

アーテックロボ2.0を用いた風力に関するデータ計測を取り入れた 理科実験観察教材の開発

Designing For Power

Using the ArtecRobo2.0 to measure wind power - Teaching materials

安藤明伸*・西川洋平**・三宅丈夫***・大橋一平***

宮城教育大学技術教育講座*・宮城教育大学附属中学校**・(株)アーテック***

本研究では、定量的な観測が困難とされる風力の計測について、アーテックロボ2.0というマイコンボードを用いた計測とそのデータをコンピュータ上の表計算ソフトでリアルタイムに確認することのできる理科実験観察教材を開発した。開発した教材を使用し、中学校第2学年にて授業を行った。授業は、データの計測と効率よく発電するプロペラの製作の2時間で構成した。主観評価では約93%の生徒が他教科との関連を意識することができたと回答しており、自由記述からは技術、数学等との関わり、作ることで学べたことについて言及されていた。

キーワード：風力，理科，データ計測，アーテックロボ 2.0

1. はじめに

本研究では、中学校新学習指導要領理科第一分野(3)「電流とその利用」を受けて、「電流とエネルギー」という単元を設定し、本時では「よりよく電気エネルギーを得られるプロペラとはどのようなものか」という課題を設定した。中学校第2学年では、電流の大きさ、電圧の大きさ、電気抵抗の大きさ、電力の大きさを測定し、光や熱に変換させる実験を計画・実施すること、得られた結果を分析して解釈し規則性を見いだすことを重視している。本単元では、電流とエネルギーについて科学的な根拠に基づいて表現しようとする態度を育むことを期待している。

また日常的な場面や社会問題に理科の学習内容を結びつけることが得意でない生徒もいるため、科学的な物の見方・考え方で日常生活を見つめ疑問を抱き、主体的に疑問を解決しようとする態度を育成することが必要と考えられる。そして、理科の授業における課題解決に、他教科で育まれた資質・能力や他教科固有の見方・考え方を生かしていることを実感することは少ないことも課題の1つであった。

そこでSTEMの概念を意識し、まず新学習指導要領技術・家庭科の技術分野(以降、技術科)の内容「C エネルギー変換の技術」と関連させて学習を進めることを検討した。具体的には、「生活や社会における問題をエネルギー変換の技術によって解決する活動」

を通して「問題を見いだして課題を設定し、電気回路または又は力学的な機構等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る」という技術科のねらいを踏まえた単元計画を立てた。さらに「D情報の技術」における「計測・制御」との関連も持たせることを検討した。そして、技術科の「問題から課題を見いだす」「ものづくり」「評価・改善・修正」のプロセスの中で、理科で育てている「実験をして結果である測定値を得る」という知識・技能、「結果を分析して解釈し規則性を見いだす」という思考力等の資質・能力を発揮することで、よりよい社会問題の解決に向けた単元とすることが可能であると考えた。

そこで本研究では、こうした授業を実現するため汎用性のあるマイコンボードのアーテックロボ2.0を用いることで、実験し結果を分析し解釈する理科の内容(Science)に、Excelやマイコンボードおよびコンピュータの利用(Technology)、効率の良い羽根の製作(Engineering)そしてデータの扱い(Math)など、それぞれの教科で育まれた資質・能力を生かして課題を解決する教材を開発することを目的とした。

2. 開発した教材の概要

2.1. 全体設計

図1は本教材の全体構成である。本教材は、プロセ

ッサにESP32を使用したマイコンボード（アーテックロボ2.0）のアナログ入力用端子に、風車モジュール（DCモータにプロペラを取り付けたもの）を接続した風力計測部と、そのデータをマイコンボードからUSB接続されたPC上に送信し、Excel上で数値の記録とリアルタイムなグラフ描画を行うデータ表示部とで構成される。

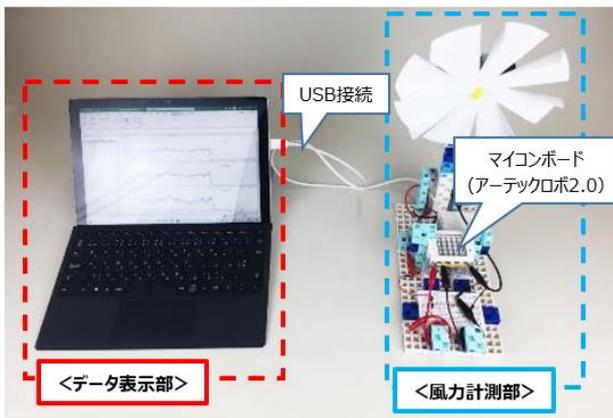


図1 全体構成

2.2. 風力計測部の機能

風の強さを数値データとして計測するアーテックロボ2.0は、アナログ入出力端子を有していることから電圧を測定することができ、アナログ値として計測された電圧をデジタル値に変換する役割を持つ。

風力計測の主な仕組みとしては、プロペラに接続されたDCモータが風により回転することで発生させた電圧をマイコンボードのアナログ端子に入力し、アナログ値である電圧をデジタル値に変換してUSB通信で送信している。なお、今回は理科実験が主目的であるため、プログラムは予め準備したものを使用した。また、マイコンボードについているLEDディスプレイを活かして、発生した電力をリアルタイムでLEDの点灯数として確認できるプログラムも用意した（図2）。この機能により、計測部をPCに接続しなくても、発電力、つまり、風の強さを簡易的に比較することができる。

なお、本授業では使用しなかったが、実験内容に合ったプログラムを自由に作成することができるため、本実験にとどまらず様々な形での実験に対応できるよう、計測開始から終了までの間に発生した電力の合計値を表示するプログラムも用意した。さらに、アーテックロボ2.0に備わっているWi-Fiの機能を利用

すれば、遠隔操作を用いた実験などの拡張が可能となり、その場合は、よりシステムとしての構想となるため、技術分野との関連を強められる。

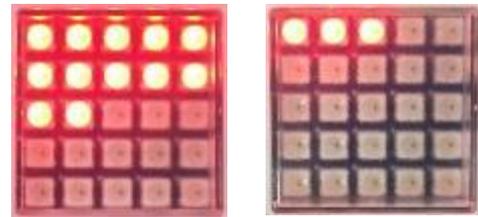


図2 風が強い時（左）と弱い時（右）のLED表示

本研究の計測器は基本的にアーテックブロックというブロックパーツで構成されている。アーテックブロックはすべての面にブロックを差し込むことができる穴が複数開いているという特徴を持つブロックである。計測部全体がこのアーテックブロックを基本として作られているため、羽根の大きさや実験内容に合わせて計測部をすぐに組み替えられる。



図3 計測部（左）と使用したブロック（右）

また、プロペラはDCモータに接続されたパーツに挟み込む形で取り付けられるようにした。このパーツを用いることで、小さな穴が開けられるのであれば多様な材質のプロペラを取り付けられる。

2.3. データ表示部の機能

計測したデータを表示する機能は、授業後にもデータ処理やレポートでのグラフ作成も考慮しExcelで処理することが良いと判断した。そこで、Microsoftから提供されているHacking STEM「Windmill and Wind Turbine」のExcelワークシートを改良したものを使用した。風力により発生した電力はマイコンボードを介してPCのExcel画面上に図4のように表示される。数値情報として瞬間的な電圧[mV]・電流[mA]・電力[μ W]がグラフ化される。

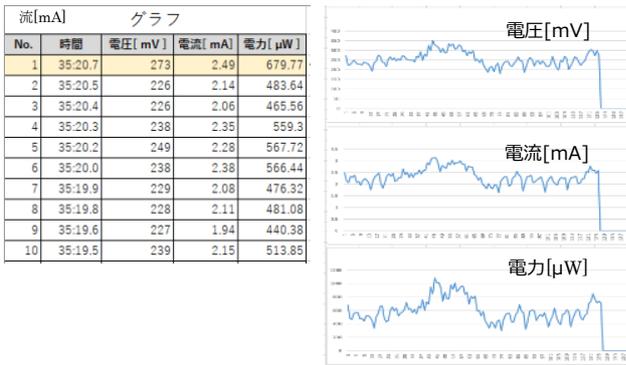


図 4 数値情報 (左) とグラフ表示 (右)

3. 授業設計及び実施

3.1. 授業の概要

実践を行った授業では限られた資源の中で自然環境との調和を図りながら、持続可能な社会を築くため一つの例として、風力発電に着目した。一般的に風力発電が環境負荷の小さい発電方法であることを知っていても、風力発電が抱えている困難さについて十分な認識があるとはいえない。その困難さの克服のために、たくさんの人が研究や技術開発に取り組んでいる現状を踏まえ、本時では、生徒が風力発電のプロペラ開発をする企業の社員の一人を役割演技する中で、プロペラを作り評価させた。エネルギー問題を技術との関わりの視点で捉えさせ、限られた素材のなかでプロペラをつくり、技術の見方・考え方を働かせ、問題の解決に取り組ませた。また、そのプロペラを評価するために、適切に条件を制御して実験を計画し、発生した電気エネルギーを質的・量的な視点で捉え、各プロペラが発電した測定値を比較しながら考察させるなど、理科の見方・考え方を働かせることでプロペラを評価することにつなげた。実験結果の扱いについては、発電して得られた電気エネルギーを測定値という数量として捉え、論理的に考えるなど、数学の見方・考え方を働かせられるようにした。

指導上の留意点としては、素材、大きさ、形、質量などのプロペラが回転することに大きく影響を与える要因に気付かせるために、「回転しない板状のプロペラ」を提示した。板状のプロペラでは回転しない理由を考え、改善案を練りだし、実際にプロペラを作らせた。さらに、プロペラの評価するために、アーテックロボ2.0とPCを用いた装置を使って、プロペラの回転によって得られた電気エネルギーを測定する実験を行わせる。測定できたデータを基に考察させるこ

とで、よりよく回転するプロペラの共通点を見いださせるよう配慮した。プロペラという「ものづくり」に関連する技術・家庭科の技術分野、実験し結果を分析し解釈する理科、測定値という数を扱う数学など、それぞれの教科で育まれた資質・能力を生かして課題を解決するという学習としている。これらを通して、日常生活や社会問題についても生きて働く力が身に付くように授業を展開した。

本実践は2時間扱いとした。表1は各時の主な指導内容である。

表 1 指導計画

	主な指導内容	指導上の留意点
1	●羽根が回転することで電気エネルギーが生じることを理解させる。	●羽根の素材,大きさ,形,質量を視点にして考えさせる。 ●限られた器具を用いて最大限の効果を発揮できる羽根を作成するよう促す。
2	●前時で作成した羽根の回転数によって生じた電気エネルギーを測定し,PCに出力した結果を基にして,考察させる。	●前時で考えた条件制御を踏まえた実験に取り組ませる。

3.2. 授業の様子及び成果と課題

図5は、第1時の風力を計測している授業の様子である。4人で1つのグループを構成し、グループに風力測定のセットと、プロペラの性能試験用に同規格の小型扇風機を各グループに1式用意した。



図 5 授業の様子

授業終了後に授業に対する主観評価と、学習のまとめの記述をさせた。図6は主観評価の集計結果である。授業の参加態度の見取りからも、主体的で対話的な学習状況であったが、生徒自身も自分たちの取り

組みに対して肯定的に評価している状況が把握できる。用意した設問項目の中では、効率の良いプロペラについて他者に説明ができるかという問いが若干の困難を感じていることがわかる。

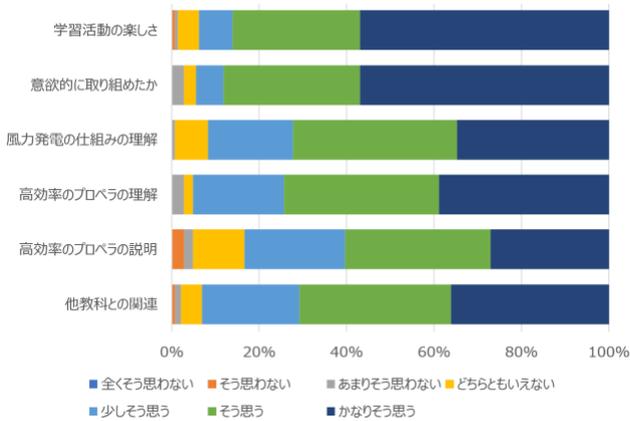


図 6 主観評価の集計結果

また自由記述からの抜粋を表2に示す。STEMの観点や、主体性および対話からの学びについて言及されていることがわかる。

表 2 生徒の自由記述の例 (一部)

- プロペラを作るのにも面積や質量なども考える必要があり、作るということ以外にも色々な知識や考え方が必要だったのだと思った。色々な人の考察を聞いて気づく視点もたくさんあった。私はプロペラを回すだけでなく、色々な考え方見方を持ち色々なこと関連させて考えることが大切だということを、授業を受けて改めて考え感じる事ができた。
- この授業では角度や面積、質量、風向、回転軸、円心など、これまでの理科や数学で取り入れてきた知識を最大限に絞り出す必要があった。このような取り組みをすることで、学んだことを活かせる本当の楽しさについて考えさせられた。
- パソコンについで電流や電圧を測定し、一瞬で電力を計算する技術についてとてもすごいなと感じた。また使ったのは薄い紙だったが、それでもとても回った人もいたので器具についても必ずしっかりと素材でなくても工夫次第なのだ分かった。
- 発電には色々な分野のことが利用されていると感じた。電気はもちろん、気流や開発の技術、設計には数学的な要素があり、学びを活かすことができると感じた。
- 風力に限らずパソコンの測定で他の発電方法、例えば水力や火力なども計測し、技術の授業で学習したエネルギー変換効率について実験してみたい。
- プロペラの回転を増やすには、プロペラの形や重さが重要だと知り、すごいと思った。最初は形だけではあまり変化しないと思っていたが、実験を通して、少しの工夫で電気エネルギーをより得られたので面白いと思った。数学や社会など他教科で学んだ知識を活かしながら作ることができ、つながりも持てて良かった。
- 風力発電がどうやって発電しているのかは知っていたが、同じプロペラでも少し形を変えるだけでかなり発電量が変った。以前はただの三枚のプロペラとしか見ていなかったが、今は3枚のプロペラは考えられて羽の枚数、大きさ、角度、全て意味があってあの形になっているのだと

思った

4. おわりに

本研究では、中学校理科の風力の計測とプロペラ製作の際に、風力に関するデータ計測を取り入れた理科実験観察教材の開発を行い、授業を試行した。その結果、開発した教材の授業における有用性を確認することができた。特にSTEMという概念で教科の学びを関連させることは有効であったと考えられる。授業を実施した教員からは「リアルタイムに発電量のグラフが出力されることにより、グラフがでこぼこの状態が出てくるところに、測定値の扱いを考える場面が生まれた。測定機器の精密さが生徒に数学との接点を強く感じさせるきっかけとなることが分かった。」というコメントや「電流計など、つなげば値が得られるものではなく、自分で測定器をつくることこそ、重要な視点である。」との省察もあった。そうした課題を踏まえて、今後も新たなSTEM教材を開発する予定である。

参考文献

- Microsoft, Hacking STEM Windmill and Wind Turbine, <https://onedrive.live.com/?authkey=%21AFKaKp5PjQARGvw&id=D1EAAFC0BDF320E%21329&cid=D1EAAFC0BDF320E> (参照日：2020/9/12)
- Microsoft. Data Streamerとは?. <https://support.microsoft.com/ja-jp/office/data-streamer-%E3%81%A8%E3%81%AF-1d52ffce-261c-4d7b-8017-89e8ee2b806f> (参照日：2020/9/12)
- Microsoft. Increasing Power Through Design, <https://www.microsoft.com/en-us/education/education-workshop/windmill.aspx> (参照日：2020/9/12)
- 文部科学省. 中学校学習指導要領(平成29年告示)解説, 理科編 https://www.mext.go.jp/component/_a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afie1dfile/2019/03/18/1387018_005.pdf (参照日：2020/9/12)