

女子部高等科1年・2年

「私たちの生活を支えるエネルギー」 ～デンマークに学ぶ～

星住リベカ 梶野ルミ子

女子部高等科では、「デンマークの豊かな国民生活から学ぶ」を掲げ、2011年夏から研修旅行を行っている。これは、自由学園と繋がり深いオレロップ体育アカデミーのスタッフの方々の全面的な協力を得て実現した研修である。デンマークは、1980年代に原子力発電所の建設計画を取り止め、再生可能エネルギーへの取り組みを選択し、エネルギーの国内自給を目指している国である。研修旅行では、再生可能エネルギー100%を実現した島として、ヨーロッパでも注目されているエーロ島を訪れ、取り組みの様子を実地で学んでいる。グループでは、この夏の研修に参加した生徒が中心になって、デンマークでの風力発電、地域暖房プラントなどのエネルギー政策や民間での取り組みに焦点をあてまとめた。

I. 報告会まで

夏休み前に、デンマーク研修旅行に参加予定の生徒には、デンマークのエネルギーや環境問題について、レポートでまとめることを宿題とした。9月から、週1回程度の高1と高2の合同授業が始まり、どのように報告へとまとめていくか方針を話し合った。現在の世界のエネルギー利用の現状を知るために「世界と日本のエネルギー大転換」(岩波ブックレット)を読み学んだ。北欧のエネルギーの取り組みをまとめた映画「」も見た。多くの文献を読み込み、内容を理解し自分の言葉でまとめることは大変な作業であった。11月の始めからは、分担して調べてきたことを報告し合い、だんだんと報告内容が決まった。より掘り下げた観点からの報告になるように、最後まで粘り強く構成を練ることができた。

2. 報告内容

(1)世界のエネルギーの現状と課題 (徐)

現在の世界では、これまで私達の生活を支えてきた石炭、石油などの化石燃料によるエネルギーや原子力発電を考え直し、再生可能エネルギーを使おうという世界の加速的な動きがある「エネルギー転換の時代」となっていることを報告した。化石燃料を使用する良い点と、問題になることをまとめた。原子力は最初「計りきれないほど安価なエネルギーになるだろう」とされ、開発が進んだが、事故が起き、事故の補償問題や、安全保障

や設備面でのコストが高すぎて、脱原発を掲げる国が増えている実体にも迫った。各国でどのようなエネルギー政策が行われているか調べ、主な国について報告した。

	2013年時点での 再生電力割合	目標値
オーストリア	68.10%	2020年までに70.6%
デンマーク	43%	2050年までに100%
フィンランド	31%	2020年までに33%
スウェーデン	61.80%	2020年までに62.9%
ドイツ	28%	2025年までに40～45%、2035年までに80% 2040年までに65%、2050年までに80%
オランダ	10%	2020年までに37%
ニュージーランド	80%	2025年までに90%
英国	19%	2015年までに50%
スペイン	36.40%	2020年までに38.1%
ギリシャ	21%	2020年までに40%
アイルランド	20.90%	2020年までに40%
日本	12%	2020年までに13.5%、2030年までに20%

表1 電力における再生可能エネルギー目標値
(枝廣 2015 他より作成)

各国で再生可能エネルギーの導入が始まっていて、160カ国以上で再生可能エネルギーの導入の目標値を持っていること、先進国だけではなく途上国の多くも目標を設定している。(表1)

(2) 再生可能エネルギーについて (中村)

再生可能エネルギーは、風や光、水の流れなどの身の周りにある自然から生み出されるエネルギーのことで、CO₂の排出量が極めて少ないことや無尽蔵にある。再生可能エネルギーの大きな柱として風力発電、バイオマス発電、太陽光発電、地熱発電、水力発電があり、それぞれの特徴についてまとめた。

(3) デンマークのエネルギー政策の歴史(寺沢)

デンマークは、再生可能エネルギーへの取り組みが、世界の中でも最も進んでいる国のひとつである。しかし、デンマークは以前からそのような自然エネルギーへの取り組みが活発であったわけではなく、1970年代には、エネルギーの90%を中東の石油に依存していた。1973年の第一次オイルショックで、原油価格が3倍に急騰し、デンマーク政府は輸入原油に頼るエネルギー政策からの転換を余儀なくされ、当初は、原子力発電所の建設を政策として進めた(図1)。その一方で、原発建設に不安を持つ市民も多くいた。デンマークには、フォルケホイスコーレという青年と成人のための教育機関が各地にある。そのフォルケホイスコーレが、エネルギー問題を国民が学び、話し合う場となった。政府も「エネルギー情報委員会(EOU)」を設置し、国民が原発について学べるように、原発推進派、反対派のそれぞれの専門家の意見を載せた6冊の冊子をつくり配布した。

1976年に、政府が原発建設にゴーサインを出したが、原発建設を心配する人達が、草の根的な活動を広げ、パンフレット作りや講演会、デモ行進などを活発に行った。エネルギーの未来について議論をする中で、世論も政治も、原発のないデンマークを考え始め、1985年デンマーク政府は原発のないエネルギープランを正式に決定した

風力発電についても、オイルショックを受け、1975年ごろからいくつかのフォルケホイスコーレで開発が始まり、1990年ごろからは実用化された。風の強いデンマークでは風力発電が有効であるということがわかり、企業も開発にかかわり、各地で本格的な建設が始まった。

	できごと	政府	市民
1973年	第一次オイルショック ↓ デンマークでは原油価格が3倍に	輸入原油に頼るエネルギー政策からの転換を余儀なくされる ↓ 原子力発電が浮上 ↓ 原発の建設予定地の選定	原発建設に不安を持つ市民の活動が始まる ↓ 原子力情報組織(OOA)設立
1974年		エネルギー情報委員会(EOU)設立	
	できごと	政府	市民
1976年		原発建設にゴーサイン	国民は活動をさらに活性化 ↓ 原発の支持率減少
1981年	北海油田の生産開始		
1985年		原発のないエネルギープランを正式に決定	
1990年代後半	エネルギー自給率100%		

図1 デンマークのエネルギー政策の変遷 (飯田2000、他より作成)



飯田2000より

(4) デンマークの再生可能エネルギーの取り組みについて (中村)

デンマーク政府は、1990年に「エネルギー2000」というエネルギー政策を発表し、2010年には「エネルギー2050年ビジョン」を発表した。エネルギー2050年ビジョンでは、2020年までに電力消費の半分を風力でまかなう。2030年までにデンマークの火力発電施設での石炭使用を撤廃する。2050年からはエネルギー補給すべてを再生可能エネルギーでまかなうということを掲げている。

現在、デンマークでは約 5000 基の風力発電機が稼働し、風力発電機の約 80% 以上は民間が所有、そのうちの半分以上は地域のコミュニティ会員によって構成された「風力共同組合」が所有している。「風力共同組合」では、地域ごとに住民が出資しあって運営している。

デンマークの各地に電熱供給施設があり 2009 年には、約 400 施設となっている。電力供給施設とは、重油やバイオマス、太陽熱温水器などを使ってお湯を沸かし、各家庭に供給し、共同で暖房や給湯として使用する施設のことである。これらも地域ごとに組合を作り、地域住民で運営している。

(5) エーロ島の再生可能エネルギー (石田)

エーロ島は、再生可能エネルギー100%を実現した島として注目されていて、研修旅行でも毎年訪れている。エーロ島は面積 88 平方キロメートル、人口 7200 人、日本の伊豆大島と同じくらい大きさの島である。研修旅行では、風力発電と地域暖房会社を見学した。

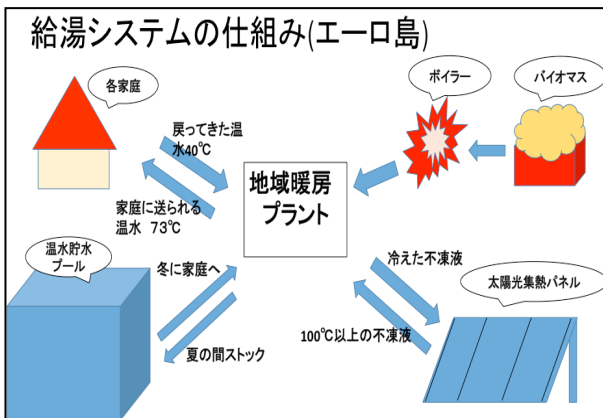
①エーロ島の風力発電

風車は1985年から建設が始まった。自然条件が風車に向いているため、デンマークの中で一番発電効率が高い風力発電ができる島とされている。エーロ島には六基の陸上風車があり、島全体の消費電力よりも多くの電力を作り出し、余分な電力を海底ケーブルで通ってドイツに売電している。住民が風力発電のための投資組合を作り、島の住民の 10% がその株を所有している。管理は、コンピューターで行っている。

②地域暖房会社と給湯システム

このシステムは約50年前から始まった。現在エーロ島には3つの地域暖房会社があり、周辺の家庭にパイプを通してお湯を供給している。仕組みは、夏は太陽光集熱パネルを使いパネルの中を流れる不凍液を温め、それを暖房プラントで熱変換し、水を温める。不凍液は100℃以上になる。温められたお湯は約 70℃ になって各家庭へ送られる。戻ってきたお湯は温度が下がっているため、再度温め循環させる。さらに、家庭に送るだけでなく、夏の間温めたお湯は冬に使用するために巨大なプールへ貯水する。冬の間は、太陽光パネルを補うために木

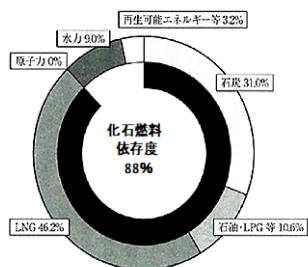
のチップや収穫後の麦わらなどのバイオマスをボイラーで燃やし、夏同様熱変換して家庭に送る。このようにして一年中自然エネルギーによってお湯がつけられ、住民はそれを受け取るシステムができています。



(6) 日本のエネルギー政策の現状 (久崎)

日本のエネルギー利用の現状とその問題点について調べた。1950年代からの日本の発電力の供給割合の移り変わりを見ると、水力主導から石油・石炭、天然ガス、原子力主導へと移り変わっていった。ほとんど化石燃料に依存している。資源の少ない日本では、その化石燃料のほぼすべてが輸入で、2013年でも88%を占めている。(図3)水力発電を除く再生可能エネルギーも増えつつある。震災後に、多くの人が再生可能エネルギーのことを考え始めたことを示す。2010年と2014年の再生可能エネルギーの年間の発電量は4倍に増えている。このように日本でも再生可能エネルギーへの取り組みが進められつつある。

図3 2013年度 日本の年間発電量の内訳 (枝廣ほか2016)



(7) 日本の原子力発電(八木澤)

日本は現在、原子力発電所が 20 カ所、廃炉になったものを合わせて原子炉を 57 基所有している。高度経済成長期に膨れ上がる電力需要を賄う為、原子力発電所の建設が政府主導で進められ、1966 年に日本初の原子力発電所、東海発電所が運転を開始した。2010 年には、日本の全電力の約 32%を原子力で占めるようになっていた。しかし 2011 年の東日本大震災で大きな事故があり、その後一時的に原子力発電所は全て活動を停止し、原子力発電がわずかに約 1%となっている。原発では新基準が導入され現在その基準の下、九州や若狭湾など 4 基が稼動し始めた(2017 年現在)。政府は今後も原子力発電所を徐々に運転再開する方針である。しかし発電後の放射性廃棄物は、放射能を出し続けるために、地下深くなどに何十万年も貯蔵しなくてはならない。その最終処分については方法がまだ決まっていない。東日本大震災では、福島第一原発事故で放射能汚染が広がり、今も人が立ち入れない区域がある。中心炉でメルトダウンしたデブリの取り出し方法も未定で、汲み上げが続く汚染地下水は、タンクで約 1000 本 100 万トンもの水が溜まっている。私たちはこのような現状を理解した上でこれからの原子力発電所について考えていく必要がある。

(8) 日本政府の取り組み(谷口)

現在の日本の政府の取り組みについて調べた。日本はデンマークに比べ、人口が多く、消費電力もデンマークの 40 倍になる。そのため日本では、化石燃料や原子力発電に依存せざるをえないという考えがある。日本の現政権が 2015 年に出された「エネルギーの目標」はまず原子力発電を「重要な電源」「優れた安定供給性と効率性」があるとしている。2030 年の導入目標では原発が 20~22%。また、自然エネルギーに対しても有望かつ多様なエネルギー源と位置づけ積極的に推進し、2030 年導入する再生可能エネルギーは 20~24%。この再生可能エネルギー導入目標は、他国と比べるとかなり低い設定である。

(9) 学びから考えたこと

私たちが今回調べて、それぞれの国でエネルギーに対する意識に差があることがわかった。デンマークでは小さい頃から学校でエネルギーについて学ぶ機会があり、民間で共同組合をつくりエネルギーを供給する機関を経営することなどから国民がエネルギーに関わり議論し合うことが多いと感じた。そのことから一人ひとりがエネルギー問題に関心を持ち、原子力発電所建設計画をとりやめ、再生可能エネルギー政策が発展していったのだと考える。それに比べ日本は再生可能エネルギーの取り組みを進めようとはしているものの国の目標設定が低く国民もエネルギーに対して意識や関心が低いと感じる。原子力発電に依存していく動きもある。もちろん、日本は人口や面積、環境条件が違うためデンマークと同じようにエネルギーの取り組み体制をつくるのが難しい。それでも、国民同士が対話しながらエネルギーに対する知識と理解を深め考えていくが必要だと思う。私たちが正しい情報を知り、関心を持って生活していくことがよいエネルギー政策を考える最初のステップになると思う。

3. 終わりに

再生可能エネルギーへの考え方や世界各国と日本のエネルギーの現状などを比較しつつ、学びを深めた。その中で、世界的には、「エネルギーの大転換」の時代であることを知る事ができた。デンマークでは、国民が参加してエネルギーについて話し合い、未来のエネルギーへの展望を考える体制ができています。研修旅行で訪れるエーロ島でもこの 6 年の間に、毎年改革が少しずつ推進され、着実により効率のよいエネルギーシステム構築を続けている。研修旅行では、人々が対話しながらエネルギーに対する知識と理解を深め考え、実行していく大切さを知った。私たちの足元の日本における原子力発電、火力発電などエネルギーのあり方については、問題が山積状態であることに気づく事ができた。これからの世界や日本でのエネルギーについて関心を持ち、主体的に考え、取り組んでいきたいと思う。

謝辞

報研修全行程に様々な心遣いをしていただいた Uffe Strandb 氏、中村秀峰氏、学術的教示を下さった高井久光氏、現地エーロ島でのスタッフである Rune Schmit 氏に心からの感謝を申し上げる。

4. 引用文献

- ① データでわかる世界と日本のエネルギー大転換(枝廣淳子他、岩波書店) 2016
- ② 北欧のエネルギーデモクラシー(飯田哲也, 新評論) 2000
- ③ デンマークという国自然エネルギー先進国(ケンジ・ステファン・スズキ、合同出版)2007
- ④ トコトンやさしいエネルギーの本第2版(山崎耕造、日刊工業新聞社) 2016
- ⑤ 日本と世界の「発電」地図帳(矢沢サイエンスオフィス、技術評論社) 2013
- ⑥ 原発が許されない理由(小出裕章、東邦出版) 2011
- ⑦ 原発事故と放射能(山口幸夫、岩波ジュニア新書) 2012
- ⑧ これだけは知っておきたい高校生のための原発の基礎知識(関根一昭、平和文化) 2011
- ⑨ エネルギー白書2017(経済産業省編) 2017
- ⑩ やっぱり自然エネルギー(自然エネルギー財団) 2015
- ⑪ エーロ島パンフレット 2017
- ⑫ 新エネルギーのすべて(化学工学会、丸善出版) 2013
- ⑬ データブック(二宮書店) 2016
- ⑭ 電力現状と新発電法(ニュートン別冊) 2013
- ⑮ STUDY 知ろう! エネルギーのこと (<http://www.sbenergy.jp/study/illustration/solar/>)
- ⑯ ロラン島のエコ・チャレンジ(新泉社) 2012
<https://www.smartgridsinfo.es/2017/06/16/andalucia-contara-mas-800-nuevas-placas-fotovoltaicas-instaladas-quantum-energia-ve>

