

## 環境センサーデータを活用した，環境学習教材の研究（4）

### — 二酸化炭素データを用いた，理科学習の可能性 —

土井 徹 匹田 篤 野添 生 古瀬健太郎  
吉富 健一 林 武広

#### 1. はじめに

本研究は，二酸化炭素の振る舞いに関する考察を軸とした環境学習について，その可能性を検討するものである。

環境学習の課題の一つとして，実験が行いにくい点が挙げられる。日常生活における経験をいかに学習に結びつけるかを課題として，筆者らは気象センサーデータの気象学習への利用について，これまで検討と実践をおこなってきた。今回は，二酸化炭素のセンサーを用いて，二酸化炭素濃度のデータを学習に活用することの検討を行った。

二酸化炭素は身の回りに存在する身近なものであるが，目に見えないこと，二酸化炭素の増減を体で感じにくいことなどの理由により，教科書の内容だけで一日の二酸化炭素の振る舞いや性質を理解することは困難である。そこで，筆者らは二酸化炭素の濃度を測定できるセンサーを授業に用いることとした。これによって，二酸化炭素の増減をリアルタイムに把握させるとともに，二酸化炭素に対する興味を高め，気象条件等の違いによる変化についても考察することができる。そのことを通して大気が，生物の光合成や天気，呼吸やエネルギー消費などのバランスによって成り立っていることを理解させることを目的としている。

二酸化炭素の振る舞いは生物の光合成や物質の燃焼だけでなく，天候や地形等にも影響される。そのため，各分野をひとつおりの学習した後の単元である小学校6年生の「自然とともに生きる」の授業，中学校3年生の第2分野第7単元「身の回りの自然環境の調査」の授業において，二酸化炭素センサー（以下，CO<sub>2</sub>センサー）のデータを活用することとした。

#### 2. 研究の目的・方法

本研究は，小学校・中学校での二酸化炭素の振る舞

いに関する考察を軸とした環境学習における効果的な気象センサーデータの活用法と意義について検討することを目的とし，可搬型のCO<sub>2</sub>センサー（図1）と屋外設置型のCO<sub>2</sub>センサー（図2）を用いた授業を行い，児童・生徒の反応から教材や教授方法の有効性を検討した。

可搬型のCO<sub>2</sub>センサーと，屋外設置型のCO<sub>2</sub>センサーという二種類の二酸化炭素センサーを用いたのは，前者は気体検知管に近く，後者は百葉箱に近いと考えたためである。

可搬型センサーは，広島市立広島工業高校から借用したSenseAir社製のCO<sub>2</sub>Engine K30をもとに制作されたものである。9V電池または，家庭用電源によって動作する。このセンサーには，LCDディスプレイが搭載されており，二酸化炭素濃度をリアルタイムで表示することができる。

屋外設置型のCO<sub>2</sub>センサーは，バイサラ社のGMW22である。このセンサーのデータはLive E! プロジェクトの気象センサーネットワークを通じて入手することができる。今回は実験校の近隣にある広島市立

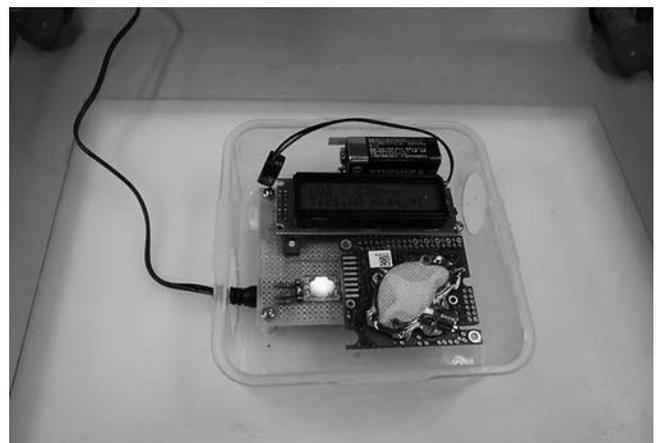


図1 可搬型CO<sub>2</sub>センサー

広島工業高校に設置されているセンサーデータを用いた。このデータの場合、二酸化炭素濃度のほかにも、温度、湿度、気圧、風向、風力、雨量が測定できる利点がある。

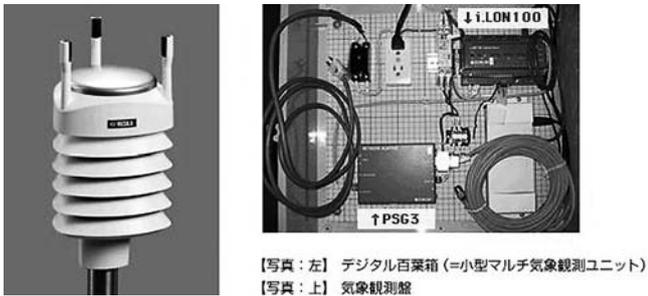


図2 Live E!プロジェクトが用いている気象センサー  
(<http://www.live-e.org/>より)  
(二酸化炭素センサーは別途接続している)

以下、小学校、中学校における検証授業の概要と結果および考察について述べる。

### 3. 小学校での活用と効果

#### (1) はじめに

筆者らは、昨年度、CO<sub>2</sub>センサーデータを用いた学習が、小学生の二酸化炭素濃度の変動に関する興味関心を喚起することを実証した。また、学習前には、半数を超える児童が大気中の二酸化炭素濃度は、1日の中では通勤・通学や帰宅の時間帯に高いと考えていることを明らかにした。さらに、昼間は濃度が高く夜間は低いと考える児童や一日中濃度の変動はないと考える児童を含めれば、学習前には9割以上の児童が誤概念をもっていることが認められた。これら誤概念をもっている児童の共通する点は、ヒトの呼吸や車や工場などの排気に注目し、植物の光合成による二酸化炭素濃度の変動については注目しない傾向にあることであった。以上を踏まえて、今回の研究では、二酸化炭素の変動に関する正しい知識を習得するためのCO<sub>2</sub>センサーの効果的な活用法について検討した。

#### (2) 研究の目的

大気中の二酸化炭素濃度の変動に関する知識を習得する学習において、自ら観測地点を決めて収集したデータを用いた場合と近隣の施設に設置された常設気象センサーで収集されたデータを用いた場合ではどちらが効果的かを明らかにする。

#### (3) 研究の方法

##### ①実施時期

2011年7月上旬～中旬

##### ②対象

広島大学附属東雲小学校6年生2クラス72名

##### ③方法

下記(4)に示す指導を行い、児童の反応から学習効果について検討した。指導にあたっては、自分たちで観測地点を決めて収集したデータを用いた群(以下A群)と、近隣の施設に設置された屋外設置型CO<sub>2</sub>センサーで収集されたデータを用いた群(B群)を設定した。

#### (4) 指導の概要

①一日の大気中の二酸化炭素濃度の変動について予想する(1時間)。

- ・変動するのか、しないのか。
- ・変動するとすれば、最も濃度が高い時刻、最も濃度が低い時刻はいつか。
- ・その理由は何か。
- ・どこで測定するか(A群のみ)。

②測定結果について考察する(1時間)。

- ・最も濃度が高い時刻、低い時刻はいつか。
- ・その理由は何か。

③過去250年間および過去34万年の大気中の二酸化炭素濃度の変動について知り、今後の変動について考える(1時間)。

- ・19世紀以降、特に1960年代からは急激に増加している理由は何か。
- ・過去34万年の増減の理由は何か。
- ・このまま濃度が高くなるとどんなことが起こると考えられるか。
- ・われわれはどうすればよいのか。

#### (5) 結果

下に示すのは、「地球の二酸化炭素濃度が0%になったら、何が起こると予想されますか?」という問いに対するA群、B群の児童の反応の主な例である。

##### A群

- ・植物が光合成できない。→酸素が減少。食料が無くなる。
- ・植物がかれ、動物もほろびていく。

##### B群

- ・植物が死んで、酸素が減る一方になる。
- ・植物が生きられなくなって草食動物も死に、草食動物を食べる肉食動物も死ぬ。

図3 授業後の感想の主な例

これらに見られるように、双方に大きな差異は見られない。また、授業中の話し合いの様子にも大きな差異は見られなかった。これらのことから、自分たちで観測地点を決めて収集したデータを用いても、近隣の施設に設置された常設気象センサーで収集されたデータを用いても学習効果は変わらないのではないかと思われる。

#### 4. 中学校での活用と効果

##### (1) はじめに

平成20年1月、中央教育審議会答申において、「持続可能な社会の構築が求められている状況に鑑み、理科についても、環境教育の充実を図る方向で改善する。」という理科の基本方針が示された。これを受けて、新しい中学校学習指導要領では、第1分野、第2分野の最終項目「科学技術と人間」、「自然と人間」について学習の充実が図られた。具体的には、「自然と人間」の中で、「身近な自然環境について調べ、様々な要因が自然界のつり合いに影響していることを理解するとともに、自然環境を保全することの重要性を認識すること」という内容が盛り込まれた。

今後、新学習指導要領の趣旨を十分に反映させた理科の授業が中学校で展開されていく中で、授業をデザインする上で必要となる具体的な視点や授業展開の提案など具体的な実践研究が、より一層求められることとなる。そこで、本研究はそのケーススタディとして、効果的な気象センサーデータの活用法と意義について検討した。

##### (2) 研究の目的

本研究では、中学校3年生の理科2分野で扱われている第7単元「自然と人間」における授業実践を通して、効果的な気象センサーデータの活用法と意義について検討することを目的とする。

##### (3) 研究の方法

###### ①実施時期

2011年7月中旬

###### ②対象

広島大学附属東雲中学校3年生2クラス76名

###### ③方法

小学校教員や大学研究者と協同で教材開発を行い、開発した教材や教授方法の有効性を生徒の反応から検討した。

##### (4) 指導の概要

広島大学附属東雲中学校の3年生2クラスをそれぞれ

れA群（生徒数39名：男子19名、女子20名）、B群（生徒数37名：男子19名、女子18名）に割り当て、開発した授業実践および調査を行った。指導の大まかな流れを図4に示す。

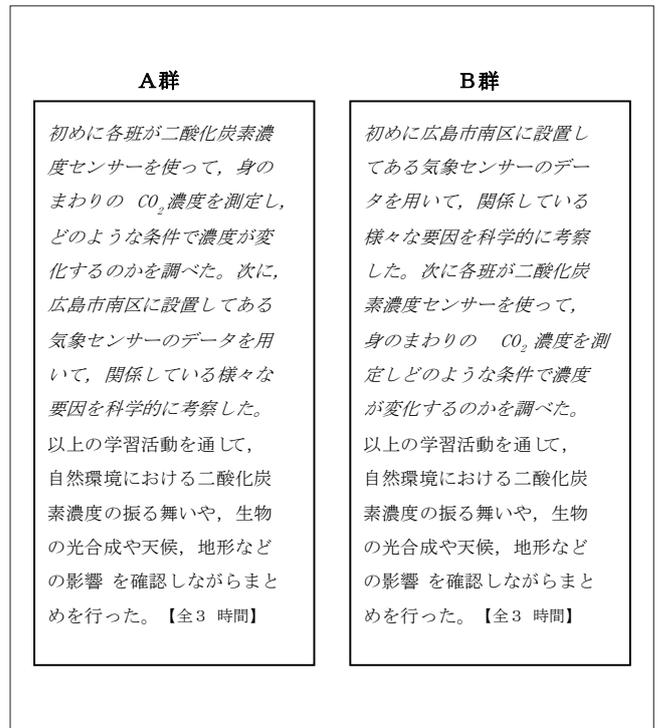


図4 授業実践の流れ

##### (5) 結果

生徒が書いたワークシートを見ると、事前に可搬型センサーを用いて生徒自らが身のまわりの測定を行ったA群の方がB群に比べて、結論の中にある科学的根拠を見出すこと、他の人の結論の中にある科学的根拠の不確実な点を指摘することができたようであった。

#### 5. おわりに

今年度購入した図1に示したのとは異なる可搬型センサー（図5）を試験的に教員が使用してみたところ、一日の大気中の二酸化炭素濃度変動を図1とほぼ同様の結果を得た。このセンサーは、測定レンジが図1のものよりも広いため、微細な変動を感知しなかった。児童・生徒のデータの見方が微視的になる傾向があることを考えると、図1に示すセンサーと本センサーの併用によって、一日の大気中の二酸化炭素濃度変動に関する理解がより促進される可能性がある。

筆者らは、昨年度、小学校6年生理科の有機物の燃焼による空気の組成変化に関する学習について、気体検知管を用いる群と図1に示した可搬型センサーを用いる群を設定し、学習の様子について比較検討している。その結果、気体検知管は使用方法を理解するため

に1単位時間を要すること、さらに使用方法に関する学習を行っても理解することが難しい児童がいることがわかった。また図1の可搬型センサーは測定レンジが狭いため、測定途中で測定可能範囲を超えること、児童が測定途中に表示される数値が動かなくなることの理由に関心をもち、燃焼による空気の組成変化に関する学習が難しくなることがわかった。測定レンジが図1のものよりも広い本センサーの活用は、これらの課題を解決する可能性がある。次年度以降に検討を行う。

また、他の学習における気象センサーデータの活用の可能性については機会を改めて報告する。



図5 可搬型CO<sub>2</sub>センサー

#### 引用（参考）文献

- 1) 匹田 篤, 林 武広, 吉富健一, 鹿江宏明, 土井徹 (2010) 「環境センサーデータを活用した理科分野に置ける環境学習教材の研究(2)―天気と一日の気温の変化について―」『広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要』第38号, pp.325-329.
- 2) 匹田 篤, 鹿江宏明, 土井 徹, 林 武広 (2009) 「環境センサーデータを活用した, 環境学習教材の研究―映像教材とセンサーデータの連携―」『広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要』第37号, pp.413-416.
- 3) 匹田 篤, 土井 徹, 古瀬健太郎, 野添 生, 吉富健一, 林 武広 (2011) 「環境センサーデータを活用した, 環境学習教材の研究(3)―二酸化炭素データを用いた, 理科総合学習の可能性―」『広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要』第39号, pp.331-334.
- 4) Live E! プロジェクト web site  
<http://www.live-e.org/>