

群 教 ゼ	G07 - 03
	平14.205集

赤ずきんちゃんを救うぞ！工夫と努力の勝負！

主 題 問題解決能力を高める技術分野の指導の工夫
- マインドストームを用いたロボコンテストを
取り入れて -



長期研修員 岡田 朝夫 (問題解決班)

研究の概要 中学3年生技術・家庭科技術分野の学習で、マインドストームを用いたロボコンテスト(以下ロボコンと記す)を取り入れた。問題解決能力を高めるために、授業実践において、「教材・教具」、「学習過程」、「自己評価」、の3つの面から指導の工夫を行った。その結果、生徒はプログラミング、ロボットの組み立て、ロボコンなどの活動を通して自ら課題を解決していくことができ、問題解決能力を高めることができた。

キーワード 【技術系 - 中 問題解決学習 問題解決能力 主体的活動】

はじめに

研究の背景

技術・家庭科の学習では、生活を営む上で生じる課題に対して、生徒自ら考え、自ら判断し、課題を解決していく力を身につけるために、実習・製作を通して問題解決能力を高める指導を工夫することが求められている。

そこで、県内中学校の中から18校を抽出し、技術担当教師、中学1・3年生を対象に、アンケートを行った。その結果、題材を指導していく中で、製作段階では問題解決的な学習があまり行われていないことがわかった。課題の1つとして、生徒の生活経験の不足から、製作での失敗が多くなり、結果として時間がかかってしまうことが上げられた。また、生徒が製作をしていく過程では、見通しを持って作業に取り組んだり、製作の状況を確認しながら作業を進める生徒が少ないことがわかった。この結果から、製作段階においても効果的に問題解決的な学習を展開することや、生徒に見通しの持たせ方や状況の確認のさせ方を工夫することが大切であると考えた。

これらことから、アンケートにおける課題を踏まえながら、問題解決能力を高めるための指導の工夫についての研究を行った。

なぜマインドストームを用いたロボコンを導入？

ロボコンは、テーマに向けてロボット製作を行うことで、課題を解決していく過程で問題解決能力を高めることができると考えられる。そこで、アンケートに見られる課題を解決しながらロボコンを行うために、「部品の組み合わせや分解・組立てを容易に行うことができる」、「アイコンを貼り付けるだけで制御プログラムを作成でき、アルゴリズムの考え方も理解しやすい」などの良さを持つ、マインドストーム(図1)を取り入れることを考えた。



図1 本研究で使用したマインドストーム

マインドストームを用いたロボコンを取り入れるための工夫により効果的に問題解決的な学習を進めることで、生徒自ら課題解決を行いながら本主題に迫れると考えた。

問題解決能力を高めるための工夫

工夫1 教材・教具の工夫

ロボット製作・ロボコンに向けて、次のような教材・教具を工夫する。ロボット製作用手引き書、プログラム作成用手引き書、いろんなロボットの資料、ロボットの見本、ブロックの組み合わせ方の資料、ワークシートなどを作成する。

教材・教具を工夫することにより、生徒がマインドストームを使って自走ロボットの製作・ロボコンができるようにする。

工夫2 学習過程の工夫

基礎学習において、マインドストームを用いたロボット製作を行うための基礎的な知識・技能をしっかりと押さえる。その後、自走ロボットを完成させるまでに、課題の設定、解決方法の検討、解決のための計画、課題の解決、反省・評価という5つの学習ステップで学習を進めていく。

学習過程を工夫することにより、ロボット製作を進める上での自己の課題を自ら解決できるようにする。

工夫3 評価の工夫

基本学習と5つの学習ステップの間にデジタルポートフォリオによる自己評価を位置付ける。

自己評価を工夫することにより、生徒自ら学習ステップをつないでいけるようにする。

本研究の内容

1 問題解決能力を高めるまでの構想

技術・家庭科における問題解決能力とは、生活を営む上で生じる課題に対して、自ら考え、自ら判断し、課題を解決できる能力である。したがって、課題を解決するに至るまでに段階的にかかわる能力すべてを含んだものであると考える。

このような能力を高めるために、マインドストームを用いたロボコンを取り入れ、生徒自ら課題解決していけるように指導を工夫す

ることで、「テーマに向けて自己の課題を設定する力」、「様々な角度から考え、工夫し創造しながら自己の課題解決を図る力」、「見通しを持ち、計画的に学習を進めながら、自分なりに工夫していく力」、「自己の課題解決に向けて取り組んだ結果に対して評価できる力」、などを高めることができると考えた。

本研究では、自走ロボットを製作しながら技術とものづくり(5)、情報とコンピュータ(6)の学習内容を学習できるように、マインドストームを用いたロボコンを行う。そして、「自走ロボットで赤ずきんちゃんを救え!」というロボコンのテーマに向けて、自走ロボットの製作を行う。マインドストームを用いたロボコンを行うにあたり、「生徒がマインドストームを使ってロボコンができるようになるための教材・教具」、「ロボット製作を進める上での自己の課題を自ら解決していくための基本学習と5つの学習ステップ」、「次の学習に対する見通しを持つための自己評価」の3つの工夫を行う。

(1)ロボット製作・ロボコンに向けて、生徒が学習課題を明確にし、学習の見通しを持てるように、教材・教具を工夫する。

(2)ロボットを製作していく道筋となり、それぞれのステップでの課題を解決していくことで自己の課題を解決していけるように、基本学習と5つの学習ステップを工夫する。

(3)自己の製作状況や製作進度を自ら把握し、生徒自ら次の学習に対する見通しが持てるように、デジタルポートフォリオによる自己評価を工夫する。

これらの工夫を組み合わせることで、生徒自ら課題解決を行っていくことができ、問題解決能力を高めることができると考えた。

図2に本研究の構想図を示す。

問題解決能力を高める学習

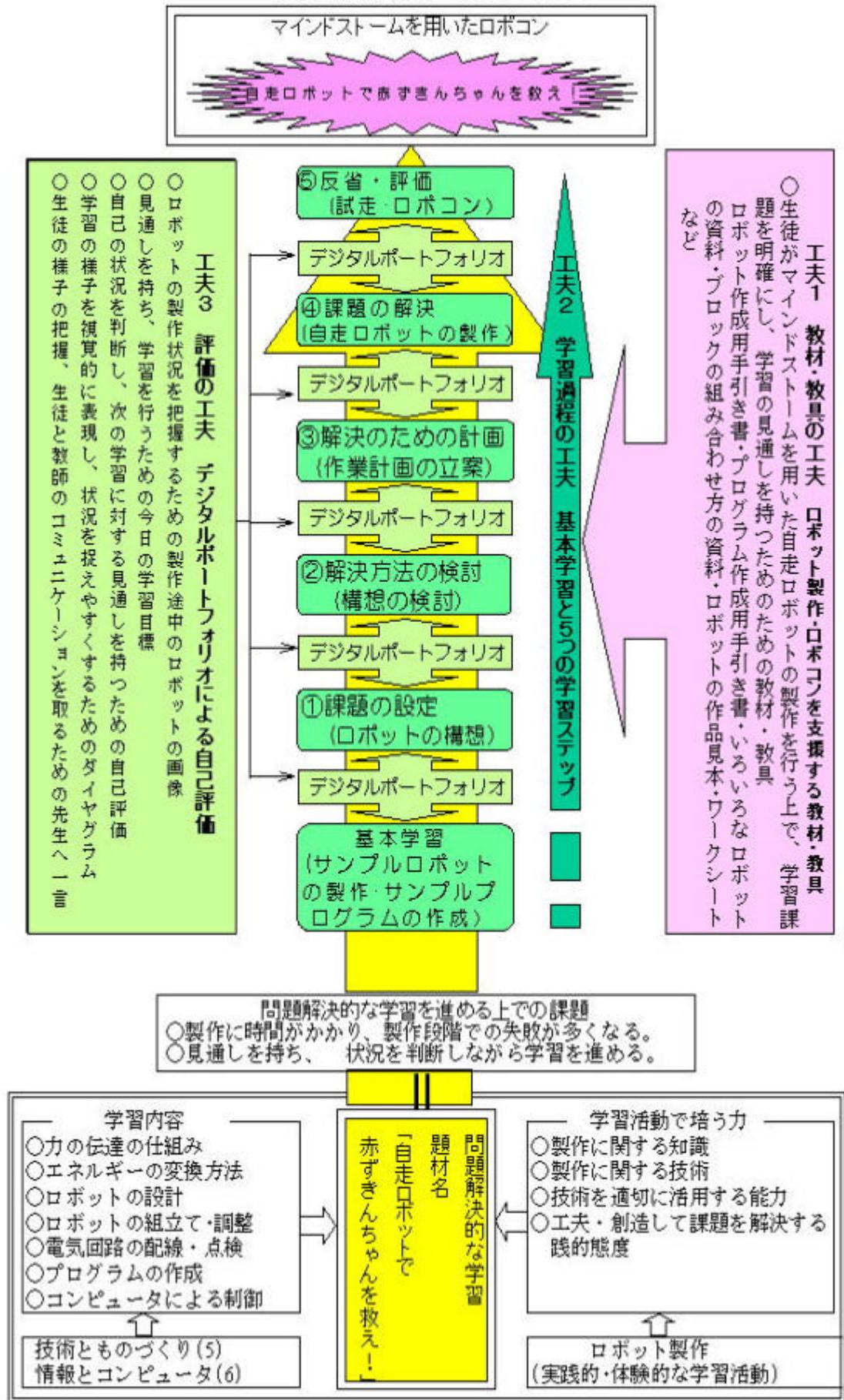


図2 問題解決能力を高めるまでの構想図

2 ロボコンの概要

高さの異なる丸太を置き、スロープを作成した、幅900mm、長さ2700mm、高さ150mmのコースを使用した(図3)。ゴールには白のテープを貼り、赤ずきんちゃんとおおかみのぬいぐるみを置いた。ロボットの形や大きさなどは特に制限を設けず、スタートエリアから自走ロボットを走らせ、後輪がゴールラインを通過するまでのタイムを競うことにした。競技は2回行い、1回目と2回目の間に調整・修正する時間を10分設定した。良い方のタイムを採用して、一番早くゴールできた自走ロボットを優勝とし、タイム差が少ない場合は決定戦を行うことにした。ロボットの仕組みやプログラムの内容に独自の工夫の見られる作品に対して、アイデア賞を設けた。

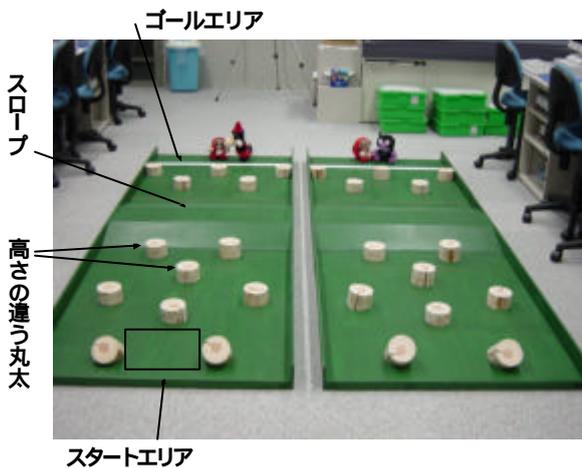


図3 ロボコンのコース

3 ロボット製作・ロボコンを支援する教材・教具

マインドストームを用いたロボコンを取り入れるにあたり、次のような教材・教具を工夫した。ロボットを組み立てられるように「ロボット作成用手続き書(図4)」を自作した。サンプルロボットを組み立てながら、使用する部品とその使い方、組み立て方など、生徒が自らロボットを組み立てる上で必要となる基礎的な知識・技能を学習できるようにした。制御プログラムを作成してロボットを動作させることができるように、「プログラム作成用手続き書(図5)」を自作した。プログラム作成用手続き書に沿って学習を進め、課題として示したロボットの動きを実現するための制御プ

ログラムを作成を通して、自走ロボットをゴールさせる上で必要となる順次・反復・分岐などの手順を学習できるようにした。アイコンの貼り付け、プログラムの保存・呼び出し・転送、コンピュータとセンサ・モータとの接続などの基礎的な知識・技能を学習できるようにした。自走ロボットのイメージを広げられるように10種類のロボット画像(いろいろなロボットの資料)、ロボットの工夫するポイントをつかめるように形、ギア比、足回り、タッチセンサ部の仕組みが異なる3つのロボット(ロボットの見本)、学習への見通しを持って取り組めるようにワークシートなどを作成した。



図4 ロボット製作用手続き書

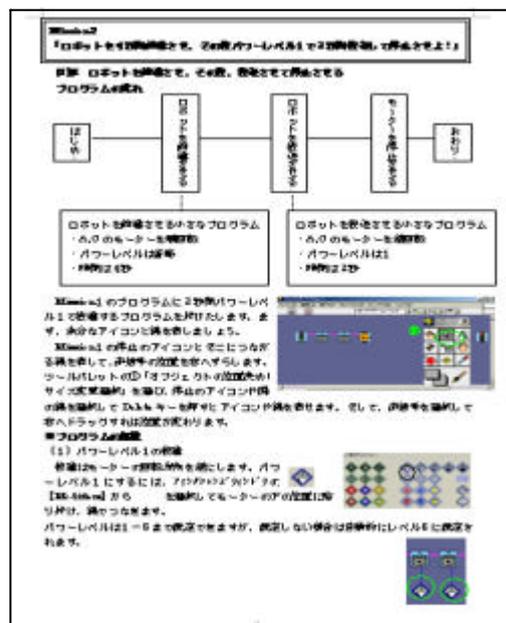


図5 プログラム作成用手続き書

4 基本学習と5つの学習ステップ

基本学習では、サンプルロボットを組み立て、プログラム作成手順書に沿って学習を進めながら、マインドストームで自走ロボットを製作するために必要な基礎的な知識・技能をしっかりと押さえる。

その後、「課題の解決」「解決方法の検討」「解決のための計画」「課題の解決」「反省・評価」という5つの学習ステップでロボット製作を行う。それぞれのステップでの課題を1つ1つ解決しながら学習していくことで、生徒自ら自走ロボットを作り上げられるようにする。

「課題の解決」では、ロボコンのテーマに向けて、自走ロボットの構想を立て、自己のテーマを設定する。自己のテーマ、テーマに向けての工夫点を考えていくことで、自己の学習課題が明確になるようにする。

「解決方法の検討」では、自己の構想を練り上げる。自己の課題を解決するための方法を検討しまとめることで、自走ロボットの製作に向けて見通しが持てるようにする。

形、ギア比、足回り、タッチセンサ部の仕組みが異なるロボットの見本(図6)を提示する。ロボットの見本に見られる工夫点やその目的をまとめていくことで、生徒自らロボットの工夫するポイントをつかめるようにする。



図6 ロボットの見本

「解決のための計画」では、作業計画を立てる。作業内容や順序、チェック項目をまとめることで、計画的に学習を行えるようにする。

「課題の解決」では、ロボットの組立てや制御プログラムの作成・実行を行う。

「反省・評価」では、自走ロボットを作り上

げ、ロボコン、学習のまとめを行う。

試走を行うことで、自己の課題の解決状況を認識し、問題点や新たな課題を把握できるようにする。学習全体を振り返り、自己の課題を解決するために取り組んだ結果について反省・評価を行う。

5 デジタルポートフォリオによる自己評価

ロボット製作の5つの学習ステップの間に自己評価を位置付ける。本研究では、ロボットの形が変化していくため、自己評価する上で製作途中のロボットの画像を正確に記録していく必要が出てくる。そこで、画像をもとに製作状況を把握していくために、デジタルポートフォリオを利用した(図7)。このことにより、短時間で生徒の状況を把握できる、再編集ができる、データの蓄積や記録が容易にできる、保管に場所を取らない、作品を検索できる、複製が容易にできる、評価と作品を関連づけることができる、データの集計がしやすい、総合的な評価を自動的に出すことが可能であるなどの利点が考えられる。

画面構成は表計算ソフトで作成し、内容は次のような5つの構成にした。

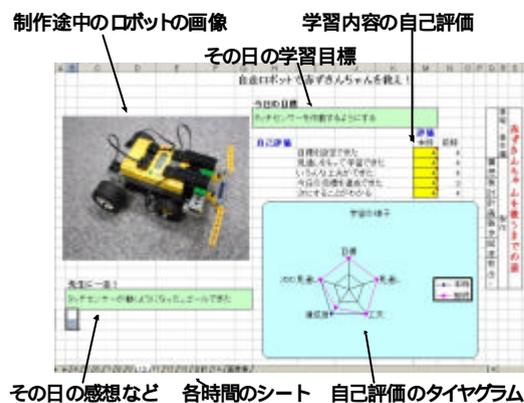


図7 デジタルポートフォリオ

その日の自己の課題を明確にし、見通しを持って学習を行えるように、「今日の目標」を設定するようにした。

ロボットの製作状況を把握する、工夫した過程を振り返る、ロボットの以前の状態を確認したり元の状態に戻したりできるようにするために、製作途中の「ロボットの画像」を記録するようにした。

その日の学習について、「自己の学習目標が持てたか」「学習に対する見通しを持って取り組めたか」「課題の解決方法が適切かどうか判断しながら取り組めたか」「課題の解決状況はどう」「次の学習に対する見通しが持てたか」について振り返ることができるように、自己評価を行う項目をあらかじめ決めた。それぞれの項目について、1から4までの基準となる学習の様子が文章で表示されるようにした。

自己の学習内容を全体的に捉えやすくするために、自己評価の結果がダイアグラムで表示されるようにした。

授業中に教師に相談できなかったことや、困っていることなど、教師に伝えたいことが把握できるように「先生へ一言」を記入する場所を作った。(詳細は資料編を参照)

授業実践

1 本題材の指導目標

ロボット製作・ロボコンを通して、ロボットの動く仕組みや動力伝達の仕組み、制御プログラムなどの基礎的な知識・技能を習得するとともに、自ら課題解決を行いながら問題解決能力を高め、生活に役立つ工夫し創造する能力と実践的な態度を身に付ける。

2 評価規準

<生活や技術への関心・意欲・態度>

赤ずきんちゃんを救うための自らの構想を実現させるために、ロボットの動く仕組みやそれを制御するプログラムに興味を持ち、粘り強く取り組んでいる。

<生活を工夫し創造する能力>

ロボットが障害物をよけながらゴールへ到達するために、実際の動作から課題の解決状況を判断したり、新たな課題を見つけて解決していくなど、目的や条件に適したロボットの形や仕組み、制御プログラムの内容を工夫している。

<生活の技能>

赤ずきんちゃんを救う自走ロボットを完成させるために、ロボットの分解・組立てやアイコンを貼り付けることができ、ゴールまでたどり着く自走ロボットを製作することができる。

<生活や技術についての知識・理解>

モータの回転を伝える仕組み、ロボットの調整・点検、ゴールへたどり着くための制御プログラムの作成方法、プログラムの呼び出し・保存・実行の方法、コンピュータとセンサ・モータとの配線の仕方、などを説明できる。

3 検証計画

検証計画は、下のような観点、方法で行う。3つの工夫の有効性については、授業実践において検証する。問題解決力の変容については、紙面によるテストを行い、その結果から検証する。

検証内容	検証の観点	方法
3つの工夫の有効性	マインドストームによるロボット製作・ロボコンを支援する教材・教具は有効であったか。	授業実践における生徒の反応、作品、感想、事後アンケート
	基本学習と5つの学習ステップを学習を進めたことは有効であったか。	授業実践における生徒の反応、生徒の学習経過、作品、感想、事後アンケート
	デジタルポートフォリオによる自己評価は有効であったか。	授業実践における生徒の反応、デジタルポートフォリオの分析、感想、事後アンケート
問題解決能力の変容	問題解決能力は高まったか。	問題解決テスト、使用法テスト

4 指導計画

< >内は技術分野の指導事項

過程	指導項目	学習活動	時間
基礎学習	<ul style="list-style-type: none"> ・これからの学習の見通しを持つ。 ・サンプルロボットの組立て・調整、力の伝達の仕組み <ul style="list-style-type: none"> < A(5)ア、イ > ・プログラムの機能、簡単な制御プログラムの作成、コンピュータ制御 <ul style="list-style-type: none"> < B(6)ア、イ > ・電気エネルギーの動力変換、電気回路の配線・点検 <ul style="list-style-type: none"> < A(5)ア、イ > 	<ul style="list-style-type: none"> ・サンプルロボットがコースを走る様子を見る。 ・ロボット製作用手引き書に沿って、サンプルロボットを組立てて動かしてみる。 ・プログラム製作用手引き書に沿って学習に取り組み、基本的な制御プログラムを作成する。 ・作成した制御プログラムをサンプルロボットに転送・実行し、動作させる。 ・目的とする動作をするか確認する。 ・プログラム製作用手引き書に沿って学習を進める。 ・デジタルポートフォリオで、学習内容を自己評価する。 	4
課題の設定	<ul style="list-style-type: none"> ・自走ロボットの構想 <ul style="list-style-type: none"> < A(5)ア > 	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボコンへ向けて自己のテーマを設定する。 ・ロボコンに向けて、目指すロボットの構想を立てる。 ・自己のテーマ、ロボットの構想をワークシートにまとめる。 ・デジタルポートフォリオで、学習内容について自己評価する。 	1
解決方法の検討	<ul style="list-style-type: none"> ・力の伝達の仕組み <ul style="list-style-type: none"> < A(5)ア > ・制御プログラムの作成 <ul style="list-style-type: none"> < B(6)ア > 	<ul style="list-style-type: none"> ・自己の構想を練る。 ・自己の目標を実現するためのロボットの仕組みや制御プログラムの内容を考える。 ・目的に応じて異なる工夫が施されている3つのロボットの見本を観察し、工夫点やその目的などをワークシートにまとめる。 ・ロボットの仕組みや制御プログラムの内容が自己の課題を解決するために適切であるか検討する。 ・自己の課題を解決するためのロボットの仕組み、制御プログラムの内容を、ワークシートにまとめる。 ・デジタルポートフォリオで、学習内容について自己評価する。 	2
解決のための計画	<ul style="list-style-type: none"> ・作業計画の立案 	<ul style="list-style-type: none"> ・作業計画を立てる。 ・作業内容、作業順序、準備するもの、チェックすることなどを、ワークシートにまとめる。 ・デジタルポートフォリオで、学習内容について自己評価する。 	1
課題の解決	<ul style="list-style-type: none"> ・自走ロボットの組立て、電気回路の配線・点検 <ul style="list-style-type: none"> < A(5)イ > ・制御プログラムの作成 <ul style="list-style-type: none"> < B(6)ア > 	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボットを組立てる、制御プログラムを作成する。 ・製作途中のロボットの画像をデジタルカメラで記録し、デジタルポートフォリオに貼り付ける。 ・制御プログラムをロボットに転送する。 ・自走ロボットを動作させる。 ・デジタルポートフォリオで、学習内容について自己評価する。 	2
反省・評価	<ul style="list-style-type: none"> ・自走ロボットの組立て・調整 <ul style="list-style-type: none"> < A(5)イ > ・自走ロボットのコンピュータ制御 <ul style="list-style-type: none"> < B(6)イ > 	<ul style="list-style-type: none"> ・試走を行う。 ・自走ロボットの分解・組立て、制御プログラムの調整・修正を行う。 ・製作途中のロボットの画像をデジタルカメラで記録し、デジタルポートフォリオに貼り付ける。 ・ロボコンを行う。 ・デジタルポートフォリオで学習内容について自己評価する。 ・これまでの学習を振り返り、学んだこと、成長したこと、感想などデジタルポートフォリオにまとめる。 	5

5 指導経過

過 程	3つの工夫にかかわる生徒の反応 (1)は工夫1にかかわる反応、(2)は工夫2にかかわる反応、(3)は工夫3にかかわる反応
基本 学習	(1)、(2)ロボット製作用手順書を見ながら、スムーズにサンプルロボットを組み立てることができた。組み立てを行いながら、「この部品はこうに使うんだあ」とつぶやいていた生徒がいた。プログラム作成用手順書に沿って学習を行い、競うように課題を解決していった。制御プログラムを作成し、サンプルロボットを動作させていくことができた。はじめのうちは、プログラム作成用手順書に載っているアイコンの色をもとにアイコンを選択している生徒が多く見られた。プログラム作成用手順書の説明だけでは理解できない生徒が数名見られた。 (3)デジタルポートフォリオによる自己評価を手際よく行っていた。プログラム作成用手順書の課題に対して、どこまで進めていくかという目標を設定し、目標に対する達成度から、次の時間で取り組んでいく課題を明確にしていくことができた。基本学習が終わったかどうか自ら考え、課題の続きをするか構想を立てるステップに進むか判断していった。自己評価の工夫の項目で、「評価する基準の意味がわからない」と質問する生徒もいた。
課題 の設定	(1)いろんなロボットの資料は、18班中13班が参考にした。いろんなロボットの画像を見ながら、「この大きいタイヤ良くない?」「キャタピラ使ってるのもあるよ」など、資料から気付いたことを話している生徒の声が聞こえてきた。ブロックの組み合わせ方の資料は10班が持っていったが、あまり参考にしていなかった。 (1)、(2)ワークシートに自己のテーマ、ギアの組み合わせやタイヤの選択など、ロボットの仕組みで工夫する点を記入していくことができた。 (3)その日の自己の目標を設定し、自己評価しながら学習を進めていくことができた。目標に対する達成度から、構想を検討するステップに進むかどうか判断していった。
解決 方法 の 検討	(1)全員の生徒が、ロボットの見本を手にとって観察していた。何度も見にきていた生徒も見られた。「このロボットはモータにこんな大きなギアをつけてる」「この仕組みだと丸太を早く見つけられそう」と、話している生徒がいた。 (1)、(2)ロボットの見本に見られる工夫点とその目的を自分なりに考えて、ワークシートに記入できた。ロボットの見本の工夫点として、形、ギアの組み合わせ、足回り、タッチセンサ部の仕組みなどについて書いた生徒が多かった。丸太をよけて進むためのプログラムの流れを考えいく際、多くの生徒がプログラム作成用手順書のプログラムの流れを参考にしていた。自己のロボットゴールにたどり着くまでのプログラムの流れを考え、ワークシートにまとめることができた。タッチセンサでロボットを制御する、2つのプログラムのつなげ方を間違えている生徒が多く見られた。 (2)自己の構想を練りながら、ロボットの工夫する点がそれぞれ大丈夫か検討し、ワークシートにロボットの工夫する点やその目的をまとめることができた。 (3)自己評価を行いながら、「次の時間も構想を検討しよう」と、話している生徒が見られた。
解決 の 計 画	(1)、(2)作業内容や順序、チェックすることを、ワークシートに記入していくことができた。ワークシートのチェックすることの欄には、「タイヤがちゃんと回るか」「タッチセンサが反応するか」「坂がちゃんと登れるか」「丸太をよけられるか」「壊れないか」などが書かれていた。ワークシートに作業計画をまとめた後、ロボットをどこから組み立てていくか、ロボットの組み立てと制御プログラムの作成を二人のどちらが分担するか、などを話し合っている班が多く見られた。 (3)自己評価を終えて、次の時間では製作に入れることを喜んでいた生徒が見られた。その生徒のデジタルポートフォリオの「先生へ一言」には、「やっと計画が立てられた。いよいよロボット製作だ。」と書かれていた。
課題 の 解決	(1)、(2)自走ロボットの組み立てや制御プログラムの作成を自ら行うことができた。作業に手間取っている班も見られたが、個別指導を行ったり、生徒間交流を促すことで解決できた。作業計画のチェック項目について確認しながら、手際よくロボットの組み立てを行っていた。制御プログラムの作成では、プログラム作成用手順書を見ながら行っている生徒が多かった。ワークシートのプログラムの流れに従って、アイコンを貼り付けていった。作成した制御プログラムを、転送・実行させることができた。作成した制御プログラムを実行させ、タッチセンサ部を指で押しながら、「タッチセンサが反応してないぞ」といっていた班があった。 (3)前時のポートフォリオを確認して、今日の目標を設定していた生徒がいた。前時のポートフォリオには、足回りを組み立てたロボットの画像が貼り付けられていて、先生へ一言には、「一応基本的な部分はできたが強度がなさすぎ」と書かれていた。この生徒は、今日の目標に「センサを取り付け、強度も上げる」と書いた。
反省 ・ 評価	(1)、(2)作業計画のチェック項目を試走しながら確認していた。うまくいかなかった工夫について、ワークシートの工夫点とその目的を見直している生徒も見られた。 (2)、(3)試走の様子から、自己の自走ロボットの問題点やその原因について自ら考えていくことができた。自己の課題の解決に向けて工夫したロボットの仕組みや制御プログラムの内容が適切であったか判断できた。ロボットの分解・組み立て、プログラムの修正・調整を繰り返し、自ら自走ロボットを改良していった。自分が納得するところまで完成できなかった生徒も見られた。 (3)「プログラムを検討する」「坂道を登れるようにする」など、試走をしてみた結果、課題が解決できていないことに対して、その解決に向けての目標を設定する生徒が多く見られた。学習のまとめでは、毎時間デジタルカメラで記録していったロボットの画像を集めた画像集のシートや、今まで蓄積してきた各時間のシートを見ながら、学習で学んだこと、成長したこと、感想などをまとめていく生徒が多く見られた。中には、各項目における自己評価の総合得点をダイアグラムで表示するシートを見ながら、「工夫が今ひとつだったなあ」といっていた生徒もいた。

授業実践から見る、結果と考察

1 3つの工夫は有効であったか

(1) ロボット製作・ロボコンを支援する教材 教具は有効であったか。

ア 生徒の作品から

図8のロボットは、「解決方法の検討」における指導経過の生徒の反応(1)で、ロボットの作品見本を何度も観察していた生徒の作品である。

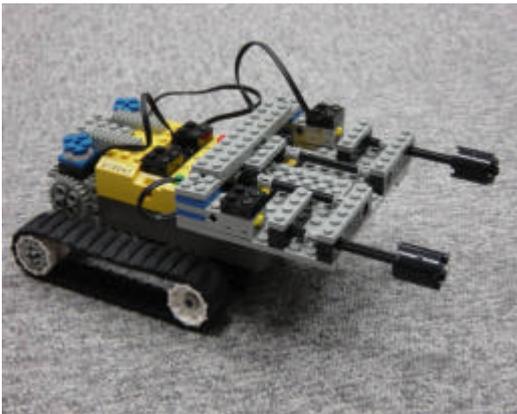


図8 ロボットの見本を何度も見ていた生徒の作品

ロボットの作品見本を観察した授業後の、デジタルポートフォリオの「先生へ一言」には、「ロボットの見本を見ながら、自分のロボットにどんな工夫をすればいいかわかった」と書いた。

早く丸太を感知できるように、タッチセンサ部を押す部分を前に出したが、その仕組みを見ると、ロボットの見本(図6)に見られるタッチセンサ部を応用したことがわかる。また、構想の段階ではタイヤの使用を考えていたが、安定して走れるロボットを作るという自己の課題を解決するためにキャタピラに変更した。

イ 指導経過の生徒の反応から

生徒の全体的な反応について、指導経過の(1)工夫1にかかわる反応を見ると、次のようなことが伺える。

基本学習では、「ロボット製作用手引き書を見ながら、スムーズにサンプルロボットを組み立てていくことができた」、「プログラム製作用手引き書の説明に沿って学習を行い、競うように課題を解決していった」など、自ら

サンプルロボットを組み立て、作成した制御プログラムでサンプルロボットを動かすことができた。しかし、プログラム製作用手引き書の説明では課題解決の見通しが持てず、教師の支援を必要とする生徒も数名いた。

課題の設定では、「いろんなロボットの資料を、18班中13班が参考にした」、「ワークシートに、ロボットの仕組みで工夫する点を記入していくことができた」など、資料を参考にロボットの工夫点を考えている様子が伺える。しかし、「ブロックの組み合わせ方の資料はあまり参考にしていなかった」など、ブロックの組み合わせ方の資料はあまり活用されなかった。

解決方法の検討では、「全員の生徒が、ロボットの見本を手にとって観察していた」、「ロボットの作品見本に見られる工夫点として、多くの生徒が形、ギヤの組み合わせ、足回り、タッチセンサ部の仕組みなどについて書いた」など、ロボットの製作する上での課題をつかんでいることが伺える。

解決のための計画では、「ワークシートに作業計画をまとめた後、ロボットをどこから組み立てていくか、ロボットの組み立てと制御プログラムの作成を二人のどちらが分担するかなどを話し合っている班が多く見られた。」、課題の解決では、「作業計画のチェック項目について確認しながら、手際よくロボットの組み立てを行っていた。」、反省・評価では「作業計画のチェック項目を試走しながら確認していた。」など、製作に向けての見通しを持ち、ロボットの状態を確認しながら学習に見通しを持って取り組むことができた。その結果、18班とも自分なりに工夫した自走ロボットを製作することができた。

ウ 生徒の感想から

デジタルポートフォリオには、次のような感想が見られた。

はじめてロボットを作ったけど、ロボット製作用手引き書を見ながらできた。

1つ目の課題ができた。プログラム製作用手引き書の説明を見ながらスムーズにできた。

最初はいいアイデアが思いつかなかったけど、いろいろなロボットの資料を見ながら、タイヤを大きくするとか、アイデアが浮かん

できて良かったです。

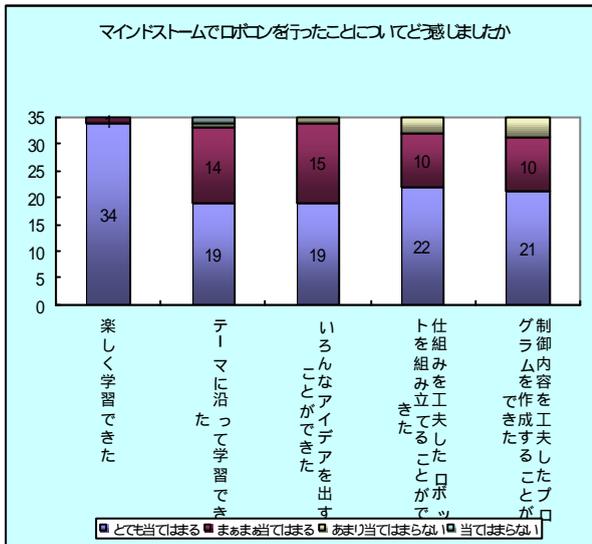
ロボットの作品見本を見ているような構造を知ったので、それらを生かせるようにしていきたいです。

これらのことから、ロボット製作を支援する教材・教具が役立っている様子が伺える。

エ アンケートの結果から

資料1は、授業実践後に「マインドストームによるロボコンについてどう感じたか」を調べたアンケートの結果である。

資料1 マインドストームによるロボコンについて



ほとんどの生徒が、「いろいろなアイデアを出すことができた」、「仕組みを工夫したロボットを組み立てることができた」、「制御内容を工夫したプログラムを作成することができた」、「テーマに沿って学習できた」と、感じている。35名中34名の生徒が「楽しく学習できた」の項目でとても当てはまると回答した。

この結果から、多くの生徒には、ロボットの仕組みや制御プログラムの内容を工夫し、テーマに沿っているいろいろなアイデアを出しながら、楽しくできている様子が伺える。

オ 考察

これらの項目ア～エのことから、マインドストームによるロボット製作・ロボコンを支援する教材・教具は、生徒が自ら学習課題を明確にし、学習に対して見通しを持たせることに有効であったと考える。しかし、「ブロックの組み合わせ方の資料は、あまり参考にしていなかった」、「プログラム作成用引き

書の説明では課題解決の見通しが持てず、教師の支援を必要とする生徒も数名いた」など、資料の内容についてさらに工夫する必要があると考えられる。

(2)基本学習と5つの学習ステップで学習を進めたことは有効であったか。

ア 生徒Aの追跡調査から

日常生活での製作経験が少なく、見通しを持ち計画的に作業を進める力が弱い生徒Aについて、学習経過から変容の様子を考察する。

基本学習では、課題として示されたロボットの動きを実現するための制御プログラムを1つ1つしっかりと作成していった。「プログラム作成用引き書の課題はできた」と感想を書いた。課題の設定では、ギアの組み合わせやタイヤの選択をどうするか考えていた。「テーマを決めて工夫することを考える」という目標を立てた。それをもとに解決方法の検討では、「ロボットの仕組みや制御プログラムを検討する」という目標を立て、形やギアの組み合わせ、使用するタイヤの選択、タッチセンサ部の仕組みなどを具体的に考えた。「どんなロボットになるか、だんだん予想できるようになりました」という感想を書いた。そして、解決のための計画では、「これから先の計画が立てられて良かったです」と感想を書いた。

このようにして、「ロボットを組み立ててプログラムを正確に作る」という目標に向けて学習を進め、図9のようなロボットを組み立てた。

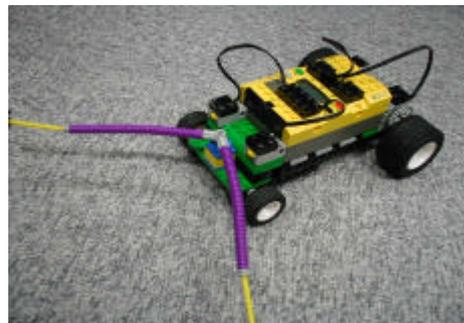


図9 最初に製作した自走ロボット

反省・評価では、問題点として、「回転方向や時間を調整する」などの目標を立てた。丸太がよけられない、ロボットが壊れるなどの問題点を解決していくために、タッチセンサ部

やギア比の変更、ロボットの補強、制御プログラムの内容を修正して、図10のように自ら自走ロボットを作り上げることができた。

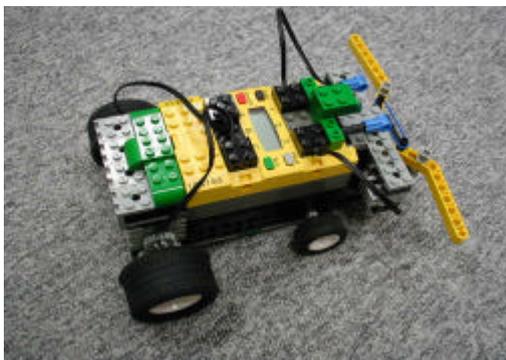


図10 完成したロボット

このように、生徒Aはそれぞれの学習ステップにおいて学習の見通しを持ち、一つ一つ自己の課題を解決できた。「確実にゴールするロボットができ、いろんな工夫ができて良かったです」という感想を書いた。

イ 指導経過の生徒の反応から

生徒の全体的な反応について、指導経過の(2)工夫2にかかわる反応を見ると、次のようなことが伺える。

基本学習では「生徒自らサンプルロボットを組み立てること」、「生徒自らサンプルプログラムを作成・転送・実行し、サンプルロボットを動作させること」ができた。課題の設定では「ワークシートに自己のテーマ、ギアの組み合わせやタイヤの選択など、ロボットの仕組みで工夫する点を記入していくこと」ができた。解決方法の検討では「自己の構想を練りながら、ロボットの工夫する点がそれで大丈夫か検討し、ワークシートにロボットの工夫する点やその目的をまとめること」ができた。解決のための計画では「作業内容や順序、チェックすることを、ワークシートに記入していくこと」ができた。課題の解決での「自走ロボットの組み立てや制御プログラムの作成を自ら行うこと」ができた。反省・評価での「試走の様子から、自己の課題の解決に向けての工夫」「ロボットの仕組みや制御プログラムの内容が適切であったか自ら判断すること」ができた。

これらのように、それぞれのステップでの

課題を一つ一つ解決しながらステップを踏んでいった様子が伺える。しかし、「自分が納得するところまでロボットやプログラムを完成する時間が足らなかった」という生徒も見られた。

ウ 生徒の感想から

デジタルポートフォリオに、次のような感想を書いた生徒がいた。

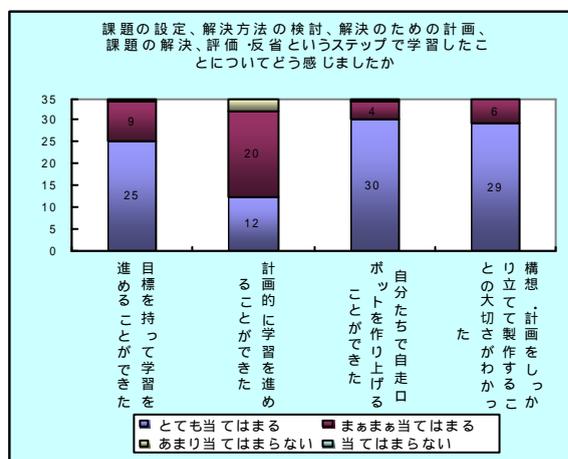
「構想を練りに練って、しっかりと計画を立てて製作したので、筋道を立てて課題を解決していくことができました。こうすればこうなるかな、こうすればできそうなど、解決方法を予想しながら取り組みました。」

このように、多くの生徒の感想には、見通しを持って計画的に学習できたと実感していることが伺えた。

エ アンケートの結果から

資料2は、授業実践後に、「基本学習と5つの学習ステップで学習を進めたことについてどう感じたか」を調べたアンケートの結果である。

資料2 基本学習と5つの学習ステップで学習を進めたことについて



ほとんどの生徒が、「目標を持って学習を進めることができた」「計画的に学習を進めることができた」「自分たちで自走ロボットを作り上げることができた」「構想・計画をしっかりと立てて製作することの大切さがわかった」と感じている。35名中30名の生徒が、「自分たちで自走ロボットを作り上げることができた」と回答した。

オ 考察

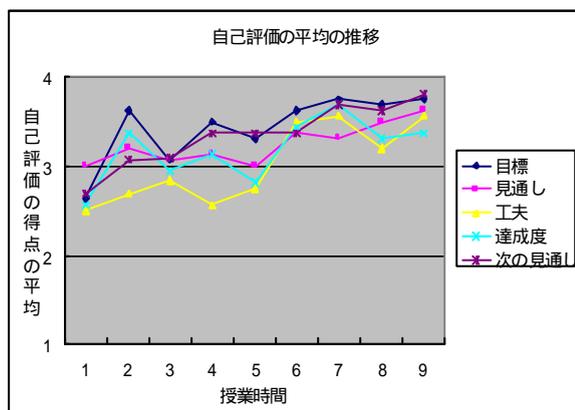
これらの項目ア～エのことから、基本学習と5つの学習ステップで学習を進めたことは、ロボットを製作する上での自己の課題を1つ1つ解決していきながら計画的に学習を進めることができ、生徒自ら自走ロボットを作り上げていくために有効であったと考える。しかし、各ステップで必要とする学習時間は生徒によって異なるため、十分学習を深める時間が不足した生徒も見られた。

(3) デジタルポートフォリオによる自己評価は有効であったか。

ア 自己評価の平均の推移から

資料3は、課題の設定からロボコンを行う前までの9時間の学習における、自己評価の得点のクラス平均を出し、その推移を表したグラフである。自己評価は各項目とも4点満点で行ったもので、自己評価を行った5つの項目ごとに表した。

資料3 自己評価のクラス平均の推移



5つの評価項目ともに、授業が進むにつれて、得点の平均が高くなっていく傾向が見られる。この結果から、自己評価を繰り返しながら、その日の学習目標、目標に向けての見通し、次の学習に対する見通しを、しっかり持てるようになってきている様子が伺える。

イ 指導経過の生徒の反応から

生徒の全体的な反応について、指導経過の(3)工夫3にかかわる反応を見ると、次のようなことが伺える。

基本学習では、「プログラム作成用手引き書の課題に対して、どこまで進めていくかという目標を設定し、目標に対する達成度が

ら、次の時間で取り組んでいく課題を明確にできた。」「基本が終わったかどうか自ら考え、課題の続きをするか構想を立てるステップへ進んでいくか判断していた。」など、その日にどの課題まで解決するかを自ら設定し、どこまで達成できたか判断することで、次の時間に取り組む課題を明らかにすることができた。解決のための計画では、「やっと計画が立てられた。いよいよロボット製作だ。」とデジタルポートフォリオに記入し、次の時間では製作に入れることを喜んでいた生徒が見られた。課題の解決では、ほとんどの生徒が前時のポートフォリオを確認し、今日の目標を設定していた。前時のポートフォリオには、足回りを組み立てたロボットの画像が貼り付けられていて、先生へ一言に「一応基本的な部分はできたが強度がなさすぎ」と書かいた生徒がいた。この生徒は、その日の目標を「センサを取り付け、強度も上げる」と設定した。自己評価の結果や製作途中の自走ロボットの画像から、自己の取り組んでいる課題やその状況を確認し、それをもとに次の学習に対する見通しが持っている様子が伺える。

しかし、基本学習は基礎的な学習内容を押さえる時間であったため、自己評価の「いろんな工夫ができた」の項目では、生徒の意見として「今日の学習では、あまり工夫することがなかったので評価しづらい、工夫の意味がよくわからない」などの反応が見られた。

ウ 生徒の感想から

デジタルポートフォリオに、次のような感想を書いた生徒がいた。

目標の設定を間違えた。次回はプログラムの計画を立て、これからの作業計画を立てる所までいけたらいいと思う。

今日は、計画がよく立てられたと思う。しかし、プログラムがまだなので、次の時間には完成させたい。

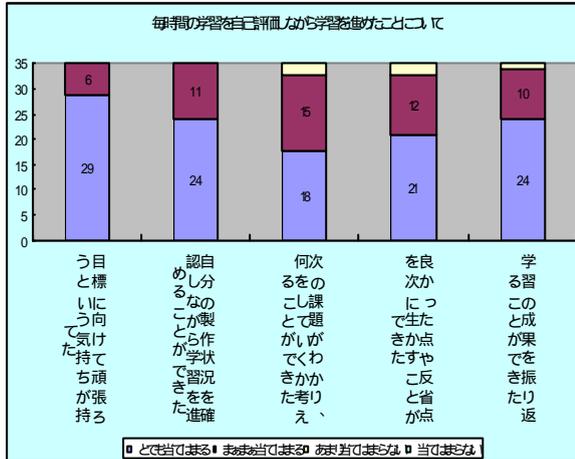
やっとロボットもできたしプログラムもできたので、次は試走に入ろうと思います。

これらのように、それぞれのステップでの自己の課題の解決状況を確認して次のステップへ進むために、デジタルポートフォリオを有効に活用している様子が伺える。

エ アンケートの結果から

資料4は、授業実践後、毎時間の学習を自己評価しながら学習を進めたことについて調べたアンケートの結果である。

資料4 毎時間の自己評価について



ほとんどの生徒が、「目標に向けて頑張ろう」という気持ちを持った」「自分の製作状況を確かめながら学習を進めることができた」「次の課題がわかり、何をしていくか考えることができた」「よかった点や反省点を次に生かすことができた」「学習の成果を振り返ることができた」と感じている様子が伺える。

オ 考察

これらの項目ア～エのことから、デジタルポートフォリオによる自己評価は、自己の製作状況や学習進度を把握することにより生徒自ら次の学習に対する見通しを持たせることができるなど、学習ステップをつないでいくことに有効であったと考える。しかし、評価内容について反省が残る。

2 問題解決能力は高まったか

問題解決能力の育成に関する先行研究（三枝浩氏）による「問題解決テスト」「使用法テスト」を用いて、本研究の授業実践において生徒の問題解決能力が高まりを調査した。

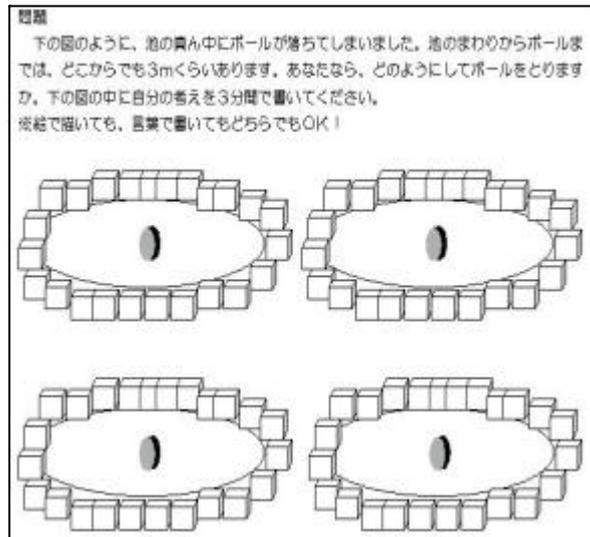
授業実践前に1回目の調査を実施し、授業実践中の授業の始めと終わりに2回目と3回目、授業実践後に4回目の調査を実施した。

4回実施したテストは、「問題解決テスト」、「使用法テスト」ともに、それぞれ異なる質

問のものを使用した。

問題解決テストは、質問に対して、その解決方法を考え、文章または図でプリントに記入するものである。時間は3分間で行った。資料5はその1例で、池の真ん中にあるボールを取る方法を考えるものである。

資料5 問題解決テスト



使用法テストは、身近にある物を出題して、どんな使い方があるかを考え、文章でプリントに記入するものである。時間は2分間で行った。資料6はその1例で、空き缶にはどんな使い方があるか考えるものである。

資料6 使用法テスト

ちょっと考えてみよう 1

安中市立第一中学校 3年6組 名前 _____ 男・女 _____

身の回りには、いろんなものがあり、それぞれその目的があります。例えば、「新聞」は、『いろんな情報を得るため』という感じでしょうか？
しかし、その他にも

①『ものを包む』 ②『燃やして火をおこす』 ③『窓ガラスをぶく』
④『紙飛行機を作る』 ⑤『丸めてボールにして遊ぶ』 ⑥『折って入れ物にする』

などなど... いろんなことに使うことができます。

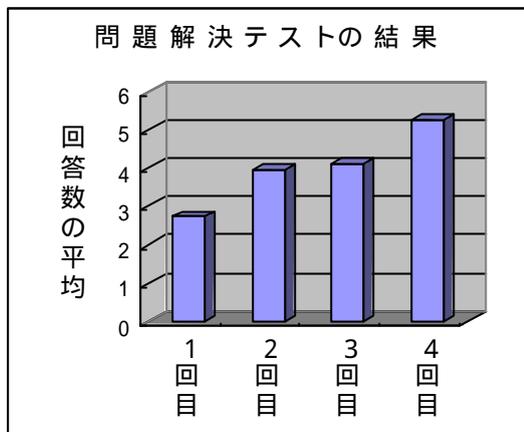
そこで、問題です！「ガムテープ」は、どんな使い方ができるでしょうか。その使い方をできるだけ多く考えてみてください。
※これは、正解・不正解はないので、自分の考えたことを2分間でできるだけ書いてください。
『ガムテープの使い方』

1 _____ 7 _____
2 _____ 8 _____

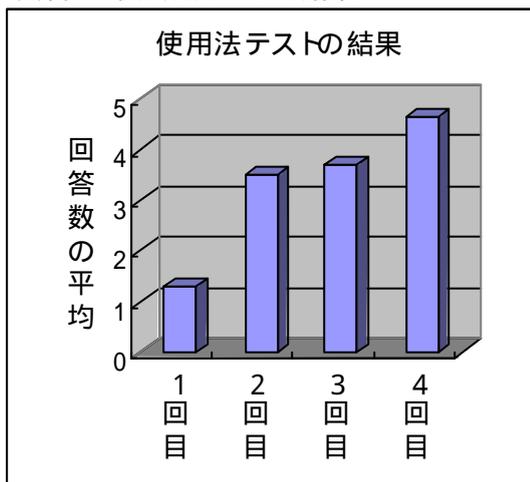
資料7は問題解決テスト、資料7は使用法テストの結果である。生徒がプリントに記入

した回答数の平均をグラフ表したものである。なお、同じ意味のことを書いていると思われる回答は数にカウントしなかった。

資料6 問題解決テストの結果



資料7 使用法テストの結果



どちらのテストの結果も学習が進むにしたがって回答数の平均が上がっている。このことから、問題を解決する方法をより多く考えることができるようになってきていることがわかる。この結果から、本研究での授業を進むにしたがって問題解決能力が高まったと考える。

おわりに

本研究の授業実践において、「教材・教具」、「学習過程」、「自己評価」の3つの面から工夫を行った。その結果、生徒は自走ロボットを製作していく上での自己の課題を自ら解

決していくことができた。自分なりの工夫を行いながら製作した自走ロボットを使用し、ロボコンを行うことができた。このことから、問題解決能力を高めるには、次の3つの工夫が有効であることが明らかとなった。

問題解決能力を高めるためのポイント

1 教材・教具の工夫

生徒自ら学習課題を明確にし、学習に対して見通しが持てるように、教材・教具を工夫する。

2 学習過程の工夫

生徒が自己の課題を1つ1つ解決していきながら計画的に学習を進めていけるように、学習ステップを工夫する。

3 自己評価の工夫

自己の製作状況や学習進度を把握し、生徒自ら次の学習に対する見通しが持てるように、自己評価を工夫する。

これらの工夫を組み合わせることで効果的に問題解決的な学習を展開することができ、生徒が自ら課題解決を行っていきながら問題解決能力を高めることができると考える。

今後の課題

教材・教具についてより効果的な内容や提示時期を探ること、デジタルポートフォリオの評価項目の内容について改善していくこと、などが今後の課題として上げられる。

< 主な参考文献 >

- ・文部省 著 『問題解決能力の育成を目指す学習指導の展開』 海文堂出版(1997)
- ・余田 義彦 著 『生きる力を育てるデジタルポートフォリオ学習と評価』 高陵社書店(2001)
- ・三枝 浩 『問題解決能力の育成に関する研究』 群馬大学大学院修士論文(2000)