

Tech 未来教材を用いた最適解を導く設計学習の提案
(2016 年度の「電気自動車を作ろう」実践を通して)

Proposal of Designing to Lead Optimal Solution Using the Tech-MIRAI Teaching Materials
(Through the Practice of "Making Electric Vehicles" in FY 2016)

渡津 光司

大口町立大口中学校

Koji Watatsu

Oguchi Junior High School

磯部 征尊

愛知教育大学技術教育講座

Masataka Isobe

Department of Technology Education, Aichi University of Education

柏原 寛

中国学園大学

Hiroshi Kashihara

Chugoku Gakuen University

大谷 忠

東京学芸大学

Tadashi Ohtani

Tokyo Gakugei University

キーワード：Tech 未来教材，最適解，設計学習

Keywords: the Tech-MIRAI Teaching Materials, optimal solution, designing

1. はじめに

本研究では，中学校技術・家庭技術分野（以下，技術分野とする）におけるエネルギー変換の内容に関する授業実践を通して得た知見を報告する。

まず，次期学習指導要領の方向性に関しては，文部科学省教育課程部会家庭，技術・家庭ワーキンググループから出されている資料によると，技術分野の技術の見方・考え方の整理として，「生活や社会における事象を，技術との関わりの視点で捉え，社会からの要求，安全性，環境負荷や経済性等に着目して技術を最適化すること。」¹⁾と明記されている。別の資料によると，「技術分野においては，問題解決的な学習を通して，生活や社会の

中から技術的な問題を見出して課題を設定し，技術がもつ特性に着目して最適解を導く見方や考え方を働かせながら，その解決策を具体化（設計・計画）して解決活動（製作・制作・育成）していき，その解決過程をふり返って評価していくことが，『見方や考え方』を成長させながら資質・能力を獲得する学び(深い学び)となると考えられる。」²⁾と明記されている。つまり，これまでに引き続き，技術分野では最適解を導く学習が求められていると言える。また，文部科学省教育課程部会家庭，技術・家庭ワーキンググループにおけるこれまでの主な意見（未定稿）に関しては，「技術分野においては，設計・計画のところに重点を置くと

ということと、活動の評価するというサイクルを強調しようというのが共通の認識と考える。」³⁾とまとめられている。さらに、技術分野における教育のイメージとして、「生活や社会における問題を見出し課題を設定した上で、解決策が最適なものとなるよう設計・計画し、製作・制作・育成を行うとともに、解決結果・解決過程を評価・改善する学習活動を充実する。」⁴⁾と明記されている。つまり、技術分野では設計を重視した学習が求められていると言える。そこで、本研究では、少経験者である授業者による、最適解を導く設計学習を展開するカリキュラムのデザインと、実践結果に基づくカリキュラム効果を検討することを主たる研究目的とする。

2. 研究の方法

2.1. 研究の対象及び、授業実践の時期

研究の対象は、A 県 O 町立 O 中学校の第 2 学年とした。第 2 学年は全 7 学級（227 名）である。授業実践の時期は、2016 年 10 月～12 月であった。

2.2. 授業実践の内容

授業実践の内容は、エネルギー変換に関する技術の内容、特に、機械系の領域に関する内容である。題材名は、「電気自動車を作ろう」とした。表 1 は、題材指導計画である。全 10 時間で授業を展開した。表 1 より、第 1 時から第 4 時を、電気自動車の製作前に必要な科学的な理解を図る学習と位置付けた。次に、第 5 時から第 10 時を、電気自動車の製作において 3 段階の製作をする中で、設計を 3 回行い、電気自動車の製作のレベルを上げていく学習と位置付けた。表中の「模作」とは、基本的な構造を持つ電気自動車を、模倣して製作することを意味する。全員が見本を見ながら、ほぼ同じものを製作していく。「改作」は、基本的な構造を持つ電気自動車を自分なりに改良して、速さ及び、力を求めた電気自動車を製作することである。速さを求めた電気自動車の製作における設定課題は、「より速くゴールに到着しよう」とした。また、力を求めた電気自動車の製作における設定課題は、「坂を登ろう」とした。「創作」は、目標を立ててオリジナルの電気自動車を設計し、製作することである。自分なりの課題を設定し、設計・製作していく。

表 1 題材指導計画

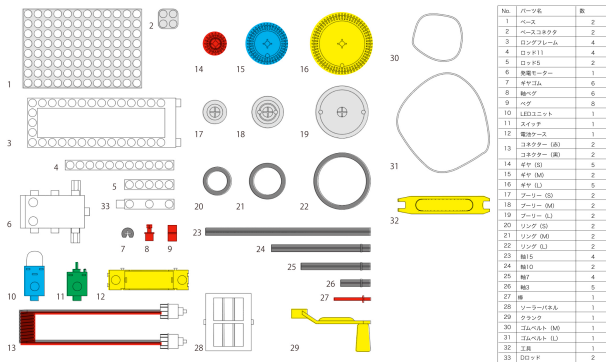
時限	学習活動・学習内容
第 1 時	歯車の回転方向と、歯数と回転数の関係を知る。
第 2 時	歯車の速さと回転運動の力の関係を知る。
第 3 時	ギヤシステムを製作する。
第 4 時	ギヤシステムの出力軸の回転数とトルクの関係を知る。
第 5 時	基本的な電気自動車の構造を「模作」する。
第 6 時	速さを求めた電気自動車を「改作」する。
第 7 時	力を求めた電気自動車を「改作」する。
第 8 時 第 9 時 第 10 時	目標を立ててオリジナル電気自動車を設計し、社会的、環境的、経済的側面などから設計要素を比較・検討した上で「創作」する。

2.3. 選定した教材

選定した教材は、「Tech 未来 001 lite」（写真 1）である。本教材は、個人持ち教材として購入し、配付した。図 1 は、「Tech 未来 001 lite」のパーツ一覧である。なお、「Tech 未来 001 lite」には、LED ユニット、ソーラーパネル、クランクは含まれていない。



写真 1 Tech 未来 001 lite

図1 「Tech 未来 001」に含まれているパーツ⁵⁾

この教材を選定した主たる理由は、文部科学省教育課程部会家庭、技術・家庭ワーキンググループにおける審議の取りまとめにおいて、教材の在り方として、「モデル(又はプロトタイプ)を設計・試作するための教材を必要に応じて整備したりすることについても検討すること」⁶⁾が指摘されているからである。具体的には、「技術に関する科学的な理解に基づいた設計・計画」の段階では、学習者の実態に応じて適切な設計ができるよう、3DCADや3Dプリンタなどが挙げられる。そこで、本研究では、電気自動車というモデルを設計・試作することで、学習者の実態に応じた設計を適切かつ、効率良く行うことができると考えた。また、

東京学芸大こども未来研究所のホームページによると、「Tech 未来シリーズは、電池、モーター、導線、LED ランプ、ソーラーパネル、ポンプ、ギヤ、簡単に組んだり外したりできるフレームなど、エネルギーを使ったり、作ったり、利用して組み立てたりする多種多様なパーツ群で構成されています。Tech 未来シリーズは、簡単に組み立てることができ、すぐに実現できるので、トライアンドエラーが簡単。だから失敗を恐れることなくどんどんチャレンジできます。創造の世界にどっぷりと浸ることができます。」⁷⁾と説明されている。本研究では、電気自動車を製作する際、簡単に組み立てることができる多種多様なパーツ群、特に歯車やモーターなどを構成して、設定した課題を解決するための最適解を、歯車や軸、タイヤなどの組み合わせを工夫して試行錯誤しながら導き出せる教材であると考えた。さらに、Tech 未来シリーズでは、Tech 未来研究サイト(写真2)が開設されている。ここでは、指導方法やワークシートなどが例示されている。サイトの説明として、「このサイトは『確かな技術教育』を目指す先生のための交流サイトです。Tech 未来シリーズを用いながら、指導方法やワークシートなどのディスカッション

研究サイト

メンバー
検索

[お知らせ](#)
[指導の流れ\(展開例\)](#)
[タイムライン](#)
[指導資料](#)
[Tech未来メンバー](#)
[Q&A](#)
[問い合わせ](#)
[ようこそ!](#)

「エネルギー変換」の学習における指導の流れ(展開例)

Tech未来では、エネルギー変換での授業の流れを下記のようにご提案しています。各内容ごとに、スタンダード指導案、スタンダードワークシート(PDF版、word版)、評価基準という3点セットをリンクします。各学校での環境により時間の増減合わせながら、授業にご活用いただければと思います。

授業時間は「20～26時間」を目安としています。(※表示時間は目安です。)

単元指導計画
サンプル

評価基準例

1.わたしたちの生活とエネルギー変換
【参考時間数:2～3時間】

実践データベース

渡津光司
ログアウト

新ファイル共有機能について
みなさまお世話になっております。Tech未来事務局です。長い間、授業で作成したワークシートなどアップロードしたものが閲覧できないという問題が発生してまいりました。この度、新しいファイル共有の方法に変更させていただくことに致しました。ファイルのアップロードの方法につきまして、動画ガイドを作成いたしました。動画画面の右下の「字幕」を表示してご確認ください。
<https://youtu.be/dZA0myFKb0E>
引き続きよろしくお願いいたします。ご不明な点はご連絡下さい。Tech未来事務局 [開く](#)

TECH未来
Virtual Meeting room
バーチャル会議室
ここをクリックするとテレビ会議室に入ることができます

写真2 Tech 未来研究サイトの一部

ョンや研究を通じ、より分かりやすく、より効果的な技術の教育を検討し、新しい技術教育のあり方を模索します。」⁸⁾と記載されている。本研究は、この教材や Web サイトを通して、全国の先生方と交流できることにメリットがあると考えた。

2.4. 最適解の定義

一般的な最適解とは、「最も適した答え。現状から最適と考えられる解答。」⁹⁾とされている。

また、愛知県の最適解の解釈として、第 53 回東海・北陸地区中学校技術・家庭科研究大会愛知大会の資料¹⁰⁾によると、『『最適解』とは、生徒がさまざまな考えに気付き、それらを比較・検討しながら、考えを深めて導き出した最も適した解』と定義されている。

Tech 未来教材を使うことで期待される最適解の具体的な姿とは、例えば、「より速くゴールに到着しよう」という設定課題の場合、歯車の組み合わせや地面の摩擦、電圧などを総合的に比較・検討して、より速い電気自動車を製作する姿である。

2.5. 授業実践の評価

今回の授業実践の評価として、第 1 時～第 4 時の授業を受けた学習者に対し、表 2 のようなアンケートを第 5 時（製作に入る前）に行った。また、第 5 時～第 10 時の授業を受けた学習者に対し、表 3 のようなアンケートを第 10 時に授業の振り返りとして行った。

表 2 学習後のアンケート①

問 1	この教材で学習の意欲が高まったか。 はい・どちらでもない・いいえ
問 2	歯車の特徴や回転方向について理解することができたか。 はい・どちらでもない・いいえ
問 3	歯車の歯数と回転速度の関係について理解することができたか。 はい・どちらでもない・いいえ
問 4	歯車の回転速度と力について理解することができたか。 はい・どちらでもない・いいえ

問 1 は、「Tech 未来 001 lite」が学習者の意欲を高めるかどうかの調査を目的としたアンケート項目である。問 2～問 4 は、電気自動車の製作前に必要な科学的な理解を図るアンケート項目である。

表 3 学習後のアンケート②

問 5	電気自動車の「模作」は容易だったか。 はい・どちらでもない・いいえ
問 6	電気自動車の「改作」は容易だったか。 はい・どちらでもない・いいえ
問 7	電気自動車の「改作」で容易だった方はどちらか。 速さ・どちらでもない・力
問 8	電気自動車の「創作」は容易だったか。 はい・どちらでもない・いいえ

問 5～問 8 は、電気自動車の製作の難易度に関するアンケート項目である。

3. 研究の結果

3.1. Tech 未来教材に関するアンケート結果

授業の様子を見る限り、学習者はこの教材を使用することで、前向きに学習している印象を受けた。

図 2 は、この教材に関するアンケート結果である。「この教材で学習の意欲が高まったか。」という問いに対し、図 2 より、81%の学習者は、自己の意欲が高まったと回答した。

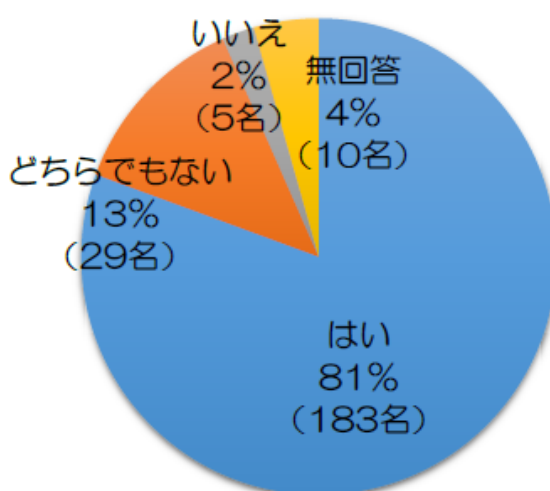


図 2 問 1 の回答結果

3.2. 製作前に必要な科学的な理解を図るアンケート結果

歯車の特徴や回転方向、回転速度、回転運動の力などを理解させる場面において、授業者はこの教材を使用し、視覚的に理解させることができたと感じた。

表4～表6は、電気自動車の製作前に必要な科学的な理解を図るアンケート結果である。

「歯車の特徴や回転方向について理解することができたか。」という問いに対し、表4より、74%の学習者が理解できたと回答した。

表4 問2の回答結果

評価基準	回答数 (割合)
はい	167名 (74%)
どちらでもない	36名 (16%)
いいえ	14名 (6%)
無回答	10名 (4%)

「歯車の歯数と回転速度の関係について理解することができたか。」という問いに対し、表5より、62%の学習者が理解できたと回答した。

表5 問3の回答結果

評価基準	回答数 (割合)
はい	141名 (62%)
どちらでもない	53名 (24%)
いいえ	23名 (10%)
無回答	10名 (4%)

「歯車の回転速度と力の関係について理解することができたか。」という問いに対しては、表6より、41%しか理解できなかったという結果となった。歯車の回転速度が速くなると、力も強くなると答えてしまう学習者が多くいた。これは、授業者の指導力不足の結果であると予想される。この学習場面は2時間連続して理解させるべきだと推察される。その際、自転車のような身近なものを使用して説明を補足したり、ワークシートを工夫したりして、理解を促す必要があると感じた。

表6 問4の回答結果

評価基準	回答数 (割合)
はい	93名 (41%)
どちらでもない	60名 (27%)
いいえ	64名 (28%)
無回答	10名 (4%)

3.3. 電気自動車の製作後のアンケート結果

授業の様子を見る限り、基本的な構造を持つ電気自動車を模倣して製作する場面では、ほとんどの学習者ができていたと感じた。また、基本的な構造を持つ電気自動車を自分なりに改良して製作する場面では、速さを求めた電気自動車の製作で苦戦している学習者も見られたが、力を求めた電気自動車の製作は多くの学習者が目標を達成していた。しかし、電気自動車の「創作」の場面では、自分なりの課題を設定することができない学習者が多く見られ、「速く進む」、「坂を登る」といったように、「改作」の場面と同じような課題を設定し、電気自動車を製作する学習者が多く見られた。

表7及び、図3は、第10時の後（電気自動車の製作後）のアンケート結果である。

「電気自動車の『模作』は容易だったか。」という問いに対し、表7より、43%の学習者が容易だったと回答した。

表7 問5の回答結果

評価基準	回答数 (割合)
はい	98名 (43%)
どちらでもない	68名 (30%)
いいえ	51名 (23%)
無回答	10名 (4%)

「電気自動車の『改作』は容易だったか。」という問いに対し、36%の学習者が容易だったと回答した。また、「電気自動車の『改作』で容易だった方はどちらか。」という問いを見てみると、図3より、速さを求めた電気自動車よりも、力を求めた電気自動車の方が容易であると回答する学習者が51%いた。これは、速さを求めた電気自動車を製作する際、地面の摩擦などを考慮しなければいけ

ないため、考える要素が増えたことが難しいと感じた理由であると予想される。

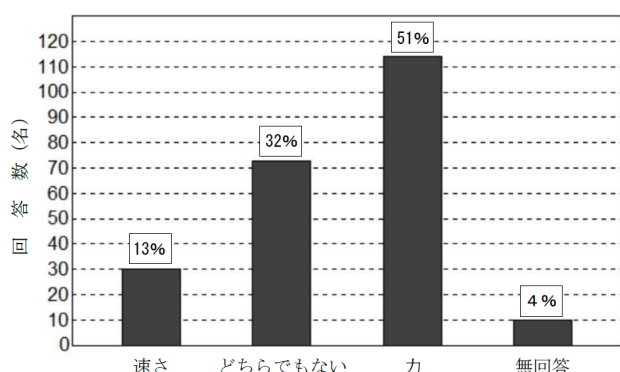


図3 問7の回答結果

「電気自動車の『創作』は容易だったか。」という問いに対し、33%の学習者しか容易だったと回答しなかった。これは、歯車の回転速度と力の関係についての理解において、つまずきを感じる学習者が多くいたためだと予想される。また、少経験者である授業者にとって、課題の設定の場面の指導が難しいと感じたため、この場面に関するワークシートの開発を早急に進める必要があると感じた。

4. まとめ

まとめとしては、以下の点が挙げられる。

(1)「Tech 未来 001 lite」を個人持ち教材として購入し、配付したことで、写真3のように、全員参加の授業が展開できた。また、取り掛かりやすいブロック教材なので、学習者の関心・意欲・態度の高まりが見られた。



写真3 全員参加の授業の様子

(2) 電気自動車の設計・製作の場面においては、基本的な構造を「模作」することは比較的容易にできた。しかし、「改作」及び、「創作」については試行錯誤しながら製作をしていたが、難しく感じる学習者が多く見られた。これは、電気自動車の製作前に必要な科学的な理解を図る学習（写真4）において、第2時及び、第4時の学習のまとめの場面で、「歯車の回転速度が速くなると、力も強くなる。」と記述している学習者のように、この部分につまずきを感じていた学習者が多くいたと考えられる。従って、電気自動車の製作前に必要な科学的な理解を図る学習においてつまずきを感じたため、「改作」及び、「創作」について難しく感じる学習者が多かった結果になったことが推察される。

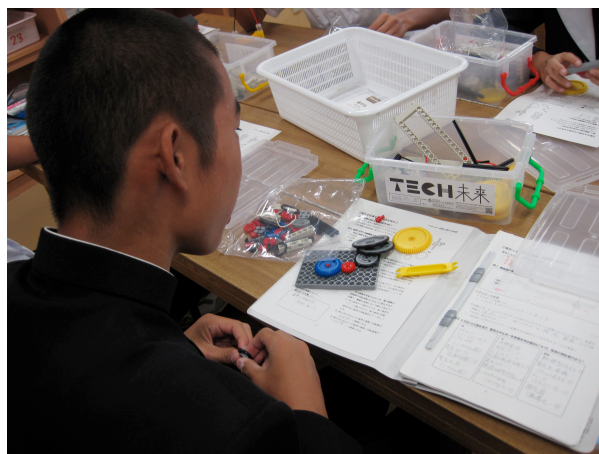


写真4 科学的な理解を図る学習の様子

(3) 電気自動車の「改作」において、速さを求めた電気自動車より、力を求めた電気自動車の方が製作しやすいと感じる学習者が多く見られた。製作する順番を変えることでより理解が深まるのではないかと考えられる。

(4) 電気自動車の「創作」において、自分なりの課題を設定することができない学習者が多く見られた。課題の設定を促すような手立てが必要であると感じた。

(5) 以上のように、Tech 未来教材を選定することで、少経験者である授業者でも最適解を導く設計学習は展開できるが、小さな課題を設定し、狭

い範囲での最適解を導くに留まった。

5. 今後の課題

今後の課題としては、以下の点が挙げられる。

(1)電気自動車の製作前に必要な科学的な理解を図る学習においてつまづきを感じさせないために、特に歯車の速さと回転運動の力の関係を知る学習場面は2時間連続して理解させたい。よって、第2時を2時間にし、歯車の速さについての授業で1時間、歯車の回転運動の力についての授業で1時間という指導計画に変更する。

(2)今回の最適解を導く設計学習では、小さな課題を設定し、狭い範囲での最適解を導くことしかできなかったのも、大きな問題に対する最適解を導けるような授業を考える必要がある。

(3)学習指導要領の改訂に伴い、新しい学習プロセスを踏襲した授業を構成する必要がある。特に、「既存の技術の理解と課題の設定」の部分における指導の流れを提案する。

(4)電気自動車の製作前に必要な科学的な理解を図る学習をする場面において、学習者がどのように理解を図っているのかということに注目し、学習者の思考過程をより詳細に検証する。

(5)改訂される学習指導要領の学習プロセスである「技術に関する科学的な理解に基づいた設計・計画」の場面において、学習者が設計を行う際の思考過程を分析し、より最適解を求められるような指導の流れを提案する。

6. 謝辞

本研究の実施並びにデータの分析に関して、ご協力を頂きました教育関係者の皆様と授業を受けた学習者たちに厚く御礼申し上げます。

7. 参考文献

- 1) 文部科学省教育課程部会家庭、技術・家庭ワーキンググループ：技術・家庭科（技術分野）の技術の見方・考え方の整理，資料1-2，(2016)
- 2) 文部科学省教育課程部会家庭、技術・家庭ワーキンググループ：家庭、技術・家庭ワーキンググループとりまとめ（たたき台案），資料6，(2016)
- 3) 文部科学省教育課程部会家庭、技術・家庭ワ

ーキンググループ：家庭、技術・家庭ワーキンググループにおけるこれまでの主な意見（未定稿），資料1，(2016)

- 4) 文部科学省教育課程部会家庭、技術・家庭ワーキンググループ：技術・家庭科（技術分野）における教育のイメージ，資料3-2，(2016)
- 5) Tech未来事務局：Tech未来研究サイト，(2013)，<http://tmtn.tech-mirai.net/>，(2016年8月26日閲覧)
- 6) 文部科学省教育課程部会家庭、技術・家庭ワーキンググループ：家庭、技術・家庭ワーキンググループにおける審議の取りまとめ，(2016)
- 7) 東京学芸大こども未来研究所：Tech未来シリーズ，(2013)，
<http://tech-mirai.net/techmiraiseries>，(2016年8月26日閲覧)
- 8) Tech未来事務局：Tech未来研究サイト，(2013)，
<http://tmtn.tech-mirai.net/>，(2016年8月26日閲覧)
- 9) 小学館：デジタル大辞泉，(2016)，
<http://dictionary.goo.ne.jp/jn/257290/meaning/m0u/>，(2016年8月26日閲覧)
- 10) 愛知県中学校産業教育研究協議会研究部：よりよい生活に向けて、最適解を求め続ける生徒の育成，第53回東海・北陸地区中学校技術・家庭科研究大会愛知大会，pp.13-16，(2016)

(2017年2月28日受理)