

「プロジェクト解決ハイブリッドカー」から新たな価値を創造できる子を育てる。

2023年8月4日 成城学園初等学校 岡崎 真幸（発表者）

0. 主題設定の理由

小学校学習指導要領では、「エネルギー」を柱とした内容の構成で、第3学年「風やゴムの働き」「磁石の働き」、第4学年「電流の働き」第5学年「電磁石」、第6学年「発電とエネルギー」という別々の内容で構成されているが、私たちはこれらの単元を、「車」という大きな単元で再構成した。「車」という大きな枠組みで考えることで、社会的課題への対応や教育的課題への対応という面からも注目が集まっているエネルギーについて、より連続的に身近に感じながら学習を進めていくことができるようになると思った。今回の実践では特に、車の単元の総括6年生に焦点を当てる。

今回提案する本単元では、今まで学んできた様々なエネルギーやエネルギーを力に変えるための方法を活用して、ハイブリッドカーを作る活動を行う。本単元では創造性を持って新しい価値を生み出す人材を育てることを目的としている。STEAM教育という「デザイン思考」を働かせるプロセスを、ニーズと欲求の満足や問題解決のために、評価基準と制約条件を明確化しながら、対処し得る選択可能な解決アイデア策を複数生み出し、その中から最終的な一つのアイデアを選択するための、体系的な問題解決として捉える。子どもたちは「何をするための車なのか？」ということを常に考えながら自分なりの価値をもって車づくりをする。その過程において、製作品の使用目的と必要条件・制約条件の検討、複数の構想案の比較・検討、設計と試験・改善、最適解の決定と製作、評価といった「デザイン思考」を伴う活動が協働で生起されるのではないかと考えている。子ども自身が「自分だけのハイブリッドカー」を創る過程において、様々に試行錯誤を繰り返し、自分なりに情報を集め、友達と協力しながら活動する中で、新たな価値を創造していく姿勢を涵養することができるのではないかと考えている。

1. 研究の目的

本実践を通して、以下の仮説を検証する。

【仮説】

- ①「車」という授業をすることでエネルギーに対する子どもの見方や考え方が変容するのではないか。
- ②チームでプロジェクトを遂行することで自ら問いを創り、情報の収集や意見交換から自分の考えを変容させ、新たな価値を構築することができるのではないか。
- ③発表を聴いた子のリアクションから周りがどのような価値判断をしたのかということフィードバックすることで、多様な価値観を認めたり、アドバイスができるようになったりするのではないか。

2. 研究の方法

車の単元を構想し、必要と思われる材料を準備する。

事前事後にアンケートを実施し、本実践を評価する。

3. 実践の内容

本校6年生3クラスで実施時期をずらしながら本単元の実践を行った。時期をずらしたのは、児童からどのようなアイデアが出てくるかを検討したり、どのようなチーム分けが最適かということを検討したりするためである。初回の枠組では、全校をあげた研究大会の「教育改造研究会」で研究授業と実践発表を行った。本実践を行う前には、助成金で購入させていただいたマイクロビット等の使い方講習を含め、通常の電気の利用で学ぶ基本的な概念を学習する時間を設けた。持っている知識をフル活用してその後の応用的な単元として本実践を行ってほしいと考えたから

である。そのため、基礎的な知識の習得はしている前提で本単元を行っている。

【単元指導計画】

第1次 ①～③

①②「未来の車を考えよう」(2時間)

→児童は現代社会が抱えるエネルギー問題を話し合いながら、自分たちが考える理想の車について案を出した。理想の車を考えるまでには、昨今の電気代ガソリン代の高騰→日本のエネルギー自給率→エネルギー問題→日本の未来に必要なこと→日本の自動車産業(5年次に日産の工場見学をしていることを踏まえ)→理想の車を話し合うといった流れで授業を展開した。

③「ハイブリッドカーの設計図を描こう」(1時間)

→今まで学んできたり、自分で調べたりしたエネルギーや動力を出し合ったり、今の時代に実際に走っている自動車の様子も想像したりしながら色々な力(エネルギー)の活用のアイデアを出し合った。子どもたちは自由な発想で車の設計図づくりに取り組んだ。設計図の段階で自分の目的にあう材料を検討した。設計図は、理想の車が持つ価値や動力等に目を向けて作成した。子どものアイデアを形にできるよう、多様な材料を用意し、自由に工夫できるようにした。マイクロビットや蒸気エンジンなど、子どもの工夫ではどうにもできないもののみ既製品パーツを購入した。児童は3年次から同じ車を使って学習してきている。3年次に配布したものはいわゆる既製品のパーツであるが、今回の実践はそれにとらわれず、今までの先輩が残っていたパーツも含め多様な材料の中から自分たちで考えて車を製作した。車体は主にプラダンボールを使い、車体は既成のものを使用しても、板などを使用し自分たちで工夫してもよいこととした。車体が大きいものに関しては、シャフトに自転車のスポークを切ったものを使用した。学内予算で行ったカリフォルニア大学LHS研修ではエンジニアリングの授業があった。LHSではストローやクリップなど身近な素材を使用し、仕組み部分から子どもが考え車の製作をしていた。機能に関わるエンジニアリングの思考を、時間をかけ養っていた。既製品を使用したほうが、車の動力に関して試行錯誤する時間は短縮されるが、今回はエンジニアリングの重要性を考慮したので、極力子どもの発想を尊重して多様な材料を「材料バイキング」として用意した。

第2次：④～⑨「様々な材料を使って工夫をしながら、ハイブリッドカーを作ろう。」(6時間)

→様々な材料の中から、そのプロジェクトの中で必要なものを「材料バイキング」からピックアップし、車を作製した。児童は目的にかなう車づくりをチームで試行錯誤しながら製作し、毎回トライ&エラーを繰り返しながら、時には方向性を少しずつ修正しながら活動に取り組んだ。

児童は授業の初めに前回の反省を確認しながらチームで話しあい、その日の見通しをつけながら活動に取り組んだ。この反省は自己評価と連動し毎授業ごと Googleform のアンケート形式で回収した。回収した自己評価と振り返りは次の授業時に公開し、次の日に向けてモチベーションを高めた。また、一日あたり2～3チーム現在取り組んでいる車の価値と製作過程での問題などを発表し、批判的な意見や違う視点でのアドバイスなどをもらう時間を設けた。

【「ハイブリッド」の意味について】

単元構成時では、教師側は「ハイブリッド」というもの自体に価値があると子どもは考えるだろうと考え、いわゆる「動力のハイブリッド(ex 太陽光と電池で走る)」を想定していた。しかし、この教師の想定は浅いものであった。児童は「価値のある車」を想定し車の製作に励んだが、児童からは価値のある車をデザインする中で、「2つの動力を搭載すると重くなる・価値が薄まる」といった話が出てきた。児童はハイブリッドの種類を調べる中で、より広い意味の定義をしてもいいのではないかと考えた。また、センサーカーなどは、動力を一つにして「音を出して危険を知らせる・〇m以内に障害物が来たら自動で止まる・暗くなったら止まる」など動力に限らず、〇〇の価値というものをいくつか組み合わせることでハイブリッドと考えてもいいか?との意見があった。そこでハイブ

リッドという意味をより広義にとらえ、授業を展開していくこととした。

第3次：⑩「成城モーターショーをしよう」(1時間)

→全チームが、「製作した車の発表会」を行った。発表会では、自分が目指したことと、現実のギャップ、それを超えていくなどの苦労などを報告した。プレゼンテーションにあたっては場を設定し、実際に車を走らせた。

4. 子どもの様子

児童から出てきた車のアイデア例【空飛ぶ車・速い車・水陸両用車・前後左右いける車・小さい車・発電しながら走る車・センサー車・永遠に動く車・何m先に車がいたら自動でとまる車・磁石車・自動で曲がる車・人を感知して止まる車・揺れない酔わない車・言葉を言ったら走る車・水蒸気で走る車・水の中で走る車・壁を登る車・音が出ない車 等々】

5. 実践の成果

◇本実践の評価方法（アンケートは2クラス（榎組、松組）72名を対象に実施した。）

仮説①については、事前事後にアンケートを実施し、考えの比較を行った。仮説②については、一人一台 iPad を使用し、Google フォームのアンケートを利用してループリックを用いて自己評価を行った（毎授業前後）。またチームで中間発表を行い、広く意見を集めた。仮説③については、一人一台 iPad を使用し、Google フォームのアンケートを利用してループリックを用いて他者評価を行った。（単元の最後成城モーターショー時）

◇実践の成果

今回の実践の成果は今後の STEAM 教育のエンジニアリングの部分の教育に価値ある提案ができると考えている。どのようにしたら動くのか？どのような仕組みがあれば目的を達成できるのか？を考えることはとても時間がかかり、一人ではアイデアは中々浮かばない。本実践のようにチームで協力したり、お互いに批判したりする中で価値を創造し、エンジニアリングの部分をもっと強化できたのではないかと考える。また、答えのない問いについて教師と児童と一緒に悩みながら製作する過程こそ、現在の日本に必要な答えのない教育であると考えている。現在各学校で STEAM 教育が実践されているが、本実践のようにカリキュラムに組み込み、予算と時間をかけて下記①～③のような一定の成果を得られたことは非常に価値があると考えている。

①本実践から児童のエネルギーに対する考えは大いに変容したと考えられる。

事前事後のアンケートでは、児童が普段電気やエネルギーについてどのような考えを持っているかを①～⑩までの設問を用意し回答をしてもらった。あてはまる数字に○をつけるものとその考えを記述して書く設問とに分けて実施した。あてはまる・どちらかといえばあてはまると肯定的に回答した児童の割合は次のようになった。以下の結果から児童のエネルギーに対する考えは変容したと考えた。

電気についての説明（榎 44%→59%、松 36%→76%）発電について（榎 47%→71%、松 58%→62%）省エネについて（榎 58%→74%、松 55%→66%）エネルギーに関する設問（榎 31%→47%、松 45%→62%）

この設問とは別に、将来自分は何かを発明することができるかという設問の結果は、（榎 36%→29%、松 21%→31%）と一クラスは低い結果となった。この原因として高度なことにチャレンジした結果、うまくいかないことが多く出てきてしまい、結果として肯定感が下がったのではないかと考えられる。

②チームで共有し振り返りをする中で、考えを変え新たな方向性へ向かうことができたと考えられる。

児童は授業の前後に Google フォームでアンケートを書き、前回の反省から本日の活動の見通しを立て、授業後に上手くいったこと、行かなかったこと、問題解決のプロセスの自己評価を行った。このアンケートはリアルタイムで教師が授業中に確認できるようにし、その都度適切なアドバイスをを行った。ループリックでは自身の問題解決を4段階で評価するようにし、児童は自分の問題解決を他児童と話しながら評価した。90%以上のチームは製作過程で何か

しらの問題にぶつかっており、途中経過でクラス全体に意見を求め、方向性を転換したり、新たな価値を見出そうとしたりしていた。

③チーム評価を受けたり、意見を出したりする活動から他者の価値観を認める姿勢が身についたと考えられる。

単元の最後に行った成城モーターショーという名の発表会では、自分たちの車のもつ価値や製作に至るまでの苦労などを発表した。発表では批判的意見のみならず、チームの苦労を認め、多様性を受容できたと考えられる発言や記述もあった。児童の記述からは批判的な意見を認め、肯定的に他者の価値観を認めていることがわかる。発表後の車は資料と共に廊下に展示スペースを設け、低学年や他クラスにも見られるようにした。

【自己肯定感を高められなかった原因について】

将来の理科の有用性について、学力調査等では「将来そのような職業につかないから」といった理由でもともと日本は低い結果となっている。本実践でも同じような傾向がみられた。そこで本実践を行うことでこの値を高められるのではないかと考えたが、一クラスでは実践後に低くなるということがあった。以下考察する。

例えばセンサー車を例にとると、シンプルなセンサー車（分業していたチーム）と、高度なセンサー車（高度なレベルを求めているチーム）を比較すると、より高度なレベルを求めているチームのほうが肯定感は低くなった。これは求めている理想と現実の技術との間にギャップがあったからではないかと考えた。自分たちの力で理想に近づけたと感じた時、「自分たちでもできるのだ」と感じ、高度なことに挑戦し教師の力を借りても上手くいかなかったとき、「何をしても上手くいかなかった」と感じたようである。理想と技術に乖離があると肯定感は下がると考えた。

一方で、自己肯定感が高まった例もあった。曲がる車を作った3つのチームを比較すると、ハンドルを作りマイクロビットで制御しようとしたチームでは、ハンドル製作はうまくいったが、接続するプログラミング制御が上手くいかなかったことで肯定感は高まらなかった。他2チームのうち1チームは、はじめはハンドルの操作で曲げたかったが、無理そうだとすることで前後左右にタイヤをつけることにした。もう1チームは、マイクロビットで片方ずつタイヤを動かすことで、何とか曲げることを目標にシフトチェンジした。後半2チームは、自分たちの技術の限界を見極め、少しレベルを落とすことで目標を達成したといえる。この後半2チームは肯定感が高まった。このことから考えられることは、振り返りのメタ認知をすることから、自己の適性を見定め、妥協をしたり分業をしたりして理想と技術の差を埋めようとしたチームは、自己肯定感が高まったと考えられる。また、センサー車を製作したチームでは、自己の技術の限界を感じた時に、分業をすることで自分の得意分野で製作にかかわる選択をした。これらのチームでは自己肯定感は高まっており、チームに貢献できたと感じているようであった。メタ認知をすることで自己またはチームの弱点を見極めた子どもたちはチームの弱点を補いあい、肯定感を高めたのではないかと考えられる。

6. 今後の課題

本実践に残された課題として、より高度な問題に向かうほど、自己肯定感を高められなかったことが挙げられる。この点について本実践を今後より良いものにするため、以下検討が必要と考えた。

①自由な発想にある程度制約を加えることで、無理のない範囲で目標を設定できるのではないか。

材料や方法にある程度の制約を加えることで、互いに意見を出しやすくなったり、自分の計画力や技術力思考力を考慮したりしながら活動に臨めるのではないかと考えた。

②チーム数を減らすことで、教師の見とりを深めることができるのではないか。

本実践では一クラス12~13チームあったので、一人の教師が対応するとどうしても力を割かなければならなかった。こちらでも話し合い時にある程度の制約をかけ、6チームくらいに分けるほうが良いのではないかと考えた。

③思うようにいかなかったことを失敗ではなく、次へのステップと捉えさせることで、肯定感が高まるのではないか。

肯定感が下がったチームは、失敗時にお金や時間が無駄になると考えていた。そのアイデアや困難だった事象などをストックし、未来へ受け継ぐことで技術が進歩すると捉えさせることで、上手くいかなかったことを失敗ではなく肯定的に捉えることができるのではないかと考えた。そのため、「○○したら○○になると思ったけれど○○になった」というような事象実験データをストックしていく仕組みを考えたい。