

# エネルギー変換にともなうCO<sub>2</sub> 排出量測定とその授業実践

The CO<sub>2</sub> Discharge Measurement at the Time of the Energy Conversion and its Teaching Materials

佐藤 博\*      嶋津 英斗\*\*  
SATO Hiroshi      SHIMAZU Hideto

**要約：**ほとんどの人たちは「CO<sub>2</sub>=火を燃やしたときに出る」というイメージを強く持って、各種エネルギーとCO<sub>2</sub>の関係を正確に把握している人は少数であると思われる。生徒も同様に、ほとんどの生徒は、電気とガスを比べるとガスの方がCO<sub>2</sub>をたくさん排出すると考えることが予想できる。本研究では、電気エネルギーと化学エネルギーを熱エネルギーに変換するときの各種エネルギー量を測定することで、CO<sub>2</sub>の排出量を算出し、その産出量の差を比較検討する授業を行った。その結果、「電気もCO<sub>2</sub>を排出すること」と「電気は使用時ではなく、発電時にCO<sub>2</sub>を排出すること」を70%以上の生徒が、この授業を通して理解できたことがわかった。

**キーワード：**エネルギー変換 CO<sub>2</sub> 電器 ガス 技術科

## I はじめに

国立環境研究所で、2003年の11月から12月にかけて、小中学校の教職員を対象に「環境教育・環境学習の推進に関するアンケート調査」を実施した<sup>(1)</sup>。その中で「取り組む場合の問題点」を踏査し、『小学校、中学校とも約半数の学校が「予算が少ない」をあげ、次いで小学校、中学校とも44%が「時間の確保が困難である」としています。その他、「適当な教材が少ない」(中学校27%、小学校20%)、「取り組み方法がわからない」(小学校24%)、「指導者研修の機会が少ない」(小学校20%、中学校18%)などがあげられました。』と回答していて、問題点が多いことを指摘している。また「取組テーマ」を調査し、『中学校では、「日常生活に直結する環境問題」が各学年とも7割以上の学校で取り組まれており、「自然の保護や自然とのふれあい」が最も多かった小学校とは、主要な取り組みテーマが異なることがわかりました。また、中学校では「地域の環境問題」「自然の保護や自然とのふれあい」も各学年とも5-6割の学校で取り組まれており、多様なテーマが取り扱われ、こうした傾向は学年が進む(3年生)ほど顕著になることがわかりました。』と回答していて、テーマの選択が難しいと思われる。このような指摘を扱うようなテーマは、理科、技術科の教科書には示されていない<sup>(2)-(7)</sup>。

日本政府は二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)などの温室効果ガス排出量を、「2030年度までに13年度比46%削減」とする新たな目標を決定した。昨年10月には、温室効果ガスの排出量を「2050年までに実質ゼロにする」と宣言し、これに合わせ、途中経過の目標も上積みしている。そのため、CO<sub>2</sub>と地球温暖化は私たちにとって、切っても切れない身近な問題のひとつとなっている。しかし、ほとんどの人たちは「CO<sub>2</sub>=火を燃やしたときに出る」というイメージを強く持って、各種エネルギーとCO<sub>2</sub>の関係を正確に把握している人は少数であると思われる。生徒も同様に、ほとんどの生徒は、電気とガ

\* 教育実践創成講座

\*\* 河口湖南中学校

スを比べるとガスの方がCO<sub>2</sub>をたくさん排出すると考えることが予想できる。

本研究では、電気エネルギーと化学エネルギーを熱エネルギーに変換するときの各種エネルギー量を測定することで、CO<sub>2</sub>の排出量を算出し、その産出量の差を比較検討する授業を行った。その結果を基に、どのエネルギーをどのように使用したらCO<sub>2</sub>排出量を減らすことができるのか、検討した。

## II 実験授業

実験授業は、N市立のM中学校第2学年生男子6名、女子4名の合計10名について、2006年9月に行った。授業は1時間を設定した。授業計画を表1に示す。「エネルギーの利用の仕方」の16時間の中で、単元の目標としての中で、「CO<sub>2</sub>排出量、使用目的を考えて適切な機器を選べるようになるう」の授業を行った。この単元までに、エネルギー変換効率用のガイダンスを学習させた。実験授業の展開を表2に示す。実験授業の流れを図1に示す。まず、授業の前に事前調査を行い、電気コンロとガスコンロのCO<sub>2</sub>排出量の比較をすることを伝えた。次に、地球温暖化の原因になっているCO<sub>2</sub>の排出量を減らすことは、地球温暖化を防ぐための方法のひとつであることを伝えた。今日の授業では、どのような時にCO<sub>2</sub>が排出されるのかを勉強し、CO<sub>2</sub>を削減するため方法を考えられるようにすることを伝えた。

表1 授業計画

|        |  |
|--------|--|
| 1 時間目  | エネルギーの利用の仕方を考えよう   |
| 2 時間目  | (1) エネルギーを変換して利用しよう                                      |
| 3 時間目  | 2. エネルギー変換のしくみを調べよう                                      |
| 4 時間目  | (1) 自然界のエネルギーを利用するには                                     |
| 5 時間目  | (2) 電気エネルギーを光や熱に変えるには<br>使い捨てカイロを製作し、仕組みについて理解を高めることができる |
| 6 時間目  | (3) 電気エネルギーを動力に変えるには                                     |
| 7 時間目  | 3. エネルギー変換を利用したものを製作しよう                                  |
| 8 時間目  | (1) 交流電源を利用するには  |
| 9 時間目  | (2) 全体の形や作り方をまとめよう                                       |
| 10 時間目 | (3) 製作の準備  |
| 11 時間目 | (4) 製作   |
| 12 時間目 | (4) 製作   |
| 13 時間目 | (4) 製作   |
| 14 時間目 | 4. これからのエネルギー利用について考えよう                                  |
| 15 時間目 | (1) 「CO <sub>2</sub> 排出量、使用目的を考えて適切な機器を選べるようになるう」(本時)    |
| 16 時間目 | (2) 環境を大切にす技術を調べよう                                       |

電気コンロとガスコンロで1000gの水を10℃上げるときに排出するCO<sub>2</sub>の量を比べることを伝え、図1に示すような電気コンロのCO<sub>2</sub>排出量の計算をワークシートを用いて説明した。600Wで267秒かかった場合は0.0167kgと計算され、算出されたCO<sub>2</sub>は16.90gとなる。次に実験その1として、図3に示すように600Wの電気コンロを使い、やかんに1000gの水を入れ攪拌しながら10℃上がった時の通電時間を調べた。その時間を、図2で説明したような計算方法でCO<sub>2</sub>排出量を算出した。

図4に示すようなガスコンロのCO<sub>2</sub>排出量の計算を、ワークシートを用いて説明した。使用ガスが2.7g消費された場合、CO<sub>2</sub>は8.1gと計算される。使用した係数は、ブタンガスの1g当たりに燃焼時に排出するCO<sub>2</sub>の重さを用いた。次に実験その2として、図5に示すようにカセットボンベを用

表2 授業展開

実践事例 第1学年3組 技術・家庭科（技術分野）学習指導案（略案）

- (1) 日時 2006年10月12日（木）
- (2) 場所 M中学校 技術室
- (3) 本時の目標
  - ・CO<sub>2</sub>排出量，使用目的を考えて適切な機器を選べるようになる
- (4) 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  | ○二酸化炭素（CO <sub>2</sub> ）の発生について確認する。<br>○CO <sub>2</sub> の削減の取り組みについて確認する。<br>省エネ，電気自動車，太陽光発電など   | ○CO <sub>2</sub> の削減の取り組みについて，知っているものを答えさせる。   | 発問 |
| 展開  | 20 | ○本時の内容の確認<br>「お湯を沸かすとき，どれくらいCO <sub>2</sub> を排出するか調べてみよう！」<br>共通の条件<br>(1)3000gの水<br>(2)過熱時間5分（300秒）<br>(3)水の温度変化を測る<br>5. 実験しCO <sub>2</sub> 排出量を算出する。<br>①ガスでお湯を沸かすとき<br>②電気でお湯を沸かすとき | ○実験の説明は，ワークシートを使用する。<br>○実験は3班で行う。<br>実験値は，板書した表に記入する。<br>算出には，ワークシートに示した計算式を利用する。<br>○板書に集計して全体で共有する。 |    |
|     | 20 | ○CO <sub>2</sub> の削減方法を考える。<br><br>○エネルギー変換効率の算出  | ○板書に集計して全体で共有する。   |    |
| まとめ | 5  | ○電気の利点，ガスの利点をまとめ，機器の選択を行う。  | ○黒板に利点と欠点をまとめ，どちらの機器を選択するか答えさせる。<br>○様々な視点があることを全体で共有する。   |    |

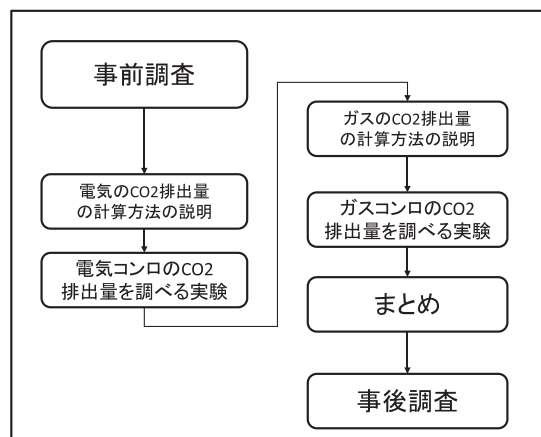


図1 授業の流れ

表3 事前・事後調査用問題

事前調査問題

確認プリント

1. 水を温めるとき，a.電気コンロを使った場合とb.ガスコンロを使った場合では，どちらの方が二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）を多く発生させると思われますか？  
多く発生すると思う方に○をし，その理由を説明してください。

理由

a.電気コンロ
b.ガスコンロ

2. 電気はCO<sub>2</sub>を排出すると思いませんか。  
はい . . . いいえ  
「はい」と答えた人は，電気はCO<sub>2</sub>排出が，「どのようなところ」で発生するのか答えてください。  
「いいえ」と答えた人は，電気はCO<sub>2</sub>排出がない理由を答えてください。

3. 授業を通して，一番興味があったところはどこですか

4. 授業の中で，理解しにくかったところはどこですか

5. CO<sub>2</sub>についての考えを自由に書いてください

事後調査問題

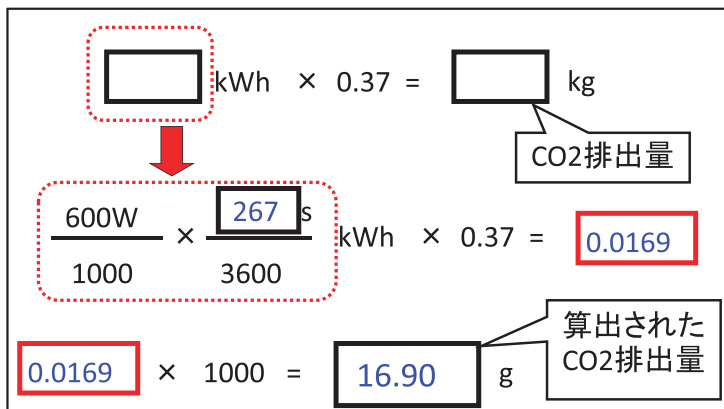


図2 電気コンロのCO<sub>2</sub>排出量の計算式



図3 電気コンロの実験の様子

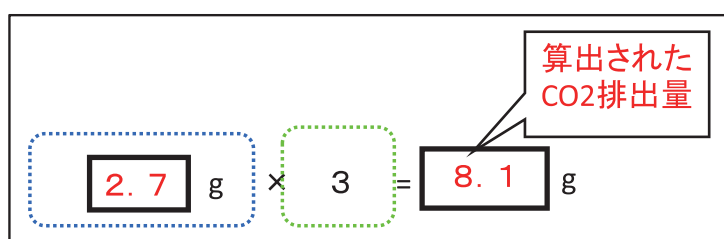


図4 ガスコンロのCO<sub>2</sub>排出量の計算式



図5 ガスコンロの実験の様子

表4 CO<sub>2</sub>排出量の結果

|    | CO <sub>2</sub> 排出量(g) |       | 比較                                  |
|----|------------------------|-------|-------------------------------------|
|    | 電気コンロ                  | ガスコンロ | $\frac{\text{電気コンロ}}{\text{ガスコンロ}}$ |
| 1班 | 13.20                  | 7.50  | 1.70                                |
| 2班 | 16.90                  | 8.10  | 2.09                                |
| 3班 | 13.50                  | 8.70  | 1.55                                |
| 平均 | 14.53                  | 8.10  | 1.79                                |

表5 問題1の事前事後の選択結果

問題1 水を温めるとき、a.電気コンロ(○)を使った場合とb.ガスコンロ(×)を使った場合では、どちらのほうが二酸化炭素を(CO<sub>2</sub>)を多く発生させると思いますか？

多く発生すると思うほうに○をし、その理由を説明してください。

|    |   | 事前 |   |
|----|---|----|---|
|    |   | ○  | × |
| 事後 | ○ | 1  | 9 |
|    | × | 0  | 0 |

いたのガスコンロを使い、やかんに1000gの水を入れ攪拌しながら10℃上げた。使用前のガスボンベの重さと使用後の重さを計り、使用したガス重量を算出した。そのガス重量を、図4で説明したような計算方法でCO<sub>2</sub>排出量を算出した。

表4にCO<sub>2</sub>排出量の実験結果を示す。同時に(電気コンロ)/(ガスコンロ)のCO<sub>2</sub>排出量の比も計算して示した。これを板書して生徒の意見を集約した。最後に事後調査を行った。

### Ⅲ 調査結果

#### 3-1 事前事後調査問題

「CO<sub>2</sub>排出量、使用目的を考えて適切な機器を選べるようになろう」という学習目標がどれくらい



問題1 電気コンロとガスコンロとではどちらの方がCO<sub>2</sub>ガスを多く発生すると思いますかその理由を説明してください。

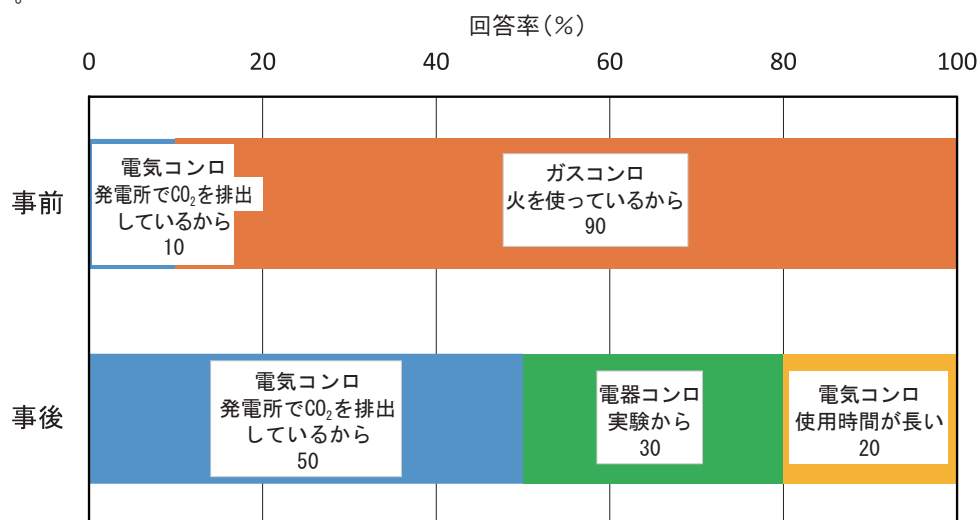


図6 問題1の回答結果

理解できたかを調べるために、授業の前後で調査を行った。調査問題を表3に示す。調査問題は事前が2題、事後が問題3～5を加えた5題からなる。問題1は電気コンロとガスコンロのCO<sub>2</sub>排出量について、問題2は電気のCO<sub>2</sub>の発生についての問題があった。問題3～5は授業のなかで、興味があったところ、理解しにくかったところ、エネルギーについての考え、CO<sub>2</sub>についての考えをそれぞれ記述する問題があった。

### 3-2 事前事後調査問題1の回答結果

表5に事前事後調査問題1の選択回答結果を示す。○は「電気コンロ」を、×は「ガスコンロ」を、数字は人数を示しており、問題別に事前・事後で○、×の数がどのように変化したのかを示したものである。事前と事後で正答の「電気コンロ (○)」を選択し生徒は1名いた。事前で「ガスコンロ (×)」を選択したが事後で「電気コンロ (○)」を選択した生徒は9名で、すべての生徒が事後に「電気コンロ (○)」を選択した。図6に事前事後調査問題1の理由の説明の回答結果を示す。「電気コンロ」を選択した理由の説明として、「発電所でCO<sub>2</sub>を排出しているから」の正答の説明をしたものが10%いた。残りの90%は誤答の説明である「火を使っているから」との説明があった。事後で正答の「電気コンロ (○)」をすべて選択しているが、その理由として正答である「発電所でCO<sub>2</sub>を排出しているから (50%)」と「実験から (30%)」と説明した生徒が80%あった。「電気コンロ (○)」を選択したが、その理由として「使用時間が長い」と説明した生徒もあった。

### 3-3 事前事後調査問題2の回答結果

図7に「電気はCO<sub>2</sub>を排出すると思いますか」という選択問題の回答と、それぞれを選択した場合の説明を記述した結果を示す。事前で電気はCO<sub>2</sub>を発生しますかという問いに「はい」を選択し、どこで排出するのかを「発電所」と回答した生徒が10%あった。残りの90%が「いいえ」を選択し、「火を使うから」と回答した。事後で電気はCO<sub>2</sub>を発生しますかという問いに「はい」と回答し、どこで排出するのかを「発電所」と回答した生徒が70%と増加した。「はい」を選択したが「使用時に排出する」、「その他」を回答してしまった生徒が各10%あった。「いいえ」を選択し、「使わないから」と回答した生徒が10%あった。

3-4 事後調査問題 3～5 の回答結果

問題 3 の回答結果を図 8 に示す。一番興味があったところは、「電気の発電時に CO<sub>2</sub> が排出する (50%)」が多く、「実験が楽しかった (20%)」、「その他 (10%)」、「無回答 (20%)」の回答があった。

問題 4 の回答結果を図 9 に示す。理解しにくかったところは、「特になし (50%)」が多く、ついで「CO<sub>2</sub> の計算式 (30%)」、「無回答 (20%)」という回答であった。もう少し計算式の説明のしかたを検討する必要があると考えられる。

問題 2 電気は CO<sub>2</sub> を排出すると思いますか。 はい・いいえ  
 「はい」と答えた人は、電気の CO<sub>2</sub> 排出が「どのようなところ」で発生するか答えてください。「いいえ」と答えた人は、電気の CO<sub>2</sub> 排出がない理由を答えてください。

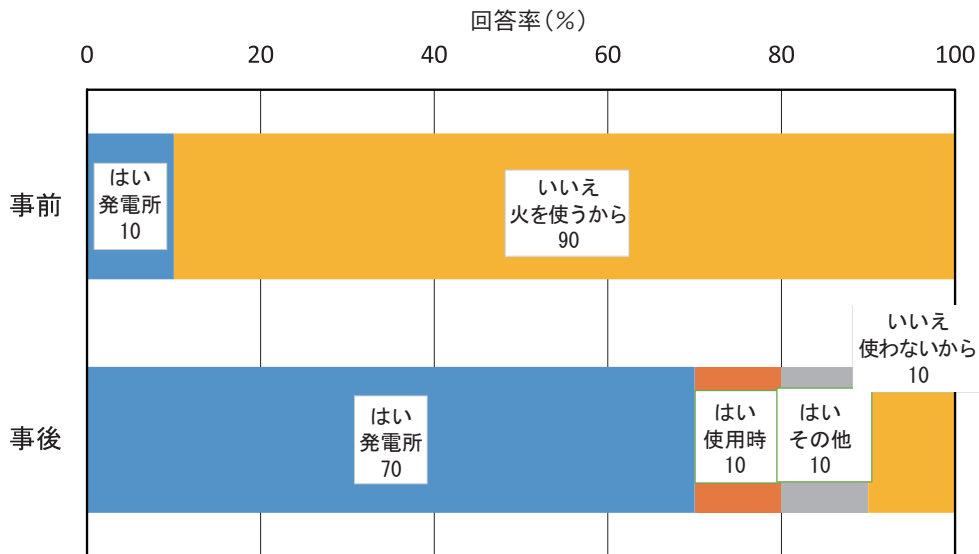


図 7 問題 2 の回答結果

問題 3 授業を通して一番興味があったところはどこでしたか。

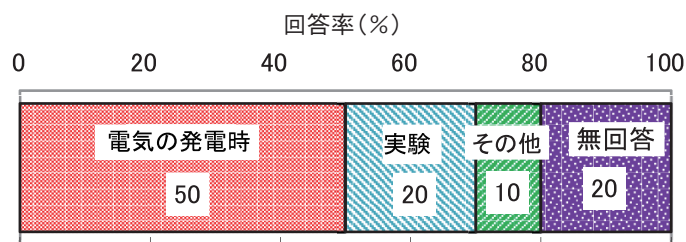


図 8 事後調査問題 3 の回答結果

問題 4 授業の中で理解しにくかったところはどこでしたか。

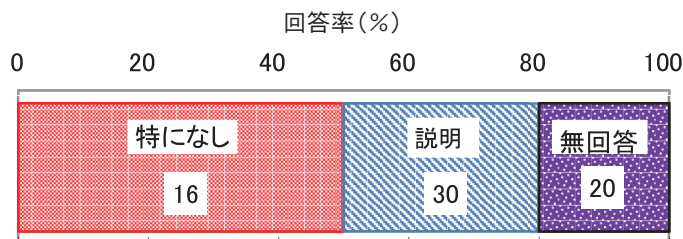


図 9 事後調査問題 3 の回答結果

問題5の「CO<sub>2</sub>についての考え」の記述として、「電気のCO<sub>2</sub>排出を知った」、「同じ条件ならガスのほうがCO<sub>2</sub>を排出しないことを知った」などがあった。

問題1～5の結果から「電気もCO<sub>2</sub>を排出すること」と「電気は使用時ではなく、発電時にCO<sub>2</sub>を排出すること」を70%以上の生徒が、この授業を通して理解できたといえることがわかった。

## IV おわりに

本研究では、電気エネルギーと化学エネルギーを熱エネルギーに変換するときの各種エネルギー量を測定することで、CO<sub>2</sub>の排出量を算出し、その産出量の差を比較検討する授業を行った。その結果、「電気もCO<sub>2</sub>を排出すること」と「電気は使用時ではなく、発電時にCO<sub>2</sub>を排出すること」を70%以上の生徒が、この授業を通して理解できたといえることがわかった。

本論文の内容を基に、いくつかの指導案が検討され、さらによいものにして行く必要があると思われるが、この点については今後検討して行きたいと考えている。

### 文献

- 1) 「環境教育・環境学習の推進に関するアンケート調査」結果報告, <https://www.eic.or.jp/enquate/kekka/index.html>
- 2) 大日本図書 楽しい理科2年, 2012.
- 3) 東京書籍, 新しい科学2年, 2012.
- 4) 大日本図書 理科の世界2年, 2012.
- 5) 技術・家庭, 技術分野, 開隆堂, 2012.
- 6) 新しい技術・家庭, 技術分野, 東京書籍, 2012.
- 7) 技術・家庭, 技術分野, 教育図書, 2012.