

# 青森の安全なエネルギー供給を考える

八戸工業大学第一高等学校

若本 翔太 上城侑士朗 風張 鳳諒  
早瀬 龍玖 米塚 耀廣 堀川 結翔

## 1、研究の背景

東日本大震災から今年で8年が経過しました。この地震では東日本の各地で大きな揺れが観測され、津波により多くの人命が失われるとともに甚大な原子力事故が発生しました。青森県では死者3人、行方不明1人、負傷者61人、避難された方は1000人を超えました。震災の被害は日本各地にも及びました。福島第一原子力発電所の事故では、福島県内の避難者数は16万人を超え、2017年時点で約55000人の方々が避難生活を余儀なくされており、原子力事故の恐ろしさを物語っています。

青森県は風力・太陽光発電施設、原子燃料リサイクル関連施設や国際核融合エネルギー研究センター、石油備蓄基地などエネルギーに関する施設が多く集まっており、エネルギーに関心が高い県です。

## 2、青森県の気候

青森県は、太平洋、日本海、津軽海峡と三方を海に面し、山地や半島など地形的な複雑さや海流の影響もあり地域によって気候に大きな差が見られます。暖候期(4-10月)は、津軽南部は温暖である一方、津軽北部、下北地域および八戸地域、上十三地域は春から夏にかけて吹く冷湿な偏東風(やませ)のため低温の日が現れやすく、しばしば冷害に見舞われる。寒候期(1-3月)は、八戸地域では雪が少なく晴天の日が多いが他の地域は季節風を受け雪の日が多くなっています。五所川原市から青森市、野辺地町にかけて、県内では最も雪の多い地帯となっている。

## 3、青森県の発電所と最大出力

青森県で発行している「あおもりの電気」によると、青森県内には2018年12月末現在、出力2000kw以上の発電所を施設数別に見ると、水力(16)、風力(15)、太陽光(9)、バイオマス(4)、火力(2)、原子力(1)あります。発電所の出力別に見ると、原子力(110万kw)、火力(47万kw)、風力(47万kw)、水力(39万kw)、太陽光(23万kw)、バイオマス(3万kw)の順になっています。県内の主な再生可能エネルギーの発電所は、図1の通りです。



図1. 青森県内の再生可能エネルギーの発電所

### 3-1、水力発電

東北電力(株)青森支店調べ、2018年12月末現在の最大出力順で見れば十和田発電所(十和田市)が31,100kWで最も多く、続いて浅瀬石川発電所(黒石市)が17,100kW、大池第二発電所(深浦町)が10,700kW、立石発電所(十和田市)が10500kWとなっており、全体で24か所132,180kWとなっております。また地域別に見れば東青16.2%、津軽41.8%、県南41.2%、下北0.8%となっております。

### 3-2、風力発電

六ヶ所村二又風力発電所(六ヶ所村)が51,000kWで最も多く、続いてユーラス野辺地ウインドファーム(野辺地町)が50,000kW、ユーラス岩屋ウインドファーム(東通村)が32,500kW、むつ小川原ウインドファーム(六ヶ所村)が31,500kWとなっており、全体で30か所385,163kWとなっております。また地域別に見れば東青1.6%、津軽10.6%、県南54.7%、下北33.1%となっております。

### 3-3、太陽光発電

ユーラス六ヶ所ソーラーパーク(六ヶ所村)が115,000kWで最も多く、続いて上北六ヶ所太陽光発電所(六ヶ所村)が51,000kW、青森メガソーラー発電所(青森市)が24,480kW、NRE太陽光発電所(七戸町)が12,240kWとなっており、全体で8

か所 230,500kW となっております。また地域別に見れば東青 10.6%、県南 89.4%となっております。

### 3-4、バイオマス発電

八戸バイオマス発電（八戸市）が 12,400kW で最も多く、続いて津軽バイオマスエナジー（平川市）が 6,250kW、青森市一般廃棄物新ゴミ処理場（青森市）が 4,284kW、弘前地区環境整備事務組合（弘前市）が 2,340kW となっており、全体で 7 か所 26,264kW となっております。また地域別に見れば東青 20.0%、津軽 32.7%、県南 47.3%となっております。

### 3-5、火力発電、原子力発電所

火力発電所は八戸火力発電所（八戸市）が 416,000kW で最も多く、続いて大平洋エネルギーセンター（八戸市）が 44,000kW で 2 か所 460,000kW となっており、地域別に見れば県南のみです。原子力発電所は、東通原子力発電所（東通村）1 か所のみで最大出力は 1,100,000kW である。

### 3-6、その他の発電

現在、電源開発（株）が建設中の大間原子力発電所（大間町）と東京電力（株）の東通原子力発電所東京電力 1 号機（東通村）の二つの原子力発電所をはじめ、日本原燃（株）の核燃料サイクル施設（六ヶ所村）さらには、2019 年 5 月からオリックス（株）が青森市（八甲田山地域）と風間浦村（下風呂地域）で地熱発電の事業性検証のための掘削調査を開始しました。さらには県内で計画中の大規模な洋上風力発電計画が進行中です。

## 4、地域的特徴について

発電における青森県内の地区別の特徴として、青森市を中心とした東西地区では水力発電、弘前市を中心とした津軽地区では水力、風力、バイオマス発電、八戸市を中心とした県南地区では火力、水力、太陽光発電、むつ市・六ヶ所村を中心とした下北地区では原子力、風力、太陽光の割合が高くなっています。海で囲まれている青森県では、風力、火力、原子力発電所が沿岸部に集中しており、特に太平洋沿岸の六ヶ所村周辺と八戸市で、県内のほとんどの電力が発電されていることが分かります。一つの県で、地熱以外ほぼ全ての発電が行われている県は全国的に見ても珍しいと言えます。また、様々な再生可能エネルギーのポテンシャルを有しており、県内エネルギー消費

量の 111%を賄うことができる調査結果も出ています。中でも地熱、風力、木質バイオマスの割合が高く、特に風力は発電導入量が全国 1 位です。これらの調査結果をまとめ、写真のようなジオラマ制作に取り組みました。



写真 1. 青森県の発電所

## 5、販売電力量と電力自給率

東北電力（株）青森支店管内の販売電力量は 2016 年では 84,210,000,000kWh となっております。

（2017 年以降は電力自由化のため公表されていない）青森県内での総発電受電量と発電量の推移をみれば、1995 年では 60%以上県外からの電力に頼っている状況でした。ちょうどこの時期は年々電力需要が増加している時期でもあり電力自給率が低下している時期でもありました。2005 年 12 月に東通原発が稼働し、この年に電力自給率が一気に 6 割を超え震災前の 2010 年度では、ほぼ 100%となり、発電構成に置ける原子力の割合が約 90%を占めるまでになりました。しかし、2011 年東日本大震災以降は東通原発が停止し、2014 年には 1 割に満たない状況まで落ち込みました。2012 年八戸火力発電所の 5 号機の運転、さらには 2015 年には燃料を軽油から LNG（天然ガス）に転換しさらなる効率の改善を図り、図 2 のとおり現在は約 20%で推移している。

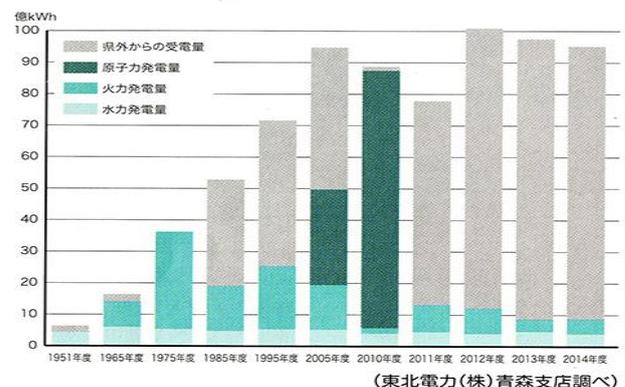


図 2. 総発電受電量と発電量の推移 (東北電力(株)青森支店調べ)

## 6、放射線測定の結果

本校電気コースでは、2016年から八戸工業大学と高大連携による課題研究に取り組んでいます。テーマのひとつである「放射線測定」では、震災での原発事故が我々の生活に影響があるかを放射線測定器で実際に八戸工業大学キャンパス内や市内各地の放射線を測定しています。図3は青森県庁ウェブサイトの環境放射線モニタリングです。県内各地の測定結果がリアルタイムで表示されます。単位は、放射線が物や人に当たった時にどれくらいのエネルギーを吸収したかを表すGy（グレイ）で表示されています。2019年11月21日から24日にかけて2グループに分かれて自宅から近い市内各地の放射線測定を測定しました。測定結果は次の通りです。（平均  $0.042 \mu\text{Sv/h}$ ）全ての場所で過去の平常値の範囲内だということが分かりました。



図3. 青森県環境放射線モニタリング

## 7、原子力発電は必要か？

電気コースでは、電力技術の授業で3年電気コースの生徒対象に毎年原子力発電についてのアンケート調査を実施しています。この中で「原子力発電は必要か？」という質問に対して、震災前の2010年（32名）ではYes(71.9%)、No(21.9%)、どちらとも言えない(6.2%)、震災後の2012年（21名）ではYes(9.5%)、No(80.7%)、どちらとも言えない(9.8%)、2013年（34名）ではYes(14.7%)、No(79.4%)、どちらとも言えない(5.9%)という結果でした。高大連携事業がスタートした2015年以降、課題研究で毎年学校周辺をはじめ八戸市各地での放射線測定を実施しています。また、青森県庁ウェブサイトで公表されている「青森県産農林水産物の放射性物質調査結果」や、「環境放射線等モニタリング」などの研究成果を積み重ねていくうちに我々の意識にも変化が現れ、2019年（40名）にはYes(80.0%)、No(15.0%)、どちらとも言えない

(5.0%)に変化しました。アンケートから原子力発電は必要であるという結果が分かりました。

## 8、地域の電力使用の内容とエネルギー需要

図4は、東北電力青森支店が2014年の県内各地の使用電力の割合を調べたものです。一般家庭の割合が20~36%となっており、特に八戸市を中心とする県南地域では20%という低い結果になっています。その代わりに八戸市は工業地帯であるため、工場などでの使用電力は54.1%という高い割合になっています。

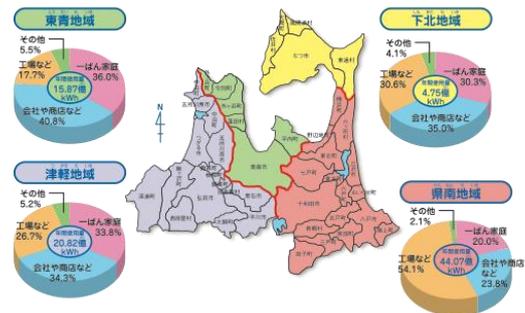


図4. 地域の電力使用の内容

図5は、地域別のエネルギー需要の割合をグラフにしたものである。どの地域も産業分野での割合が高く、特に工業地帯の八戸市では、産業別のエネルギー需要が大きく、火力発電など影響もあつての71%と高い割合になっている。その他にも雪の多い津軽・上十三地区では、除雪などでかなりのエネルギー需要があります。

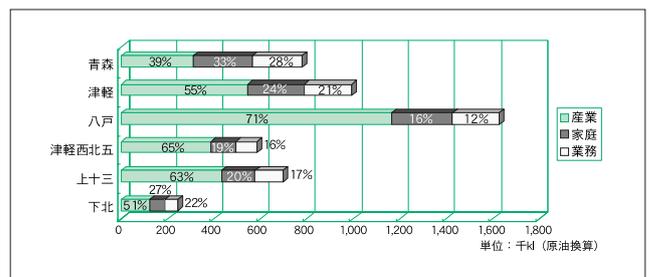


図5. 地域別のエネルギー需要

## 9、提案

青森県は産業分野でのエネルギー需要が多いという特徴を踏まえて我々は3つの提案をしたいと考えました。

### 9-1、電力自給率の向上

震災後の電力自給率を向上させるために、仮想発電所バーチャルパワープラント（VPPと略す）やネットゼロエネルギーハウス（ZEHと略す）の

導入、さらに工場や企業など大口需要家に補助金と減税の強化を提案します。

東北電力ではVPPを新潟県新潟市、宮城県仙台市、福島県郡山市で実施している。一般家庭やオフィス、工場などに存在する小さな発電システムをまとめて統合制御するシステムであり、これによりあかたも一つの発電所かのように機能し、大規模な発電所に匹敵する電力を作り出すシステムです。また図6のように災害時の地域防災機能を確保するため、新潟市では小中学校5ヶ所の学校などに発電システムを導入しています。工場や企業など産業別のエネルギー需要の割合の高い青森県では、統廃合が進む学校ではなく、比較的資金のある大口需要家(企業や工場)にVPPを設置するよう推進していければと考えます。

### 取り組みの概要

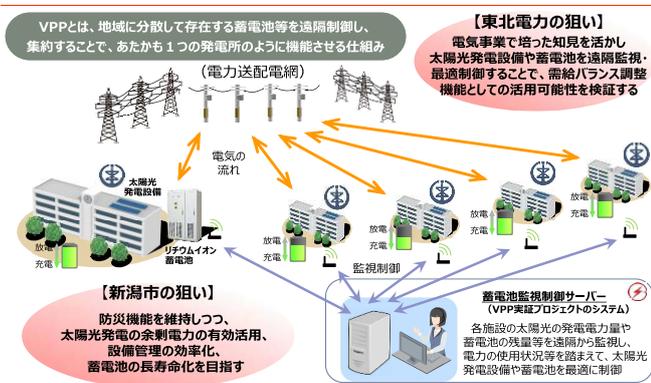


図6. 新潟におけるVPPの取り組み

図7のZEH(ゼッチ)は、消費エネルギーを減らし、つくるエネルギーが消費エネルギーを上回ることを目指した住宅のことです。消費エネルギー削減の取り組みとして、主に建物の高断熱化や省エネに関する設備の導入を行います。国が定めたZEH住宅の基準を満たすと、国から125万円を上限に補助金がもらえます。2018年度の補助金額は、1戸あたり70万円です。また、発電したエネルギーを蓄えておける「蓄電池」を設置すると、1kWhごとに3万円の補助金がもらえます(上限30万円)。



図7. ZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス)

これらを組み合わせることで省エネルギーにつながると考えます。産業部門での電力自給率の向上、自然に優しい再生可能エネルギーの発電割合も高くなるというメリットもあります。

### 9-2、蓄電設備の普及

県内の12ヶ所の一次変電所付近への蓄電施設の設置を提案します。青森県には1973年のオイルショックを契機に、石油備蓄事業の第1号として建設された、むつ小川原石油備蓄基地があります。570万キロリットルの貯蔵能力を有し、日本の石油需要12日分に相当する原油を貯蔵しています。県内の火力・原子力発電所のほとんどは太平洋沿岸部に集中しており、津波などの災害時には発電能力はストップしてしまいます。震災時の停電や2018年9月北海道でのブラックアウトなど、電気

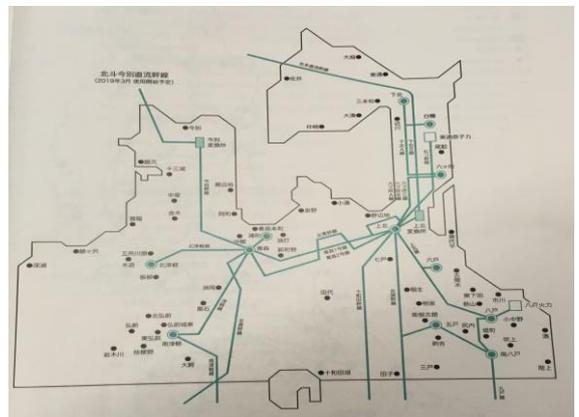


図8. 青森県内の一次変電所

の安定供給は我々の生活では無くてはならないものです。そのために、電気を多く使う工業地帯や都市の近くにあって電気を分配する図8の一次変電所への蓄電が必要だと考えます。

蓄電池とは、充放電のできる二次電池のことです。蓄電池はあまった電気を貯めておくができ、発電量を天候に左右されてしまう太陽光や風力などの再生可能エネルギー電源では、使い切れない電気を蓄電池に貯めておき、必要な時に放電して利用することができます。

再生可能エネルギーは天候によって出力が大きく変動するため、現在の電力系統に大量に導入された場合、電力系統に大きな負荷をかけてしまいますので電力系統の安定化にも活用できます。また、災害や電力不足などで停電が発生した場合、蓄電池に電気が貯められていれば自立的に電気をまかなうことができ非常用電源や給電所として使うことができます。さらに一斉に電力を使う時間帯に、蓄電池に貯めておいた電気を使うようにす

れば、電力の消費を抑える「ピークシフト」にも役立ちます。

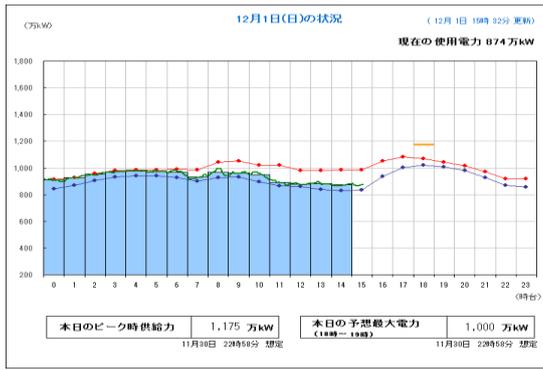


図9. 使用電力の推移 (東北電力 HP)

### 9-3. 電気 (EV) 船舶の実用化

EV 船舶の実用化を提案します。具体的には近海漁船への導入と洋上風力発電の活用です。海で囲まれた青森県は、過去にはイカの水揚げ日本一を誇り全国有数の水産業の盛んな県です。現在漁業生産量は全国6位で、そのほとんどが沖合・沿岸漁業と養殖業で成り立っています。(表3・4)

平成22年には、八戸工業大学の協力で太陽光発電を主動力としたソーラー観光船が市内の観光船として登場しました。原子力船むつは主動力に原子力を使いましたが、再生可能エネルギーである太陽光を使ったということでメディアで紹介されるなど注目を集めました。

戦後、八戸では漁船の大型化が進み遠洋・近海漁業の幕開けがスタートし、それに伴い水産都市として発展した街です。本校は、航海で欠かすことのできなかつた無線通信士の育成を目的として設立された学校で、海の育てた学園として今日に至っています。

青森県で主力魚でもあるイカを例にとって説明します。いか釣り漁船は、夜間に集魚灯を使い操業します。一般の漁と違い停泊時にエンジンを高回転させて発電をするので、燃料(重油)の消費が多いと言われます。動力源や集魚灯やイカ釣り機械なども重油を使つての発電ですので、9トンの小型船舶が一晩の操業で重油9000消費すると言われてています。漁船に大型蓄電器を搭載しEV化(ハイブリット化)すれば重油は節約することができます。例えば水素、太陽光、風力、潮力を併用すればもっと効率上がる可能性もあります。

欧州では開発が進んでいる洋上風力発電に対して、日本では「再エネ海域利用法」が2018年11月末に国会で可決され本格的な実用化に向けて動き出して全国的に広がっていくと思われまふ。青森県では、津軽沖、陸奥湾、むつ小川原沖に最大600基計画しているようです。図12のとおり、全国的に見ても漁業の主要都市に近いということも海上での給電や新しい漁礁の開発、養殖業への応用など大いに活用が期待できます。



図10. 漁業・養殖業の生産性の推移

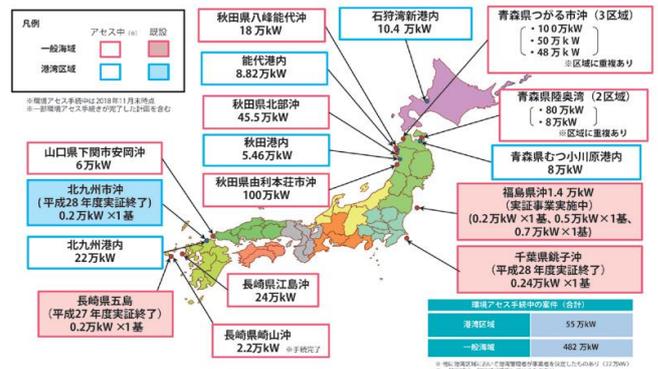


図12. 洋上風力発電の計画

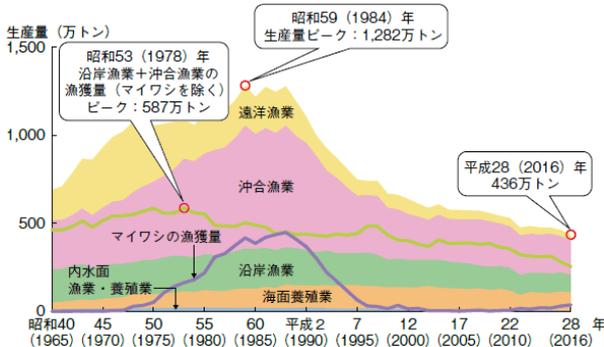


図11. 漁業・養殖業の生産性の推移

漁船のEV化が進めば、CO2排出量の減少や災害時には蓄電池から電力供給を供給することもできます。漁船だけでなく客船や作業船、さらには除雪車などにも導入が進めば安定したエネルギー、電力の供給ができ、安全でクリーンな環境を保つことができると我々は考えます。

