

EV（モータを使ったクルマ）を再生可能なクリーンエネルギーで循環し続けていくための未来の自動車社会を構想する中学校の授業



実施担当者 長野市立柳町中学校
教諭 佐藤 正志

1 はじめに

SDGs に目標 7 「再生可能なクリーンエネルギー」という項目があるなど、エネルギー問題には解決しなければならない問題が数多い。その中でも、世界中で大きなニュースとなって取り上げられているのは、今から 10 年後の社会ではガソリン車が消え、自動車が電動化していくというものである。ただし、エネルギー問題は、自動車を電気にしただけで解決できるものではないことは明白で、エネルギーを生み出す側面からの視点も必要である。しかし、現在中学生は、電気エネルギーを不自由なく使用し生活しているため、エネルギー問題を自分ごととして捉えることが難しい状況である。

そこで、2 年前から、貴財団から助成をいただきガソリンや乾電池をエネルギーとして、人間一人が移動できる省エネルギーカーを製作し、使用したエネルギーを計測して、よりエネルギー効率のよいクルマへと改善するための研究を進めてきた。研究では、ガソリンと電気のエネルギーについて、似た走行条件においてエネルギーの消費量を算出し、その後得られたデータから比較し考察を進めていくように研究計画を立てて実践を進めてきた。しかし、つくったクルマにトラブルが多発し十分に試験走行ができないなど、試験走行の結果を十分に考察することができなかった。一方で、省エネルギーカーを製作し、生徒が限られたエネルギーでクルマを極限まで遠くへ走らせるよう追究することで、エネルギー問題を自分ごとにすることはできた。本研究では、これまでの研究をさらにもう一歩進め、生徒がつくった乾電池をエネルギーとした省エネルギーカーをモデルとし、そのエネルギーを自分たちの暮らす街で生み出し、持続可能なエネルギー循環を作れるかどうかを生徒たち自身がシミュレーションしていくための授業づくりについて研究を行いたい。

2 研究の目的と研究方法

2-1 研究の目的と期待される効果

本校の技術・家庭科技術分野では、学んだ技術を活用し、評価しながらよりよいものを求め、創造していく生徒の姿を目指している。この姿を具現するためには、エネルギーマネジメントの視点から再生可能エネルギーを評価し改善する力を高めていく必要があると考える。

そこで、「長野市で創り出せ！EV の電気をまかなう地産地消エネルギー」という題材をつくり、世界的な EV へのシフトを出発点にエネルギー問題を自分事としてとらえ、再生可能エネルギーで発電する技術を用いて、エネルギーの地産地消のアイデアをグループでまとめる学習を構想する。この学習では、再生可能エネルギーを生み出す仕組み学んだ上で、持続可能ポイント（環境・安全・経済・技術）から数種類の発電の長所・短所をまとめる。次にグループで決めた地域の一定の敷地の中で、考えられる最適なエネマネを「アイデアシート」に挙げ、グループ内で意見交換しながらモデルを用いてプロトタイプをつくってまとめる。

そして、プロトタイプを用いて、予想される総発電量をシミュレーションし、プレゼンする場を位置付ける。この際、持続可能ポイント（環境・安全・経済・技術）のどのポイントを大切にしたいかを発表することとし、これをアイデアの根拠とする。

このような学習をすることで、エネルギーマネジメントの視点から再生可能エネルギーを評価し改善する力を高め、アイデアを論理的に説明する言語力を身に付けながら、学んだ技術を活用し、自らの判断で技術を創造することができるようになる考えた。

2-2 研究内容

(1) EV 柳町モデルについて

EV 柳町モデルとは、乾電池のエネルギーで動く EV である。作り方にも工夫を凝らし、ホームセンターなどで手に入るコンクリート型枠用合板を鋸で切断して組み立てるなど、特別な加工が必要なく、簡易な方法で製作ができるようにした。昨年度までの研究で EV が動くことには成功したが、電源の配線破損やタイヤのパンクなど様々なトラブルが起り、思うように走ることができなかった。そのため、EV が安定して走るように、走行テストを繰り返しながら駆動系と操舵系の改良を行った。(図 1)

その結果、2021 年 9 月には、1kWh で 360km の距離を走れるようになった。これは、ドライバーを 1 秒使う電力で、100m 進む計算である。全市民が移動する際には、この EV 柳町モデルを使うこととし、この EV のエネルギーを地産地消エネルギーで賄うことができれば、地球への負荷を極限まで減らした持続可能なエネルギーサイクルをつくることができる。授業では、この地産地消エネルギーサイクルを実現するためのアイデアを考えようと生徒に提案した。



図 1 EV 柳町モデル試験走行

(2) 電気エネルギーへの意識調査結果から

エネルギーは、メリットとデメリットの両面から考えることが必要と考え、アンケートをとった。図 2 のように生徒からとったアンケートでは、送電や蓄電を、デメリットとして考えている生徒はほとんどおらず、電気エネルギーを生み出す際に起きる問題を意識して生活していないことが分かった。

一方で、SDGs を学ぶ中で、再生可能エネルギーの大切さには気付いており、特に太陽光、風力、水力に期待していることが分かった。

(3) エネルギーマネジメントの視点

本研究でのエネルギーマネジメントとは、持続可能ポイント（環境・安全・経済・技術）から発電方法の長所・短所を見極め、気象条件や地理的条件を踏まえ、エネルギーを組み合わせながら、最適なエネルギーを創り出すことと設定した。

持続可能ポイント（環境・安全・経済・技術）は、現在の世界の潮流である SDGs から見た視点である。一つの視点に注力することなく、発電のシミュレーションから得た電力量や、発電の効率、

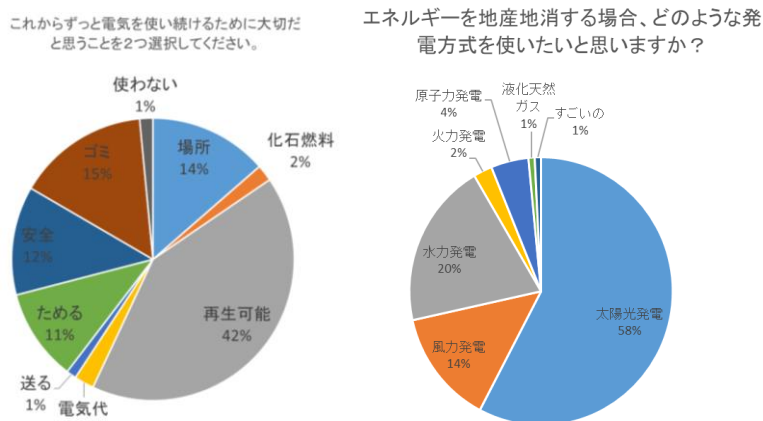


図 2 アイデアコンテストのルールと採点

模型と実物の変換率なども、グループの発電選択の根拠と理由になる。さらに、今回の授業では、この持続可能ポイントをレーダーチャートでまとめながら、グループの特徴を出していくものとする。その上で、クラス全体で、長野市の全人口の1日の平均の移動距離を算出し、EV柳町モデルは全市民の移動にどれくらいのエネルギー総量(kWh)が必要かを導き出す。その後、教師は必要な電力量を賄うため、シミュレーションを行うことを提案し、EVのエネルギーが長野市の中で地産地消できるかをアイデアコンテストのコンペ形式で発表するような場面を設定する。このことにより、持続可能ポイント(環境・安全・経済・技術)を使って、社会の大きな問題を技術的に解決していくプロセスが具体化できると考えた。

(4) アイデアコンテストのルールとコンテストの採点基準

アイデアコンテストのルールを図3のように決めて行う。このとき、あらかじめまとめたアンケート結果を伝えたり、費用や事故率、立地条件等の基礎的な資料は配付しておく。これらの資料をグループに配付することで、合意形成の補助になるものと考えられる。また、採点基準については、企業が新製品のプレゼンの評価に用いる評価基準をアレンジして図1のようにし、生徒に提案してから、アイデアコンテストを始めるようにする。

アイデアコンテストのルール とコンテストの採点基準

コンテストの採点基準

時間	時間を守り、グループで役割を分担できたか。
スケッチ	図を有効的に使うことができたか。
テスト	アイデアを実際の使用場面に当てはめてイメージできたか。
解決案	アイデアはグループの選んだ問題を解決するものであったか。そのアイデアはどれくらい革新的でユニークであるか。
プレゼンテーション	自分たちのアイデアを明確に発表したか。

アイデアコンテストのルール とコンテストの採点基準

・再生可能エネルギー要素別ランキング (ポイント5, 3, 1)

発電	基本発電量	自然環境から受ける影響	維持の大きさ	安全率の高さ
太陽	1	1	5	5
水力	3	5	1	3
風力	5	3	3	1

**評価の数字は
長所は5、普通は3、短所は1**

図3 アイデアコンテストのルールと採点

3 研究結果

3-1 市内全体に必要なエネルギーを算出

はじめに、問題の解決に向けて、つくったエネルギーを乾電池にためるためにはどれくらいのエネルギーが必要かを検討した。

長野市の人口を30万人。一人の一日の移動距離平均を20km。住宅地の総面積を64km²とし、田畑を含め今ある自然環境に変化を加えず人の生活の中で電気を生み出すことを前提にして考えることにした。

これを計算すると、図4のように住宅地の1m²あたり、1時間で0.26wが生まれればよいことが分かった。これを受け、このエネルギーを、24時間、365日、ずっと安定して生み出し続けることが大切であることを生徒と確認した。

次に、EV柳町モデルのエネルギーを賄うために、再生可能エネルギーの地産地消が可能かどうかを調べるために、どのような方法がよいか生徒に問いかけると、Aグループでは、光、水、空気などの力をどのようにミックスするかを考えはじめた。そして、ミニモデルを使って、より効率的な発電の組み合わせを見つけるために検証を行った。ここでは、よりシミュレーションが現実になるように、グーグルマップの写真を使って、グループごとモデル地区を決め、そこでエネルギーミックスが実現できるかどうかについて調査を行うこととした。

長野市の人口 A 人、1日の移動距離平均 B km、長野市の住宅地の面積 C km²
EV柳町モデルの電費 D=360 km/kWh (参考: 日産リーフの電費 6.25 km/kWh)
A=300,000 B=20 C=64.44とし

1人1日に必要な電力量Whは B/D = 0.056 kWh

長野市中に必要な電力は A × B/D = 16,700 kWh

長野市の住宅地 1 km²に必要な電力量は A/C = 259.2 kWh/km²

長野市の住宅地 1 m²に必要な電力量は A/C/1000 = 0.2592 Wh/m²

1平方mあたり、1時間で **0.26w** が生まれればよい。また、24時間の平均でもクリアすることが必要

図4 市内で必要なエネルギーの計算

3-2 再生可能エネルギーモデルでの調査結果

Aグループは追究の結果、太陽光発電やマイクロ水力発電では、安定的に電気が生まれることが分かってきた。ただし、**図5**のようなモデルを使って検証すると、長野市での太陽光発電については、1年間を平均すると、一日8時間程度の発電が可能であることが分かった。



図5 太陽光モデルの検証



図6 マイクロ水力モデル検証

図6のようなマイクロ水力発電では、住宅地が使う水量の平均をグループの家庭から算出した。マイクロ水力発電は夜間でも電力を確保できるため、太陽光発電と組み合わせると、一日を通してほぼ毎日同じくらいのエネルギーを生み出すことが分かってきた。

Aグループでは、太陽光発電とマイクロ水力発電では足りない発電量を補うためには、風力発電の効率を上げていく方法がよいと考えた。ところが、風力発電が、もっとも自然環境の影響を受け、簡単に解決できないことが分かってきた。そこで、発電用モータに、**図7**のような厚紙でつくったプロペラを取り付け、扇風機の風でプロペラを回転させることで発電し、その時の電力を計測した。試行錯誤しながら追究していくと、プロペラの形を工夫することで電圧が大きくなることが分かった。回転しやすい形や、風を多く受け止めるよう折り曲げ方を工夫していくことで、ただの長方形のプロペラでは、0.4Vだったものが、3.2Vと4倍近くも効率を上げることができた。



図7 風力モデル検証

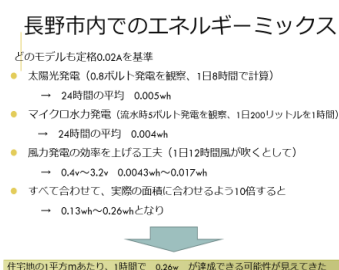


図8 エネマネの結果

以上のことから、Aグループでは、3つのモデルから**図8**のように長野市内では、太陽光発電と、マイクロ水力発電をベースとして、そこに風力発電の効率を上げる工夫をすることで、平均的な住宅地を例にとると1m²あたり、1時間で0.26wを生み出せる可能性が見えてきたと、まとめることができた。

4 まとめ

今回の研究により、中学生とつくったEVは余計な部品をそぎ落とし必要最低限の構造にしたためエネルギーの効率がよくなり、このクルマが実現できれば社会が大きく変わることが分かった。ところで、本研究でとった生徒アンケートから、エネルギーを使ったものづくりの経験がない生徒は70%だったものの、やってみないと興味関心をもち期待を高めている生徒は87%となった。これからも、生徒の意欲を大切に、モデルになるEVづくりを通して、エネルギーの持続可能な未来を考える授業を行っていききたい。そして、今後はシミュレーションではなく、さらに一歩踏み出して、モデル地域を選定し、そこで実際にエネルギーを地産地消し乾電池を充電してEVを走らせるなど、実践を続けていきたい。

謝辞

共同研究でお世話になった長野県教育委員会学びの改革支援課(前長野市立柳町中学校)の箕田大輔先生、終始熱心なご指導を頂いた長野工業高等専門学校の教授・岡田学先生、長野県工科短期大学の准教授・早川権先生に感謝の意を表します。

調査の実施及び走行試験に関して、有限会社坂田農園坂田毅彦様にはひとかたならぬお世話になりました。ありがとうございました。

そして、貴重な研究の機会を提供して下さった公益財団法人中谷医工計測技術振興財団理事長様をはじめ財団の皆様には、感謝の念にたえません。本当にありがとうございました。