

設計に込められた意図を身近な製品から読み取る分解・組立学習の提案

向 田 識 弘

本研究では、中学校技術科における製品の分解・組立活動を通じた「開発者が設計に込められた意図」を考えるための学習を提案することを目的とし、それに基づいた授業を計画・実施し、その効果を検証した。製品の分解・組立学習の枠組みとして、「製品の理解」、「製品の分解・組立」、「製品の分析と評価」を構想した。また、学習に対応した教材の選定を行った。教材には、全国の中学校が無償で借りることができる掃除機の製品モデルであり、分解・組立が比較的容易である「ダイソンエンジニアリングボックス」を利用した。中学校2年生60名を対象にした実践から、9割以上の学習者が掃除機に組み込まれている技術の最適化について考えることができた。また、学習後の質問紙調査から、8割以上の学習者が掃除機の構造や仕組みを理解できたと肯定的に答えた。自由記述からは、「製品の分解・組立」、「問題解決」、「アイデアや発想」、「設計・製作」などに関する幅広い記述が見られた。実践の結果、学習者が「身近な生活や社会における問題解決の過程」や「多面的な設計要素から最適解を導く設計」に気づくことができたことと推察できる。この実践では、学習者が製品の分解・組立活動を通して、「開発者が設計に込められた意図」を考えることができ、今後の“ものづくり”につながる学習として提案する。

1. はじめに

2017年に告示された次期学習指導要領では、中学校技術・家庭科（以下、技術科）の各内容において新たに“調べる活動”が冒頭の学習項目に盛り込まれた¹⁾。その中で、「イ技術に込められた問題解決の工夫について考えること」が“調べる活動”の指導事項として盛り込まれている。学習指導要領解説では、「Cエネルギー変換の技術」において、「懐中電灯や自転車など生活で使用する簡単な製品を観察、分解・組立したりすることが考えられる」、「この活動の中で、製品に用いられている電気、運動、熱の特性等の原理・法則について調べさせ、仕組みをモデル化し、実験・観察を通して動作を確かめさせ、電気回路や力学的な機構の要素や構成を変えることで動作や出力に違いが生じることを捉えさせる。その上で、製品等の目的に合わせて、これらの要素や構成を変えるなど、開発者が設計に込めた意図を読み取らせることが考えられる。」と記述されている²⁾。森山（2017）は、学習者にLED懐中電灯などの身近な製品を分解させて、その仕組みや設計者の工夫を読み取らせる分解・組立活動を学習例として挙げている³⁾。これらの技術に込められた問題解決の工夫について考えるための“調べる活動”は、現行の学習指導要領（2008年告示）⁴⁾では記

載されておらず、新たに追加される学習内容である。

「開発者が設計に込めた意図を読み取らせること」について、学習指導要領解説では、①「取り上げた技術がどのような条件のもとで、どのように生活や社会における問題を解決しているのか読み取る」こと、②「エネルギーの変換や伝達等に関わる技術が、社会からの要求、生産から使用・廃棄までの安全性、出力、変換の効率、環境への負荷や省エネルギー、経済性等に着目し、電気、運動、物質の流れ、熱の特性等にも配慮して、最適化されてきたことに気付かせる」ことと記されている。

前述の①については、技術科における“ものづくり”を通じた問題解決学習につながると考える。例えば掃除機の場合、フィルタの目詰まりから吸引力が低下するという問題を発見し、「掃除機の吸引力を持続したい」という課題を設定し、フィルタの目詰まりが起これにくい技術の仕組みを設計・製作しながら課題解決していく過程を掃除機の分解・組立活動から読み取る。つまり、製品の分解・組立活動を通して、身近な生活や社会における問題解決の過程を読み取ることができ、学習後のものづくりにつなげるというねらいが考えられる。

後述の②については、様々な設計要素から開発されていることを製品の分解・組立活動を通して、科学的な原理・法則をもとに分析することがねらいと

して考えられる。掃除機の場合は、単に吸引力の変わらない掃除機という性能のよいものを作るだけでなく、排出される空気などの安全や使用時の騒音などの環境負荷、また製品自体の価格やメンテナンスに係る費用などの経済性を考慮するなど多面的な設計要素から掃除機としての最適解を導く設計がされていることに着目させる必要がある。

クレイトン・クリステンセンらの調査では、新製品を考案して世界的に活躍している“イノベータ”が「幼い頃から仕組みを調べるためにものを分解するのが好きだった」、「新しいやり方を考案するために頻繁に実験をしている」などの“実験力”に関して“非イノベータ”よりも長けていることが明らかになっている⁵⁾。製品を分解し、製品のアイデアを分析することで、その仕組みを理解するとともに、新たな疑問を持ち、仕組みを改善するための新しいアイデアが生まれることも多いと考える。これらの経験が新たなアイデアを生み出すときの発散的思考につながることから、製品の分解・組立活動を行うことで、生徒が学習後に行う“ものづくり”で様々な視点を踏まえた設計ができるようになると期待できる。

しかし、技術科教育における製品の分解・組立活動に関する研究や「開発者が設計に込められた意図」を読み取らせる学習活動に特化した先行研究は見当たらない。そのため、「開発者が設計に込められた意図」をどのように読み取らせるべきか、具体的な学習の枠組みがなく、製品の分解・組立活動による学習の枠組みと技術科における学習効果について検証する必要があると考えた。

本研究では、学習者が「開発者が設計に込められた意図」を「身近な生活や社会における問題解決の過程を読み取ること」と、「多面的な設計要素から最適解を導く設計がされていることに着目すること」の2つの視点から考えることができる「製品の分解・組立学習」を提案することを目的とし、それに基づいた授業を計画・実施し、その効果を検証した。

2. 技術科における分解・組立の学習

技術科における製品の分解・組立活動を通じた授業はこれまでの学習指導要領に明記されていたことがある。男女共通の学習内容となった1977年以降の学習指導要領から「分解・組立」に関する記載をまとめた表を表1に示す⁶⁾。

1989年告示の学習指導要領では、機械領域にて、機械の整備の方法についての学習内容に「整備の目

的に応じた分解と組立てができること」が記載されている⁷⁾。「整備の目的に応じた分解と組立てができること」について、当時の指導書には、「単なる分解・組立ての技能習得ではなく、整備の方法の基本を習得させながら、機械の仕組みを理解させ、エネルギーの有効利用について考えさせる」と記述されている⁷⁾。また、教科書には、実習例として自転車やエンジン機関の分解・組立活動が盛り込まれていた⁸⁾。例えば自転車のペダルを分解して、ペダルに使われている軸と軸受の仕組みを調べたり、前ハブを分解し、給油して組立・調整を行ったりなどである⁹⁾。また、ガソリン機関においては、仕組みや働きの理解のための例として分解・組立活動が紹介されている。どちらも概ね1～2時間程度の内容であった。これらは、日常生活において関連のある学習内容であり、「整備の目的に応じた分解と組立て」としては実践的な学習活動であったといえる。しかしながら、事後の学習との関連が薄く、特に新しいアイデアを生み出し、アイデアを評価・改善するといった“設計学習”との関連は見られなかった。学習者が身近な生活や社会における問題解決の過程を読み取り、分解・組立学習後の“ものづくり”学習につなげたり、科学的な原理・法則をもとに“技術”を分析したりする“開発者が設計に込められた意図”を読み取る”学習活動は今回の改訂で新たに盛り込まれた活動である。

そこで、本研究で計画・実践する「製品の分解・組立学習」について次のように方向付けを行った。

- ①短時間で製品の分解・組立すること
- ②科学的な原理・法則をもとに技術を分析すること
- ③製品の設計基準を製品の分解を通して考えること

表1：学習指導要領上の「分解・組立」に関する記載内容

告示	領域	記載内容
1977年	C 機械 機械1	(1) 機械の整備の方法について、次の事項を指導する。 ア 整備の目的に応じた 分解と組立て ができること。
	C 機械 機械2	(1) 内燃機関の整備の方法について、次の事項を指導する。 イ 目的に応じた 機関本体の分解と組立て ができること。
1989年	D 機械	(3) 機械の整備の方法について、次の事項を指導する。 ア 整備の目的に応じた 分解と組立て ができること。

※男女共通の学習内容以降を掲載

※これ以降の学習指導要領については記載なし

①については、限られた時間内で分解・組立を行うことにより、教材・教具を他学級の授業でも繰り返し使えることができるようにするためである。②については、従来の分解・組立活動ではなく、技術科での問題解決学習につながるように“もの”の仕組みをより具体的に分析することをねらいとしている。③については、設計は社会的側面、経済的側面、環境的側面などの様々な観点から成り立つものであることを学習者が製品の分解や組立てを通して実感できるようにするためである。

これまでの分解・組立活動は機械領域で実施していた。それには、簡単な部品の取り外し、取り付けが容易であったことや、ねじやボルトなど共通部品が使われていることにより容易に作業できることが理由として考えられる。提案する分解・組立学習についても作業が容易にできることを考慮し、「Cエネルギー変換の技術」に対応する学習とした。

以上の方向付けをもとに、「製品の分解・組立学習」を通して、学習者が「開発者が設計に込められた意図」を読み取る学習となる授業を計画・実践する。

3. 製品の分解・組立学習の枠組み

製品の分解・組立活動を通して、学習者に「開発者が設計に込められた意図」を読み取らせる授業を計画・実践するにあたり、提案する学習の流れを図1のように枠組みにして整理した。学習は「知る」、「考える」、「気づく・振り返る」の構成とした。

「製品の理解」では、分解・組立する製品について取り上げ、製品が生活や社会における問題解決のために開発されたことを確認することをねらいとし、製品が生まれた背景と取り上げる製品の特長について取り上げる。その際、製品の特長については、製品が動作中に行う仕事の流れを取り上げ、その仕事にどのような工夫がされているかを分解前の実物をもとに実演して見せるなどの学習活動が考え

られる。分解する前の製品は細かい部品や基盤などがカバーで覆われていることが多く、一般的に“ブラックボックス化”されている。そのため、外見を観察したり、実物を使用したりするだけでは、学習者が製品に用いられている“技術”を科学的な原理・法則などから専門的に分析することが難しい。そこで、授業の導入時に授業者が製品の特長を説明し、見えない部分を分解することへの動機づけをすることが、製品の分解・組立活動での主体的な学習活動につながると考える。

「製品の分解・組立」では、学習者が問題解決の工夫を製品の分解と組立てを通して考えることをねらいとした。ここでは、学習者が製品を手順に沿って分解し、分解した部品を観察することで、科学的な原理・法則や技術の仕組みを考える。

「製品の分析と評価」では、“技術の見方・考え方”に気づくことをねらいとしている。技術科における技術の見方・考え方は、『それぞれの【技術の内容】の視点から生活や社会における事象を捉え、【技術の利用に関する検討事項】や【科学的な原理・法則】に着目して、【技術の仕組み】を最適化すること』と位置付けられている¹⁰⁾。提案する学習では、「Cエネルギー変換の技術」との関わり方の視点で捉え、社会からの要求、安全性などの社会的側面、環境負荷などの環境的側面、および費用などの経済的側面からなる設計要素について、電気や運動、物質の流れのなどに着目し、エネルギーを変換、伝達する方法等を最適化する。製品の細かな仕様について考えさせることで、技術が社会からの要求や安全性など様々な設計要素から最適化されていることに気づかせる学習活動が期待できる。

4. 教材の選定と授業計画

4.1 授業で用いた教材

「製品の分解・組立学習」の枠組みに沿って、技術科の新学習指導要領における学習項目「Cエネルギー

表2：提案する分解・組立学習の枠組み

学習展開	学習目的	学習活動
1. 製品の理解	生活や社会における問題と解決するために生まれた製品を知る	製品が生まれた背景を知る 製品の特長を知る
2. 製品の分解・組立	問題解決の工夫を製品の分解から考える	科学的な原理・法則や技術の仕組みを分解した部品の観察から考える
3. 製品の分析と評価	技術の見方・考え方に気づく	技術が社会からの要求、安全性、環境への負荷、経済性等に着目し、最適化されてきたことに気づく

ギー変換の技術」に対応した「掃除機の分解・組立」の授業を計画した。この授業では、図1に示す「ダイソンエンジニアリングボックス」を利用して掃除機モデルの分解・組立活動を行う。「ダイソンエンジニアリングボックス」とは、一般財団法人ジェームズダイソン財団が無償で貸出している教材であり、全国の中学校が利用できる¹¹⁾。この教材は実際の部品を分解・組立用として組み合わせて掃除機モデルとしたものである。また、分解・組立が容易であり、学習者の身近な製品のモデルでかつ設計要素が複数あり、その特徴が部品に表れている。学習者は指定された手順に沿って分解していくことで、掃除機に使われている部品を手にとることができる。また、部品を触りながら掃除機がどのようにゴミを吸い取っていくのかをゴミと空気の流れに分けて考えていくことで、掃除機に利用されている“技術”について科学的に理解できる。なお、教材は4人程度のグループで1台使用することを想定している。

教材は大きく分けて「①サイクロンパート」(図2)と「②ボディパート」(図3)で構成されている。

「①サイクロンパート」は、ゴミを集積するため



図1：ダイソンエンジニアリングボックスの掃除機モデル



図2：サイクロンパートの部品

のクリアビン、微細なゴミを遠心力の力で確実に収集するための部品やボディパート内へのゴミの混入を防ぐためのフィルタで構成されている。ここでは、工具を使った分解作業は必要ないため簡単に作業できる。

「②ボディパート」は、モータと運転音を低減するためのカバー、車輪や本体カバーで構成されている。ここでは、大きさの異なる2種類のねじが使用されているが、目印となるシールが予め貼っているため初めてでも簡単に分解・組立作業ができる。

これらの作業は手順が写真で紹介されている授業者用冊子やデータ(スライド資料)で確認できる。

4.2 授業構想

この授業では、学習者が掃除機の分解・組立活動を通して、「ゴミの詰まりによる吸引力の低下」という製品の性能に関わる問題が、遠心力を使ったサイクロン技術によって解決したことに着目し、技術による問題解決の工夫を考える学習を行う¹²⁾。

授業展開は、3章の「製品の分解・組立学習」の枠組みに沿って計画した。授業は1時間で完結する内容とし、【導入】で「1. 製品の理解」に対応する「サイクロン式掃除機による問題解決の理解」、【展開】で「2. 製品の分解・組立」に対応する「掃除機の分解」と「部品の分析」、【まとめ】で「3. 製品の分析と評価」に対応する「サイクロン式掃除機の評価」の展開で行われる。

4.3 授業計画

①サイクロン式掃除機による問題解決の理解

授業の導入部分では、サイクロン式掃除機生まれた経緯を知らせる。また、分解する製品モデルのもととなる市販の掃除機を実際に使用させることで、ゴミが吸い込まれる仕組みを考えるためのイメージ



図3：ボディパートの部品

を学習者に持たせる。学習者が紙パック式掃除機の問題点を考えることで、掃除機の問題解決について知り、どのような“技術”が使われているのかを考えるきっかけとした。

②掃除機の分解と部品の分析

授業の展開部分では、「掃除機の分解」と「部品の分析」をさせる。

「掃除機の分解」では、学習者にサイクロン式掃除機の分解を手順通りにさせる。学習者は、始めにサイクロンパーツの分解を行い、クリアビンを取り出す。その際、図4のようにワークシートを利用し、ゴミと空気の流れをワークシートに書き込みながら学習することで、視覚的にイメージできるようにしている。授業者は、ゴミと空気がホースから吸引され、空気がクリアビン内で渦を巻きながら、サイクロン部分へと移動し、大きなゴミはクリアビン内に蓄積することなど、科学的な原理・法則をもとに製品に用いられている“技術”を考えさせる。また、円錐形のサイクロン部分についても同様にその仕組みを考えさせる。次に、学習者はボディパーツの分解を行い、ボディパーツ内の空気の流れを調べる。ここでは、ホースから「吸い込まれた空気とゴミがどのように分別されているのか」、「吸い込まれ

た空気はどのように排出されているのか」について分解した部品の形状を観察することにより科学的に考える学習活動を意図している。

「部品の分析」では、分解した細かな部品を観察しながら製品の仕様について考えさせる。授業者が資料を提示し、部品を観察させながら開発者が製品を設計する上で配慮したことを考えさせ、図5のワークシートに記述させる。例えば、ゴミを集積するクリアビンは透明であるが、これにはゴミの量が使用者にわかるだけでなく、ゴミが吸い込まれているということを視覚的に伝えることにより、使用者が掃除への意欲を高めるという開発者の配慮がある。このように、問題解決のためのサイクロン技術だけでなく、フィルタやモータの周りを覆うカバーなど細かな配慮がされていることに着目する。

③サイクロン式掃除機の評価

授業のまとめ部分では、一つの掃除機からどのような工夫が読み取れるのかをまとめさせる。「ゴミの詰まりによる吸引力の低下」という問題を“技術”によって解決する際に、吸引力などの機能性に優れた「社会的側面」だけでなく、フィルタにより排気される空気的环境負荷を軽減するなどの「環境的側面」、および費用面の「経済的側面」の3側面

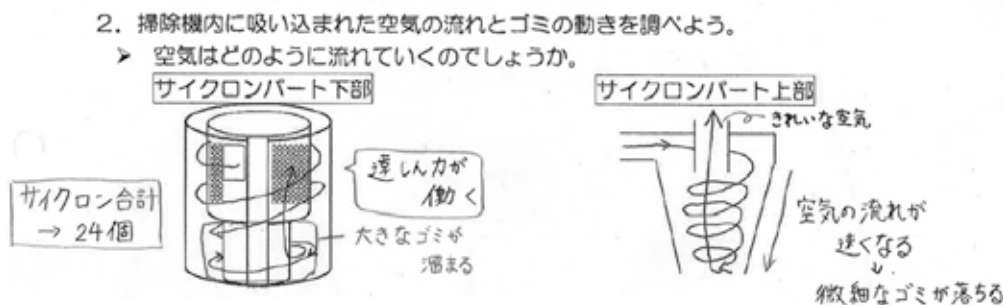


図4：ゴミと空気の流れを図示するワークシート

3. 分解した部品から製品の仕様についてグループで考えよう。

① “2つのフィルタ” はなぜ必要なのか	
サイクロン部分についているフィルタの役割	ボディ部分についているフィルタの役割
モーター内にゴミが入るのを防ぐため。 故障防止 安全性	排気時の空気清浄をしている。環境 空気清浄器と同じもの
② クリアビンはなぜ透明なのだろうか	
ゴミがどれくらいあるか、残りが目視できるようにするため。 使用者の掃除の意欲を高めるため。	③ モーターのまわりの白いカバーはなぜ必要なのか
	モーターが傷つかないようにするため。 騒音を防ぐため。

図5：部品の役割を記録するためのワークシート

で設計されていることに着目させる。授業者は、外観、費用、顧客、環境、安全性、大きさ、機能、材料の各観点別の仕様を提示し、製品の設計要素について確認する。学習者は、「製品の分解・組立活動を通して、製品がどのような考えで設計されているのか」を考え、ワークシートに文章で記述する。ここでは、製品が“3側面”を考慮し、使用者を考えて“最適化”していることに気づかせるねらいがある。

5. 授業実践

5.1 実践の概要

計画した「掃除機の分解」の授業は2017年5月にH大学附属中学校の第2学年3学級の計60名（男子計30名、女子計30名）に実施した。学習目標は「掃除機に組み込まれている技術の最適化について考えることができる」とした。評価規準は、「生活を工夫し創造する能力（工夫・創造）」の観点で「社会からの要求、安全性、環境負荷や経済性などに着目し、掃除機に組み込まれている技術の最適化について考えることができる」と設定し、授業後に学習評価を行った。なお、指導案は資料として付録している。

5.2 学習評価

授業後の学習評価では、「製品の分解・組立を通して、製品がどのような考えで設計されているのか」について、生徒が学習のまとめ部分でワークシートに自由記述した内容を表3の評価基準に沿って評価した。

例えば、「使用者がその製品を使いやすいようなものにするだけでなく、それに加えてコストや環境にもよいものになるように設計されている」ように、製品について、社会からの要求、安全性・環境負荷、経済性などの“3側面”に沿った設計の観点を踏まえて考えている場合はA評価である。

表3：学習の評価規準

A評価	B基準を満たし、身の回りの掃除機が「社会的側面」、「環境的側面」、および「経済的側面」の3側面から設計され、技術が最適化されていることを考えることができる。
B評価	身の回りの掃除機が複数の観点で設計され、技術が最適化されていることを考えることができる。
C評価	身の回りの掃除機の技術について考えることができていない。

また、“3側面”を全て踏まえていない記述に関してはBもしくはC評価とした。

6. 実践結果

6.1 学習評価の結果

表3の基準に基づいて学習評価を行った結果を表4に示す。

実践では、3学級とも9割以上の生徒がB評価以上となり、学習目標がおおむね達成できていると推察できた。全体の4割を超える生徒がA評価と認めことができ、C評価の生徒は全体の1割以下であった。

A評価の生徒は、「使用者がその製品を使いやすいようにするだけでなく、それに加えてコストや環境にも良いものになるように設計されている。また、時には使用者の気持ちも考えた設計になっている」など、分解した掃除機が製品として社会的側面、環境的側面、経済的側面の3側面から設計されていることに気づき、3側面を意識した製品の分析ができていた。

B評価の生徒は、「安全で環境に優しく、使用者が使いやすい、また使いたいと思えるように工夫して設計されている。」など、複数の観点を踏まえて製品を分析することができているものの、経済的側面が記述されていないなど、3側面を踏まえた記述をすることができていなかった。B評価の生徒については、製品の外観や機能、安全性や環境負荷、販売価格などの設計要素を意識させた上で、製品の分解・組立活動を行い、製品として工夫されている部分を読み取るような学習活動にすることが改善点として挙げられる。

C評価の生徒は、「使いやすい」、「便利」などといった機能性に関する記述のみで、環境的側面や経済的側面に関する記述が見られないなど、偏った視点となり、多面的な見方ができていなかった。C評価の生徒については、製品の分解・組立活動に集中しすぎていることや、分解する意図を理解しないまま授業が展開されていることが考えられる。グループ活動を充実させ、グループ内での教えあい・学び

表4：記述による学習評価の結果

評価/クラス群	I	II	III	計
A	7	8	10	25 (42%)
B	12	10	10	32 (53%)
C	1	2	0	3 (5%)
合計	20	20	20	60 (100%)

あいになるよう助言・指導を行うことや、製品を分解する意図を考えさせることが、改善点として挙げられる。

6.2 学習後の質問紙調査の結果

授業実践後、授業を受けた生徒を対象に、掃除機の構造や仕組みの理解度の3件法による自己評価と、授業を通して感じたことや学んだことの自由記述による調査を行った。

表5に示すように、掃除機の構造や仕組みの理解度について、「そう思う」と答えた生徒が全体の8割を超えていることから、多くの生徒が学習評価による学習目標の達成とともに、理解できたと実感を伴う結果となったと推察できる。

自由記述の内容は、「製品の分解・組立」、「問題解決」、「アイデアや発想」、「設計・製作」、「感謝や尊敬」に大きく分類することができる。そのうち、本研究に関連する記述を以下に示す。

「製品の分解・組立」に関しては、「掃除機の分解は少し難しかったけど、1つ1つの部品とか組み合わせ方を見られたのでとても楽しかったです。実際に分解することで絵や図では分かりにくいところも理解できました。」などの記述が見られた。

「問題解決」に関しては、「身近なところから問題点をさがし、それを“仕方ないか”とか“いいや、別に”などと思ってしまうのではなく、その問題点をどうしたら改善されるのかというように考えていくことの良さについて考えることができた。」などの記述が見られた。

「設計・製作」に関しては、「何回も何回も作り直していた」ということを知って、この使いやすい掃除機は、掃除機への熱い思いが生んだものだったのかと思った。私は機械の分解を通して、機械の細かさ、そしてその1つ1つのパーツにかかる思いの強さを感じた、「私が思っているよりも多くの工夫がなされていることを知りました。環境や安全性はもちろんだけれども、顧客のことを考えていたのは予想外でした。特に掃除の意欲のことまで考えるなんてエンジニアの人はすごいと思いました。」などの記述が見られた。

表5：学習後のアンケート調査結果

評価/クラス群	I	II	III	計
そう思う	14	18	18	50 (83%)
思わない	0	1	0	1 (2%)
どちらでもない	6	1	2	9 (15%)
合計	20	20	20	60 (100%)

※質問：「掃除機の分解・組立を通して構造や仕組みを理解できた。」

これらの記述から、生徒が「身近な生活や社会における問題解決の過程」や「多面的な設計要素から最適解を導く設計」に気づくことができたことと推察できる。

7. おわりに

本研究では、学習者が「開発者が設計に込められた意図」を考えることができる製品の分解・組立学習を提案することを目的とした。

これまでの学習指導要領と次期学習指導要領の比較から、これまでの学習指導要領にあった整備のための技能習得が目的の分解・組立活動ではなく、学習者が身近な生活や社会における問題解決の過程を読み取り、学習後の“ものづくり”につなげたり、科学的な原理・法則をもとに“技術”を分析したりする分解・組立活動として方向付けを行った。

「開発者が設計に込められた意図」を読み取る学習の枠組みとして、生活や社会における問題と、解決するために生まれた製品を知るための「製品の理解」、問題解決の工夫を製品の分解から考えるための「製品の分解・組立」、技術の見方・考え方に気づくための「製品の分析と評価」を構想した。

学習の枠組みに沿って、中学校技術科の新学習指導要領における学習項目「Cエネルギー変換の技術」に対応した授業を計画した。授業には、分解・組立活動が比較的容易な掃除機モデルとして全国の中学校が無償で借りることができる「ダイソンエンジニアリングボックス」を用いた。

授業は1時間で完結する内容とし、「サイクロン式掃除機による問題解決の理解」、「掃除機の分解」と「部品の分析」、「サイクロン式掃除機の評価」の展開で行った。その際、授業のまとめ部分では、製品としての掃除機が吸引力などの機能性に優れた「社会的側面」だけでなく、フィルタにより排気される空気的环境負荷を軽減するなどの「環境的側面」、および費用面の「経済的側面」の“3側面”で設計されていることに着目させ、製品が使用者を考えて“最適化”していることに気づかせることをねらいとした。

計画した授業は、中学校2年生の計60名を対象に実践し、学習評価を行った。その結果、学習目標の「掃除機に組み込まれている技術の最適化について考えることができる」から設定した評価規準に対し、9割以上の学習者がB評価以上となり、学習目標がおおむね達成できていると推察できた。また、4割を超える学習者がA評価と認めることができ、C評価の学習者は1割以下であった。

また、学習者を対象に行った質問紙調査では、掃除機の構造や仕組みの理解度について理解できたと肯定的に答えた学習者が全体の8割を超えていた。自由記述からは、「製品の分解・組立」、「問題解決」、「アイデアや発想」、「設計・製作」などに関する多くの記述が見られたほか、学習者が「身近な生活や社会における問題解決の過程」や「多面的な設計要素から最適解を導く設計」に気づくことができたことと推察できる。

これらの結果から、「身近な生活や社会における問題解決の過程を読み取ること」と、「多面的な設計要素から最適解を導く設計がされていることに着目すること」の学習活動から考えさせるための「製品の分解・組立学習」が概ね実践できたと考える。この実践を通して「開発者が設計に込められた意図」を学習者に考えさせることができ、今後の“ものづくり”学習につながる授業として考えられた。

今後の課題として、学習者が「製品の分解・組立学習」で考えた「開発者が製品に込められた意図」を“ものづくり”に生かすための思考の流れを明確にし、革新的なアイデアを生み出す“イノベータ”を育成する学習を提案することが考えられる。

8. 謝辞

構想・実践した授業の教材は、一般財団法人ジェームズダイソン財団の支援を受けて使用した。また、構想・実施した授業の内容は、広島大学教育学研究科谷田親彦准教授の指導助言をいただき計画した。

参考文献

- 1) 文部科学省『中学校新学習指導要領』（2017年3月公示）、2017年
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1383986.htm（閲覧日2018.1.4）
- 2) 文部科学省『中学校新学習指導要領解説』（2017年3月公示）、2017年、pp.39-46.
- 3) 古川稔ら、『平成29年度版中学校新学習指導要領の展開 技術・家庭 技術分野編』、明治図書、2017年、pp41-42.
- 4) 文部科学省『中学校学習指導要領解説』、文部科学省、2008年.
- 5) クレイトン・クリステンセンら著『イノベーションのDNA』、翔泳社、2012年、pp151-173.
- 6) 国立教育政策研究所『学習指導要領データベース』 <https://www.nier.go.jp/guideline/>（閲覧日2018.1.4）
- 7) 文部省『中学校指導書技術・家庭科編』、開隆堂、1989年、pp.45-46.
- 8) 鈴木寿雄ら『技術・家庭下巻』（検定教科書）、開隆堂、1992年、pp.112-117.
- 9) 技術・家庭科研究会編著『技術・家庭学習指導書「実践編 下」』、開隆堂、1995年
- 10) 竹野英敏ら『中学校技術・家庭「技術分野」授業例で読み解く学習指導要領』、2017年、開隆堂.
- 11) 一般財団法人ジェームズダイソン財団『ダイソンエンジニアリングボックス貸出教材改訂版』
<http://www.jamesdysonfoundation.jp/>（閲覧日2018.1.4）
- 12) 『サイクロン掃除機と紙パック式掃除機の真実』
<https://www.dyson.co.jp/cylinders/antibag.aspx>
（閲覧日2018.1.4）

【資料】実践した授業の指導案

授業の目標

- ・掃除機に組み込まれている技術の最適化について考えることができる。【工夫・創造】

学習内容	学習活動	◇指導上の留意点
【導入】 ○サイクロン掃除機による問題解決の理解	○サイクロン掃除機がなぜ生まれたのかを知る。 ・従来使われていた紙パック式の掃除機を説明する。 ○実際のサイクロン掃除機を体験する。 ○本時の目標を確認する。	◇製品が生まれる前の掃除機について説明する。 ◇紙パック式の掃除機の問題点を知る。 ①フィルタ付近の目詰まり ②紙パックの交換費用
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">製品の分解を通して製品のデザイン基準を知ろう</div>		
【展開Ⅰ】 ○サイクロン部分の分解 ○ボディ部分の分解	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">【展開Ⅰ】掃除機に流れる空気と吸い込まれるゴミの流れを考える。</div> ○空気の流れとゴミの動きに注目し、筒の中でサイクロン技術がどのように使われているのかを調べる。 ○クリアビン内で取り切れないゴミを集めるための構造を調べる。 ・ <u>円錐形の部分に流れる空気とゴミの動きを確認する。</u> ⇒空気とゴミはサイクロン部分から出ていくがゴミは重力に従って下側に落ちる。空気は上昇気流が生じ、ボディ部分内に流れていく。 ○ボディ部分内の空気の流れを考える。 ・フィルタから外に空気が排出されるまでの流れを確認する。 ⇒ボディ部分内に入ってきた空気はモータを通り、小さなすき間から最後のフィルタへと流れる。	◇大きなゴミはクリアビンの下にたまるが、ダニの死がいや微細なゴミは空気とともに流れていく。 ◇円錐形によって遠心力が働き、先が細くなることでらせん状に空気が下降する。 ◇2層構造で計24個のサイクロンが強力な遠心力となり吸引力を大きくする。 ◇1分間に約10万回転することで強力な空気の流れを作るだけでなく、小型で軽量なモータになっている。
【展開Ⅱ】 ○部品の分析	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">【展開Ⅱ】分解した部品から製品の仕様について考える。</div> 【発問】 「サイクロン部分でゴミを取り除いたはずなのに2つのフィルタは必要なのか」 ⇒サイクロン部分についているフィルタはモータ内にゴミが入るのを防ぐ ⇒ボディ部分内のフィルタは外に出す空気の清浄をしている。 ○クリアビンはなぜ透明なのかを考える。 ○モータが収納されている白いカバーの果たす役割を考える	◇製品の品質を保証し、使用する上での安全性を確保するための機能を持たせている。 ◇ゴミの量がわかるだけでなく、使用者の掃除の意欲を高める。 ◇騒音などの環境に配慮した製品になっている。
【まとめ】 ○製品の評価	○分解した部品を組み立てる。 ○様々な観点から製品を評価し、学習を振り返る ○ダイソンの掃除機の仕様を確認する。	◇外観、費用、顧客、環境、安全性、大きさ、機能、材料の各観点をもとに製品が開発されていることを確認する。
準備物 掃除機の実物と模型（ダイソンエンジニアリングボックスを使用）、ドライバー（ダイソンエンジニアリングボックスに付属）		