

優秀賞

生徒達のプロジェクトX ～チーム学習で取り組んだロボコン～

長野県下高井技術家庭科研究会 研究代表者 むらまつ ひろゆき
村松浩幸

1 はじめに

ここ数年、中学生でのロボットコンテスト＝ロボコンが注目を浴びている。筆者もロボコンに興味を持ち、全国の数あるロボコンの中で大変有名で大規模に行っている青森の八戸三中と広島の中中央中の2つを見学に行った。そこでみたロボット達は私の想像を超えていた。アイデア一杯のロボット同士が風船を打ち合ったり、旗を取りあう様子に圧倒された。操作する生徒達も応援の生徒達も生き生きと輝いていた。

ぜひロボコンを自分でも実践してみたいと強く願った。そんな折に本地区で長野県技術・家庭科北信研究大会が予定され、先生方に提案をし、その一環としてロボコンに取り組むことができた。本研究はそれをベースにしている。

しかし私や先生方はまったくのロボコン初心者であり、ほとんど見切り発車の形で3年生技術コース選択2クラス64名、また総合的な学習の時間の試行として1年生「ハイテク社会を考える」講座38名で実践を行うこととなった。

2 ロボコンで何を学ぶか

ロボコンで何を学ばせるかは、技術教育としても評価が別れ見解がまとまっていない。ロボコンは機械や電気の学習を総合させたものであり、創意工夫を伸ばせる、という評価の一方、系統性がない、遊びではないかとい

う批判もある。確かに系統性もなく、製作されたロボットに実用性はない。しかし生徒達が熱中し取り組む姿は事実である。私達はものづくりで生徒達を熱くさせるロボコンに教育的価値があることは間違いないと考えた。ではそれが技術教育にとってどんな価値になるのか。結論的には3点に集約してみた。

創意工夫する力を伸長する価値

ロボコンは「アイデア対決」と言われるように、単に勝敗でなく、アイデアを競いあうという特徴がある。もちろん従来の製作品でも創意工夫は大切にされてきたが、ロボットではそれがさらに明確で飛躍的に伸ばす可能性がある。技術教育にとって自ら考え、創意工夫できるという力は非常に重要である。

チーム学習としての価値

ロボコン作りを抽選で選択された数名のチームで取り組み、完成させる。これは従来の共同学習とは異なり、同じものを協力して作るだけでなく、一人一人が違う役割を責任をもって分担をし、それらが結集して一つの作品になるというものである。これにより生徒の得意な面を伸ばすと同時に、チーム内の協力によってお互いに高め合うという特長を持つてるのはと考えた。これをチーム学習と名付けた。

技術開発の疑似体験としての価値

現代の技術開発の現場では、プロジェクトチームを組んでそれぞれの専門性を生かしながら開発を進めていくという形がとられている。チームを組んで1つのものを工夫し作りあげていくという体験は、技術開発の疑似体

験，言い方を変えるならば「生徒達のプロジェクトX」といえるのではないか。ロボット作りを通して，技術を学ぶ意味，技術開発が社会に果たす役割を理解できるのではと考えた。

以上3点をロボコンの技術教育における価値ととらえ，実践を進めていった。

3 実践の様子

(1)単元展開およびつきたい力

単元を通してつきたい力

個人学習の学習内容を応用し，チームで分業と協力をしなければ完成できないような独創的なロボットを作り上げることができ，大会を通じて他のチームのロボットの良さや取り組みも知り，共同して製作をすることの大切さ，面白さに気がつき，技術が社会に果たす役割を理解することができるだろう。

学習の展開（全35時間）

学習活動	つける力（□内は，チーム学習にかかわる力）	時
1，オリエンテーション ・見本やVTRでの紹介	<ul style="list-style-type: none"> ・学習全体のイメージを把握できる。 ・ロボット製作への意欲が高まる。 	1
2，ザリガニロボット製作 ・完成作品を見てどのような作品を作るのかを知る。 ・基本回路を理解し，リモコンを製作する。 ・バランスや摩擦などを検討しながら本体を製作する。	<ul style="list-style-type: none"> ・使用目的や条件を考えることができる。 ・構想を図に表すことができる。 ・製作工程がわかる。 ・基本回路がわかり，電流の流れが追える。 ・安全に正しくハンダ付けができる。 ・必要な材料と道具を選択し，願う形に製作できる。 ・願う動きを作るために工夫改良ができる。 ・願い通りに操作することができる。 ・本製作への意欲が高められる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> 製作を通して，ロボット製作の分担（開発・メカニック・エレクトロニクス・デザイン）を一人で行ったことを知る。次は分担して製作していくことをイメージする </div>	8
3，チームによるロボット製作 ・チームを編成し，役割分担 ロボットコンテスト企画会議 ・全体に関わることを確認 ・役割分担の確認 特許制度について知る チーム毎にアイデアを出し合い検討する	自分の役割を理解し製作への意欲を持つ 開発部長・デザイン，メカニック，エレクトロニクス 話し合いのルールやマナーわかる <ul style="list-style-type: none"> ・大会のルールがわかる。 ・ロボットの製作条件がわかる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> 自分の役割を確認し，見通しが持てる </div> <ul style="list-style-type: none"> ・大会への参加意欲を高められる。 ・特許制度について理解し，独自のアイデアを生み出すことができる。 	23

<p>ベース部分の製作 機構部分の製作</p> <p>動作試験と改良</p> <ul style="list-style-type: none"> ・試験し、願う動きに改良する 仕上げと操作練習 	<p>各担当部門でのアイデアを考えられる</p> <p>仲間のアイデアを認めながら、自分のアイデアを出せる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ロボット製作の構想を考えられる。 <p>協力して製作できる（共同で製作）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・材料と部品の接合方法がわかる。 ・エネルギー変換の方法や力の伝達の仕組みを知り、それらを利用した製作品の設計ができる。 ・使用条件や使用目的を考え、材料が選択できる。 <p>チーム内で考えを出し合いながら製作できる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・材料に適した加工法がわかる。 ・組み立て調整や電気回路の配線点検ができる。 ・願い通りに操作する事ができる。 	
<p>4, ロボットコンテスト</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・自分たちの作品で競技を楽しめる ・チームで協力して大会を運営実行できる ・お互いのチームの良さに気づき認め合える 	<p>2</p>
<p>5, 表彰と製作のまとめ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・今回体験した技術の開発は、産業界でも同じことが行われていることを知る。 <p>チーム学習により、達成した成就感を持ちチームで取り組むことのすばらしさを知る</p>	<p>1</p>

(2) 競技の検討

始めるにあたってまず課題は競技であった。最初から難度の高い競技はできないが、キットでは面白みがない。検討した結果、100mmの発砲球を使ったバスケットに決定した。ピンポン玉を使う資料は多数あり、これを参考にできる。さらにバスケットでは平面的な動きから立体的な動きに広がり、ロボットの工夫も多様になり、観客側にも分かりやすい競技ではないかと考えた。

(3) 練習題材、ザリガニロボットに熱中

「ロボコンをやる！」と生徒達に伝えると、「やりたい!」「どんなのやるの?」とこちらの想像以上に反響が大きかった。さっそくに生徒達に先進校のVTRで見せた。ロボットが大きなボールを入れたり、そのスケールの

大きさに圧倒されたようであった。見終わると「すごいな～」という反面、「ホントに自分達にできるの?」と不安も出た。

もちろんすぐにロボットを作るのには無理があるので、個人で練習用ロボットを製作しよう、とザリガニロボットを提示した。モーター2つだけの簡単なものなので、スイッチを入れて動き出した瞬間、机の上を予想外の高速で走り回るのを見て歓声が上がった。

簡単なロボットであるが、電気回路の仕組みは本番と同じであり、何より厚紙で作るため、試行錯誤が容易にできる。生徒達は細かいハンダ付けに苦戦しながらも、熱心に製作に取り組んだ。基本形が完成すると、用意したベニヤ板の上で試運転させ、フォルムケース取りなどに取り組ませた。試してみてもアイデアが浮かばずすぐに改造をし出す。互い

に競い合い、熱中していた。こちらの想像以上であった。練習題材は基礎的事項を修得させるにも、本製作のイメージを持たせるにも有効であった（写真1）。

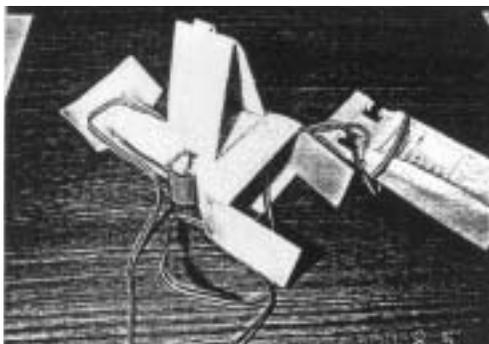


写真1 / ゼリガニロボット

(4) チームが立ち上がり「プロジェクト」のスタート

チームは4人で1チーム（開発部長，メカニック，エレクトロニクス，デザイナー）。抽選を行った。誰と一緒にチームになるのか，歓声があちこちで起こる中，チームが決定した。さっそくにチームごとに分担を検討し，本格的なロボコンのスタートである。

その中でチーム結成時，仲の悪いチームがあった。分担を決めようとして2人ずつ横を向いて話が進行しない。「あいつとは一緒にやりたくない」という。私が間に入って話をさせとりあえず決定させた。最初からそんな状態であったので設計段階になってもなかなか話が進まなかった。しかし3時間目辺りから変化が見えた。他のチームがどんと設計の話をし，具体化され，作業に入りだしているのを見て，このままでは自分達のロボットは完成しない，まずい，という事にそれぞれが気がつき，自分達で話をし出し進めだした。こうしたチームはいくつかあった。うまく話が進行できないチームには援助しながら，進めていった。

「1番最初のチーム決めでは，正直ちょっとやだなあと感じていました。次からの総合

でも作業が遅れてきていました。隣で順当にできているチームが何かムカついてきました。でもその頃にロボット製作もだんだん決まって，ぼくらのチームもまとまってきました。」

一番仲の悪かったチームは元々技能面で高い力を持っていたので，一度協力し，取り組み出すと速かった。遅れていた分を一気に取り戻し，休み時間や放課後も来て製作に励むようになり，高性能なロボットを完成させた。大会では最初に仲の悪かった時がウソのように，それぞれ大騒ぎしながら，参加していた。チームで取り組むと必然的に分業や協業しないと効率的に進められない。そして大会という目標のために，その作業が明確になる。こうした点でもチームとして取り組ませる意義は大きいと思われる。

また男女の違いで悩んだチームもあった。

「僕は最初くじ引きをして女子と一緒にチームになった時から，やる気がなかった。なぜなら僕たちと考えややり方などが違うと思ったからです。そして最初に設計図を書いた。やはり僕たちとは考え方が違っていた。でも僕たちよりも考え方がすごく，いろいろなアイデアを一杯出してくれた。そして設計図が完成した。部品を注文。そして部品が来てタイヤやモーター，本体と作っていった。やっぱりここでも女子がリードしてくれ，僕がうまくいかなかった部分を作ってくれた。そしてロボコンの当日。僕たちのマシンは完成していなかった。全員でロボットを作った。最後の最後までがんばったけど，完成できなかった。最初からもっと協力してがんばってやればできた，という気持ちがあった。残念。どうしても，もう一度ロボットを作りたいと思いました。」

大会直前で教師側も準備に追われ，十分支援しきれず，完成させられなかった点は悔いが残るが，大会後の授業で後日修理をし動きをビデオに納めた。男女とも満足そうであった。

(5)教材作りで試行錯誤

1学期、先生方で集まり、ロボットを試作した。しかしすぐに壁にぶつかった。ボールを拾い運ぶクレーンタイプを試作したが持ち上がらなかった。ボールや本体が大型化すると重量やトルクの関係で無理があったのである。これでは製作できるロボットのタイプが限定されてしまう。そこでいろいろ試行錯誤した結果、以前研究会で見た水圧利用の制御教材を利用し、注射器を用いた水圧機構を取り入れることにした(写真2)。

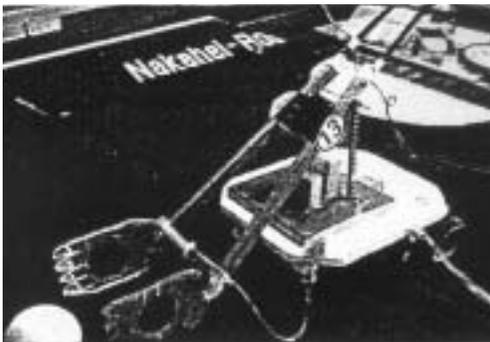


写真2 / 注射器の水圧を利用

早速に見本を1台作り生徒達に見せた。注射器を押すと同時に音もなくアームが上がる様子を生徒達から大きな歓声が上がった。仕組みも簡単で理解しやすいのも良い。そして生徒達はアーム型、ボールの取り入れ型、さらに発射台の角度調整などこちらが想定していなかったような形で水圧機構を応用していた。水圧機構により、また1つ壁を抜けた。

(6)ロボットの設計

まず各自がロボットの構想をスケッチし、アイデアを練った。そしてそれを持ち寄ってチームで検討を行い、その際に役だったのが、ホワイトボードであった。ホワイトボードを各チームに渡すと、ボードの周りに集まって、書いたり消したり大騒ぎであった。ボードの上で様々なアイデアが練られていった。そして相手に分かってもらうためには必然的に図

の表し方=製図についても意識する必要が出てきた。

材料を部長に発注させ、いよいよ製作にと入っていった。

(7)創意工夫を高める手だての追求

ロボット自体の目処がついた中で次に大きな検討課題になったのは、創意工夫をどう高めて授業化していくかであった。前述のホワイトボードはじめ、話し合いの仕方などチーム学習についていろいろ検討されたが、もう一步足りないと感じていた。練習題材での生徒達の様子を見てみると、勝敗があるので優れたアイデアを隠しがった。ある生徒が「アイデア、バクるな!」と叫んでいた。これではお互いの良さは最終的な大会でしか分からない。それについて先生方との議論から生まれたのが「校内特許制度」であった。

「校内特許制度」とは、現実の知的所有権と同時に、校内でロボットに関わる優れたアイデアやデザインを申請させ、認可、公開する。公開された権利はロボット大賞などの評価ポイントに加えられ、大会前に有利になる。他チームは無断使用できず、使用したい場合は使用願いの提出義務がある。使用願いが出されると権利を持っているチームにさらにポイントがつくという制度である。

現実の特許制度については、特許庁等の資料を元に特許や著作権の概要、意義など説明した。その上で早速に校内特許制度の提案をし、用紙を配布した。生徒達がはたして乗ってくれるのか心配であったが、さっそくに1チームが提出してきた。中身に応じ助言をし、修正、加筆させてから認可をした。

次の時間に掲示板を設置。認可された実用新案や商標を掲示した。多くの生徒が掲示板に見入っている。これを機に生徒達の間で“特許競争”が始まった。この試行錯誤の中から様々なアイデアが出てきた。また実用新案や商標、意匠と分けることで、機構などま

では工夫できないがロゴとかデザインなら、という多様な取り組みも生まれた。さらにリモコンの持ち手の工夫など汎用的なアイデアはいくつかのチームから使用願いが出された。優れたアイデアは客観的に評価され、広まるのである。

もう一方、認可されるには、図と文章でアイデアを的確に表現する必要が出てくる。今までは創意工夫といっても、最終的に作品として形にするか、カードに書かせるかしかなかったが、校内特許制度によりアイデア自体が図や文章で形として残せることで、創意工夫の評価につなげていくこともできた。



写真3 / 生徒が出した実用新案の例

(8) 試行錯誤，苦戦の連続

設計がほぼ完成し製作が進み出した。タイヤも紙筒など素材から全て製作していく。メカニックや部長は機構部の試作や製作に。エレクトロニクスがリモコンの細かい配線を行い、デザイナーがロボットのデザインを思案する。問題があればチームで集まり、部長の指示の下検討する。生徒達はそれぞれの役割

や責任を果たそうと努力していた。しかし初めてのロボット製作。どのチームも苦戦していた。うまくいかず別の方法を試みたり、調整に苦心する姿があった。ボールが飛ばず途方に暮れるチームもあった。それぞれのチームを励ましながらか支援し、製作を進めさせていった。

次第にロボットの形が現れだし、あちこちのチームでロボットが動き、ボールが飛び交った。生徒達はさらに製作に熱中していった。始業チャイム前に多くの生徒が来ては製作に取り組むようになってきた。

「えー私は『SY2K』というグループで、主にシュート部を担当しております。私の担当するシュート部は何と実用新案になっております。名称を『可動式打ち出しシュート機構』となっております。現在、その製作にもすごく苦戦しております。『シュート部が上がるのに、そのまま固定されへん。何度やってもおいてしまうやないかあ!』という表に出さない心の声を叫びつつ、どんどん改良に改良を重ねております。

今までこんなロボットなんて製作したことがなかったので、ほんと難しいです。けれど何かを作ることが好きなので、毎回の授業がほんと楽しみです。マジです。」

大会直前になり、製作は追い込みになってきた。

(9) 大会直前，時間との戦い

自分自身も初めて開くロボコンの大会であり、ロボットの完成への支援から準備など12月の大会に向けて奔走していた。プログラム、会場準備など作業は山積みである。大会も迫ったある日、私のクラスでもある生徒が熱があり保健室で休んでいた。早退を勧め、家庭に連絡を取ろうとしたら、どうしても帰りたくないという。「放課後、ロボットの作業を進めたいんです。5時間目頑張るから、どうしてもやらせてほしい」という。無理をして

はダメだと説得したが、最後は折れた。彼は必死で授業や清掃を乗り切り、技術室で半分フラフラしながらもチームと共に製作に取り組んでいた。心配で様子を見に行った私自身目頭が熱くなった。ここまでロボコンは子ども達を熱中させるのか。初めての体験であった。これがロボコンを实践される先生方はあまりこむ大きな理由なのであろう。

こうした1年生の熱気で想像以上のロボットができあがってくるのを見て、先輩として負けられないと3年生も燃えた。後はもう時間との戦いである。

「生徒達のプロジェクトX」は最終段階を迎えていた。

(10)プロジェクトの完成

そして大会当日。メーリングリストを通じて案内など流した所、東京からも学生や中学校教員の方、地元教育学部の先生や学生の方々が参観に訪れていただいた。また地元の工業高校の先生が高校ロボコンのロボットを持ち込み、実演してもらった。

多くの方々に見守られる中、会場ではどのチームも最終調整に取り組んでいた。「ピンチ!」「誰かホットボンド貸して!」生徒達の1分、1秒を争う必死の取り組みが続いた。

1回戦こそうまく点が入らなかったが、次第に白熱した戦いになってきた。ゴールを決めるたびに会場が大いに沸く。アームで持ち上げるロボットあり、リフト式でゴール、ボールを打ち出す等々様々なロボットが続々登場してきた。実用新案で出された精巧な取り込み機構がうまく動作し、ボールを持ち上げた瞬間に大きな驚きの声があがった。3ポイントが決まったチームがガッツポーズ。次第に選手も応援の観客も一体となっていった。そして決勝戦は1年生チームと3年生チームの戦いとなり、終了間際に3年生が劇的な逆転ゴールを決めて優勝した。続く地元工業高校のペットボトル運びロボットの演示に驚き

の聲が上がり、表彰式で盛り上がり、第1回のロボコン大会は幕を閉じた。生徒達は皆、満足そうだった。こうして「生徒達のプロジェクトX」は完成をした。

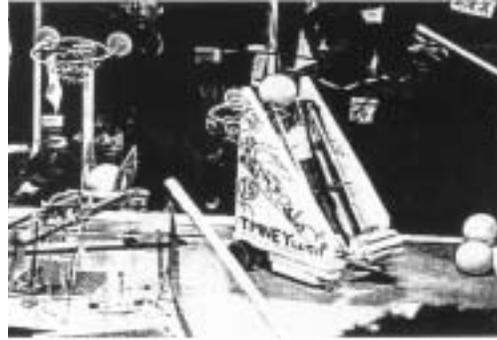


写真4 / ロボコン大会の様子

4 | おわりに

多くの生徒が自分達にできるだろうかと不安もあったが、試行錯誤し、チームとして1つの目標に向かい創り上げていった。電気や機械の系統的な学習とも違うが、これは技術開発の疑似体験といってもいいだろう。何より、生徒達のロボコンに取り組む姿は感動した。

「ロボコンをやっているいろいろなアイデアが出た。ちょっとしたことで、とてもいいアイデアだったり、役立つけども複雑だったり、実験してみても面白かった。特に思うようになると、とてもうれしく感じた。新幹線開発の話を見ているとアイデアを出し合って開発していくなど、自分達と共通で見れた部分もあった。ロボコンを選んで良かったな、と思えた。これからいろいろな機械が世の中に出てくると思うけど、それについての開発の話を知りたい。」

現実の技術開発についての理解をどう深めるか、またチームでの関わりをどう深めていくかは今後の大きな課題である。

手探りで始めたロボコン。私自身が本当に

やって良かったなあと感じた。共に研究を進めた先生方も同感であった。先生方も役割分担し、お互いにアイデアを出し合うことで指導案や教材という形になり授業ができていった本実践自体がチーム学習であった。

ここまで多くの示唆をいただいたロボコンの諸先輩，先生方。そして支えてくれた多くの方々に深く感謝をしたい。