会、関連企業、さらには教育行政とが今まで以上に連携していく必要があろう。今後の中学校段階における情報技術の学習の進展に期待したい。

参考文献

- 1) 中村講介：情報共有による制御プログラムの完成まで、平成18年度大学における知的財産教育研究報告書、三重大学、pp.88-91 (2007)。
- 2) 文部科学省：第2章技術・家庭科の目標および内容、中学校学習指導要領解説技術・家庭編、教育図書、p.22 (2008)。
- 3) 科学技術の智プロジェクト：技術専門部会報告書、<http://www.science-for-all.jp/minutes/download/report-gijyutu.pdf> (最終アクセス2009年7月20日)。
- 4) 紅林秀治：制御教育への利用、情報処理、Vol.48, No.6, pp.602-606 (June 2007)。
- 5) 村松浩幸：ITの授業革命『情報とコンピュータ』、東京書籍、pp.92-124 (2000)。
- 6) 萩嶺直孝、田口浩継：情報とコンピュータにおけるプログラムによる計測・制御の実践(2)、日本産業技術教育学会第21回九州支部大会講演要旨集、pp.25-26 (2008)。

(平成21年7月30日受付)

村松浩幸 (正会員)

muramatu@shinshu-u.ac.jp

1964年長野市生まれ。1989年東京学芸大学大学院修士課程修了。中学校技術科教員、2004年三重大学教育学部助教授を経て、2007年信州大学教育学部准教授。専門は技術科教育。