

「エネルギー変換」と「プログラムによる計測・制御」を融合した学習指導法の検討

三田 純義¹⁾・折茂 正行²⁾・鳥山 将太²⁾
萩原 真奈³⁾・清水 幸治⁴⁾

- 1) 群馬大学教育学部技術教育講座
- 2) 群馬大学大学院教育学研究科教科教育専攻技術教育専修
- 3) 群馬大学教育学部技術教育専攻
- 4) 渋川市立北橋中学校

(2014年9月17日受理)

Consideration of Teaching Method for Technology Education connected Measurement and Control through Programming with Energy Conversion

Sumiyoshi MITA¹⁾, Masayuki ORIMO²⁾, Shota TORIYAMA²⁾,
Mana HAGIWARA³⁾ and Koji SHIMIZU⁴⁾

- 1) Department of Technology Education, Faculty of Education,
Gunma University Maebashi, Gunma, 371-8510, Japan
- 2) Technology Education Course, Advanced Course of Education,
Gunma University, Maebashi, Gunma, 371-8510, Japan
- 3) Technology Education Course, Faculty of Education,
Gunma University, Maebashi, Gunma, 371-8510, Japan
- 4) Hokkitsu Junior High School, Shibukawa, Gunma, 377-0062, Japan

(Accepted on September 17th, 2014)

1. はじめに

新しく学習指導要領が改訂し、中学校技術科においては平成24年より、「A 材料と加工に関する技術」、「B エネルギー変換に関する技術」、「C 生物育成に関する技術」、「D 情報に関する技術」の4つの内容に細分化され、全てが必修となった。また、各内容には技術の適切な評価・活用について考える事項が加えられた¹⁾。

中学校においての技術とは、単なる勘やわざではなく、技能・方法や科学的な知識の体系のことであ

り、前者と区別するために科学技術と言われることもある。各内容に「技術」という言葉が付加され、全内容が必修化し、さらに適切な評価・活用と改善としたのは、勘・わざという主観だけではなく、科学的根拠を基にした客観的な判断・評価で、生活や社会に活用する能力と態度を子どもたちに身に付けさせたいということが学習指導要領からうかがえる。

全内容が必修化されたが、授業時間数は1学年35時間、2学年35時間、3学年17.5時間と、改訂前と同様の時間数で4つの内容を指導しなければなら

い。政宗らは「中学校技術・家庭〔技術分野〕の学習内容を相互に関連付ける指導の在り方」の技術・家庭〔技術分野〕の現状と課題の中で、「D情報に関する技術」が必修化となる際に広島県内の技術科教員を対象にアンケート調査を行った。その結果、「計測・制御」の内容は「新学習指導要領」では、「D情報に関する技術」として必修となるが、これまでの選択履修で「計測・制御」を指導していないため、「新学習指導要領」で必修となる「計測・制御」の指導に不安を感じている教員が多いと述べており²⁾、「教材開発ができないこと」や「時間的なこと」が課題として挙げられると述べている。このように全内容の必修化により、時間数や「計測・制御」の教材や指導計画について課題があることがわかる。

指導内容の細分化、学習内容の増加、そして社会背景を見ると技術が高度に発展していることを見て取れるが、子どもたちの実態はそれに反比例するかのようにもものづくりなどの経験は減っている。河野らは、「技術科の授業を創る一学力への挑戦」³⁾のなかで、現代の中学生の実態について、製作体験が乏しいが、ものを作ることは大好きであると述べている。

このような生徒の実態と限られた時間数という状況を考慮して、キット教材を利用した指導が数多くみられる。大八木らは「ものづくりと計測・制御用教材の開発」の中で、教材についてつぎのように述べている。キット教材は部品がそろっており、作業内容が画一化されているため、製作技術の安定した修得が充分期待できるが、製作過程においては自分の意志に関係なく、説明書の通りに「製作」を進めていくため、創造性の育成に不向きであると述べている。また、材料のみが与えられ、自分で課題を決め、自由にものづくりをしていくものは、創造性が養われるが、それぞれを創作するため、得る知識並びに経験の差が生じるとも述べ、そのためこれら二つの教材は技術教育の中では、両者とも必要であり、授業数に制約を受けている今日、両者を融合した教材が求められていると述べている⁴⁾。生徒の工夫や興味を引き出すために、材料を与え、製作の例を示すなどして方向性を生徒に与えながらも、創造性を

反映できる自由度のある教材が必要である。

効果的な学習をめぐって、近年では、いくつかの内容を融合した指導、教材の研究が試みられている。レゴマインドストームを使用した「プログラムによる計測・制御」と「力と伝達の仕組み」を融合した複合教材の研究⁵⁾や、ひまわりの育成から得られた種子からバイオディーゼル燃料を精製し、その燃料でディーゼル機関の運転を行った生物育成の技術とエネルギー変換の技術の融合の検討⁶⁾といった先行研究がある。また、技術と数学の融合教材に関する研究⁷⁾といった、教科内の融合のみならず教科間の融合を図った研究も試みられている。これらの研究では、時間数の課題、生活との関連、学習の関連を背景に研究が進められている。このように内容を融合した学習指導の開発が行われている。

以上のことから、限られた時間数で学習指導を行い、技術を総合的、体系的に学習できるよう、いくつかの技術の内容を融合した効果的な指導計画及び教材が必要であり、融合型学習指導の学校現場の実践の可能性と効果を検討する必要がある。

本研究では、「エネルギー変換」と「プログラムによる計測・制御」を融合した学習指導法を、中学校現場において実践し、「エネルギー変換」と「プログラムによる計測・制御」の二つの内容を融合した学習指導計画、教材、生徒の学習効果、学校現場における実践の可能性について検討することを目的とする。

2. 研究方法

本研究は、以下に示すように県内公立中学校との連携とともに、教材を開発し、「エネルギー変換」と「プログラムによる計測・制御」の二つの内容を融合した学習指導について検討する。

2.1 学校現場との連携

学校現場との連携は、インターンシップの活用により大学生、大学院生が中学生を指導、支援することと、大学教員が教員研修に協力することの2つを柱とする。

(1) 大学・大学院のカリキュラムに設けられたインターンシップの活用

インターンシップの活用した学校現場との連携について、芦原(2003)は、以下のように述べている。教育実習では大学、学校現場、そして実習を行う学生が一方的な関係であるのに対し、インターンシップを媒介とすることで、大学生は「大学の講義で伝達された理論と現場の違いを検証し、学校現場と大学に疑問を投げかけることにより、大学と学校現場の対話が行われ、両者の連携によって新たに伝達される実践的理論は大学生の経験知となるという関係が成立する」と述べ⁸⁾、大学、学校現場、学生が互いに協力、連携する関係が構築され、児童・生徒によりよい教育へと反映される。

本研究では、授業県内公立中学校の協力のもと、開発した指導計画及び教材を使用した授業実践を行う。授業実践では、大学教員の指導のもと、学校現場の教員の支援を受けながら、教員免許を有する大学院生が授業者となり、学部生、学校現場の教員、大学の教員で構成する2～4名のチームティーチング(以下TTとする)で授業を進める。

学部生、学校現場の教員、大学の教員がチームとして、授業実践することで、つぎの利点がある。

- a) TTを行なうことで進度の遅れている生徒の支援が可能になり、学校現場では細かい学習指導ができる。
- b) 大学院生と学部生は、インターンシップの一環として取り組み、通年にわたる継続的に生徒を指導することで、教員としての能力を養うことができる。
- c) 学校現場の教員は大学で開発した教材や指導法を観ることで、授業を受けている生徒の学習状況や理解度を客観的に見取ることができ、OJTとしての教員研修ができる。同時に、学生と大学の教員は、教材や指導法について学校現場の教員から助言をもらい、次の授業の改善に生かすことができる。

本研究の実践において、大学教員と現場教員、学生の間に対話や指導の機会を設け、連携して研究を進める。また、生徒の製作に必要な部品や道具を協

力校に提供することや、指導計画や教材を事前に準備することで、学校現場の負担にならないことに配慮して研究を進める。

以上のことから、学校現場と連携することで、生徒一人ひとりに指導が行きとどき、生徒は通常の授業よりも専門性に富んだ教材に触れることできる授業の展開が可能となり、また、現場と大学で相互に関係を持つことで、大学の専門性を学校現場のなかで有効に生かすことができ、学習の質を高めることができる。

(2) 教員研修への協力

群馬県総合教育センターでは、毎年度、教員研修を企画し、実施している。その講師としては、学校現場で先進的に実践している教員や大学の教員に依頼している。また、前橋市は中核市として独自に教員研修を実施している。このような教員研修に群馬県や前橋市から大学に講師依頼があり、教員研修に協力している。その機会を活用して大学で開発した教材や指導方法について教員の考えや意見を調査する。

新たに「プログラムによる計測・制御」の必修化で、その内容の学習体系が構築されきれていないことが懸念される。また、既成の教材での指導が進められているが、センサやプログラムがブラックボックス化していることや教材の自由度が低いため、現職教員の教材研究も困難なのが現状である。それを考慮して教員研修では、本研究の「エネルギー変換」と「プログラムによる計測・制御」を融合した学習指導に関連した内容でもある「センサに関する教材の活用とコントローラ(ロボット学習システムRoboX⁹⁾の使用法」と題して研修を実施した。

センサについては、大学で開発したセンサの動作確認装置¹⁰⁾を使用し、各センサの電圧変化とそれに伴うモータの回転の変化を視認しながらセンサについての研修を行った。

コントローラのプログラムの作成では、使用した制御ボードで採用されているPWMのパルス信号の波形の変化の確認も取り扱った。また、研修終了時にセンサと動作確認装置の部品を研修に参加した教員に提供し、現場で活用できるようにした。

2.2 評価方法

本研究では、教育実践にもとづいて、主に、つぎの2つの方法で評価する。

- 1) 生徒を対象として四観点評価にもとづいた調査（授業実践前後による調査、実践後の題材選択に関する調査）：調査項目を表1に示す¹¹⁾。
- 2) 教員を対象にした教材と指導方法に関する調査

2.3 教材開発

実践で使用する教材は、学校現場の設備を配慮し、中学校に適した教材を開発し、活用する。教材は中学校の現有の工具や工作機械を用いて製作実習できる教材であり、また、生徒の発達段階に合った教材であることとした。

(1) 教材の選定

本研究では、プログラムと計測・制御を構成する要素を「センサ」、「コンピュータ」、「アクチュエータ」と大きく分け、センサの選定、出力部の製作、プログラム作成・制御を通して、「エネルギー変換」

表1 事前・事後調査における生徒による自己評価の19項目

調査内容	調査項目
関心・意欲・態度①	1. 人や動物の形をしたロボット、工場で働いているロボットの機械的な仕組み（メカニズム）を知りたい。
関心・意欲・態度②	3. 自分で工夫して、オリジナルなロボットや自動で動くものをつくりたい。
関心・意欲・態度③	8. 生活を便利にし、障害をもった人や高齢者を助ける製品をつくりたい。
関心・意欲・態度④	14. コンピュータのプログラム作成について知りたい。
関心・意欲・態度⑤	19. できあがっている製品とは性能やデザインが異なるものをつくりたい。
工夫・創造①	5. 自分でつくったものに使われている材料や部品を再利用して、別のものをつくるのに使う。
工夫・創造②	7. 各種の製品はいろいろな材料や部品からできているので、製品を大切に使う。
工夫・創造③	10. いろいろな製品を使って生活しているが、そのことによる廃棄物などで自然環境に影響を及ぼさないように工夫をして使う。
工夫・創造④	12. ものづくり（木工、機械、デジタル作品、プログラム作成など）では、使用目的や使用条件を明らかにして、つくるものの仕組みや機能を決める。
工夫・創造⑤	13. 使う人の安全を考えてものづくりをする。
工夫・創造⑥	17. 生活の中で不便なことを、解決するアイデアを考え出すことは楽しい。
技能①	4. ものづくりでは、道具を安全に使うことが大切である。
技能②	6. 道具や機械を使うときには自分や機械の周りを片付けて、人が動き回っていないことを確認する。
技能③	9. 電気製品を使うときには、感電やショート（電池などの電源の+と-を直接つないでしまう）などに注意して安全に使う。
技能④	15. ものづくりでは、どのようなものをつくるか図面を画いて構想を練り、つくる手順を考えてからつくる。
技能⑤	16. 新しく買った電気製品は、こん包を解いて、スイッチを入れてすぐに使う。※逆転項目
知識・理解①	2. 電気製品を使うときには、コンセントに書かれている電圧や電流を見て、調べてから使う。
知識・理解②	11. 自動で動くものを作るには、数学や理科の知識が必要である。
知識・理解③	18. コンピュータを使ったロボットなどの機械は、その動きを制御するプログラムで機械の動きを変えられる。

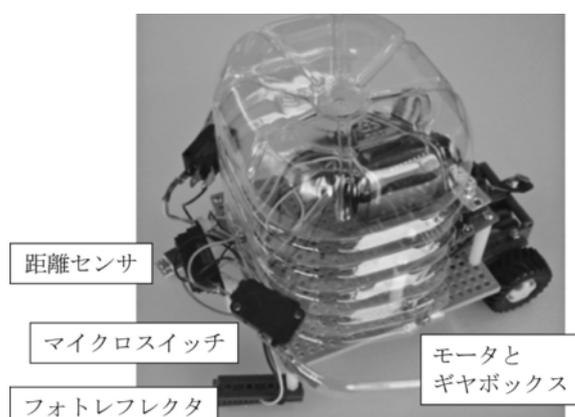


図1 自動車モデル

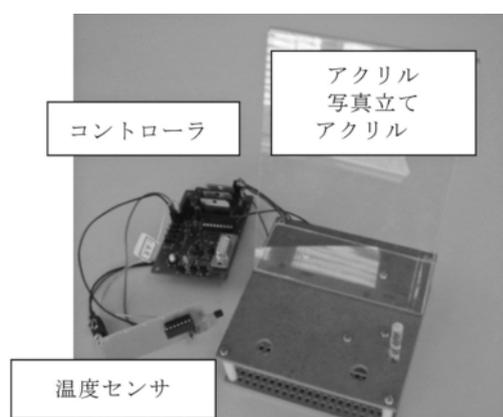


図2 LED照明モデル

と「プログラムによる計測・制御」を融合した学習指導の授業実践を行う。

発光ダイオードとモータを出力部とし、発光ダイオードでは電気の基礎知識、簡単な電気回路の製作を、モータでは動力伝達のしくみ、ギヤボックスの製作を通してエネルギー変換について指導する。

プログラムの作成ソフトでは、中学生にもわかりやすい GUI 形式を採用した神奈川教育センターのロボット学習システム RoboX の RoboBuilder⁹⁾を用いる。

(2) 製作課題

生徒の興味に合わせて学習ができるよう、生徒はモータまたは発光ダイオード（フルカラーLED）の二つの製作課題から一つを選択し、選択した課題の製作からプログラム作成、制御を通して学習を行う。

課題は機械分野（自動車モデル）と電気分野（LED照明モデル）と、制御対象は異なるが、コントローラとプログラム作成ソフトは双方ともに同一のもので制御が可能であり、課題の選択の違いで学習内容や学習形態に差異が無いように配慮し、両課題は同じ製作時間及びプログラムの作成時間と指導者の人数も同様にして学習を進める。

図1と図2に製作課題の例を示す。

3. 授業実践と評価結果

3.1 授業実践計画

平成25年4月～12月にかけて、表2に示す全12時間の授業実践を群馬県内の公立中学校において、3年生101名を対象に行う。

表2 授業計画

時間	学習内容
1	コンピュータ制御
2	発光ダイオード、電子機器の電気の基礎知識
3	動力伝達（歯車の速度とトルク）・リンク機構
4	センサのしくみと役割
5	プログラム（自動車モデルを使ったセンサ・分岐のプログラム）
6	プログラム（LEDを使った繰り返し・順次のプログラム）・構想
7	作品の構想を練る
8～10	製作
11～12	プログラムの作成

現場との連携した実践研究に取り組むため、施設設備、授業時間数から、全12時間の現実的な指導計画を作成し、実践を行う。1～6時間目は、プログラムによる計測・制御の基礎学習、7～10時間目は選択した教材別に分かれ、製作を行う。教材別に分か

れての学習では、自動車モデルとLED照明モデルそれぞれに指導者1名とティーチングアシスタント1名を配置し、計4名で授業を行った。

11、12時間目は製作したモデルを、プログラムを作成して制御する。

3.2 評価結果と考察

実践では評価方法(1)、(2)を実施する。

(1) 題材別による課題解決学習の効果

生徒の興味に合わせて自動車モデルとLED照明の題材を選択できる授業形態では、題材別に学習できることで生徒は学習に対して高い意欲を示すことがわかった。テスト(50点満点)の全体の平均点は 38 ± 5.3 点と高く、そのうち自動車37点(標準偏差4.5)、LED39点(標準偏差5.6)と題材別による知識の定着の差はなかった。表3に示す選択題材における自己評価より、構想やアクチュエータの製作、センサの選択といった自由度の高い授業に対して生徒が難しいと感じていたが、興味、意欲が高かった。また、題材別によりクラスの生徒数の半数で授業を行え、TTでの指導により生徒のつまずきや要求に対応できた。

(2) 融合型学習指導の効果

授業実践において、生徒対象に初回と最終回の授業終わりに、選択式の表1に示す19項目に対して4段階評価で質問紙に自己評価を行った。回答に欠損が見られたものは除外し、有効回答80名を分析の対象にした。

工夫・創造ではすべての項目において平均値が向上している。「5. 自分でつくったものに使われている材料や部品を再利用して、別のものをつくるのに使う。」($t(78)=2.52, p<.05$)では事前と事後の差は5%水準で有意であった。

技能の観点では、「6. 道具や機械を使うときには自分や機械の周りを片付けて、人が動き回っていないことを確認する。」と「15. ものづくりでは、どのようなものをつくるか図面を画いて構想を練り、つくる手順を考えてからつくる。」の項目で事前と事後で平均値が向上している。技能では有意差が見られなかった。

知識では「2. 電気製品を使うときには、コンセントに書かれている電圧や電流を見て、調べてから使う。」($t(79)=3.04, p<.05$)の平均値が事前事後で0.4向上しており、また、5%水準で有意差が見られた。このことは、実践を通して定格電流・定格電圧についての学習や、製作場面の図面(説明書)やマニユ

表3 授業実践後の題材選択における自己評価

調査項目	調査内容	平均	SD
題材選択(授業形態)①	1. この題材を選んで意欲を持って取り組めた。	3.6	0.54
題材選択(授業形態)②	2. モータとLEDのどちらか好きなものを選択できて、興味をもって取り組めた。	3.7	0.50
題材選択(授業形態)③	4. もう1つの題材も取り組みたいと思った。	2.9	0.74
題材選択(授業形態)④	10. モータやLEDを使って自分で製作し、制御することを行ってよかった。	3.6	0.54
指導計画①	3. いろいろなセンサから、自分でセンサを選んで製作できてよかった。	3.7	0.45
指導計画②	5. もっと時間をかけて、製作やプログラム作りをしたかった。	3.4	0.72
指導計画③	9. 1学期で学習した「モータ・ギヤ」「発光ダイオード(LED)」などを思い返しながらか製作できた	3.1	0.58
製作・実習①	6. 学友と話し合い、教えあひながらできた。	3.7	0.59
製作・実習②	7. 1年や2年次に学んだことを活かした。	3.2	0.63
製作・実習③	8. 製作してみたら、思っていたよりも難しかった	3.2	0.79

アルを見る体験を通して養われたと考えられる。

事前と事後の生徒の意識の差が目立った有意差はなかったが、表2の題材別自己評価では題材選択、指導計画、製作・実習のいずれにおいても評価は高く、エネルギー変換とプログラムによる計測・制御の融合型学習指導は効果があることがわかった。中でも題材を選択する授業形態は生徒に意欲をもたせる効果があることがわかった。また、題材別自己評価の中の「7. 1年や2年次に学んだことを活かした。」「9. 1学期で学習した「モータ・ギヤ」「発光ダイオード(LED)」などを思い返しながら製作できた」に対しても高い評価であることから、知識の活用のもとでも効果が高く、総合的に技術を学習できることがわかった。

つぎに、因子分析による意識の変容を検討する。事前調査においては19項目について平均値と標準偏差を算出し確認したところ、12項目(1, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 18, 19)で天井効果が見られた。そこでこれらの項目を分析から除外した7項目で主因子法・プロマックス回転による因子分析を行った。事前調査の因子分析結果を表4に示す。因子分析の結果、0.4を基準に因子の解釈を行い、第一因子に授

業実践前には生活についての因子(項目5, 2, 10, 17, 8)が現れ、この因子を「生活との関連」と命名する。「生活との関連」の因子が表れたことは、授業実践前の技術に対する生徒の意識は生活と強く結びつけて考えていることがわかった。

事後調査では天井効果である9項目(4, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 18)を除外し、10項目に対して主因子法・プロマックス回転による分析を行った。表5の結果から、0.4を基準に因子の解釈を行い、第一因子(項目3・14・1)と第三因子(項目10, 17, 19)が現れた(第二因子は単独因子なので除外)。第一因子では、実践した授業の学習的内容、技術の学習への意欲の項目があり、これを技術の四観点評価から「関心・意欲・態度」と命名する。第三因子の項目では、製作や実生活における工夫・創造の項目があり、これを四観点評価「工夫・創造」と命名する。

事前調査では生活との関連を意識し、生徒は技術を生活の視点から見ているといえる。授業実践後では、授業の学習内容でもあるプログラムやロボットへの「関心・意欲・態度」が因子に表れたことから、プログラムによる計測・制御とエネルギー変換という技術の内容を捉え、学習意識が明確になったこと

表4 因子分析結果(事前)

調査項目	調査内容	I	II
工夫・創造①	5. 自分でつくったものに使われている材料や部品を再利用して、別のものをつくるのに使う。	.91	-.20
知識・理解①	2. 電気製品を使うときには、コンセントに書かれている電圧や電流を見て、調べてから使う。	.63	-.00
工夫・創造③	10. いろいろな製品を使って生活しているが、そのことによる廃棄物などで自然環境に影響を及ぼさないように工夫をして使う。	.53	.22
工夫・創造⑥	17. 生活の中で不便なことを、解決するアイデアを考え出すことは楽しい。	.47	.21
関心・意欲・態度③	8. 生活を便利にし、障害をもった人や高齢者を助ける製品をつくりたい。	.41	.13
技能④	15. ものづくりでは、どのようなものをつくるか図面を画いて構想を練り、つくる手順を考えてからつくる。	.02	.85
技能⑤	16. 新しく買った電気製品は、こん包を解いて、スイッチを入れてすぐに使う。＊逆転項目	-.03	.30
因子相関行列		I	II
		I	.56
		II	—

表5 因子分析結果（事後）

調査項目	調査内容	I	II	III
関心・意欲・態度②	3. 自分で工夫して、オリジナルなロボットや自動で動くものをつくりたい。	.96	.00	-.21
関心・意欲・態度④	14. コンピュータのプログラム作成について知りたい。	.69	.24	-.04
関心・意欲・態度①	1. 人や動物の形をしたロボット、工場で働いているロボットの機械的な仕組み（メカニズム）を知りたい。	.68	.15	.02
関心・意欲・態度③	8. 生活を便利にし、障害をもった人や高齢者を助ける製品をつくりたい。	.37	.20	.05
工夫・創造①	5. 自分でつくったものに使われている材料や部品を再利用して、別のものをつくるのに使う。	.05	.78	.11
知識・理解①	2. 電気製品を使うときには、コンセントに書かれている電圧や電流を見て、調べてから使う。	.22	.33	.14
技能⑤	16. 新しく買った電気製品は、こん包を解いて、スイッチを入れてすぐに使う。※逆転項目	.18	.32	.03
工夫・創造③	10. いろいろな製品を使って生活しているが、そのことによる廃棄物などで自然環境に影響を及ぼさないように工夫をして使う。	-.27	.19	.66
工夫・創造⑥	17. 生活の中で不便なことを、解決するアイデアを考え出すことは楽しい。	.03	.18	.65
関心・意欲・態度⑤	19. できあがっている製品とは性能やデザインが異なるものをつくりたい。	.43	-.29	.62
	因子相関行列	I	II	III
	I	—	.34	.56
	II		—	.31
	III			—

がわかった。エネルギー変換とプログラムによる計測・制御の学習意識が明確となったことから、融合型学習では知識の関連、系統性を持たせた学習指導が行うことができると言える。

また、事後の第三因子の「工夫・創造」が表れたことは、製作を通して環境や効率、アイデアを意識し生徒自身が工夫して製作に取り組もうとしていることがわかった。

4. 教員による評価

教員研修の機会を活用し、学習指導についての調査を実施した。県内現職教員31名を対象に、現在実践している指導内容と、融合型学習指導内容について記述式の自由回答とした。

(1) 融合型学習指導の実施の可能性と時間数

学校現場における「エネルギー変換に関する技術」の指導の平均指導時数は16時間で、指導内容は、電気と動力、電気中心、動力中心、に分けると、29名中24名の83%が電気分野を中心、または電気分野のみの指導をしていると回答した。教材に関しても、ライト、ラジオ、テーブルタップと24名中22名の92%が電気分野の教材を活用して学習指導していると回答し、動力伝達など、機械分野の内容を指導しているとの回答は少なかった。

エネルギー変換の指導状況は、授業時数に余裕がなく、機械分野と電気分野の二つを学習するのが困難であるためだと考えられる。また、「効率」、「LEDの寿命」「省エネ」という現代のエネルギー問題や生徒の生活面に即した内容を教員が取捨選択し、電気

分野を中心に指導していると考えられる。

「プログラムによる計測・制御」の指導の平均指導時間は11時間で、回答者全員が市販教材を利用して学習指導していると回答した。

使用している教材は、自動車モデルの制御とLED制御の二つに分かれ、自動車モデルによる指導と回答した教員は27名中23名の85%と、自動車モデルの制御が県内では主流である。また、なかでも「プロロボ」を使用している教員が20名であった。

LED制御の教材に関しては、「オーロラクロック」というデジタル時計に温度センサとLEDライトを搭載した教材を採用している。

さらに、「エネルギー変換とプログラムによる計測・制御を融合した学習指導」の実施が可能かどうかの問いには対して、29名中19名65%が可能と回答した。また、「融合しての学習指導が良いか・独立した学習指導がよいか」の間には、30名中22名73%の教員が融合した学習が良いと答えた。

融合型学習の適当な対象学年は、回答者全員が第2学年、第2・3学年を通しての学習が好ましいと回答した。融合型学習指導の必要時間数は20時間～30時間と、製作を通すと時間数の確保が必要と回答した。

(2) 融合型学習指導の実施上の課題

融合型学習指導の実施する上での課題として、一つには、教員の確かな知識・技能があるかという、教員自身の授業力について不安を感じる回答があった。また、生徒の興味・関心が引きだせるものか、教材の費用はどうか、生徒にとって複雑で難しい内容ではないか、融合に適した教材があるのかという回答があった。その他にも、学校の設備が十分か、授業実施するのに設備を充実する必要があるなどの回答があった。

以上のことから融合型学習指導は学校現場で実現可能であるが、20～30時間の時間数の確保と、内容の系統性を明瞭にするために、本研究指導計画に学習指導要領に準ずる中学校技術科4つの内容の項目を加え、内容間の系統性が見えるよう指導計画を改める必要がある。

5. まとめ

これまで述べた「エネルギー変換」と「プログラムによる計測・制御」を融合した学習指導の実践とその結果からつぎのことがわかった。

- (1) 開発したモータを使った自動車モデルとLEDを使用した照明の二つの題材を選択する授業形態は、生徒を意欲的に活動させることができる。授業実践前では生徒の技術への意識は生活との関連性が強かったが、エネルギー変換の知識を使用した題材の製作し、製作した題材をプログラムによって制御のする学習を通して、生徒の意識は生活の技術から産業・工業の技術であるプログラムやメカニズムといった「エネルギー変換」と「プログラムによる計測・制御」へと明確な意識づけができることがわかった。融合型学習により技術を総合的に学習し、知識を活用し、関連づけ、系統性を持たせた学習指導が行うことができる。
- (2) 教員による評価により、融合型学習指導が学校現場において可能である。それには、必要な指導時間数は20～30時間必要であり、中学生の発達段階と学校現場状況を考慮することや、理科との関連などの他教科、他分野の知識の関連性を指導するため、十分な時間数が必要である。

参考文献

- 1) 文部科学省(2008): 中学校学習指導要領解説-技術・家庭科編一(平成20年9月), 教育図書株式会社
- 2) 政宗賢治: 学校技術・家庭〔技術分野〕の学習内容を相互に関連付ける指導の在り方, 広島教育センター平成22年研究報告, pp.99-116
- 3) 河野義顕・大谷良光・田中善美(1999): 技術科の授業を創る一学力への挑戦-, 学文社, pp.3-4
- 4) 大八木義教・戸田富士夫・針谷安男(2003): ものつくりと計測・制御用の開発, 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 26号, pp.155-164
- 5) 笠野安雄・山菅和良・糀谷隆雄・渡邊渉・針谷安男(2010): 「プログラムによる計測・制御」と「力の伝達の仕組み」を融合した複合教材の研究, 宇都宮大学教育学部大学実践センター紀要, 33号, pp.117-124
- 6) 深川和良・田中紀之・浅野陽樹・龍野巳代・池田 充・

- 櫻井和則 (2011) : 生物育成技術とエネルギー変換技術を融合した技術科教育の検討, 鹿児島大学教育学部研究紀要, Vol.63, pp.137-147
- 7) 伊藤直美・糀谷隆雄・針谷安男・鈴木研二・長峰成奏・笠野安雄 (2011) : 技術と数学の融合教材に関する研究, 宇都宮大学教育学部大学実践センター紀要, 34号, pp.73-80
- 8) 芦原典子 (2003) : インターンシップを媒介とした学校現場と大学の連携—新たな教育実習の可能性をめぐって—, 佛教大学大学院紀要, 31号, pp.103-118
- 9) ロボット学習システム RoboX
URL:<http://www.edu.ctr.pref.kanagawa.jp/robox/>
- 10) 三田純義・折茂正行・鳥山将太 (2014) : プログラムによる計測・制御」の学習指導で活用できるセンサ教材の開発, 群馬大学教科教育学研究, 第13号, pp.41-48
- 11) 三田純義・清水友紀・栗原信義・清水幸治 (2013) : 「プログラムによる計測・制御」に関する題材と指導方法の検討 群馬大学教育学部芸術・技術・体育・生活科学編, 48, pp.167-174