

# マドリッド日本人学校における国際理解教育の実践

—— スペインのエネルギー開発の現地調査を活かした授業研究を通して ——

前マドリッド日本人学校 教諭

茨城県ひたちなか市立田彦中学校 教諭 物 江 祐 二

キーワード：スペイン、理科教育、環境教育、エネルギー開発、国際理解

## 1. はじめに

マドリッド郊外を車で走らせていると、商業施設などの屋上や広大な敷地に太陽光パネルが張られていたり、山々の頂上付近に一列に風力発電施設のプロペラが並んでいたりする光景が見られる。その様子から、スペイン国内での再生可能エネルギーの需要の高さを感じることができた。スペインのエネルギー開発について調べてみると、日本と同様に、スペインも資源が乏しいことから原子力発電に需要をおき、エネルギー開発を行ってきた。しかし、相次ぐ事故と政権交代により、現在は世界有数の再生可能エネルギーの先進国となっていることが分かった。先の東日本大震災で福島第一原子力発電所の事故により、日本でも脱原発の世論が高まり、再生可能エネルギーの注目が集まっている。このような観点から、スペインのエネルギー開発の現状を調査し、授業の教材として活用し、日本のエネルギー問題と比較したり、将来のあるべき姿、環境保全に対する意識を高めたりしたいと考えた。また、児童生徒に、日本という国を再認識させるとともに、エネルギー開発における問題及びエネルギー資源の有効活用に対する関心を高めたいと考えた。

## 2. スペインのエネルギー開発の実情

スペインは、日本と同様に化石燃料資源に乏しく、石油、天然ガスなどのエネルギーは輸入に依存している。そのため、1970年代は、原子力開発、省エネ、国内の石炭の開発が推進され、石油や石炭からガスへの燃料転換を打ち出す一方、再生可能エネルギー開発の推進を打ち出し、その開発を進めてきた。

その結果、現在ではガス26%、石炭11%、石油3%とガスが火力発電の主力となり、再生可能エネルギー発電は、水力18%に加えて、風力20%、太陽エネルギー4%、バイオマス1%と、再生可能エネルギー発電の電力供給が43%にまで拡大され、ガス火力発電と並ぶ重要な電源となっている。

スペインで再生可能エネルギーの導入が進められている背景には、政府における導入施策があげられる。フィールドインタリフと呼ばれる「エネルギー買い取り制度」である。買い取りの対象を太陽光、風力、水力、波力、潮力、地熱、バイオマスを対象として、5MW以下の設備に対して行われている。再生可能エネルギーの急激な導入が進んでいるが、その一方で買い取り費用の増大による国民の負担が大きくなっている。



風力発電施設

## 3. 現地施設訪問

### (1) 風力発電

スペインは、風力発電の導入に熱心な国である。風力発電は、スペインでもっとも発電能力が高いシステムだと考えられている。風力発電量としては、アメリカ、ドイツに次ぐ世界3位の発電能力をもつ。国内では、原子

力発電 8%、石炭火力発電 11%の発電量を上回り、総発電量の 20%を超えている。その背景には、風力発電の特性（天候等による発電量の変化など）を考慮した電力の制御システムが大きな役割を果たしている。出力予報を行い、その予報に基づく出力抑制と電力調整によって、安定した電力の運用を実現している。

スペイン各地の山々の頂上付近や高台に無数の風力発電のプロペラが並んでいる。また、郊外的高速道路を走っていると、新たな風力発電施設の建設に使われるプロペラを乗せたトラックが走っている光景にも遭遇する。スペイン全土で風力発電の導入が盛んに行われていることがわかる。今後は、洋上の風力発電所の建設の計画もされており、さらに発電量が増えると考えられる。

## (2) 太陽光発電

スペインは、太陽エネルギーにおいても、ドイツに次いで世界 2 位である。政府の支援を受け、太陽による発電の固定価格での買い取り制度と新規施設の建設の支援を行ってきた。大手企業の技術力は高く、アメリカをはじめとする海外の関連企業に技術輸出や設備投資をするなどして、その需要を伸ばしている。また、商業施設の屋上や郊外型商業施設近郊には、今後建設予定の土地を確保し、今後の太陽光発電施設の建設の需要の高さがわかる。

サラマンカ市に超大規模太陽光発電施設「プランタ・ソーラー・デ・サラマンカ」がある。広大な丘陵地に建設した敷地面積約 36 ヘクタールのクリーンエネルギーの発電所は、2007 年完成当時、容量で世界第 2 位となる 13.8 メガワットの出力であった。使用された太陽光発電システムは日本の京セラ製である。標高約 800 メートルの丘陵地帯に、京セラ製の太陽電池モジュール約 7 万枚を設置されている。

## (3) 太陽熱発電

太陽熱発電は太陽光発電に比べて、太陽電池のような高い部品を使う必要がない。また、太陽電池より反射鏡のほうが製造や保守の面で有利である。蓄熱することにより夜間や曇りの日でも発電することができ、発電量の変化を少なくすることができる。つまり、太陽エネルギーを利用するにもかかわらず、再生可能エネルギー特有の欠点を克服することができる発電方法である。太陽熱発電は、スペインのように、広い土地をもち、雨が少ない国には適した発電方法である。そのため、スペインには世界初、ヨーロッパ初といわれる発電所がある。

ヨーロッパの中で最も高温となるスペイン南部のセビリア近郊の太陽熱発電設備ヘマソラールには、95 ヘクタールの円形状に配置された 2600 枚の鏡の中央にある「電球タワー」が光り輝いている。その光は、50km 離れた場所からも確認できるほどであった。この「ヘマソラール」は日光がなくても、15 時間の間、エネルギーを保存することができる世界初の太陽熱を利用した発電所で 24 時間稼働させることができる。

発電所のシステムは、反射鏡が太陽光をタワーに集め、容器に入った溶融塩に熱をため、この熱で蒸気を作ってタービンを回して発電する。溶融塩の温度は 500～900℃になる。年間の稼働時間は、通常の太陽光発電所 3 倍以上で、エネルギー貯蔵機能をもたない発電所よりも 60%以上多くエネルギーを生産することができる。また、二酸化炭素削減量は年 3 万トンになるという。

## (4) 原子力発電

スペインは、ヨーロッパ初の被爆国なので、核や原発へ対するアレルギー反応が高い。1966 年、米軍戦闘機がスペイン上空を通過中、積んでいた水素爆弾 4 本が地中海側のパロマレス村に誤って落下し、現在も高レベルの放射線反応が検出されている。また、スペインで最初に建設された原子力発電所サンタマリア・デ・ガローニャの停炉・廃炉にともなう高レベル放射性廃棄物の処理や、1989 年にバンデロス原子力発電所で火災が発生した際の放射性廃棄物の処理の問題がある。住民の激しい反対運動のために、新しく建設されたが一度も稼働させず停止させられた原子力発電所もある。

このようにスペインにおいて、原子力発電所に対して否定的な考えをもつ国民感情がある。そうした「脱原発」の世論の中でも、現在 8 基の原子力発電所が稼働しており、発電容量の 8%を維持している。

マドリッド近郊では、グアダラハラ県トリリョにある加圧水型原子炉 1 基からなる原子力発電所が稼働している。日本とはちがって、かなり山奥に建設されており、冷却水もタホ川の水を使用している。また、周辺には発

展した街はなく、人の気配もほとんどなかった。また、マドリッドの東70kmのアルモナシッド・デ・ソリータにある1機の加圧水型原子炉からなる原子力発電所は、1964年から建設が始まり、1968年に商用運転を行い、2006年に閣僚の命令で運転が終了している。

#### 4. 授業実践

##### (1) 授業の内容と目標

小学校第6学年、「電気の利用」の単元の発展として、スペインのエネルギー開発について紹介した。本単元では、手回し発電機などを利用して、「電気はつくったり蓄えたり変換したりできる」という見方や考え方を身に付けることがねらいである。

本単元において、児童には、日常生活で使われている電気は、限りある地球資源を消費していることを理解し、発電に伴う環境への影響について考えさせたい。また、世界各国のエネルギー開発に興味・関心を向け、自分たちの日常生活をどのように改善していくべきか考えられる態度を育成



「電気の利用」授業の様子

したいと考えた。そのため、小学生にとっては少し高度な内容ではあったが、本研究の内容を児童用に編集して、環境破壊を防ぐためのエネルギー開発とエネルギー資源の有効活用について考えてもらうための授業を行った。

##### (2) 成果

今回の授業は、単元のまとめ、発展として行い、「環境破壊を防ぐためのエネルギー開発」、「エネルギー資源の有効活用」という観点から、日常生活で利用するエネルギーについて理解を深め、さらに環境に対しての意識を高めることを目標とした。

児童は、スペインが風力発電に力を入れていることは、旅行などで風力発電施設をたくさん見ていたことからよく理解しており、かなりの数の風力発電施設があるので、電源供給量が20%と知り、意外と少ないと感じていたようである。また、太陽光発電についても、至る所に太陽パネルを見ていたので、納得していた。しかし、太陽熱発電に関しては、全く知らなかったようで、とても興味を示した。スペインの「エネルギー資源の有効活用」に感心を示すとともに、再生可能エネルギーに関して、日本の企業が関わっていることに対して感動し、国際交流、技術提携の大切さを理解することができた。

児童にスペインの発電施設の紹介をすると、スペインの発電が環境に影響を与えない方法を選んでいることに対して、共感していた。また、なぜ日本がそのような方法を選ばないのかという疑問も出てきた。そこで、エネルギー開発に関して、偏った考え方をもってしまうため、細心の注意をはかりながら、日本とスペインの気象条件や地理的条件を比べさせることによって、それぞれの国の違いに気が付かせることができた。発電方法だけでなく、それを使う道具(LEDなど)や蓄電に関する発言も出てきた。また、「限りある資源」をどのように使うべきか、自分たちの生活を見直す意識も高めることができた。

児童の意見や感想から今回の授業を通して、エネルギー開発とエネルギー資源の有効活用及び環境破壊について、児童は多面的、総合的な見方で考え、日常生活や社会で活用しようとする態度を育てることができた。また、スペインと日本のエネルギー開発の違いや技術提携など、国際的なつながりを理解することができた。

#### 5. おわりに

私は、マドリッド周辺を旅行する中で、数多くの風力発電施設や太陽光発電施設があることに気がつき、スベ

インの再生可能エネルギーの開発に興味をもった。理科の授業では、小学校6年と中学校3年において、エネルギーに関する単元があり、スペインのエネルギー開発について調べた内容を活用できると考え、授業実践を行った。スペインのエネルギー開発、特に再生可能エネルギーの開発は、世界的にも先進的な施設が多いので教材として活用していきたいと考えた。中学生3年生が在籍していなかったため、小学校6年生の「電気の利用」で活用することとして、小学生用に内容を調整して教材を作成することになった。

スペインのエネルギー開発について調べていく中で、日本と同じような資源不足という課題を克服するために、先進的な技術を精力的に取り入れていこうとする国家プロジェクトがあることが分かった。日本では、東日本大震災後になって注目されてきた再生可能エネルギーを20年以上前から研究し、成果を上げていたことに驚かされた。

本研究の内容をその際、児童が偏った考え方をしないように十分注意しながら、児童がエネルギー開発を多面的・総合的に考えられるようにした。日常生活で使われている電力の発電方法にはいろいろな方法があることや国土や考え方の違い、政治的な背景や歴史によって、各国のエネルギー開発が違うことなど、児童にはグローバルな視点で考える機会を与えることができたのではないかと考える。

理科教育を通して、どのようにして、児童生徒たちに、国際理解教育を実践していけばよいか考えていた。今回のエネルギー開発に関する授業実践では、日本以外の国の素晴らしさに気がつき、お互いの良さを認め合う気持ちをもって生活しようとする態度を育てることができたのではないかと考える。今回の授業実践を通して、私自身も赴任したスペインの技術開発の素晴らしさ、国民の安全や将来も考慮に入れた開発の先進的な取り組みも知ることができた。日本に2年ぶりに帰国して、身の回りに太陽光発電施設が多く建設されていたり、電力の自由化がされていたりと大きな変化が見られている。今後、日本とスペインの技術交流や提携が盛んになることを期待したいと思っている。また、授業等で、私が実際に見てきたものを紹介するなどして、国際的な技術提携などの素晴らしさを教えていきたいと考えている。今回のスペインへの赴任という貴重な経験や見聞を今後の教育活動に活かし、グローバルな人材の育成の一助として、教育活動に努力していきたいと思う。