

つなぐ ——— 小家、技・家の教育情報誌 ——— ひらく

2026

Volume

03

KGK

JOURNAL

技術



特集

環境と

エネルギー

KAIRYUDO



INTERVIEW

タズネル

マヨネーズの残さでバイオガス発電 資源の有効活用で食品ロス削減

キューピー株式会社

Yamanaka Daigo 山中 大吾

かぎりあるエネルギー資源の利用のあり方が問われる中、再生可能エネルギーへの期待が一層高まっている。日本で初めてマヨネーズを製造・販売したキューピー株式会社(以下、キューピー)は、マヨネーズなどの残さをバイオガス発電の燃料として活用している。資源の有効活用を通して、「もったいない」を価値あるものに変えてきた企業に話を聞いた。

再生可能エネルギーへの期待

キューピーでは、おなじみの「キューピー マヨネーズ」をはじめ、家庭用から業務用まで多品種の商品を製造しています。これらを全国4か所の工場で製造しています。同じ製造ラインで数種類の商品を製造しているため、製造するものを切り替えるときには食品の品質や安全性を保つために必ず配管を洗浄します。この際に配管に残ったマヨネーズが取り出され、廃棄物として焼却処分していました。この状況を目の当たりにしていた廃棄物処理を担当する社員達の「もったいない」という思いから、廃棄せざるを得なかったマヨネーズのバイオガス発電への再利用は始まりました。

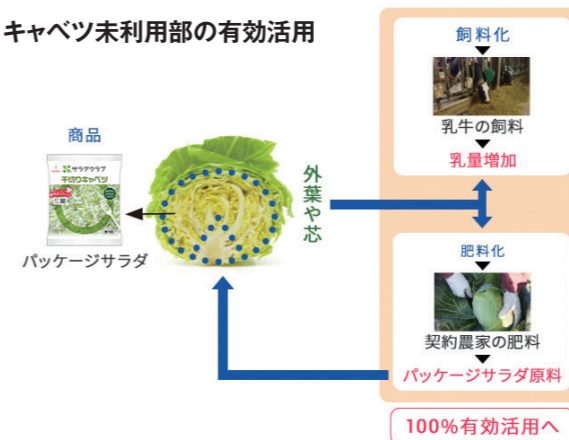
マヨネーズ残さの活用方法を模索し始めたのは2012年ごろからです。前年3月に東日本大震災が発生し、改めて再生可能エネルギーが注目を集め、マヨネーズなどの残さもその活用への期待が



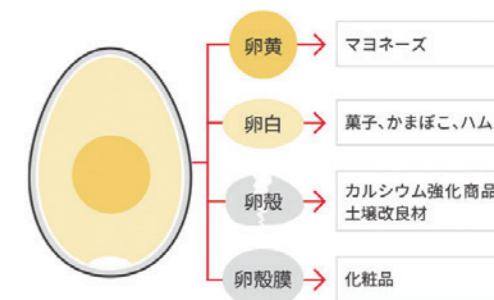
中河原工場でのレッシングなどの生産管理をした後、施設環境課などを経て、キューピー五霞工場生産技術課施設環境チームに配属。工場内の設備管理や、廃棄物の管理・再資源化を担当している。

より高まりました。また、同じ頃、畜産農家でも家畜糞を活用したバイオガス発電の試みが増えており、キューピーと協業している業者もその一つでした。

キャベツ未利用部の有効活用



卵の有効活用



マヨネーズ×畜産廃棄物

マヨネーズの再利用にあたって、最初は堆肥化も考えました。しかし、マヨネーズは、その7割近くが植物油で、残りが卵、酢や食塩などの調味料を原材料としています。そのため、カロリーは高いものの、油分や塩分が多い、pHが低いなどの要因により微生物の働きが抑えられ、発酵しづらいという課題がありました。そこで、協業先の養豚業者で排出される家畜糞に着目しました。

家畜糞は微生物の働きが盛んで、よく発酵するものの、水分が多く、カロリーが低いと、それだけではメタンガスの発生量が足りないという課題がありました。

この両者の課題感を知ったときは「これだ!」と思いました。キューピーと養豚業者の課題感をマッチさせることで、バイオガス発電に必要な量のメタンガスを発生させることができると考えたので

す。このアイデアが功を奏し、豚糞の他に牛糞、鶏糞も試しながら、1年以上を費やして発電に必要なメタンガスを発生させることができました。

「発電だけじゃない」 資源の有効活用

これまでの実績として、マヨネーズを活用したメタン発酵によって670Mwhを発電させることができました。併せて、それぞれの工場の合計値として625tの食品ロスの削減、980tのCO₂の削減につながりました。発電した電気はFIT制度^{※1}を活用し、電力会社によって家庭や企業、工場などに供給されています。主力商品であるマヨネーズを有効活用できたことは食品ロス削減への弾みとなりました。

また、マヨネーズなどの残さについて、その有効活用の推移を調べてみると、2018年度は全体のうち有効利用されていた割合は約12%に留まっていたのですが、それが2024年度には約97%まで増加したのです。このうち、バイオガスとしての利用は6割近くを占めていることも分かりました。

キューピーグループでは、他にもジャガイモの芽や皮を子豚の飼料に変えたり、カット野菜のキャベツの外葉や芯をたい肥にして、キャベツの生産者の方に活用してもらったりしています。資源の有効活用を通して、環境配慮という面でも貢献できていると感じます。

「もったいない」を価値あるものに

ふり返ると、バイオガス発電に取り組み始めたときは、実現へのハードルが高いと感じていました。しかし、さまざまな人と話を進めるうちに現実味を帯び、実現できたことは本当に嬉しく思います。バイオガス発電の取り組みはFIT制度に左右されることもあるため、今後も持続的に取り組めるように模索を続けます。

その他にも、マヨネーズの油分をジェット燃料や軽油の代替物として有効活用するための取り組みも進んでいます。食品産業としても個人としても、少しでも多くの「もったいない」を価値あるものにしていければと思います。

※1 固定価格買取制度のこと。再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社が一定価格で一定期間買い取ることを国が約束する制度。



見学施設のマヨテラスで撮影に臨む山中さん(右)と生産本部基盤向上推進部の森成人(もりなるひと)さん(左)。森さんは環境対応プロジェクトリーダーとして、バイオマス発電に携わるメンバーの取り組みを後押しした。専門知識を活用して課題解決に導き、再生可能エネルギーの導入を推進している。

マヨネーズの残さから 発電までの流れ



配管の洗浄で、配管から取り出されたマヨネーズ



マヨネーズ残さを運び出す様子



発酵タンクで豚糞などと混ぜ合わせて、発酵させる



ガス発電機で発電した電気は電力会社を介して家庭などに供給される



TOPIC ミツメル

環境とエネルギー 最適解を導くためのデータサイエンスの素養

広島大学 教授

1995年長岡技術科学大学工学部卒業。2005年広島大学大学院教育学研究科博士課程後期修了、博士(学術)。香川県立多度津工業高等学校(機械科)教諭などを経て、現在に至る。

川田 和男

Kawada Kazuo



1 持続可能な社会に向けた 最適解の探究

現代社会が直面する「環境とエネルギー」の課題は、限られた資源から最大のパフォーマンスを引き出す最適化の視点なしには語れない。情報の技術が急速に進化し、教育現場でもAIの活用が推測される中、情報を基盤としてエネルギー効率を論理的に導き出す「データサイエンスの素養」は、持続可能な未来を築くための重要な知恵となる。本稿では、新聞紙という身近な素材を用いた走行体の製作を通じ、エネルギー損失を最小化し、トレードオフを乗り越えるためのデータサイエンスの素養の一つである「モデルベース開発的思考」の実践を紹介および解説する。

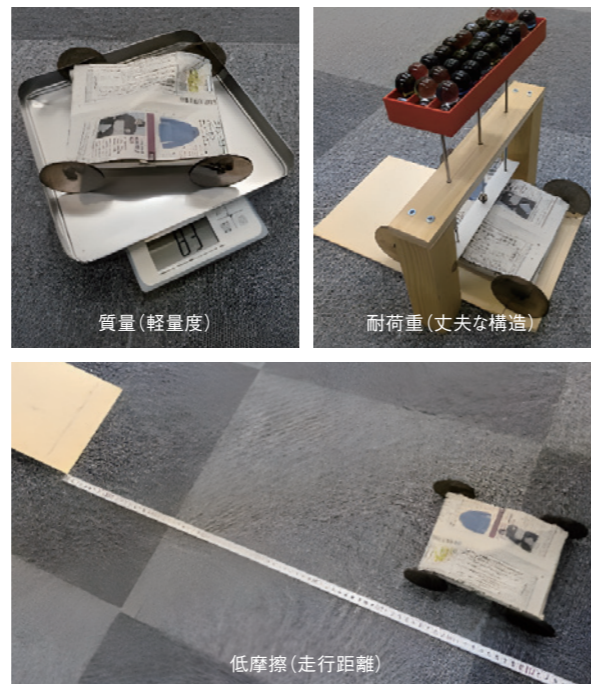
2 知恵(知識×工夫)による新しい探究

環境負荷の低減とエネルギー効率の極大化には、知識をどう活用し工夫するかという「知恵」が不可欠である。たとえば、新聞紙の繊維の並び(異方性)を応力方向に合わせる設計や、断面係数を応用した円筒・I字型の形状選択は、最小の材料で最大の剛性を得る高効率なものづくりの体現といえる。さらに、走行時のエネルギー消費を抑える鍵は、車軸部の摩擦抵抗の極小化にある。軸受構造を工夫して接触面積を減らし、動摩擦損失を抑制することで、限られたエネルギーを最大の走行距離へ変換する「知恵」のアプローチが求められる。

本実践では、科学技術振興機構(JST)のジュニアドクター育成塾(広島大学:2019~2023年度)で開発した、3観点で評価する新聞紙走行体教材を紹介する。材料は、新聞紙1枚と直径60mmの亚克力製車輪2個。道具には、スケール、はさみ、のり、ボールペンを用い、軸間距離150mm以上かつ車輪が着脱可能な構造を条件とする。評価は、図1の「質量(軽量度)」「低摩擦(走行距離)」「耐荷重(丈夫な構造)」

の3観点で行い、環境負荷と性能のバランスを計測する。

図1 3観点の計測方法



3 最適解の指針としての データサイエンス

本実践における「モデルベース開発的思考」のプロセスは以下の通りである。

① 定量的な測定とデータ化

質量・走行距離・耐荷重を厳密に測定し、設計性能を可視化するモデル(表・グラフ)を作成する。

② モデル(表・グラフ)による分析

3要素の散布図から、主観に頼らず全体のバランス(パレート解)を俯瞰し、科学的な裏づけを持って最適解を理解する。

③ モデル(表・グラフ)に基づく再構築

全グループのデータを共有・分析し、他者のモデルと製作

物を参考に、自律的に設計をアップデートする。

工学の世界では、軽量化と強度、低摩擦と耐荷重といったトレードオフが常に生じる。これらを経験や直感ではなく、数値データから導かれたモデル(表やグラフ)に基づき最適解を導くプロセスこそが、「データサイエンスの素養(モデルベース開発的思考)」の核心である。

具体的には、図2の「低質量・高耐荷重」な左上領域、図3の「高耐荷重・長距離」な右上領域、図4の「低質量・長距離」な左上領域に、最適解が存在し得ることが示唆される。1回目の結果が●であり、これらに性能を近づけるべく構造を再構築した2回目の結果が●である。2回目の結果は、全体的に最適解の領域へと近づいた。教員が生徒に解を提示せずとも、客観的な指針(データ)を示すことで自発的な改善が促されたといえる。実際、図5および図6の写真より、車軸部における構造的工夫と、車体強度の強化がそれぞれ確認できる。

図2 質量と耐荷重の変化

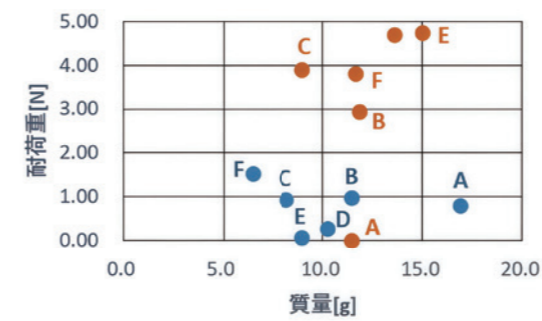


図3 耐荷重と距離の変化

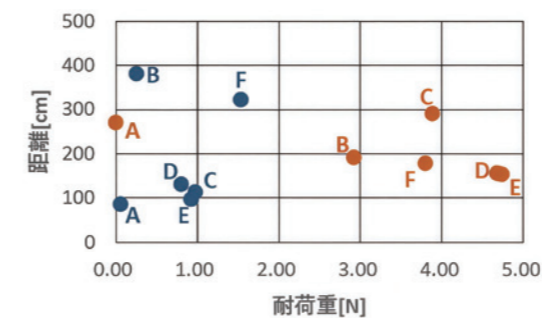


図4 質量と距離の変化

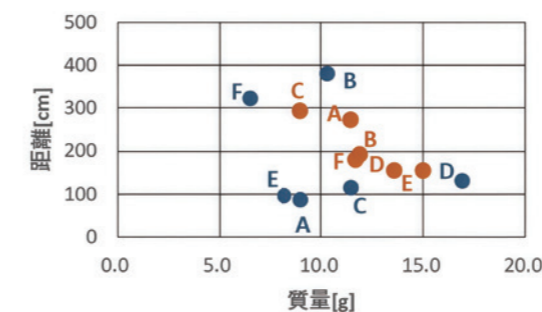


図5 1回目に製作された走行体

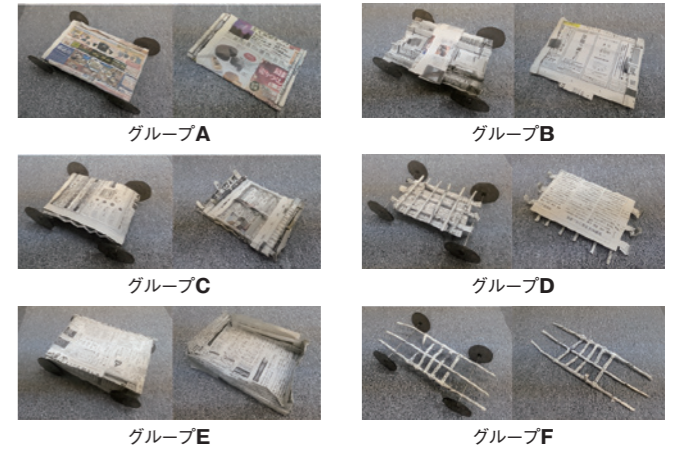
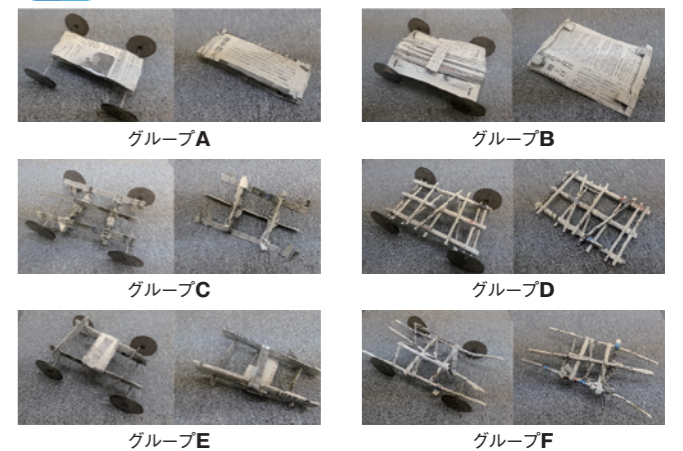


図6 2回目に製作された走行体



4 まとめ

本活動において最も重要なのは、知を共有し改善を加速させる「オープンイノベーション」へのパラダイムシフトである。データによるモデル(表やグラフ)に基づき、他者のアイデアから自律的に改善点を考察する姿勢こそが、技術分野の本質的な学びにつながる。

こうした学習の成立には、教員が従来の「教授型」から脱却し、環境を支援する「ファシリテート型」に徹することが不可欠である。教員が正解を示さず、客観的な根拠であるモデルを基に生徒自らが思考を巡らせるよう促すことで、未知の課題への探究はさらに推進される。

データサイエンスという「科学的なものさし」で意思決定を可視化することは、生徒が主観を超えて社会課題に向き合う力となる。身近な素材から最適解を導き出す「データサイエンスの素養」は、将来彼らが未知の課題に直面した際、持続可能な社会を設計するための確かな指針となると確信している。この知見が、今後の技術科教育における「最適化」を重視した革新的なものづくりの素養育成に寄与することを期待したい。



CASE

ジッセン

中学校

技術分野の学習を終えるときの生徒の姿を描けていますか？ どのようなことを語り、どのような姿を見せてくれるのか。思い描いた姿への成長を促せる授業を目指しています。今回は、その授業構想をふまえた、エネルギー変換の技術の授業づくりで取り組んでいる三つのステップを紹介します。



岩手大学教育学部附属中学校 教諭

藤澤 世志彬

Fujisawa Yoshiaki

ゴールを見すえた「エネルギー変換の技術」

電気回路と力学的機構による問題解決を通して

ゴールから考えた、授業構想

私の授業構想では、「87.5時間を終えた生徒がどのような姿であることが望ましいか」「87.5時間を終えた生徒にどのような言葉を語ってほしいか」というところを起点としています。

私の場合、「D情報の技術」の題材を最後に行っており、3年間の締めくくりとなる学習は、「D(4)社会の発展と情報の技術」となりますが、ここにA・B・Cの各内容の学びも表出させるように工夫する必要があります。

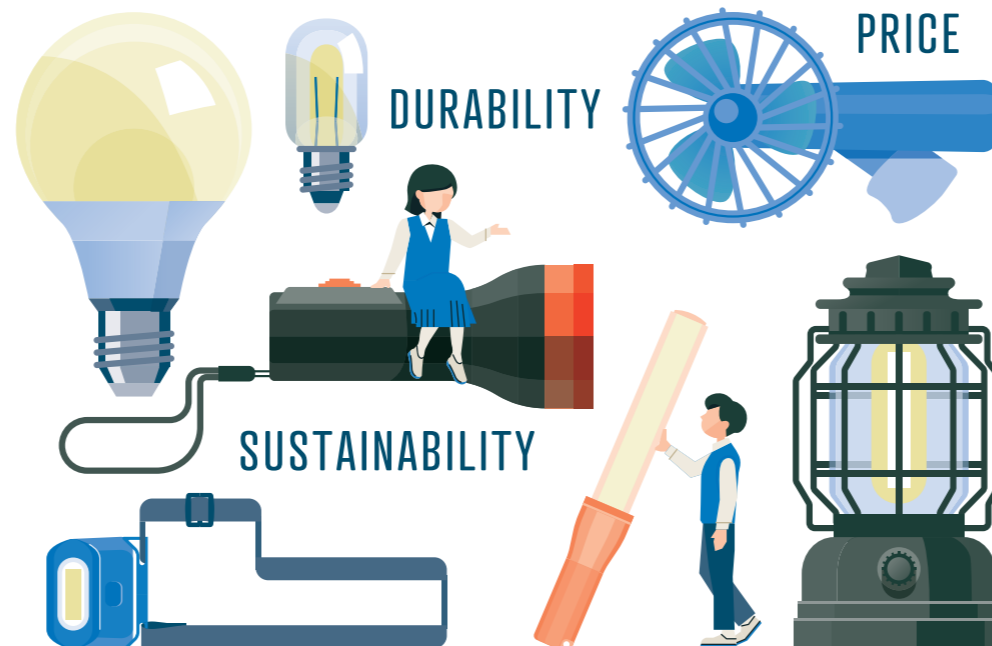
本校では、エネルギー変換の技術の学習が「社会の発展と技術」の学習に結びつきやすくなるように、2年次でエネルギー変換の技術の学習を2回に分けて実施しています。そのため、生徒は電気の利用、運動の利用の両方の問題解決を経験することができます。こうした学習構成の効果もあり、最後の学習では「抵抗のことを考えると回路を…」、「トルクを大きくしたいけどトレードオフが…」など、エネルギー変換の技術の仕組みに関する言葉が生徒から自然に出てくるようになりました。

生活や社会を支える エネルギー変換の技術と環境負荷

ここまで「社会の発展と技術」の学習を見据え、題材の導入である「生活や

▼題材配列

学年	前期	後期
1年生	B 生物育成の技術	A 材料と加工の技術
2年生	C エネルギー変換の技術	D 情報の技術
3年生		D 情報の技術



社会を支える技術」をどのように扱うか、検討してきました。さまざまな実践事例を参考にしながら、授業づくりを進めている中で、今回は「運動の利用」に関する実践例を紹介します。

まず、100円ショップで購入した製品(手動の扇風機、釣り用リール、鉛筆削り、水鉄砲など)を生徒が分解し、その仕組みを調べる活動を行います。(写真1)生徒は普段、製品を「利用者」として扱っていますが、この活動では、「力学的な機構による問題解決を行う開発者」の視点で、製品を見ることを目的としています。

生徒は、分解した製品について、次の点を考察します。

- 「どのような願いや要求をもとに作られているのか」
- 「どんな科学的な原理・法則が活用されているのか」
- 「仕組みがどのように最適化されているのか」

特にこの段階では、「科学的な原理・法則」や「技術の仕組み」について、教科書を参照しながら理解しようとする事、そして理解が及ばない部分の疑問を明確にすることに時間をかけています。また、「どのような願いや要求のために作られた製品か」という視点では、「生産のしやすいプラスチックを使っており、生産効率は良いかもしれないが、環境負荷や耐久性の面から見るとトレードオフが起きている。どうにかならないか」などの記述が見られました。このように、

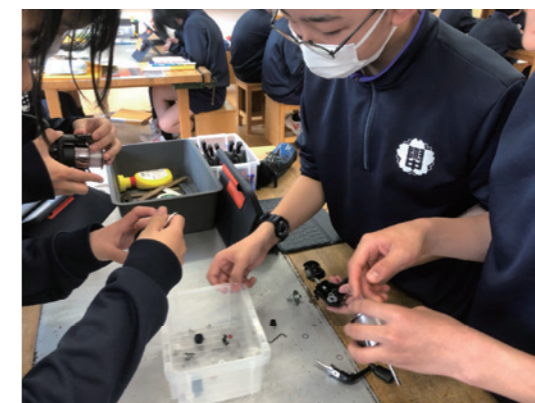


写真 1

製品の分解を通して、生徒は、技術の仕組みだけでなく、環境負荷や持続可能性といった視点にも自然と目を向けるようになっていました。

トレードオフをふまえ、 最適化の過程を考える

次に、前段の学習で生じた疑問を解決するために、知識・技能の習得に焦点を当てた学習へと進めます。例えば、釣り用リールを分解したグループは、仕組みが複雑であることや、複数の素材が使われていることから、手入れや再利用が難しい点を製品の課題として挙げていました。

しかし、仕組みの学習を進める中で、複雑に感じた歯車はそれぞれが製品の機能にとって不可欠であることや、必要な強度・耐久性を確保するために素材が使い分けられている合理性にも気づきました。エネルギー変換の技術の仕組みを理解することで、機能、強度、素材、環境負荷の間に存在するトレードオフをふまえ、製品の仕組みがどのように最適化されているかを考える視点を得ることができました。

「最先端の技術を取り上げる」 社会の発展とエネルギー変換の技術

「社会の発展とエネルギー変換の技術」では、非電力式の自動ドアを教材として扱い、技術の改良や応用について生徒が考えています。

非電力式自動ドアは、リンク機構を利用して作動するため、これまでに学習し

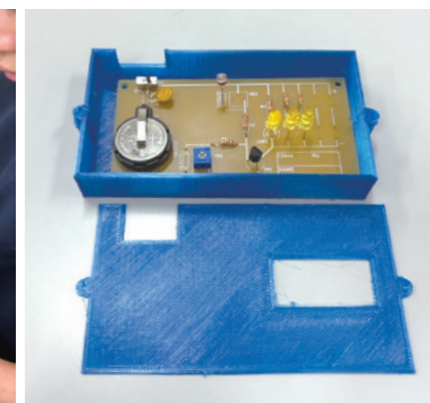


写真 2

た電気の利用や運動の利用と関連づけながら、技術の仕組みについて提言する姿が見られました。この自動ドアは電気を使用しないため、長期的に見ると省エネルギーである一方で、セキュリティ面の不安や挟まれ事故の可能性といった安全面、利用者の使いやすさなどが、生徒から課題として挙げられました。生徒は、これらの課題をふまえ、既習内容を活用しながら、よりよい非電力自動ドアの運用や仕組みについてアイデアを検討していました。

今後の展望

今後は、材料加工、生物育成、エネルギー変換の各内容と、「D情報の技術」との連携をこれまで以上に強めていきたいと考えています。本校では1年次からCADを用いた設計を行っており、エネルギー変換の学習では、問題解決に必要なパーツを自ら設計し、3Dプリンタで出力する生徒もいます(写真2)。さらに、より複雑なパーツを製作できるように、画像から3Dデータへ変換できるアプリの活用も検討しています。

また、インターネット上で公開されているデータや生徒が自ら収集したデータを適切に活用できるように、生成AIを取り入れたニーズ探究にも取り組んでいます。これらの実践を通して、技術科としてのアプローチで情報活用能力の育成を目指していきたいです。

年間指導計画、知識・技能
習得ワークシートはこちら





Q&A

今号のテーマ

環境とエネルギーを 意識させる授業づくり

内容C「エネルギー変換の技術」は、電気や運動などが幅広く扱われており、SDGsや環境問題などと関連させやすいという利点があります。その反面、教科の狙いからそれやすく、地域題材との関連が見つけにくいという悩みもあります。また、今後は情報の技術を応用した授業づくりも大きな課題となってきます。では、一緒に考えていきましょう。

技術分野としての「環境とエネルギー」を意識させるには、どうしたらいいだろう？



Q1

授業ではどの程度SDGsを意識させればいいのか？

A

(1)既存の技術を調べよう、(2)問題解決のふり返りなどの場面で、ワークシートにSDGsとの関連を記入させる項目も設定するとよいでしょう。また、下位ターゲットに目を向けると取り組みやすくなります。例えば、「防災ライト」を製作すると11番「住み続けられるまちづくりを」の「11-5 災害の被害者を減らす」に貢献する、ということを記述させることができます。

Q2

「環境へのやさしさ」にしか目が向いていない生徒を減らすには？

A

「環境にやさしい」ことに目を向けることはとても大切なことです。これは技術の「光」の部分なので、対局にある「影」にも目を向けさせましょう。(3)これからの技術の学習において、「開発者と利用者」の立場からの評価を行ったり、製品になる前の原材料の調達・運搬・使用・廃棄に至るまでのライフサイクルCO₂や、事故時の対応、経済性なども考えさせたりするとよいでしょう。

Q3

地域にある発電所の紹介はしていますが、地域題材を有効に活用するには？

A

発電所の発電方法が地域の特性とどのような関連があるのかを調べさせるとよいでしょう。風力発電であれば、気象庁のデータなどを検索してほかの地域と月別平均風速を比較させるとよいでしょう(太陽光発電は日照時間、波力発電は波浪情報など)。また、これらは設備費が高額で、自然条件に左右されやすいので複数の発電方法と組み合わせる必要性を学ばせたいですね。

Q4

情報の技術と関連させるにはどうしたらいいのか？

A

計測・制御の技術を応用した植物工場のような題材や、統合実習例の自動運搬ロボットでの活用方法がありますが、現行のエネルギー変換の授業ではアクチュエータの構成を中心に考える必要があります。双方向性の応用として「ロボット」では、人間:始動指示⇒ロボット:バッテリー残量や室内での位置情報や室温を送信するなど、が考えられます。

「エネルギー変換の技術」の授業づくりに向けて

カーボンニュートラルに向け、「偏西風を利用した凧あげ発電」が話題となりました。凧と地上をつなぐ高強度繊維などの開発、通信網の構築にも取り組むようです。新たな技術の創出には技術分野の各内容の連携が不可欠です。授業でも統合的な題材の重要性が増しています。内容を横断する視点で題材を再構成し、生徒のイノベーション力を伸ばしていきたいでしょう。

先生方の疑問を募集中!

「Q&A」では、授業づくりや教育現場での工夫について、先生方の疑問・お悩みを募集しています。ぜひお気軽にご質問ください。

次回のテーマは

「トレードオフ」

ご質問の
応募はこちら!

