

技術・家庭科（技術分野）学習指導案

日 時 平成 30 年 6 月 1 日（金）

学 級

会 場

授業者

1 題材名 C エネルギー変換の技術 『エネルギーを変換して利用しよう』

2 題材について

(1) 生徒観

実態調査（表 1）によれば、多くの生徒が「エネルギー」という言葉から「電気」、「発電」の他、発電に使用される資源等をイメージし、「運動とエネルギー」（中学 3 年理科）を学習していないこともあり、動力伝達のイメージをもつ生徒は少ないことがわかった。加えて「エネルギー変換」のコンセプトマップ（図 1）では、さまざまな発電方法や発電に使われる資源をキーワードとする生徒が多い。ただし、「エネルギー」に関する既習の用語のみの記述にとどまり、それ以上の広がりが見られないことに留意したい。すなわち授業者は、生徒が「省エネ」や環境負荷、資源の枯渇問題等と「エネルギー」の関連付けが極めて脆弱であることを意識した題材の展開が必要である。こうした実態に至る背景には、これまで教科横断的に発電や資源についての学習をしたり、ニュースで環境問題等を目にしたりすることがあっても、それが単独の知識として習得され、学びの広がりにつながらない段階、あるいは繋がりにくい学習であったことなどが考えられる。

授業者は、本題材において、化石燃料とはどのようなもので、どんな仕組みで発電されているのか、発電効率や損失、環境への影響はどの程度のものなのか、さらには、人類は何のためにエネルギー変換の技術を発展させようとしてきたのか、というレベルまで生徒の学びを広げたいと構想している。そのため、生徒に形成されてきた概念を見とることができる「生活の知」の実態は、授業者が本題材をデザインする出発点となる極めて重要な要素となる。

新しい社会に生きる生徒には、持続可能な社会の構築に向けて工夫し創造しようとする実践的な態度を育成したい。そのためには、少ないエネルギーで最大限の力を発揮させようとして進化を遂げてきた「エネルギー変換の技術」の本質に迫る必要がある。技術分野において、問題解決的な学習を展開し、体験的に、実感を伴わせながら知識・技能を習得させなければならない。その際、生徒の実態を踏まえ、生徒が習得した知識を意味理解し、社会的な問題などに関連付けできるような内容にしていく必要がある。

表 2 では、「エネルギー変換の技術」が生活の中のどの場面で使用されているのかがわからず、回答できなかった生徒も多い。これは、生徒が「エネルギー」や「エネルギー変換」の言葉の意味をよく理解できていない実態と、目に見えない「エネルギー」をイメージすることの難しさ、機械や製品のブラックボックス化が影響しているものと考えられる。時計、エレベーター、エスカレーター、自動車など、力学的な機構のほとんどは、仕組みが見える状態ではない。生徒にとって困難な「エネルギー変換の技術」と生活や社会と

表 1 「エネルギー」という言葉からイメージするもの
(154 名実施)

No	回答キーワード	回答人数 (名)
1	電気	51
2	発電	10
3	力	9
4	再生可能エネルギー	8
	化石燃料	8
5	太陽（光）	6
6	ガソリン	5
7	原動力	4
	熱	4
8	その他 (自動車, 光, 栄養素, 電池, 動力 等)	49 各回答 3 名以下

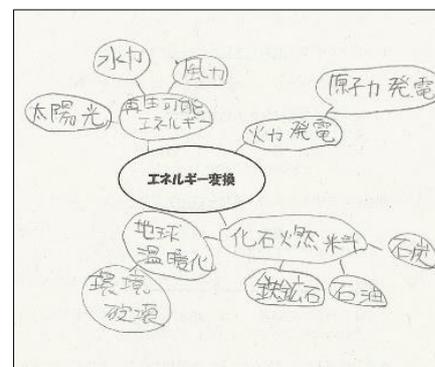


図 1 「エネルギー変換」についてのコンセプトマップ

表 2 「エネルギー変換の技術」に「お世話になっている」と感じるもの
(154 名実施)

No	回答キーワード	回答人数 (名)
1	未回答	51
2	ソーラーパネル	30
3	照明器具	7
4	風力発電	6
	火力発電	6
	スマートフォン	6
5	掃除機	4
6	その他 電池, 手回し発電, IH, テレビ, 電気自動車 等	44 各回答 3 名以下

の接続を、どのような学びの展開の中で仕組んでいくか等、授業者の題材におけるデザインの工夫が必要であることは言うまでもない。自動化が進み、高度な技術によって物質的な豊かさが増していく社会の中で、不自由なく生活している生徒が多く、日常生活の中で、(技術的な)問題を発見する場面は多くない実態が、表3から明らかである。こうした実態であるからこそ、生徒には、先人たちの叡智の結集である技術の仕組みや技術開発の価値、失敗しても成功するまで試行錯誤を繰り返す技術者たちの生き方にふれさせることが必要なのではないだろうか。構想設計に関しては、どちらかと言うと好きではない生徒の割合が37.1%であるが、他者と協働すること、試行錯誤を繰り返すことが好きな生徒が多い実態から、「協働」や「試行と思考を繰り返す場面」を効果的に設定し、生徒の主体性を引き出しながら、構想設計に対する意欲を高めるように働きかけたい。

表3 問題発見・構想設計に関する実態調査結果(実施人数151名)

項目	大変 そう思う	そう思う	あまり そう思わない	思わない
日常生活の中で、(技術的な)問題を発見する場面がある	4.0%	42.4%	44.4%	9.3%
問題を解決するために、構想を設計することが好きである。	21.9%	41.1%	30.5%	6.6%
失敗しても諦めずに試行錯誤を繰り返すことは好きである。	28.5%	51.0%	14.6%	6.0%
他者と協働して、もの(こと)を創り上げることは好きである。	32.5%	48.3%	13.9%	5.3%

歯車を組み合わせて原動車を回転させると、それに連動して複数枚の歯車が回転する様子に驚いたり、感動したりする生徒達である。「エネルギー変換の技術」の仕組みは、普段、目にすることができない分、新たな発見や感動が大きいと言える。既存の知識や概念が少ない分、基礎的な知識・技能の習得にあたっては、体験的かつきめ細かな指導が必要である。初めての体験が多い領域であるため、知識・技能を活用して、問題解決した先には、大きな概念形成が期待される。また、生活や社会に見方・考え方の変容が考えられ、このことが、生徒の生活改善につながり、消費行動を変えるきっかけとなるのではないだろうか。

生徒たちに身に付けさせたい力は、生活や社会を支える「エネルギー変換の技術」の単純な知識・技能ではない。問題解決に向かい、その場その場で見出される課題に対して対処していく力である。そのためには、学びの過程における評価と修正が必要であり、生徒の評価能力を高めるための指導と評価を行っていかなければならない。

(2) 題材観

2年生の「C エネルギー変換の技術」における題材は、『エネルギーを変換して利用しよう』であり、力学的な機構を構想設計し、電気自動車を製作する。1年生の「A 材料と加工の技術」においても、構想設計学習を重視し、複数の視点のトレードオフの関係を捉え、自分なりの最適解を導き出す学習を展開してきた。本題材で扱う「エネルギー変換」に関しては、前述した通り、生徒の既存の知識が少なく、目に見えるものではないため極めて捉えづらい内容ではある。さらに、「エネルギー変換」の学習における構想設計においては、幅広く専門的な知識の習得が必要である。これが、技術によって問題を解決する際の見方・考え方となるためである。授業者は、生徒がどのような見方・考え方を働かせて問題解決していくのかを分析し、そのために必要な知識・技能を精選して指導にあたる必要がある。

生徒が挑戦する『FUCHU TECH CHALLENGE Electric Vehicle Race』の最大の目的は、「電気自動車の製品化」である。レースであれば、スピードのみを追求することになりかねないが、「製品化」という視点が加わることで、安全、快適、利便、環境などのさまざまな機能を併せ持つ電気自動車の開発の必要性が生じる。生徒が製作する電気自動車が単なる模型の製作に終始することなく、技術と生活や社会を接続する架け橋となるのが「製品化」の視点である。現在、環境問題や資源の枯渇問題など、地球規模の問題の解決に向かい、各企業で技術開発が進められている。エネルギー変換の技術開発においては、求められることは、「少ないエネルギーから最大限のパフォーマンスを発揮すること」である。前述した生徒の実態から、『FUCHU TECH CHALLENGE』は、生徒に形成したい概念や育成したい資質・能力が合致しているパフォーマンス課題であると言える。

これらのことを踏まえ、本題材では「TECH 未来 BASIC (以下、TECH 未来)」を使用する。「TECH 未来」は、歯車などの機械要素がパーツ化され、組み立て、分解が比較的容易にでき、乾電池、スイッチ、コネクタを使用することで、簡単な電気回路を作成し、電気エネルギーを動力へ変換するギヤシステムを実

現することができる。「TECH 未来」で製作した電気自動車を写真 1 に示す。電気自動車のみならず、実際に生活や社会の中で使われているギヤシステムの製作(写真 2)が容易にできるため、開発者の思考に迫り、生活や社会との接続を図りながら、ものづくりの科学を踏まえた学習を展開することができる教材である。

試行を通して解決策を具現化する「構想設計学習」は、創造的に問題解決に向かう力の育成を目指す本校技術・家庭科の中核をなす部分である。本題材においては、動力伝達のための力学的な機構の構想設計を通して、エネルギー変換の技術が生活や社会の中で果たす役割や開発者の思考を体験的に理解させ、身の回りのエネルギー変換の技術の一端を学ばせたい。

「C エネルギー変換の技術」では、エネルギー変換の技術の見方・考え方を働かせた実践的・体験的な活動を通して、①生活や社会で利用されているエネルギー変換の技術についての基礎的な理解を図り、それらに係る技能を身に付け、②エネルギー変換の技術と生活や社会、環境との関わりについて理解を深めるとともに、③生活や社会の中からエネルギー変換の技術に関わる問題を見いだして課題を設定し解決する力、④よりよい生活や持続可能な社会の構築に向けて適切かつ誠実にエネルギー変換の技術を工夫し創造しようとする実践的な態度を育成することをねらいとしている。

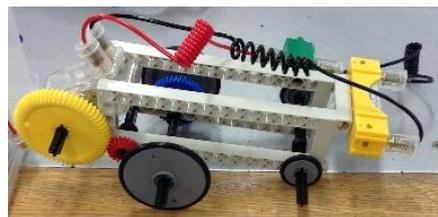


写真 1 TECH 未来で製作した電気自動車

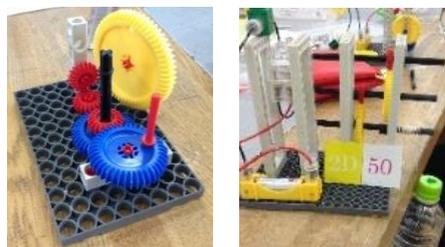


写真 2 TECH 未来で製作したギヤシステム

(3) 学びの本質に迫る指導とその評価について

本校技術・家庭科では、学びの本質を「実生活や実社会の多様な状況において、学んだ知識や技能を活用して問題を解決できる資質・能力の習得」ととらえる。また、育成を目指す資質・能力は、下記の通り定義する。

【知識・技能】

問題を構成する要素を分解して解釈し、それらの関係性、課題を分析し、問題解決に向かって試行を繰り返し、再構築された活用できる知識・技能。

【思考力・判断力・表現力等】

実在する条件や制約のある問題を解決する場面において、あらかじめ分かっている正解に収束するのではなく、科学的根拠に基づいて、最適解を導き出す力。

【学びに向かう力、人間性】

生活や社会の中から問題発見、課題化し、互いの意見を尊重しながら、様々な立場の人の意見を踏まえ、自己決定しようとする実践的な態度。

① 学びの本質に迫るための指導の手立て

生徒が、わかろうとするときには、製品を構成する要素を分解して考える必要性が生じる。これが、「ものづくりの科学」であり、「技術的なもの見方や考え方」である。その結果、予測したり、試行したり、議論したり、生徒は問題を課題化し、その中で発見や実感、納得が生まれていくのではないだろうか。以上が、「学びの本質」へ迫るための仮設であり、この過程を経ながら「実践力」を高めていくことで「新しい社会に生きる学び」へのアプローチとしたい。そのための学習過程の工夫として、以下の3点を留意し進めていくこととした。

【現実社会における問題の課題化】

満タンに水が入ったペットボトルを持ち上げるギヤシステムの製作や力強く進む電気自動車の製作、そして、パフォーマンス課題『FUCHU TECH CHALLENGE』は、現実社会に実際に存在する問題をモデリングしたものである。これらの問題からは、様々な課題を見出すことができ、その解決策も多岐に渡る。試行と思考を繰り返すことで、課題解決に至るが、同時に新たな問題の課題化が行われる。このような学習が、現実社会においても問題を課題化しようとする力につながり、技術ガバナンス力（社会の発展のために技術を適切にコントロールする力）、技術イノベーション力（社会の発展のために革新的な技術を生み出す工夫・創造の力）に通じるものと考えられる。

[知識の再構築]

電気、運動、熱の特性等の原理・法則、発電の技術、電気を光や動力へ変換して利用する技術の仕組み、電気回路を基本構成、歯車の歯数と回転数、トルクの関係、速度伝達比、製品の重量と摩擦の関係など、エネルギー変換や伝達に関わる基礎的な技術の仕組みを統合して問題を解決する場面を設定する。『FUCHU TECH CHALLENGE』の前段階の、基礎的な知識・技能を習得する場面においても、模作から改良という流れを大切に、協働的な営みの中でギヤシステムを製作することで、単に理解した知識が活用できる知識へと再構築される。

[協働]

本題材では、電気自動車の製品化を目指し、構想設計、製作の各段階において Design Review (設計審査)を行う。電気自動車のコンセプトに基づき、機構を改良する。プロジェクトチームを構成することで、生徒一人一人が責任をもって話し合い、拡散的な思考を促進し、状況に応じたトレードオフ、すなわち最適解を求める力が育成される。

本校の教育活動の中心的な媒介であるヒューマンセミナーをはじめとする全ての教科において、教科横断的に話し合いのスキルアップが図られている。「傾聴」の姿勢をもち、コミュニケーションのスキルを高めながら、問題解決的な学習展開の中で、コラボレーション力の育成を図りたい。

② 学びの本質に迫るための評価

生徒が耐えず自己の変容を俯瞰し、それを意識化し、価値づけを行っていく意図的働きかけが、メタ認知の育成につながる自己評価になるものと考え、三つ折りタイプの学習シートを活用する。三つ折りタイプの学習シートを図2、図3に示す。こうした取り組みが、生徒にとっては、自己の思考の変容を自覚させることができ、自己肯定感を高め、問題解決に向かう力につながるものと考え。

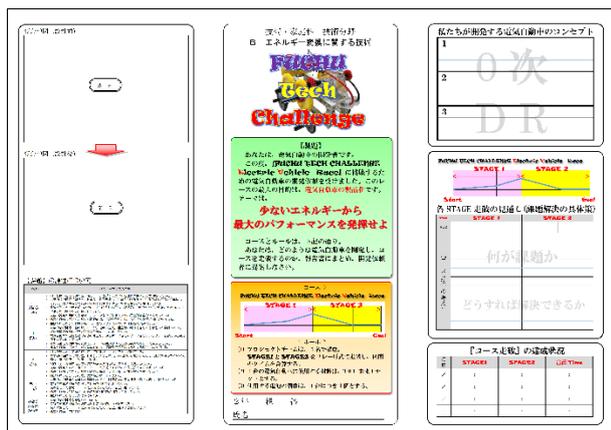


図2 三つ折りタイプの学習シート (表)

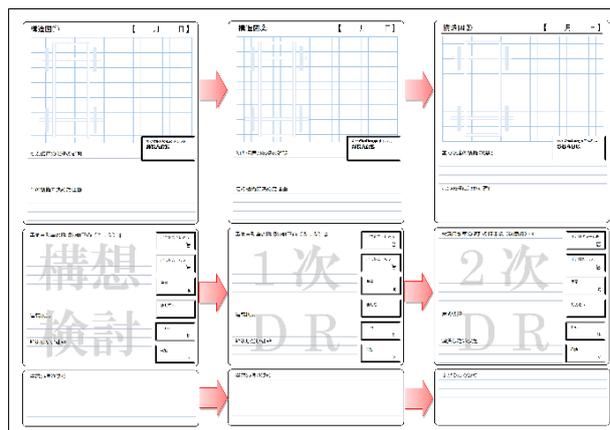


図3 三つ折りタイプの学習シート (裏)

三つ折りタイプの学習シートから、生徒の思考の変容や到達状況を把握することで、一人ひとりの生徒のつまづきを早い段階で見出すことができ、補充指導が可能となる。また、生徒が何を根拠に改良を行っているのかを継続して把握することができるため、課題解決の道標を示しやすくなる。達成状況や解決したい課題を把握できれば、同じ課題をもつ生徒同士のグループも構成することができる。電気自動車の機構の Design Review (設計審査)は、言い換えれば、生徒同士の相互評価であり、「他者から学ぶ」を学びの展開とする中学2年生の発達段階に応じたフィードバックが実現する。自分が開発した電気自動車は他者からどのような評価を受けるのかという考え方が、よりよい製品開発につながり、生徒の創造的な思考力を高めることが期待できる。

③ 学びの本質に迫ったかを見とる評価

本題材の中に、『FUCHU TECH CHALLENGE』と題したパフォーマンス課題を位置付けた。課題を、下記に示す。習得した知識・技能を活用しながら、試行を通して問題の解決策を具現化する力が求められる課題である。図2、図3の学習シートを活用して、生徒が課題解決するために必要な思考力、判断力、表現力等を見とる。パフォーマンス課題の評価指標を表4に示す。評価指標については、生徒と授業者で共有し、チェックリストとして活用したい。ただし、評価指標が具体的になればなるほど、

生徒は創造性を発揮することは困難となる。授業者の観点の押し付けになりすぎないように気をつけなければならない。

あなたは、電気自動車の開発者です。この度、『FUCHU TECH CHALLENGE Electric Vehicle Race』に挑戦するための電気自動車の開発依頼を受けました。このレースの最大の目的は、電気自動車の製品化です。テーマは、「少ないエネルギーから最大のパフォーマンスを発揮せよ」。あなたは、どのような電気自動車を開発し、コースを走破するのか、報告書にまとめ、開発依頼者に提案しなさい。

表4 FUCHU TECH CHALLENGE の評価指標

レベル	パフォーマンスの特徴
5 すばらしい	<ul style="list-style-type: none"> 問題を見いだして課題を設定し、コンセプトに基づいた仕様が具体的に表現されている。 力学的な機構等（回転数、トルク、速度伝達比、重量等の関係を含む）を考慮して設計を具体化しており、課題解決の思考過程を図や文章で表現し、根拠に基づいて説明している。 電気自動車の機構を何のために、どのように修正し、課題解決できたのか（できなかったのか）を習得した用語を用いて説明している。 複数（4つ以上）の視点の関係性を考えて、テーマを具現化するための最適解を自己決定している。 他者と協働しており、知的財産を創造、保護及び活用しようとする態度が記述に見られる。
4 良い	<ul style="list-style-type: none"> 問題を見いだして課題を設定し、コンセプトに基づいた仕様が表現されている。 力学的な機構等（回転数、トルク、速度伝達比、重量等の関係を含む）を考慮して設計しており、課題解決の思考過程を図や文章で表現し、説明している。 電気自動車の機構をどのように修正し、課題解決できたのか（できなかったのか）を習得した用語を用いて説明している。 複数（2～3つ）の視点の関係性を考えて、テーマを具現化するための最適解を自己決定している。 他者と協働しており、知的財産を創造、保護及び活用しようとする態度をもっている。
3 合格	<ul style="list-style-type: none"> 問題を見いだして課題を設定している。 力学的な機構等（回転数、トルク、速度伝達比）を考慮して設計しており、課題解決の思考過程を図や文章で表現し、説明している。 電気自動車の機構における課題解決を習得した用語を用いて説明している。 複数（2～3つ）の視点をもって考えて、テーマを具現化するための最適解を自己決定している。 他者と協働しており、知的財産を保護及び活用しようとする態度をもっている。
2 もう 一步	<ul style="list-style-type: none"> 問題を見いだしているが、課題設定が不十分である。 力学的な機構等を考慮して設計しており、課題解決の思考過程を図で表現し、説明している。 電気自動車の機構を習得した用語を用いて説明している。 視点をもって考え、テーマを具現化するために自己決定している。 他者と協働しているが、他者の知的財産を許可なく使用している。
1 かなり の改善 が必要	<ul style="list-style-type: none"> 問題を見いだすことができていない。 力学的な機構等を考慮していない。 電気自動車の機構の説明に習得した用語を用いられていない。 視点が少なく、テーマを具現化するために自己決定がなされていない。 他者と協働していない。

3 題材の指導計画及び評価計画

(1) 指導目標

- ① エネルギー変換の技術についての基礎的な理解を図るとともに、それらに係る技能を身に付け、技術と生活や社会、環境との関わりについて理解を深める。【知識・技能】
- ② エネルギー変換に関わる問題を見出して課題を設定し、力学的な機構を構想し、構造図に表現し、試作等を通じて具体化し、実践を評価・改善するなど、課題を解決する力を養う。【思考・判断・表現】
- ③ よりよい生活や持続可能な社会の構築に向けて、適切かつ誠実に技術を工夫し創造しようとする実践的な態度を養う。【主体的に学習に取り組む態度】

(2) 評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
電気、運動、熱の特性等の原理・法則と、エネルギーの変換や伝達等に関わる基礎的な技術の仕組みについて理解しており、電気自動車の製作、実装、点検及び調整等ができる。	問題を見出して課題を設定し、力学的な機構を構想して設計を具体化するとともに、製作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えている。	省エネルギーや使用者の安全などに配慮して、力学的な機構の設計・製作・改良の在り方を考え、意思決定をしようとしている。

(4) 題材の指導計画及び評価計画 (題材名「エネルギーを変換して利用しよう」合計 12 時間扱い)

(○学びの本質に迫るための評価 ●学びの本質に迫ったかを見とる評価)

時間	小 題 材	評価の観点			評 価 規 準	学 習 内 容
		知・技	思・判・表	態度		
1	エネルギーの源は	○ C(1) ア		○ C(3) ア	エネルギー資源の分類について知り、生活や社会におけるエネルギーの変換技術、利用についての知識を主体的に理解しようとしている。	原油、重油、ウランペレット模型を観察し、1次エネルギーを2次エネルギーに変換する発電技術の仕組みや「エネルギー変換」という言葉の意味を知る。
1	エネルギー変換の仕組み① 電気エネルギーの光への変換		○ C(1) イ		白熱電球、蛍光灯、LED における電気エネルギーを光へ変換する技術の仕組みを知り、照明器具の選択理由について説明することができる。	シャーペン芯の発光実験、傾向放電管実験、pn 接合半導体のアニメーションの視聴を通して、電気エネルギーを光へ変換する技術の仕組みを理解し、身の回りの照明器具の選択について考える。
1	エネルギー変換の仕組み② 動力伝達の仕組み	○ C(2) ア			動力伝達の仕組みを知り、歯車の役割、歯車の回転方向と回転数の関係についての知識を身に付けている。	歯車を組合せ、原動車と従動車の回転方向、回転数を比較し、歯数の比、回転数の比を求め、複数の歯車の関係性を理解する。
1	ギヤシステムの製作① 電気エネルギーの動力への変換	○ C(2) ア			電気回路の基本構成と力学的な機構を組み合わせて、ギヤシステムを模作、調整することができ、歯車の回転数とトルクの関係についての知識を身に付けている。	電気回路の基本構成と力学的な機構を組み合わせて、紐を巻き上げるギヤシステムを2種類(回転数が高い・トルクが高い)を模作し、回転数とトルクの関係について理解する。
1	ギヤシステムの製作② ペットボトルを持ち上げるギヤシステムの製作		● C(2) イ	○ C(3) ア	歯車の回転数とトルク関係を考慮してギヤシステムを構想して設計を具体化するとともに、製作の結果の評価、改善及び修正について考えている。	乾電池1本で、満タンに水が入ったペットボトルを持ち上げるトルクが高いギヤシステムを設計して製作する。軸のたわみや軸受の摩擦を考慮して、調整する。
1	電気自動車の製作① 速さを求めた電気自動車	○ C(2) ア			スピード重視の電気自動車を製作するため、トルクを抑え、回転数上げるギヤシステムの適切な製作、実装、調整ができる。	『最速の電気自動車』の実現のため、基本的な構造の電気自動車を、トルクを抑え、回転数上げる構造を製作する。重量と摩擦の関係を考慮して、調整する。
1	電気自動車の製作② 力を求めた電気自動車		● C(2) ア	○ C(3) ア	トルク重視の電気自動車を製作するため、回転数を抑え、トルク上げるギヤシステムを構想して具体化するとともに、改善及び修正について考えている。	『力強い電気自動車』の実現のため、トルクを上げ、回転数を抑える構造を考え、坂道を上る電気自動車を製作する。
1	FUCHU TECH CHALLENGE① 0次 Design Review 電気自動車のコンセプト設定	○ C(1) ア	○ C(2) イ	○ C(3) イ	より速く、安全にコースを走破する電気自動車を実現するための課題解決策を考えている。	プロジェクトチームで開発する電気自動車のコンセプトを設定し、提示されたコースを走破するための課題解決策を考える。
1	FUCHU TECH CHALLENGE② 構想設計・試走	○ C(1) ア	○ C(2) イ	○ C(3) イ	開発コンセプトに基づいて、電気自動車の機構を構想し設計を具体化し、新たな課題を見出している。	コースを走破するための、電気自動車の機構を構想して設計を具体化し、電気自動車を試走させて、新たな課題を見つける。
1	FUCHU TECH CHALLENGE③ 1次 Design Review 電気自動車の修正・改良	○ C(1) ア	○ C(2) イ	○ C(3) イ	電気自動車がより速く安全にコースを走破するための力学的な機構を考えている。	プロジェクトチーム内で Design Review を行い、製品化という観点から試作品を見つめ、電気自動車を改良する。
1 (本時)	FUCHU TECH CHALLENGE④ 2次 Design Review 電気自動車の修正・改良	● C(1) ア	● C(2) イ	○ C(3) イ	電気自動車の力学的な機構を構想して設計を具体化し、製作の過程の評価、改善及び修正について考えている。	同じ課題をもつ生徒同士のグループで、Design Review を行い、複数の視点をもって解決策を考え、電気自動車の機構を修正・改良する。
1	FUCHU TECH CHALLENGE⑤ 3次 Design Review 電気自動車の提案・評価			● C(3) イ	開発した電気自動車を複数の視点で評価し、よりよい生活や持続可能な社会を構築するために、適切かつ誠実に技術を工夫し創造していかようとしている。	開発した電気自動車をトルク、スピード、重量、燃費等、複数の視点から評価し、自分が製作した電気自動車についての報告書をまとめる。

※網掛けの箇所が、単位時間のメインとなる評価の観点。

4 本時について

(1) 主題 『 FUCHU TECH CHALLENGE 』 ～電気自動車の機構を修正・改良しよう

(2) 指導目標

電気自動車の力学的な機構を構想して設計を具体化させ、製作の過程の評価、改善及び修正について考えさせる。

(3) 評価規準

電気自動車の力学的な機構を構想して設計を具体化し、製作の過程の評価、改善及び修正について考えている。【思考・判断・表現】

(4) 指導と評価の構想

本時は、電気自動車の開発者という立場で、回転速度、トルク、重量、摩擦、効率、燃費、駆動方式、コストなど複数の視点から、力学的な機構を修正・改良する授業である。舞台は『FUCHU TECH CHALLENGE EV RACE』と題した電気自動車レース。このレースの最大の目的は、「電気自動車の製品化」であり、スピードを求めながらも、乗車する人間の命を守るための安全走行が求められる。生徒は、自分が所属するプロジェクトチームのコンセプトに基づいて、電気自動車の機構の修正、改良を繰り返す。トルクを上げようとする、回転数が下がり、組み合わせるギヤの個数が増えると、車体の重量が増え、摩擦が発生し、電気自動車の始動が難しくなる。このような構想設計学習においては、一方を追求すると、もう一方の視点を犠牲にせざるを得ないトレードオフの関係が生まれてくる。生徒は、「製品化」の視点から生まれる複数の視点を統合し、問題解決に向かい、最適な性能をもつ電気自動車の開発を進めるのである。

本時のグループ構成は、1次 Design Review の評価情報をもとに、同じ課題をもつ生徒同士で構成される。4人グループのそれぞれが別々のプロジェクトチームに所属するため、コンセプトは異なるが、同じ STAGE に挑戦し、同じような課題をもつ生徒同士で、課題解決しやすい学習形態となっている。

3分前学習として、3分間の映像を視聴する。映像資料の内容は、『FUCHU TECH CHALLENGE』のパフォーマンス課題の確認とこれまでに製作された電気自動車の走行の様子である。生徒が自分自身の立場を確認すること、プロジェクトチームや各学級で知恵を結集する活動の必要性、トラブルをどのように修正・改良していくのかという視点をもつことが目的である。

導入では、生徒が解決したい課題を確認し、電気自動車の修正・改良の必要性を考える。また、課題解決のためにどのような修正・改良ができるかを問いかけ、学習課題を設定する。

展開では、走行中にトラブルが起きる電気自動車の映像を視聴し、修正・改良の手立て（機構の機械的な要素）を確認し、課題解決の見通しをもたせる。その後、グループ内で Design Review（設計審査）を行い、現在抱えている課題の解決策についてグループで検討する。Design Review を通して考えた複数の課題解決の方法の中から、生徒の「生活の知」、「科学の知」を活用して、解決する可能性が最も高いであろう方法から試行を始める。見方・考え方を働かせながら、自分の理論を電気自動車の力学的な機構に実装させる場面は、生徒の思考力・判断力・表現力等が試される場面である。同じ課題をもっているグループ構成であるため、試行過程においても、何度も繰り返し他者評価をもらうことができる。電気自動車の製作に集中していると、機械的な要素をどうするかという思考に偏り、「製品化」という視点が薄れてくる可能性が考えられる。そこで、再度「製品化」に関わる複数の視点を確認し、それらのトレードオフの関係性にも気づかせたい。個々がもっている課題が異なれば、解決策も異なる。たった1つの解決策の実行で解決することもあれば、1つ変更したことで、それに関連して、変更を要する箇所が次々と出てくることもある。重要なのは、技術的な見方の広さであり、複数の視点をもって最適解を導き出すことである。試行後は、電気自動車の機構をどのように修正し、課題解決できたか、なぜ変更したのか、根拠をもって自分の考えを述べさせ、自分自身の思考の変容を整理させたい。

終結では、電気自動車の修正・改良点の発表から、共通点を導き出し、「コンセプトを軸に据えること」、「トレードオフの考え方」、「Try&Error の繰り返し」など、電気自動車の開発における重要なポイントに気づかせたい。また、『FUCHU TECH CHALLENGE』の導入で記入した概念地図を振り返り、構想設計学習導入時から終結時にかけて自分自身の見方・考え方の広がりを確認させ、技術を評価する力の高まりを実感させるとともに、電気自動車の構想設計学習における学びを価値づけさせたい。

(5) 本時の展開

段階	学習内容及び学習活動	時間 (分)	■指導上の留意点および評価 ・学びの本質に迫る指導 ○学びの本質に迫るための評価 ●学びの本質に迫ったかを見とる評価
導入	1 学習内容を確認する。 オール FUZOKU で製品開発 ～2C の挑戦～ (1) 電気自動車の修正・改良の必要性を考える。 (2) 所属チームのコンセプトを確認し、チーム代表としての責任をもつ。 2 学習課題を設定する。	5	○ 前時までの到達度を把握し、同じ課題をもつ生徒同士でグループを構成し、協働に必然性をもたせる。
展開	電気自動車の製品化のために、どのような修正・改良をすればよいか 3 課題解決の見通しをもつ。 走行中にトラブルが起こる(曲がる・止まる・跳ねる)電気自動車の映像を視聴し、電気自動車の機構の修正・改良の手立てを確認する。 (力学的な機構) 回転数とトルクの関係、車体の重量バランス、駆動方式、トラクション、タイヤの直径 4 電気自動車の機構の修正・改良 (1) Design Review (設計審査) 開発した電気自動車を使って、Design Review (設計審査)を行い、グループで個々の電気自動車の機構の修正・改良の手立てを考え、課題解決の見通しをもつ。 (2) 電気自動車の機構を修正・改良し、試行を繰り返す。 (3) 「製品化」の視点を確認し、修正・改良の過程の評価の考え方をもつ。 (製品化の視点) ・電気自動車のコンセプト ・トルク、スピード、重量、トラクション、摩擦、燃費、駆動方式等のトレードオフの関係 (4) 再度、電気自動車の機構を修正・改良し、試行を繰り返す。 5 電気自動車の機構の修正・改良点を根拠に基づいて説明する。 (1) さまざまな修正・改良の中で、最も興味をもって取り組んだものを1つ取り上げ、根拠に基づいて説明する。 (2) 修正・改良点を整理し、発表する。 スピードとトルクを両立させるため、坂道を登れるギリギリのところまでトルクを下げることを試みた。トルク9倍、18倍を試してみたが、坂道を登れるギリギリのところはトルク3倍だった。しかし、重いものが後ろにあると、3倍では登れないので、スイッチ、モータ、電池をすべて前に出した。さらに、タイヤを大きくしたら走りやすくなった。Stage1は完走。Stage2は前の重りで一回転してしまった。	5 2.5 1.0	・協働 所属するプロジェクトチームのコンセプトに基づいた自分の考えに、複数の視点からの意見を受け入れ、協働的に課題を解決させる。 ・知識の再構築 既習事項(回転数、トルク、摩擦、重量等)や新たなアイデアを組み合わせて、創造的な思考を促す。 ○電気自動車の力学的な機構を構想して設計を具体化し、製作の過程の評価、改善及び修正について考えている。 【思考・判断・表現】
終結	6 本時の学習の振り返り (1) 電気自動車の機構の修正・改良作業から見てきた共通点を考え、技術開発のためのポイントをあげる。 ・コンセプトを軸に据えること ・トレードオフをどう考えるか ・Try&Errorの繰り返し ・協働による学びの価値 (2) 電気自動車の構想設計学習における学びを振り返る。	5	○よりよい生活や持続可能な社会の構築に向けて、エネルギー変換の技術を工夫し創造しようとしている。 【主体的に学習に取り組む態度】

