

# 「持続可能な社会の実現を目指し、主体的に技術を工夫し創造することができる生徒の育成」

～モデル製作による問題解決学習を通して～

東京都中学校技術・家庭科研究会

東久留米市立中央中学校 主幹教諭 峯川 周一郎

## 1 研究主題設定の理由

中学校学習指導要領(平成29年告示)解説技術・家庭編では、技術の資質・能力を育成するために、「技術の見方・考え方を働かせ、技術に関する実践的・体験的な活動を通して育成する」と示されている。生徒がよりよい生活や持続可能な社会を創造する担い手となるためには、生活や社会における事象が技術とどう関わっているのかに着目できる視点、技術の見方・考え方を働かせてどのような問題をどのように解決しているのかを見極められる視点を育てていくことが大切である。また、技術の見方・考え方を働かせるためには、判断の基となる基礎的な技術の知識の習得も必要不可欠である。限られた授業時間の中で、問題を見極められる視点を育てていくためにも、育成を目指す資質・能力を明確にした授業の実践が重要である。

そこで、本研究では社会的要求を意識したモデル製作による問題解決学習に取り組んだ。この学習を通し、エネルギー変換の技術についての理解を深め、持続可能な社会の実現を目指し、主体的に技術を工夫し創造していくことのできる生徒を育成したいと考える。以上のことから、研究主題を「持続可能な社会の実現を目指し、主体的に技術を工夫し創造することができる生徒の育成」とし、副主題を「モデル製作による問題解決学習を通して」と設定した。

## 2 生徒の実態

生徒のエネルギー変換に関する技術についての意識や活用状況を確認するために、東京都の中学生を対象にアンケート調査を実施した。図1に、東京都の中学生を対象としたアンケート調査の結果を示す。

アンケート調査では、身の回りの生活や社会で使われている技術〔テクノロジー〕は大切かを問うた

後に問題解決を4つの段階に分ける質問をした。そして、それぞれの質問の回答の関連性から生徒の実態をつかもうとした。問題解決の4つの段階とは、まずは問題を見つけられなかったが、見つけようとした試みはあるという段階。次は問題を見いだすことができた段階。次に問題解決はしなかったが、解決しようとした段階。そして問題解決できた段階である。それぞれの段階にある生徒の数の関連性について着目すると、問題を見つけようとした試みはあるといった回答が一番多く、順に逓減している。これら結果から技術の重要性は認識しているものの、自ら技術を用いて問題解決を図ろうとする意識は個人差が大きいことが分かった。また、64%の生徒は問題を見つけ出そうとした経験がないと答えており、問題に気が付かない、問題に目を向けることができていない現状が明確となった。さらに、実際に問題を解決できた生徒は11%程度であり、問題解決に向けた意欲はあっても、問題解決を図るための知識や技能が不足していたり、日常生活の中にある問題と技術との関わりを考えたりする機会が少ないことが推察される。

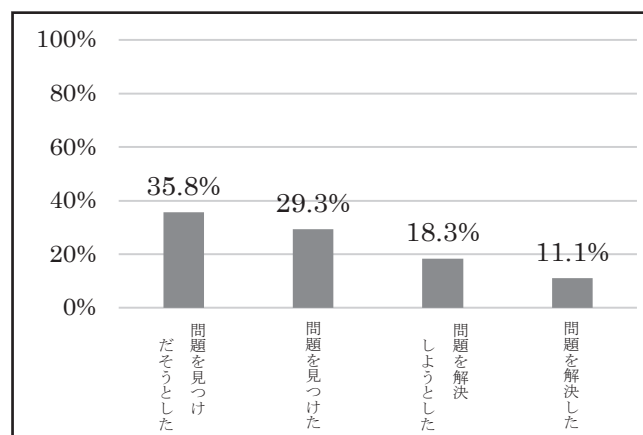


図1 令和3年5月 東京都内中学1,2年生1256人を対象に実施

### 3 目指す生徒像

本研究では、「持続可能な社会の実現を目指し、主体的に技術を工夫し創造することができる生徒」として次のような生徒を育成したいと考えた。

- ・自ら問題点、改善点を見だし、課題を設定することができる生徒
- ・成果物を評価し、よりよいものになるように改良・修正を図ることができる生徒

### 4 研究の仮説

目指す生徒を育てるためには、エネルギー変換の技術の見方・考え方を働かせながら、エネルギー変換の技術が生活や社会の中で、目的や条件に合わせて最適化され、問題を解決していることを、体験を通して学ばせることが重要である。そこで、まずエネルギー変換の技術がどのように社会で活用されているのかについて学んだ上で、課題に応じた自動車モデルの設計・製作・最適化に取り組み、さらに、安全性や経済性などの社会的要求を叶えながら、地域の実態に適したモビリティを提案・製作させるという2段階の問題解決に取り組ませたいと考えた。

この学習を通して、生徒はエネルギー変換の技術が目的や条件に合わせて最適化され、生活や社会の中でどのように利用されるかを学ぶことができる。そして、エネルギー変換が生活や社会の中で果たしている役割に気付けるようになることで、生活や社会にある問題点や改善点に自らの力で気が付き、課題を設定できるようになることが予想される。さらに問題解決学習を繰り返すことで、成果物を評価要素に照らして最適化を繰り返しながら評価していく手法も学ぶことができる。加えて、その学習における指導と評価についても工夫することで、生徒は新たな課題と向き合った際にも、自らの力で問題の本質を見極めながら問題の解決に求められる評価要素を設定し、解決策を構想することができる資質・能力を身に付けると考えられる。以上のことから研究の仮説を以下のように設定した。

- ①題材を工夫し2つの問題解決学習を設定し、
- ②エネルギー変換の技術の見方・考え方に気付け、働かせることのできるように指導計画を工夫するとともに、③指導方法や評価方法を工夫することで、持続可能な社会の実現を目指し、主体的に技術を工夫し創造することができる生徒が育成できるだろう。

### 5 研究の内容

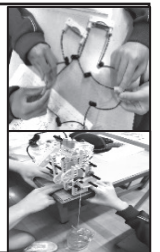
第3分科会では、これまでの東京都及び関東甲信越地区等の研究の成果を踏まえ、目指す生徒を育成するために、題材の工夫、指導計画の工夫及び指導と評価の工夫について取り組んだ。

#### (1) 題材の工夫

自らの力で問題を発見し、課題を設定することができる資質・能力を段階的に育成するために、2段階の問題解決学習に取り組む題材を検討した。

電気回路や機械の仕組みに関する学習の中で、エレベータを模した巻き上げ機を取り上げ、エネルギー変換の技術がどのように社会の中で活用されているか考えられるようにした。さらに、歯車の組み合わせによるエネルギー伝達の違い、摩擦などによるエネルギーの損失、躯体の剛性など、学習した知識を用いて実際に巻き上げ機を製作させることで、見方・考え方の働かせ方について学べるように配慮した。問題解決学習①では、巻き上げ機の製作で学んだ知識や技能を活かすことができる自動車モデルの製作に取り組み、2つの評価要素の最適化という課題の解決に取り組んだ。問題解決学習②では、問題発見の範囲を地域や社会に広げ、より広い視野をもって技術による問題の解決について考えられるようにした。社会からの要求の一つの考え方としてSDGsの「12 つくる責任 つかう責任」を取り上げた。社会にある複数の製品を比較することで、利用側だけでなく、製作側の視点からも製品を評価できるようにした。

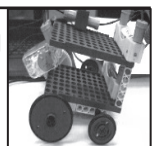
電気回路に関する仕組みの理解  
変換時の効率や損失、回路図設計  
電圧電流抵抗の関係、電気回路の安全  
機械に関する仕組みの理解  
機械の運動を伝える仕組み  
巻き上げ機の製作、調整、保守点検



問題解決学習①「自動車モデルへの応用」  
課題に合わせたモデルマシンの製作  
評価要素の最適化  
【トルクとコスト、スピードとスペース】



問題解決学習②「モビリティモデルの提案」  
地域の問題解決、社会からの要求に応える  
モビリティモデルの設計・製作・提案



## (2) 指導計画の工夫

技術の見方・考え方を働かせた問題解決的な学習を充実することで、生活や社会の中にある問題点や解決策を見いだすことができる資質・能力の育成を目指し、指導計画の工夫を行った。

他教科等での既習内容を確認し、重複を避けるなどして十分な問題解決的な学習の時間を確保するとともに、見方・考え方に気付かせ、見方・考え方の働かせ方を学び、その上で社会における問題を見方・考え方を働かせて見だし、解決できるような指導計画を目指した。

電気の原理・法則や安全対策の仕組み、歯車の動力伝達の仕組みなど、科学的な原理・法則、技術の仕組みを体験を通して学ぶ時間を前段に設けた。この学習の中で、エネルギー変換の技術の見方・考え方に気付かせることも目指した。その上で、働かせる見方・考え方が広がるように問題解決の場面を設定できるようにした。

表1に、第2学年を対象とした、エネルギー変換の技術における指導計画例を示す。

表1 エネルギー変換の技術における指導計画例（22時間）

	時間	指導項目	学習活動・内容
見方・考え方の働かせ方を学ぶ	2	エネルギーの変換と発電の仕組みの理解	・エネルギーの変換と効率 ・発電及び配電、送電の仕組み
	3	電気回路に関する仕組みの理解 屋内配線の保守点検	・電気エネルギーを利用する仕組み ・電気機器の安全な利用 ・屋内配線の保守点検
	4	動力伝達の仕組みの理解 巻き上げ機の製作・改良・保守点検	・機械の運動を伝える仕組み ・巻き上げ機の製作、調整、保守点検
見方・考え方を働かせる	5	問題解決学習① 自動車モデルへの応用 【トルクとコスト、スピードとスペースの最適化】	・課題に応じた自動車モデルの設計・製作・最適化 ・自動車モデルの評価
自分なりに見方・考え方を働かせて問題を解決する	6	問題解決学習② 地域や社会からの要求に応えるモビリティモデルの提案	・居住地域における問題の発見、課題の設定 ・社会からの要求に対する解決策の検討、課題の設定 ・課題を解決するモビリティモデルの設計・製作 ・製作活動の振り返り
	2	持続可能な社会の実現に向けて、エネルギー変換の技術でできること	・エネルギー変換の技術が生活や社会の中で果たしている役割の理解 ・よりよい社会となるための技術の評価・活用

## (3) 指導と評価の工夫

### ① 指導と評価の一体化の工夫

成果物を評価し、よりよいものになるように改良・修正を図ることができるようにすることを旨として、多様な視点で開発した自動車を評価する活動を設定するとともに、そこで使用したワークシートの記述による学習評価について検討した。記述内容から学習評価を適切に行うことができるように、観点ごと

に記入する内容を絞り、製作活動の中で効率よく記入させることができるワークシートの作成を行った。図2のワークシートでは、製作目標の記述欄をカッコの穴埋めと自由記述欄に分け、文章化が苦手な生徒についても自分の思いを表現しやすいようにした。

評価の例としては、図3のワークシートでは思考・判断・表現の観点で、図4のワークシートでは主体的に学習に取り組む態度の観点で評価を行った。

図2 巻き上げ機の製作ワークシート 本時の目標

図3 問題解決学習② 製作するモビリティの提案シート例

実行	評価	①スピード (3m走行時間)	②トルク (登坂能力)	③スペース (容積模範)	④コスト (重量)	⑤信頼・安全性
結果	5	7秒未満	12"以上	①未満	~199g	10項目
	4	7~9.9秒	9"	6本	200~229g	8項目
	3	10~12.9秒	6"	3本	230~259g	6項目
	2	13~16.9秒	3"	2本	300~399g	×
	1	17秒~	0"	1本	400g~	×

図4 問題解決学習② 最適化を進めるワークシート例

### ② 成果物の評価要素と基準の提示

数値による評価の基準を予め提示することで、生徒はモデルの設計段階から問題解決に向けた数値目標を定めることができ、図3に提示したように明確な目標を立ててモデルの試作を進めることができた。さらに、評価要素をトレードオフの関係になる



ように設定し、モデルの試作と試作物評価を繰り返し行わせることで、最適化を図るために必要な手順や、工夫の重要性について感じ取れるようにした。(図4参照) 課題を設定する資質・能力を育むためには、生徒自身が問題の本質を探りながら、課題に合わせて評価要素を設定し、評価することが大切であると考え。課題を解決するためにはどのような要素で評価をしていけばよいか、製作目的の本質を捉えて評価要素を打ち立て、その妥当性を評価できる資質・能力を育てることで、新たな課題と対峙したときに主体的に技術を活用し、問題の解決を図ることができるように配慮した。表2に生徒に提示した、モビリティの評価要素と5段階評価を示す。

表2 モビリティの評価要素と5段階評価

評価要素	①	②	③	④	⑤
	スピード (3m 走行時間)	トルク (登坂能力)	スペース (容器積載数)	コスト (重量)	リアビリティ (信頼性・安全性)
5点	7秒未満	12°以上	10本以上	~199g	10項目
4点	7秒~	9°	6本	200g~	8項目
3点	10秒~	6°	3本	230g~	6項目
2点	13秒~	3°	2本	300g~	×
1点	17秒~	0°	1本	400g~	×

### ③ 生徒の思考を広げるためのグループ活動

モビリティモデル製作において、意見交換アプリケーションを活用して情報の共有化を行った。製作するモビリティのタイプ別にグループを作成し、製作を通して気が付いたことや質問などをアプリケーションに入力することで、直接会話をすることなく情報を共有することができた。やりとりした内容は後日確認することもでき、他クラス生徒との情報共有も行うことができた。また、生徒独自で開発した解決方法を学校特許として取り上げることで、知的財産を産み出すことの価値についても気付かせることができた。

## 6 研究の成果

ワークシートの記述内容から以下のような成果を読み取ることができた。図5モビリティモデルの製作の振り返りシートを示す。

・ワークシートの記述から、居住する地域の地形と利用者の安全について考慮しながらモデル製作に取り組んだことが読み取れる。2段階の問題解決学習に取り組んだことで、エネルギー変換の技術が様々

な場面で利用されていることに体験を通して気付かせることができ、問題を見つける視点を広げることができた。

・既習の知識・技能を活かせる問題解決学習を設定したことで、生徒自身の力で問題を解決することができる成就感を味わわせることができ、課題に対して主体的に取り組む様子が見られた。ワークシートの課題の記述からも、自らの力で新たな問題を見いだし、次の課題を設定することができる資質・能力が育ったことが読み取れる。

・評価基準を数値化し生徒に提示したことで、成果物の評価を客観的な視点で行うことができ、成果物の改善に向けて自らの力で課題を設定することができるようになった。ワークシートの記述からも、根拠となる事実を基に成果物の成果や課題について分析することができるようになったことが読み取れる。

**○最終結果【考察】**

(1) 成果 \*数値評価を踏まえて、どんなモデルを開発することができたといえるか。  
 スペースとトルクでは、目標以上の成果を出すことができた。これにより、一度により多くの人を乗せること外で、更だ速く走るための「坂」を安定してのぼれるモビリティをつくること外でできた。また、信頼 安全性が 高く、運転手や高齢者など、利用する全ての人が安心するモビリティができた。

(2) 課題 \*今後より良いモデルにするためには、どんな改善が考えられるか。  
 スペースを広くすると、どうしても車重が重くなり、コストを目標以上達成すること外でできなかった。また、スピードをあげるために電池を2つ使用したため、更に車重が重くなってしまった。多くの人を乗せるため、スペースは確保しながら電池1つでスピードを早くする方法を見つけて、改善したい。

(3) 【新・評価要素】の提案 \*その評価要素を設定した理由と、評価の仕方について記入しなさい。  
 評価要素名【排出ガス】 基準《 電池の電圧 》で判断する。  
 理由:電池の電圧が強いほど強いほど車外速くなるのと同様に、車外燃料が強いほど速く走る。しかし、燃料が強いほど、排出ガスが多くなるため、それを電池の電圧で評価する。

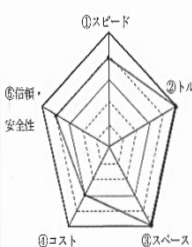


図5 モビリティモデルの製作 振り返りシート例

## 7 研究の課題

組立・解体の工程が容易で、課題に合わせて試行錯誤することができるブロック型教材を取り上げて指導を進めたが、組み合わせによる躯体の弱さや、歯車や軸の摩擦によるエネルギー損失が生じてしまうことがあった。モデルの再現性が低い点も課題として挙げられた。生徒がより意欲をもって取り組むことができる学習課題を提示できるように、教材研究や評価基準の検討を進めていきたい。また、目標に合わせて自立的に評価要素を設定し、評価、最適化することができる力の伸長も図っていきたい。