

8 技術

日本の伝統技術を生かした授業展開

— 課題の設定と主体的な学習 —

島田 拓哉

研究の要旨

新学習指導要領解説に「我が国の伝統的な技術についても扱い、緻密なものづくりの技などが我が国の伝統や文化をささえてきたことに気づかせること。」とある。このことは、「ものづくりに関する技術」の内容においての学習を意識してのものと考えるのが自然であろう。

しかし、私たちが日々使っている技術は、先人の試行錯誤のもとに今日の形に至っている。つまり、「エネルギーの変換に関する技術」や「生物育成に関する技術」、「情報に関する技術」に関しても、古くからさまざまな技術が利用されており、その発展を学習指導においても扱うことは大きな価値があると考えられる。

そこで、「ものづくりに関する技術」、「エネルギーの変換に関する技術」、「生物育成に関する技術」、「情報に関する技術」それぞれに関連する日本の伝統技術について学習させ、それを手掛かりにして生徒が、技術分野の目標である「生活や社会の中から技術に関わる問題を見いだして課題を設定し、解決策を構想し、製作図等に表現し、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。」を達成するための授業改善の方法を模索する。

キーワード 課題の設定、新学習指導要領、主体的な学び、伝統技術

1. はじめに

昨年度は、「生物育成に関する技術」において、蚕を使った事業実践に取り組み、教材化した。

成果としては、蚕の成長に合わせて段階的に飼育方法や必要な世話について、PDCA サイクルをスパイラル状に繰り返しながら学習活動を行うことができた。その中で生徒は、未知のものに対しても、資料をもとに自分たちなりに予測をしながら対策を考え、それを試行錯誤しながら最適化していた。

また、作物の栽培と比較すると、蚕を飼育するということは、蚕の成長に伴う見た目の変化が大きいので、飼育方法や必要な世話について段階的に考えさせる学習過程に適していると考えられる。生き物の成長過程に合わせて一つの単位の中で何度も試行錯誤することができるので、PDCA サイクルを繰り返しながら生徒が主体となって課題を見つけて改善方法を考えることができた。

一方で課題としては、飼育計画を立てるときに、さまざまな蚕の状況や気象条件などによって予測される飼育上の課題が異なってくることが挙げられる。そのため、昨年度取り組みでは、蚕の状況や気象条件などを予測させるところから課題設定をさせたために、一つの事象に対して一つの解決策を導き出させていたことで、その条件に合致しなかった

ときに状況に合わせた対応ができない場面が見られた。目の前の蚕の姿に合わせた飼育に目を向けさせることができれば、条件や状況をいくつか予測させて、それぞれに合わせた対策を複数考えさせることが可能だったのではないかと推察する。

本年度は、「エネルギー変換に関する技術」において、伝統的な技術との関連を持たせながら授業ができないかを模索する。新学習指導要領解説に「我が国の伝統的な技術についても扱い、緻密なものづくりの技などが我が国の伝統や文化をささえてきたことに気づかせること。」とある。かつて、日本は技術立国を成し遂げ、ハード面を作る技術を得意分野にしてきた。その基盤となったのは、我が国の伝統的な技術に息づく繊細なものづくりと言えよう。これらを追体験させることを、新学習指導要領では狙いとしているので、「ものづくりに関する技術」の内容だけにとどまらず、他の内容についても、伝統的な技術との関連を持たせながら授業ができないかと考えた。また、グローバル化が進んでいる中で、「日本国内の技術のみに目を向けるだけで十分なのか」という疑問が湧いてきた。本校の研究主題の「グローバル社会」との関連も意識すると、日本の技術以外にも視野を広げた中で、先人の知恵が生かされた技術はないだろうかという考えに至った。

2. 本年度の実践の意義

本年度は、「日本の伝統技術を生かした授業展開」をテーマに研究を行った。「日本の伝統技術」というと、くぎを使わずに建物を建築する手法に代表されるような、木組みや継ぎ手の技術がイメージしやすいので、技術の学習内容では、「ものづくりに関する技術」に関連付けて学習することが容易に想像できる。一方、私たちが日々使っている技術は、先人の試行錯誤のもとに今日の形に至っている。そのため、「ものづくりに関する技術」だけでなく、「エネルギーの変換に関する技術」や「生物育成に関する技術」、「情報に関する技術」に関しても、古くからさまざまな技術が利用されており、その発展を学習指導においても扱うことには大きな価値があると考えた。

そこで、本年度は、「エネルギーの変換に関する技術」と「伝統技術を生かした授業展開」を結び付けての授業展開について模索していく。その理由は、学習指導要領解説の第2章、第2節には、「C エネルギー変換の技術」の学習内容について、以下のように書かれていて、それを達成するための手段の中に伝統技術を取り入れることで、「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」について、教育効果が高まるのではないかと考えたからである。

- (1) 生活や社会を支えるエネルギー変換の技術について調べる活動などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。
- ア 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及び保守点検の必要性について理解すること。
- 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。」

「エネルギー変換に関する技術に込められた問題解決」と「伝統技術」との関連付けた学習課題を考えたとき、「より短い時間で糸を巻き取れる風車を作ろう」という学習課題を設定することにした。技術・家庭科技術分野の授業においては、「生活や社会から技術に関わる問題を見出して課題を設定し、」¹⁾と学習指導要領にある。また、日本のエネルギー供給について、再生可能エネルギーへの期待が高まってずいぶん長い時間がたったが、東日本大震災以降、化石燃料への依存度は高いままであり、日本の再生可能エネルギーの電力比率は、2017年で16.0%で、再生可能エネルギーが日本のエネルギーの主力になるような兆しすら見えない。エネルギー政策の基本方針に基づき、施策を講じたときに実現される2030年度のエネルギー需給構造のあるべき姿(エネルギ

ーミックス)では、2030年度には、総発電電力量の22~24%が再生可能エネルギーで賄うことが言われている。このことから、再生可能エネルギーに対する社会からの期待や要求は高いと考えられる。

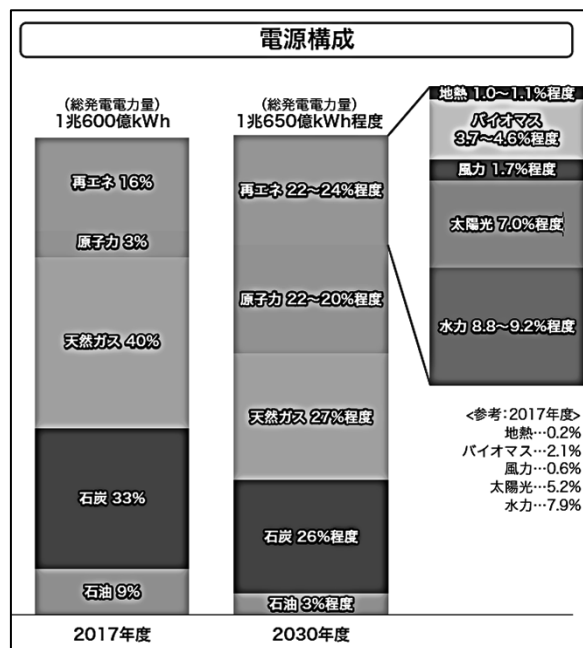


図1 2030年度のエネルギー需給構造のあるべき姿²⁾

再生可能エネルギーの中で、エネルギーが変換されて使われてきたものの一つに風車がある。紀元前1750年頃、バビロンのハムラビ王の時代には、風車が利用されていたと記録されている文献がある。また、古代ギリシャのヘロンが、「風オルガン」を発明した。これは、風を使って動かす装置としてはその構造が分かっている最も古いものとされている。北ヨーロッパでは、1180年頃から風車が動力源として利用されていて、15世紀、オランダで干拓地の排水用に風車が多用され始めた。中世から18世紀末までは、ヨーロッパ各地で、ある程度の強さの風があるところではどこにでも木造風車や石造りの塔風車が建てられた。産業革命が起こり、蒸気機関が発明されるまでは、唯一の動力源であった風車は、より少ない風力からより大きな力を生み出すための工夫が積み重ねられてきた技術である。日本でも明治初期より研究され、当初は居留外国人によって導入された事が確認されている。長野県諏訪湖付近では1905年頃から1940年代前半まで地下水の汲み上げに使われたり、愛知県知多半島や渥美半島では1920年代から、最盛時には100から200台程度が運転されたりしていた。茨城県土浦市付近では、1928~29年ごろに、開墾田で風車を使用され始め、最盛時の1936年では1000台以上が稼動して1955年頃まで使用されていた記録がある。大阪府堺市では、台地の赤畑

での水田で補給水を目的として水田と畑地の両方の灌漑に使われ 1935 年から 1950 年代前半まで使われていた記録が残っている。このように、ヨーロッパだけでなく、日本でも動力源として風車が利用されてきた歴史がある。海外の事例も含めると非常に長い歴史がある動力源である風車は、伝統技術を利用した再生可能エネルギーであるといえる。

このように、社会からの要求が高い課題を伝統技術として積み重ねられてきた知見を活かして解決していこうとすることは、技術分野の授業として意味のあるものだと考える。

3. 本年度の実践

本研究では、一定の重さのおもりを風車の回転する力を使って持ち上げることを課題として設定し、風車の製作に取り組ませる。まずは、長い歴史を持つ風車の発展していく過程や現在利用されている風車に隠れた技術を調べ、効率よく風を受けて回転させるための工夫に気づかせることにした。この学習活動の中で得られた知識を生かして、風車の製作に取り組ませる。さらに、グループ単位で製作した風車を、自分たちで実験することを通して、作成した風車の問題点について様々な視点から議論しながら改善させる。このように「計画・設計」、「製作」、「評価」、「改善」を繰り返しながら、より高いレベルで課題を解決できる風車を作ることを目指すことによって、継続的に物事を改善し続ける態度を身に付けさせることができると考えた。

以下に単元の指導計画を示す。一定の重さのおもりを風車の回転する力を使って持ち上げることを解決すべき課題と設定し、実験を繰り返す中で浮かび上がってくる課題を見つけ解決していく過程を繰り返すことで、より効率的で省力化を図るための方策を考えさせた。

表 1 単元の指導計画

時程	学習活動
第 1 時	風車が回る仕組みや、風車の種類について知る
第 2 時	風車の製作
第 3 時	作った風車を評価し、課題を見つけ、解決策を議論する
第 4 時	風車を改善し、課題を解決する
第 5 時	改善した風車を評価し、さらに課題を見つけ、解決策を議論する
第 6 時	回転システム全体を改善し、交流する。

(1) 調べ学習

生徒たちは、オランダの風車や風力発電に利用されている風車の存在は知っている。しかし、その回転の仕組みや、回転効率を高めるための工夫について知っているものは少ない。どのような力が風車にかかり、どのような風の流れを生み出すことで風力という直線的なエネルギーが回転力に変換されるのかを予測することができなければ、学習課題を解決することはできないので、インターネットを使って様々な風車の仕組みや工夫について調べさせることにした。そして、そこで得られた知識を活かして自分たちが作る風車の構想を練らせた。



図 2 生徒の風車の構想

事後アンケートを取り、105 名からの回答を得た。そのアンケートでは、「風車について調べた内容は、風車の製作に役立ちましたか」と質問した。その結果によると、78%の生徒は、「役立った」または「やや役立った」と回答したので、事前に知識を得ることで解決すべき課題に対してアプローチすることができた。

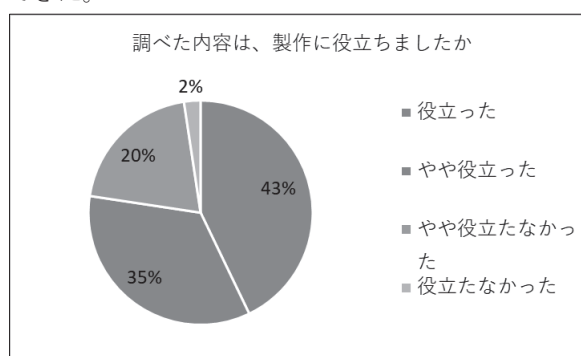


図 3 風車について調べた内容は役立ったか

しかし、「役立たなかった」または「やや役立たなかった」と回答した生徒の意見には、「ペットボトル風車の早い回し方ではなく、調べたのは、効率よく発電する風車の仕組みだった。」や「作ってみると、羽の長さや角度などの詳しい情報を自分たちでほとんど見つけなければならなかった。」という声があっ

た。その原因は、ものを持ち上げるために必要な力がどのような力なのかを理解していなかったことで、必要な情報を効果的に集めることができなかったことにある。解決すべき課題に対して、どのような情報を集めて活用するかについては、与えられた課題を分析していないことで、集めるべき情報がわからず、単に回転速度を上げることのみの情報を得ている状態があった。ものを持ち上げるために必要な力がどのような力であるのかについてしっかりと学習した後でこの学習を行うことで、より効果的な学習になったと考える。以下に、生徒がアンケートに記述した内容を記す。

○自分自身も全く風車について知らなかったもので、実際に動いている風車のデータの、大きく参考になっていたと思う。

○すでに効率が良いとされている風車の羽の数や長さ、角度を変更するときに役立った。

○ベースを考えるのに役立った。そのあとは、自分たちで試行錯誤する必要があった。

○風車の種類について知り、それぞれの用途から必要な羽の枚数や角度を知れたから。

△本格的な風車の説明では、コストを重視していて、すべてが役立ったとは言えない。

△回転速が早い方が良いと考え、最初は3～4枚で考えていたが、実際にやってみると枚数を多くする方がよかったから。

△ペットボトル風車の早い回し方ではなく、調べたのは、効率よく発電する風車の仕組みだった。

△実際の風車とペットボトルの風車では、回す環境も重さも違うので参考にならなかった。

(2) 風車の製作と改善

個人で構想・設計した風車をグループごとに検討させて製作する風車の羽の長さや幅、角度、形状などのデザインを決定させた。その方向性に従って試作した風車を自分たちで実験することを通して、風車の問題点について様々な視点から議論しながら改善させることを狙いとした。



図4 風車の実験と改善の様子

「計画・設計」、「製作」、「評価」、「改善」を繰り返しながら、課題を解決できる風車を作ることを目指すことができた。それによって、学習課題を達成するための新しい課題の発見と、その改善を何度も繰り返し、複数の側面から目の前で起こっている事象を吟味し、新しい解決策を生み出して風車の改善をスパイラル状に繰り返すことができた。

1. 試作してうまくいっていること

羽の枚数、羽の長さの比較、角度の比較。
本物の風車と似たものができた。

2. 改善案とそう考えた理由

理由の予測	現状	変更点	結果
(例) 風が当たらずで、回転が止まっている	(例) 羽を30度傾けている	(例) 羽の角度を3度深くする	(例)
羽の枚数、羽の長さ、角度を比較して、本物の風車と似たものができた。	3枚羽の90度(3枚) 羽の長さ45cm(4枚) 角度30度(4枚)	枚数を増やす(6枚)	回りはかた(1回の2秒)
羽の枚数を増やした	羽の枚数11枚 羽の長さ30cm(4枚)		回りはかた
羽の枚数を増やした	羽の枚数12枚 羽の長さ6cm 角度90度	6cmの長さにする	回りはかた
羽の枚数を増やした	羽の枚数14枚 羽の長さ6cm 角度90度	6cmの長さにする	回りはかた
羽の枚数を増やした	羽の枚数15枚 羽の長さ45cm 角度45度	角度を15度にする	回りはかた!!
羽の枚数を増やした	羽の枚数16枚 羽の長さ10cm 角度8度	角度を20度にする	回りはかた!!
羽の枚数を増やした	羽の枚数17枚 羽の長さ10cm 角度90度以上	風を当てる向きを変更する	回りはかた!!
羽の枚数を増やした	羽の枚数18枚 羽の長さ10cm 角度90度以上	羽の枚数を増やす	回りはかた!!
羽の枚数を増やした	羽の枚数19枚 羽の長さ10cm 角度90度以上	羽の枚数を増やす	回りはかた!!

書ききれなかったら、裏へ

図5 実験と改善のワークシート

(3) 回転システム全体の改善

風車の製作、実験と改善をスパイラル状に繰り返す学習活動を行い、6時では、重りを持ち上げるまでの時間を測定した。空のペットボトルと蓋をタコ糸で吊るし、風車の回転によって持ち上げる。風車を回転させるために、風車から15cm離れた地点からドライヤーによって正面から風を当てた。ペットボトルと蓋の重さは合わせると、19gであった。2年生全体で30のグループがあるが、20グループほどがペットボトルを持ち上げることができた。まったく回転しないグループはなく、どのグループもわずかにでも重りを持ち上げることができた。75cmを7秒で持ち上げることができたグループも現れ、非常に驚かされた。

重りを持ち上げる測定の後、風車の回転に関わる力(トルクや回転速)について学習し、速度伝達比についても学習した。風車を製作することによって、回転に関わる力の存在に気づき、実感が湧きやすかったことが予測されるから、風車の製作の前に学習をしなかった。また、速度伝達比は、風車についての調

べ学習の中で、風力発電についての知識から風車についての知識を得ている生徒が多かったことから、風力発電の発電効率の向上に関係していることと関連付けて学習することで、より理解が深まることを狙った。

その上で、「今回の測定で、風車はこれ以上良くすることができないとすると、どこを改良することで測定結果をよくすることができるか、測定システム全体から考えよう」と発問し、班ごとに議論させた。

その中では、「回転軸を太くすることでトルクを増やせば、早く巻き上げることができる。」やギヤを使って速度伝達比の仕組みを使う」という意見が出た。

直前に学習した内容を活かした議論以外にも、「回転軸を受けるものを木から金属製に変えることで、回転軸の摩擦抵抗を減らすことができる。」という摩擦抵抗を視点にした意見が出た。その意見に対して、「軸受けを金属製に変えた上で、油を注せばもっと抵抗を減らすことができる。」と、いっそう工夫するような意見が出た。その後、「ボールベアリングを入れることができれば、もっと摩擦を減らすことができるが、コストが問題。」という、経済面と摩擦抵抗のトレードオフまで考えた意見が出た。また、「木材で作る方が安く回転システムを作ることができるから、軸受けに使っている木材の厚みを半分にすれば、もっと抵抗を減らすことができる」というところまで議論を深めることができた。また、「タコ糸で測定を行ったが、釣り糸などの細くて摩擦の少ないものでペットボトルを吊るすことで、別の部分の摩擦抵抗を減らすことができる。」という、改善策も意見の中で出てきた。

このように、回転システム全体に目を向けて改善を図ろうとすることで、1年生で学習した材料に関する知識や理科での学習内容を活用しながら、新しく獲得した知識をもとに目の前にあるものを改善し、より良くする態度を身に着けることにもつながった。

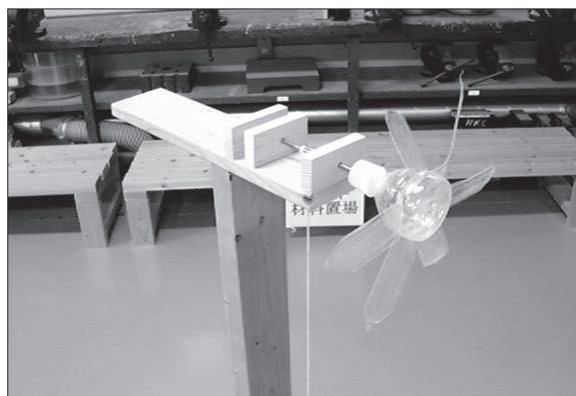


図6 製作した風車と測定装置

4. 成果と課題

事後アンケートを取り、105名からの回答を得た。その中で、「風車を回すために必要な要素は何と考えますか」と複数回答可として質問した。その結果と選んだ理由は、以下に示す。当然、すべての要素が重要であると言えるが、その中でも、羽の傾きと枚数が重要であったとの回答が多かった。羽の回転は、遠心力によって、次の羽が風を受けるまでの間の回転スピードを稼ぎ、回転が持続したり加速したりすることがある。しかし、実験や測定では、羽が短いものは回転力が小さく、おもりを持ち上げる力を生み出しにくかったという結果があった。このことについて、気づかせることができなかったのは、課題として残った。また、回転軸の太さと回答した生徒が多かったのは、直前にトルクについて学習した影響があるかもしれない。以下に、生徒がアンケートに記述した内容と結果のグラフを記す。

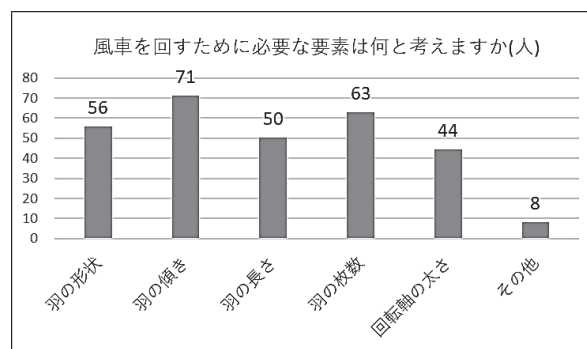


図7 風車を回すために必要な要素は何か
(アンケート結果)

- ・すべてが良くないとうまく回らない。
- ・風を受けるときに関連しそうなものを選んだ。
- ・羽の形状で回りやすさが変わった。
- ・羽の形状で回転するスピードが変わった。
- ・羽の傾きが少し違うことで、風が逃げてしまったり、受けやすくなったりと、回りやすさが変わったから。
- ・羽の傾きによって風を受ける効率が変わった。
- ・いかに効率よく風を受けるかが重要
- ・羽の傾きは少し変わっただけで、結果が大きく変わった。
- ・羽が短いと遠心力が使えない。
- ・羽の枚数が少ない班は周りが悪かった。
- ・羽が大切だと思うが、軸が太いほどトルクが増えるから。

アンケートでは、さらに「風車を作るうえで難しかったところはどこか」と複数回答可で質問した。最も多くの回答があったのは、考える要素の多さ

であった。生徒の声にもあるように、羽の形、数、傾き、長さなど、それぞれのベストミックスを見つけて最適化するところに風車の製作の難しさがある。また、実験をする中で、いろいろな条件が互いに絡み合っているために、改善点を焦点化しにくかったことは改善すべき点であったが、生徒がいろいろな条件に気づき、実社会で使われている風車をはじめとするすべての技術の開発や製作過程に触れさせることができたことは、本研究の狙いとするところに合致していて、技術の見方・考え方にも通じるところがあるといえる。

また、事前に予想した通り、ペットボトルをミリ単位で切ったり曲げたりすることが難しいと回答した生徒が多かった。ペットボトルを使って風車を製作することは、一度成型されている材料を加工し直すので、生徒にとっては難しかったように感じた。一方で、同様のことが、ものづくりの中には当然のようにあることを、体験的に学習することができたことは、一定の価値があろう。以下に、生徒がアンケートに記述した内容を記す。

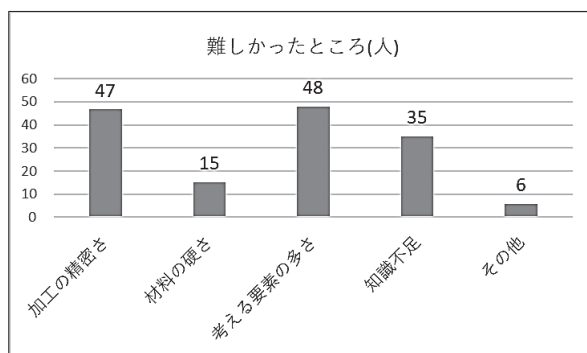


図8 難しかったところ（アンケート結果）

- ・素材の形を思うように変えられなかった場面がいくつもあったから。
- ・ペットボトルの加工が難しかった。
- ・ミリ単位の世界だったので、羽の形状の加工が難しかった。
- ・精密に加工しないと回転にムラができたり回らなかったりする。
- ・少しでも長さや幅を変えると、回らなくなったので、精密さが難しかった。
- ・重さや形状など、多くのことを正確に考える必要があった。
- ・たくさんのことを考えながら調整していかなければならなかった。
- ・考える要素が多く、両立させるのが難しかった。
- ・羽の形、数、傾き、長さなど、それぞれのベストミックスを見つけて製作するところが難しかった。

- ・一つ課題を解決したと思ったら、問題が次々と出てくる。
- ・風車の条件を変えていく中で、どこが原因なのかを突き止めるのに苦労した。
- ・細かく考えなければならないことが多かった。

5. まとめ

学習指導要領解説には、「エネルギー変換の技術」の指導に関して、「自分なりに工夫して製作品を設計・製作する」と記述がある。本実践全体の感想を生徒に書かせたところ、「+を取ると-も一緒についてくる。」「どの+を取るべきか考えることの楽しさを学んだ。」や「目的を理解し、その目的を達成するための方法をさまざまな視点から考え、実行することの難しさを学んだ。」という記述があった。このことから、本実践では、設計・実験・改善を繰り返すことで、この部分を達成することができた。

また、「エネルギー変換の技術の進展」や「新たな技術の開発」についても扱うよう記述がある。風車の進歩について調べ、そこから作成する風車の形を検討したり、構想したりすることで、これについても取り扱うことができた。

別の生徒の感想からは、「さまざまな条件が合わさって最速で回らなくなっている」と学んだ。そして、原理原則に基づいていることも学んだ。」や「少しずつ変更すべき点を探したり、その結果や原因を追い求めたりする力がついた。」という記述があった。このことから、製作の過程においては、さまざまな視点から風車の回転を観察し、相反する事象と向き合いながら試行錯誤する中で、生徒たち自らが議論しながら技術を最適化する学習活動を展開することができた。このことが「技術の見方・考え方」を育てることにつながるものと確信する。

ものづくりなどの実習や観察・実験、調査等を通して学習するという技術分野の特徴を生かし、社会の問題解決の過程になぞらえ、科学的な知識を踏まえて設計・計画し、技能を活用して製作を行うといった「ものづくり」を今後の授業の中にも取り入れ、「知識及び技能」や「思考力、判断力、表現力」とともに、それらを活用して社会からの要求を実現する資質・能力を育成するための研究を行いたい。

参考文献

- 1) 中学校学習指導要領解説 技術・家庭科編
- 2) 資源エネルギー庁「日本のエネルギー 2019 年度版 『エネルギーの今を知る 10 の質問』」