

# 大気中の電場および放射線観測を通して地球の環境問題を知る ～問題の解決と思いやりの心

東京学芸大学教育学部自然科学系物理科学分野 鴨川 仁  
 東京学芸大学教育学部自然科学系物理科学分野 相澤則行  
 東京学芸大学教育学部自然科学系物理科学分野 荒川悦雄  
 女子聖学院高等学校 物理 教諭 藤原博伸

## 1. 概要

我々は自然科学の視点に基づいた道徳教材「空気の中の電気に着目することで我々の住む地球の状態を知り、地球の中で人々が共存していくには他人を思いやる必要があることを体験できる教材」を開発した。本教材は道徳および自然科学以外にも環境科学分野にまたがる学際的な内容である。晴天時かつ大気環境がよい場所の地上の電場は地表と宇宙との間で形成される巨大コンデンサーに貯まった電気の量を示しており(図1)、世界中どこでも同じ変化をする(図2)。ゆえに、地上での電場の測定は地球規模の変化を表す。この電気の量は全世界の雷活動総量および気候変動に支配されている。近年、人的起因とみられる地球温暖化が全世界共通の懸念事項となっているが、温暖化では全地球の落雷発生数が平均0.1度の気温上昇ですら桁で変わるため、地表での電場変化にも変化がみられると考えられている。つまり高々1点の観測でも全世界で起こっている変動を肌で感じる事が可能である。地球温暖化に直面した人類は、これらの原因が個人のエネルギー消費の積み重ねで成り立っていることを認識し、個々の消費を減らし、持続可能な社会へ変えていく行動をとらなければならない。しかし、報道される温暖化の実情と一個人の認識にはまだまだ乖離があると見られている。温暖化が科学者や国家だけの問題ではなく、あくまでも人類共通問題として、個人の積み重ねで我々の住む地球を守るような思想をもたなければ解決は困難である。ゆえに本教材では生徒自身の測定でも全地球な変化が認識でき、自分一人の解決に向けた行動が、全世界の見知らぬ人までに貢献できるといった思いやりの必要性を感じてもらえる教材にした。さらに、本教材で観測する大気電場は大気環境が悪くなると目的とした電場を測定できない。ゆえに、都市での観測、富士山・乗鞍岳といった大気環境が良い場所での観測、さらには南極における観測事例を提示し、自然を知ることでも地球環境を保持しないとできないことも同時に体感できるよう教材へ盛り込んだ。また生徒が手軽に使える連続データ収録が可能な携帯大気電場測定器を開発し、容易に測定できるようにした。

2011年度からは上記の内容を東日本大震災以降に急激に高まった放射能問題に対しても応用できるように、短時間で知識かつ測定実験方法を学習できるカリキュラムを構築した。もはや日本国民の生活レベルまで入り込んだ本問題は科学技術や政治だけで解決できるものではなく、道徳的な心の育みまで踏み込む必要な段階まできている。この目的のため、カリキュラムに併せて以下の特徴を持つ放射線測定装置(ガイガーカウンタ)を開発した。本課題の根幹である「人類の問題を自らの科学的計測から実感する」という観点を遂行するために、測定の様子を理解させる。そのためにセンサーの交換や感度調節の自由度が高い装置を開発した。次に、自然放射線(宇宙線、大地から発生する放射線など)を自ら測定し変動を知ることが感覚的かつ深い理解へつながるようにした。また高校でも使用できるように小型化し手軽なものとした。

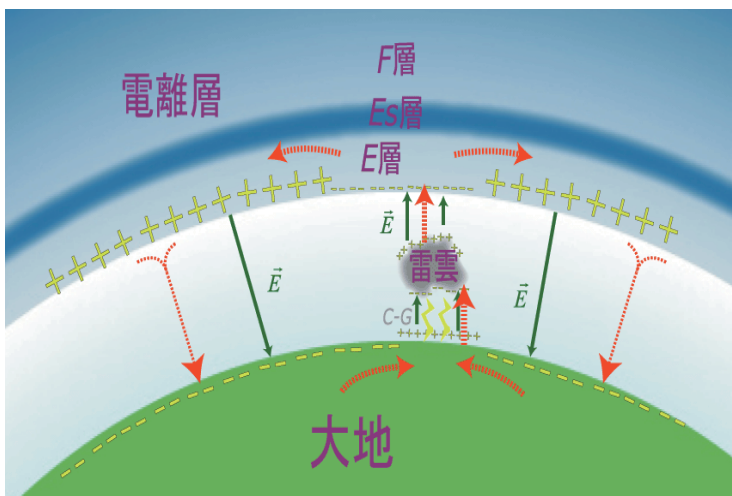


図1 地球規模の電気回路。落雷活動が電離圏と大地の間でできるコンデンサーに電荷を充電する。

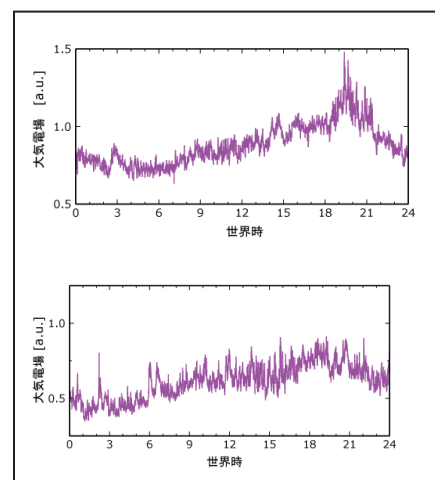


図2 大気電場の変動  
(上・小笠原、下・南極昭和基地)

## 2. 2年間の研究成果（開発した教材の概要）

本教材は2010年～2011年に3回、私立女子聖学院高等学校高校2年生の物理の授業において実践的に行った。まず温暖化に関する話題、地球環境の大事さ、我々市民が日々行うべきことについての導入を講義した。その後、本教材のキーワードとなる「大気電場」の講義を、高校物理の知識で理解できるように講義した(図3)。最後に、室内実験として、今回開発した測定装置を用いて目に見えない電場がどのような形で発生するか体感してもらい、大気電場の存在についても計測を行った(図4)。

2011年では、私立女子聖学院高等学校高校2年生7名(理系)が東京学芸大学にて放射線についてカリキュラムを受講してもらいプログラムの効果を検証した(図5)。いずれにおいても、高校物理の範囲で説明を行ったが生徒には内容の理解はもちろんのこと、科学、環境、道徳の3つの枠組みが人間の生活の上で重要であることを認識させることができた。



図3 女子聖学院高等学校での実践授業

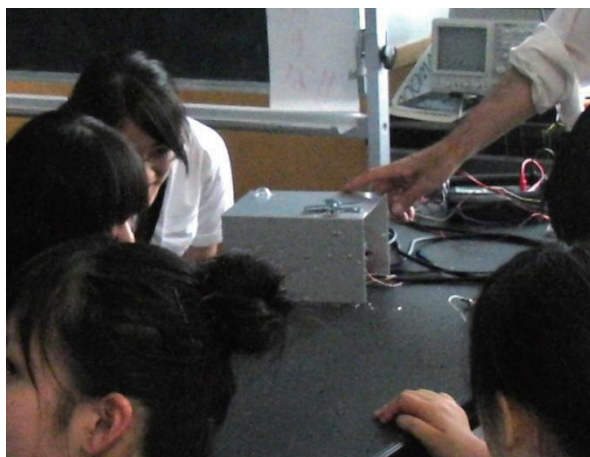


図4 手軽に扱える大気電場測定装置



図5 東京学芸大学での放射線実践授業

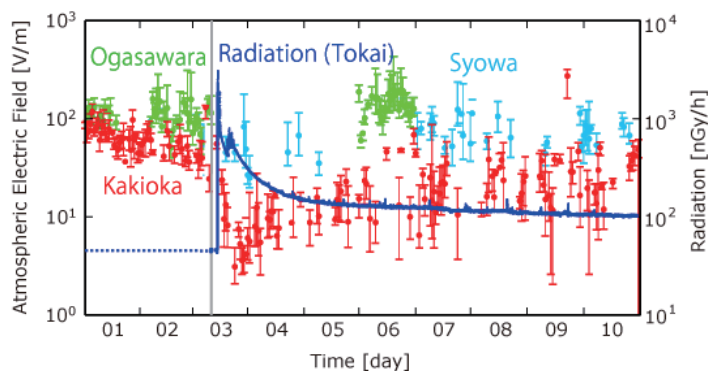


図6 放射線変動と大気電場変動

## 3. 教材活用への展望

本教材は、生徒用として開発されたが、教員研修等でも活用できるように組まれている。あくまで内容は高校の範囲内であるが理科教材の枠組みを超えた道徳プログラムとして今後は活用できると期待できる。

最後に補足的な事項として、大気電場変動と放射線変動との関連を述べたい。2011年東日本大震災では福島原発事故という深刻な放射線汚染が生じた。概要では大気電場と地球温暖化における関係について述べたが、放射線変動と大気電場にも相関がある(図6)。本教材(プログラム)ではそれらの2つの関係は取り上げなかったが将来的に、これらの関係も取り上げ科学的計測から育む道徳プログラムはより充実したものになると思われる。