

ハイブリッド自動車の仕組みと特徴を教えるための教材開発

A Study on the Teaching Materials for Learning the Mechanism and Character of Hybrid Car

佐藤 博* 藤澤 宗千翔** 山主 公彦***
SATO Hiroshi FUJISAWA Munechika YAMANUSHI Kimihiko

要約：本研究では、ハイブリッド自動車の特徴と経済性について教えるための、実験授業を行い、どのように生徒に興味をおこさせ、どのような授業を展開したらよいのか検討し、実験授業を行った。その結果、日本の技術に興味をおこさせ、ハイブリッド自動車の特徴と経済性について教えるための授業を行うことができ、有効な方法であることがわかった。

キーワード：ハイブリッド 自動車 モーター エンジン 燃料電池 電気 技術科

I はじめに

人類はさまざまなエネルギー変換を利用した、発電・送電システムや交通システムなど社会経済基盤や社会的生産基盤を整備し、便利な社会を構築してきた。その中で日本の自動車産業は世界でも誇れる技術や伝統がある。現在では次世代の技術の代表として取り上げられる燃料電池自動車、電気自動車、ハイブリッド自動車^{1)~3)}も身近なものになりつつある。省エネルギー化が叫ばれる時代において、いろいろなハイブリッド自動車が生産されるようになっているが、その仕組みとなると理解している人は少ないと考えられる。中学校技術・家庭科の教科書でも、環境問題などに関連したハイブリッド自動車の記述はあるが、ハイブリッド自動車の仕組みに関する記述は見当たらない^{4)~6)}。そこで未来の社会生活や家庭生活を支える中学校の生徒たちに、エネルギー変換に関する基礎的・基本的な知識を習得させ、ハイブリッド自動車の仕組みを知り、これからの新しい技術への関心を考えさせることが重要であると考えられる。

中学生と大学生が、ハイブリッド自動車、電気自動車、燃料電池自動車の特徴と経済性についてどのような知識を持っているか、その実態をアンケート調査した。その結果、特徴と経済性について、よくわかっていないことがわかり、これらの特徴と経済性についての授業を、中学校技術科ですることが有効であると考えた。本研究では、ハイブリッド自動車の特徴と経済性について教えるための、実験授業を行い、検討を行った。

II 実験授業

自動車産業の課題を解決するために様々な自動車があることを伝え、それぞれの自動車の特徴とエネルギー変換の仕組みを教えた。学習の目標は、「エンジンとモータで走るハイブリッド自動車の仕組みを知ろう」である。実験授業は甲府市内のF中学校の第2学年男女38名について、平成25年7月に行った。授業時間は1時間を設定した。指導計画を表1に示す。エネルギー変換に関する技術20時間の中で、単元の目標として「ハイブリッド自動車を知ろう」の授業を行った。

実験授業の展開を表2に示す。最初に日本を支えている産業とはどのようなものがあるか生徒た

* 科学文化教育講座 ** 技術教育講座 学生 *** 附属中学校

表 1 指導計画

エネルギー変換に関する技術	
1. エネルギーの利用の仕方を考えよう…………… 1 時間	
(1) エネルギーを変換して利用しよう	
2. エネルギー変換のしくみを調べよう…………… 3 時間	
(1) 自然界のエネルギーを利用するには	
(2) 電気エネルギーを光や熱に変えるには	
(3) 電気エネルギーを動力に変えるには	
3. エネルギー変換を利用したものを製作しよう……………12 時間	
(1) 交流電源を利用するには	
(2) 全体の形や作り方をまとめよう	
(3) 製作の準備	
(4) 製作	
4. エネルギー変換の技術を知ろう…………… 4 時間	
(1) エネルギーを変換する技術の変遷を知ろう	
(2) 身の回りの電源の種類と特徴を知る	
(3) 電気エネルギーの変換のしくみを知ろう	
(4) ハイブリッド自動車を知ろう…………… (本時)	
合計 20 時間	

表 2 授業展開

実践事例 第 2 学年 4 組 技術・家庭科（技術分野）学習指導案（略案）

(1) 日時 平成 25 年 11 月 30 日（金）60 分授業として実施

(2) 場所 山梨大学教育人間科学部附属中学校 本館 1 F 技術室

(3) 題材名 エネルギー変換の技術

(4) 本時の目標 ハイブリッド自動車を知ろう（4／5）

(5) 本時の評価規準

- ・エネルギー変換に関する技術の課題をすすんで見つけ、社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討している。（関心・意欲）
- ・エネルギー変換に関する技術の課題をすすんで見つけ、社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討し決定している。（工夫・創造）
- ・エネルギー変換に関する技術が社会や環境に果たしている役割と影響について理解している。（知識・理解）

(6) 本時の展開

段階	時間	学習活動	教師の指導・支援	備考
導入	5	○本時の目標と内容を確認する。	○生徒達の興味・関心を高める。 ・日本の産業を支えているものは何か。 ・自動車が増えることで環境が悪化していく。 ・ハイブリッドという言葉聞いたことがあるか。 ・本授業は次世代自動車の授業であることを伝える。 ○最後まで課題を追求する姿勢を求める。	発問 PPT 発問 2 発問 4
次世代自動車の分類について				
展開	5	○次世代自動車の分類とエネルギー変換を知る。	○次世代自動車には燃料電池自動車、電気自動車、ハイブリッド自動車と大きく分けられる。 △エンジン自動車 ・エンジンで化石エネルギーから運動エネルギーに変換して走行 ○電気自動車 ・モータで電気エネルギーから運動エネルギーに変換して走行 ○ハイブリッド自動車 ・エンジンとモータの 2 つを持つ。トルク（回転の力）が強いモータで発進し、エンジンで使われる化石エネルギー消費を少なくして走行	PPT 発問 2 発問 2
ハイブリッド自動車のエネルギー変換を知ろう				

ハイブリッド自動車の仕組みと特徴を教えるための教材開発

	35	<p>○ハイブリッド自動車の特徴を知る。</p> <p>○ハイブリッド自動車のエンジンの役割</p> <p>○ハイブリッド自動車のモータの役割</p>	<p>・エンジンとモータのそれぞれ良いところを使って走る自動車である。</p> <p>○エンジンはどのようなエネルギー変換を行っているか。化石エネルギーが運動エネルギーに変換。</p> <p>・エンジンの良いところ→長距離走ることができる。</p> <p>・エンジンの欠点→停止、低速時が苦手</p> <p>○最大の特徴であるモータはどのようなエネルギー変換を行っているか。蓄電池にためた電気エネルギーを利用してモータが運動エネルギーに変換する。</p> <p>・モータの良いところ→すぐ回転する。トルク（回転する力が大きい）</p> <p>・モータの→長距離走ることができない。</p>	ビデオ PPT
		<p>＜実習1＞モータの実習</p> <p>・生徒に手回し発電機を配布する。</p> <p>・モータに電池をつなげると回転する。</p> <p>・モータを手で回すと、発電機として電気が発生する。テストを利用して電気の発生を確認。</p> <p>＜モータには2つの働きがあることを確認＞</p>	<p>・電池につなげるとモータとして回転する。</p> <p>・手で回すと発電機として回転する。</p> <p>モータは同じ物であるが、モータと発電機の役割がある。</p>	ビデオ PPT 発問7
		<p>＜実習2＞蓄電した電気で車を走らせよう。</p> <p>・蓄電したコンデンサ（充電電池）を利用して模型の車を走らせる。</p> <p>・実際の自動車では大きなニッケル水素電池を使用していることも知らせる。</p>	<p>・実際にモータで模型の自動車を走らせると、スムーズに早く走る様子がわかる。</p> <p>・蓄電した電気はモータを動かし車を走らせることができる。</p>	発問7
		<p>＜実習3＞回生ブレーキを知ろう</p> <p>二人ペアになり、一人が回し、一人が電球に接続すると、ハンドルが重くなりブレーキを実感することができる。</p> <p>→エンジンの回転から、ブレーキをするとき（回生ブレーキ）に電気エネルギーに変換する。</p> <p>→同様に通常走行しながら充電を行っている。</p> <p>化石エネルギー→運動エネルギー→電気エネルギー</p>	<p>・ブレーキを発電に変える働き。</p> <p>・普通自動車ではブレーキはブレーキパットの熱エネルギーとして放出されてしまう。</p>	PPT 発問3 自ら問う力
		<p>ハイブリッド自動車とエンジン自動車のガソリン消費量比較</p> <p>・エンジン自動車のブレーキ、停止、発進のガソリン消費を確認する。</p> <p>・ハイブリッド自動車のブレーキ、停止、発進のガソリン消費を確認する。</p> <p>・エンジン自動車とハイブリッド自動車では約2倍の燃費を節約することができる。</p>	<p>・エンジン自動車は常にガソリンを消費している。</p> <p>・ハイブリッド自動車はブレーキを踏んだ瞬間からガソリン消費は停止しする。停止時や発進の途中までガソリン消費を節約する。</p>	自ら問う力
まとめ	15	<p>○ハイブリッドという意味は</p> <p>・ハイブリッドとは新しい技術ではない。</p> <p>・目的を達成するために技術は考えられた。</p> <p>・次回の授業について知る。</p> <p>○教具の片付けを行う。</p>	<p>ハイブリッドとは</p> <p>（1）雑種（2）（異種のものの）混成物（3）2つ以上の異質のものを組み合わせ一つの目的を成すものを言う。</p> <p>・今まで学んだ知識と技術を応用した解決方法を探究したり、組み合わせで活用したりすること。既存の技術を応用したり、組み合わせで活用すること</p> <p>・目的を達成するために、現在の技術を使って、達成できないか。次に、類似の技術を組み合わせ、達成できないか。そして、別のジャンルの技術を組み合わせ、達成できないか。技術の試行錯誤や工夫、創造がそこにはある。</p> <p>・次回はハイブリッド自動車の評価を行う。</p>	PPT

ちに考えさせた。そのひとつとして自動車をあげ、日本の製造業の中で自動車の産業が多く占めていることを伝えた。自動車から発生する排気ガスによる地球温暖化について理解させた。排気ガスをできるだけ出さないものとして次世代自動車をあげ、エンジン自動車や電気自動車、ハイブリッド自動車がどのようなエネルギー変換で走行しているかを知らせた。次にエンジンとモータの特徴について知らせた。その際、エンジンやモータではどのようなエネルギー変換が行われているのか伝えた。次にモータのはたらきを体験させた。手回し発電器に乾電池をつなぎ電池によりモータが回転し、電気により手回し発電器（モータ）を回すことができることを伝えた。このとき手回し発電器にタイヤをつけ、電気によって走行することができることを視覚的に伝えた。そのときの様子を図1に示す。図1のように、手回し発電器の手回し部分にタイヤを取り付けて、端子の部分に乾電池をつないで発電器（モータ）を回し、タイヤを回して見せた。次に手回し発電器にテスターをつなぎ、タイヤを回すと発電器（モータ）により発電することを見せた。さらに電球をつなぎ、電気を発生することを確認した。このモータの2つのはたらきを確認し、蓄電器（モータ）に電気を溜めさせた。鰐口グリップをつないだときに負荷があるときには重くなり、負荷がないときには軽く回すことができることを体験させた。ハイブリッド自動車（P自動車）はその原理を利用してブレーキで発電していることを伝えた。エンジン自動車では、停止する時はブレーキで運動エネルギーから熱エネルギーに変換して停止する。一方ハイブリッド自動車（P自動車）では、停止する時は主に回生ブレーキ（モータ）で運動エネルギーから電気エネルギーに変換して自動車を停止させることを伝えた。この発電を利用した電気エネルギーを蓄電池（モータ）に貯めることを伝えた。蓄電した電気で作らせる活動を2人1組で行った。その際、2つのことに注目させた。ひとつは電気エネルギーが運動エネルギーに変換される様子、もうひとつはモータの車の走り出しの様子を見せることであった。モータとエンジンの回転数との関係は図2のようにになっている。モータはエンジンより低速でトルク（回転力）が強いので、ハイブリッド自動車では発進時の低速ではモータを用い、定速になるとエンジンが始動する仕組みになっていることを伝えた。もうひとつエンジンとモータを使い分ける理由として、自動車におけるガソリンの消費量を削減することをあげる。エンジン自動車とハイブリッド自動車のガソリン消費量の時間変化の図を図3に示す。エンジン自動車とハイブリッド自動車のガソリン消費量の比較したグラフに注目させ、エンジン自動車は走行時からブレーキをかけて停止してもエンジンは動き続け、発進時にまたガソリンの消費量が増加している。ハイブリッド自動車はブレーキをかけた時にエンジンは停止しガソリンの消費量は激減する。また発進してからも走り出しはモータで走行するため、ガソリンを消費しない。通常走行になるとだんだんとガソリンの消費が増加する。この2つの図を重ね合わせ、差を確認する。ハイブリッド自動車とエンジン自動車の燃費と価格等を表したものを表3に示す。燃費と価格等を比較させた。最後にハ

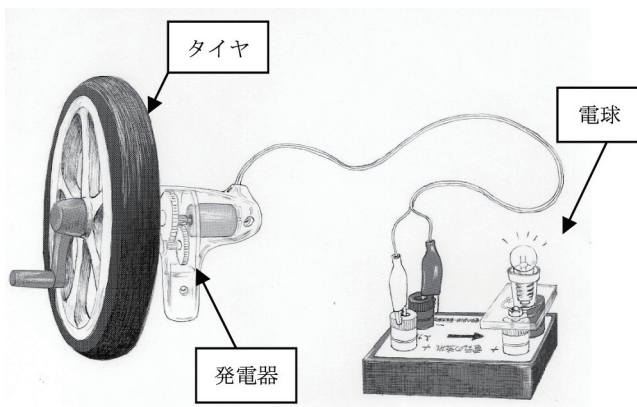


図1 手回し発電器（タイヤ）と電池をつないだ様子

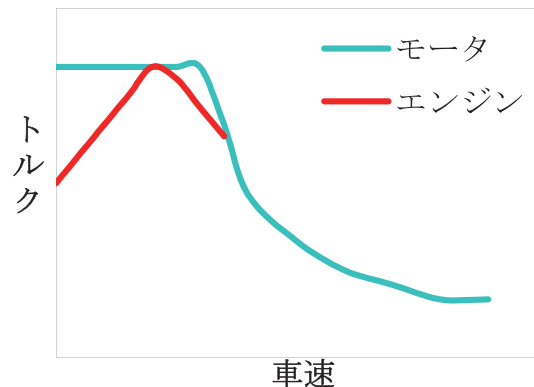


図2 トルクと回転数の関係図

イブリッドとは、雑種や混成物、2つ（またはそれ以上）の異質のものを組み合わせ1つの目的を成すものであることを伝えた。今まで学んだ知識と技術を応用した解決方法を探求したり、組み合わせて活用することであり、既存の技術を応用したり、組み合わせて活用したりすることにより、利益を得ることである。たとえば科学技術の進歩にともない、「金属の特性を最大限に利用した熱処理や加工技術をほどこした合金技術はハイブリッドといえるだろうか。」、「農作物の品種本来の改良技術に加えて、病害虫に強い野生種の根を『接ぎ木』することなどはどうだろうか。」、「遺伝子上で組み替えを行う「ハイブリッド米」などの技術はどうだろうか。」また、目的を達成するために、「現在の技術を使って達成できないか。」、「類似の技術を組み合わせて、達成できないか。」、「別のジャンルの技術を組み合わせて、達成できないか。」など、技術の試行錯誤や工夫、創造があふれていることを生徒たちに考えさせた。

Ⅲ 結果及び考察

調査問題を表4に示す。調査問題は事前が問1～3の3題、事後が問題4～6を加えた6題からなる。表中の①～④は解答欄の番号を示す。問題1はハイブリッドの意味について、問題2はハイブリッド自動車（T社製P自動車）の意味について、問題3はエンジン自動車、電気自動車、ハイブリッド自動車の特徴について、問題4はこれからのハイブリッド製品が考えられるか、問題5は授業を通して一番興味があったこと、問題6は授業でわかりにくかったことをそれぞれ記述する問題であった。

3-1 事前・事後調査問題1の回答結果

問題1はハイブリッドの意味を知っていますかという問題で、結果を図4に示す。上段が事前調査、下段が事後調査結果となっている。事前では「知っている」が21%、「聞いたことがあるが知らない」が79%であった。事後では、「知っている」が100%と全員が知っていると回答した。問1で「知っている」と回答した生徒の中で意味をどのように考えているかを図5に示す。上段が事前調査、下段が事後調査結果となっている。事前では正答である「何かと何かを合わせる」と答えたのが、8%で、「低燃費」が3%、「エンジンと電気」が3%、「エンジンとモータ」が3%、「ガソリンとモータ」が3%、その他が3%であった。事後で正答である「何かと何かを合わせる」が100%でありすべての生徒が理解していた。

3-2 事前・事後調査問題2の回答結果

問題2はハイブリッド自動車（T社製P自動車）の意味を知っていますかという問題で結果を図3に示す。上段が事前調査、下段が事後調査結果となっている。事前では「知っている」が42%、「知らない」が58%であった。事後では「知っている」が98%、「聞いたことはあるが知らない」が2%であった。問2で「知っている」と回答した生徒の中で意味をどのように考えているかを図4に示す。上段が事前調査、下段が事後調査結果となっている。事前では「ガソリンと電気」が18%、「エンジンと電気」が8%、「環境にいい」が5%、「長距離」が5%、「エンジンとモータ」が3%、その他が3%であった。事後は「エンジンとモータ」が75%、「ガソリンと電気」が10%、「モータのトルク」が5%、「環境にいい」が3%、「長距離」が4%、その他が3%であった。

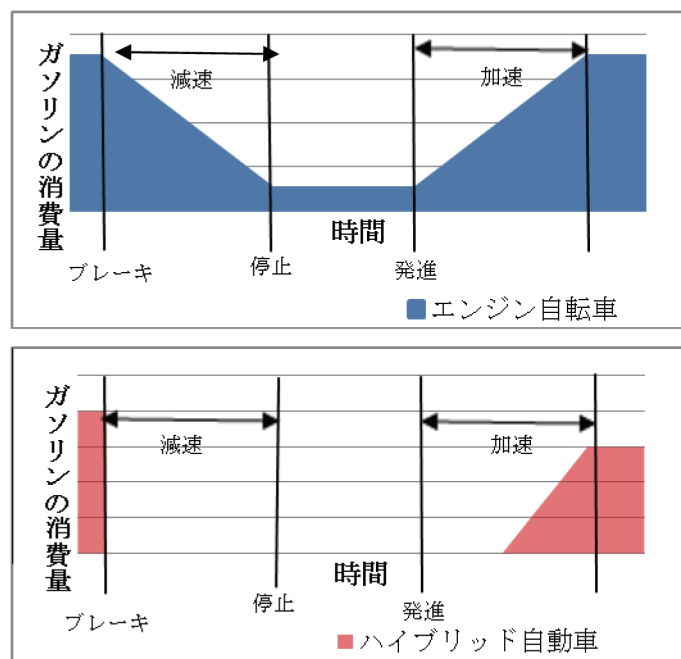


図3 減速、加速時のガソリン消費量と時間の関係

表3 ハイブリッド自動車とエンジン自動車の比較

	T社P自動車 (ハイブリッド車)	T社W自動車 (エンジン自動車)
排気量	1797cc	1797cc
最高出力	エンジン 73kW モータ 60kW	105kW
燃費(カタログ値)	30.4(km/ℓ)	15.8(km/ℓ)
燃費(実燃費)	23.4(km/ℓ)	12.9(km/ℓ)
価格	220万円	185万円

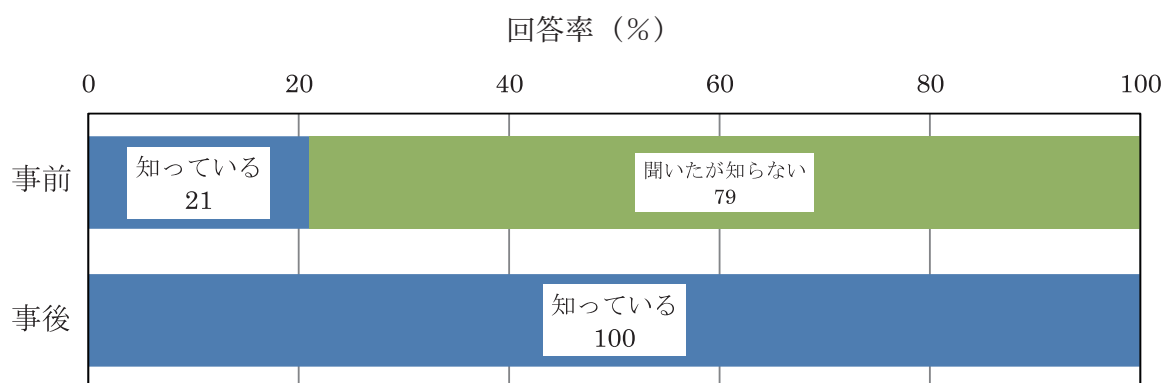


図4 事前・事後 問題1

表4 事前（問1～3）・事後（問1～6）調査問題

事後調査問題

事前調査問題

アンケート	
年 組 番	男・女 氏名
問1	ハイブリッドの意味は知っていますか。 a) 知っている b) 知らない c) 聞いたことがあるが意味を知らない a) 知っている に丸をした方は、意味をお書きください。 ()
問2	ハイブリッド自動車（T社製P自動車）の意味を知っていますか a) 知っている b) 知らない c) 聞いたことがあるが意味を知らない a) 知っている に丸をした方は、意味をお書きください。 ()
問3	以下について空欄に適切な語句を記入ください。 (1) エンジン自動車は(①)で(②)エネルギーから③)エネルギーに変換して走行している。 (2) 電気自動車は(④)で(⑤)エネルギーから(⑥)エネルギーに変換して走行している。 (3) ハイブリッド自動車（P自動車）は(⑦)が強い(⑧)で発進し、(⑨)で使われる(⑩)エネルギー消費を少なくしている。 (4) ハイブリッド自動車（P自動車）はタイヤや(⑪)で(⑫)エネルギーから(⑬)エネルギーに変換し、(⑭)でその(⑮)エネルギーを(⑯)エネルギーに変換している。 (5) エンジン自動車を停止するときは、(⑰)で(⑱)エネルギーから(⑲)エネルギーに変換して停止する。 (6) ハイブリッド自動車（P自動車）を停止するときは、(⑳)で(㉑)エネルギーから(㉒)エネルギーに変換して停止する。そのとき(㉓)は止まり、次に動くときまで動かないので(㉔)エネルギー消費を少なくする。
問4	これからどのような“ハイブリッド”の製品ができると考えられますか。説明してください。
問5	授業を通して一番興味があったところはどこでしょうか。
問6	授業の中で理解しにくかったところはどこですか。

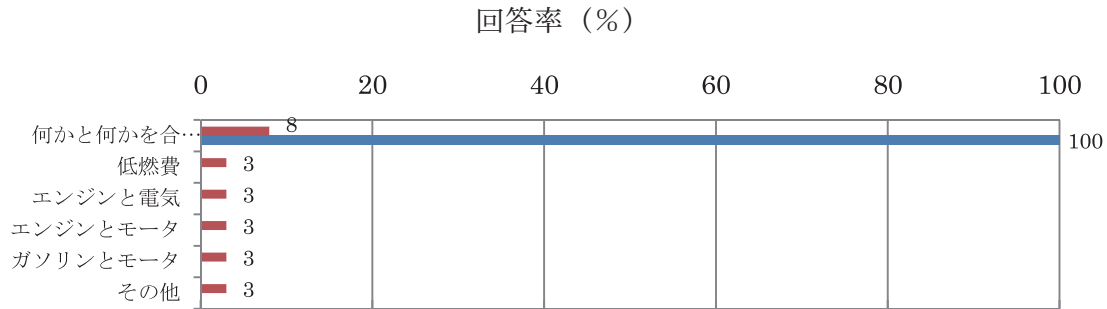


図5 事前・事後 問題1 記述

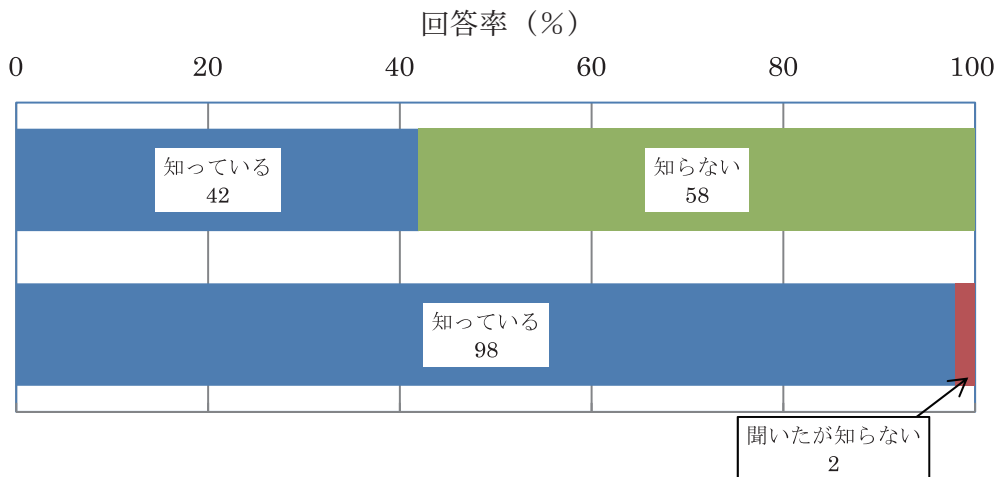


図6 事前・事後 問題2

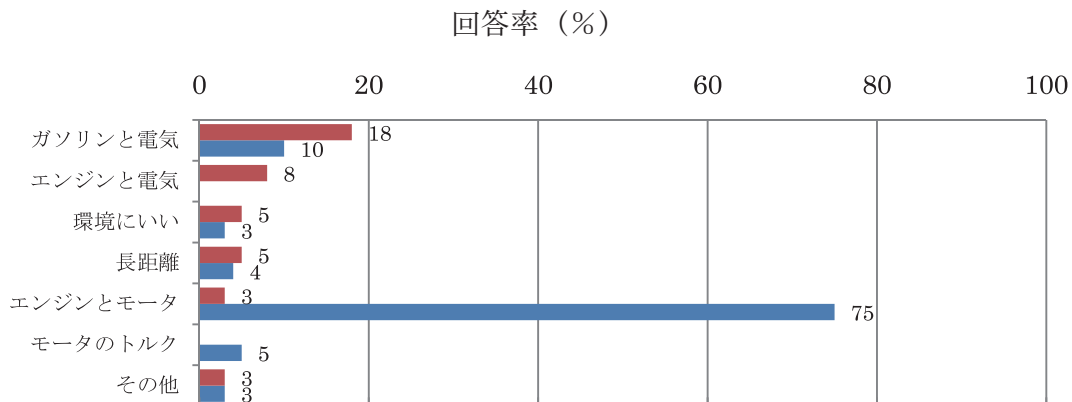


図7 事前・事後 問題2 記述

3-3 事前・事後調査問題3の回答結果

3-3-1 事前・事後調査問題3(1)の回答結果

事前・事後調査問題3(1)はエンジン自動車がどのようなエネルギー変換を用いて走行しているかの問題で、①、②、③の回答結果を図8、9、10に示す。上段が事前調査、下段が事後調査結果となっている。事前で①の正答である「**ガソリン**」と回答したものは55%、「エンジン」が34%、「石油」が3%、「モータ」が3%、空欄が5%であった。事後で正答である「**ガソリン**」と回答したものは97%、空欄が3%であった。事前で②の正答である「**化石**」と答えたのは0%と誰も回答しなかった。その代わりに「熱」が36%、「電気」が8%、「ガス」が5%、「火・炎」が5%、「**運動**」が3%、「エンジン」が3%、「ガソリン」が3%、「燃料」が3%、「燃焼」が3%、空欄が31%あった。

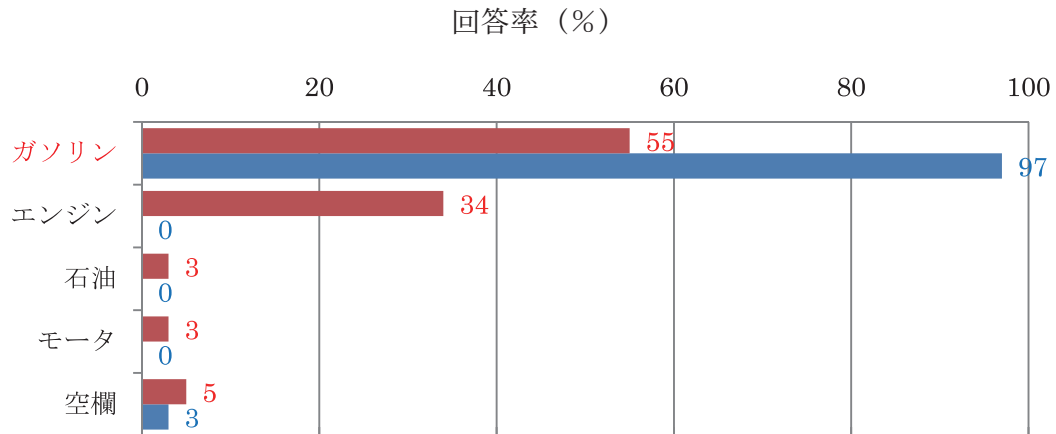


図8 事前・事後 問題3(1)①の回答結果

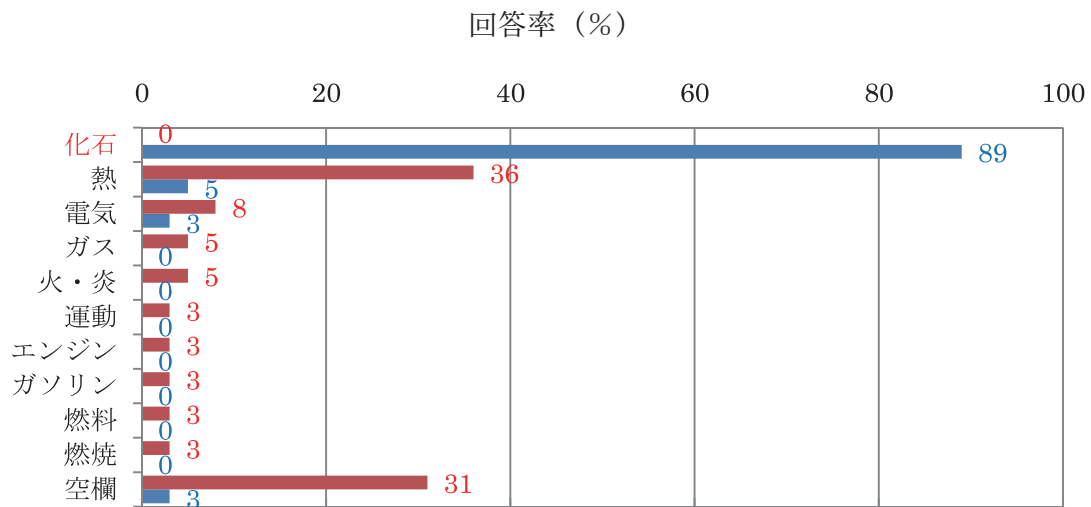


図9 事前・事後 問題3(1)②の回答結果

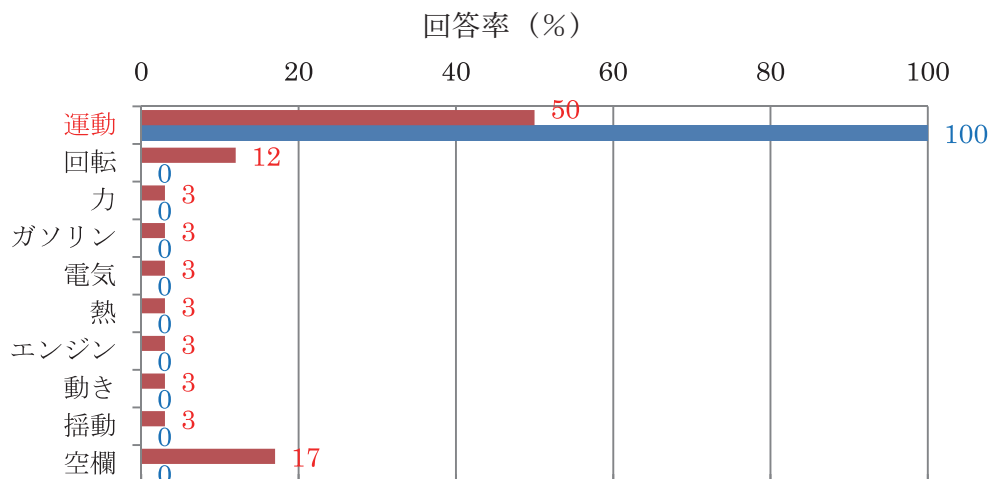


図10 事前・事後 問題3(1)③の回答結果

事後で正答である「化石」と回答したものは89%あり、「熱」が5%、「電気」が3%、空欄が3%あった。事前で③の正答である「運動」と答えたのは50%、「回転」が12%、「力」が3%、「ガソリン」が3%、「電気」が3%、「熱」が3%、「エンジン」が3%、「動き」が3%、「揺動」が3%、空欄が17%であった。事後で正答である「運動」と回答したものは100%だった。

3-3-2 事前・事後調査問題3(2)の回答結果

事前・事後問題3(2)は電気自動車がどのようなエネルギー変換を用いて走行しているかの問題で、④、⑤、⑥の回答結果を図11、12、13に示す。上段が事前調査、下段が事後調査結果となっている。事前で④の正答である「モータ」と回答したものは10%、「電気」が63%、「エンジン」が10%、「回転」が3%、「充電」が3%、「電池」が3%、空欄が8%であった。事後で正答である

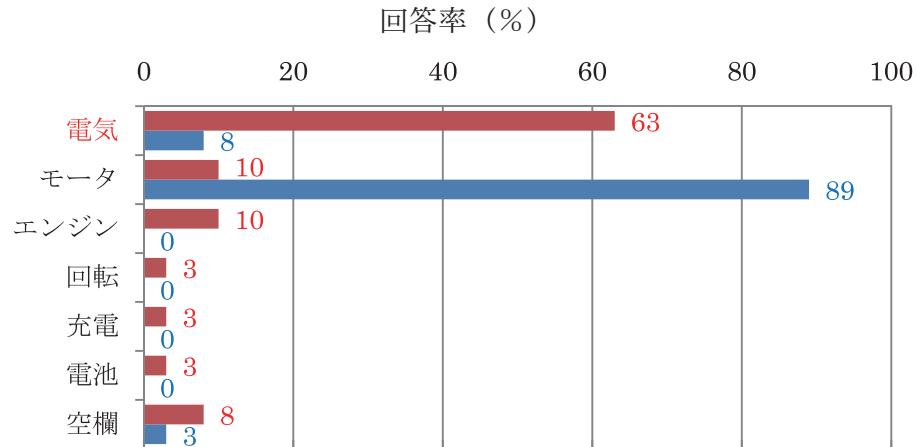


図11 事前・事後 問題3(2) ④の回答結果

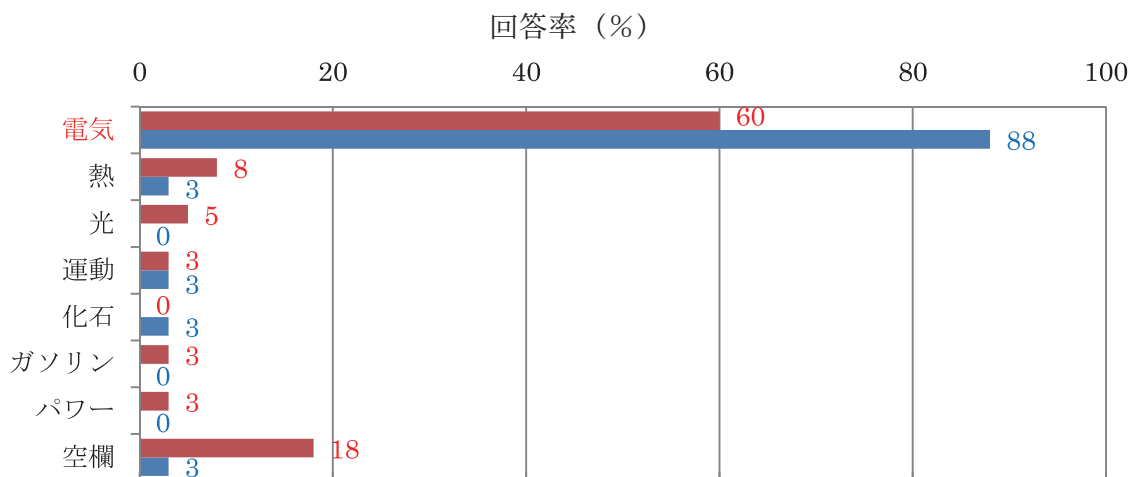


図12 事前・事後 問題3(2) ⑤の回答結果

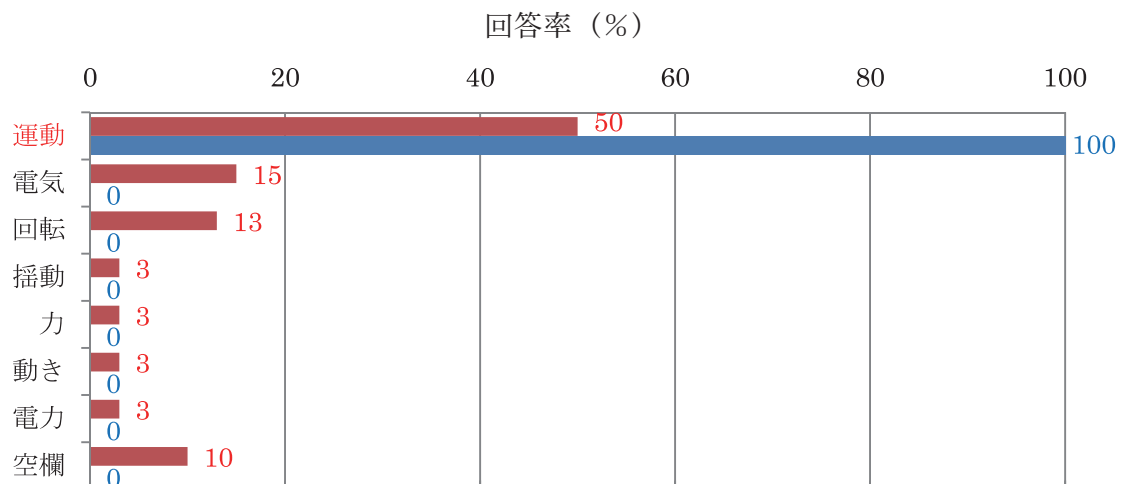


図13 事前・事後 問題3(2) ⑥の回答結果

「モータ」と答えたのは89%、「電気」が8%、空欄が3%であった。事前で⑤の正答である「電気」と回答したのは60%、「熱」が8%、「光」が5%、「運動」が3%、「ガソリン」が3%、「パワー」が3%、空欄が18%であった。事後で正答である「電気」と答えたのは88%、「熱」が3%、「化石」が3%、「運動」が3%、空欄が3%であった。事前で⑥の正答である「運動」と答えたのは50%であり、「電気」が15%、「回転」が13%、「揺動」が3%、「力」が3%、「動き」が3%、「電力」が3%、空欄が10%であった。事後で正答である「運動」と答えたのは100%と多かった。

3-3-3 事前・事後調査問題3(3)の回答結果

事前・事後問題3(3)はハイブリッド自動車(T社P自動車)がどのようなエネルギー変換を用いて走行しているかの問題で、⑦、⑧、⑨、⑩の回答結果を図14、15、16、17に示す。上段が事前調査、下段が事後調査結果となっている。事前で⑦の正解である「トルク」と答えたのは0%と誰も回答しなかった。様々な回答があるが、「電気」が5%、「パワー」が5%、「馬力」が5%、「力」が3%、「クセ」が3%、「安全性」が3%、「エンジン」が3%、「熱」が3%、「耐久性」が3%、「モータ」が3%、「走行距離」が3%、「弾性」が3%、「瞬発力」が3%であり、空欄が55%と一番多かった。事後では正答である「トルク」が85%と多くなり、続いて「コルク」が3%、「コンク」が3%、「発進力」が3%、「モータ」が3%、空欄が3%であった。事前で⑧の正答である「モータ」と答えたのは0%と誰もいなかった。その代わりに、「電気」が15%、「アクセル」が8%、「電力」が5%、「エンジン」が5%、「ガソリン」が5%、「バネ」が3%、「エネルギー」が3%、「燃焼」が3%、「エンジンとモータ」が3%、空欄が50%であった。事後では正答である「モータ」が89%と多く、他に「電気」が3%、「トルク」が3%、空欄が5%であった。事前で⑨の正答である「エンジン」と答えたのが18%、「ガソリン」が7%、「運転」が5%、「走行」5%、「タイヤ」が3%、「電池」が3%、「電気」が3%、「モータ」が3%、「足」が3%、「音」が3%、「止まるとき」が3%、空欄が43%と一番多かった。事後では正答である「エンジン」と答えたのが73%、「ガソリン」が5%、「ブレーキ」が5%、「運転」が3%、「停止」が3%、「発進時」が3%、「起動」が3%、空欄が5%であった。事前では⑩の正答である「化石」と答えたのが0%と誰もいなかった。その代わり

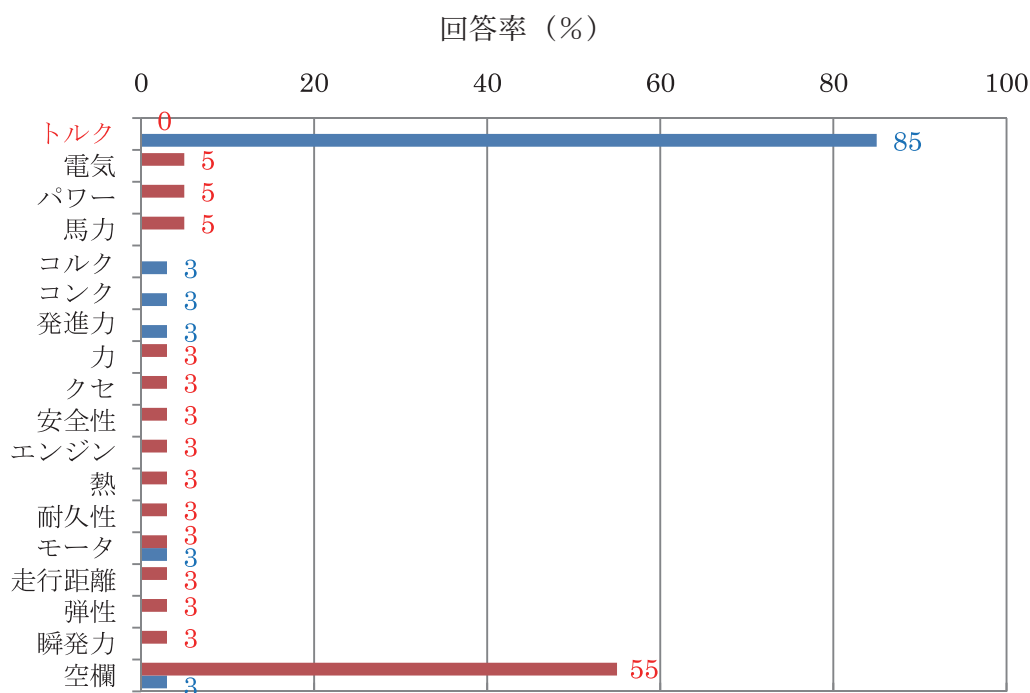


図14 事前・事後 問題3(3) ⑦の回答結果

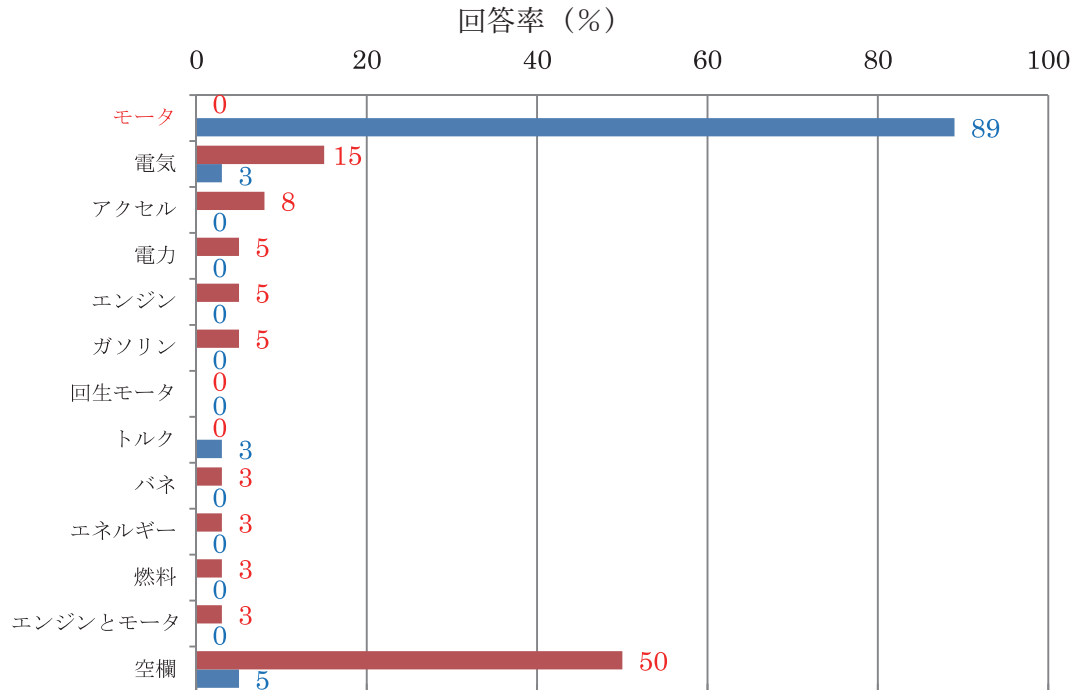


図 15 事前・事後 問題 3 (3) ⑧の回答結果

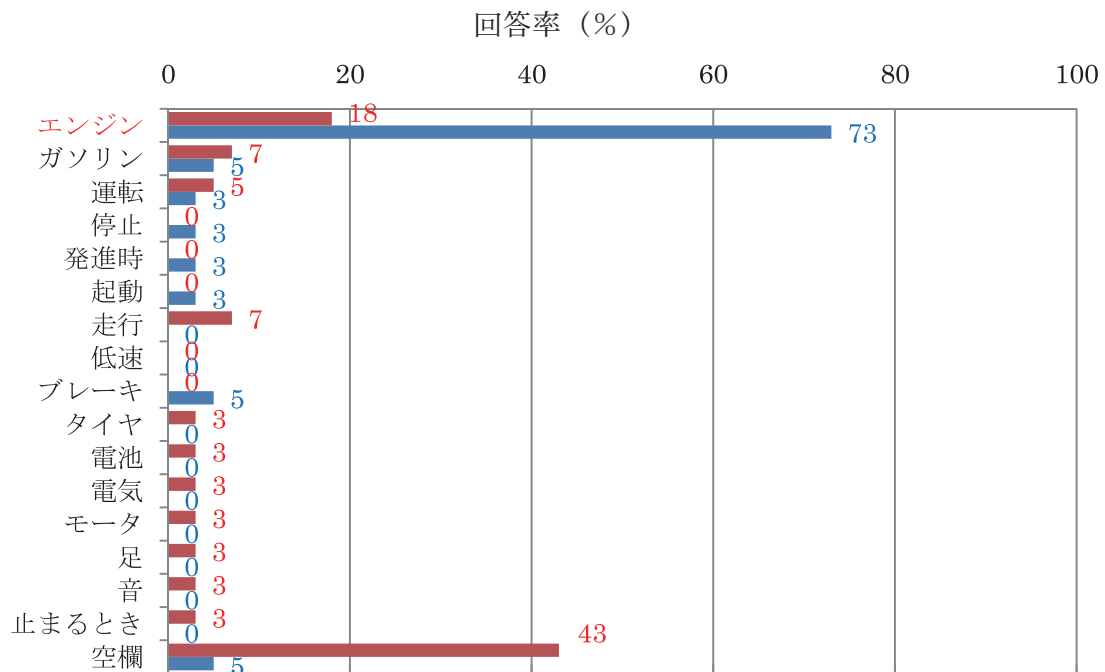


図 16 事前・事後 問題 3 (3) ⑨の回答結果

に「熱」が 18 %、「運動」が 18 %、「ガソリン」が 10 %、「電気」が 3 %、「エンジン」が 3 %、「ガス」が 3 %、「石油」が 3 %、「CO₂」が 3 %、「燃料」3 %、空欄が 38 %であった。事後では正答である「化石」と答えたのは 81 %、「熱」が 5 %、「運動」が 5 %、「電気」が 3 %、「モーター」が 3 %、空欄が 3 %であった。

3-3-4 事前・事後調査問題 3 (4) の回答結果

事前・事後問題 3 (4) はハイブリッド自動車（T社P自動車）がどのように化石エネルギーの消費を少なくすることができるかという問題で、⑪の回答結果を図 18 に、⑫の回答結果を図 19 に、⑬

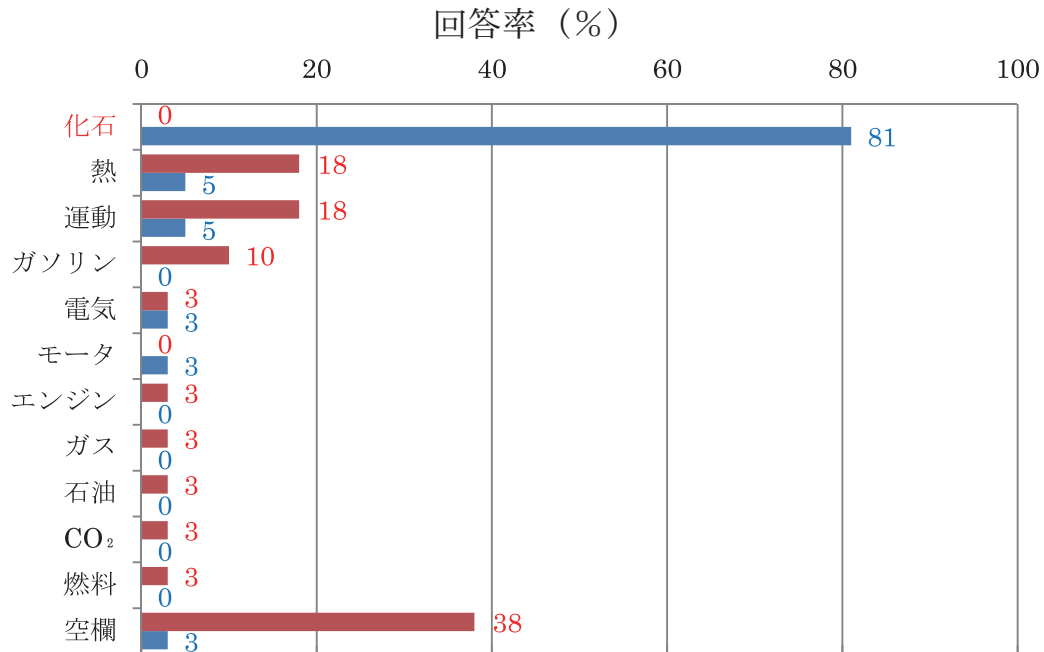


図 17 事前・事後 問題 3 (3) ⑩の回答結果

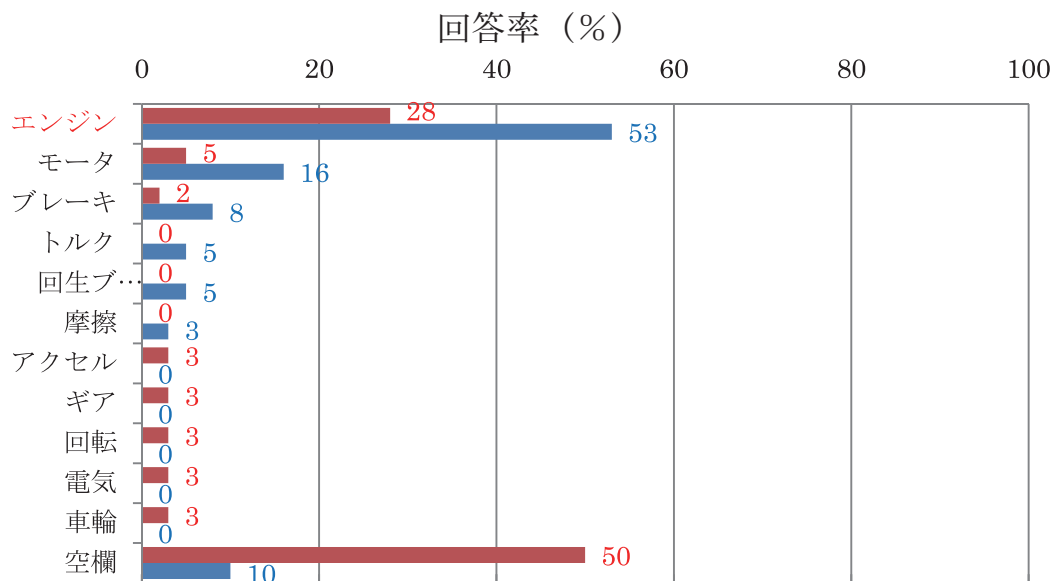


図 18 事前・事後 問題 3 (4) ⑪の回答結果

の回答結果を図 20 に、⑭の回答結果を図 21 に、⑮の回答結果を図 22 に、⑯の回答結果を図 23 に示す。上段が事前調査、下段が事後調査結果となっている。事前で⑩の正答である「**エンジン**」と答えたのが 28%、「モータ」が 5%、「ブレーキ」が 2%、「アクセル」が 3%、「ギア」が 3%、「回転」が 3%、「電気」が 3%、「車輪」が 3%、空欄が 50%であった。事後では正答である「**エンジン**」が 53%、「モータ」が 16%、「ブレーキ」が 8%、「トルク」が 5%、「回生ブレーキ」が 5%、「摩擦」が 3%、空欄が 10%であった。事前で⑪の正答である「**化石**」と答えたのは 0%であり、「電気」が 21%、「熱」が 15%、「回転」が 5%、「運動」が 3%、「光」が 3%、「燃料」が 3%、空欄が 50%であった。事後では正答である「**化石**」が 50%、「電気」が 21%、「運動」が 16%、「熱」が 3%、空欄が 10%であった。事前で⑬の正答である「**電気**」と答えたのが 13%、「運動」が 29%、「熱」が 8%、「回転」が 8%、「動き」が 3%、空欄が 39%であった。事後では正答である「**電気**」が 55%、「運動」

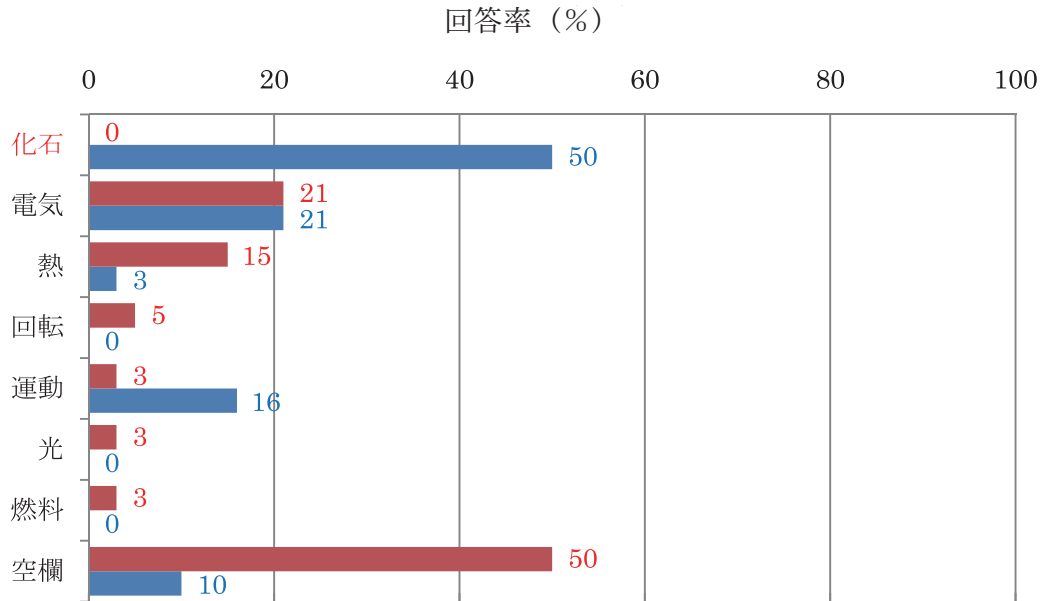


図 19 事前・事後 問題 3 (4) ⑫の回答結果

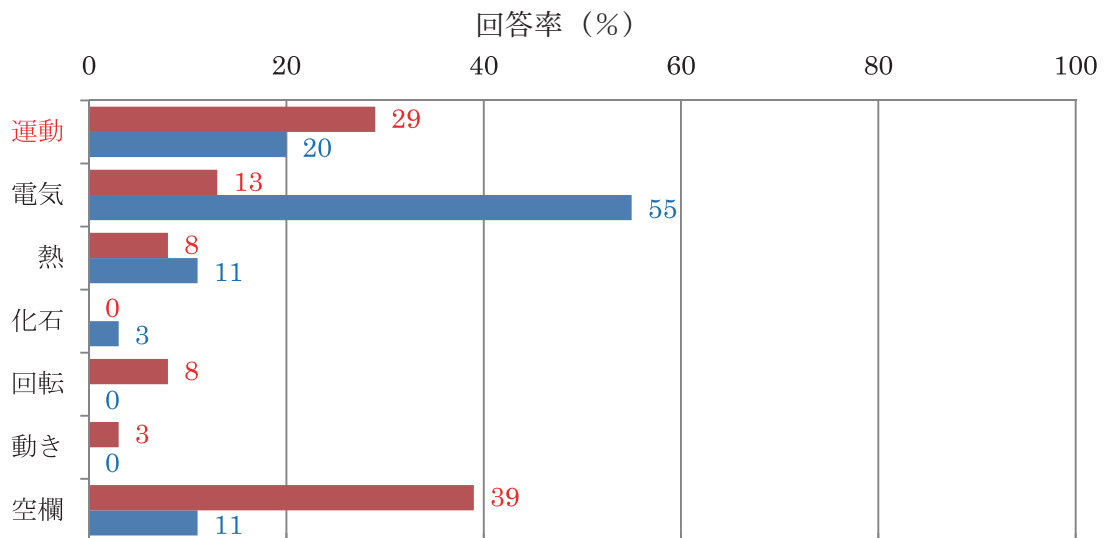


図 20 事前・事後 問題 3 (4) ⑬の回答結果

が 20%、「熱」が 11%、「化石」が 3%、空欄が 11%であった。事前で⑭の正答である「**モータ**」と答えたのが 10%、「エンジン」が 5%、「ガソリン」が 5%、「それ」が 5%、「アクセル」が 3%、「回転」が 3%、「体の内部」が 3%、「エコ」が 3%、「バッテリー」が 3%、空欄が 60%であった。事後では正答である「**モータ**」が 65%、「トルク」が 5%、「エンジン」が 3%、「ブレーキ」が 3%、「電気」が 3%、「発電器」が 3%、空欄が 18%であった。事前で⑮の正答である「電気」が 16%、「熱」が 13%、「運動」が 8%、「回転」が 3%、「光」が 3%、空欄が 57%と一番多かった。事後では正答である「**電気**」が 21%、「化石」が 50%、「運動」が 16%、空欄が 10%であった。事前で⑯の正答である「運動」と答えたのが 16%、「回転」と答えたのが 8%、「力」が 3%、「動き」が 3%、「走行」が 3%、「電気」が 3%、「走る」が 3%、「光」が 3%、「熱」が 3%、「さっきの」が 3%、空欄が 55%であった。事後では正答である「**運動**」が 66%、「電気」が 13%、空欄が 16%であった。

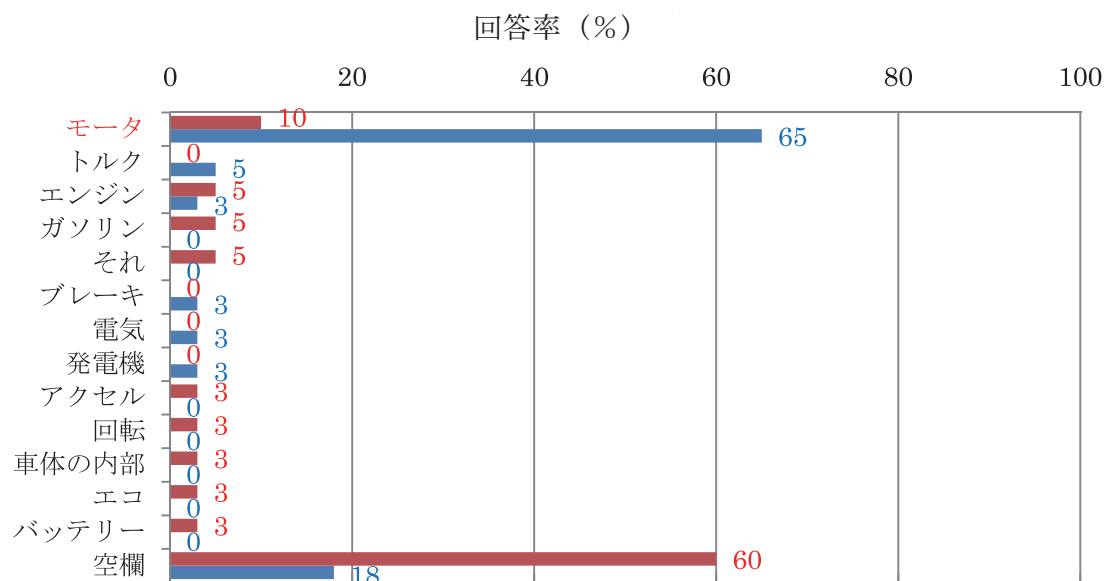


図 21 事前・事後 問題 3 (4) ⑭の回答結果

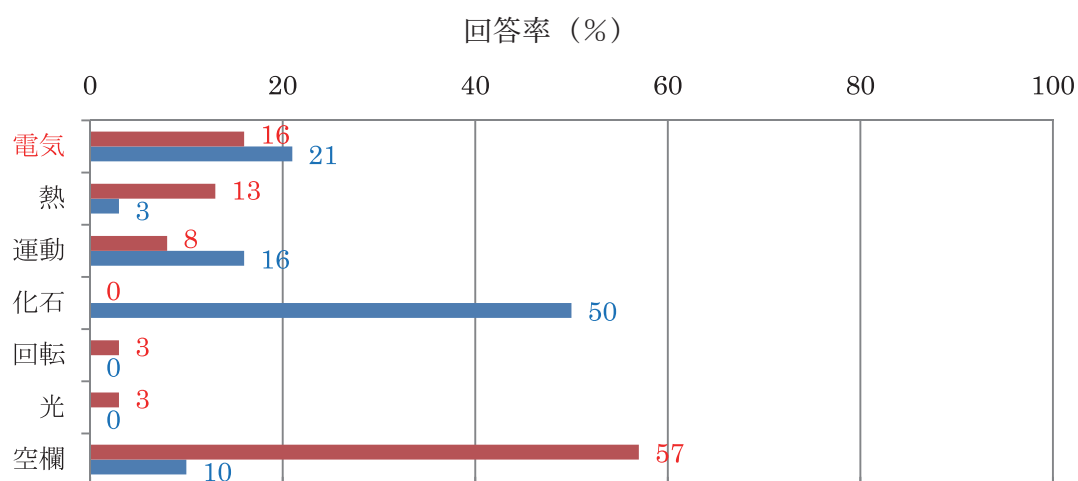


図 22 事前・事後 問題 3 (4) ⑮の回答結果

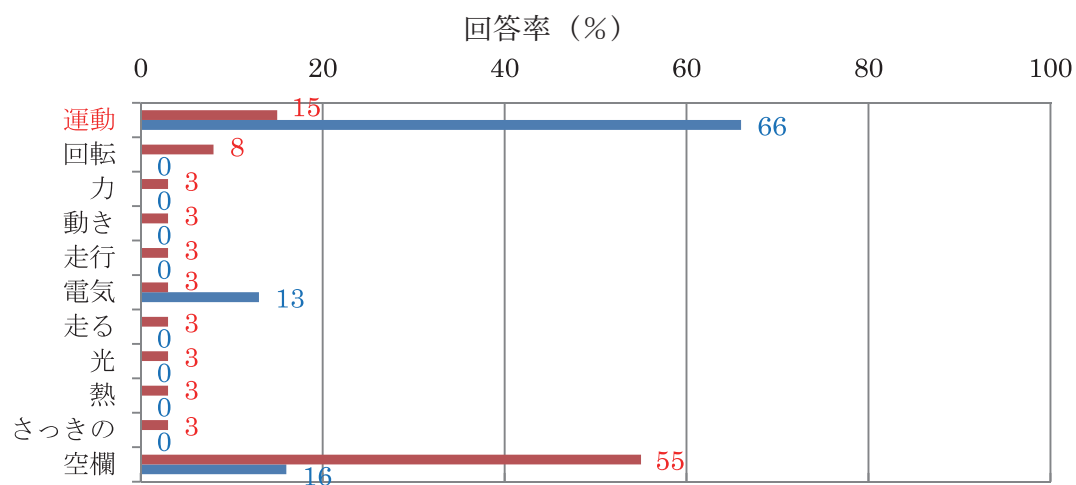


図 23 事前・事後 問題 3 (4) ⑯の回答結果

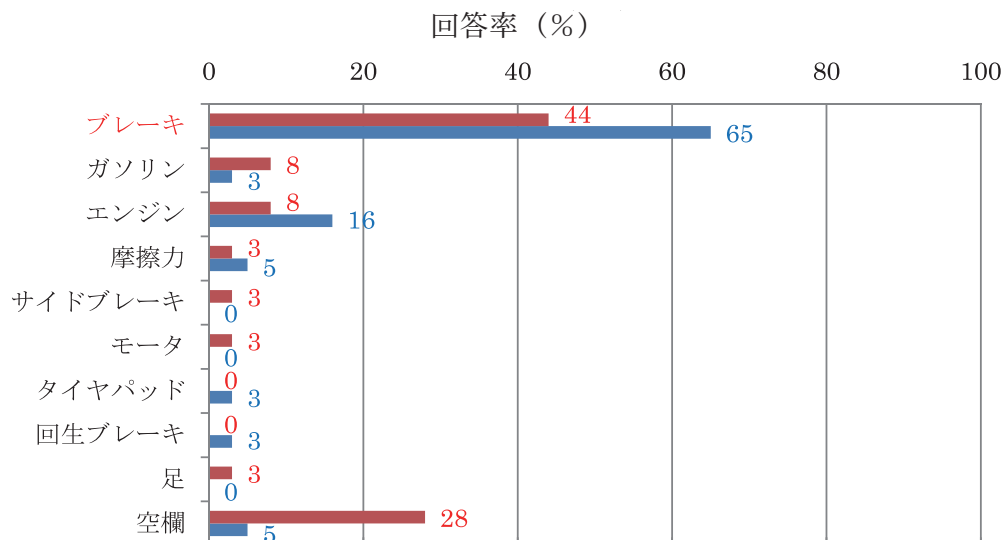


図 24 事前・事後 問題 3 (5) ⑰の回答結果

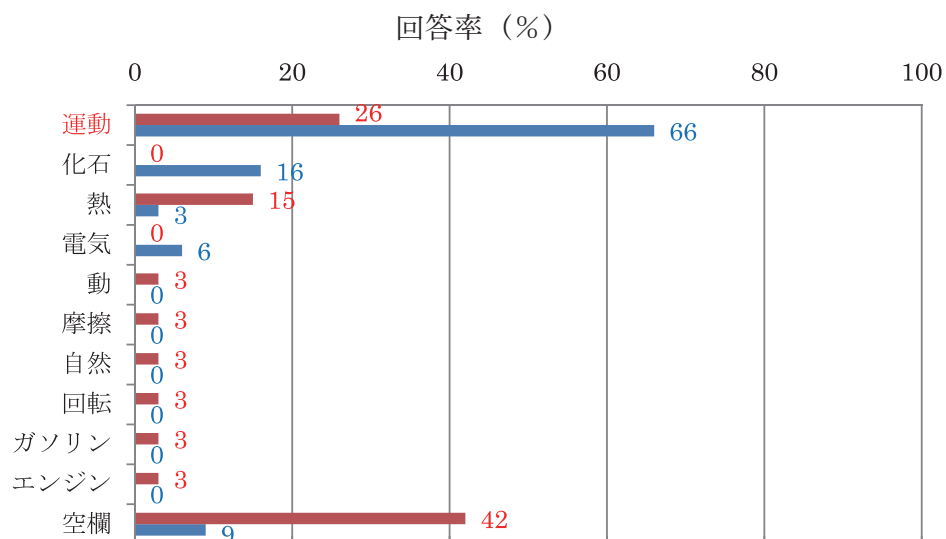


図 25 事前・事後 問題 3 (5) ⑱の回答結果

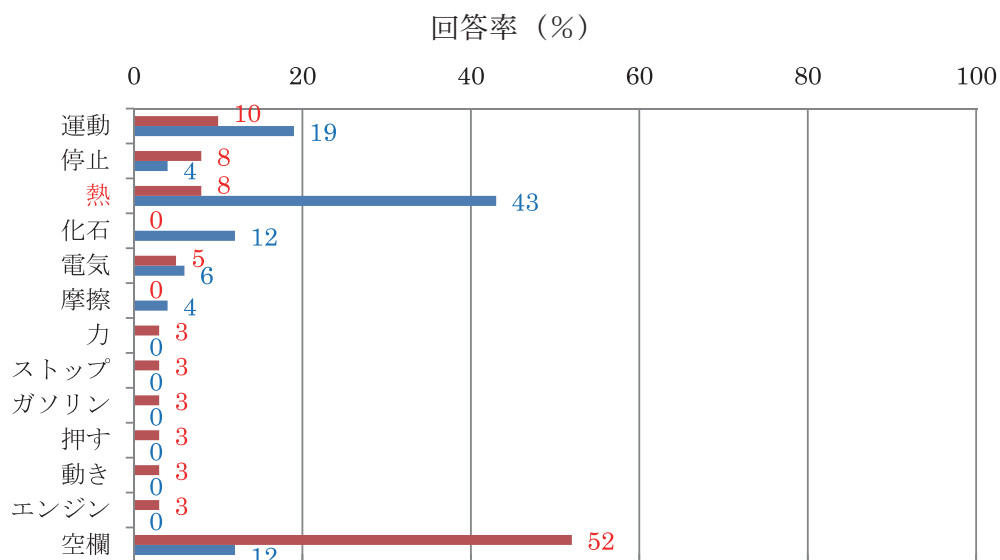


図 26 事前・事後 問題 3 (5) ⑲の回答結果

3-3-5 事前・事後調査問題3(5)の回答結果

事前・事後問題3(5)は走行しているエンジン自動車を停止させる時にどのようなエネルギー変換がおこなわれているかという問題で、⑰、⑱、⑲の回答結果を図24、25、26に示す。上段が事前調査、下段が事後調査結果となっている。事前で⑰の正答である「ブレーキ」と答えたのが44%で、「ガソリン」が8%、「エンジン」が8%、「摩擦力」が3%、「サイドブレーキ」が3%、「モータ」が3%、「足」が3%、空欄が28%であった。事後では正答である「ブレーキ」が65%、「エンジン」が16%、「摩擦力」が5%、「ガソリン」が3%、「タイヤパッド」が3%、「回生ブレーキ」が3%、空欄が5%であった。事前で⑱の正答である「運動」と答えたのが26%、「熱」が15%、「摩擦」が3%、「自然」が3%、「回転」が3%、「ガソリン」が3%。「エンジン」が3%、「動」が3%、空欄が42%であった。事後では正答である「運動」が66%、「化石」が16%、「電気」が6%、「熱」が3%、空欄は9%であった。事前で⑲の正答である「熱」と答えたのが8%、「運動」が10%、「停止」が8%、「電気」が5%、「力」が3%、「ガソリン」が3%、「エンジン」3%、「ストップ」が3%、「押す」が3%、「動き」が3%、空欄が52%であった。事後では正答である「熱」が43%、「運動」が19%、「化石」が12%、「電気」が6%、「停止」が4%、「摩擦」が4%、空欄が12%であった。

3-3-6 事前・事後調査問題3(6)の回答結果

事前・事後問題3(6)は走行しているハイブリッド自動車（T社P自動車）を停止させる時にどのようなエネルギー変換がおこなわれているかという問題で、⑳、㉑、㉒、㉓、㉔の回答結果を図27、28、29、30、31に示す。上段が事前調査、下段が事後調査結果となっている。事前で㉑の正答である「回生ブレーキ」と答えたのは0%と誰も回答しなかった。その代わりに「ブレーキ」が24%、「モータ」が5%、「ガソリン」が5%、「エンジン」が5%、「自動」が5%、「サイドブレーキ」が3%、空欄が53%であった。事後では正答である「回生ブレーキ」が26%、「モータ」が26%、「ブレーキ」が18%、「トルク」が8%、「回生エネルギー」が3%、「モータの負荷」が3%、「回生モータ」が3%、「摩擦」が3%、「エンジン」が3%、「モータの負荷」が3%、「ませいブレーキ」が3%、空欄が5%であった。事前で㉑の正答である「運動」と答えたのは21%、「熱」が13%、「電気」が10%、「燃料」が3%、「ガス」が3%、「回転」が3%、「停止」が3%、空欄が45%であった。事後では正答である「運動」が66%、「電気」が16%、「化石」が10%、「熱」が3%、「回生」が3%、空欄が3%

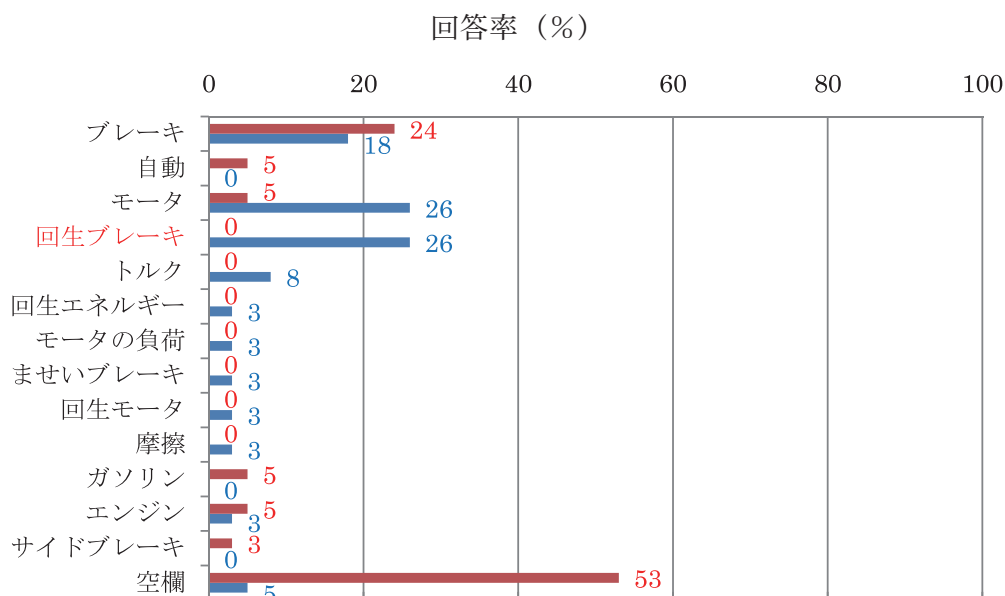


図27 事前・事後 問題3(6) ㉑の回答結果

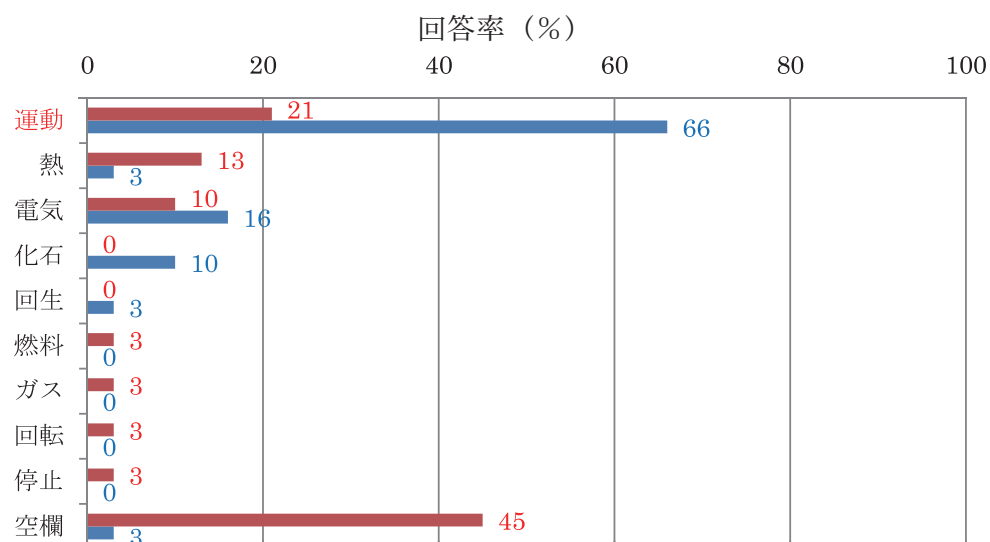


図 28 事事前・事後 問題 3 (6) ⑳の回答結果

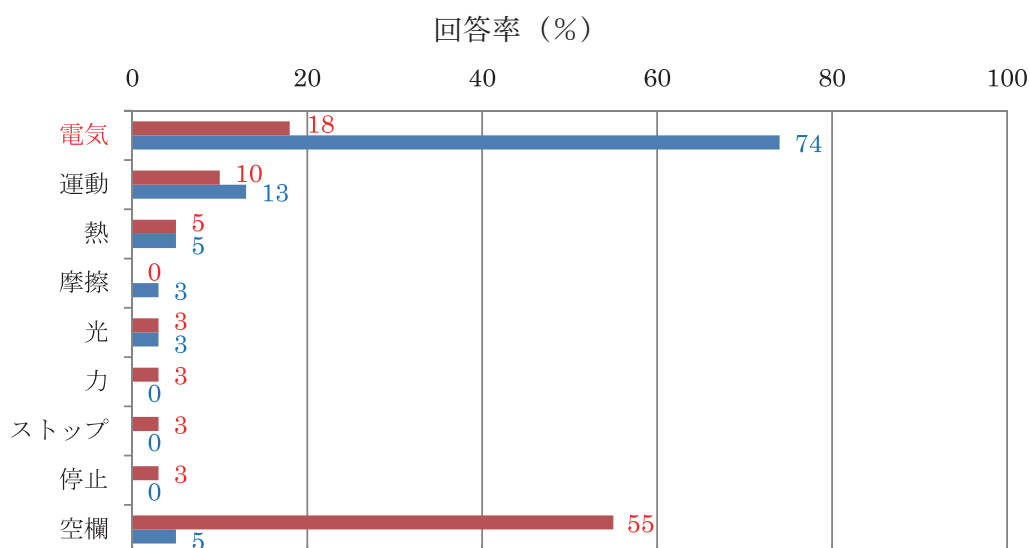


図 29 事前・事後 問題 3 (6) ㉑の回答結果

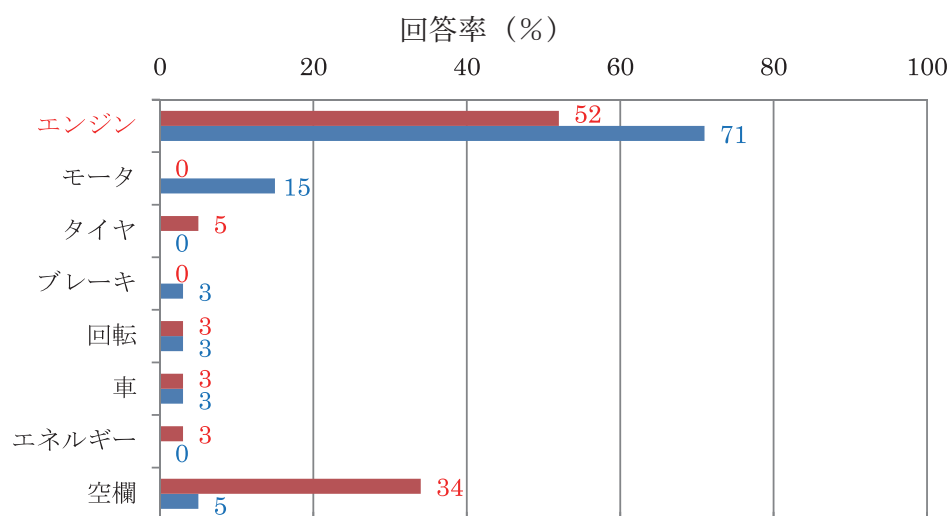


図 30 事前・事後 問題 3 (6) ㉒の回答結果

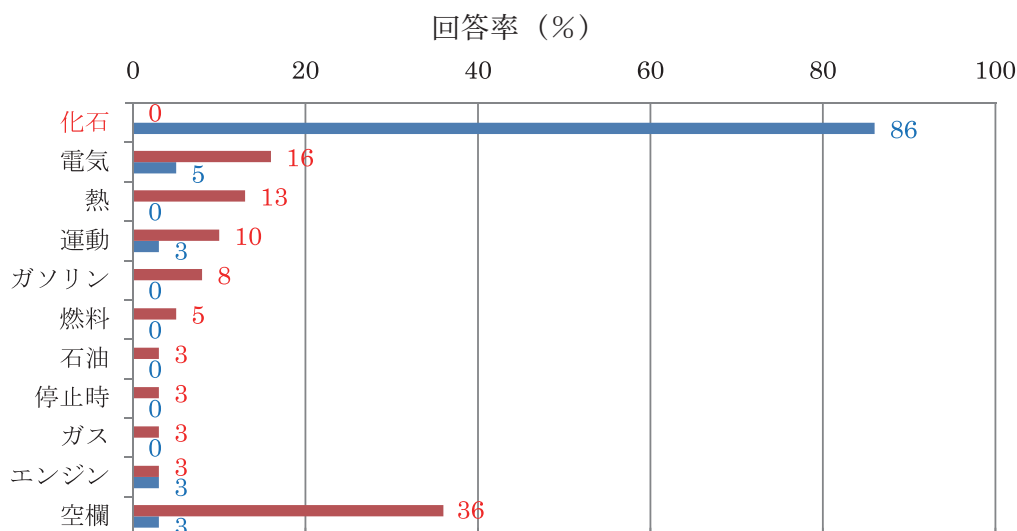


図 31 事前・事後 問題 3 (6) ②④の回答結果

であった。事前で②の正答である「電気」と答えたのは18%、「運動」が10%、「熱」が5%、「光」が3%、「力」が3%、「ストップ」が3%、「停止」が3%、空欄が55%であった。事後では正答である「電気」が74%、「運動」が13%、「熱」が5%、「摩擦」が3%、「光」が3%、空欄が5%であった。事前で③の正答である「エンジン」と答えたのは52%、「タイヤ」が5%、「回転」が3%、「車」が3%、「エネルギー」が3%、空欄が34%であった。事後では正答である「エンジン」と答えたのが71%と多く、「モータ」が15%、「ブレーキ」が3%、「回転」が3%、「車」が3%、空欄が5%であった。事前で④の正答である「化石」と答えたのは0%と誰も回答しなかった。その代わりに「電気」が16%、「熱」が13%、「運動」が10%、「ガソリン」が8%、「燃料」が5%、「石油」が3%、「ガス」が3%、「停止時」が3%、「エンジン」が3%、空欄が36%であった。事後では正答である「化石」が86%、「電気」が5%、「運動」が3%、「エンジン」が3%、空欄が3%であった。

3-3-7 事後調査問題 4、4～6、6 の回答結果

事後問題 4 はこれからのハイブリッド製品が考えられるか問う問題で、回答結果を図 32 に示す。「文房具に関するもの (18%)」、「生物に関するもの (16%)」、「電化製品に関するもの (13%)」、「飛行機に関するもの (11%)」があった。事後問題 5 は授業を通して一番興味があったことを問う問題で、回答結果を図 33 に示す。「何かと何かを組み合わせる」が33%と最も多く、ついで「動物」が15%、「回生ブレーキ」、「仕組み」が8%あった。事後問題 6 は授業でわかりにくかったことをそれ

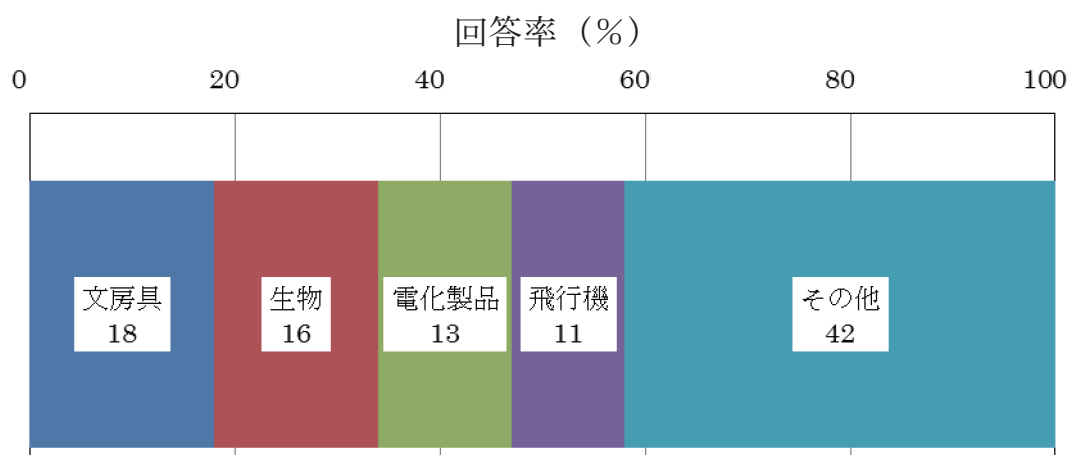


図 32 事後問題 4 の回答結果

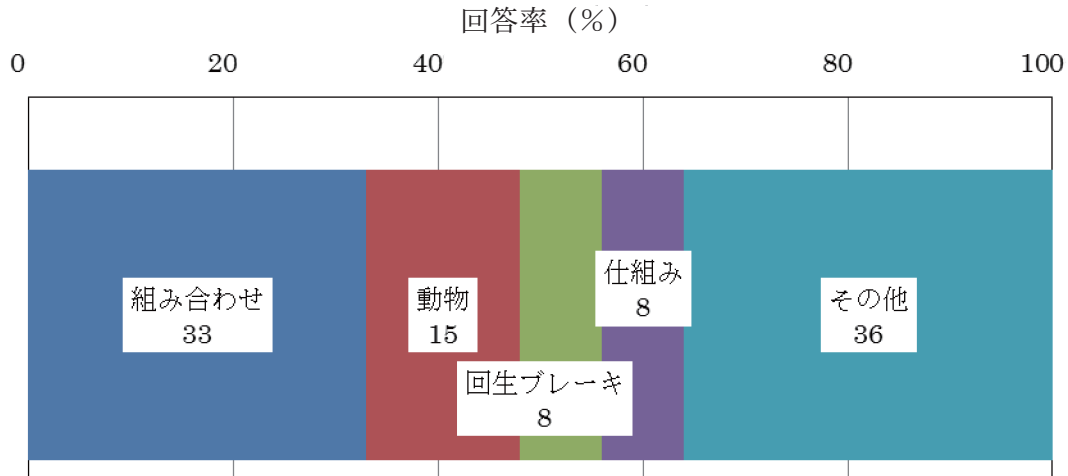


図 33 事後問題 5 の回答結果

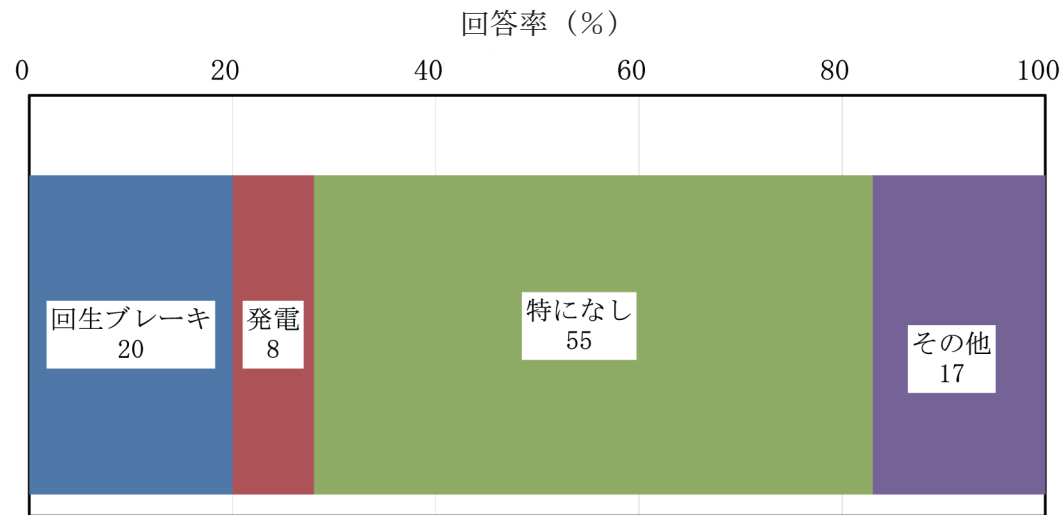


図 34 事後問題 6 の回答結果

ぞれ記述する問題で、回答結果を図 34 に示す。「特になし」が 55% と多かったが、「回生ブレーキ (20%)」、「発電 (8%)」という回答があった。

IV おわりに

本研究では、ハイブリッド自動車の特徴と経済性について教えるための、実験授業を行い、どのように生徒に興味をおこさせ、どのような授業を展開したらよいのか検討して、実験授業を行った。その結果、日本の技術に興味をおこさせ、ハイブリッド自動車の特徴と経済性について教えるための授業を行うことができ、有効な方法であることがわかった。

文献

- 1) 御堀直嗣, 「ハイブリッドカーはなぜ走るのか」, 日経 B P 社, 2011.
- 2) 両角岳彦, 「ハイブリッドカーは本当にエコなのか?」, 宝島社新書, 2009.
- 3) 「ハイブリッドカーのしくみがよくわかる本」, 技術評論社, 2009.
- 4) 技術・家庭, 技術分野, 開隆堂, 2012.
- 5) 新しい技術・家庭, 技術分野, 東京書籍, 2012.
- 6) 技術・家庭, 技術分野, 教育図書, 2012.