

島田市立金谷中学校（静岡県）

1) 活動の目的及び教育上の位置づけ

現代的諸課題を中学生年代で考えておくことは、社会で活躍するために大切なことであり、シティズンシップ教育(市民としての資質を育成する教育)としても重要な役割である。これまでの学校教育では、正解のある問題を解答することが多く求められてきた。しかし、学習指導要領が改訂され、「主体的・対話的で深い学び」を求められてきた。認知能力だけでなく、非認知能力の大切さが浸透しつつある。非認知能力の育成は、これまで行ってきたシティズンシップ教育と近接し、「社会性・市民性」を身に付けることと密接にかかわっていると考えた。さらに、これらの能力を育むためには、探究的な学習を積み重ねることが有効であると考え実践することとした。

そこで、本活動では、中学2年技術・家庭科【技術分野】(以下、技術)と中学3年理科において、日本のエネルギー(事情)を現代的諸課題に据えて、「カーボンニュートラル」「電源構成」「新電力」「高レベル放射性廃棄物処分」を具体的テーマとして探究することとした。

中学2年技術の学習項目

「エネルギー変換」

中学3年の学習項目

「化学変化と電池」

- ・水溶液とイオン
- ・化学変化と電池(二次電池や燃料電池に触れる)

「科学技術と人間」

- ・科学技術の発展と発電方法の長所と短所
- ・高レベル放射性破棄物地層処分
- ・NUMOの高レベル放射性廃棄物処分地選定すごろくとアーギュメント
- ・カーボンニュートラルとその技術開発
- ・2050年の日本のエネルギーミックスへの提案

生徒が主体的・対話的で深い学びを実践する課題として、日本のエネルギー事情に関係する内容を探究的に学習することとした。中学3年理科「科学技術と人間」では、担当教師が自作した動画教材やホームページをもとに生徒自身が課題を見出し、探究する学習活動を行った。

2) 具体的な学習・活動と教育活動費の利用内容

①中学2年技術「エネルギー変換」での実践

C(エネルギー変換)の内容では、地球上に存在する「自然エネルギー」のことから、それらが変換されて身近に活用できる形になった「電気エネルギー」のことなどを学習する。エネルギーの形が変換される過程を知り、各種エネルギーの価値や変換時の効率などについても考えることで、より良いエネルギー活用者となるための土台を身に付ける内容となっている。

世界情勢とエネルギー問題のつながりを大きく感じる出来事として、昨今の物価上昇などがあるため、生徒が実感を伴って考えることができると判断し、「エネルギーのベストミックス」に焦点を当てることとした。多くのエネルギーを輸入に頼っている日本だからこそ、各エネルギーをバランスよく取り入れることの重要性に気づき、持続可能な社会を構築する一員になってほしいと考えた。

具体的には、「エネルギーとは何か?」という問いから始まり、「化石燃料」「一次エネルギー」「二次エネルギー」「再生可能エネルギー」などを知り、「エネルギー変換」という言葉の意味も確認する。多くの生徒が1つのエネルギーに頼ってはいけないうことに気づく。「日本のエネルギーのベストミックスを考えよう」という課題提示をするのは、そのタイミングが適切だと感じる。

ベストミックスを考えるための手立てとして、以下のヒント・アドバイスを提示する。

【ヒント・アドバイス】

- ・現在の日本の活用エネルギー構成比はどうなっているか?
- ・「発電」によって「電気エネルギー」を作り出す仕組みは知っているか?
- ・各エネルギーの特徴、メリット&デメリットについて情報収集してみているか?
- ・日本以外の国のエネルギー構成比と社会情勢のつながりは?

上記ヒントを提示することで、生徒が探的に課題に取り組むようになる。また、静岡県の小笠地区の技術・家庭科教諭が開発した「Power plant simulator」

(図1)によって、各種エネルギーを自由に組み合わせる活動も合わせて行うことで、「電力供給量」、「経費」や「安定性」などを同時に確認しながら、多角的に考えることができるようにした。

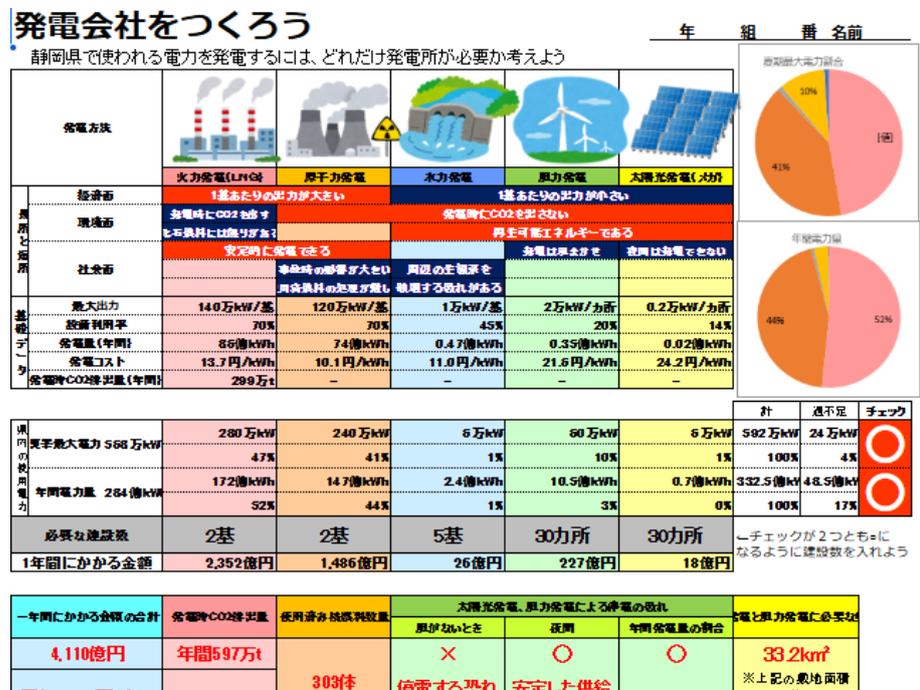


図1 Power plant simulatorの画面

【参考文献】 エネルギーミックスシミュレータの開発と授業実践
 ～持続可能な社会の構築に向けて～

(静岡大学教育学部附属教育実践支援センター：2025-03-19)

②中学3年理科「化学電池とイオン」での実践

生徒は、「ダニエル電池」を使って電子機器が作動することを観察した後、実際に「ダニエル電池」を作製した。使用している水溶液や金属を紹介し、ダニエル電池のしくみを説明することを課題として提示した。課題を解決するために、生徒はダニエル電池を作製しながら問いを立てた。グループAが立てた問いを以下に示す。○数字は、問いを立てた後、生徒が決めた探究する順番である。

- ⑨なぜ電気が生まれたのか
- ③ろ紙の代わりになるものはあるのか
- ②ろ紙の枚数を増やしたらオルゴールの音は大きくなるのか(電流の量が増えるのか)
- ①+極、-極を逆にしたらどうなるのか
- ⑦水溶液を混ぜたらどうなるのか
- ⑥なぜろ紙を使うのか(直接繋げないのか)
- ④銅板と亜鉛板を直接くっつけても電気は流れるのか(2つの板をそれぞれの水溶液に付けたあと)
- ⑤銅板と亜鉛板を別の金属板にしたらどうなるのか
- ⑩化学反応は起こっているのか
- ⑧水溶液を別の液体にしてみる

これらの問いを解決していくことによって、化学変化とイオンで学習する内容を網羅した。授業では、前の授業の振り返りとその日の授業のゴールを設定して取り組むこととした。以下はグループAが問いを立てた次の時間のゴール設定である。

今日のゴール

①～②までの実験をやる

〈方法〉

まず、このあいだの回路を組み、+極、-極の導線を入れ替える。次に、ろ紙の枚数を一枚ずつ増やし、電流の大きさを測る。

グループごとに問いを立て、解決に向けて自走する姿が見られた。どのグループがどのように進めているかを把握するために、ロイロノートの共有ノート機能と、google スプレッドシートを用いた自己評価表を活用して生徒の学習を見取ることとした。図2のように、グループごとに毎時間探究内容を記録した。生徒自身が振り返ることと同時に、教師がグループにおける探究を把握した。図3に示した通り、スプレッドシートを活用して振り返りと自己評価を行った。生徒の感想の記述から探究を進めていくためには、「イオン」の考え方が必要であると判断し、探究の途中で教師主導で「イオン」について学習に取り

組んだ。その後、イオンを使った説明に生徒は取り組む姿が見られた。また、金属の性質に着目しつつ、探究が行き詰っていると判断し、教師主導で実験を含みながら「イオン化傾向」を学習する時間を設定した。このように、生徒自身が立てた問いを探究しながら、必要と判断した際には教師主導で行う学習を設定した。また、単元の学習が見通せるように、図4のように、あらかじめパフォーマンス課題を示した。自己評価表の別シートに示すことで、生徒自身が自らタイミングを見て、パフォーマンス課題に取り組めるようにした。

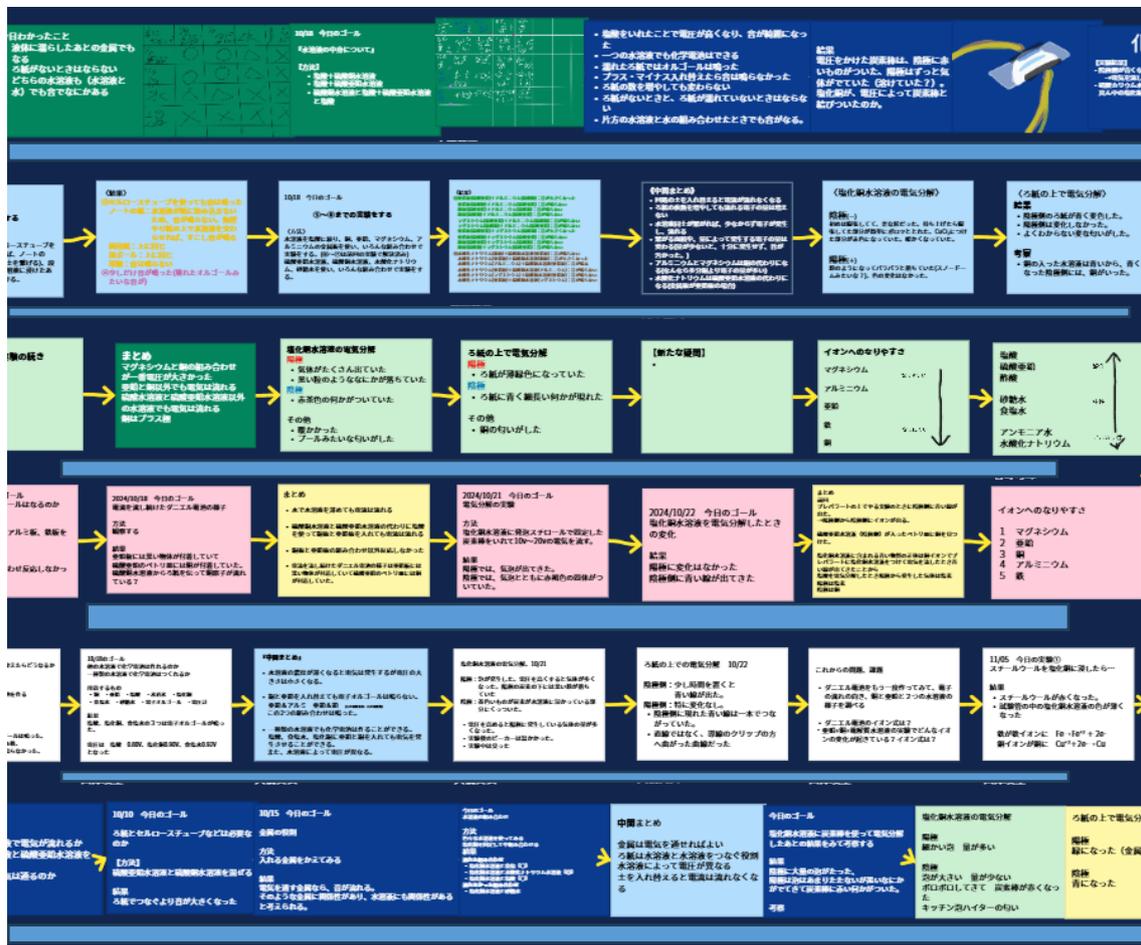


図2 ロイノート共有ノートの一部

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	単元を通した課題		化学電池のしくみを説明しよう。							
2			◎ ○ × で評価してください			リストから一番当てはまるものを 選択してください				
3	授業日	学習内容	◎	○	×	◎	◎	◎	◎	◎
4	10/18	化学電池について問題提起	◎	○	×	◎	◎	◎	◎	◎
5	10/22	ろ紙と金属板の実験	◎	○	×	◎	◎	◎	◎	◎
6	10/23	金属板についての対照実験	◎	○	×	◎	◎	◎	◎	◎
7	10/24	塩化銅水溶液の実験	◎	○	×	◎	◎	◎	◎	◎
8	10/25	実験	◎	○	×	◎	◎	◎	◎	◎
9										

図3 生徒Bの自己評価表

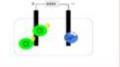
A	B	C	D	E	F	G
	日にち	課題	自分の考え（画像を貼る）	自分の考えに対する課題	④自分が学ぶ、自分が学習を進める上で学習問題にどのように取り組んでいくか。	⑤自己調整力が学習問題に對して、どのように自分が学習を進めたか。
1	10/30	塩化銅水溶液の電気分解のしくみを説明しよう。		水に溶けて塩化銅が塩化物イオンと銅イオンになり、電圧を流すことで分解され塩化物イオンは陰極に、銅イオンは陽極にそれぞれ集まる。塩化物イオンは陽極に電子を渡し塩素に、銅イオンは陰極から電子をもらって銅になる、と思う。	どの考えが適切か、考えた。	分らないところや考えを友達と共有した。
2	11/6	塩酸に金属を入れたときの反応をイオンを使って説明しよう。入れる金属は自分で考えてみてください。	例えば塩酸にマグネシウムを入れたとする。マグネシウムは溶けてマグネシウムイオンになる。塩酸中には水素イオンと塩化物イオンがあるため、マグネシウムから失われた電子を水素イオンが受け取り、水素が発生する。	マグネシウムと塩素がどうなるのが分からない。	自分なりに考えられるところまで考えた。	授業で学習したことを参考にした。
3	11/6	化学電池の仕組みを説明するために、何を調べれば良いだろう	ろ紙を使う意味、亜鉛板と銅板を使う理由、原子の動き	「原子の動き」では少しアバウトかと思うので、もう少し絞った問題を作りたい。	段階的に説明の材料が得られるような実験を考えた。	授業で学習したことを参考にした。
4	11/8	今の段階で、化学電池のしくみを説明しようⅠ（イオン化傾向学習後）	硫酸銅に銅板を入れると銅が溶けて銅イオンになり、硫酸銅は硫酸亜鉛のついたシャーレに移動する。銅と亜鉛では、亜鉛の方がイオン化しやすい。イオン化傾向に従い亜鉛は電子を放出し、放出された電子は亜鉛板、導線を通じてやがて硫酸銅のシャーレに戻ってくる。回路を電子が移動しているため電流が流れ、電池となる。	ろ紙を通して移動するのは硫酸銅？ 銅？ 銅イオン？	学んだ考え方を自分の言葉で表現した。	分らないところは人に意見を聞いた。
5	11/21	今の段階で、化学電池のしくみを説明しようⅡ（ボルタ電池学習後）	銅板は塩酸に溶けて銅イオンになる。亜鉛は銅よりイオン化しやすいので、亜鉛原子から電子が放出され陰極から導線を通り、やがて銅板に戻ってくる。回路を電子が移動しているため電流が流れ、電池となる。	塩酸の中で化学変化が起こらないか気になる。	学んだ考え方を自分の言葉で表現した。	分らないところや考えを友達と共有した。 ★ 表に変換する

図 4 生徒 B のパフォーマンス課題

これらのロイロノートスプレッドシートを活用して、生徒の学びを形成的に評価しながら探究的に学習を進めた。ほかの化学電池として、燃料電池に触れ、化学エネルギーから電気エネルギーに変換することができることを学んだ。

③ 中学 3 年理科「科学技術と人間」での実践

本単元を、「六ヶ所村から学ぶ日本のエネルギー」と名付け、教師が設定した問いを生徒が探究的に学習を進め、単元終盤で、島田市に原子力関連施設を設置する計画を作成したあと、2050年の日本の電源構成を提案することを最終の問いとした。第7次エネルギー基本計画が閣議決定されたことを紹介し、内容を簡単に説明して考えを作るために参考にするように伝えた。教師が提案した問いを以下に示す。

- ① 六ヶ所村の歴史
- ② 六ヶ所村に設置されているエネルギー関連施設について
- ③ いろいろは発電方法のメリットデメリット
- ④ 放射線の活用
- ⑤ 放射性廃棄物処分について
- ⑥ カーボンニュートラルを達成するための技術
- ⑦ 高レベル放射性廃棄物処分地の選定
- ⑧ 島田市に原子力関連施設を設置するための計画づくり
- ⑨ 2050年の日本の電源構成を提案しよう

これらの学習を探究的にすすめるためにホームページ（図5）に生徒が活用できるサイトのリンクや教師が作成した動画教材などを掲載した。

ギュメント後に自分の考えと変更した生徒は83名中21名(25.3%)だった。仲間とのアーギュメントで、自分の考えを確かにした生徒が多いことがわかった。全体では、山の中市を選定する生徒が増えていた。その理由として、活断層がないことや地盤が固いことを根拠とした生徒が多かった。

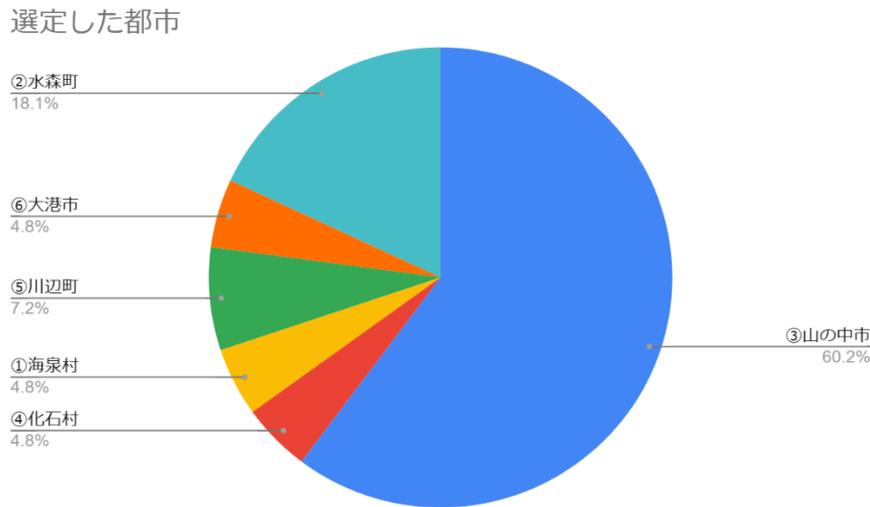


図 7 選定した都市 (N=83)

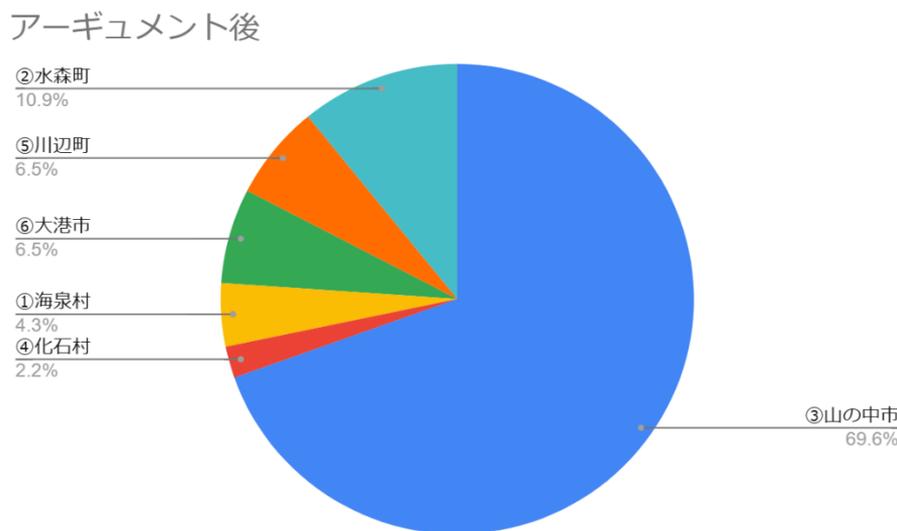


図 8 アーギュメント後に選定した都市

授業後に、高レベル放射性廃棄物地層処分地選定について、どのように考えているかを聞いた。「地中深くに埋めるため私達とは隔離されており安全だとは思っている。けど、作業中などに事故が起こらないように、場所をしっかりと決めて決めないといけないから大変だと思う。鉱石などがあつたら、将来掘り起こすかもしれないという可能性も考慮していてすごいと思った。色々工夫しているけど、地中に埋めて地球に悪影響が出ないかが心配。地球のおかげで私達生物は生きていけるから、地球を壊す行動なら賛成できない。」「安全に処分するには、処分地を決めるためのいろいろな条件をクリアしなくてはならず、処分地として使うことができる地域も限られてくるため、とても難しいものだと思う

た。でも、原子力発電をするうえで、高レベル放射性廃棄物を出さないようにするのは不可能な話だから、どのように共存していくかがすごく大切だと思った。」課題に対して、いろいろな側面から捉えることができていた。また、社会の一員として、しっかりと向き合わなければならないことや、未来を考えて選定すべきだという意見が見られた。

「⑧島田市に原子力関連施設を設置するための計画づくり」では、反転学習的に、課題を出した後、生徒が自分の時間を使って学習を進めた。作成した計画書はグループ内で伝えあった。計画した施設は、地層処分地と原子力発電所が多く、研究所の設置も考えていた。生徒の感想を2つ紹介する。

- ・環境への影響・住民の気持ち・立地など、色々考えなければいけないことが沢山あるし、費用も想像できないくらい沢山かかるから、凄く大変だと思った。調べて知るだけでなく、実際に建設するつもりで、国や地方自治体の立場で考えることで、持っている知識を深め、そしてもっと知ることができたと思う。
- ・原子力発電所を設置するには場所はどこがいいのか、その土地の立地条件を調べたり、安全対策も考えたりしないといけないから考えることがたくさんあるなど感じた。安全対策（セキュリティ対策）で点検時は一人での立ち入りを禁止されていて、いろんな場合を考え対策していると感じた。

生徒は、「知る」ことからさらに「活用、発展」することによって学習が深まったことを実感した。

「⑨2050年の日本の電源構成を提案しよう」では、図9のワークシートを使って、個人での考えを作った後、グループとしての考えをまとめた。

2	1 2050年の電源構成を考えよう	
3	割合（整数で入力しましょう）	
4	1 石炭	5
5	2 石油	5
6	3 天然ガス	5
7	4 水力	10
8	5 原子力	15
9	6 太陽光	15
10	7 地熱	10
11	8 風力	15
12	9 バイオマス	15
13	10 その他	5
14	合計	100
15	↑100になってますか？	
16	2 自分の考えのアピールポイントを書いてください。	
17	火力などの二酸化炭素が出そうなやつを減らして、それ以外のやつを増やした、環境について考えながら作った、そうすれば石炭や石油を輸入せずすむから、自給率も上がる、輸入に前より頼らずすむからその分のお金で他の発電ができる。化石燃料という皮肉の負も取らなくなるかも。	
22		
23	3 自分の考えの課題や問題点は何ですか？	
24	風力や太陽光などの自然に頼るものが増やしたから自然現象によって左右されることが問題。土地が必要、風力発電のやつ、太陽光パネルをうまく作る必要がある。	
25		

図9 2050年の日本の電源構成を提案しよう

図10はグループの考えをクラスでまとめたものである。グループによって考え方が異なることがわかる。3班のように、化石燃料を半分以上にするべきだと考えているグループもあれば、7班のように石炭・石油は使わない選択を

しているグループもある。グループを構成しているメンバーによって、結果が異なることを生徒たちも実感し、それぞれのグループでアピールポイントを示すことで理解を深めることができた。アピールポイントにおいて、3班は「SDGsや地球温暖化を考えたときに、CO2 排出量の少ない天然ガスや、世界で今注目されている地球に優しい燃料であるバイオマスを中心に 2050 年の電源構成がされると思う。また、逆に CO2 を多く排出する石炭や石油の割合は少なくなると予想した。原子力は事故勃発から大半の稼働が停止しており、地熱や水力、風力はこれ以上土地の確保が不可能だと考えたため、この割合にした。」、7班は、「太陽光が増え、地熱が減る」としていた。単元を通して着目してきた科学技術や日本のエネルギー事情などから総合的に判断して自分の考えを作ることができていた。授業中生徒からは、いろいろなことを考えないといけないから大変という声があちらこちらから聞こえてきた。正解のない課題に、主体的に向かう姿がたくさん見られた。

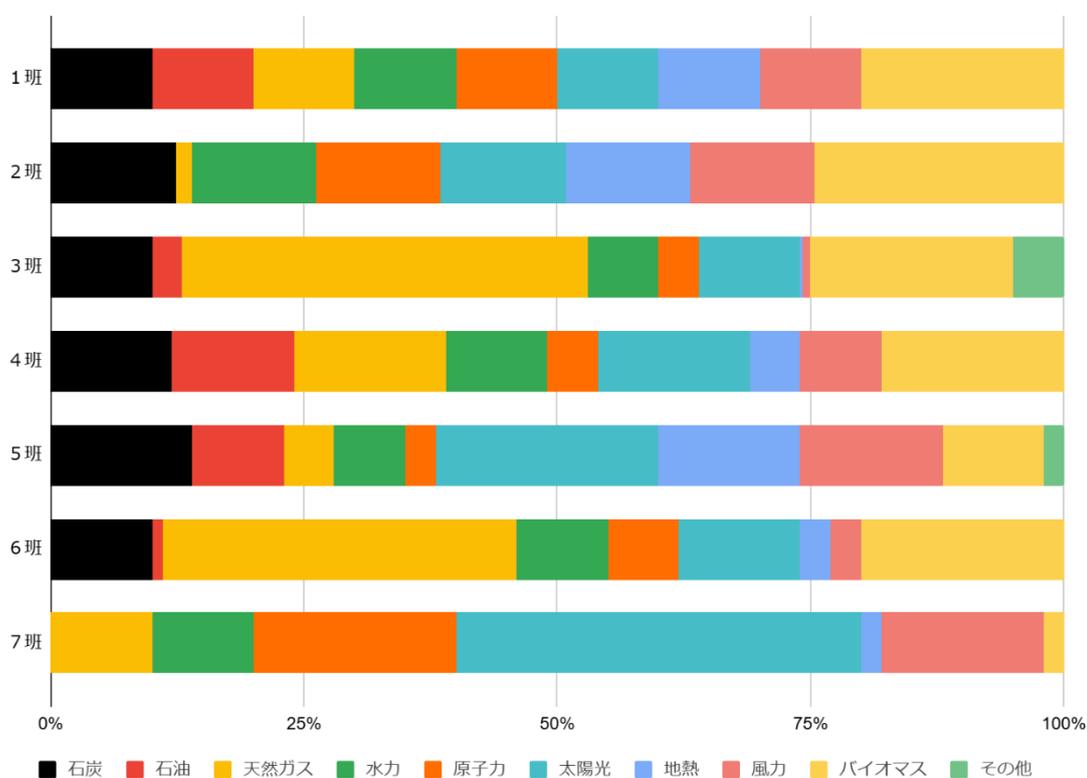


図 10 Cクラスのグループの考え

④教育活動費の内容

- 1 エネルギー変換教材
- 2 情報共有旅費（学会に参加して活動に対するアドバイスをもらったり、NUM Oの教材の使い方を議論したりして実践に活かすことができた。）
- 3 カーボンニュートラル OUTLOOK（書籍）購入
- 4 共同研究者との情報交換用 USB 購入

3) 学習・活動を通じての成果・効果

① 技術

これらの実践を通して、生徒は自分の生活とエネルギー問題をつながりのあるものとして捉え、より探究的に「持続可能な社会」について考えることができるようになったと感じる。授業の最後に、自分の考える最適なエネルギー構成比とその理由を記入し、考えを整理させた。

下図のように、火力をメインに考える生徒もいれば、原子力の安定性を生かしたいと考える生徒もいる。根拠を持って自分の考えを述べるようになることを大切にしていたため、さまざまな意見が出ることでとても有意義な時間となった。

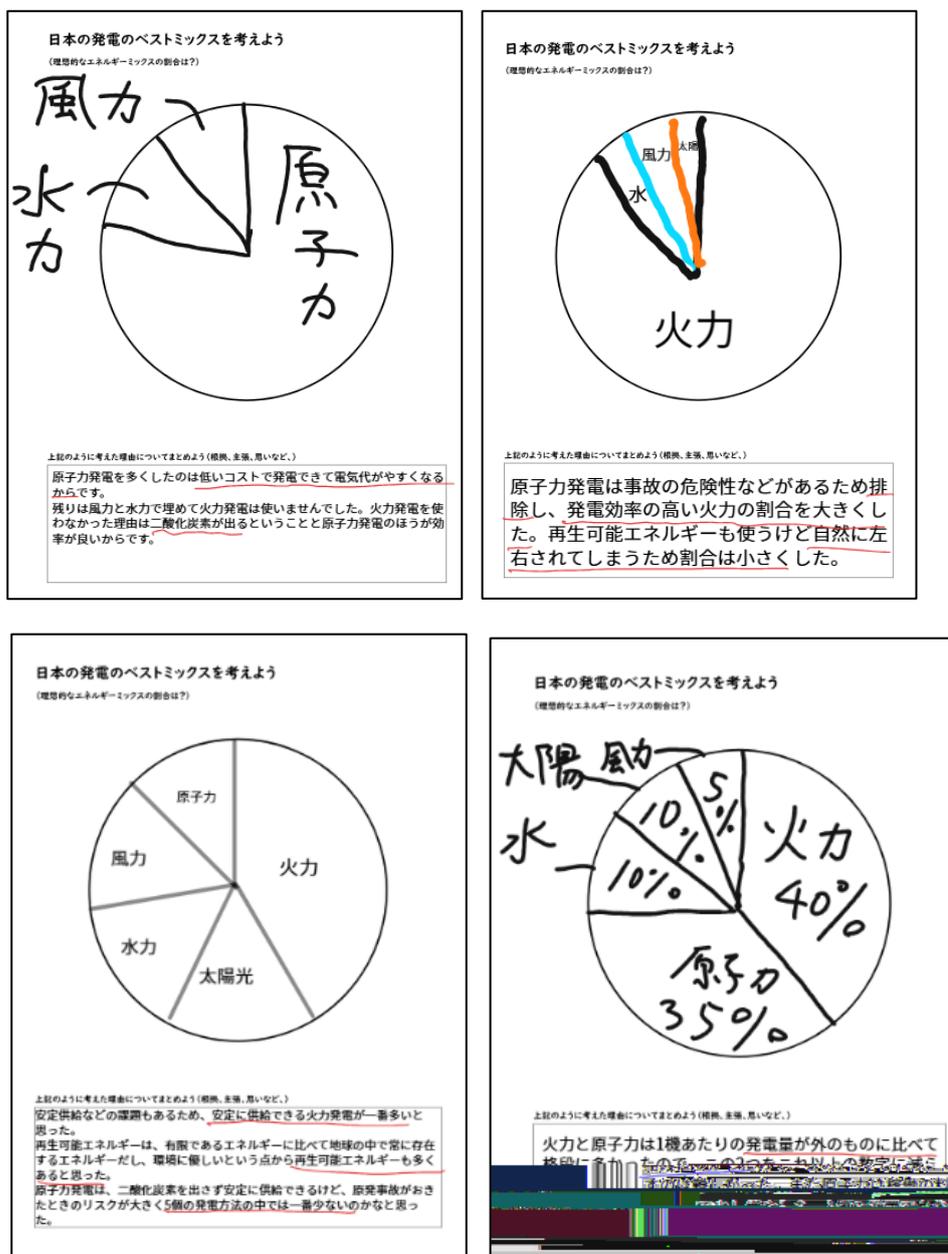


図 11 生徒が考えた電源構成

授業後の振り返りにも、「1つの発電が使えなくなったら、他の方法で補わないといけないからそういった視点で考えることの難しさを感じた。」「施設を建

設するための経費に目が向きがちだが、それを維持していくことも含めて考えたこともなかった。」「時間帯や時期によって必要量を補える発電方法を確保しておかなければいけないことは知らなかった。」など、技術的な部分以外の視点も持つことができるようになったという記述も多く見られた。

この実践を通して、持続可能な社会を構築する一員になってくれることを願う。

②理科

授業の振り返りでは、仲間とともに学ぶことの楽しさや、自分たちで計画を立てて観察・実験したり、学習を進めたりしていくことに楽しさを感じている生徒がいた。難しい課題に対しても仲間と協力することで解決できることや学習内容が日常生活と結びついていることがわかり、学習に対して有用感を持つ姿が見られた。探究的に学習を進めるために、単元を通して生徒の選択場面を設定することが大切になることが分かった。単元で身に付けさせたい資質・能力によって、生徒自らが問いを立てる場合や教師が問いを立てる場合などを考える必要がある。本実践では、「化学変化と電池」では、生徒が問いを立て、「科学技術と人間」では、教師が問いを立てた。授業者は、教材を研究するなかで、生徒が主体的に学びを深めていくためにより良い支援ができることを選択した。実践した感想としては、本実践の方法で生徒がより主体的に取り組み、グループごとに主体的に学習を進める多くみられたため、成果があったと考えている。

③まとめ

本年度は、それぞれの教科でエネルギーについての学習を行った。それぞれの教科の特性を生かした取り組みを行った。生徒が主体的・対話的で深い学びを実践する姿を多くみることができた。社会的な問題を教科の中で課題として取り上げることを通して、生徒が内容に関する知識・理解を深めるだけでなく、

4) 2024 年度以降の活動計画や方向性

本年度は、それぞれの教科でのエネルギー教育の実践であった。社会課題に対して、各教科の特性を生かした見方・考え方を生かした思考・判断・表現ができると考えた。そこで、来年度は、教科を横断した学習ができるようにしていく。具体的な教科として、理科、社会、技術・家庭科【技術分野】を横断した学習を展開する。教科を横断した課題「日本のエネルギー問題を考えよう」を提案し、教科の特質を生かして探究的に学習を深めることを計画している。

○謝辞

本年度、エネルギー教育支援事業に採択していただき大変感謝しております。いただいた活動費を有効に活用して、生徒の学びにつながるように取り組むことができました。生徒が主体的に学び、自分の学習を自己調整してさらなる学びに向かうことができる環境作りをすることができました。また、多くの実践者の方々との交流を通して、本校の実践をより良く改善しました。この活動を通して得られた知見を多く広め、今後のエネルギー教育に貢献できたら良いと考えています。ありがとうございました。