

創作物の動作表現方法に対する情報技術の活用

伊藤 陽 介*, 鈴木 良 子**, 森 裕 二 郎***

(キーワード： 創作物，動作表現，図画工作科，情報技術，ロボット)

1. はじめに

高度情報化社会の進展とともに、学校においてもコンピュータなどの情報機器と情報ネットワークを含む情報環境が整備されてきた。近年、情報環境を積極的に活用し、教育の質的な改善・充実を図ることに期待が寄せられている。すでに、小学校教育では、児童の発達段階に応じて各教科や道徳、特別活動、および、総合的な学習の時間において、情報活用能力の育成や情報モラルを身に付けるために情報環境を活用した授業が多く実践されている。

これらの授業では、主にパーソナル・コンピュータ(PC)を情報処理機械として利用し、学習成果をディスプレイ上に表現し、それを印刷することが多かった。そのため、情報環境を利用した学習成果を物理的な動きとして表すことは想定されていなかった。

一方、電子炊飯器や洗濯機、自動車などには、小型コンピュータが組み込まれ、高度な機能を提供している。これらの機器に内蔵されている小型コンピュータは、「組込型マイコン」と呼ばれ、約1cm程度の集積回路パッケージ内部にCPU、メモリ、I/Oなどを備え、安価に入手できる¹⁾²⁾。これまで、学習成果を表現する手段の一つとして組込型マイコンのもつ機能を教育活動に応用する報告がなされている³⁻⁸⁾。

小学校学習指導要領(平成10年12月)に規定されているように、図画工作科の教育内容は、大きく「表現」と「鑑賞」の二つの領域に分かれている⁹⁾。本研究では、前者に焦点を当て、児童が自ら物を作り出す楽しさを味わうようにするため、感じたこと、見たこと、想像したことなどを工作した創作物に表すことに加え、自分が表したい動きを表現することに関する学習内容に着目する。

以上から本研究では、創作物の動きを表現する手法として情報技術を活用し、児童の活動範囲を広げることが

目的とする。本授業に利用できる教材として、手動または組込型マイコンによって動く「動作表現型ロボット」を提案し、小学校における研究授業の結果に基づいて、図画工作科で活用できる可能性と、児童の情報技術を利用した動きの表現方法の理解度について考察する。

2. 動作表現型ロボット

2.1 図画工作科との関係

小学校では各学年において、身近な材料を用いて「動くおもちゃ」を作る授業が多く実践されている。例えば、低学年では風の力を利用して動く風車や輪ゴムの力で動く車などが教材例としてあげられる。また、第5学年ではリンクの仕組みを利用した機構工作があり、ダンボールなどの材料を使い、リンク機構を理解しつつ、工作したものが動くという完成の喜びを味わうことをねらいとする学習内容がある。

動きを形に結びつける過程を児童にゆだねることによって、創造性に満ちた広がりのある活動を期待することができる。自ら作ったものが動くことは児童にとって大きな魅力をもつ¹⁰⁾。情報環境が整備され、総合的な学習の時間などにおける情報教育が多く実践されるとともに、タイピングや文書作成、プレゼンテーションなどに必要とされるコンピュータ・リテラシー教育も充実していることを鑑みて、本研究では、従来から行われてきた手動で動きを表現する方法に加え、その手段に情報技術を適用することを考える。

2.2 動作表現型ロボットの構成

前節で述べた学習内容を実現するロボット教材は、児童自身が製作できることを前提とし、その要件は、

- (1) 動きを表現する駆動方法としてモータのみを使用
- (2) 手動部には簡単な電気回路
- (3) 手動またはコンピュータを使って動きを表現し、

*鳴門教育大学生活・健康系(技術)教育講座

**藤沢市立駒寄小学校

***鳴門教育大学附属小学校

両者を容易に切り替え可能

(4) 児童の個性が活かせる創作部を脱着可能である。これらを満たすロボット教材として「動作表現型ロボット」を提案する。

図1に示すように本ロボット教材は、駆動部、手動部、創作部、及び、コンピュータによる再現部から構成される。児童は、組込型マイコンが含まれる再現部を除く各部分を製作できる。

駆動部は、元八戸第三中学校（青森県）の下山大教諭が小学生対象のロボット教室用に開発した「ザリガニロボット」と呼ばれる教材に基づいて構成する。図2に示すように軽量プラスチック製三角柱を水平に配置し、その左右に2個ずつモータ（定格1.5V）を両面テープで貼り付け固定する。各モータの回転軸に自転車用虫ゴムを装着し、ギアを介することなく移動できる。各モータの電極に積層セラミックコンデンサ（0.1 μ F）を取り付け、回転子から発生するノイズを吸収させ、組込型マイコン回路に対するノイズの影響を減少させる。

手動部には、左右のモータ毎に正逆転できるように2個の自動復帰型3Pスイッチを備え、簡単なスイッチ操作でロボットを前後方向に移動させ、左右に回転させることもできる。図3に駆動部と手動部の回路図を示す。

創作部は、前記三角柱の上部に覆いかぶせるような形状とし、軽量であれば自由な素材で創作することができ、駆動部との脱着は容易である。

組込型マイコンを利用した動きの再現部は、制御教育用に設計された自律型ロボット教材「梵天丸」（メカトロで遊ぶ会、<http://toro.inrof.org/>）のマイコン制御部のみを利用する³⁾。駆動部と手動部、コンピュータによる再現部は、図1に示すように4ピン型コネクタによって容易に接続を切り替えることができる。

ロボットの動きは、PC上で動作するGUI型統合開発環境を使って「まきもの」と呼ばれる簡易制御用プログラム言語で作成し、コンパイルした後、制御部に含まれるワンチップの組込型マイコン（PIC16F84）の不揮発性メモリに書き込まれる。この言語は、主にひらがなで表記するため小学生にも十分対応可能である。

2. 3 動作表現型ロボットの製作

動作表現型ロボットの駆動部、手動部、及び、再現部の製作例を図4に示す。駆動部と手動部は、山崎教育システム株式会社から提供されている「プチロボット」の部品を改良して製作する¹¹⁾。駆動部に電力を供給する4本の配線コードは、本体の三角柱に結束バンドを用いて固定され、半田付けされた端子に直接力が加わらないようにする（図4(a)）。モータの回転方向を示すラベルを手動部に添付し、スイッチを含む基板にスペーサを取り付け操作性を高めている（図4(b)）。

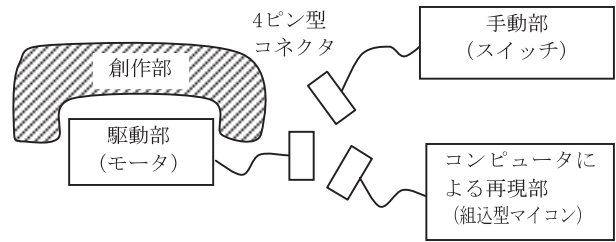
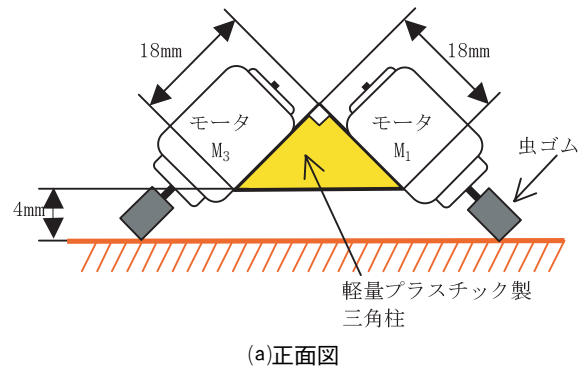
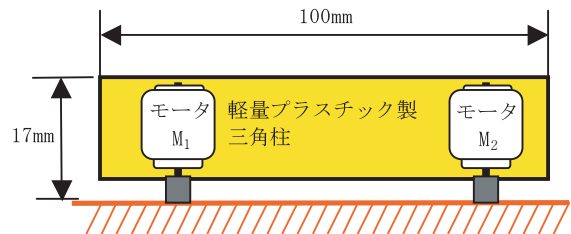


図1 動作表現型ロボットの構成



(a)正面図



(b)側面図

図2 駆動部の構造

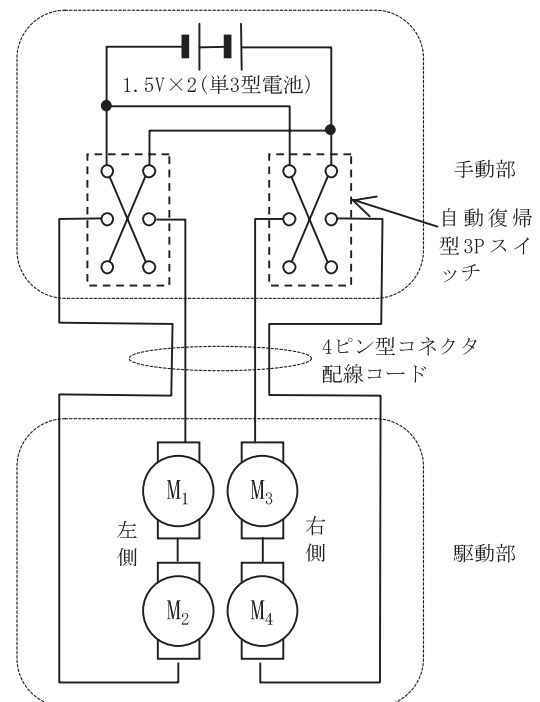


図3 駆動部と手動部の回路図

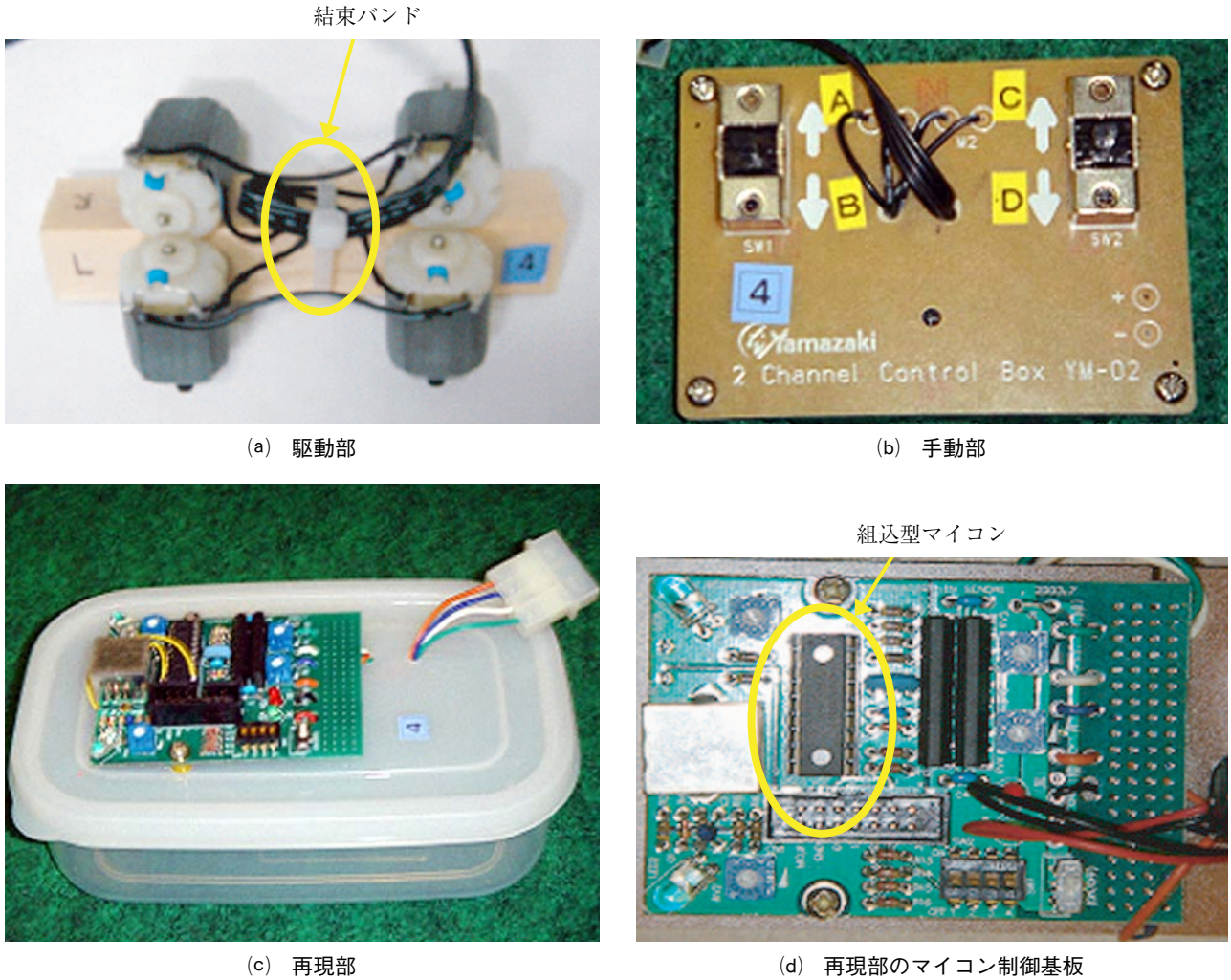


図4 動作表現型ロボットの製作例

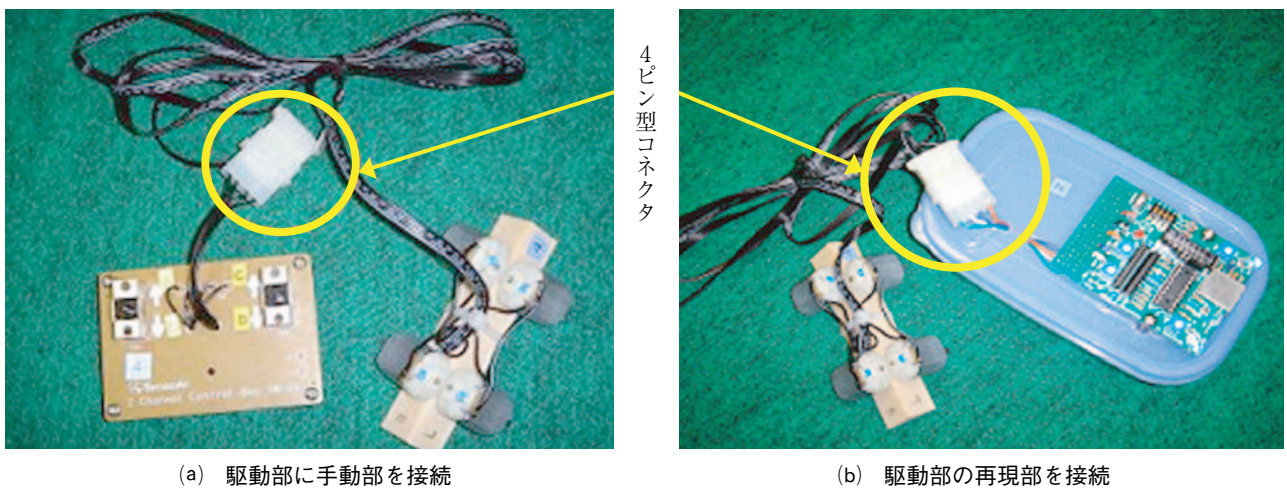


図5 手動部と再現部の切り替え方法

図4(c)に示す再現部は、食品などを保存するプラスチック製容器（90×160×40 [mm]）を利用して製作する。ふたの部分に「梵天丸」のマイコン制御基板（図4(d)）を取り付け、容器内部に単3型乾電池2本を収納する。児童が手動部と再現部を容易に切り替えできるよう

に、各部に4ピン型コネクタを取り付ける（図5）。本コネクタは、PC内部のハードディスクなどの電源コネクタと同一規格であり入手性は高い。

創作部は、ペットボトルや梱包材、装飾用品などの身近な素材を利用して製作する。表1と表2に、4種類の

表1 創作部の製作例(1)




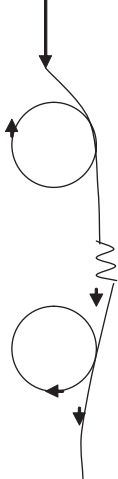




名称	ザリガニ	イヌ				
形状						
製作方法	<p>500mlペットボトルを半分に切断したものに赤のカラースプレーで色を付け、はさみは紙皿、ひげはモール、足はプレゼントのラッピングなどによく使われているひもを使用した。</p>	<p>500mlペットボトルを半分に切断したものにフェルトを巻きつけ、やわらかさを出すためにペットボトルとフェルトの間に綿を入れた。尻尾と耳に毛糸を用いた。</p>				
プログラム	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>: はじめのだん ぜんしん 2, 2 じかん20で: 2のだん : 2のだん みぎさがれ 6 じかん1で : 3のだん : 3のだん ひだりさがれ 6 じかん1で: 4のだん : 4のだん みぎさがれ 6 じかん1で: 5のだん : 5のだん ひだりさがれ 6 じかん1で: 6のだん : 6のだん みぎさがれ 6 じかん1で: 7のだん : 7のだん ひだりさがれ 6 じかん1で: 8のだん : 8のだん みぎさがれ 6 じかん1で: 9のだん</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>: 9のだん ひだりさがれ 6 じかん1で: 10のだん : 10のだん とまれ</p> </td> </tr> </table>	<p>: はじめのだん ぜんしん 2, 2 じかん20で: 2のだん : 2のだん みぎさがれ 6 じかん1で : 3のだん : 3のだん ひだりさがれ 6 じかん1で: 4のだん : 4のだん みぎさがれ 6 じかん1で: 5のだん : 5のだん ひだりさがれ 6 じかん1で: 6のだん : 6のだん みぎさがれ 6 じかん1で: 7のだん : 7のだん ひだりさがれ 6 じかん1で: 8のだん : 8のだん みぎさがれ 6 じかん1で: 9のだん</p>	<p>: 9のだん ひだりさがれ 6 じかん1で: 10のだん : 10のだん とまれ</p>	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>: はじめのだん ぜんしん 2, 2 じかん10で: 2のだん : 2のだん ぜんしん 6, 3 じかん22で: 3のだん : 3のだん ぜんしん 2, 2 じかん20で: 4のだん : 4のだん みぎまわれ 3, 3 じかん1で: 5のだん : 5のだん ひだりまわれ 3, 3 じかん1で: 6のだん : 6のだん みぎまわれ 3, 3 じかん1で: 7のだん : 7のだん ひだりまわれ 3, 3 じかん1で: 8のだん : 8のだん みぎまわれ 3, 3 じかん1で: 9のだん</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>: 9のだん ぜんしん 2, 2 じかん10で: 10のだん : 10のだん ぜんしん 6, 3 じかん30で: 11のだん : 11のだん ぜんしん 2, 2 じかん20で: 12のだん : 12のだん とまれ</p> </td> </tr> </table>	<p>: はじめのだん ぜんしん 2, 2 じかん10で: 2のだん : 2のだん ぜんしん 6, 3 じかん22で: 3のだん : 3のだん ぜんしん 2, 2 じかん20で: 4のだん : 4のだん みぎまわれ 3, 3 じかん1で: 5のだん : 5のだん ひだりまわれ 3, 3 じかん1で: 6のだん : 6のだん みぎまわれ 3, 3 じかん1で: 7のだん : 7のだん ひだりまわれ 3, 3 じかん1で: 8のだん : 8のだん みぎまわれ 3, 3 じかん1で: 9のだん</p>	<p>: 9のだん ぜんしん 2, 2 じかん10で: 10のだん : 10のだん ぜんしん 6, 3 じかん30で: 11のだん : 11のだん ぜんしん 2, 2 じかん20で: 12のだん : 12のだん とまれ</p>
<p>: はじめのだん ぜんしん 2, 2 じかん20で: 2のだん : 2のだん みぎさがれ 6 じかん1で : 3のだん : 3のだん ひだりさがれ 6 じかん1で: 4のだん : 4のだん みぎさがれ 6 じかん1で: 5のだん : 5のだん ひだりさがれ 6 じかん1で: 6のだん : 6のだん みぎさがれ 6 じかん1で: 7のだん : 7のだん ひだりさがれ 6 じかん1で: 8のだん : 8のだん みぎさがれ 6 じかん1で: 9のだん</p>	<p>: 9のだん ひだりさがれ 6 じかん1で: 10のだん : 10のだん とまれ</p>					
<p>: はじめのだん ぜんしん 2, 2 じかん10で: 2のだん : 2のだん ぜんしん 6, 3 じかん22で: 3のだん : 3のだん ぜんしん 2, 2 じかん20で: 4のだん : 4のだん みぎまわれ 3, 3 じかん1で: 5のだん : 5のだん ひだりまわれ 3, 3 じかん1で: 6のだん : 6のだん みぎまわれ 3, 3 じかん1で: 7のだん : 7のだん ひだりまわれ 3, 3 じかん1で: 8のだん : 8のだん みぎまわれ 3, 3 じかん1で: 9のだん</p>	<p>: 9のだん ぜんしん 2, 2 じかん10で: 10のだん : 10のだん ぜんしん 6, 3 じかん30で: 11のだん : 11のだん ぜんしん 2, 2 じかん20で: 12のだん : 12のだん とまれ</p>					
動き						

表2 創作部の製作例(2)

名称	ネズミ	サカナ
形状		
製作方法	<p>500mlペットボトルを半分に切断したものにフェルトを巻きつけ、やわらかさを出すためにペットボトルとフェルトの間に綿を入れた。尻尾にモールを用いた。</p>	<p>500mlペットボトルを半分に切断し、青のカラーズプレーで色を付け、上からエアークラップを貼り付けた。</p>
プログラム	<pre> :はじめのだん みぎまわれ 2, 2 じかん1で: 2のだん : 2のだん ひだりまわれ 2, 2 じかん1で: 3のだん : 3のだん みぎまわれ 2, 2 じかん1で: 4のだん : 4のだん ひだりまわれ 2, 2 じかん1で: 5のだん : 5のだん みぎまわれ 2, 2 じかん1で: 6のだん : 6のだん ぜんしん 7, 7 じかん10で:はじめのだん 4かいめで: 7のだん : 7のだん とまれ </pre>	<pre> :はじめのだん ぜんしん 3, 3 じかん20で: 2のだん : 2のだん ぜんしん 5, 5 じかん10で: 3のだん : 3のだん みぎよれ 7 じかん2で: 4のだん : 4のだん ひだりよれ 7 じかん2で: 5のだん : 5のだん みぎよれ 7 じかん2で: 6のだん : 6のだん ひだりよれ 7 じかん2で: 7のだん : 7のだん みぎよれ 7 じかん2で: 8のだん : 8のだん ひだりよれ 7 じかん2で: 9のだん : 9のだん とまれ </pre>
動き		

創作部の名称、形状、創作部に対応する動きを実現するプログラム、及び、動きの概要を示す。「まきもの」で記述されたプログラムは、「だん（段）」に動きを示す「こうどう（行動）」が一つあり、その「だん」を実行している間は、「じょうけん（条件）」を調べながら、その「こうどう」を続ける。「じょうけん」を満たすと指定された「だん」に実行が移る。二つ以上の「じょうけん」を設定することもできる。

「だん」には、「：」で始まる「だんめい（段名）」をつける。ここで用いている「こうどう」は、プログラムの実行終了、前進、後退、右または左回り前進、右または左回転などに、左右のモータに伝えるパワー値（1～7）を設定する。「じょうけん」では、「じかん」に待ち時間を0.1秒単位で設定する。

3. 研究授業に基づく調査

創作物の動作表現方法の一つとして図画工作科の授業に情報技術を取り入れることのできる可能性について調査した。本研究において考案した「動作表現型ロボット」を教材として用いた研究授業を実施し、児童の意識を調

査し、その結果について考察する¹¹⁾¹²⁾。

3. 1 調査方法

表1と表2に示した創作部に加えワニなどの生き物をモチーフとした創作部5種類を選択的に構成できるよう

表3 調査の概要

学校名	国立N小学校	公立A小学校
調査日時	平成16年12月22日 第2校時	平成16年12月15日 第3校時
対象児童	第4学年38名 (男子18名, 女子20名)	第4学年15名 (男子10名, 女子5名)
調査方法	1時間授業(45分)の中で使い方の説明と各班(10名)に1体ずつ動作表現型ロボットを配布して実際に動かしてみる。その後、児童自身によるアンケート調査を行った。形式は4者択一形式と記述式。	1時間授業(45分)の中で使い方の説明と各班(5名)に1体ずつ動作表現型ロボットを配布して実際に動かしてみる。その中で、個人に対しての聞き取り調査を行った。

表4 学習指導案(国立N小学校)

1 単元・題材 ロボットを動かそう!!			
2 本時の目標			
(1) 班活動を行う中で自分の考えを積極的に言ったり、仲間の意見を尊重したりできるようになる。			
(2) 自分が表したい動きを表現する中で、コンピュータで表現できる動きと手動による動きの違いを理解することができる。			
3 展開			
時間	児童の活動	指導上の留意点	評価
5分	1 本時のめあてを確認する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">班で協力してロボットを動かしてみよう!</div>	1 児童がめあてを意識できるような説明を行う。	○めあてをつかむことができたか。(観察)
15分	2 教師の示すロボットの動きを見て、自分だったらどのような物を作りたいか想像し班の中で発表し合う。 ○手動部を使い、想像した動きを確認する。	2 手動部を使つての動きと再現部を使つての動きの両方を例示する。 ○話し合いの際、どのようにすればスムーズに進むかを助言する。	○手動とコンピュータの動きの違いが理解できているか。(発表)
15分	3 各班に異なった創作部を一体ずつ配布し、それに合った動きを手動部で表現した後、再現部による動きと比べる。	3 各班似た動きにならないように、4班分の創作部を用意する。 ○机間指導を行い、全児童積極的に取り組んでいるかを確認する。	○自分の考えを積極的に言ったり、仲間の意見を尊重したりしているか。(机間指導)
10分	4 アンケートの記入を行う。	4 一つのところで時間をとり過ぎないように、効率よく記入を進めるよう助言する。	

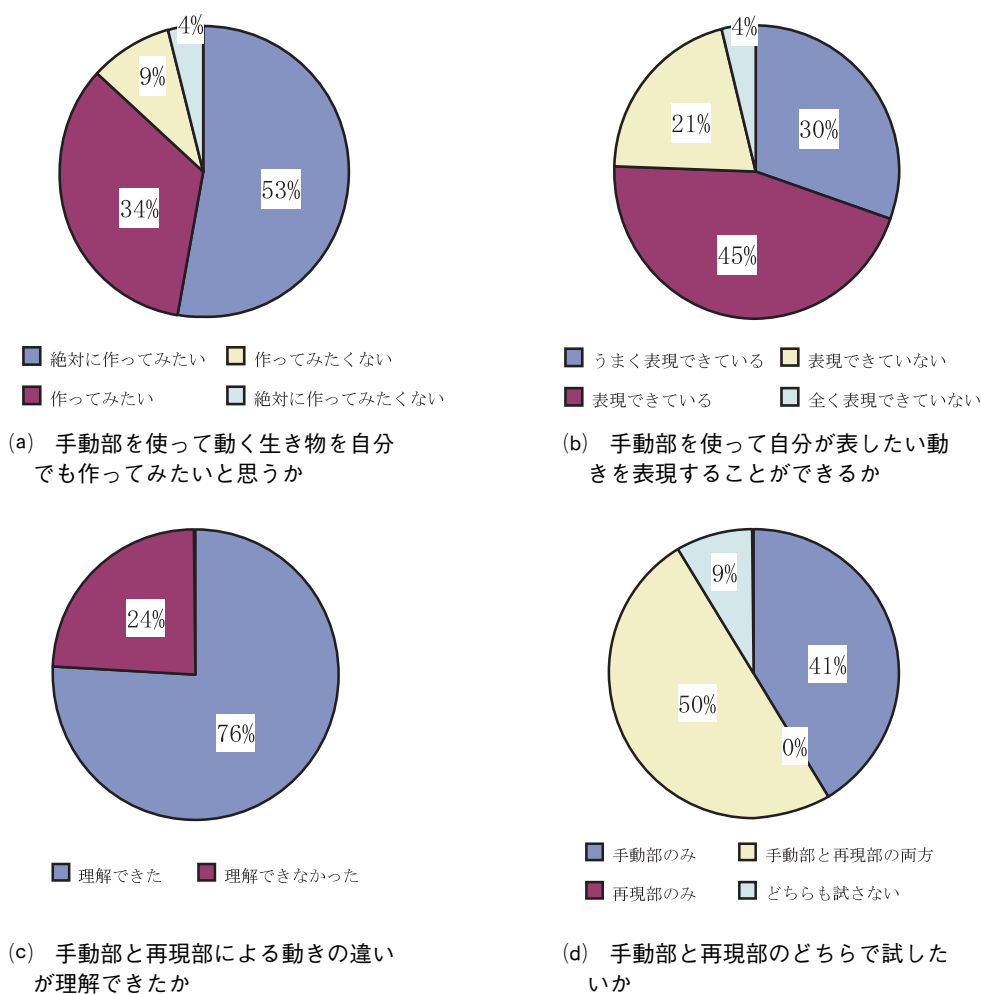


図6 研究授業後のアンケート調査の結果

に「動作表現型ロボット」4台を試作した。その後、国立N小学校と公立A小学校の第4学年児童計53名を対象として図画工作科の研究授業（各45分間）を平成16年12月に2回実施した。各小学校における調査方法を表3に示し、N小学校における研究授業の学習指導案を表4に示す。調査は、授業後にアンケート形式と聞き取り方式で実施した。

3. 2 調査結果と考察

国立N小学校と公立A小学校に共通する調査項目として4項目に着目し、この教材に対する児童の意見や感想をまとめた結果を図6にまとめる。図6(a)に示す「手動部を使って動く生き物を自分でも作ってみたいと思うか」という質問項目に対する結果より、このようなロボットを作ってみたいと回答した児童は87%に達し、強い期待がよせられた。

さらに、「どのようなものを作りたいか。また、どんな材料を使いたいか」という自由記述方式の回答では、ネコ、イヌ、クマなどの動物をはじめ、ニワトリ、コウモリなどの鳥類、また、恐竜やドラゴンなど架空の生き

物など、児童の個性あふれる発想が見られた。使いたい材料としては、ペットボトル、針金、空き箱、発泡スチロールなど、児童の身近にある入手しやすいものや加工しやすいものに意見が多かった。この結果から、創作物として作りたい生き物やその材料に関する具体的な意見も多数あり、個性あふれる発想を創作物に活かせることがわかった。

図6(b)に示す「手動部を使って自分が表したい動きを表現することができるか」という質問項目に対する結果より、75%の児童が自分の表現したいようにロボットを動かすことができたと回答した。2個のスイッチのみの単純な操作方法なため、2、3度使うと慣れた様子であった。思うように動かせなかった理由として「細かい動きとスイッチの操作が合わない」、「配線コードが邪魔をされていて思うように動かせない」などの意見があり、今後、ロボット本体に改良を加える必要がある。

図6(c)に示す「手動部と再現部による動きの違いが理解できたか」という質問項目に対する結果より、両者による動きの違いが理解できたと回答した児童は76%であった。コンピュータを使うと再現性が高く、細かい動き

が表現できるという長所と、すぐに動きを作ることができないという短所に気付いた児童もいた。一方、理解できなかったと回答した児童は24%にのぼり、手動部と再現部の差異に関する説明不足があったと推測される。

また、手動とコンピュータによる動きの違いに興味を示し、両手段で自分の創作物を動かしたいと回答した児童は50%いた(図6(d))。児童の取り巻く生活環境においても情報機器が普及し、動きを表現する方法の一つとして情報技術を活用することに問題の少ないことが明らかとなった。

4. まとめ

本研究では、創作物の動きを表現する手法として情報技術を取り入れることを考え、図画工作科を対象とする具体的な教材として「動作表現型ロボット」を提案し、製作例を示した。さらに、本ロボットを教材として用いた小学校における研究授業後に実施した児童の意識調査の結果より、図画工作科における創作物の動作表現に対して情報技術を適用可能であることが明らかとなった。

今後、全体的な学習指導計画の立案と「動作表現型ロボット」の製作過程における詳細な指導方法について検討する必要がある。

参考文献

- 1) 今野金顕, マイコン技術教科書 H8 編, CQ 出版社, 2002年.
- 2) 河西真史, 鶴見恵一, 山本健一, PIC マイコンによるメカトロニクス入門, CQ 出版社, 2005年.
- 3) 水谷好成, 岩本正敏, 教育用ロボット梵天丸を用いた創造性の教育, 応用物理教育, 第27巻, 1号, 2003年, pp.79-83.
- 4) 石塚仁志, 組立分解可能型ロボット教材を用いた情報技術教育に関する研究, 鳴門教育大学学校教育学部学校教育教員養成課程小学校教育専修技術科教育コース, 平成15年度卒業論文, 2004年.
- 5) 石塚仁志, 伊藤陽介, 菊地章, 大泉計, ロボカップジュニア・レスキューを目標とした情報技術教育の構築, 日本産業技術教育学会第20回情報分科会(宇都宮)研究発表会講演論文集, 2004年, pp.21-24.
- 6) 水谷好成, 岩本正敏, LED 制御装置いろは姫を使った小学校における総合的な学習の授業実践, 日本産業技術教育学会第20回情報分科会(宇都宮)研究発表会講演論文集, 2004年, pp.41-44.
- 7) 平松宗, 実践的・体験的な活動を通して, 「生きる力」をはぐくむ授業の創造—工夫・創造の評価に留意した「オートマ君」を使った制御学習の実践—, 理論と実践, 全日本中学校技術・家庭科研究会, 第41号, 2003年, pp.70-73.
- 8) 石塚仁志, 伊藤陽介, 計測・制御用プログラム言語 NQC 入門, 鳴門教育大学附属中学校, 2005年.
- 9) 文部省, 小学校学習指導要領解説 図画工作編, 日本文京出版, 1999年.
- 10) 図画工作 5・6上 教師用指導書 上巻 実践編/研究編, 日本文教出版, 2002年.
- 11) 鈴木良子, 図画工作科における情報技術の活用, 鳴門教育大学学校教育学部学校教育教員養成課程小学校教育専修技術科教育コース, 平成16年度卒業論文, 2005年.
- 12) 伊藤陽介, 鈴木良子, 森裕二郎, 菊地章, 情報技術を活用した図画工作科における創造物の動作表現, 日本産業技術教育学会第48回全国大会講演要旨集, 2005年, p.113.

Use of information technology for expressing motion of creative object

Yosuke ITO*, Ryoko SUZUKI** and Yujiro MORI***

Educational content of the drawing and handicrafts has generally divided into two areas of “Expression” and “Appreciation” as being provided by the elementary school course of study. This research focuses on the former content of study concerning the expression of motion which pupils want to produce with feeling, seeing, and imagination and so on. The purpose is to use the information technology as a technique for expressing the motion of a creative object in order to expand pupils’ activity range. A motion-expression-type robot is proposed as the teaching material that can be used in the class of the drawing and handicrafts. The pupil can make the robot move by either a manual operation or an embedded microcomputer. The possibility to be able to apply the proposed robot to the drawing and handicrafts is considered. The understanding level of the expression of the motion by the information technology is also investigated by using the robot. As a result of the research class in the elementary school, it has been clear to be able to apply the information technology to express the motion of the creative object.

*Department of Health and Living Sciences Education (Technology), Naruto University of Education

**Komayori Elementary School, Fujisawa-city, Kanagawa

***Elementary School Attached to Naruto University of Education