

## [技 術]

## 技術・家庭科技術分野の資質・能力のはぐくみを目指した指導の工夫

－「自動運転」を取り上げた題材開発を通して－

保坂 恵\*

### 1 研究目的と研究方法

2021年度より中学校では新学習指導要領が全面実施となり、技術・家庭科技術分野ではぐくみを目指す資質・能力は、「技術の発達を主体的に支える力や技術革新を牽引する力の素地となる、技術を評価、選択、管理・運用、改良、応用することによって、よりよい生活や持続可能な社会を構築する資質・能力」とされた。見方・考え方を働かせ、資質・能力をはぐくんでいくには、これまで以上に学習者が多様な視点を得ながら学びを進める状況をつくり、その中で学んだ内容と生活との結びつきを考えられる題材の構成が教師には求められていると考える。

実際の私たちの生活に目を向けると、多くの分野が「自動化」されてきていることに気付く。その中でも急速に浸透してきている分野のひとつに自動車の「自動運転」が挙げられる。官民ITS構想・ロードマップ2019によると、「自家用車における自動運転像として2020年には高速道路上で以下(図1)のようなことができるようにする」と目標化されている。自動運転には段階的にその性能が示されているが、この姿はレベル3とされている姿であり、その前の段階としては自動ブレーキや自動追従などの機能などのレベル1、2とされている段階がある。現在市販されている車両にもその機能は搭載されているものが多く、ポピュラーな技術になりつつある。また、東京オリンピック・パラリンピックは「史上最もイノベティブな大会」とすることを目標に掲げ、その実現のために自動運転の活用が大いに見込まれている。このように「自動運転」そのものが社会的にも注目の集まっている分野といえよう。



図1 2020年に実現を目指している自動運転の姿

このように「自動運転」そのものが社会的にも注目の集まっている分野といえよう。

このような背景から、本研究の目的は、資質・能力が実際にはぐくまれた姿を設定し、学習を通してどのような姿があらわれたか、そして生徒はどのように資質・能力のはぐくみを自覚しているかを教師の手立ての有効性とともに見証することとする。具体的な方法として、「自動運転」の再現を目指し、「D 情報の技術」を主とした題材開発を進め、社会の実際を知り、技術が誕生してきた背景やさらなる未来の姿を考えさせることを目指す。

### 2 実践

#### (1) 教科で求める学習者の姿と本題材ではぐくみたい資質・能力の設定

教科として求める学習者の姿を、「家族や社会の一員として、自分や家族、社会における問題について考えを深めながら、生活をよりよく想像する姿」とした。

また、その具体として、認知的資質・能力、社会的資質・能力、実践的資質・能力として、表1のように定めた。今回、「D 情報の技術」にかかわる題材を実践するにあたり、新学習指導要領で示されている「学びに向かう力、人間性等」と密接な関係性があるとして設定した実践的資質・能力「問題解決をすすめる学習過程で、考えの変化や深まりを感じながら、新たな発想や解決策を見いだそうとする」に重点を置き、そのはぐくみを観察、評価することとした。

\*新潟大学附属長岡中学校

表1 求める学習者の姿と本題材で資質・能力がはぐくまれた姿の設定

めざす 学習者の姿	家族や社会の一員として、自分や家族、社会における問題について考えを深めながら、生活をよりよく想像する姿		
本題材で資質・能力 がはぐくまれたと想像される姿	認知的資質・能力 (知識及び技能 思考力、判断力、表現力等)	社会的資質・能力 (学びに向かう力、人間性等)	実践的資質・能力 (学びに向かう力、人間性等)
	課題解決のために必要な知識や技能、工夫の仕方を身に付け、それらを活用しながら考えを構築する。	さまざまな人や地域、ものとかかわり、また体験活動を通して多くの考えに触れながら考えを深める。	問題解決をすすめる学習過程で、考えの変化や深まりを感じながら、新たな発想や解決策を見いだそうとする。

## (2) 内容

## ① 題材名 中学校2年 D 情報の技術

「いよいよ現実に 2020自動運転の姿」

## ② 題材の目標

いままさに実社会で活用されている「技術」について製作を通じて理解を深め、技術と社会や環境、そして人間との関連を考えながら、持続可能な社会づくりに向けて技術をどのように活用していくか考えることができる。

## ③ 題材計画 (全8時間)

次	おもな学習課題	教師の手立て等
1次 (2時間)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○前題材で学んだロボットに関してオリンピック・パラリンピックでの活用を調べてみよう。</li> <li>・競技会場の内外で数多くのロボット(自動化されたシステム)が運用されており、特に移動弱者に対して、ラストワンマイルの手段として自動運転の技術が活用されていることを知る。</li> <li>○自動運転をキーワードにして、いま日本や世界の自動運転の技術はどのようなものがあるか、調べてみよう。</li> <li>・自動運転は段階に分かれており、昨今の法改正も伴い、レベル3の状態が日本では可能になったことを知る。</li> <li>・自動運転は高齢者の運転技術のサポートから生まれた技術であること、そしてどんな技術にもそれを必要としている背景があり適切に扱っていく必要があることを認識する。</li> </ul>	<p>前題材との連携を図り、学びの連続性を意識させる。</p> <p><b>手立て</b> 各企業が取り組んでいる実態の把握と内容を整理し、自らの学んだ内容を学習の前後で比較可能な学習シートの作成</p>
2次 (4時間)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○自動運転が広く認知されるきっかけになった「自動ブレーキ」の機能をプログラミングで再現してみよう。</li> <li>・赤外線センサなどのセンサ、そして命令や処理をつかさどるコンピュータ、それらの情報を受けて実際に動作するアクチュエータの関係性を知る。</li> <li>・実際の自動運転ではGPSからの情報やカメラから得られる情報を瞬時に判断するAIの技術が活用されて、成立しているものであることを理解する。</li> <li>・車体をグループで製作し、micro:bitを搭載したコントローラを用いて走行を制御してみる。</li> </ul>	<p><b>手立て</b> 自動運転の初歩段階である自動ブレーキをプログラミングによって再現させるトライ&amp;エラーが容易な学習教材の活用</p>
3次 (2時間)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○2020年は自動運転に向けてキーとなる1年。自動運転が実現するにはどのような技術があるのか、どのような思いからこの技術が生まれてきたのか想起しよう。</li> <li>○自動運転が生み出す未来の社会について考えよう。</li> </ul>	

## (3) 指導の手立て

本題材では、実践的資質・能力にかかわって、自動運転技術の誕生の背景を知り、その入口となる自動ブレーキ機能の再現を行うことを通して、考えの変化や深まりを実感していく学習者の姿を求める。その実現に向け、指導の手立てとして次の点に留意する。

各企業が取り組んでいる実態の把握と内容を整理し、自らの学んだ内容を学習の前後で比較可能な学習シートの作成

学習した内容や自らのとらえについての変容を自覚することができるようなワークシートを作成し、活用することで、学びの深まりを促す。そして、その深まりを基に資質・能力のはぐくみにつなげていく。具体的には、学びの前後においてどのようなとらえの違いがあるのか、「自動運転」に対してのイメージマップを同じものに追記させることにより可視化させる。

自動運転の初歩段階である自動ブレーキをプログラミングによって再現させるトライ&エラーが容易な学習教材の活用

時間が限られている中で、効果的な学習を進めるといふ点において、トライ&エラーが容易に行え、授業時間の中で何度も値の変化を予測し、試すことのできる計測・制御に関する教材を活用する。具体的には、Tech未来シリーズを活用する。

### 3 授業の実際

#### (1) ロボットやタイムリーな事例を基にした導入（1次）

生徒はロボットコンテストに向けてロボットの製作を前題材で経験した。そこではリモコンで操作するロボットを製作した中で、目的を果たすためにどのような機構が必要かを考えて、実際に動作させることができたときの喜びや達成感を味わってきた。その中でAさんは以下のようにワークシートに振り返っている。

これまで意識をしたことはなかったけれど、私が生まれてきたときと今とでは、ロボットが生活に入り込んでいる割合は相当違ってきているはずだと思う。変化し、進化してきても、いつも使っている製品や機器の安全性も変わらないことは、技術のすごさをあらわしている。いくら目的を果たすロボットや機器をつくっても人に危害を加えたり、安全性が低かったりしては意味がない。人のことを考えて作るものづくりのすごさを感じたし、自分もこういったものづくりの世界をもっと味わいたい。

Aさんの記述からは、学びを通して、下線部で示した部分から自らの生活で経験している場面を基に、技術と社会の関係に着目している様子うかがえた。Aさんの問題解決をすすめる過程をつぶさに観察し、本題材で求める「考えの変化や深まりを感じながら、新たな発想や解決策を見いだそうとする姿」と、その実現に向けて講じた手立ての具体の検証に向けて、AさんとAさんを含む学習グループの姿を追うこととした。

題材の冒頭で、東京オリンピックの開催が迫っているというタイムリーな事例とも併せて、教師はロボットや自動運転に関する内容（図2）を資料として取り上げ、生徒に提示した。

また、それらを基に調べたときのAさんの振り返りは以下のとおりである。

#### ■ 遠隔地間コミュニケーションサポートロボット

- ・360度カメラとディスプレイを搭載した移動型ロボットで遠隔地にいる人をディスプレイ上に表示し、遠隔地にながらあたかもその場にいるような没入感のある体験を叶える。遠隔地で大会に想いを寄せる人が、大会イベントに仮想的に参加したり、コミュニケーションが取れる機会を提供する予定。
- ・使用ロボット：遠隔地間コミュニケーションサポートロボット T-TR1 <トヨタ自動車株式会社・米Toyota Research Institute>



#### ■ フィールド競技サポートロボット

- ・陸上投てき競技等の運営に、自律運転機能を有するロボットを活用。最適な経路を選択し自律で走行するとともに、運営スタッフの追従走行や障害物回避走行も実施しながら競技中の投てき物（槍やハンマーなど）の回収・運搬を行う。回収時間短縮と運営スタッフの労力低減に寄与。国際陸上競技連盟と連携し、開発。
- ・実施競技（会場）：陸上競技（オリンピックスタジアム）等
- ・使用ロボット：フィールド競技サポートロボット（FSR）<トヨタ自動車株式会社>



図2 ロボットや自動運転に関する導入時に提示した資料（一部）

前に授業で作ったロボットはリモコンで動いて、ねらいを達成させるものだった。でも、世の中のもののは圧倒的に無線というか自動で動くものが多い。オリンピックはいつも競技にしか注目がいかなかったけれど、競技にももちろん、それ以外で観戦にも役立ちそうな部分で自動運転のものが使われていたし、国内も国外のメーカーも力を入れているのがよく分かった。



その後、教師は自動運転に対するイメージマップを記入させた。Aさんが作成したイメージマップを右に示す。学びを進めていったのちに、その時の自分の考えと内容を比較することを説明し、自動運転の初歩のレベルとして社会に浸透してきた自動ブレーキの再現を目指して、赤外線センサを活用して自動運転モデルの製作に取り掛かった。

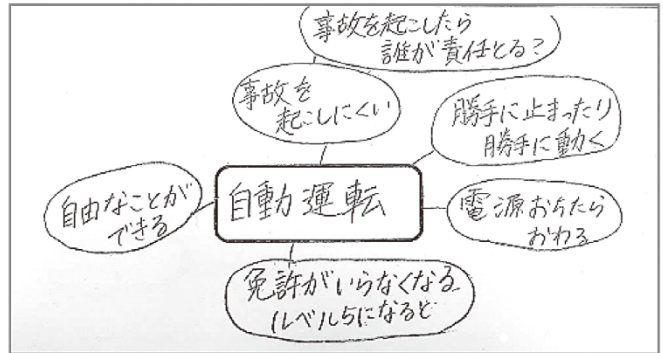


図3 授業導入時の「自動運転」に関するAさんのイメージマップ

(2) 自動ブレーキの再現における生徒の姿 (2次)

自動ブレーキの再現に向けて、「Tech未来シリーズ」を用いて準備を進めた。実際の自動ブレーキの機能に関しては、レーザーレーダー方式やミリ波レーダー方式、そしてカメラなどが作動して動作することが多いが、本研究では進行方向等にもものを感知したら動作を止めるということを自動ブレーキの機能と位置付け、赤外線センサを活用している。

製作にあたっては以下のような資料を生徒に配付し、構成について理解を促した。資料にあるように、あらかじめ、センサとモータをコントローラに接続し、micro:bitが搭載されたコントロールボックスをグループに1台ずつ渡し、車体をくみ上げるハード班とプログラミングを進めるソフト班に係を分担させて製作を開始した。また、プログラム作成についてはMicrosoft makecode for micro:bitを活用した。これらの選定は、何度もトライ&エラーを繰り返しながら、自動ブレーキ機能を実現させることに向けて探究心を高め、思いを具現化するために必要な手立てと考えた。

★自動ブレーキ再現に向けて ハード面の整備

上記をどのグループでも共通として、前方にもものを感知したらブレーキがかかるように車をつくろう。

★ソフト面① micro:bit 上でのサーボモータのコントロールのしかた

→知識としての3点...でとどまらずに、これらをうまく活用して、目的を達成するプログラミングをすすめていこう。

makecode とまずは検索

グループで1つのコンピュータを使ってください。名前...

あなたがプログラミングしたデータをこのコンピュータに転送することで、考えたことや思いが実現します。

まずは慣れてみるのが大事 そのための

- ①
- ②
- ③

実践・活用しながらさらなるレベルアップのために

プログラムをただつくる... その場で試行錯誤することもとても貴重でも、あらかじめ〇〇したら〇〇になるようにすれば... と解決のために処理の手順... を考えておくことが大切大きく分けて3点の型がある。

図4 自動ブレーキ再現に向けての説明資料 (一部)

Aさんは、前方に物体のあることを感知してはいるが、思いどおりに自動ブレーキのかからない状態に悩んでいた。グループの話合いの中で「センサの位置はどうしたらいいんだろう?」「センサの設定した値と実際にモータの回る速度の関係性も考えた方がいいのでは?」「安全を知らせるために音とかなったらいいのではないか?」といった声があがり、全員でプログラムを確認したり、実際のブレーキの様子を確認したりして試行錯誤していった(図5)。Aさんの授業後の振り返りには、試行錯誤を経て、考えたことが記述されていた。



図5 試行錯誤するAさんの様子

どうしたら前方のものに触れずに、実際の車のように止まることができるか、センサの反応する値をいろいろ変えて実験した。危険を知らせるために音を鳴らしたり、光らせたりするアイデアも出た。そういうのを考えていけばいくほどおもしろいなと思った。センサの位置が違ると、反応がセンサの値は同じでも異なることがあって驚いた。

また、Aさんのグループのほかの生徒は以下のような記述をした。

センサを装着する位置を少し下や左右にずらすだけで、値を変えなくてもセンサが反応する場面があった。例えば自動車で急に動物が出てきたりすることも考えられる。歩行者や自転車で走っている人との事故を想定したり、自動車同士の事故を防いだりすることも考えてはいたけれど、圧倒的に小さい土物とかも検知させるとなるとセンサの位置とかセンサの効力が及ぶ範囲（角度とか）とかを幅広く考えないといけな。

Aさんのグループではこのような考えをもって話し合いながらさらに製作を進めていき、センサの位置や個数を考え、前方だけでなく後方にも物体を感知して反応する自動運転機能モデル（図6）を完成させた。

その後、自動運転のイメージマップについて、以前自身が題材の導入時に記入したものに追記、修正（図7）を図る時間を設けた。図中の太線がその際に追記・修正を図った部分となる。追記した点の多くは実際にモデルをつくってみて感じたことが多く反映されていると考えられる。

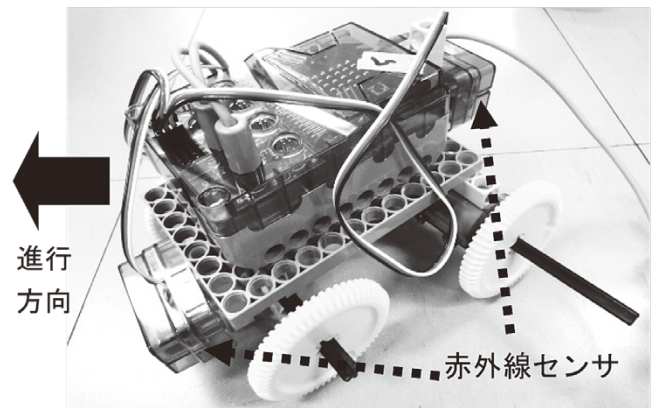


図6 Aさんのグループが製作した自動運転機能モデル

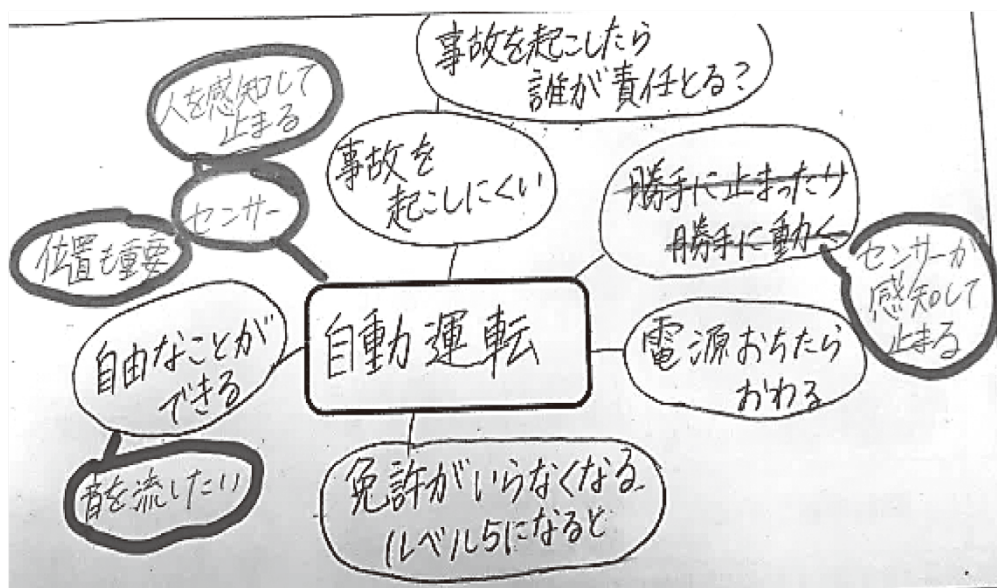


図7 モデル製作後の「自動運転」に関するAさんのイメージマップ

Aさんは2次のまとめの段階として、学習してきた内容を振り返って以下のように記述した。

また、イメージマップを追記・修正したことにしても質問したところ、次のような回答を記述した。

最近の自動車には自動ブレーキの機能とかがあるけれど、昔の車にはない。授業の後に自分の家の車を見てみたけれど、前後左右のあらゆるところにセンサがついていた。センサとそれが反応するという点について身近になった。初めと比べると、自動運転という語句から見えてくるものはどんどん広がったように感じる。技術の発達が私たちを守っているんだと感じた。

イメージマップに付け加えて書くことで自分の意識がひろがったことが分かった。自分自身の状態を比較することはないので、こういった分析のようなものができたのはよかった。自分の状態を比較することはいろいろなことにも応用できそう。1個だけ考えを消したけれど、勝手に止まるんじゃなくてセンサがちゃんと感知して、それが自分たちの作ったプログラムにちゃんと反映されて動いていることが、再現してみてもはっきりとわかった。

イメージマップの修正点について、これまでブラックボックスであった自動ブレーキ機能について、センサが感知し、コンピュータがプログラム上で判断してモータを制御していることが理解できたことを示している。これらの記述や、自動運転モデルの完成に至った授業の様子を総合的に見て、実践的資質・能力として具体的な姿として想起した「問題解決をすすめる学習過程で、考えの変化や深まりを感じている姿」や「新たな発想や解決策を見いだそうとしている姿」の表出があると教師は判断した。

## 4 成果と課題

### (1) 成果

本研究の目的は社会的にも注目度の高い「自動運転」を基にした題材開発を進める中で、資質・能力のはぐくまれた姿を設定し、実際にどのような姿があらわれたか、また学習者がどのように資質・能力のはぐくみを自覚しているかを検証することであった。その実現に向けて、教師は、生徒自身の考えを学びの前後で比較することができるワークシートの工夫と、トライ&エラーが容易で、繰り返し製作を進めることができる教材を活用することを手立てとして、題材を構成した。

Aさんの学習の様子を見ていく中で、自らの学びの状況を整理したり、比較したりする姿、何度もセンサの効果について予想して製作を繰り返していく姿があった。この姿はまさに、「問題解決をすすめる学習過程で、考えの変化や深まりを感じながら、新たな発想や解決策を見いだそうとする姿」の表出であるととらえる。他の生徒の記述もAさんと同様に、自分の学びの深まりや新たな気付きについて認識し、学びによって得られた充実感を表現していた。さらには、いままで何となく身近にあってあたり前になっていた技術について、その構成を知り、センサとコンピュータ、アクチュエータのつながりを意識する生徒の振り返りが見られた。このような事実から、本研究で教師が講じた手立てについても、有効性があったといえる。

### (2) 課題

課題としては教材の利用と人員のバランス、教材費の確保、授業の時数配当等が考えられる。

本研究では1グループ4人について1つのコントロールボックスを活用した。2名ずつを自動車の組み立てとプログラム制作にあてて活動を構成したが、活動が軌道に乗るにつれて、その役割はあいまいになっていった部分が見受けられた。2名で1つのコントロールボックスが利用できるなど教材費の確保や環境の整備が整えば、より短時間で充実した学びの実現が可能となると考える。また、新型コロナウイルスの関係で当初予定していた3次の自動運転が作り出す未来の社会については学習時間がとれなかった。自動運転モデルの再現をしたからこそ得られた学びを生かして、どのような学びを展開していくことができるか、改めて実証の機会をもちたい。

## 引用参考文献・資料

- 官民ITS構想・ロードマップ2019 <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20190607/siryou9.pdf> (最終閲覧日 2020年8月19日)
- Sylvia Libow Martinez, Gary Stanger, 阿部和広監修, 酒匂寛訳, 『作ることで学ぶ Makerを育てる新しい教育のメソッド』オライリー・ジャパン, 2015年
- 東京2020オリンピック競技大会公式サイト [イノベーティブな大会に向けて](https://tokyo2020.org/ja/games/vision-innovation/)  
<https://tokyo2020.org/ja/games/vision-innovation/> (最終閲覧日 2020年9月1日)
- 田村学, 『授業を磨く』東洋館出版社, 2015年
- 新潟大学教育学部附属長岡校園, 平成30年度研究紀要「新たな世界を創り出す子供を育む」, 2018年, 12~26 pp
- 文部科学省「中学校学習指導要領」(平成29年3月告示)