

## 第二部 低炭素・循環型社会の形成に向けて

平成23年（2011年）3月11日に発生した東日本大震災は、本県経済、我が国に直接・間接に大きな被害を与えました。

なかでも、エネルギーに関しては、石油精製所の被災や輸送網の寸断によるガソリン等の石油製品不足や、地震・津波で設備被害を受けた発電所の停止により生じた電力不足は、国民生活や我が国経済に大きな影響を及ぼしました。その結果、エネルギーの安定供給に係る多くの課題が浮き彫りになるとともに、エネルギー資源の乏しい我が国における今後のエネルギー供給のあり方について、再生可能エネルギーの活用も含めて関心が高まっています。

このような状況の中で、本県は、再生可能エネルギーの賦存量が多く、エネルギー分野での先進的な取組を進めているなど、エネルギー分野に「強み」を持っており、「青森県基本計画未来への挑戦」においても、エネルギーは今後大きく成長する可能性がある「比較優位資源」として位置付けられています。

我が国の産業・生活基盤を支えるエネルギーの供給に関し、本県はこれまでも原子力発電や風力発電などで有用な役割を担ってきましたが、東日本大震災を契機に、より重要性を増した再生可能エネルギー等について、推進の方向性を示していくことが重要と考えられます。

また、廃棄物のエネルギーへの利用などをはじめ、リサイクルを着実に推進することが、地球温暖化対策をはじめ、限りある資源を有効に活用していく低炭素社会、持続可能な循環型社会を形成するために重要であることから、第二部では、エネルギーや廃棄物についての現状、県内における取組、今後の可能性について述べます。

### 第1章 低炭素・循環型社会の形成に向けた現状

第1章では、低炭素・循環型社会の形成に向けた本県及び全国の現状をみていきます。

#### 1 東日本大震災の影響

東日本大震災によって生じた我が国の電力不足の状況を振り返るとともに、原子力による発電量の低下を補うために輸入量が増加した天然ガスの状況を原油と比較しながらみていきます。

##### (1) 電力供給への影響

地震・津波で甚大な設備被害を受けた発電所の停止により、東京電力及び東北電力管内の供給力が大幅に減少し、需要が供給を上回る需給ギャップが生じました。このため、東北電力管内では実施されなかったものの、東京電力管内では計画停電が実施され、産業活動や国民生活に大きな影響を及ぼしました。

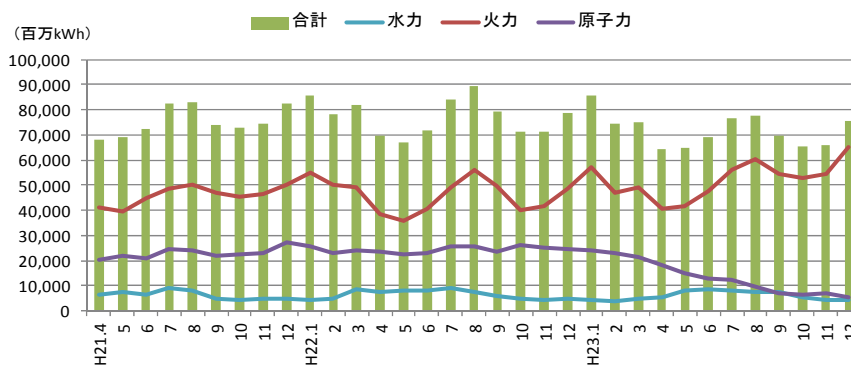
また、電力需要が増える夏の電力不足を解消するため、国は電気事業法第27条に基づき、両電

力管内の大口需要家（契約電力 500kW 以上）に対して使用制限（平成 23 年（2011 年）7 月 1 日～9 月 9 日（平日）の 9 時から 20 時の間、昨夏同期間における使用最大電力から 15%削減する）を設け、対象となった大口需要家は、制限時間帯以外の夜間や土日に生産活動を行う等の対応を迫られました。大口需要家による対応のほか、家庭や事業所などにおいて、エアコンの設定温度を上げる、必要最低限の照明のみを点灯するなどの節電の取組が行われた結果、平成 23 年（2011 年）夏の両電力管内における停電は回避されました。

青森県内においても節電により電力使用が抑えられ、東北電力（株）青森支店管内の平成 23 年（2011 年）夏の販売電力量は平成 22 年（2010 年）夏を 10%程度下回る結果となりました。（図 1-2）

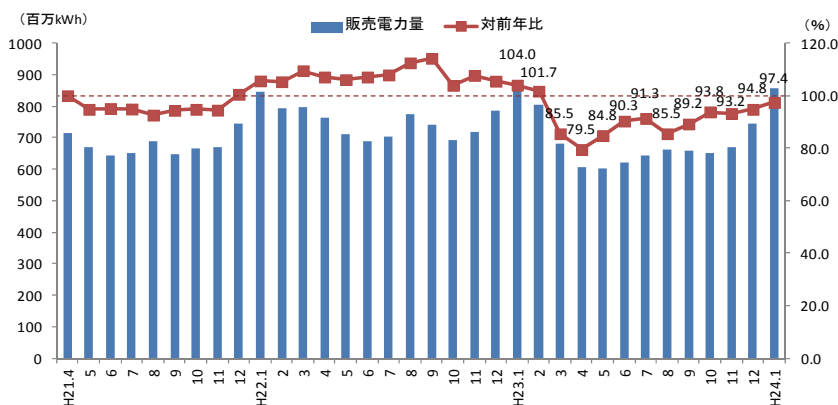
冬季においても、原子力施設利用率の低下による電力不足が懸念され、関西電力、九州電力管内においては、事業者と家庭に対し 5%～10%の自主的な節電が求められました。それ以外の電力管内においても、数値目標はないものの、無理のない範囲での節電が求められました。

図 1-1 全国発電実績



資料)資源エネルギー庁「発電実績(総括)」  
「合計」は、水力、火力、原子力のほか、地熱、風力、太陽光を含むものである。

図 1-2 販売電力量及び対前年比の推移（青森支店管内）



資料)東北電力(株)青森支店「電力需要実績」

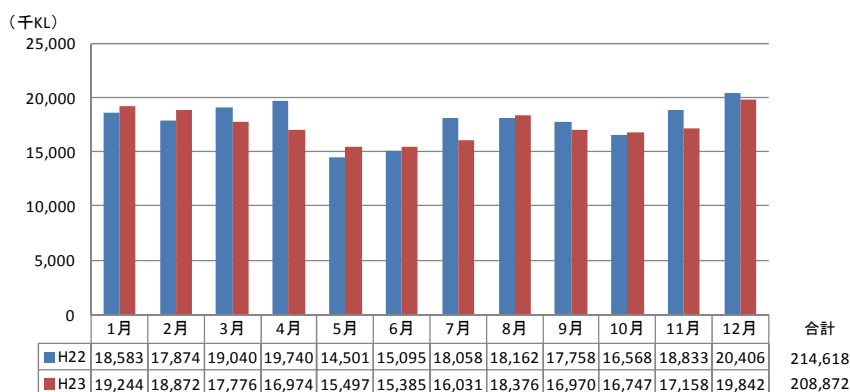
## (2) 原油及び液化天然ガスの輸入状況

財務省貿易統計によると、平成 23 年(2011 年)の原油及び粗油の輸入数量 (208, 872 千 KL) は、平成 22 年(2010 年)の輸入数量 (214, 618 千 KL) と比較して約 3%減となっています。（図 1-3）

原油及び粗油の千 KL 当たりの輸入価格は、平成 23 年(2011 年)5 月 (60.8 百万円) をピークに、その後低下し、横ばい傾向にあるものの、平成 22 年 (2010 年) と比較すると高値で推移していま

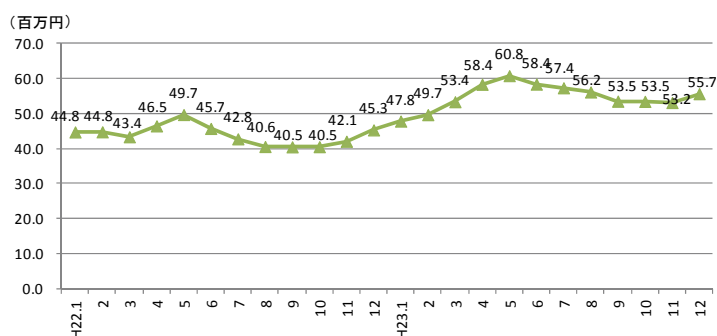
す。(図1-4)

図1-3 原油及び粗油の輸入数量(全国)



資料)財務省貿易統計

図1-4 原油及び粗油の輸入価格(千KL当たり)(全国)

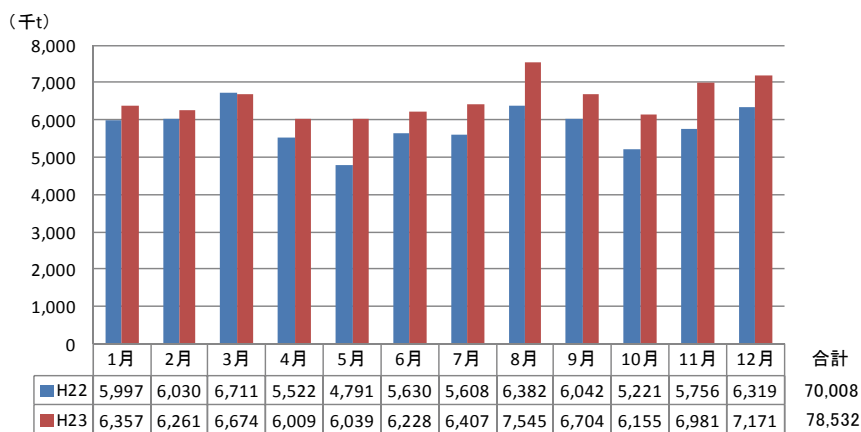


資料)財務省貿易統計

一方、液化天然ガスの輸入数量は増加しており、平成23年(2011年)の輸入数量(78,532千t)は、平成22年(2010年)の輸入数量(70,008千t)と比較して約12%増となっています。輸入数量の増加は、原子力による発電量の低下を、液化天然ガスによる火力発電で補ったためと考えられます。(図1-5)

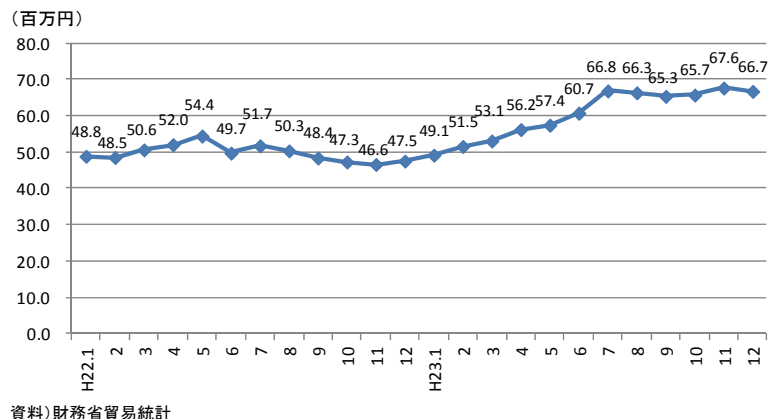
液化天然ガスの千t当たりの輸入価格は、平成22年(2010年)11月以降、上昇傾向にあり、高値が続いています。(図1-6)

図1-5 液化天然ガスの輸入数量(全国)



資料)財務省貿易統計

図1-6 液化天然ガスの輸入価格（千t当たり）（全国）



## 2 温室効果ガス排出量の現状と目標

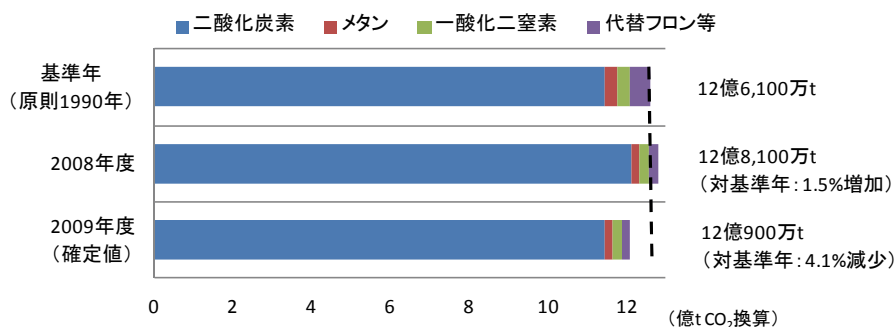
低炭素社会の形成のためには、温室効果ガスの排出量を削減することが必要不可欠です。そこで、我が国の温室効果ガス排出量の削減目標と、全国と本県における温室効果ガスの排出量の推移をみていきます。

### (1) 温室効果ガス排出量の削減目標と排出量の推移

平成9年(1997年)に京都市で開催された「気候変動枠組条約第3回締約国会議」で採択された「京都議定書」によって、日本には、二酸化炭素など6種類の温室効果ガスの排出量を、平成20年(2008年)から平成24年(2012年)まで平均で基準年(二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素は平成2年(1990年)、代替フロン等3ガスは平成7年(1995年))に比べて6%削減するという目標が課せられました(第一約束期間)。

環境省によると、我が国の平成20年度(2008年度)の温室効果ガスの総排出量は、12億8,100万tで、京都議定書の基準年(原則1990年)の総排出量と比べると1.5%の増加、平成21年度(2009年度)は12億900万tで、基準年と比べると4.1%の減少となっています。(図1-7)

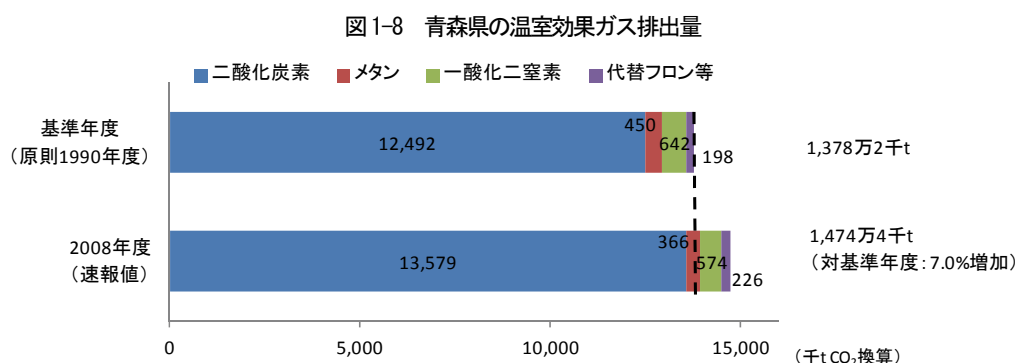
図1-7 我が国の温室効果ガス排出量



一方、本県の状況をみると、20年度(2008年度)(速報値)の温室効果ガスの総排出量は、1,474万4千tで、基準年度(※)(原則1990年度)と比べると7.0%の増加となっています。(図1-8)

## ※基準年度

国では暦年(原則1990年)を基準年としていますが、県では「青森県地球温暖化対策推進計画(平成23年(2011年)3月策定)」において年度(原則1990年度)を基準として削減目標を掲げているため、県の場合は、基準年度と表記している。



全国の排出量について、平成21年度(2009年度)が平成20年度(2008年度)と比べて減少した原因として、平成20年度(2008年度)後半の金融危機の影響による景気後退に伴う産業部門をはじめとする各部門のエネルギー需要の減少が平成21年度(2009年度)も続いたこと、原子力発電所の設備利用率の上昇等に伴い電力排出原単位(1kW時あたりの温室効果ガス排出量)が改善したことなどが挙げられています。

国においては、温室効果ガスの更なる削減に向けた中期目標として、温室効果ガスの排出量を平成32年(2020年)までに平成2年(1990年)比で25%の温室効果ガス削減を目指すことを国際的に表明しており、本県でも、国の取組にも対応した意欲的な目標として、「青森県地球温暖化対策推進計画(平成23年(2011年)3月策定)」において、平成32年度(2020年度)の温室効果ガス排出量を平成2年度(1990年度)比で25%削減することを目指しています。これらの目標を達成するためには、温室効果ガス排出量の9割以上を占める二酸化炭素の排出量をいかに抑えるかがポイントとなります。

しかしながら、東日本大震災後は、原子力による発電量の減少を補うため、化石燃料を用いた火力による発電量が増加しており、それに伴い二酸化炭素排出量が増加すると想定されます。

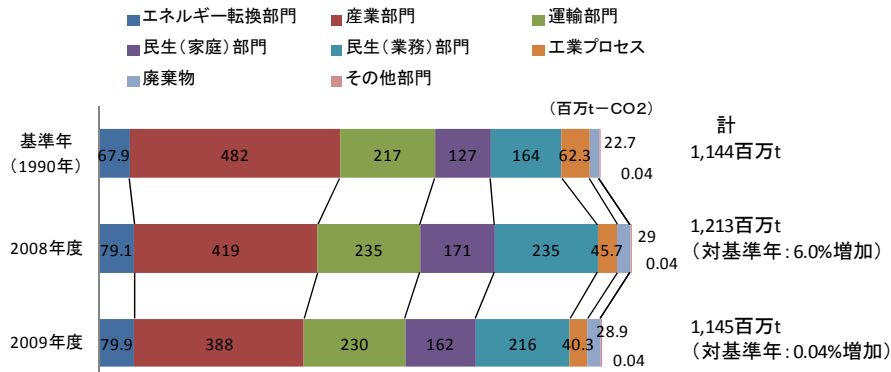
また、平成23年(2011年)11月から12月にかけて「気候変動枠組条約第17回締約国会議」、「京都議定書第7回締約国会合」等が行われました。京都議定書の第二約束期間(2013年~2018年)については、将来の包括的な枠組みの構築に資さないため日本は参加しないこととしており、今後の新たな国際的な枠組みの構築について、動向が注目されています。

## (2) 二酸化炭素排出量の推移

温室効果ガス排出量の9割以上を占める二酸化炭素について、排出量の推移をみてみます。

基準年の平成2年(1990年)からの増加率をみると、全国の二酸化炭素排出量は、平成20年度(2008年度)は6.0%の増加、平成21年度(2009年度)は0.04%の増加となっています。(図1-9)

図 1-9 全国の部門別二酸化炭素排出量



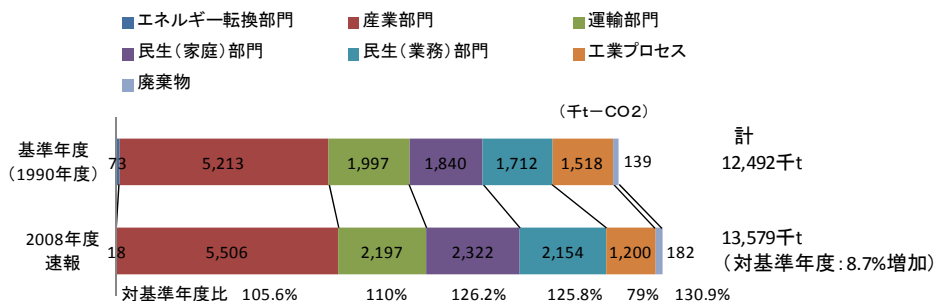
資料) 環境省「2009年度(平成21年度)の温室効果ガス排出量(確定値)について」(H23.4)

一方、本県の平成20年度(2008年度)速報の二酸化炭素排出量は、基準年度(1990年度)と比較すると、全国値同様、増加しており、8.7%の増加となっています。(図1-10)

さらに、本県の平成20年度(2008年度)速報における二酸化炭素排出量の内訳をみると、産業部門が5,506千tと最も多いものの、基準年度(1990年度)と比較した増加率では、民生(家庭)部門が26.2%増加、民生(業務)部門が25.8%増加と高くなっています。排出量の多い産業部門のみならず、増加率の高い民生(業務、家庭)部門においても、二酸化炭素排出量を抑制することが重要です。(図1-10)

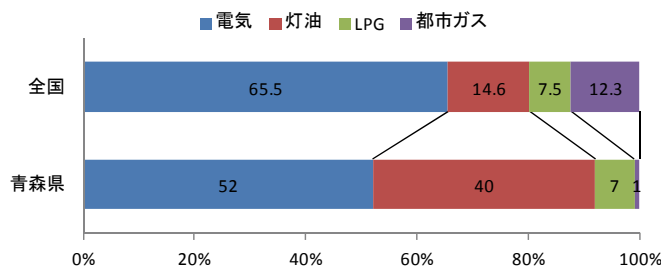
なお、本県の民生(家庭)部門の燃料種別二酸化炭素排出量は、全国と比較して、灯油の割合が高く、これは、暖房や融雪対策に灯油を利用する割合が高いことによるものと推測されます。(図1-11)

図 1-10 青森県の部門別二酸化炭素排出量



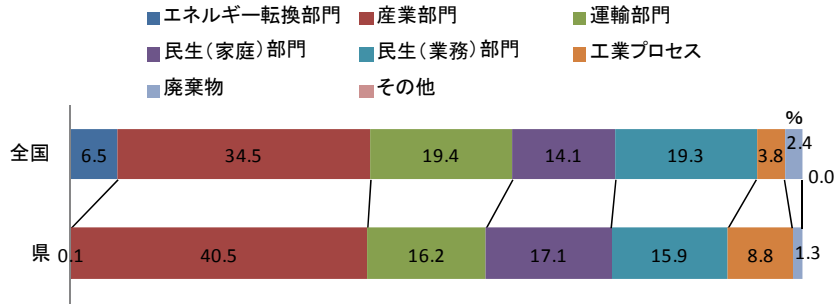
資料) 県環境政策課「青森県地球温暖化対策推進計画」(H23.3)

図 1-11 民生(家庭)部門の燃料種別二酸化炭素排出量内訳(2008年度)



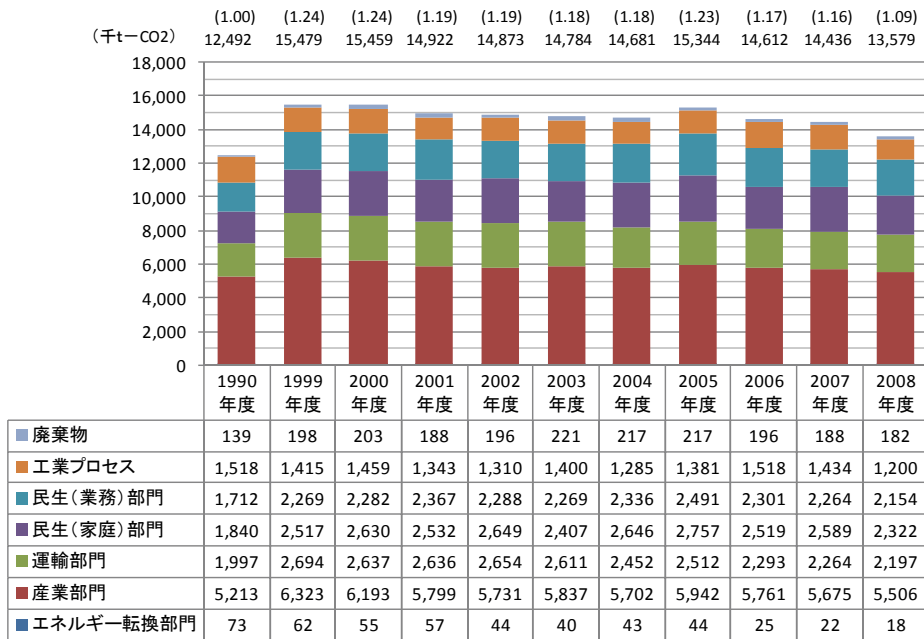
資料) (独) 国立環境研究所「日本の温室効果ガス排出量データ(1990~2009年度)確定値」(H23.4)、県環境政策課「青森県地球温暖化対策推進計画」(H23.3)  
※対象としている排出量は家庭内のエネルギー使用に伴うCO<sub>2</sub>排出量で、自動車利用に伴う排出量は含まない。

図1-12 部門別二酸化炭素排出量の割合 (2008年度)



資料) 資料) (独)国立環境研究所「日本の温室効果ガス排出量データ(1990～2009年度)確定値」(H23.4)、県環境政策課「青森県地球温暖化対策推進計画」(H23.3)

図1-13 青森県の部門別二酸化炭素排出量の推移



資料) 県環境政策課「青森県環境白書(平成23年版)」

### 3 エネルギー需給量の現状

我が国のエネルギー需給量の現状や本県のエネルギー消費構造の現状をみていくとともに、高いポテンシャルをもつ本県の再生可能エネルギーの導入の推移についてみていきます。

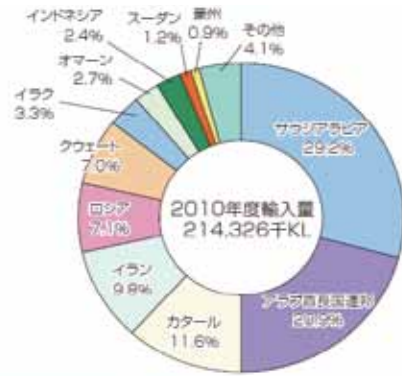
#### (1) 日本のエネルギーの主な輸入先

日本はエネルギー資源が乏しく、ほとんどを海外から輸入しています。

主要エネルギーについて、その輸入先をみると、原油は8割以上を中東地域から輸入しています。また、天然ガスについては、原油と異なり、中東に頼る割合は2割程度で、残りは東南アジア、オーストラリア等から輸入しています。(図1-14、1-15)

日本のエネルギーの自給率(平成20年(2008年))は、原子力エネルギーを含めない場合は4%、含めた場合でも18%と、低いものとなっています。(原子力エネルギーを輸入エネルギーとする考え方と、準国産エネルギーとする考え方があります。)

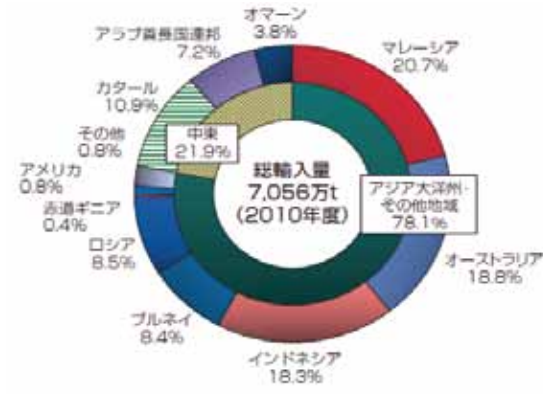
図1-14 原油の輸入先 (2010年度)



(出所) 財務省「貿易統計」より作成

資料) 資源エネルギー庁「エネルギー白書2011」

図1-15 天然ガスの輸入先 (2009年度)



(出所) 日本関税協会「日本貿易月表」をもとに作成

資料) 資源エネルギー庁「エネルギー白書2011」

## (2) 一次エネルギー国内供給の現状

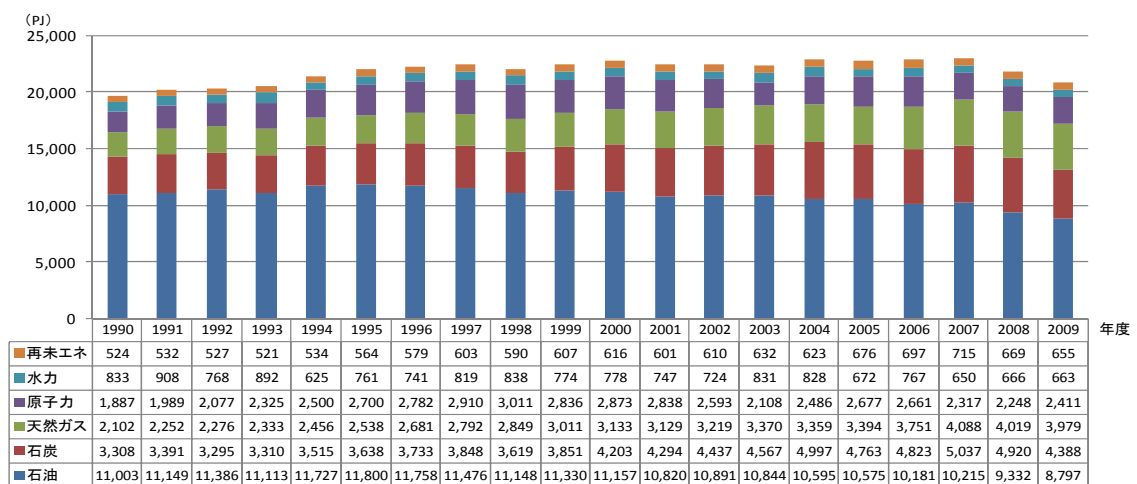
我が国の一次エネルギー（※）供給の推移をみると、平成12年度(2000年度)以降ほぼ横ばいで推移してきましたが、平成20年度(2008年度)以降は経済活動の落ち込みにより減少傾向にあります。(図1-16)

一次エネルギー供給の推移をエネルギー源別にみると、他のエネルギー源が横ばいか減少傾向にある中、天然ガスは増加傾向にあることがわかります。一次エネルギーに占める割合をエネルギー源別にみると、石油のシェアが高く、平成21年度(2009年度)は石油が全体の42.1%を占めています。(図1-17)

### ※一次エネルギー

エネルギーを生み出すための資源で、電気・ガス事業者等によって、電気、ガソリン、灯油、都市ガス等の二次エネルギーに転換され、我々消費者に使用されている。

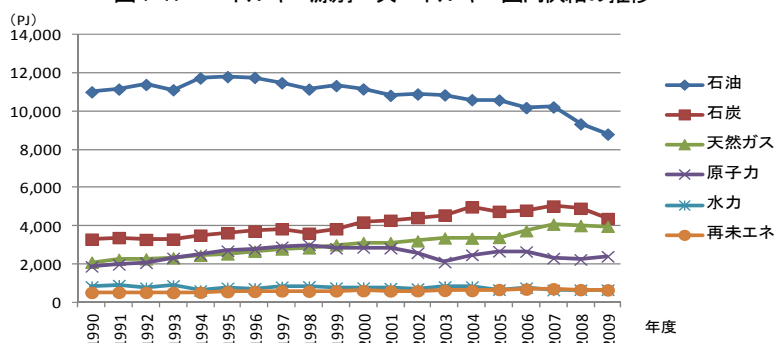
図1-16 一次エネルギー国内供給の推移



資料) 資源エネルギー庁「平成21年度(2009年度)におけるエネルギー需要実績(確報)」



図1-17 エネルギー源別一次エネルギー国内供給の推移



資料)資源エネルギー庁「平成21年度(2009年度)におけるエネルギー需要実績(確報)」

※PJ (ペタジュール) は、エネルギー量の単位で、千兆 (10の15乗) ジュール。1ジュール=0.239 カロリー。

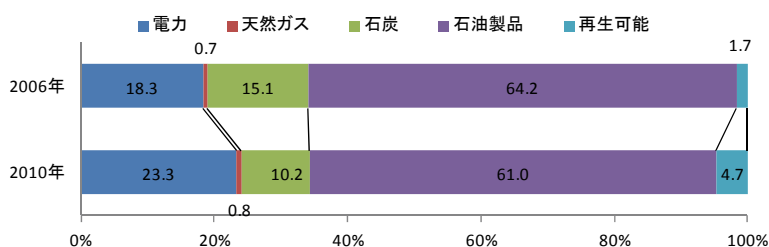
### (3) 本県のエネルギー消費構造の現状

一次エネルギーから電気や石油製品などへの転換を経た二次エネルギーについて、本県の消費構造の推移をエネルギー種別にみると、平成18年(2006年)に比べて平成22年(2010年)は、化石燃料の割合が減少し、電力や再生可能エネルギーが増加しています。(図1-18)

県では、平成18年(2006年)11月に策定した「青森県エネルギー産業振興戦略」において、2030年の本県におけるエネルギー消費構造のあるべき姿として、平成18年(2006年)に約80%の割合を占める化石燃料の比率を、約半分の43%まで低減し、電力を31%まで、再生可能エネルギーを26%まで引き上げることを目標に掲げています。

再生可能エネルギーの導入については、現在、国の制度として、太陽光発電の余剰電力買取制度が実施されていますが、平成24年(2012年)7月1日からは、新制度として、太陽光に加えて風力、水力、地熱、バイオマスを用いて発電された電気を、一定の期間、一定の価格で電気事業者へ買取を義務付ける再生可能エネルギー固定価格買取制度が始まります。これにより、県内においても、再生可能エネルギーの導入がさらに進むものと考えられます。

図1-18 エネルギー種別の消費構造の推移 (青森県)



資料) 県エネルギー開発振興課「青森県エネルギー産業振興戦略ロードマップ」

※2006年は「青森県エネルギー産業振興戦略」策定調査業務報告書H18.12より。2010年は青森県調べ

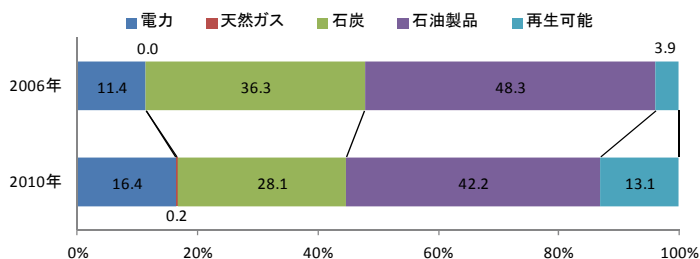
次に、本県のエネルギーの消費構造の推移を部門別にみてみます。

産業部門においては、石炭、石油製品といった化石燃料の割合が減少し、電力、再生可能エネルギーの割合が増加しています。(図1-19)

運輸部門においては、消費構造に変化はみられず、99.0%が石油製品のままとなっています。(図1-20)

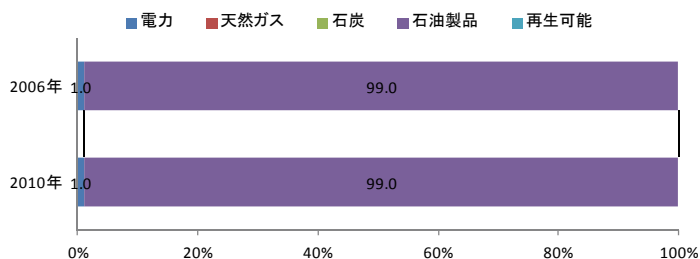
民生部門においては、石油製品から電力への移行が進んでいますが、再生可能エネルギーの割合は0.1%のままとなっています。(図1-21)

図 1-19 産業部門の消費構造の推移（青森県）



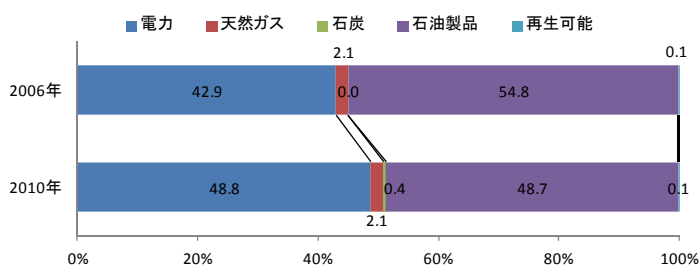
資料) 県エネルギー開発振興課「青森県エネルギー産業振興戦略ロードマップ」  
 ※2006年は「青森県エネルギー産業振興戦略」策定調査業務報告書H18.12より。2010年は青森県調べ

図 1-20 運輸部門の消費構造の推移（青森県）



資料) 県エネルギー開発振興課「青森県エネルギー産業振興戦略ロードマップ」  
 ※2006年は「青森県エネルギー産業振興戦略」策定調査業務報告書H18.12より。2010年は青森県調べ

図 1-21 民生部門の消費構造の推移（青森県）



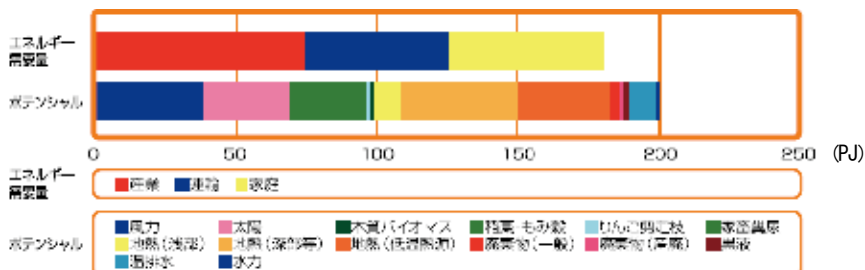
資料) 県エネルギー開発振興課「青森県エネルギー産業振興戦略ロードマップ」  
 ※2006年は「青森県エネルギー産業振興戦略」策定調査業務報告書H18.12より。2010年は青森県調べ

#### (4) 本県の再生可能エネルギーのポテンシャル

本県の再生可能エネルギーのポテンシャルは、県内のエネルギー需要量を十分にまかなえるほど高く、県では、これを活かして、新たな産業クラスターを形成しようとする取組を行っています。

(図 1-22)

図 1-22 青森県のエネルギー賦存量



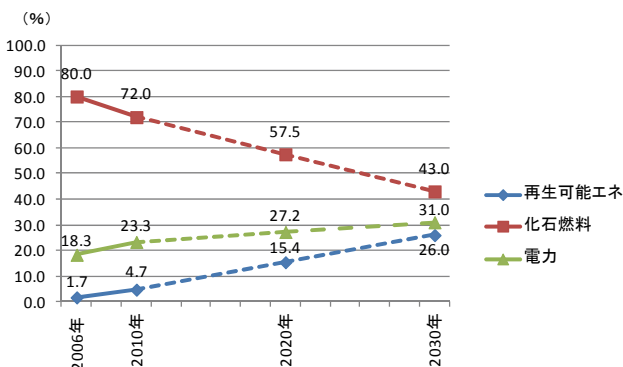
資料) 県エネルギー開発振興課「青森県エネルギー産業振興戦略」

平成 18 年(2006 年)11 月に策定した「青森県エネルギー産業振興戦略」では、本県における 2030 年のエネルギー将来像(消費構造)を掲げ、県内の地域特性を踏まえた重点産業分野を定めており、戦略に基づき、各種エネルギー関連の先進的プロジェクトに積極的に取り組んでいます。

さらに、平成 23 年(2011 年)3 月には「青森県エネルギー産業振興戦略ロードマップ」を策定し、中間地点となる平成 32 年(2020 年)におけるエネルギー将来像を明らかにしています。これによると、平成 32 年(2020 年)における再生可能エネルギーのエネルギー消費に占める割合を 15.4%としています。(図 1-23)

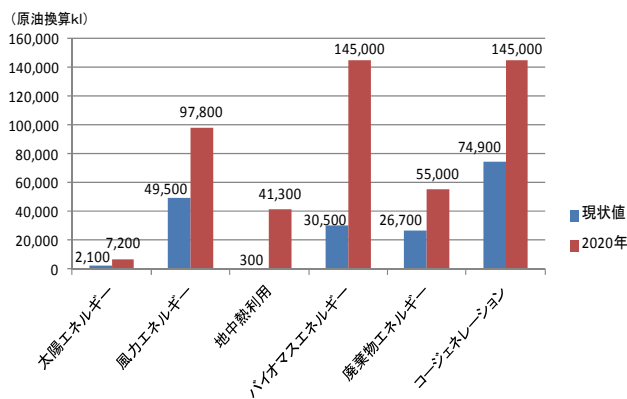
また、再生可能エネルギーのうち、主なものについて平成 32 年(2020 年)における導入量を試算しており、バイオマスエネルギー、コージェネレーション、風力エネルギーの導入量が大幅に増加することが見込まれています。(図 1-24)

図 1-23 エネルギー消費割合の変化(青森県)



資料)県エネルギー開発振興課「青森県エネルギー産業振興戦略ロードマップ」  
※実線は実績、点線は将来予測をあらわす。

図 1-24 再生可能エネ等の現状量と 2020 年の導入量(試算)



資料)県エネルギー開発振興課「青森県エネルギー産業振興戦略ロードマップ」

## (5) 本県の再生可能エネルギー供給量の推移

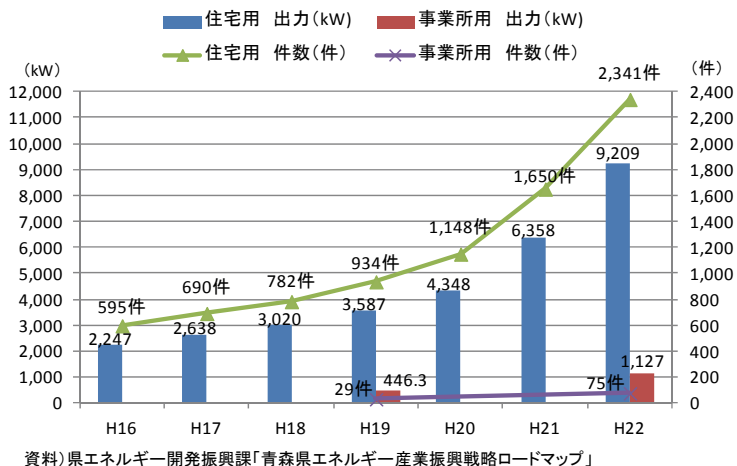
再生可能エネルギーの導入の推移について、主なものを個別にみていきます。

### ①太陽エネルギー

太陽光発電については、住宅用、事業所用とも増加傾向にあり、特に、住宅用については、平成 21 年(2009 年)から開始した設置補助金や余剰電力買取制度などの影響もあり、大きく伸びています。事業所用については、75 件、1,127kW(平成 22 年度(2010 年度))と公共施設を中心に着実に増加しているほか、東北電力株式会社が八戸火力発電所隣接地に建設した「八戸太陽光発電所」(1,500 kW)が、平成 23 年(2011 年)12 月より稼働しています。(図 1-25)

太陽熱利用については、平成 19 年度(2007 年度)では、前年度より減少しているものの、住宅用及び事業所用の太陽熱温水器等、30,279m<sup>2</sup>の導入がみられます。

図1-25 太陽光発電の導入の推移（青森県）



## ②風力エネルギー

下北半島をはじめ、県内には数多くの風力発電施設が設置されています。平成22年度(2010年度)末の風力発電の設備容量は全国1位(303,540kW)、設置基数は北海道に次いで全国2位(200基)と、風力発電の導入は全国トップクラスとなっています。(図1-27)

図1-26 風力発電(単機出力100kW以上)の基数及び設備容量の推移(青森県)

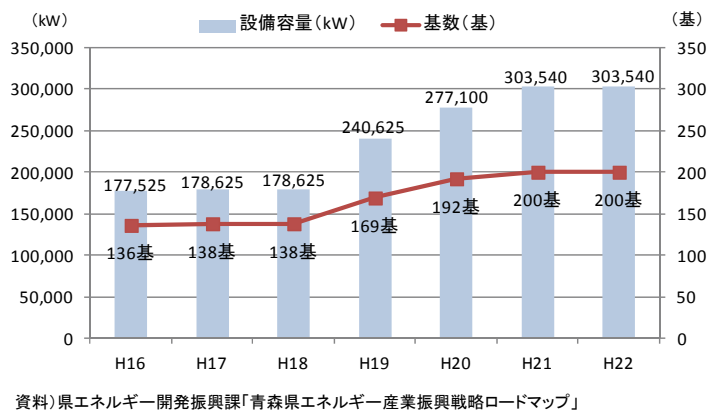
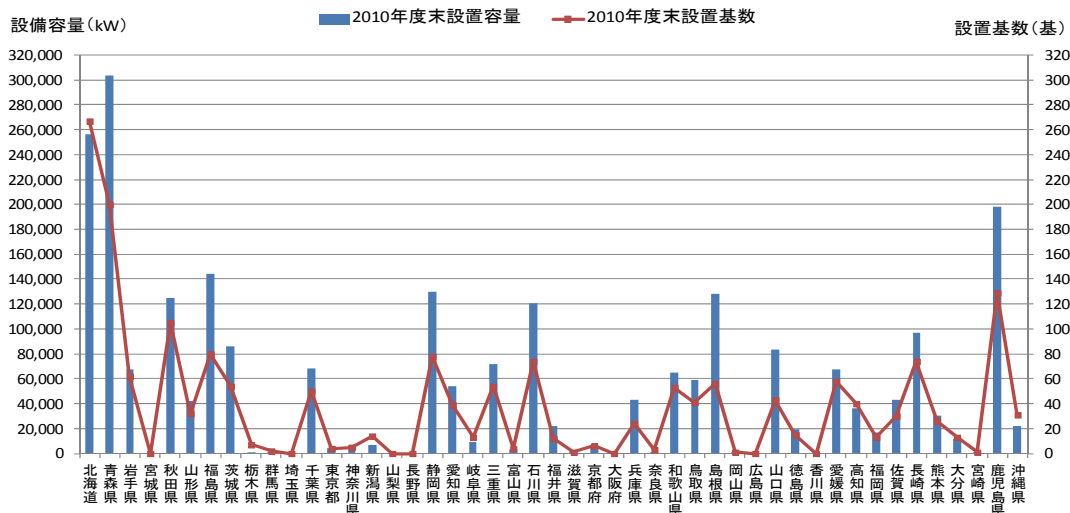


図1-27 都道府県別風力発電導入量



### ③バイオマスエネルギー及び廃棄物エネルギー

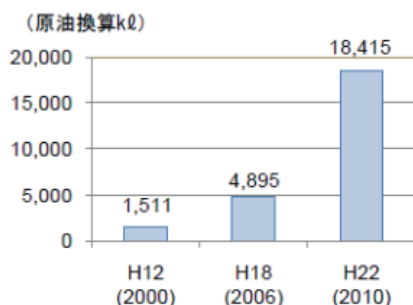
バイオマスエネルギーについては、発電利用が平成 22 年度(2010 年度)に原油換算で 26,840k1 の導入量があると推定されます。三菱製紙株式会社八戸工場がその大部分を占めており、津軽地区の農業施設などでも導入されています。

バイオマスの熱利用については、ペレット利用が 8 割以上を占めており、そのほか、廃油等の利用がみられます。

廃棄物エネルギーについては、産業廃棄物処理施設、一般廃棄物処理施設における発電利用が進んでおり、平成 22 年度(2010 年度)は、平成 18 年度(2006 年度)に比べて 3 倍以上の伸びを示しています。(図 1-28)

また、廃棄物処理で発生する熱の回収も行われており、八戸市の企業において、回収した熱をコンテナで配達する取組も行われています。これについては、第 2 章で記述しています。

図 1-28 廃棄物発電の導入の推移



資料) 県エネルギー開発振興課「青森県エネルギー産業振興戦略ロードマップ」

## 4 本県の廃棄物の排出量及びリサイクル量の現状

本県では、第 2 次青森県循環型社会形成推進計画を策定し、天然資源の消費抑制と環境負荷の低減を目指した持続可能な循環型社会の形成に向けた取組を推進していくこととしています。ここでは、本県の廃棄物の排出量とリサイクル量の状況とともに、廃棄物の処理目標についてみていきます。

### (1) 本県の一般廃棄物の現状

本県の一般廃棄物(産業廃棄物以外の廃棄物。主に、家庭系ごみ、事業系ごみ)の排出量は、ここ数年減少傾向が続いています。人口一人当たりの日のごみ排出量も、全国、本県ともに減少傾向にありますが、平成 21 年度においては、本県は 1,049g で全国よりも 55 g 多く、全国で 5 番目に多い状況にあります。(図 1-29)

また、本県の一般廃棄物の資源化量は、ここ数年増加傾向が続いていましたが、平成 21 年度(2009 年度) (69,747t) は前年度 (70,407t) と比較して約 0.9%減少しています。(図 1-30)

平成 21 年度(2009 年度)の青森県のリサイクル率は、12.9%で全国値より 7.6 ポイント低く、大阪府に次いで全国で 2 番目に低い状況となっています。(図 1-30)

図1-29 一般廃棄物の排出量の推移

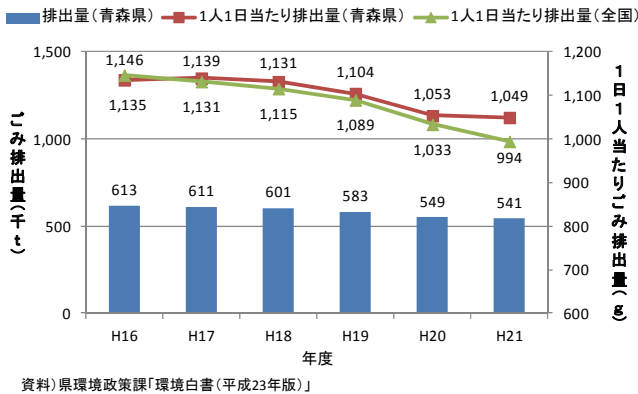
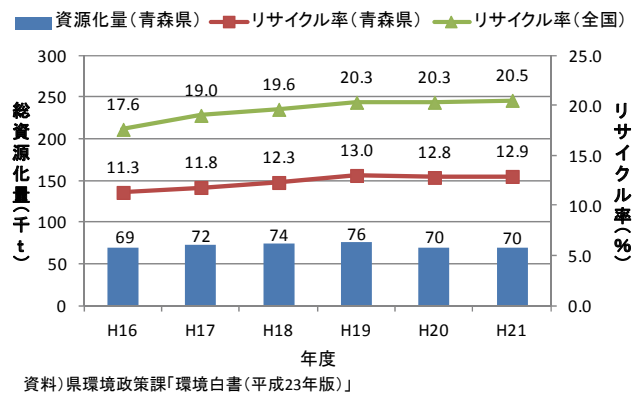


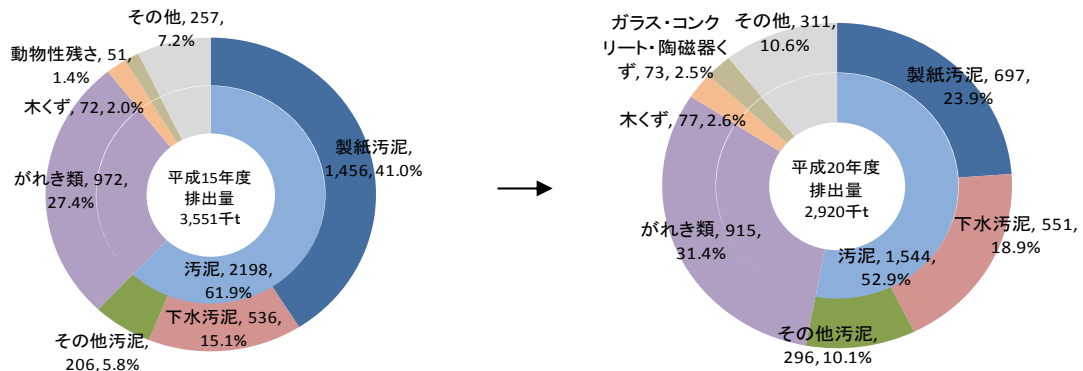
図1-30 一般廃棄物の資源化量とリサイクル率の推移



(2) 本県の産業廃棄物の現状

本県の産業廃棄物の排出量は、平成20年度で292万tとなっており、平成15年度(2003年度)と比べて631千t減少しています。種類別の排出量をみると、パルプ・紙製造業からの製紙汚泥が大きく減少しています。(図1-31)

図1-31 産業廃棄物の種類別の排出量(青森県)



産業廃棄物の資源化量についてみると、平成20年度(2008年度)は、平成15年度(2003年度)よりも発生量が減少したため資源化量も減少していますが、再生利用量については微増しており、また、産業廃棄物の発生量に対する資源化量等の割合では、平成15年度(2003年度)よりも高くなっており、リサイクルが進んでいます。(図1-32、33)

図1-32 産業廃棄物の発生量、資源化量等(青森県)

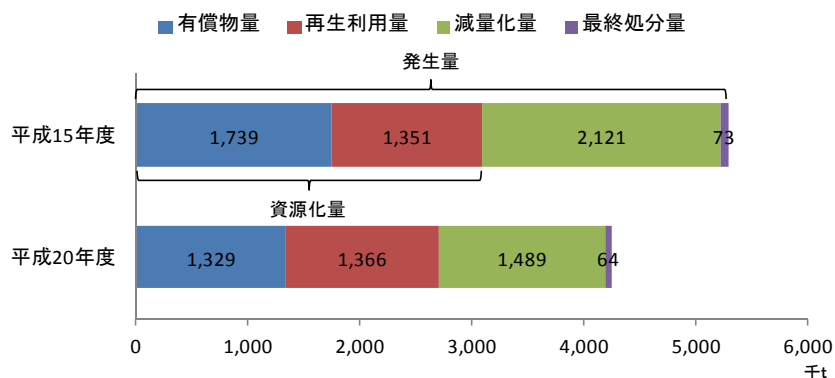
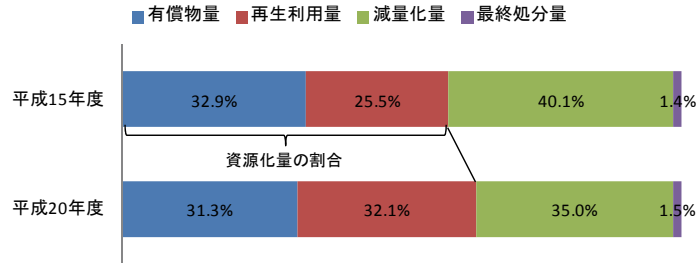
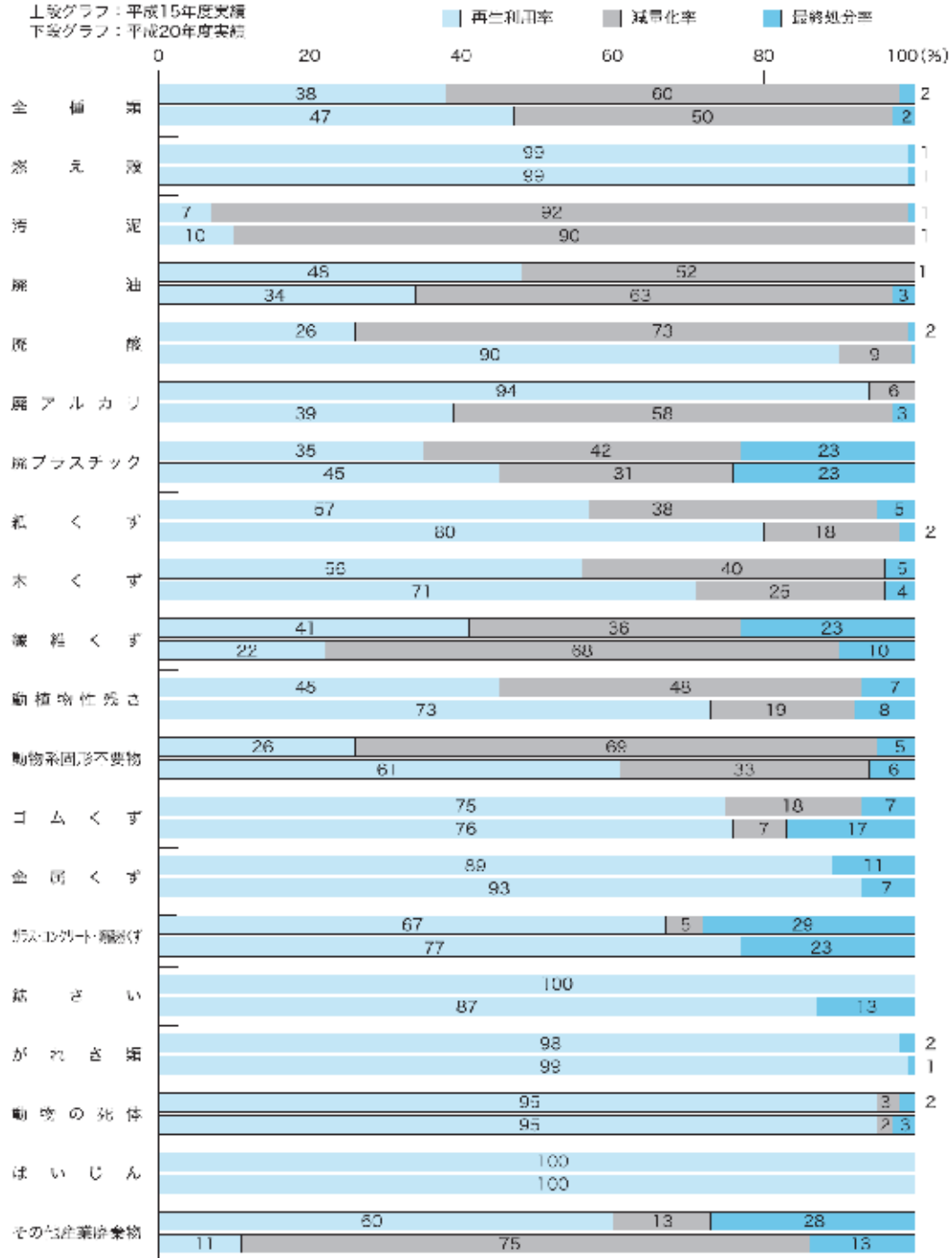


図1-33 産業廃棄物の発生量に対する資源化量等の割合（青森県）



資料) 県環境政策課「第2次青森県循環型社会形成推進計画」

図1-34 排出量に対する再生利用率、減量化率、最終処分量の構成比（青森県）



注) 保管等量は除く割合

資料) 県環境政策課「第2次青森県循環型社会形成推進計画」

県では、平成23年(2011年)3月に策定した「第2次青森県循環型社会形成推進計画」において、一般廃棄物及び産業廃棄物の平成27年度(2015年度)までの処理目標を設定しています。(表1-1)

これらの目標を達成するためには、行政のみならず、県民、事業者、NPO等の民間団体の各主体が持っているニーズやシーズに対応した連携や協働による廃棄物の減量やリサイクルなどの3Rに取り組んでいく必要があります。

表1-1 一般廃棄物処理及び産業廃棄物処理の目標

【一般廃棄物処理の目標】

	平成20年度	平成27年度までの目標
排出量	54万8,574 t	47万7千 t (平成20年度より約13%削減)
再生利用率	12.8%	25%
最終処分量	8万8,187 t	5万3千 t (平成20年度より約40%削減)

【産業廃棄物処理の目標】

	平成20年度	平成27年度までの目標
排出量	292万 t	297万8千 t (平成20年度より約2%増) 以内
再生利用量	136万6千 t	139万3千 t (平成20年度より約2%増)
最終処分量	6万4千 t	6万 t (平成20年度から4千 t 削減)

資料) 県環境政策課「第2次青森県循環型社会形成推進計画」



## 第2章 動き出している低炭素・循環型社会への取組

この章では、低炭素・循環型社会に向けて、既に県内の各事業者が経済活動として取り組んでいることや研究機関が開発を進めていることについて、実例をいくつか紹介します。

### 1 太陽電池

太陽電池は県内でも導入が進んできており、八戸市にはメガソーラー発電所が建設され、運転が開始されています。また、青森市にある研究機関では、シリコンの低コスト量産技術の研究開発も行われています。ここでは、これらの取組状況をみていきます。

#### (1) 八戸太陽光発電所

##### ①経緯

東北電力株式会社では、地球環境問題への対応を重要な経営課題の一つとして位置づけ、低炭素社会実現に向けた取組の一環として、管内の複数地点において平成32年度(2020年度)まで合計1万kW程度のメガソーラー発電所を建設することにしており、先行開発地点として平成23年(2011年)2月に八戸太陽光発電所建設に着工しました。建設地点は、八戸火力発電所に隣接する石炭灰の埋立跡地で、これまで未利用だった土地を八戸太陽光発電所の敷地として有効利用しています。

平成23年(2011年)3月11日に発生した東日本大震災により工事の遅れが懸念されましたが、作業員の増員や工事工法の工夫などを図ったことにより、工事が順調に進んだことから、当初予定した平成24年(2012年)1月の運転開始時期を前倒しし、平成23年(2011年)12月20日に東北電力管内で初めてのメガソーラー発電所として運転を開始しました。

##### ②計画概要

敷地面積は約5万㎡(東京ドームと同程度)、太陽電池設置面積は約1.3万㎡で出力は1,500kW、発電電力量は一般家庭約500世帯分の年間使用電力量に相当する約160万kWh/年となっています。太陽電池モジュールで発生した電力は、パワーコンディショナに集められて直流から交流に変換され、変圧器で電圧を210Vから6,600Vに上げて送電されます。

表2-1 八戸太陽光発電所の概要

新設工事開始	2011年 2月25日
基礎工事開始	2011年 6月20日
太陽電池モジュール設置開始	2011年 9月20日
総合試運転開始	2011年11月16日
営業運転開始	2011年12月20日
出力	1,500kW
太陽電池モジュール	多結晶シリコン(1,000kW) 薄膜系シリコン(250kW) 薄膜系化合物(250kW)
発電電力量	約160万kWh/年 (一般家庭約500世帯分の 年間使用電力量に相当) ※設備利用率を12%と仮定して試算

資料)東北電力(株)HPから編集

図2-1 八戸太陽光発電所のイメージ図



資料)東北電力(株)HP

注)右奥の区画とこれと接する2区画の半分が薄膜系、残りが多結晶系

### ③太陽光発電所運転の効果等

発電電力量約160万kWh/年から換算すると、一般家庭約160世帯分の年間CO<sub>2</sub>排出量に相当する約800t/年の削減効果があると推計されています。また、環境に配慮し、県内で初めて絶縁油にカーボンニュートラルなナタネ油を利用した環境調和型変圧器を使用しており、地震等によって万が一土壌に流出した場合でも環境への影響が鉱油に比べて小さくなります。

太陽電池モジュールは、10,785枚で、現在主流となっている多結晶シリコン(1,000kW/5,265枚)をほぼ半数とし、他に変換効率は多結晶シリコンに劣るものの吸収できる光の波長領域が広く、温度上昇による変換効率低下が小さい薄膜系シリコン(250kW/2,352枚)と薄膜系化合物(250kW/3,168枚)を設置しています。この太陽電池モジュールの発電電力量等のデータを蓄積し、今後の大規模太陽光発電所計画への活用を図ることにしています。

図2-2 八戸太陽光発電所の完成外観



資料) 東北電力(株)HP

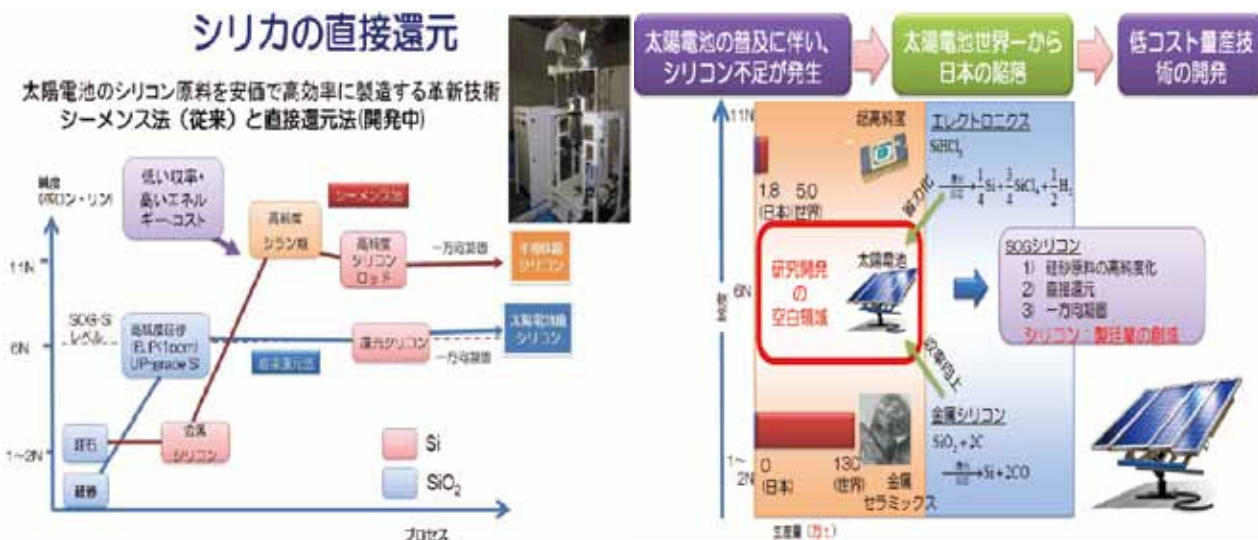
### (2) 太陽電池シリコン製造

太陽電池は、日本メーカーの生産量が世界一でしたが、最近是中国や台湾のメーカーが台頭しています。今後の太陽電池の普及を考えると原料となるシリコン(ケイ素)を安く大量に製造することが求められています。このため、弘前大学北日本新エネルギー研究所では、従来のシーメンス法に代わって、大量・安価にシリコンを製造できる直接還元法を研究しています。

シーメンス法では、副生物の四塩化ケイ素が原料ガスの4分の3も発生するため、収率が低く(25%以下)なります。直接還元法では、高純度シリカ(二酸化ケイ素)を炭素で直接還元するため、副生成物である四塩化ケイ素が発生しません。また、普遍的に存在する硅砂を利用できるというメリットがあります。本県では、シリカの種類であるクリストバライトが豊富に存在するため、

将来的にはその利用の可能性も考えられます。

図2-3 太陽電池用低コストシリカ還元プロセス



資料) 弘前大学北日本新エネルギー研究所

## 2 風力発電

本県の風力発電設備の導入は、全国トップクラスとなっており、最近では、電力の安定供給が可能となる蓄電池併設型の風力発電所も立地しています。また、小型風力発電の取組も行われており、県内の事業者が誘導灯向けの小型風力の開発に携わっている例もあります。

### (1) 本県の風力発電施設

平成23年(2011年)3月末現在で、本県の風力発電は、設備容量が303,540kWで全国1位、設置基数が200基で全国2位となっており、上北、下北地区を中心に県内各地に立地しています。売電事業者のほか、県内のNPO法人による市民風車や、自治体、社会福祉法人、旅館業、流通業などによる風車もあります。

平成23年(2011年)4月以降も立地が進み、外ヶ浜町の第三セクターの株式会社津軽半島エコエネが、平成23年(2011年)5月に、県内企業としては初めて、売電を目的とした竜飛風力発電所(1,675kW×2基)の運転を開始しているほか、平成24年(2012年)1月には佐井村のさくら風力発電所(1,703kW×1基)も運転を開始しています。

風力発電は、風の状況によって出力が変動しますが、蓄電池の充放電との組合せによって、設定した出力条件に制御して電力を供給することが可能となります。これにより、不安定といわれる風力による電力は、品質が向上し計画的に安定して供給することができます。県内に立地している風力発電所の中で、六ヶ所村にある二又風力発電所や五所川原市にある市浦風力発電所は、蓄電池併設型の風力発電となっています。また、県内には小型の風力発電機を開発している事業者もあります。

表2-2 県内の風力発電所（単機出力100kW以上）の状況（2011年3月末現在）

市町村	所在地	事業主体	設置	設置概要	規模kW	用途
六ヶ所村	尾駸	エコ・パワー(株)	2003.1	1500kW×22基	33,000	売電
	二又	六ヶ所村風力開発(株)	2003.11	1500kW×20基	30,000	売電
	二又	六ヶ所村風力開発(株)	2004.11	1425kW×2基	2,850	売電
	二又	二又風力開発(株)	2008.6	1500kW×34基	51,000	売電
東通村	岩屋	エコ・パワー(株)	1998.4	400kW×2基	800	売電
	岩屋	(株)ユーラスエナジー岩屋	2001.11	1300kW×25基	32,500	売電
	岩屋	エコ・パワー(株)	2003.2	1500kW×18基	27,000	売電
	尻労	(株)ユーラスエナジー尻労ヒルトップ	2003.10	1750kW×11基	19,250	売電
	小田野沢	(株)ユーラスエナジー小田野沢ウィンドパーク	2004.10	1300kW×10基	13,000	売電
	尻労	(株)ユーラスエナジー北野沢クリフ	2007.12	2000kW×6基	12,000	売電
野辺地町		エコ・パワー(株)	1998.1	400kW×2基	800	売電
	有戸	(株)ユーラスエナジー野辺地	2008.1	2000kW×25基	50,000	売電
五所川原市	市浦	くろしお風力発電(株)	2010.2	1930kW×8基	15,440	売電
横浜町	大豆田	(株)ユーラスエナジー横浜	2003.10	1750kW×6基	10,500	売電
鱒ヶ沢町		NPO法人グリーンエネルギー青森	2003.2	1500kW×1基	1,500	売電
	北浮田	社会福祉法人つくし会	2003.11	100kW×1基	100	自家
深浦町		深浦町	1999.12	750kW×1基	750	自家
		(株)黄金崎不老不死温泉	2000.4	400kW×1基	400	自家
大間町	二ツ石	中間法人市民風力発電おおま	2006.2	1000kW×1基	1,000	売電
風間浦村	蛇浦	エネコジャパン(株)	1997.5	400kW×1基	400	売電
	蛇浦	エコ・パワー(株)	1997.12	400kW×1基	400	売電
外ヶ浜町	三厩	三厩観光開発(株)	2003.3	750kW×1基	750	売電
おいらせ町	下田町中野平	イオンモール(株)	2005.11	100kW×1基	100	自家
計				200基	303,540	

資料) 県エネルギー開発振興課「青森県エネルギー産業振興戦略ロードマップ」

## (2) 二又風力発電所

平成20年(2008年)6月、二又風力発電所では、風力発電機(1,500kW×34機=51,000kW)と併設された大容量NAS蓄電池(2,000kW、17ユニット(常時15ユニット並入))による発電・送電運転を世界で初めて出力一定制御方式で開始しました。これによって、卸電力取引所での条件となる30分単位の出力一定電力の取引が可能であり、電力系統に対しても周波数・電圧への影響がなく、調整電源としても活用可能となっています。

現在、この電力は、生グリーン電力として東京都にある新丸ビルに供給されているほか、六ヶ所村スマートグリッド実証実験の電力としても利用されています。

図2-4 二又風力発電所外観



資料) 日本風力開発(株)HP

図2-5 二又風力発電所NAS電池外観



資料) 日本風力開発(株)

### (3) 市浦風力発電所

平成22年(2010年)2月、市浦風力発電所では、風力発電機(1,930kW×8機=15,440kW)と併設された長寿命鉛蓄電池(LL-W電池、10,400kWh)により、出力変動緩和型の発電所として国内で初めて運転を開始しました。

これによって、平時は任意の時刻から始まる20分の時間枠内での出力変動率を風力発電設備定格容量の10%以内に維持することや、指定する時間帯に年間延べ最大900時間程度風力発電機を解列する(電力系統から切り離す)もしくは出力を一定にし、立下げ速度及び立上げ速度を1分当たり2%以下とすることが可能となり、東北電力が求める技術条件を満たすことができました。

蓄電池は、4,500サイクルで耐用年数が17年の長寿命設計であり、風力発電機の出力制御機能と協調制御によって、約20%の出力(充放電電力)で運転可能となり、コストを低減することができました。

図2-6 市浦風力発電所外観



図2-7 市浦風力発電所長寿命鉛蓄電池(LL-W電池)外観



資料) (株)日立エンジニアリング・アンド・サービス、新神戸電機(株) プレス発表資料(2010.4.2)

### (4) 小型風力発電

黒石市でコアレスモーターを製造している有限会社 UNO は、小型風力発電機を研究開発しています。コアレスモーターは、回転軸に鉄芯を使用しない小型モーターで回転率や軽量化に優れています。同社は、弘前大学北日本新エネルギー研究所と防雪柵メーカーの株式会社日本パーツセンターとの共同研究で、低速回転でもトルクが小さく発電電圧が高い発電機を開発し、地吹雪誘導灯向けの小型風力発電機を製品化しています。(図2-10)

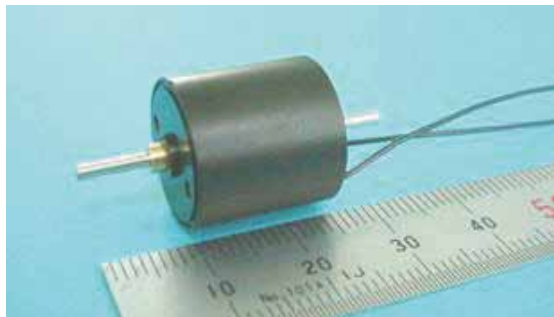
現在、従来の小型風力発電機が騒音や安全性の問題があるため、低価格で簡易に設置できる小型風力発電機を弘前大学北日本新エネルギー研究所と開発しており、農業用や家庭用の小型風力発電として期待されます。

また、同社では、周辺の事業者と協力して、小型風力発電機に太陽電池を加え、風力と太陽光で発電するLED照明を平成24年(2012年)2月に無償で岩手県野田村に試験設置しました。平川市の株式会社ジョイ・ワールド・パシフィックがハイブリッドコントローラと配線周り、ピーシーブランドが土台及び支柱、中泊町の株式会社みちのくサウンドがLED照明に携わっています。

震災で道路区画が未確定で街頭もない被災地で、誘導灯小型風力発電機が小中学生をはじめとする歩行者の夜間の通行に効果があると期待されています。(図2-11)

このほか、同社では、教材用の風力発電機も製造しており、再生可能エネルギーの普及に努めています。

図2-8 鉄道模型用コアレスモーター外観



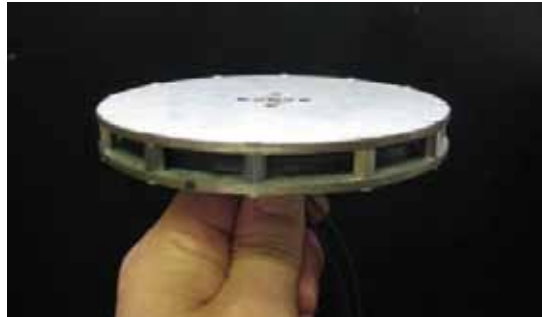
資料) (有)UNOHP

図2-10 地吹雪誘導灯向けの小型風力発電機



資料) 弘前大学北日本新エネルギー研究所HP

図2-9 マイクロ発電機



資料) (有)UNO

図2-11 岩手県野田村に設置された誘導灯小型風力発電機



資料) (有)UNO

### 3 地中熱利用

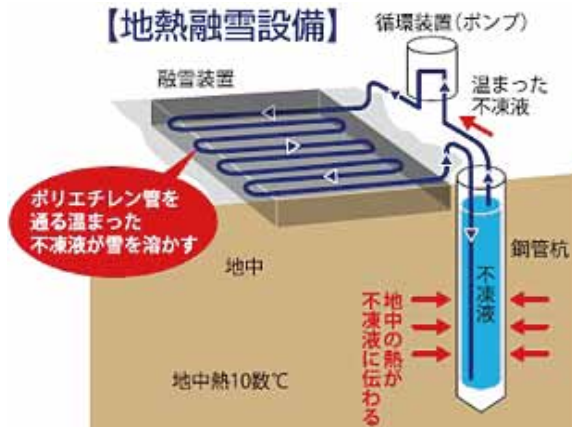
地中熱は温度変化が小さいため、安定的な熱源として利用できるという利点があります。県内でも、地中熱を利用した融雪システムや住宅用床冷暖房システムの開発、農業への応用事例などがあります。

#### (1) ヒートポンプレス地熱利用システム

弘星テクノ株式会社は、弘前大学北日本新エネルギー研究所との連携ベンチャー企業で、地中に約10mの採熱パイプをねじ込み、地中熱で暖まった不凍液を循環させて雪を溶かす「ヒートポンプレス地熱利用システム」を開発しました。ボーリングが不要なため、スペースが限られた住宅の敷地や駐車場、歩道にも工事が可能となり、工期は約一週間と短期間で、工事費もヒートポンプを使わないことから安価となっています。(図2-12)

維持費は不凍液循環のためのポンプにかかる電気代となるため、灯油代もかからず、CO<sub>2</sub>削減に寄与し、地下水くみ上げによる地盤沈下のおそれもなくなります。

図2-12 「ヒートポンプ地熱利用システム」



資料) 弘星テクノ(株)HP

図2-13 パイプ敷設施工例



資料) 弘星テクノ(株)HP

図2-14 ポンプシステム内部



資料) 弘星テクノ(株)HP

図2-15 温度管理モニター



資料) 弘星テクノ(株)HP

図2-16 弘前大学構内歩道



資料) 弘星テクノ(株)HP

また、五所川原市の有限会社ビット・テックは同研究所と共同で、この技術を応用しイチゴ栽培の実証実験に黒石市で取り組んでいます。イチゴ栽培は、20度が適温であることから、夏季に地中の冷熱を利用し、ヒートポンプで熱交換を行って、冷水をイチゴの栽培ベンチへ循環させています。

図2-17 イチゴ栽培ベンチ



資料) 黒石市「黒石市地中熱・温泉熱利用ポテンシャル調査事業概要」

図2-18 地中熱交換タンク



## (2) 地熱利用床冷暖房システム

弘前市の健康住宅研究所(有限会社エルシィホーム)では、地熱を利用した地下土壌蓄熱床暖房住宅の省エネ化を研究しており、青森県の気候風土に合わせた床暖房を確立しました。このシステムは、建物の地下土壌部分にヒーターパネルを埋設することにより、安価な深夜電力で通電して地中に伝熱すると、地熱とともに大きな蓄熱層を形成して床面を通じて遠赤外線放射を続け、家全体を暖めることが可能となります。夏には地中の冷熱によって基礎コンクリートが冷やされ、床下の冷気を室内に循環させて室温の上昇をやわらげることが可能となります。(図2-19~21)

また、同社では、新たに秋田大学との共同研究により床下の蓄熱層を水で湿らせて効率的に冷暖房を行うシステムを開発しました。雨水を地下タンクに溜めて蓄熱層を湿らせて熱伝導と蓄熱量を高め、ヒートポンプを利用して冬には温水を循環させて暖房し、夏には冷水を循環させて冷房します。(図2-22)

図2-19「地熱利用床冷暖房システム」(冬)

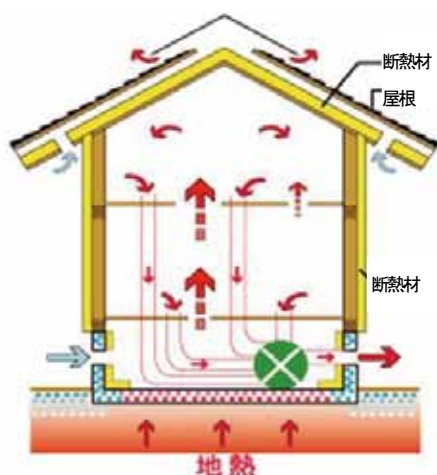


図2-20「地熱利用床冷暖房システム」(夏)

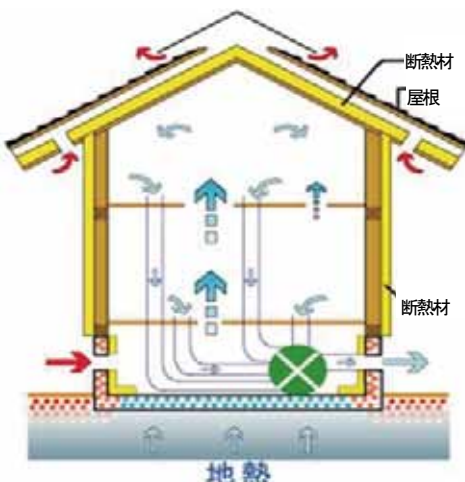
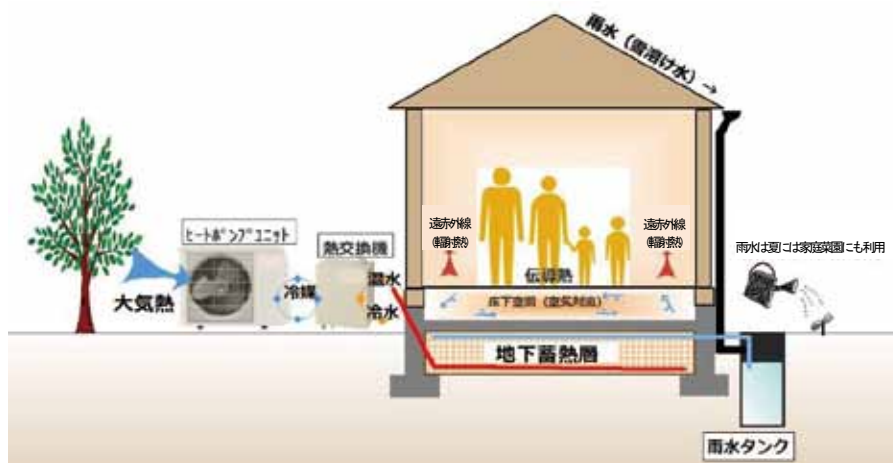


図2-21 ヒーターパネル施工例



資料) (有)エルシィホームHP

図2-22 新システム概要図



資料) (有)エルシィホームHP

地中熱を利用する場合は、ボーリングの深さが百メートルを超えるときもあり、さらにボーリングの本数も複数必要なために経費がかさむことがありましたが、以上の地熱利用はボーリングが不要なため、経費を抑えることができ、普及が進むものと期待されます。



## 4 省エネ機器・設備等

県内においても、消費電力を抑える省エネ機器・設備や、燃料電池、蓄電池、電気自動車などの研究開発が行われており、既に製品化されているものもあります。

### (1) LED 照明器具

桜総業株式会社青森工場では、バックライトを製造していた技術をもとに LED 照明の開発を行い、平成 20 年(2008 年)から LED 蛍光灯を OEM(相手先ブランド製造)で生産を始め、平成 22 年(2010 年)から自社ブランドでも生産しています。

生産量は、40W 直管でピーク時に月 20 万本で、平成 23 年(2011 年)の生産量は 100 万本となっており、自社ブランドは、うち約 1 万本となっています。生産量は日本一で、中国製品より値段が高いものの品質の点で優位性があります。一般家庭用の蛍光管、事業所等で使用されるロング管を製造しているほか、オーダーメイドの製造も行っています。

平成 23 年(2011 年)3 月 11 日の東日本大震災後、4 月・5 月頃から注文が増加したため、五戸工場等にも応援を頼んで生産しました。県内では、病院や大学、公共施設等に納入されている事例があります。

LED 照明は、白熱灯や蛍光灯に比べ長寿命で消費電力が少ないほか、小形・軽量でガラス管を使用しないため、廃棄物の削減や有害物質を含まないなど、環境に配慮した照明であり、今後さらに普及していくものと考えられます。また、LED 照明の導入が進んでいけば、生産量が増加し、地域の雇用にもつながるものと期待されます。

図2-23 LED蛍光灯内部



資料) 桜総業(株)

図2-24 LED蛍光灯外観



資料) 桜総業(株)HP

図2-25 LEDスタンド



資料: 桜総業(株)HP

図2-26 LED防犯灯



資料: 桜総業(株)HP

図 2-27 LED 照明設置例(八戸合同庁舎歩道橋)



資料) 桜総業(株)

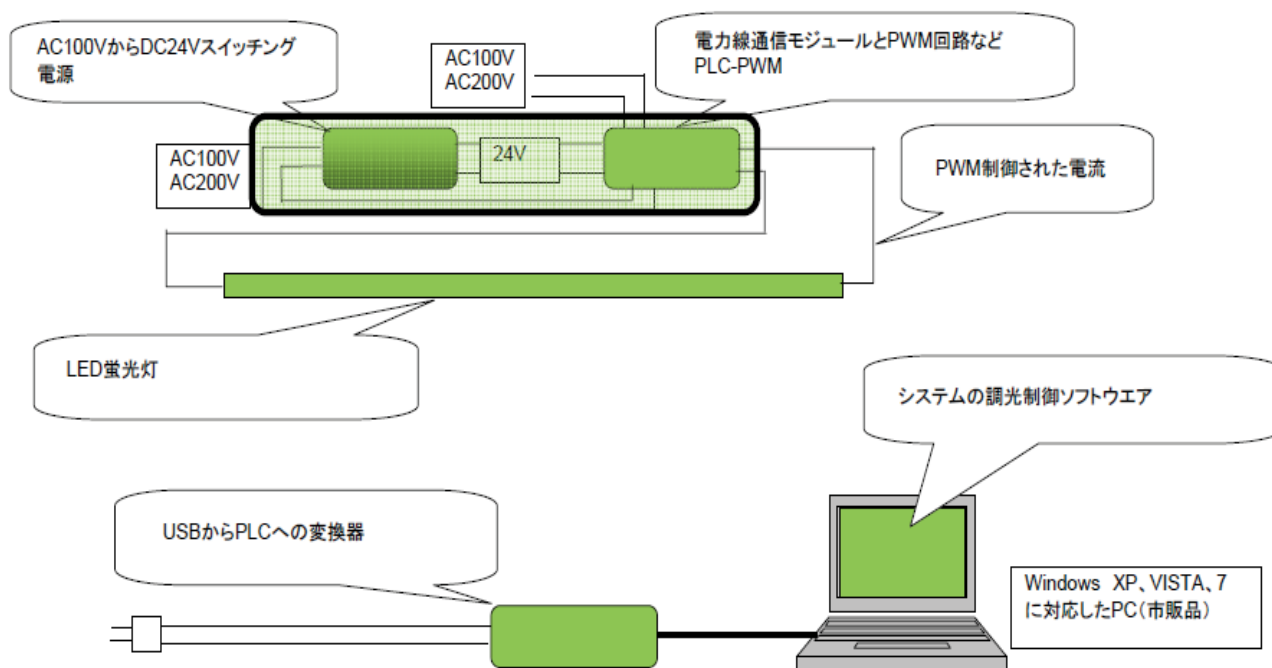
## (2) 建築物等のエネルギー管理システム

弘前市で空間親指コントロールマウスを製造している株式会社ブルーマウステクノロジーでは、LED 蛍光灯や LED 照明器具の明るさ、点灯・消灯を自在に遠隔操作できる装置を開発しています。遠隔操作は電力線に信号を注入して行う電力線通信(PLC)システムを採用し、1000 個までの LED 照明器具の明るさをパソコンから個別に制御できるようにしています。

新たな制御線が不要となり、ワイヤレスでないため、混信することもなく、コストも抑制されます。このシステムを使用して LED 蛍光灯を 50%程度の明るさに制御することで、消費電力を蛍光灯に比較し 75%削減することが可能となっています。

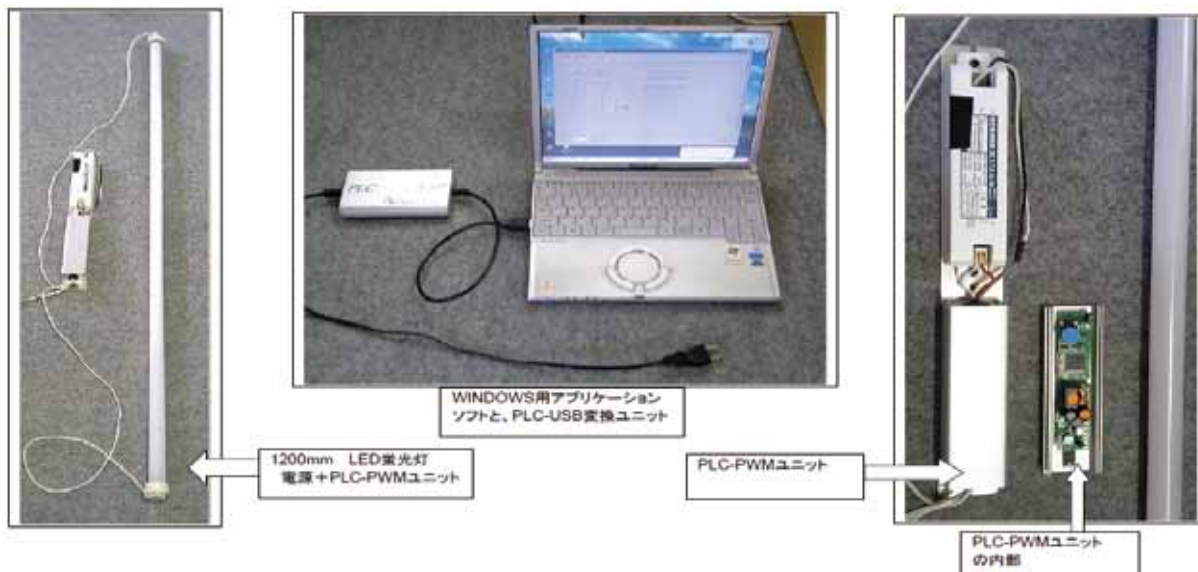
黒石市にある地方独立行政法人青森県産業技術センターの植物工場にも、同社の制御システムが導入され、実証実験が行われています。

図 2-28 電力線通信 (PLC) システムイメージ



資料) (株)ブルーマウステクノロジーHP

図2-29 電力線通信 (PLC) システムイメージ写真



資料) (株) ブルーマウステクノロジーHP

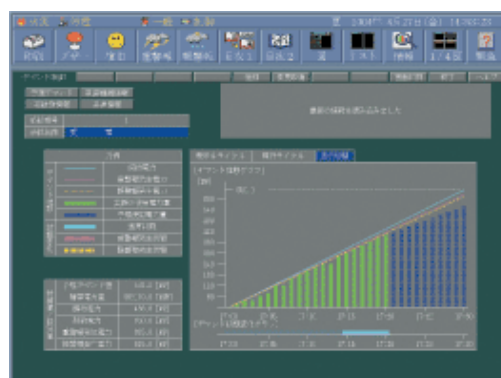
藤崎町で配電盤、監視盤、制御盤、分電盤を製造している東和電機工業株式会社では、その技術を応用し、ビルエネルギー管理システム(BEMS)を製造しています。ビルやホテル、病院、工場等事業所で使用する電力やガス、空調、暖冷房、水などを中央監視室でモニタリングして制御し、室内環境と省エネルギー化、低コスト化を向上させることが可能となっており、県内外の企業等に納入しています。

図2-30 ビル管理システム監視装置



資料) 東和電機工業 (株)HP

図2-31 ビル管理システムモニタリング



資料) 東和電機工業 (株)HP

また、同社では、風力、太陽光、バイオマスなどの再生エネルギーによる発電システム関連や水処理、産業廃棄物処理などの環境保全システム関連のプラントシステムにも、同様にエネルギー管理システムを導入しており、県内外から受注を受けています。

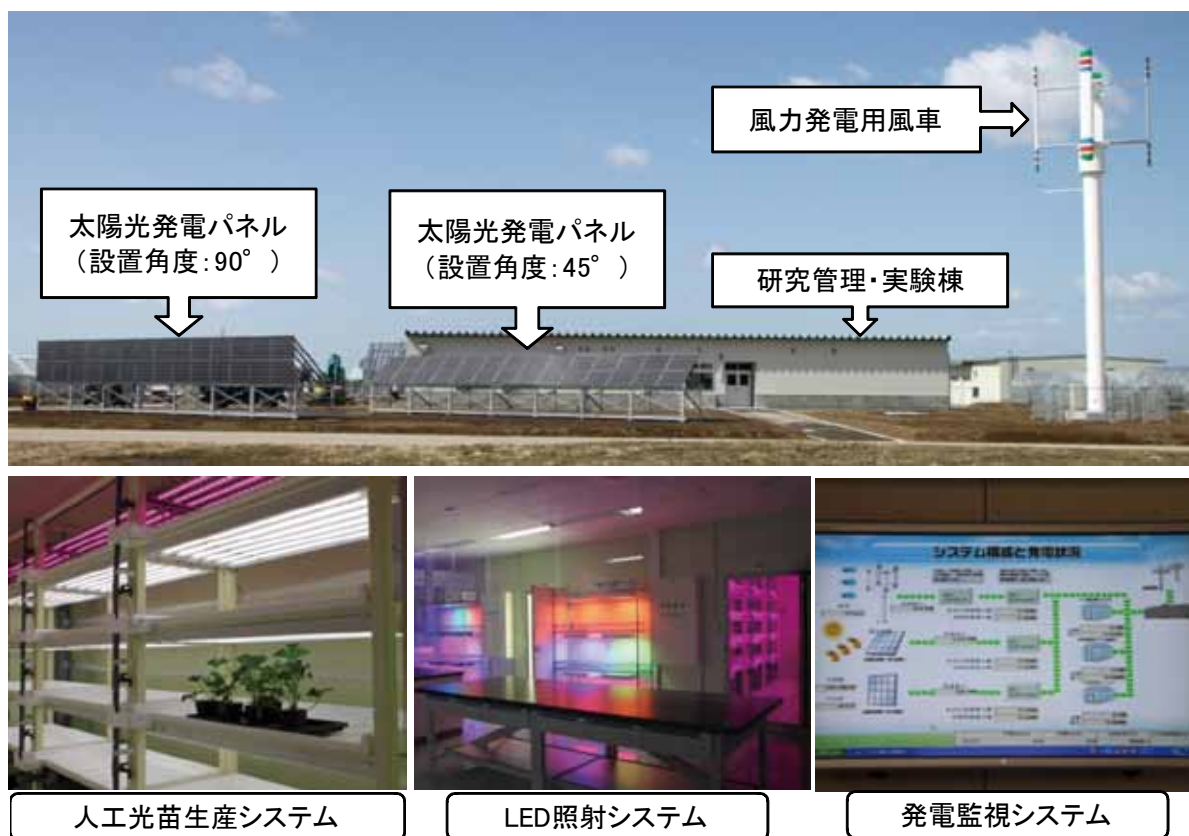
地方独立行政法人青森県産業技術センターの太陽光利用型実験と完全人工光利用型実験の施設整備にも携わり、平成22年(2010年)6月には、同センターとの共同研究の委託先メンバーとして参画した「寒冷地に適応した低コスト太陽光利用型植物工場の開発」が経済産業省の「地域イノベーション創出研究開発事業(地域資源活用型)」に採択されました。同研究では、寒冷地特有の

自然環境や地域資源等を有効活用した高効率エネルギー供給システムや低コスト・省力栽培技術  
を確立し、採算性のある太陽光利用型植物工場のビジネスモデルを構築しています。

同センターの実験施設においては、設置角度の異なる太陽光発電パネルと風力発電用風車のほ  
か、研究管理・実験棟には、太陽光を使わない人工光苗生産システムやLED照射システム、太陽  
光や風力による発電状況をモニターする太陽光・風力発電監視システム、太陽光利用型ハウス内  
の温度や明るさなどを遠隔操作し生育状況を監視するユビキタス環境制御監視システムなどが設  
置されています。

また、同社では、後述する八戸市の「水の流れを電気で返すプロジェクト」にも携わっており、  
今後さらにスマートグリッドやクラウドコンピューティング向けの製品開発に取り組んでいくこ  
ととしています。

図2-32 完全人工光利用型実験施設等の外観と監視システム



資料) (独) 青森県産業技術センターHP

### (3) 燃料電池

五所川原市で精密機械器具を製造している有限会社ビット・テックでは、個体高分子型(PEFC)  
の燃料電池セルの開発とセパレーター等の加工に取り組んでおり、オーダーメイドでの構成部品  
の製作が可能となっています。並列式は、ガス印加工法を独自に工夫して反応効率を高め、3層と  
しては最高クラスの電力となっています。

また、理科実験・新エネルギー教材用のPEFC燃料電池も製造しており、軽量化、簡易化、低価  
格化を実現しています。現在は、白神山地でCO<sub>2</sub>を測定するため、測定機器用の12V80W級の携帯

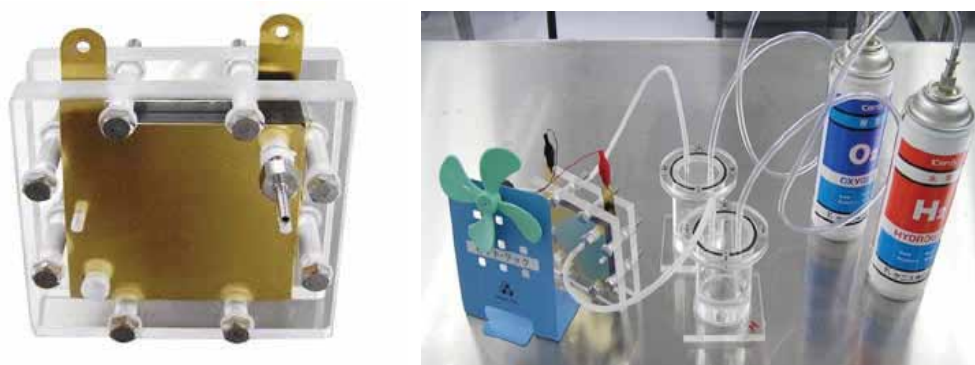
水素燃料電池の開発に向けて研究を進めています。

図2-33 PEFC3セルスタック(並列式)



資料) (有)ピット・テック HP

図2-34 理科実験・新エネルギー教材用PEFC燃料電池



資料) (有)ピット・テック HP

弘前大学北日本新エネルギー研究所では、寒冷地用の燃料電池及びシステム開発の研究に取り組んでいます。燃料電池では、個体高分子型(PEFC)が改質装置で水素をつくる必要があるため、都市ガスやLPガスなど多様なガスを直接使える高温作動固体酸化物型(SOFC)の研究にも取り組んでおり、安価なものを目指しています。具体的には電極に炭素が析出して劣化する現象を防ぐ研究や排熱を利用した融雪や床暖房などのシステム開発を行っているほか、バイオマスを低コスト・高効率でガス化し、燃料電池に直接導入する研究などを行っています。

図2-37 燃料電池評価装置

図2-35 バイオマスから燃料への変換装置

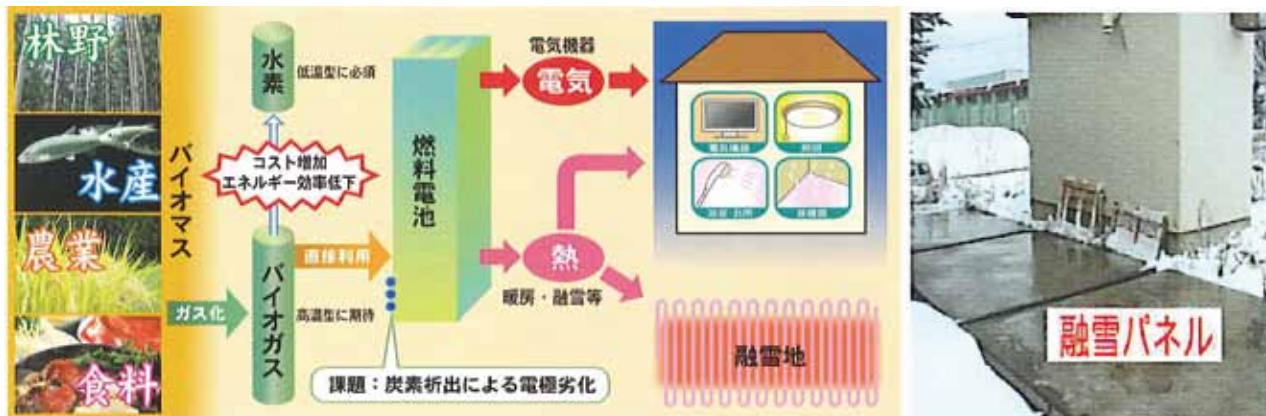


資料) 弘前大学北日本新エネルギー研究所

図2-36 炭素析出防止の電極材開発



図2-38 寒冷地用の燃料電池及びシステム



資料) 弘前大学北日本新エネルギー研究所HP

#### (4) 蓄電池

弘前大学北日本新エネルギー研究所と青森ひばシステム有限会社は、太陽光発電パネルと大型鉛蓄電池を併用した家庭用システムの実証実験に取り組んでいます。同研究所の屋上に4kWの太陽光発電パネルと20kWの鉛蓄電池を設置して、本県のような積雪寒冷地でも、蓄電池の能力を最大限に引き出すための充電・放電性能や耐久性を調査しています。一般家庭が導入できるような簡単でコストのかからないシステムを目指しています。

図2-39 北日本新エネルギー研究所  
屋上設置太陽光パネル

図2-40 北日本新エネルギー研究所屋上設置鉛蓄電池と測定盤等



資料) 弘前大学北日本新エネルギー研究所

資料) 弘前大学北日本新エネルギー研究所

また、エナックス株式会社は、リチウムイオン電池を製造しており、平成12年(2000年)に八戸市にも工場を設立しました。同社では、ラミネート型リチウムイオン電池を開発し、八戸工場では、リチウムバッテリーを積んだ一人乗り電気自動車や電動車椅子を開発しましたが、現在は、リチウムイオン電池の生産設備や製造装置の開発と生産を担っています。

図2-41 一人乗り電気自動車S3



図2-42 電動車椅子



蓄電池は、分散型電源として家庭用や風力・太陽光発電施設をはじめ、電気自動車などに利用するため、性能の向上が求められています。鉛蓄電池は、リチウムイオン電池に比べて性能面が3分の1で寿命が短いという課題がありますが、安価で価格がその3分の1以下となっています。一方リチウムイオン電池は、エネルギー密度が高い半面、高価で過充電・過放電に弱いなどの課題があります。これらの特性を踏まえて、用途に応じて設置していくことが必要とされますが、今後とも性能や経済性の向上に向けて研究開発が期待されています。

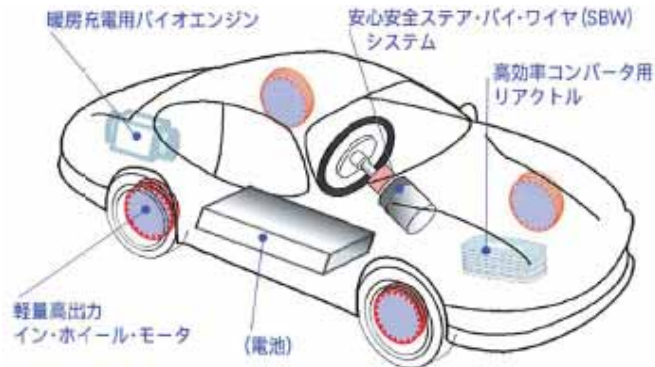
## (5) 電気自動車

### ①積雪寒冷地向け自動車

弘前大学北日本新エネルギー研究所では、積雪寒冷地向けの電気自動車の開発に取り組んでいます。電気自動車では、冷暖房に使われるエネルギー比率が高まるため、航続距離は冷房時が約3割、暖房時が約5割減少すると言われており、特に寒積雪冷地である本県では暖房と安心できる航続距離が必要とされます。

このため、暖房用と電池への充電機能を持つ小型のバイオマスエンジン発電機とともに、次世代車を見据えて、小型のインホイールモータによる四輪駆動やステア・バイ・ワイヤ(SBW)システムなどを研究開発しています。これらによって、現行電気自動車の約4倍の航続距離を目指していますが、車体の軽量化や断熱性が高まり、車室空間も拡大して、安心して快適な運転をすることが可能となります。

図2-43 寒冷地向け電気自動車用各種要素技術イメージ



資料) 弘前大学北日本新エネルギー研究所 HP

図2-44 SBW トルクセンサシステム



資料) 弘前大学北日本新エネルギー研究所 HP

## ②コンバート電気自動車製造

東北自動車株式会社とその関連会社エコブリッジ株式会社は、平成22年(2010年)より電気自動車の研究・製作に取り組み、ガソリン車を電気自動車へコンバート(改造)し、同年7月には国土交通省の認可を得て自動車整備業として東北初のコンバート電気自動車のナンバー取得となりました。

この車種は、最高22馬力のモーター1基と12ボルト鉛バッテリー8個を搭載し、1回の充電による走行距離が60kmで、最高スピードは100kmとなっています。平成22年(2010年)11月に開催された日本EVフェスティバル(筑波サーキット)に参加し、74分耐久レースで完走しました。

図2-45 コンバート電気軽自動車フロントルーム



資料) 東北自動車(株)HP

図2-46 コンバート電気軽自動車外観



資料) 東北自動車(株)HP

平成23年(2011年)10月には、七戸町からの製造委託によりリチウムイオン電池(147V)搭載の寒冷地仕様農業軽トラック(4WD)を納車しました。全国で初めて、新安全基準をクリアした四輪駆動のEVで、1回の充電による走行距離は180kmで最高スピードは110kmとなっています。リチウムイオン電池の耐用年数は10年以上と見込まれており、バッテリーマネジメントシステム(BMS)も搭載しており、非常用電源インバータによって災害時の電源車としても利用可能となっています。



図2-47 コンバート電気軽トラック改造外観



資料) エコブリッジ(株)

図2-48 コンバート電気軽トラック外観



資料) エコブリッジ(株)

また、平成23年(2011年)11月には、リチウムイオン電池(156V)搭載の小型車クラスのEVバンで、日本EVフェスティバル(筑波サーキット)に出場し、準優勝しました。このEVバンは、最高スピードが160kmでエアコンやパワーステアリング、暖房PTCセラミックヒータを備えた実用的な電気自動車となっています。

図2-49 日本EVフェスティバル2011(筑波サーキット)出場のコンバートEVバン



資料) エコブリッジ(株)

同社では、電気自動車製作の研修会も開催しており、自動車のリユースの推進と自動車整備士の技術向上を目指しています。コンバートした軽自動車とEVバンの2台を自社保有し、研修会での技術普及のための教材として活用し、自動車整備工場がハイブリッド車や電気自動車の普及に対応できるよう技術者の人材育成を行っています。また、青森県立八戸工科学院のオープンキャンパスや三八地域県民局等主催のエネルギー教室、各地でのEVスクールなどで、電気自動車の普及を図っています。

ガソリン自動車は、部品点数が約3万点ですが、電気自動車は部品点数がその半分以下であると言われており、高価なリチウムイオン電池も値下がりして、製作費が低下することが予想されます。大手自動車メーカーでなくても製作に取り組むことが可能となっており、愛媛県では、他の産業への波及効果も考慮し、地域産業としてEV関連産業を育成することとしています。

## 5 廃棄物リサイクルの取組

循環型社会の形成に向け、県では、平成23年(2011年)3月に「第2次青森県循環型社会形成推進計画」を策定しています。県内の事業所においても、廃棄物を資源として有効活用する様々な取組が行われています。

### (1) 焼却灰・ホタテ貝殻リサイクル事業

この事業は、あおもりエコタウン事業の一環として、県内の自治体から生じる一般廃棄物焼却灰及び県内外産業廃棄物にスラグ成分調整材としてホタテ貝殻を混合溶融し、無害な「溶融スラグ」と「溶融メタル」を生産するものです。

事業主体の大太平洋金属株式会社は、フェロニッケルを製造している企業で、その溶融還元炉の技術を活かし、本事業を行っています。

ホタテ貝殻は、廃棄物溶融炉の操業安定のためと、溶融スラグを各種資材として利用できるようにスラグ成分を調整するために利用しています。使用するホタテ貝殻は、八戸市内の加工業者で発生したものを主に使用しており、最近の年間利用量は、1,000t程度となっています。

また、この事業で発生した溶融飛灰は、鉛・亜鉛等が含有されていることから、鉛・亜鉛製錬会社である八戸製錬株式会社で利用されています。

生産された「溶融スラグ」(年間生産量 6,000t程度)は、主にコンクリート二次製品の細骨材として有効利用されており、「溶融メタル」は、船舶や重機等で必要なウエート材として使われています。

図2-50 焼却灰・ホタテ貝殻リサイクル施設



資料) 大太平洋金属(株)

## (2) 廃プラスチック・ASR リサイクル事業

東京鐵鋼株式会社では、同社の資源リサイクル技術を活かし、あおもりエコタウン事業の一環として、廃家電や各産業から生じる廃プラスチック、これまで最終処分場に埋立処分されていたASR（自動車シュレッターダスト）のリサイクルを行っています。

リサイクルの主な流れは、まず、廃自動車等を「シュレッター設備」で破碎し、鉄類、非鉄類、ASRを回収します。

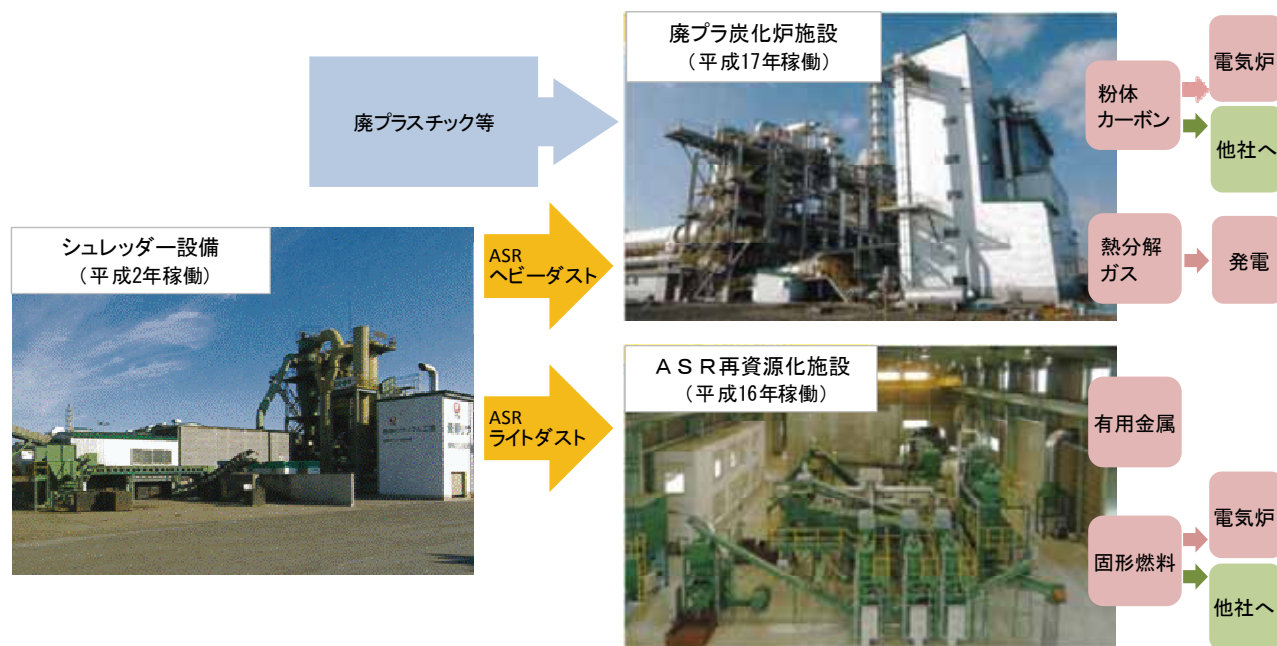
「シュレッター設備」で回収されたASRのうちの重量物（ヘビーダスト）や、廃プラスチック等を、「廃プラ炭化炉施設」で熱分解し、粉体カーボンに加工します。この粉体カーボンは、主に自社で鉄鋼を製造するときの還元剤や助燃材として電気炉で利用しています。また、熱分解時に発生するガスを燃焼させ、排熱ボイラーにより発電を行い、工場内で利用しています。

「シュレッター設備」で回収されたASRのうちの軽量物（ライトダスト）は、「ASR再資源化施設」でさらに粉碎・選別し、有用金属（鉄類、非鉄類）を回収し、更に塩ビを分離・除去します。有用金属の回収・塩ビの除去後、残ったものは固形化し、RPFを製造します。このRPFは工場内の電気炉で還元剤や助燃材として利用するほか、外部販売もしています。

現在、「シュレッター設備」、「ASR再資源化施設」及び「廃プラ炭化炉施設」に加えて、「製鋼用電気炉」を活用した処理困難物のリサイクルにも力を入れています。

製鋼用電気炉は、炉内温度が鉄の熔融温度である1600℃以上の高温状態となるため、病院等から発生する「感染性廃棄物」や建物解体時に発生する「アスベスト」等を安全に熔融し、鉄筋や再生砕石にリサイクルすることが可能となります。特にアスベストに関しては、大部分が埋立処理されている現在において、その有害性を完全に消滅させる高温熔融処理は、最適な処理方法であると考えられています。

図2-51 廃プラスチック・ASR リサイクル事業の主な流れ



資料) 東京鐵鋼 (株) 八戸工場資料より編集

### (3) 廃棄物処理に伴う熱エネルギー供給事業

奥羽クリーンテクノロジー株式会社では、産業廃棄物や一般廃棄物の処理を行っており、廃棄物の燃焼過程で熱が発生します。この廃熱を利用することによって、新たに熱を発生させるための重油等の燃料が不要となり、二酸化炭素排出量の削減につながることから、同社では、トランスヒートコンテナと呼ばれる蓄熱材タンクに廃熱を蓄え、コンテナを地域の熱利用施設に配達しています。

トランスヒートコンテナの技術は、ドイツの航空宇宙研究所で研究開発され、平成 11 年(1999 年)に実用化されました。この技術を、奥羽クリーンテクノロジー株式会社の出資者である三機工業株式会社が平成 15 年(2003 年)に導入し、国内向けの用途開発を行い、奥羽クリーンテクノロジー株式会社における熱エネルギー供給事業に導入したもので、熱の配達は、日本で初めての事業となります。

トランスヒートコンテナ 1 台で約 130 リットルの重油に相当する熱供給が可能で、世帯で考えると、一日当たり最大 55 世帯分の熱量を賄うことができます。

パイプを使用しないため、広範囲 (30km まで) に熱の供給が可能となり、現在は、財団法人シルバーリハビリテーション協会メディカルコート八戸西病院 (八戸市) と公益社団法人青森県栽培漁業振興協会 (階上町) に供給しています。

財団法人シルバーリハビリテーション協会メディカルコート八戸西病院では、配達された熱を、暖房、給湯に利用しています。熱の配達は毎日 3 回行われ、これにより、年間 2.9 キロリットルの重油を削減でき、二酸化炭素に換算すると年間 6.5t 削減することが可能となっています。

公益社団法人青森県栽培漁業振興協会では、配達された熱を、アワビ等を養殖するための海水の加温に利用しています。熱の配達は、海水温の低い 12 月末から 7 月中旬に、平日 1 日 1~2 回行われ、海水を 2~3℃加温しています。平成 22 年度 (2010 年度) は 4 月から 6 月の 3 カ月間、トランスヒートコンテナによる加温を行い、これにより、10.1 キロリットルの重油を削減でき、二酸化炭素に換算すると 25.5t 削減できました。

図2-52 熱エネルギー供給フロー

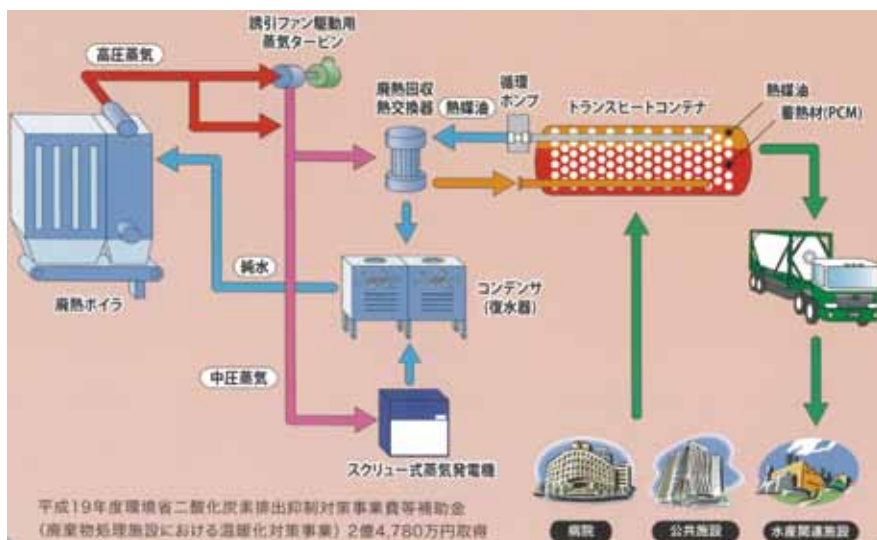


図2-53 トランスヒートコンテナ



資料) 奥羽クリーンテクノロジー (株)

## 6 バイオマス関連の取組

県では、バイオマスの活用について、平成16年(2004年)3月に「あおり・バイオマス利活用総合戦略」を策定し、バイオマスの低コストな活用システムづくりや産学官連携による新たな商品開発を推進してきました。また、平成23年(2011年)12月には、「青森県バイオマス活用推進計画」を策定し、さらなるバイオマスの利用向上を図ることとしています。

### (1) 木質ペレットを活用した取組

木質バイオマスには、ペレット、チップ、薪、製材端材等、さまざまな種類があります。なかでも、ペレットは、輸送や燃焼機(ボイラー、ストーブ)への供給が容易な燃料として注目されており、県内でも、複数の事業者が製造・販売を行っています。

そのうちのひとつ、津軽ペレット協同組合(五所川原市)では、平成18年(2006年)より製造を開始しています。製造能力は、1時間あたり最大1,000kg、年間生産量は最大2,160tで、平成22年度(2010年度)は約1,200tのペレットを製造しています。生産量の4分の3を県内に供給しており、約7割が老人福祉施設等でボイラー燃料として、約3割が一般家庭等でペレットストーブの燃料として使用されています。

津軽ペレット協同組合で製造するペレットの原料は、スギの間伐材が主で、約90%を占めています。森林整備で発生した間伐材は、その多くが使用されずに放置されていますが、間伐材を木質ペレット等の原料として使用することによって、森林資源を有効に利用することができるほか、発生した収益で森林整備も進みます。また、石油燃料からペレットへの切り替えに伴い、二酸化炭素排出量の削減につながります。

図2-54 ペレット製造機器



原料を乾燥させた後、熱と圧力をかけてペレットを製造

図2-55 ペレットとペレットストーブ



資料) 津軽ペレット協同組合

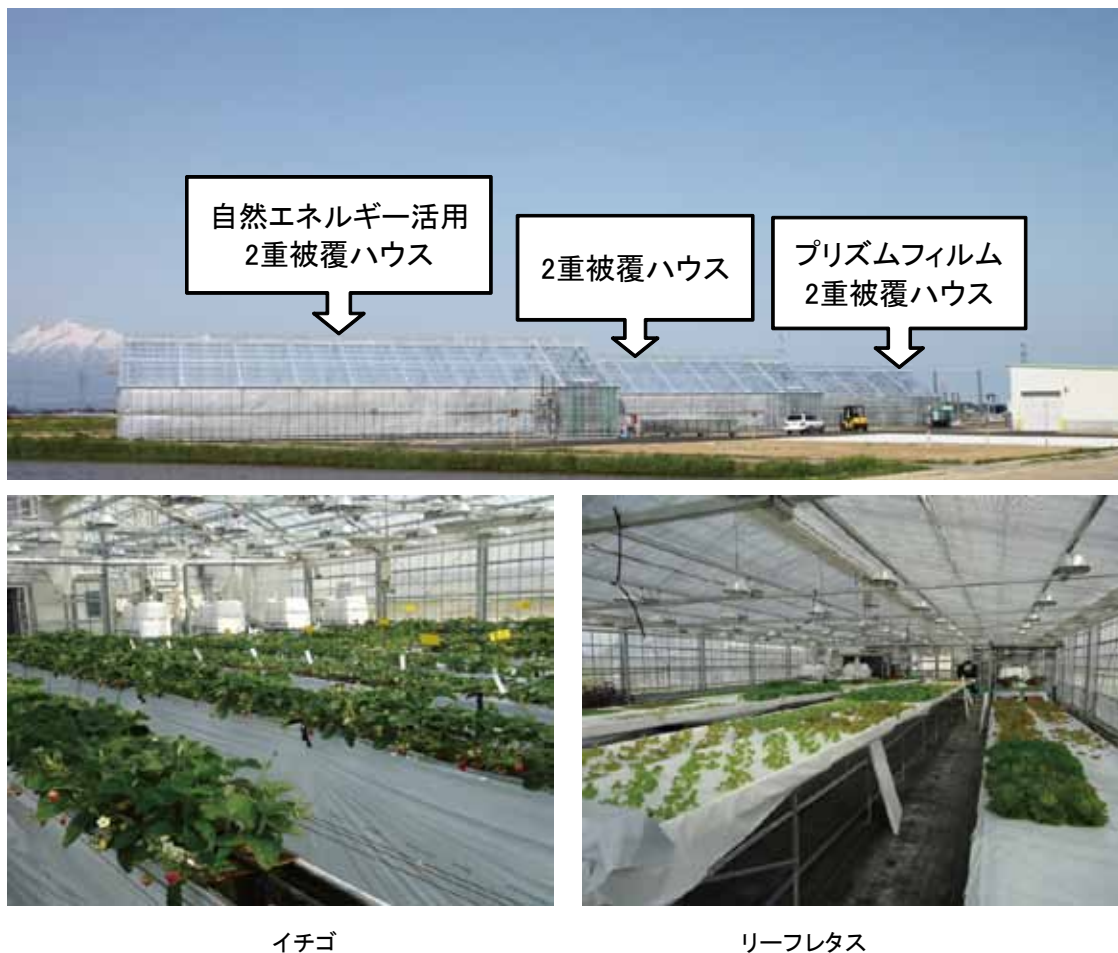
津軽ペレット協同組合のペレットは、地方独立行政法人青森県産業技術センターの農林総合研究所(黒石市)でも使用されています。農林総合研究所では、植物工場実験施設(平成22年5月完成)に、木質ペレットボイラー(温風機)を導入しています。

この施設は、前述の太陽光利用型実験の施設で、自然エネルギー(太陽光・風力・地熱等)を最大限に活用し効率的に野菜等を栽培することを目指す実験施設です。木質ペレットボイラー(温

風機)は、冬期間に施設を加温するために設置されており、他の設備(太陽光発電や風力発電設備等)とともにコンピューターで高度に管理・制御されて効率的に運営されています。

植物工場実験施設では、灯油ボイラーと木質ペレットボイラーを用いて、冬期間に約 100 坪のハウスを外気温から 15℃上昇させた場合のコストを比較する実験を、平成 22 年度(2010 年度)から実施しています。

図 2-56 木質ペレットボイラーを使った実験施設



資料) (独) 青森県産業技術センター

この植物工場実験施設に導入されている木質ペレットボイラーは、県内メーカーの有限会社共栄機工(青森市)により製造されたものです。同社が県内の菊花栽培ハウス(約 100 坪)で行った灯油ボイラーとの燃料使用料金の比較調査(調査期間:平成 22 年(2010 年)4 月 1 日~6 月 30 日)では、1 日当たりの燃料費が灯油 1,442 円、木質ペレット 964 円となり、木質ペレットの方が 478 円(約 33%)安く、さらに、木質ペレット温風機の方が菊花の生長が 10%~15%早いという結果が出ています。

図2-57 (有) 共栄機工 木質ペレットボイラー



製品仕様

型式	KHB-50型
用途	農業用ハウス
定格出力	58kW
	50,000kcal/h
主燃料	木質ペレット(全木)
燃料消費量	8.7kg/h
伝熱面積	0.08平方メートル
動力	AC-100V 582W
設置面積 (高さ×巾×奥行き)	1,600×900×1,800
機械重量	420kg

資料) (有) 共栄機工

## (2) もみ殻を活用した取組

木質ペレットのほかにも、県内では木質バイオマスを活用した取組がなされています。

ハウスで花卉栽培を行っている光田寺植物園（田舎館村）では、ハウスの加温に、もみ殻ボイラー（温風機）を導入しています。

光田寺植物園では、「冬の農業」に取り組んでおり、以前は、冬期間のハウスの加温を灯油ボイラーのみで行っていましたが、平成21年(2009年)12月にもみ殻ボイラーを導入し、現在では、ハウス4棟のうち2棟を、灯油ボイラーともみ殻ボイラーを併用して加温しています。燃料のもみ殻は、当園の経営者が所有する水田や知人の水田で発生したものを有効活用しています。

もみ殻ボイラー導入前は、ハウス2棟を加温するために灯油ボイラーを1日8時間稼働していましたが、現在は、灯油ボイラーは3時間の稼働で足りており、もみ殻ボイラーを導入したことにより、1日5時間分の灯油代を節約することが可能となっています。

もみ殻ボイラーの燃え殻は、燐炭に灰が混ざったもので、土壌改良剤や、鉢物の土に混ぜる「けい酸質肥料」として利用できるほか、融雪にも効果があり、主に青森市の花市場に出荷されています。

図2-58 もみ殻ボイラーで育成されたシクラメン



図2-59 もみ殻の燃え殻の燐炭



光田寺植物園に導入されているもみ殻ボイラーは、県内メーカーの株式会社工藤（八戸市）により製造されたものです。

同社では、木質系バイオマス燃料とするボイラーを製造・販売していますが、燃料には、チップ、ペレット、剪定枝、もみ殻等、さまざまな形状のものがあるため、燃料として使うものの形状にあわせて、投入口等の設計を変えて製造しています。また、同社では木質系チップ等を利用した温水ボイラーも製造しており、岩手県内の浴場施設への導入実績があります。

図2-60 (株)工藤 木質系チップボイラー

製品仕様(ジェットクリーンKHCシリーズ)

型式	KHC-80	KHC-150
使用燃料	木質系チップ・RPF(点火時灯油0.5リットル)	
燃料室容積 (一括投入タイプ)	0.2立方メートル	0.5立方メートル
燃焼時間 (一括投入タイプ)	(木チップ)2~6h (RPF)6~12h	(木チップ)2~6h (RPF)6~12h
伝熱面積	3.5平方メートル	4.8平方メートル
出力調整範囲 (燃焼カロリー)	(木チップ) 80,000~ 25,000kcal/h (RPF) 80,000~ 40,000kcal/h	(木チップ) 150,000~ 50,000kcal/h (RPF) 150,000~ 75,000kcal/h
保有水量	350L	500L
大気圧開放管口径	40mm	50mm
使用電源	100V/600W	200V/1,050W
本体寸法 (高さ×巾×奥行き)	2,100×1,150×1,800	2,400×1,250×2,200

※このほかにも、燃料カロリーが大きい型式あり。

**JET CLEAN BOILER**



資料) (株)工藤HP

### (3) バイオコークスの利用に向けた取組

バイオマスを燃料として利用する取組として、植物由来のバイオマスを原料とした固形燃料「バイオコークス」を石炭コークスの代替として利用するという取組も行われています。

黒石市にある日本砒研株式会社では、県から受託した「バイオコークス事業化可能性調査（ふるさと雇用再生特別基金事業）」において、ごみ焼却用直接溶融炉で石炭コークスの代替としてバイオコークスを用いる実証試験を、近畿大学等と共同で行いました。

この試験は、平成23年(2011年)1月に、岩手県内のごみ焼却施設において、ごみを溶融処理する際に必要となる石炭コークスの一部をバイオコークスに置き換えて使用するもので、バイオコークスの原料には、青森県産りんごのジュース搾りかすが利用されました。

この試験結果により、溶融炉で使用する石炭コークスの18.9%をバイオコークスが代替できることが実証され、年間約1,180tの二酸化炭素を削減できると試算されています。

バイオコークスを利用すると、原料が100%バイオマスであるため二酸化炭素排出量がゼロカウントとなります。石炭コークス1t当たりの燃焼時の二酸化炭素排出量は3.24tであり、石炭コークスからバイオコークスに切り替えた分の二酸化炭素排出量が削減されることとなります。

バイオコークスは温度（200℃程度）と圧力（20MPa程度）を加えて成型し、バイオコークスの原料は、りんごの搾りかすのほか、稲わら、もみ殻等や、それらの混合物でも可能であり、平成



23年度（2011年度）は、原料ごとの適正温度・圧力を研究しています。

また、県外の鋳物メーカーからは、価格変動が大きい石炭コークスの一部をバイオコークスに切り替えたいという声もあります。そこで、日本砥研株式会社では、経済産業省の戦略的基盤技術高度化支援事業に採択された岩手大学等との共同研究の一環として、パイロットプラントを設置し、自動車部品等の高性能の鋳鉄製品を製造するための燃料となる機能性の高いバイオコークスの製造について、研究・開発を行うこととしています。また、量産タイプのパイロットプラントの設置も検討しています。

図2-61 日本砥研（株）で製造したバイオコークス



各種バイオコークス（右3つ）とバイオコークスを燃料に使用して製作した文鎮（左）

※100円玉との比較

#### (4) ホタテの貝殻を利用した商品開発

本県はホタテの生産が盛んで、北海道に次いで全国第2位の生産量となっています。ホタテの生産に伴い、大量のホタテの貝殻が発生しますが、これを有効な資源と捉え、県内企業において、白線ライン引き用資材、土壌改良剤、左官塗壁材、凍結防止剤等、様々な商品開発が行われています。

なかでも、平内町にある有限会社 JST テクニカルでは、ホタテの貝殻を使用した「なまこ増殖着定礁」の製造を行っています。

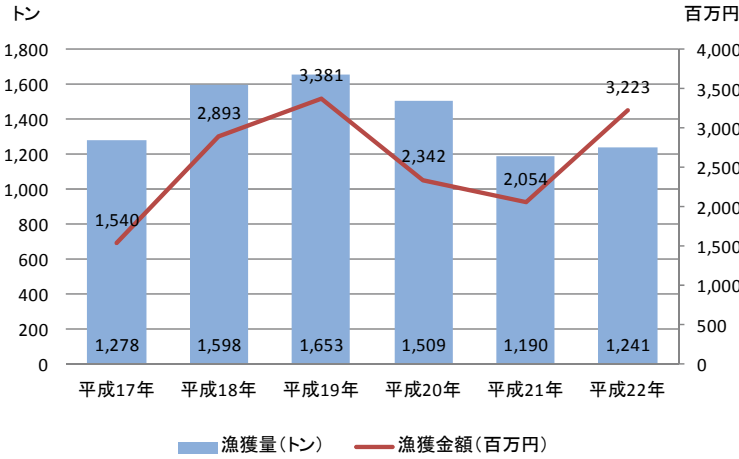
本県のなまこの漁獲量は、近年、減少に転じているものの、漁獲金額は上昇しており、高値で取引されていることがわかります。県全体においても、平成22年(2010年)のなまこの漁獲金額(32億2,300万円)は、するめいか、ホタテ、あかいかに次いで第4位となっており、県全体の漁獲金額合計(518億500万円)の6.2%を占めるまでになっています。

このように、本県にとって重要な魚種であるなまこの増殖を図る方法の一つとして、なまこ増殖着定礁が期待されています。なまこ増殖着定礁は、寸法が直径1.32m、高さ0.7m、重量が約725kg、礁に設置する棚の重量が270kgとなっています。材料は、円形に砕いたホタテ貝殻のほか、藻類育成と生棲動物に有効かつ無害な碎石・砂と樹脂を使用しており、1基当たりの砕いたホタテ貝殻

の使用量は約 800kg となっています。

1 基あたり、約 50 個のなまこが着定するとのデータがあり、これまで、県内の漁協等に 32 基納入しています。ホタテ貝殻のリサイクルのみならず、水産振興にも寄与する商品であり、今後の導入が期待されます。

図 2-62 本県なまこの漁獲量と漁獲金額の推移



資料) 未来につなぐ資源管理2011(県水産振興課、(地独)青森県産業技術センター水産総合研究所)

図 2-63 なまこ増殖着定礁



資料) (有) JST テクニカルHP

また、同社では、ホタテ貝殻リサイクル製品として、ホタテ舗装平板タイル、海水取水ポンプ用フィルターも製造しています。ホタテ舗装平板タイルは、透水性があり表面に水が留まらないため、凍って滑ることがありません。防音効果もあるため、足音を軽減することができます。また、平板内に連続した空隙があり空気が通過するため、夏の日差しで過熱されることもなく、都市温暖化防止対策としても期待できます。

図 2-64 ホタテ舗装平板タイル



資料) (有) JST テクニカルHP

図 2-65 ホタテ舗装平板タイル

(国道 7 号 秋田県田代町地下横断歩道施用)



資料) (有) JST テクニカルHP

### 第3章 八戸港 LNG 輸入基地及びコンバインドサイクル火力発電所の立地

この章では、LNG 輸入基地立地に伴う燃料転換及び冷熱利用の可能性のほか、建設中のコンバインドサイクル火力発電所が本県におけるCO<sub>2</sub>排出削減など環境負荷低減をもたらすことを述べます。

#### 1 八戸港 LNG 輸入基地立地による LNG (天然ガス) 供給

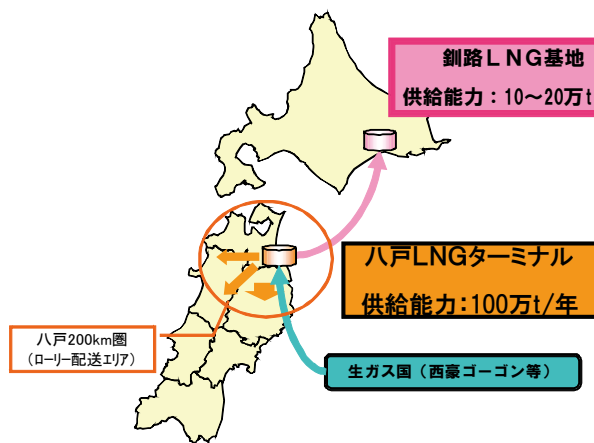
八戸市に建設中の八戸 LNG 輸入基地について、その概要と LNG への燃料転換が環境にもたらす効果をみていきます。

##### (1) 立地計画の概要

八戸市に LNG の内航船受入基地(八戸 LNG 基地)が建設され、平成 19 年(2007 年)3 月から北東北 3 県に天然ガスが供給されてきました。北東北では LNG の需要が産業用を中心に増加が見込まれることや八戸港に大型 LNG 船の入港が可能となることなどから、平成 23 年(2011 年)4 月、新たに八戸 LNG 輸入基地(八戸 LNG ターミナル)の建設工事が同市ポートアイランドで着工され、平成 27 年(2015 年)4 月から運転が開始される予定です。

エネルギー資源の乏しい日本の中にあつて、青森県に LNG 輸入基地が立地することは産業対策や環境対策上望ましいことであり、今後のエネルギー展開を考えていく上で、本県にとってさらに優位な状況となります。

図3-1 八戸LNG輸入基地における供給フロー



資料) JX日鉱日石エネルギー(株)

図3-2 八戸LNG輸入基地立地エリア



資料) JX日鉱日石エネルギー(株)

##### (2) 供給計画の概要

八戸 LNG 輸入基地は、施設完成後の平成 27 年度(2015 年度)では、年間 100 万 t の供給能力があります。LNG はオーストラリアのコーゴン PJ 等から調達を行い、工業地帯を抱える八戸市周辺で、産業用を中心とするほか、民生用都市ガス向けに導管(パイプライン)で供給されます。また、津軽地域をはじめ、県内各都市や岩手県、秋田県にタンクローリーで輸送されるほか、一部が釧路 LNG 基地へ内航船で供給されます。

同基地からの本県への供給量は平成 27 年度(2015 年度)では、約 40 万 t/年と想定され、石油などから環境への負荷が少ない LNG へ燃料転換が進むものと期待されます。なお、平成 38 年度(2025 年度)での本県の LNG 潜在需要は約 70 万 t/年と想定されており、さらに燃料転換が促進される場合には、同基地の設備増設によって対応することが可能となっています。

表 3-1 八戸 LNG 輸入基地の供給計画

	八戸 LNG ターミナル (新設輸入基地)	八戸 LNG 基地 (既存二次基地)
(1) 運転開始時期	2015 年 4 月(予定)	2007 年 3 月(現在稼働中)
(2) 所在地	青森県八戸市(ポートアイランド)	青森県八戸市
(3) 基地形態	輸入基地	内航船受入基地
(4) LNG 供給能力	100 万トン/年	6 万トン/年
(5) 供給設備		
① LNG タンク	14 万 KL × 2 基	4.5 万 KL × 1 基
② パイプライン	総延長 : 約 20km 供給圧力 : 高圧、中圧 (高圧: 約 2.0 MPa、中圧: 約 0.8 MPa)	総延長 : 約 5km 供給圧力 : 中圧(約 0.8 MPa)
③ LNG 気化器	気化能力 : 約 80 トン/h	気化能力 : 約 6 トン/h
④ タンクローリー 出荷設備	12 車線(増設可)	3 車線
⑤ 内航船出荷設備	内航船棧橋 × 1 本	-

資料) JX 日鉱日石エネルギー(株)

### (3) LNG への燃料転換による環境への効果

天然ガスは、約 $-160^{\circ}\text{C}$ の低温で液化して体積を 600 分の 1 に縮小できることやパイプラインでの圧送によって直接利用者に供給できることから、貯蔵・輸送効率に優れています。また、燃焼した場合、二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )発生量が石炭の約 6 割、石油の約 7 割で、窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )発生量も石炭の約 2 割~4 割、石油の約 3 割~5 割で、硫黄酸化物( $\text{SO}_x$ )は排出されないなど、優れた環境特性があります。

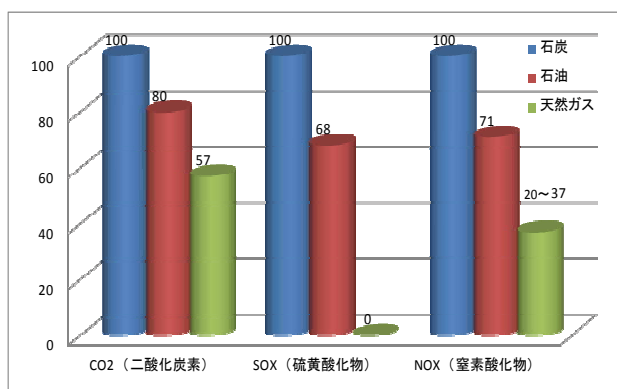
図 3-3 天然ガスの液化フロー

■ 気体から液体へと変化する天然ガス



資料) (社)日本ガス協会 HP

図 3-4 燃焼時に発生する  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$  の比較(石炭を 100 に換算)



資料) (社)日本ガス協会 HP データから作成

本県への LNG 供給量は当面約 40 万 t/年と計画されており、LNG が本県の他の化石燃料の代わりに利用されるものとして、おおまかに推計してみます。青森県エネルギー産業振興戦略ロードマップによると、平成 22 年(2010 年)の本県のエネルギー消費構造は石油製品 61.0%(原油換算 2376.2 千 kl)、石炭 10.2%(同 397.5 千 kl)、天然ガス 0.8%(同 31.0

千 kℓ) となっていますが、ここでは CO<sub>2</sub> 排出量が石炭より少ない石油に代わって LNG が利用されると仮定します。なお、LNG が石炭の代替燃料となることも想定されますが、この場合は CO<sub>2</sub> 排出量がさらに削減されるため、その代わり単純化し、量的に少ない既存天然ガス消費量の一部との差し引きを考慮せずに、天然ガスの燃焼は主成分のメタンの燃焼とみなします。

メタンの分子量から考えると、天然ガス 16 万 t が燃焼すると約 44 万 t の CO<sub>2</sub> が発生すると推計されます。本県への供給量は平成 27 年度(2015 年度)で約 40 万 t/年と想定されており、これらが燃料に使用されたと仮定すると約 110 万 t/年の CO<sub>2</sub> が発生します。CO<sub>2</sub> 発生量は、石油を 80 とすると天然ガスが 57 の割合となっていますので(図 3-4)、約 44.38 万 t/年の CO<sub>2</sub> 削減効果があるものと推計されます。また、2025 年度の本県の LNG 潜在需要は約 70 万 t/年と想定されており、同様に計算すると約 77.7 万 t/年の CO<sub>2</sub> 削減効果があるものと推計されます。

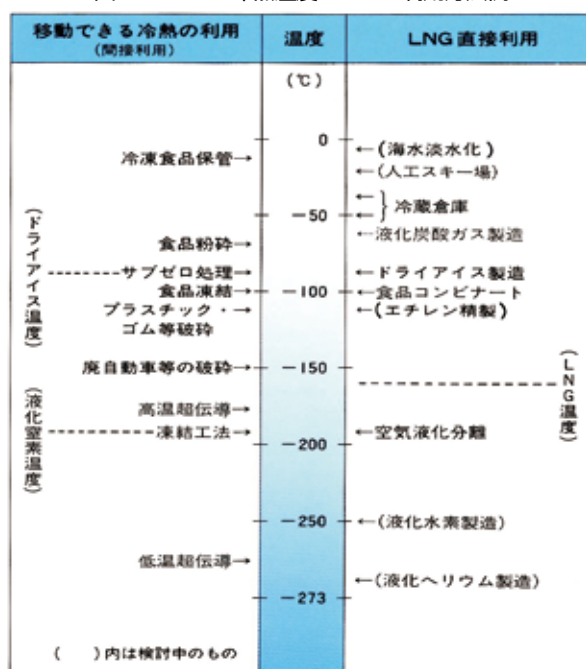
## 2 八戸港 LNG 輸入基地による冷熱利用

本県における LNG の冷熱利用の可能性について、国内の事例をもとに考察してみます。

### (1) 冷熱利用の原理

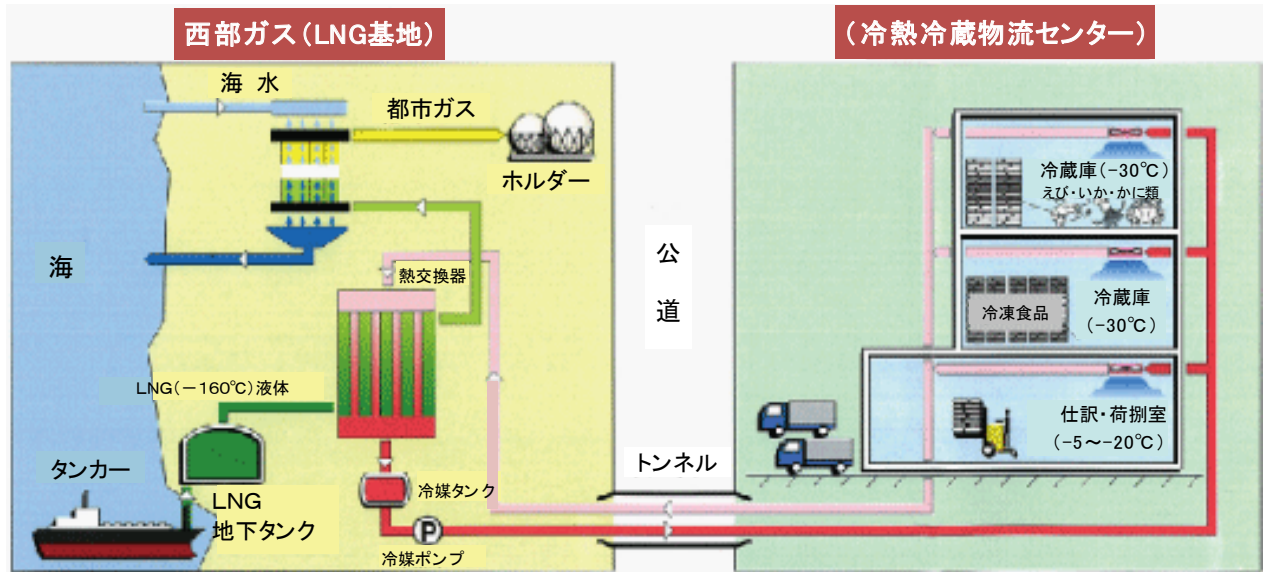
LNG(液化天然ガス)は約-160℃という低温の液体ですが、都市ガスなどでは蒸発させて天然ガスに戻してパイプラインで圧送しています。LNG が蒸発(気化)して常温の天然ガスに戻るまでに熱(気化熱と顕熱)が奪われて周囲は冷却されます。この冷却するエネルギー(冷熱エネルギー)を利用して様々な用途に活用することができます。1kg の LNG が-160℃から 0℃になるときに約 200kcal の熱量を奪うため、例えば、冷却のために使っていた電気をこの冷熱エネルギーに代えることが可能です。国内では、主な冷熱利用の取組として、冷凍冷蔵庫、ドライアイス・液化炭酸ガスの製造、液化酸素・窒素製造などがあります。

図3-5 LNGの冷熱温度レベルと利用方法例



資料)東京ガスケミカル(株)

図3-6 LNG基地における冷熱利用フロー例



資料) 西部ガスエンジニアリング(株)HP

## (2) 冷熱利用の国内における取組

### ① 冷蔵倉庫

LNG冷熱を利用する冷蔵倉庫は、従来の機械式倉庫に比べて消費電力が3分の1程度になります。コンプレッサー等の機械部分が少ないため、運転・保守が容易で維持管理費が安価で済み、騒音・振動もなく、省エネルギーで環境にやさしいシステムとされています。また、超低温のため凍結水分の氷結晶の成長が小さく、食品の細胞組織が壊れにくく、色・ツヤ・光沢の変化やうま味成分の化学変化が進みにくいという特徴があります。

図3-7 各食品の冷蔵温度



資料) 日本超低温(株)HP

図3-8 冷蔵倉庫の冷蔵室



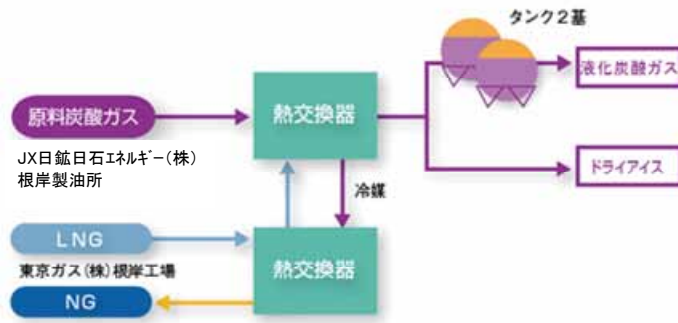
資料) 日本超低温(株)HP

### ② ドライアイス・液化炭酸ガスの製造

ドライアイスや液化炭酸ガスの製造では、LNG冷熱を利用して冷却すると、冷凍機が不要で炭酸ガスの液化圧力を低くすることが可能となるなど圧縮動力を大幅に削減できるとされています。ドライアイスは、生鮮食品類やアイスクリームの冷凍・冷却、冷凍保存・輸送に広く利用されているほか、医療分野でも血液やワクチンなどの保存・輸送時に使用されています。液

化炭酸ガスは、炭酸飲料の原料や食品の急速冷凍をはじめ、溶接や製鋼に利用されています。

図3-9 ドライアイス・液化炭酸ガスの製造フロー



資料) 東京ガスケミカル(株)HP

図3-10 ドライアイスの製造過程

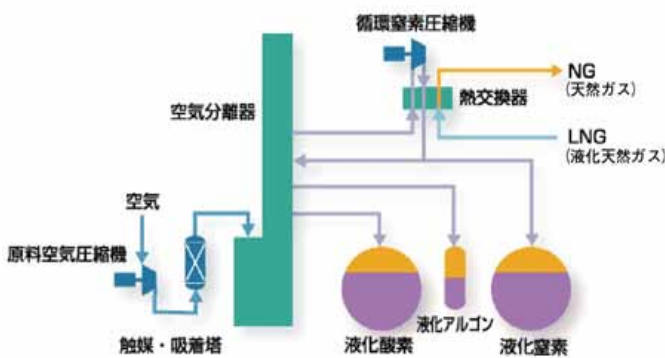


資料) 東京ガスケミカル(株)HP

### ③空気液化分離

LNG 冷熱の利用により、ダストと水分、炭酸ガスを取り除いた空気を $-180^{\circ}\text{C}$ 程度まで冷却して精留塔に入れると液化酸素と窒素ガス、液化アルゴンを製造できます。また、分離された窒素ガスを加圧・冷却して液化窒素を製造するときにも LNG 冷熱を利用します。このように LNG 冷熱を利用して空気分離を行うと従来法に比べて電力使用量を半減できると言われています。液化酸素は溶接や溶断、医療などに利用され、液化アルゴンは溶接や製鋼等の保護ガス、分析などに使用されており、液化窒素は食品の冷凍をはじめ、医療用の凍結冷却材、IC 製造や金属熱処理等の保護ガスなどに活用されています。

図3-11 空気分離による液化ガス製造フロー



資料) 東京ガスケミカル(株)HP

図3-12 空気分離精製塔

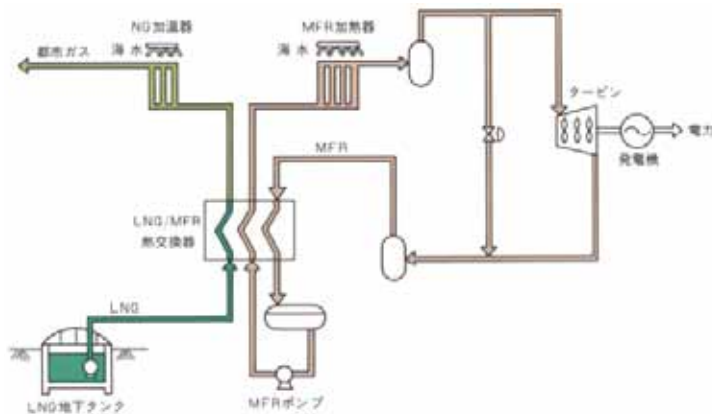


資料) 東京ガスケミカル(株)HP

### ④冷熱発電

冷熱発電は、LNG がガス化するとき600倍に膨張するエネルギーあるいは冷媒を用いて LNG 冷熱による液化と海水による気化膨張の繰返しサイクルを利用し、タービンを回して発電します。排ガスを全く排出しないため、環境にやさしい発電システムとなっています。

図3-13 冷媒を用いたLNG冷熱発電フロー



資料) 東京ガスケミカル(株)

図3-14 冷熱発電プラント



資料) 東京ガスケミカル(株)

### ⑤他の冷熱利用方法

LNGの他の冷熱利用としては、エチレンの精製や<sup>13</sup>Cメタン等の安定同位体(SI)の分離などの取組があります。また、液化窒素などを利用した間接的なLNG冷熱利用の取組として、プラスチックや廃タイヤ等廃棄物の低温破碎、食品の低温粉碎によるパウダー化、食品の凍結乾燥など、様々な方法が可能となっています。

### (3) 本県における冷熱利用の展望

冷熱を利用する場合は、配管等の整備や熱効率の点からLNG基地に近いほど効率的となります。LNGの利用設備については、2分の1から3分の1の各種補助金が設けられており、LNG基地のサテライト設備も対象となっているものもあります。LNG輸入基地が整備される八戸地域では、水産物の冷蔵や加工事業所、食品加工所のほか、製錬や鉄鋼、IC関連事業所が立地しており、LNGの冷熱により、既存事業所の省エネや設備の拡充をはじめ、新たな事業の展開によって本県へのLNG基地の立地の波及効果が期待されます。

表3-2 主な天然ガス関連補助金一覧

区分	補助事業正式名称	所掌窓口	補助対象事業の概要	補助率	上限	事業期間	リース利用
省エネ	(1)エネルギー使用合理化事業者支援事業 通称:エネルギー使用合理化補助	[継続]…NEDO [新規]…環境共創イニシアチブ	既設の工事、事業所が省エネ設備・技術を導入する事業(SB、移転、生産能力増加は不可)。工場全体で1%または、500KL/年以上の省エネが可能な事業対象 補助金支給額が100万円未満は対象外	単独事業 1/3 連携事業 1/2	50億円	原則単年度 複数年可	○
	(2)エネルギー使用合理化事業者支援補助金(民間団体等分) 旧名称:燃転補助金	一般社団法人 都市ガス振興センター	ボイラー、冷温水機等空調機、自家発電機などの既存燃焼設備を天然ガスへ燃料転換または、機器更新する事業者に対して、その設備変更などに要する費用を補助するもの。(電気設備からの燃転以外は対象、天然ガスから天然ガスへの更新も可)	1/3	1.8億円	原則単年度	○
ガス	(3)ガスコージェネレーション推進事業費補助金 【エネ庁の新エネ補助金の鞍替え】	一般社団法人 都市ガス振興センター	高効率型天然ガスコージェネを導入する事業者に対し、補助を行う。	民間 1/3 地方公共団体 1/2	5億円	最長4年	○



### 3 八戸火力発電所 5号機コンバインドサイクル化

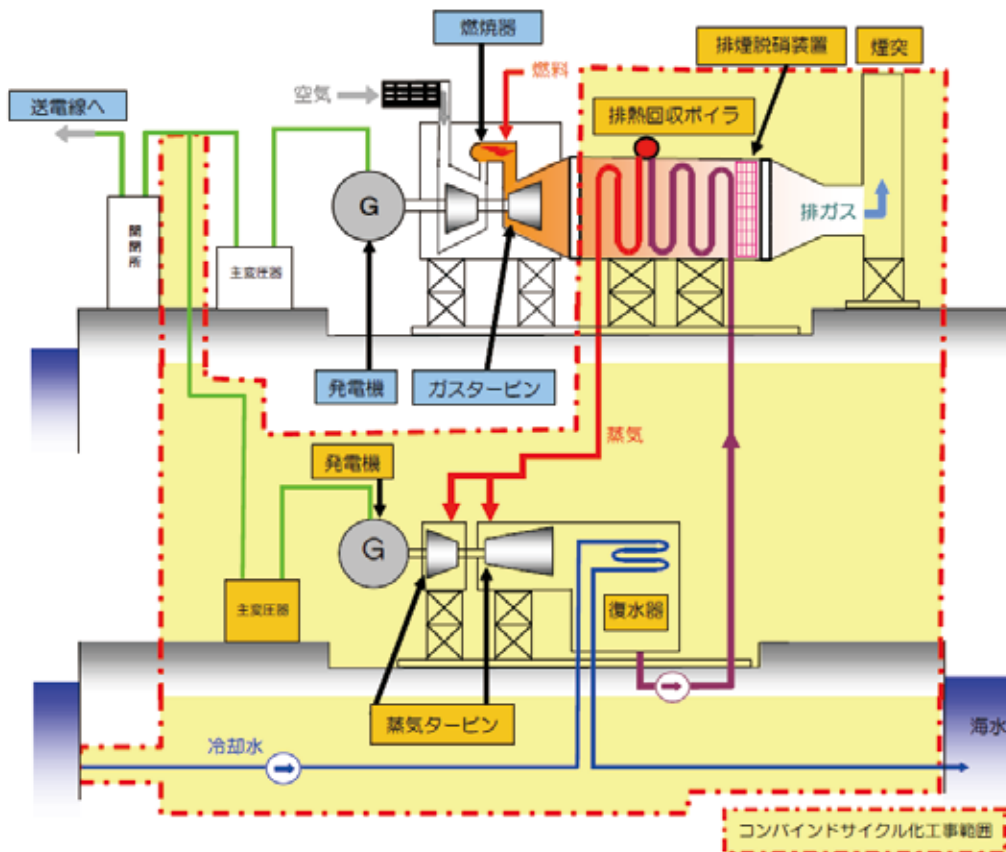
コンバインドサイクル方式による火力発電について、その概要と環境にもたらす効果を見ていきます。

#### (1) 計画概要

東北電力株式会社八戸火力発電所では、昭和43年(1968年)から3号機(定格出力:25万kW、燃料:重油)が稼働していますが、東日本大震災によって太平洋沿岸部の火力発電所が甚大な被害を受けたことから、追加供給力の確保対策のため、平成24年(2012年)7月の運転開始を目指して5号機をシンプルサイクル方式で建設しています。

その後、環境負荷を低減させる観点から排熱回収ボイラー、蒸気タービン及び発電機を追加設置することにより、高効率コンバインドサイクル方式に変更することにしました。コンバインドサイクル方式は、平成24年(2012年)6月に着工し平成26年(2014年)8月から運転開始予定ですが、コンバインドサイクル方式運転までは、シンプルサイクル方式で稼働して電力を供給する予定となっています。

図3-15 八戸火力発電所5号機コンバインドサイクル方式概略



資料) 東北電力(株)HP

図3-16 八戸火力発電所構内配置



資料) 東北電力(株)HP

## (2) コンバインドサイクル化による環境への効果

コンバインドサイクル方式は、ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせた発電システムで、燃料ガスの熱膨張エネルギーによる力でガスタービンを回転させて発電するとともに、ここで生じた高温の排出ガスからの熱回収により蒸気を発生させ、蒸気タービンを回してさらに発電します。このため、ガスタービン単独又は蒸気タービン単独での発電と比較して熱効率が高く、エネルギーの有効活用を図ることが可能となっています。

窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)については、ガスタービンに低NO<sub>x</sub>燃焼器を採用するとともに脱硝装置を設置することにより、低減することが可能となっています。硫黄酸化物(SO<sub>x</sub>)についても、軽油を使用する場合は、低硫黄分のものを利用して低減対策を図るとともに、天然ガスを使用する場合は排出されません。

温排水については、ガスタービンと蒸気タービン双方による発電システムでガスタービンが温排水を排出しないことから、蒸気タービン単独の発電システムで同出力の電力を得る場合と比較して、排水量が低減します。

表3-3 八戸火力発電所5号機発電方式の比較

	シンプルサイクル方式	コンバインドサイクル方式
定格出力	27.4万kW	約42万kW
使用燃料	軽油	軽油・ガス
熱効率	約33%	約55%
スケジュール	2014年7月運転開始予定	2012年6月 工事開始予定 2014年3月 試運転(発電)開始予定 2014年8月 運転開始予定

資料) 東北電力(株)HP のデータから編集

コンバインドサイクル方式は、熱効率が高く、天然ガスも使用するため、CO<sub>2</sub> 排出量の削減に寄与します。シンプルサイクル方式の定格出力時(27.4 万 kW)の CO<sub>2</sub> 排出量は、約 210t/h とされていますが、コンバインドサイクル方式では、シンプルサイクル方式に比べて出力が約 1.5 倍アップしても、軽油の場合が同じ約 210t/h、天然ガスの場合が約 150t/h とされています。これを 1kW 当たりの CO<sub>2</sub> 排出量で推計すると、シンプルサイクル方式に対して、コンバインドサイクル方式では、軽油の場合が約 3 割、天然ガスの場合が約 5 割削減できるとされています。