

群 教 セ	G07 - 03
	平 16. 222集

中高連携学習で広がり高まる ロボットづくり



- 主 題 「ロボットづくり」において中高連携の学習
場面を取り入れた指導の工夫
ー発想を広げ、粘り強く課題解決に取り組むためにー

- 特別研修員 多胡 正彦（渋川市立金島中学校）

- 研究の概要 中学校3年の選択教科「技術・家庭（技術コース）」での「ロボットづくり」において、中学校と工業高校が連携する学習場面を取り入れることによって、発想を広げ粘り強く課題を解決できるための指導を工夫した。工業高校とは、訪問及び Web ページでの専用掲示板を活用して連携学習を行った。その結果、生徒たちは、発想を広げながらロボットを設計し、製作に伴う様々な課題に対してあきらめず工夫して解決しようとしていた。

- キーワード 【技術系ー中 技術・家庭科 ものづくり ロボット 中高連携 】

I 「ロボットづくり」の 教育効果と課題

ここでいう「ロボットづくり」とは、競技規則や使用部品など一定のルールに従いつつ、生徒自身がロボットを自由に創作し、コンテスト方式の競技（以下、ロボコン）に取り組むなかで、エネルギーの変換方法や力の伝達の仕組みを学ぶものである。

技術・家庭科技術分野「技術とものづくり」では実践的・体験的な学習活動を通して、ものづくりやエネルギー利用の基礎的な知識と技術を身に付けさせ、生活上の技術的な問題を工夫・創造して課題を解決する実践的な能力や態度の育成を目指している。

ロボットづくりは、生徒の興味・関心が高く、設計・組立・修正と問題解決を繰り返すことから、実践的な能力や態度を育成するために、大変適した題材であると考えている。こうしたことから、現在中学校でも取り組む学校が増えてきており、本校でも3年前から

選択教科の技術・家庭科において、ロボットづくりに取り組んでいる。

ロボットづくりを題材として実践する中で、様々な課題も見えてきた。中学生にとって、目的の作業を行うためのロボットの仕組みを発想することは難しい。生徒の多くは、基本的なリンク等の知識はほとんど持ち合わせていない。したがって、学習に対する興味や関心は高いが、自分がどのようなロボットを製作できるのか具体的な発想がなかったり、発想ができていても具現化できなかったりして、意欲や関心を失ってしまう姿が見られた。こうした生徒に対して、効果的な支援を行う必要があると考えた。しかし、単独の指導者だけでは、考え方が一面的になったり、時間にも限りがあるため、個々の生徒の多様な発想やロボットの仕組みの具体化への助言・支援が十分とはいえなかった。

そこで、専門的な知識や高度な技術をもつ工業高校の教員と連携を図り、指導や助言を受ける学習場面を工夫し設定することで、生徒の発想が広がり、粘り強く課題解決に取り組めるようになるのではないかと考えた。

II 研究のねらい

ロボットづくりにおいて、工業高校と連携する学習場面を取り入れることによって、生徒の発想を広げ、粘り強く課題解決に取り組むための学習指導の工夫を行う。

III 研究の内容と方法

群馬県総合教育センターで開催される「第5回中学生ロボットコンテスト」への参加を目指し、ロボットを製作していく。

過去3年間、ロボットづくりのために様々な指導・支援を行ってきた。今回も、学習カードや平面リンク模型、見本ロボット提示などを利用した指導・支援を行う。

こうした指導・支援に加え、工業高校と連携する学習場面を取り入れていく。工業高校では、以前から課題研究やクラブ活動などでロボットづくりに取り組んでおり、高度なロボットを製作し、各種ロボットコンテスト等に出場している。こうした工業高校の教員と連携することにより、中学生は専門的な意見や高度な技術を学べ、ロボット設計の発想が広がり、製作の様々な課題解決のための助言や支援を得ることができる。同時に、高校の教員にとっては、中学で行っている指導の内容や中学生の知識・技能の実態を把握できる。また、連携学習における指導や高校で行っている実践の紹介を通して、工業高校への関心を高めることにもつながると考えた。

連携学習は、近隣の県立渋川工業高校にお願いした。本研究で取り入れる中高連携の学習場面では、高校側からは主に教師が支援にかかわることとした。

1 工業高校を直接訪問しての連携学習

発想・設計段階で、直接訪問して連携学習を行う（以下直接連携）ときは、ロボットの仕組みの発想や設計における留意点を教えて

もらう。また、高校生の製作したロボットを見学し、自らのロボットの発想・設計に生かしていく。製作・改良段階では、中学生がロボット製作において生じた具体的な課題に対して、助言をもらい、自らの課題解決に生かしていく。反省・評価段階では、実際に製作したロボットを見てもらい、評価してもらったりさらなる改良点を助言してもらうことによって、満足感を得るとともに生活の中での技術的な問題を工夫し解決する態度を伸ばしていく。

2 工業高校とのWebページの掲示板を利用したの連携学習

直接連携は、時間的制約もあり連携回数は限られる。そこで、Webページの掲示板を利用した中高連携の学習場面を取り入れる。

利用する掲示板はWebサイト「ワンダーテックねっと」の中高連携学習の専用掲示板を利用する。「ワンダーテックねっと」とは、技術教育支援を目的として、本年度群馬県総合教育センター長期研修員研究で構築中のWebサイトである。中高連携学習のための専用掲示板には、各中学校と各高校のための専用ユーザー名・パスワードが設定されており、ロボットの情報や個人情報の流失を防いでおり、安心して使用することができる。

掲示板の利用によって、生徒は設計や製作途中で生ずる質問や疑問点を、直接連携を待たなくても解消することができる。これは、生徒の意欲を低下させることなく、課題解決を図らせるためには大いに効果があると考えた。また、掲示板は課題解決の一助となるだけでなく、生徒自身が掲示板に書き込む内容を検討し整理することによって、自らの取組を振り返ったり、問題点を明らかにする効果もあると考えた。

発想・設計段階には、構想中のロボットについて書き込ませて、ロボットの構想を具体的にさせていく。さらに、設計を具体化させるための疑問点は随時掲示板を利用させていく。製作・改良段階での質問は、写真を添付したり、仕組みのどの部分が問題となっているか分かりやすく具体的に書き込ませる。こ

のことで、問題点となる場所や改良点を意識し自ら解決方法を考えることにつながると考えた。反省・評価段階では、完成したロボットを紹介しながら、自らの取組を振り返らせさらなる改善点も考えさせることによって、反省及び自己の取組への評価を行っていく。

掲示板は、その他にも随時自由に活用させる。授業時間以外でも、昼休みや放課後など、疑問や助言が必要だと感じられたときには積極的に活用していく。

3 生徒の意識の変容調査を利用した指導の工夫

生徒の意識の変容調査は、群馬県中学生ロボコン参加生徒を対象に、群馬県総合教育センターで、平成14年度から継続的に行っている意識調査である。18項目の質問（アンケート）に答えることで「知識理解・表現技能」「興味・関心」「意欲・態度」「技術科で育成したい態度」「工夫・創造」の5つの因

子（項目）について、生徒の意識の変容をつかむことができる。今年度は「ワンダーテックねっと」において調査のためのアンケート入力、インターネット上から行えるようになった。また、「生徒の変容ミトリくん」という名称のCGIプログラムによって、生徒の意識の変容が、即座にグラフとなって確認することができるようになった。

次のように4回の調査を行い、生徒に結果を知らせ、自分たちの意欲や工夫する力の向上を感じさせ、学習への自信を深めさせていく。同時に、指導者は指導改善の参考にする。

- 1回目：ロボット製作前
- 2回目：ロボット製作中（練習会）
- 3回目：中高連携後（直接連携）
- 4回目：ロボコン当日（試合後）

以上の構想を、学習の流れに沿って示すと図1のようになる。

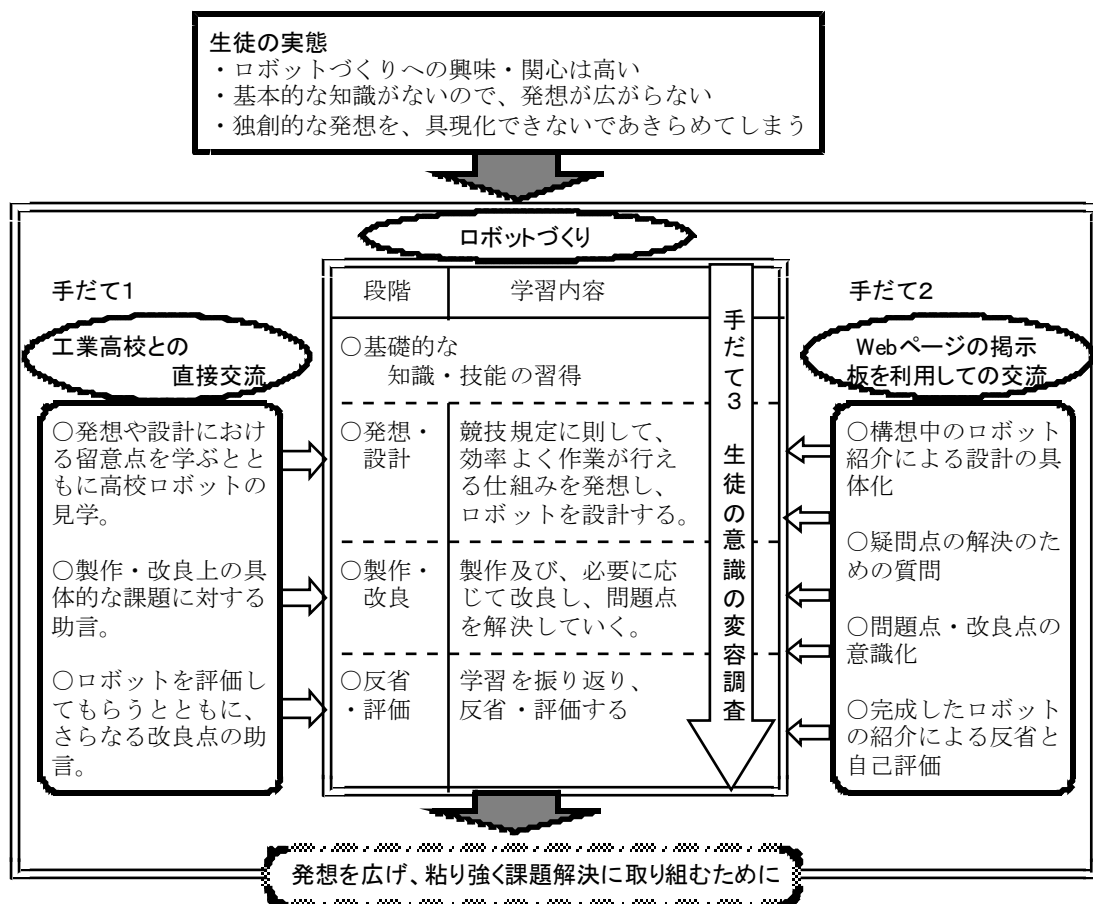


図1 研究構想図

IV 授業実践

- 1 題材名 「オリジナルロボットでロボコンに挑戦しよう」
- 2 対象 渋川市立金島中学校第3学年 選択教科「技術・家庭科（技術）」20時間
生徒数26人
- 3 指導目標 ロボットの設計・製作を通して、エネルギーの変換方法や力の伝達の仕組み、電気回路の配線など基礎的な知識や技能を習得するとともに問題解決能力を高め、進んで生活を工夫し創造する能力と実践的な態度を育てる。
- 4 評価規準
 <学習への関心・意欲・態度>ロボットの動く仕組みや電気回路に興味をもち、効率よく仕事ができるロボットの設計・製作に粘り強く取り組もうとしている。
 <課題を設定し追究する能力>目的に対して効率よく仕事ができるロボットを作るための課題を意識して、工夫しながら安全に作業ができる。
- 5 指導計画 （資料編参照）
- 6 指導経過

段階 (時間)	指導内容	学習活動 (太字は連携場面)	生徒の反応 (太字は連携場面に対する生徒の反応)
基礎的な知識・技能の習得(4)	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボットづくりへの意欲を高める。 ・材料に適した工具を使って製作できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・県のロボットコンテストに参加することを知り前年のVTRを視聴する。 ・サンプルロボットを製作する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> <small>※サンプルロボットとは、市販されている説明書と材料がセットになったロボット</small> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・「おもしろそう」という気持ちが高く、勝てるロボットを作りたいという生徒が多かった。 ・説明書を見ながら意欲的に製作に取り組み、休み時間や家庭に持ち帰って製作する姿も見られた。 ・完成した後、ロボットが動くと、得意そうに他の生徒に見せる姿が見られた。
ロボットの発想と設計(5)	<ul style="list-style-type: none"> ・自らの課題となる参加部門を決め、課題に応じたロボットを設計できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・各部門のルールを基に、自分が参加する部門を決め、ロボットを構想する。 ・リンク模型を使ってロボットの仕組みを検討する ・課題解決のための計画を立てる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> 直接連携① </div> <ul style="list-style-type: none"> ・工業高校を訪問して、設計・製作上の留意点を知り、高校のロボットを見学する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・リンク模型を使って、自分たちが考えた動く仕組みが実現できるか、班で試行錯誤する姿が見られた。 ・高校のロボットを見学し、動く仕組みや材料の活用が柔軟に考えられるようになった生徒が多かった。 ・発想を広げるためにはじっくり話し合うことが必要だと助言され、ロボットの構想のアイデアを班で出し合いながら検討する姿が見られた。 ・班で分担して作業を進めるときは作業前と作業後が大切であることを助言され、作業前に班で本時の目あてを明らかにし、作業後は進行状況を報告し合う姿が見られた。
製作と改良(10)	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボットを製作し、必要に応じて改良できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・適切な材料と工具を選択しながらロボットを製作する。 ・動作不良部分や、さらに効率を高めるための改 	<ul style="list-style-type: none"> ・掲示板に当初は「どうしたらよいでしょう」といった抽象的な質問しかできなかった生徒も見られたが、徐々に「このリンクをスムーズに動かすためにはどうしたらよいでしょう」といった具体的な質問ができ

		良を行う。 ・ 掲示板を用いて、疑問点や改善の方法を聞く	るようになった。 ・ 掲示板の返事が待ち遠しく、休み時間や家庭でも掲示板を活用する生徒が見られた。
反省と評価 (1)	・ 学習を振り返り、自らの取り組みを反省・評価する。	・ 掲示板に、自らの取り組みを反省・評価しながら報告を書き込む。 直接連携② ・ 工業高校を訪問して、完成したロボットを見てもらい評価とさらなる改善点を助言してもらう。	・ 掲示板に自分たちの作ったロボットを誇らしげに紹介する生徒が多かった。 ・ 直接ロボットを見てもらい、それぞれの工夫を認めてもらえたことで、生徒たちの表情から満足感・充実感が見て取れた。 ・ 生徒たちの中には、改善点を参考に改良し、校内のロボコンを行いたいという意見も出た。

※直接訪問しての連携学習は3回予定していたが、学校行事等の都合により2回実施できた。また、Webページの掲示板を利用した連携学習は、のべ72回であった。

V 研究の結果と考察

1 高校を直接訪問しての連携学習から

ロボットの発想・設計段階で、高校を直接訪問し高校の指導者に指導・助言してもらった。また、反省・評価段階にも訪問し、高校生からもロボットの評価と助言をもらった。学習内容は以下の通りである。

- 発想・設計段階
 - ・ 高校のロボットづくり (VTR)
 - ・ ロボットづくりの進め方
 - ・ 高校ロボットの見学
- 反省・評価段階
 - ・ 中学生からのロボット説明
 - ・ 高校の先生と生徒からの評価と助言

生徒達は、高校指導者の、ロボットづくりを進めるためには、日常生活の中からも良いアイデアが生まれるという話や、高度な高校ロボットを見学したことで、自分たちも工夫したロボットを作りたいという意欲が高まった。また、高校ロボコンのVTRで多様な仕組みのロボットを見て、発想を広げることができた。反省・評価段階では、高校生からロボットが良い評価をもらえて、中学生はたいへん満足そうであった。資料1は、高校を訪問した生徒の感想である。

資料1 生徒の感想

- 高校の先生が見せてくれたVTRによって、ロボットをつくる発想の柔軟性を知ることができた。
- がんばって下さいとあって、やる気が出た。
- 高校のロボットの仕組みを見たり触ったりしたことが参考になった。
- ロボットづくりは、仲間との会話や現状をしっかりつかむことが大切だと教えられた。
- 動く仕組みはリンクだけでなく、ひももいけると思った。
- ロボットがほめられて、うれしかった。

2 Webページの掲示板から

資料2は、掲示板での生徒と高校指導者との実際の連携の様子である。

資料2 掲示板での連携の様子



<生徒>僕のロボットは、まだ改造はしていません。大会に向けてどんなロボットにしたらいいでしょうか？ご協力お願いします。

<漠然とした質問>

<高校>〇〇君のように「どうしたい」ので「こういうのを考えたが良いアイデアがないか」というようにもう少し自分の考えをまとめ、考えてみてくださいね。最初から「この競技に出るのでよいアイデアは」では自分のロボットではなくなっちゃうよ。頑張ってね～。



【課題の具体化への助言】



＜生徒＞ロボットはアームでボールを掴むようにしてボールを積み上げるようなロボットを作ろうと思っているのですが、なかなかいい案がないので、何かいい案があったら教えてください。

＜発想の具体化＞

＜高校＞いろいろな案がでていますが、一つに絞らずいくつか考えて、その中から一番実現可能と思われるものを考えると良いでしょう。またいろいろな案の中の一部分を足して行くのも手だと思います。皆さん頑張ってください。



【課題解決方法の助言】



＜生徒＞モータを2個使ってバスケットの角度が変更できるようにしました。
○バスケットの大きさがボールに合っていないので合わせていきたいです。どんな材質が良いでしょうか？
○支柱がぐらつくのですが、どうしたらしっかり固定できるでしょうか？

＜具体化された質問＞

＜高校＞どんな材質が良いでしょうか？については自分のオリジナルの物を工夫してみてください。支柱の補強については三角構造を何とか作ることです。また支柱自身に穴が開いているようですから、割り箸、竹などを補強としても使えます。言葉の意味がわからないと思いますので、言葉の意味については先生に聞いてください。



【具体的な課題解決の助言】

こうした連携の様子から、Web ページの掲示板を利用したことにより以下の効果があった。

- 時間的制約を受けず、適宜自由に連携が行えた。
- 漠然とした発想を具体化するのに効果があった。
- 課題解決の方法を助言に頼るだけでなく、自らの発想や仲間との話し合いで課題を解決しようとする態度が養われた。

○製作上の具体的な課題を、助言を参考に解決できた。

生徒にとって、Web ページの掲示板は目新しい連携方法であり、興味をもって取り組んでいた。26名中10名の生徒が放課後や家庭でも掲示板を活用していた。

しかし、次のような課題も残った。多数の質問を受ける高校側の対応が大変であり、質問に対する回答が遅れがちになってしまった。また、自分の考えを文字によって説明することの煩わしさを感じる生徒やパスワードを忘れてしまった生徒なども見られた。

3 意識の変容調査を利用した指導から

生徒たちの粘り強く課題解決していこうとする態度は、「意欲・態度」の意識の変容(図2)に最も表れた。

全ての学校の結果を見ると、第2回(ロボコン練習会后)から第3回(ロボコンに向け制作中)にかけて、意欲・態度の意識には大きな変容がみられない。それに対して、本校の結果には、第2回から第3回(中高直接連携学習后)にかけて、意欲・態度が高まっている様子が表れている。また、この意識の高まりは、第4回(ロボコン当日)まで上昇を続けた。このことから、中高直接連携学習は、粘り強く課題解決していこうとする態度の育成に効果があったと考えている。

グラフの変化については、その都度生徒に知らせた。生徒は、結果を知り、自分たちの意欲や力が高まっていることに気づき、さらに意欲的にロボットづくりに取り組むようになった。

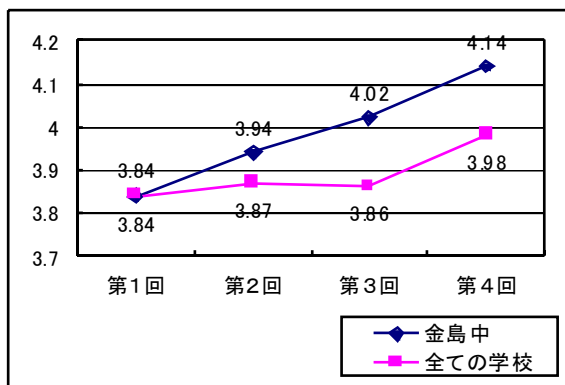


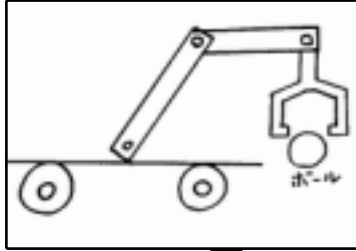
図2 「意欲・態度」の意識の変容

4 生徒の作品から

前述の学習指導の工夫は、それぞれが単独でロボットづくりに効果をもたらしたのではなく、融合し補完し合いながらロボットづくりに効果をもたらした。発想が広がり、ロボットに大きな変容がみられたロボットを抽出して、連携学習やその他の指導の工夫の効果について考察する。(◎は連携学習による要因、○は中学校指導による要因)

事例①

【指導の工夫前のスケッチ】



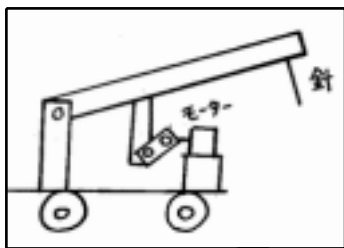
(生徒感想)
アームをリンクで動かし、ボールを挟んで取る仕組みにしようと思った。

ロボットの变化に関わる主な要因

- ◎直接連携: ひもによる仕組みの見学
- ◎Web連携: ボールを運ぶ方法の発想を広げる助言
- 紙を使った平面リンク模型による説明

※ Web 連携とは、Web ページの掲示板を利用した連携学習

【指導の工夫後のスケッチ】



(生徒感想)
ボールを挟む方法だけではなくいろいろな方法を考えることにした。

【完成ロボット】必殺仕事人自称さっちゃん



(生徒意見) ボールがよくとれて、他校の生徒にも評判が良く、できあがり満足している。

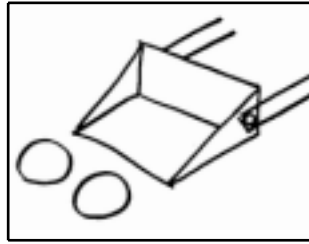
【考察】

生徒は、サンプルロボット製作の経験から、

動作をリンクによって実現しようという意識が強かった。しかし、連携によって**様々な仕組みをもつロボットを見学**したり、高校の指導者の**課題解決の方法を狭めず発想を広げるべきとの助言**により、**ボールを刺して保持する発想**が行えた。アームの上下動も、リンクの他にひもを使用して実験し、最終的には**ひもを使って動作を実現**できた。

事例②

【指導の工夫前のスケッチ】

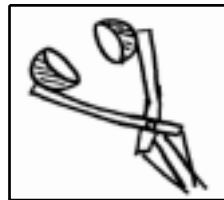


(生徒感想)
ボールをすくい取る仕組みを考えていた。

ロボットの变化に関わる主な要因

- ◎直接連携: 日常生活の中から発想することが大切との助言
- ◎直接連携: ひもによる仕組みの見学
- クワガタ式の物を挟む見本ロボットの実演

【指導の工夫後のスケッチ】(生徒感想)



普段から身の回りのものをロボットに使えないか考えるように教えてもらい、おたまなどが使えないかと思った。

ロボットの变化に関わる主な要因

- ◎Web連携: 三角構造の導入助言

【完成ロボット】はさんでのっけて湯切りマシン



(生徒感想)
イメージ通りの動きが実現して、ベスト8までいけて満足している。時間があればさらに改良したい。

【考察】

事例①同様、サンプルロボットの経験から、

ボールをすくい取る仕組みを考えていた。高校の指導者の、ロボットを発想するためには**日常生活の中で何か使えるものはないかという視点で事物を見ていくことが必要との助言**を受けた。こうしたことから、ボール保持という課題解決のために、**休日にホームセンター等に進んで出向き**、湯切り網を見つけ出した。また、**支柱の強度不足を、Web掲示板を利用した三角構造の導入により解決した**。

5 学習後のアンケートから

学習後に、ロボットづくり全体を通してアンケートを実施した。「完成したロボットに満足していますか？」(図3)という問いには、「とても満足」「まあまあ満足」を合計すると20名(80%)になる。「あまり満足していない」生徒も理由として「さらに改良したい」「故障があり納得できない」などと答えており、時間が許せばさらに粘り強く課題解決に向かって努力しようとする姿勢が見られた。

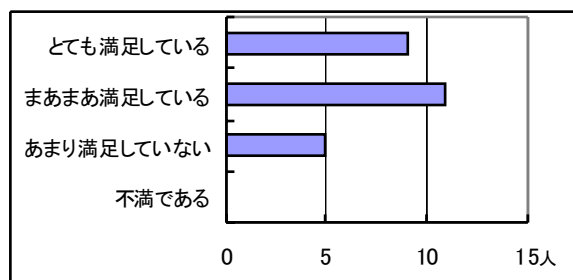


図3 完成したロボットに満足していますか？

「自分たちで考えたようにロボットを工夫して作ることができたか？」(図4)という問いも、「できた」「まあまあできた」を合計すると20名(80%)になる。「あまりできなかった」と答えた生徒も、「時間が足りなかったので、時間があればもっと工夫したかった」と答えていることから、ロボコン終了後も自分が納得するまで、粘り強く課題を解決したいという意欲にあふれていた。

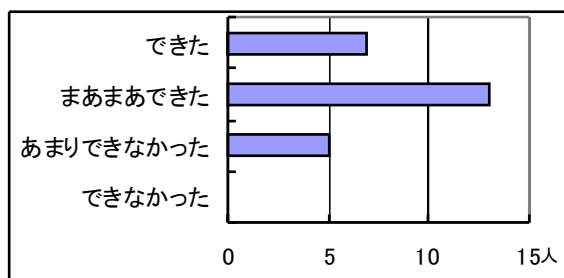


図4 ロボットを工夫して作ることができたか？

「課題の解決に役立ったことは何か？」(図5)の結果にも、高校との連携学習の効果がみられる。回答は普段から主に接していたため「中学校の先生の助言」が最も役に立ったという意見が多かったが、「高校の先生の助言」も役に立ったという意見も多く見られた。個々の生徒に対する具体的な助言は少なかったため「掲示板」が役に立ったと意識している生徒は多くはない。しかし観察からは、自分のロボットの改良に助言を生かしている様子がみられた。

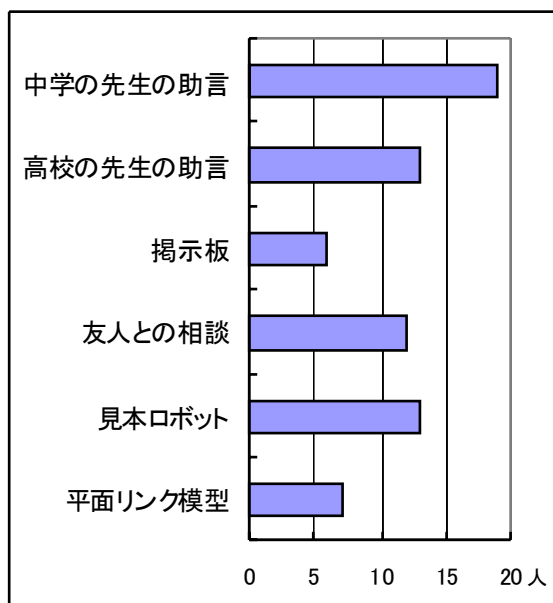


図5 課題の解決に役立ったことは何か？

(複数回答可)

これらの結果から、ロボットづくりの学習活動の中に、中高連携学習の場面を取り入れることによって、生徒の発想が広がるとともに、粘り強く課題解決に取り組む学習活動を行うことができたと考える。

VI 終わりに

本研究では、ロボットづくりの学習活動の中において、中学校と工業高校が連携する学習場面を取り入れることによって、発想を広げ粘り強く課題解決に取り組むための指導を工夫した。

中高連携学習は、前述の通り効果があったと考えているが、いくつかの課題にも気づくことができた。

- 互いの学校行事や出張等により、予想以上に直接連携は難しく、期待した学習段階での連携ができなかった。できるだけ直接連携学習を実施していくことで、さらに大きな効果が期待できるだろう。
- 高校生と中学生は、年齢が近いこともありお互いに気恥ずかしい面があったようで、連携を深めることができなかった。最初の連携学習時に、協力して簡単なロボットを製作させるなど、コミュニケーションをとりやすくする工夫を考えたい。
- 中学生の数と高校側の相談者の数が不均衡であり、高校側に負担をかけてしまった。指導者のみならず多数の高校生に協力してもらうことによって、Webページの掲示板の活用頻度も広がるであろう。

こうした課題がありながらも、高校の指導者から、今回の連携学習に対して有意義であったとの意見をいただいた。中学生に指導することは新鮮であるとともに、高校生への指導内容や指導方法の改善に役立った。また、工業高校でのものづくりの楽しさや技術を、中学生にアピールすることにもつなげることができた。実際、今回の高校との連携により、生徒の中にはものづくりの楽しさを強く感じ、普通高校から工業高校へと進路を変更した生徒もいた。

中高連携学習を行ってみて、連携を上手に継続していくためには、まず中高の指導者の

連携を深めることが肝要であると感じられた。中学校の指導者は、高校生の実態や高校での授業の内容や様子がわからない。同時に、高校の指導者にも、中学生の知識・理解の実態や指導内容を理解していない。そこで、指導者同士での指導内容や学習の流れの打ち合わせが大切になってくる。直接訪問して意見を交換する他に、今回は電子メールでの打ち合わせを行い連携学習の準備を行った。こうした連携は、研究を超えて高校での実践の様子を知ることができ、大変興味深いものであった。中高連携を考えるとときには、指導者自らぜひ高校を訪問して、授業実践を見たり、指導上の悩みを話し合うことをおすすめしたい。

また、今回の研究では、中高連携学習の研究以外にも、平面リンク模型や見本ロボット等の指導の工夫を実践することができ、研究が自分に対して良い刺激にもなった。今後の学校現場での実践の中でも、中高連携学習をはじめ、指導の工夫を模索していきたい。

〈参考Webページ〉

- ・ワンダーテックねっと

<http://www.center.gsn.ed.jp/sangyo/wtn.htm>