

中学校教科書における二酸化炭素の 削減方法に関わる内容について —理科教科書の調査—

Content on How to Reduce Carbon Dioxide Emissions in Textbooks for Junior High School

杉江 瞬*・長南 幸安**
Shun SUGIE*・Yukiyasu CHOUNAN**

要 旨

現在、日本全体において電気エネルギーの供給は必須であり、発電量の大部分を占める火力発電は安定した生成ができるため、今後も活用されると推察する。しかし、化石燃料の使用によって発生する二酸化炭素は、地球温暖化の一因となっていると考えられ、環境保全の観点から将来にわたって大きな課題となる。このような現状から、従来の資源からの脱却と持続可能な社会を形成するために、二酸化炭素の排出抑制や削減方法を確立することは、カーボンニュートラル社会の形成において達成目標と考えられる。そこで、令和4年に発行された中学校理科の教科書の記載箇所における記述・学習内容を調査し、温室効果ガスとしての二酸化炭素、またその削減方法に関する調査を行った。調査の結果、本研究で対象とした中学校理科の教科書では、3年生の最後の単元の「科学技術」の分野で取り上げられており、二酸化炭素を要因とした地球温暖化の原理、温暖化が促進されていることへの危機感を提示する内容があった。しかし、二酸化炭素を抑制・削減するための具体的な方法が記載されておらず、また、実践活動の提示がないため探求的な学習へと繋がりにくいと思われる。そのため、現状の課題を理解し、資源利用や技術・開発について関心を持つために、生徒が体感できる教材を製作することが必要であると考えている。

キーワード：二酸化炭素、カーボンニュートラル社会、エネルギー資源、中学校、理科教科書

はじめに

1.1 二酸化炭素と排出量について

社会全体において、安定的な電気エネルギーの供給は必須であり、各発電における電気生成は持続的な活動に必要不可欠である。しかし、発電量の大部分を占める火力発電では二酸化炭素、硫黄酸化物、窒素酸化物といった排出物が発生し、その処理方法が重要な課題となっている。

2020年度の第203回臨時国会において、総理大臣より「2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」ことが宣言され、2021年度の地球温暖化対

策推進本部及び気候サミットにおいて、2050年のカーボンニュートラルに向けて、従来の温室効果ガス削減目標を7割以上引き上げる目標が発表された。特に二酸化炭素の排出量（エネルギー起源と非エネルギー起源の合計）は、2013年度排出量実績13億トンから2030年度排出目標・目安の7億4000万トンへと、56.7%まで減少させることが設定された¹⁾。

化石燃料の使用を含む人間の活動には、二酸化炭素の発生が伴っており、部門別の排出量では「エネルギー産業」が最も多く、「製造業・建設業」と「運輸」が続く状態となっている。「エネルギー産業」では特に発電・熱供給に関わる部分が大部分を占めており、

* 弘前大学大学院地域社会研究科
Graduate School of Regional Studies, Hirosaki University

** 弘前大学教育学部
Faculty of Education, Hirosaki University



図1 CO₂排出量の推移（LULUCF 除く）

化石燃料への依存度、固体燃料、液体燃料、気体燃料の使用割合によって、排出量が増減している。全体の排出量は1990年から2005年まで増加しており、2013年以降から徐々に減少傾向にある。2022年度における二酸化炭素排出量（LULUCFを除く、間接CO₂を含まない）は10億3500万トンを記録（図1）し、温室効果ガス総排出量の91.1%を占めた。2022年度は1990年度に比べて10.6%の減少、前年度比2.5%の減少となった²⁾。CO₂の排出量は減少しているが、目標の値まで差がある状態となっている。

1.2 学習指導要領中学校理科の内容より

中学校の理科教育において、「環境」の内容は大きな枠組みの1つとなっている。「中学校学習指導要領（平成29年度告示）解説理科編」³⁾で、理科教育における環境やエネルギーは主に「科学技術と人間」の内容で取り扱われており、地球温暖化や温室効果ガスに関する内容もこの単元に含まれることが多い。自然環境の保全と科学技術の利用の在り方を認識させることを主なねらいとして、環境と人間の活動に関する観察・実験などを行い、その結果を日常生活や社会と関連付けながら、理解を深めることが明記されている。学習指導要領には、「科学技術の発展と人間生活との関わり方、自然と人間の関わり方について多面的、総合的に捉えさせ、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考察させ、持続可能な社会をつくっていくことが重要であることを認識させること」と記載され、自然環境との調和を図りながら、持続可能な社会を築いていくことが言及されている³⁾。

学習指導要領において、環境との関わり方を生徒1人1人がしっかりと意識することが求められている。つまり、将来の持続可能な社会形成と対処すべき課題として位置づけられた「二酸化炭素の削減方法」につ

いて、知識やその技術・活用方法を学習することの重要性が認識できる。

将来的に削減方法を主とした教材を検討し、実感を伴った教育の実施を考え、今回、「二酸化炭素の削減方法」について、学習指導要領のもと令和4年以降から使用されている中学校理科の教科書を用いて調査し、各教科書でどのように扱われているかを明らかにすることとした。

方法

各出版社から発行された中学校理科の教科書を用いて、温室効果ガスとしての二酸化炭素、またその削減方法に関する内容について文献調査を行う。

文献調査

出版社ごとに令和4年に出発された中学校理科の教科書（以降、令和4年版教科書と呼ぶ）を調査した結果の表を挙げる。

東京書籍における取り扱い⁴⁾

東京書籍の3年生の教科書において、「単元：地球と私たちの未来のために」の持続可能な社会の形成に関する内容で取り扱っている。ここでは、自然環境の変化と国際的な取り組みを取り上げており、温室効果ガスを一因とする地球温暖化の環境変化に焦点を当てている。温室効果ガスの削減を目標とした1997年の京都議定書や、温室効果ガスの排出実質ゼロを目標とした2015年のパリ協定について述べられている。また、生徒に各国の地球温暖化への取り組みを調べ、国連への提案を考えるとといった実践内容も含まれている。

表1 東京書籍での二酸化炭素の削減方法に関する内容

| 出版社 | 取り上げている 単元名 | 取り上げている題材 | 扱い方 (本文・コラム等) | 具体的な学習の内容 |
|----------------------------|----------------|--------------------------------------|------------------|---|
| 新しい科学3 東京書籍 (理科 901) | 地球と私たちの未来のために | ●持続可能な社会をつくるために ・自然環境の変化と国際的な取り組み | ・本文 p. 306 | ・温室効果ガスと地球の変化 ・京都議定書や温室効果ガス削減目標に関する内容 ・各国の地球温暖化への取り組みを調べ、国連への提案を考える |

表2 大日本図書での二酸化炭素の削減方法に関する内容

| 出版社 | 取り上げている 単元名 | 取り上げている題材 | 扱い方 (本文・コラム等) | 具体的な学習の内容 |
|-----------------------------|----------------|---|----------------------|--|
| 理科の世界3 大日本図書 (理科 902) | 地球の明るい未来のために | ●科学技術と人間 ・エネルギー利用の課題 ・暮らしを支える科学技術 科学技術の課題と未来 | ・本文 p. 306 p. 323 | ・化石燃料の利用による二酸化炭素の発生 ・二酸化炭素による地球温暖化の原理 ・環境を守る科学技術 |

表3 学校図書での二酸化炭素の削減方法に関する内容

| 出版社 | 取り上げている 単元名 | 取り上げている題材 | 扱い方 (本文・コラム等) | 具体的な学習の内容 |
|-----------------------------|----------------|---|---|---|
| 中学校 科学3 学校図書 (理科 903) | 自然・科学技術と人間 | ・人間活動と大気をめぐるつり合い ・環境保全の取り組み 大気汚染物質の除去 | ・本文 p. 245 p. 258 ・写真 p. 245 ・グラフ p. 245 | ・二酸化炭素の濃度と平均気温の変化 ・二酸化炭素による地球温暖化の原理 ・化石燃料の使用や有害物質を減らす試み |

協定等について言及されているものの、具体的な削減方法は載っておらず、生徒自身が調べることとなっている。

大日本図書における取り扱い⁵⁾

大日本図書の3年生の教科書において「単元：地球の明るい未来のために」のエネルギー利用の課題に関する内容で取り扱っている。ここでは、資源の利用と課題として、石油・石炭の化石燃料による大気汚染や環境への悪影響が言及されている。化石燃料の使用による二酸化炭素の排出と、二酸化炭素による地球温暖化の原理が文章のみで説明されている。

化石燃料の悪影響を減らすため、エネルギー資源の使用量の抑制、代替エネルギーの提案、汚染物質を減らすための技術導入等について言及している。

具体的な方法に関して、p. 323の科学技術の課題と未来で取り上げており、環境を守る科学技術として、

工場や自動車から排出される大気汚染物質を浄化する技術を明記している。

学校図書における取り扱い⁶⁾

学校図書の3年生の教科書において、「単元：自然・科学技術と人間」のp. 245の人間活動と大気をめぐるつり合いや、p. 258の環境保全の取り組みに関する内容で取り扱っている。

人間活動と大気をめぐるつり合いでは、大気中の二酸化炭素の濃度が年々増加していることをグラフで示し、年平均温度のグラフと関係性を比較できるようにしている。また、二酸化炭素による地球温暖化の原理を文章と図で説明しており、二酸化炭素の増加で起こる地球全体の変化にも言及している。

環境保全の取り組みでは、化石燃料の使用を抑制する方法や有害物質を排出しない企業努力にも言及している。しかし、どのような方法なのか、どのような企

業努力なのか、具体的な方法は載っていない。

教育出版における取り扱い⁷⁾

教育出版の3年生の教科書において、「単元：自然環境や科学技術と私たちの未来」のp. 284の環境と人間の活動や、p. 258のエネルギー資源の開発と有効な利用に関する内容で取り扱っている。

環境と人間の活動では、学校図書と同様に大気中の二酸化炭素の濃度が年々増加していることをグラフで示し、地球の年平均温度のグラフと関係性を比較できるようにしている。また、温暖化の進行による気候変動や、抑制を目的とした国際的な取り組みにも言及し

ている。

エネルギー資源の開発と有効な利用では、代替エネルギーやその効率化について言及している。具体的な方法として、火力発電に替わる太陽光発電や風力発電、地熱発電、バイオマス発電など二酸化炭素の排出量を抑える方法を提示している。

啓林館における取り扱い⁸⁾

啓林館の3年生の教科書において、「単元：運動とエネルギー」のp. 234のエネルギー利用上の課題や、「単元：自然と人間」のp. 296、p. 297の人間の活動と自然環境に関する内容で取り扱っている。

大気中の二酸化炭素の濃度は、年ごとに高くなっている(図5)。この濃度の増加は、人間の活動が活発になってきたことと一致する。このことから、二酸化炭素濃度の増加の原因として、石炭や石油・天然ガスなどの化石燃料の大量消費、世界的な規模での森林の減少などが考えられている。一方、地球の年平均気温は、少しずつ上昇している(図6)。これを地球温暖化といい、その原因

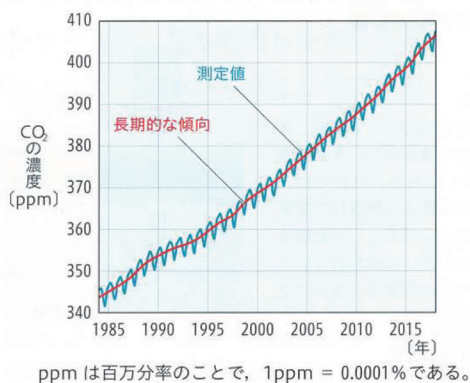


図5 大気中の二酸化炭素濃度の変化(体積比)⁹⁾

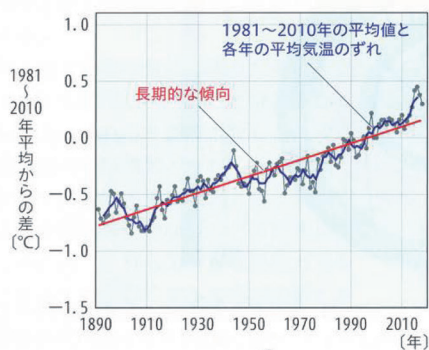
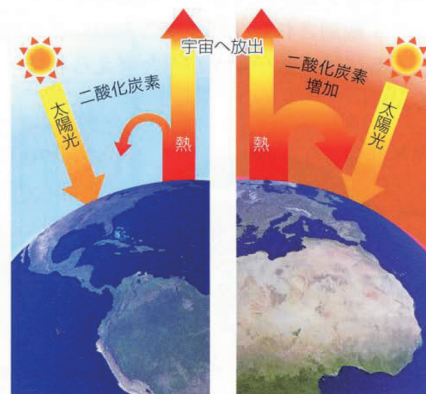


図6 地球の年平均気温の変化¹⁰⁾

の1つとして大気中の二酸化炭素の濃度の増加が考えられている。

大気中の二酸化炭素には、図7のように、地球から宇宙空間に放出される熱の流れをさまたげ、大気や地表を暖めるはたらきがある。このようなはたらきを温室効果といい、温室効果をもつ気体を温室効果ガスという。大気中の二酸化炭素の濃度の増加は、温室効果を高めている。

地球温暖化が進むと、海水面上昇、海洋表面温度の上昇、異常気象、生態系の変化など、地球全体に重大な変化をもたらすと考えられている。そのため、二酸化炭素の排出量の規制は、世界各国が共同して取り組む必要がある重要な課題である。



太陽光に暖められた地表から熱が放出される。その熱の一部は大気中に吸収されて地表に送り返され、気温を上げる(左)。大気中の二酸化炭素が増えると、大気中に吸収されて地表に送り返される熱が多くなり、気温は図左のときよりも高くなる(右)。

図7 地球温暖化のしくみ

表 4 教育出版での二酸化炭素の削減方法に関する内容

| 出版社 | 取り上げている 単元名 | 取り上げている題材 | 扱い方 (本文・コラム等) | 具体的な学習の内容 |
|------------------------------------|----------------------|--|---|--|
| 自然の探求 中学理科3 教育出版 (理科 904) | 自然環境や科学技 術と私たちの未来 | <ul style="list-style-type: none"> ●自然環境と私たち ・環境と人間の活動 ●エネルギー資源の利 用と私たち ・エネルギー資源の開 発と有効な利用 ・新しいエネルギー資 源 | <ul style="list-style-type: none"> ・本文 p. 284 pp. 304-306 ・グラフ p. 284 | <ul style="list-style-type: none"> ・二酸化炭素の濃度 と平均気温の変化 ・化石燃料の利用と 地球環境への負荷 |

表 5 啓林館での二酸化炭素の削減方法に関する内容

| 出版社 | 取り上げている 単元名 | 取り上げている題材 | 扱い方 (本文・コラム等) | 具体的な学習の内容 |
|--------------------------------------|----------------|---|--|--|
| 未来へひろがる サイエンス3 啓林館 (理科 905) | 運動とエネルギー | <ul style="list-style-type: none"> ●エネルギー資源 とその利用 ・エネルギー利用 上の課題 | <ul style="list-style-type: none"> ・本文 p. 234 | <ul style="list-style-type: none"> ・二酸化炭素を要因の 一つとする地球温暖化 の影響 |
| | 自然と人間 | <ul style="list-style-type: none"> ●人間と環境 ・人間の活動と自 然環境 | <ul style="list-style-type: none"> ・本文 pp. 296-297 ・写真 p. 297 ・グラフ p. 297 | <ul style="list-style-type: none"> ・二酸化炭素の濃度と 平均気温の変化 ・二酸化炭素による地 球温暖化の原理 |

エネルギー利用上の課題では、化石燃料やウランを使用した発電方法における問題点を指摘している。特に化石燃料では二酸化炭素の発生による大気汚染や、地球温暖化に焦点が当てられており、温暖化による生物や環境への影響、海面上昇による土地の水没が言及されている。

人間の活動と自然環境では、学校図や教育出版と同様に、大気中の二酸化炭素の濃度が年々増加していることをグラフで示すとともに、人口推移のグラフと化石燃料による二酸化炭素の排出量の推移のグラフも載っており、年平均温度の変化について様々なグラフと関係性を比較できるようになっている。また、地球温暖化の原理を文章と図で説明しており、温暖化が進むことによる気候変動や、抑制を目的とした国際的な取り組みにも言及している。

しかし、二酸化炭素を抑制・削減するための具体的な方法は載っていない。

考察

中学校理科の教科書に載っている内容には、温室効果ガスと地球温暖化の関係性に言及されているものが多く、地球環境と人間の活動に関する内容が記載されている。教科書によっては、二酸化炭素による地球温

暖化の原理を文章と図で説明していたり、「二酸化炭素の濃度変化」と「地球の年平均気温の変化」を比較したグラフを載せていたり、温室効果ガスの排出実質ゼロを目標とするパリ協定についても言及するものもあった。また、二酸化炭素の増加で起こる地球全体の変化に対し、その危険性や緊急性についても記載されていた。しかし、実際に二酸化炭素を含む温室効果ガスを削減する方法については明記されておらず、それに関する観察・実験の仕方等もなかった。教育出版が発行している教科書では化石燃料に替わる再生可能エネルギーへの言及もある。しかし、他の教科書では発電方法の種類を説明する内容やエネルギー自給率を向上させる手段として載っているものがほとんどであった。

生徒は、二酸化炭素の排出量を減らすことと、エネルギーの安定供給が日本の問題点の1つであることを様々な分野で学習している。そのため、温室効果ガスの抑制・削減を目的とした取り組みや技術開発による環境保護の重要性を認識している。国際社会全体でも様々な方法が模索され、その方法も多岐にわたり、現在も多くの研究が行われている。しかし、学校の教科書に載っている内容は、化石燃料の代替資源を提案するのみで、新しい情報が組み込まれていない。各排出物の処理方法に関する様々な取り組みが考えられてお

り、二酸化炭素の処理方法として、植樹による森林拡大と光合成の CO_2 吸収量の増大、工業等で石炭ではなく水素を用いた還元反応により鉄を取り出す水素還元製鉄、製造過程で発生する CO_2 を回収するための技術開発、 CO_2 を資源として利用するカーボンリサイクルなどがある。

日本の二酸化炭素の処理方法の開発が求められる現状において、将来を担っていく生徒たちに、観察・実験から体験的に学ぶ機会を設けるべきである。そこから、二酸化炭素排出の削減方法に関わる教材を作成することは、探求的な学習の機会を創出する手段として効果的であると考えた。

まとめ

本調査で令和4年度以降に発行された各教科書での温室効果ガスとしての二酸化炭素、またその削減方法に関する内容に注目した結果、多くの教科書において、二酸化炭素を要因とした地球温暖化の原理、温暖化が促進されていることへの危機感を提示するものがあった。また、グラフや図表を用いて、具体的なデータを用いて生徒に理解を促すような工夫が見られた。

しかし、二酸化炭素の排出量を減らすための具体的な方法は載っておらず、一部の教科書のみで代替エネルギー資源としての再生可能エネルギーを提示するのみで、日本や世界での取り組み、生徒自身がどのように貢献できるのかが理解できないものとなっていた。

カーボンニュートラル社会を目指す日本において、二酸化炭素の排出量をいかに抑制し削減していくこと

が大切なかを考えるかが、今後の教育の中で求められることだと思う。したがって、温室効果ガスとしての二酸化炭素の特徴やその削減方法を学び、体感できるような環境教育に役立つ教材開発に臨む必要がある。

参考文献

- (1) 産業技術環境局「我が国の地球温暖化対策に関する最近の動向」 経済産業省 令和4年 pp.1-8
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/chikyu_kankyo/pdf/2022_001_03_00.pdf
 最終閲覧日2024年12月19日
- (2) 地球環境研究センター「日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2024 年」国立研究開発法人 国立環境研究所 令和6年 p.2-3
- (3) 中学校学習指導要領解説（平成29年告示）理科編 株式会社東洋館出版社 p.63 pp.67-68
 平成30年出版 令和3年一部改訂
- (4) 新しい科学3 梶田隆章 真行寺千佳子
 永原裕子 西原寛ほか 東京書籍株式会社
 理科901 p.306 令和4年
- (5) 理科の世界3 有馬朗人ほか 大日本図書株式会社
 理科902 p.306 p.323 令和4年
- (6) 中学校科学3 霜田光一 森本信也ほか
 学校図書株式会社 理科903 p.245 p.258 令和4年
- (7) 自然の探究 中学理科3 室伏きみ子
 養老孟司ほか 教育出版株式会社
 理科904 p.284 p.304 令和4年
- (8) 未来へひろがるサイエンス3 大矢禎一
 鎌田正裕ほか 株式会社新興出版社啓林館
 理科905 p.234 pp.296-297 令和4年

(2025. 1. 14 受理)