

平成21年度中小企業活性化政策委託事業  
「地域の低炭素社会対応可能性に関する調査」

— 調査報告書 —

(概要版)

平成22年3月

経済産業省東北経済産業局

# 目次

---

1. 「低炭素社会対応産業」の一般事項の調査
2. 「低炭素社会対応産業」を支える技術に関する調査
  - ・太陽電池産業
  - ・燃料電池産業
  - ・二次電池産業
3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査
  - ・バイオマス資源の利活用
  - ・地熱資源の利活用
  - ・省エネルギー照明の利活用
4. 地熱・地中熱セミナーの開催

1. 「低炭素社会対応産業」の一般事項の調査

# 低炭素社会対応産業の重点技術

- 民主党鳩山政権下において、日本では「2020年までに、1990年比で二酸化炭素を25%削減する」という高い目標を設定している
- これを達成するためには、「Cool Earth 50」に示された21技術や「長期エネルギー需給見通し」のシナリオを考慮して、大きな効果が期待できる低炭素技術に重点を置いて研究開発を行っていく必要がある

Cool Earth 21技術

分野	技術項目
発電・送電部門	高効率天然ガス火力発電
	高効率石炭火力発電
	二酸化炭素回収・貯留 (CCS)
	革新的太陽光発電
	先進的原子力発電
運輸部門	超電導高効率送電
	高度道路交通システム (ITS)
	燃料電池自動車
産業部門	プラグインハイブリッド自動車・電気自動車
	バイオマスからの輸送用代替燃料製造
	革新的材料・製造・加工技術
民生部門	革新的製鉄プロセス
	省エネ住宅・ビル
	次世代高効率照明
	定置用燃料電池
	超高効率ヒートポンプ
部門横断的な技術	省エネ型情報機器・システム
	HEMS/BEMS/地域レベルのEMS
	高性能電力貯蔵
	パワーエレクトロニクス
	水素製造・輸送・貯蔵

長期エネルギー需給見通しのCO2削減量最大ケース

### 2020年の分野毎の姿 (最大導入ケース)

**産業**

**工場** 引き続き世界最先端の省エネ技術を最大限導入

- 業種ごとに最先端技術を導入
- 鉄鋼、化学、富集土石、紙パルプ等のエネルギー多消費産業を中心とした各業種において、更新時には全て世界最先端の技術を導入
- 業種横断的高効率設備を導入
- 高性能工業炉、高性能ボイラーなど (中小企業において20年までに更新時期を迎える設備のすべて)

**最先端技術の研究・開発**

あらゆる製品を技術的ポテンシャルの最大限まで効率改善させる

**運輸**

**自動車** 自動車の燃費改善と次世代自動車の普及

- 乗用車の燃費の継続的改善
- 05年までの15年間、約3%改善 → 20年までの15年間、約28%改善 (保有ベース) (全自動車(従来車+次世代車)の20年の新車燃費を、05年比35%向上)
- 次世代自動車の加速的普及
- 新車販売に占める次世代自動車のシェア 05年: 約1% → 20年: 約50%

**転換**

**発電所** よりCO2排出の少ない電源構成

- 原子力の推進 設備利用率 現状: 約60% → 20年: 約80% 新增設9基
- 火力発電の高効率化 IGCC、NGCCなどの高効率発電の導入

**新エネ等**

- 風力発電 05年: 約110万kW → 20年: 約500万kW (随上ポテンシャルの約9割、現状の約5倍)
- 小水力発電 新たに約1300地点に発電機を設置

**民生**

**住宅** 太陽光パネルの設置 断熱性等の省エネ性能の向上

- 太陽光パネルの普及
- 2020年頃までに、2005年の20倍程度(非住宅用含む) (うち住宅用として約530万户に設置)
- 最も厳しい基準を満たす新築が急増
- 05年: 3割程度 → 20年: 8割程度

**家庭の機器・設備** トップランナー制度等による 最先端の省エネ機器の急速な普及

- テレビ等ディスプレイ
- ブラウン管から液晶、プラズマ、有機ELへの移行
- 05年: ブラウン管テレビ 約80% → 20年: 0%
- 蛍光灯、冷蔵庫、家庭用エアコン等
- 市場で購入される機器の全てがトップランナー基準を満たす

**給湯器・コージェネ** 高効率給湯器(ヒートポンプ、凝熱回収型)、コージェネ(省燃料電池)の普及

- 05年: 約70万台 → 20年: 約2800万台 (単身世帯除く全世帯の8割以上、2005年の約40倍)

**オフィス等**

- サーバー・ストレージ・ネットワーク機器(ルーター)
- 高効率なサーバー(省エネ率約20%)、ストレージ(省エネ率約80%)、省エネ型ネットワーク機器(省エネ率約45%)が急速に普及
- 05年: 0% → 20年: 約98% (ストック)
- 照明
- LED・有機EL照明の普及
- 05年: 約1% → 20年: 約14% (ストック)
- 断熱性等の省エネ性能向上
- 最も厳しい基準を満たす新築が増加
- 05年: 6割程度 → 20年: 8割~9割程度

＜共通する重点技術＞

①太陽電池 ②燃料電池 ③二次電池

④高効率照明 ⑤バイオマス資源

2

1. 「低炭素社会対応産業」の一般事項の調査

# 「低炭素社会対応産業」に対する主要国の政策動向と現状

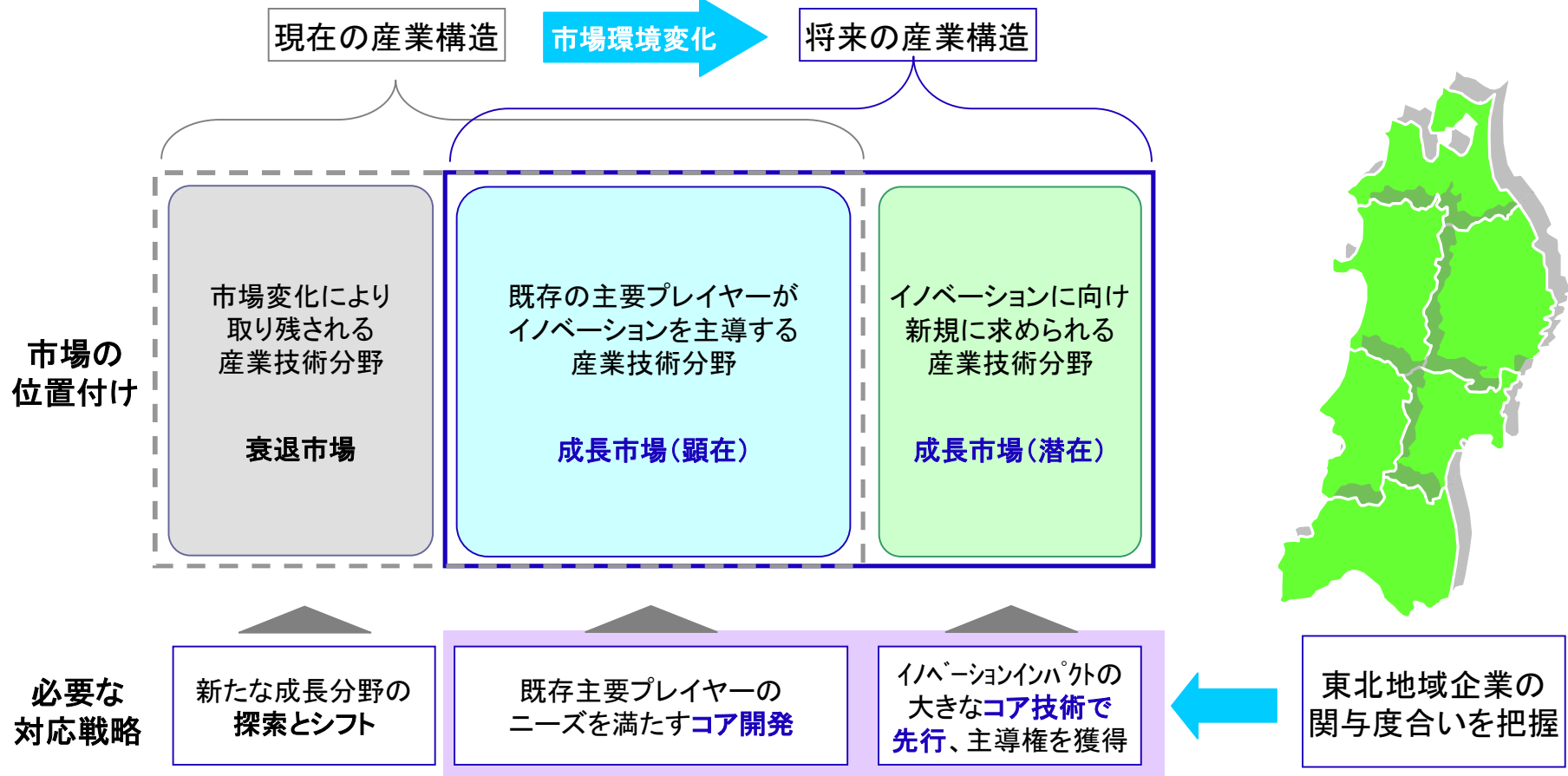
- 先進国の中でも、とくに低炭素化政策に注力している5カ国について、その政策動向とエネルギー構造をまとめた。

	米国 	ドイツ 	フランス 	スペイン 	日本
CO2削減目標 (COP15)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2020年までに2005年比17%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●EU-27 (EU加盟国全体) で2020年までに1990年比20~30%</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>●2020年までに1990年比25%</li> </ul>
重点分野	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再生可能エネルギーの普及</li> <li>・スマートグリッド(次世代電力網)</li> <li>・クリーンエネルギー自動車の普及</li> <li>・二酸化炭素回収貯留技術(CCS)</li> <li>・自動車用二次電池、インフラ整備</li> <li>・バイオ燃料開発、インフラ整備</li> <li>・グリーンビル普及</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再生可能エネルギーの普及</li> <li>・CCS導入</li> <li>・クリーンエネルギー自動車の普及</li> <li>・洋上風力向け電力網整備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再生可能エネルギーの普及</li> <li>・クリーンエネルギー自動車や二次電池</li> <li>・ゼロエミッションの建物</li> <li>・再生可能エネルギー源からの熱回収</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再生可能エネルギーの普及(特に風力、水力、地熱発電、バイオマス)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「Cool Earth」で取り上げた21技術の推進</li> <li>・太陽発電を対象とした固定価格買取制度(FIT制度)の導入</li> <li>・EV・PHVタウンを通じた次世代自動車インフラ整備とEV・PHV普及策の推進</li> </ul>
エネルギー構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・化石資源70.9%</li> <li>・原子力19.0%</li> <li>・再生可能10.1%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・化石資源60.9%</li> <li>・原子力26.3%</li> <li>・再生可能12.8%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・化石資源9.6%</li> <li>・原子力78.4%</li> <li>・再生可能12.0%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・化石資源61.8%</li> <li>・原子力19.8%</li> <li>・再生可能18.4%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・化石資源61.2%</li> <li>・原子力27.6%</li> <li>・再生可能11.2%</li> </ul>

## 2. 「低炭素社会対応産業」を支える技術に関する調査

# 低炭素三電池産業に想定される変化と対応戦略

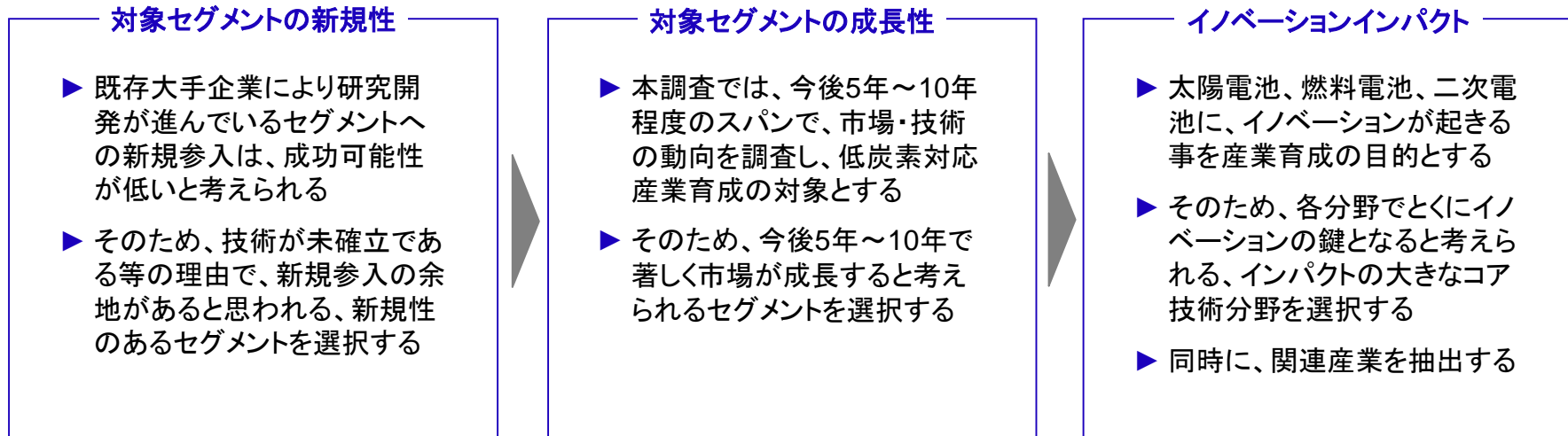
- イノベーションに対する期待を受け、太陽電池、燃料電池、二次電池(3電池)市場には大きな環境変化が生じている
- この市場環境変化に対応し、3電池産業で成長する上で鍵となるコア技術を明らかにした
- また、東北地域における3電池産業振興の可能性を探るため、地域企業の現状を調査した



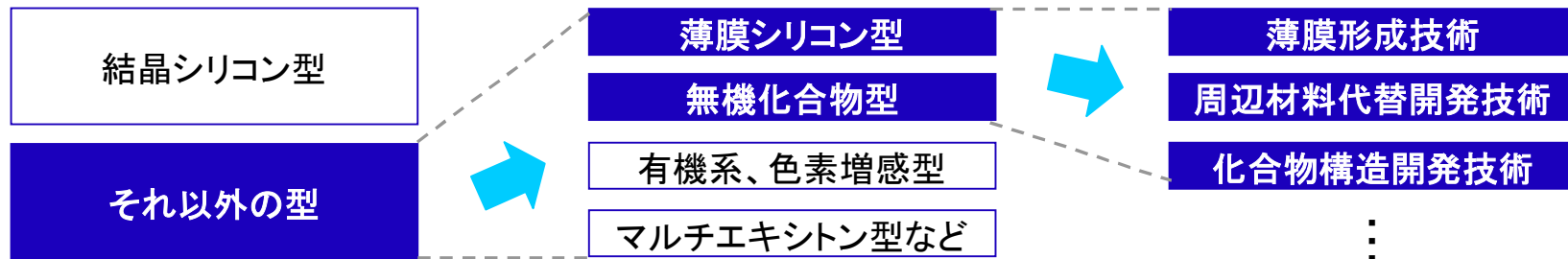
## 2. 「低炭素社会対応産業」を支える技術に関する調査

### 3 電池産業におけるコア技術の抽出手法

- 下記の方法により、太陽電池、燃料電池、二次電池の各分野におけるコア技術及び有力業種を抽出する



#### 抽出例(太陽電池の場合)



## 2. 「低炭素社会対応産業」を支える技術に関する調査

# 太陽電池の技術概要

### 太陽電池とは

- 太陽電池は、光の持つエネルギーを、直接的に電力に変換する装置である
- 太陽電池内部に入射した光エネルギーは、電子に吸収され、電界に導かれる事で、電力として太陽電池の外部へ出力される

### 太陽電池の種類

種類		利点	課題	
シリコン系	結晶型	単結晶	高効率、製造が容易	原料不足、高コスト
		多結晶	比較的高効率、大量生産向き	原料不足、装置メーカーの台頭
	球状	シリコン使用が少量		
薄膜型	アモルファス	シリコン使用が少量	コストパフォーマンス	
	タンデム	シリコン使用が少量、高効率	製造リードタイムが長い	
化合物系	単結晶型	GaAs	高効率	原料が効果、重量が大きい
		CdTe	低コスト、高効率	汚染物質を使用
	多結晶型	CIGS	高効率、製法が簡便	インジウム不足
有機系	有機薄膜型	製造工程が単純	経年劣化する、液体保持が難	
	色素増感型	フレキシブル、低コスト	製品寿命が短い	

### 太陽電池の構造

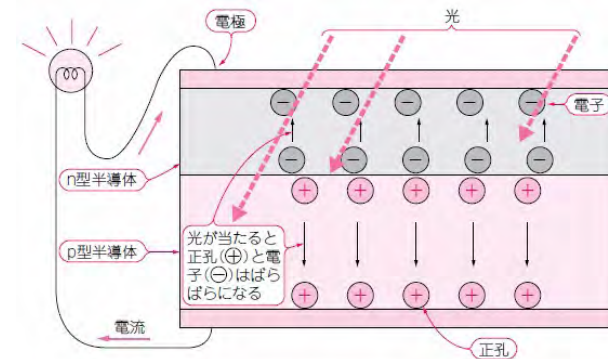


図 太陽電池構造の概要

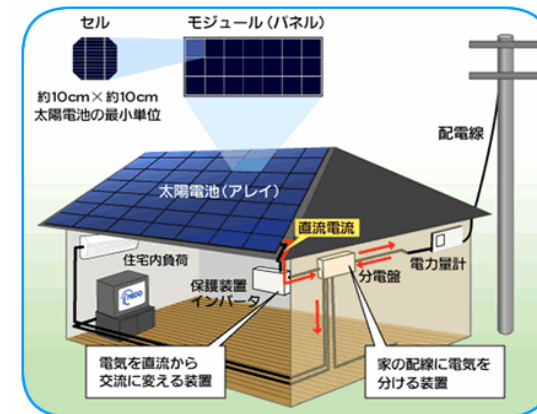


図 太陽光発電の一般的な構成

出典：平成20年度 温暖化対策の都市・地域における効果的な展開施策に関する調査（経済産業省）、トランジスタ技術2005年9月

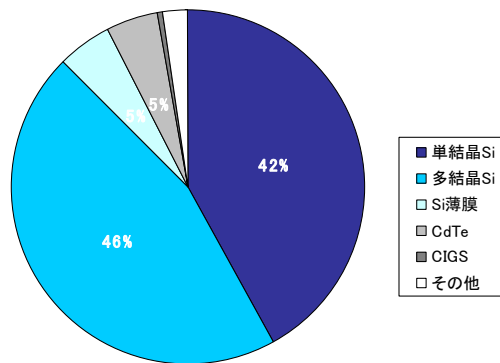
## 2. 「低炭素社会対応産業」を支える技術に関する調査

# 太陽電池モジュールのコア技術抽出

- 「高い新規性のため技術が未確立で、今後5年での市場成長が期待できる」薄膜シリコン及び化合物型太陽電池分野への参入を視野に入れて、①薄膜形成、②接着剤等の周辺材料開発、③無機を中心とした構造レベルでの材料開発を強みとする企業を育成・助成することが望まれる

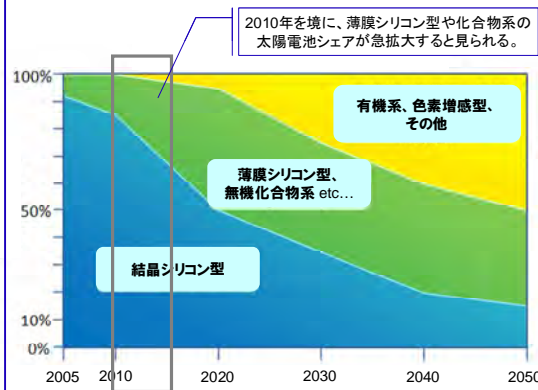
### 対象セグメントの新規性

- ▶ 市場シェアの9割弱を結晶型太陽電池が占めている
- ▶ 国内では、結晶型は大手5社の独壇場であり、参入は難
- ▶ 薄膜シリコン型、化合物型、有機系などの技術は未確立で、新規参入の余地がある



### 対象セグメントの成長性

- ▶ 結晶シリコン型のシェアは今後、急速に減少
- ▶ 2010年前後を境に薄膜シリコン型、化合物型は急激にシェアを伸ばし、2030年ごろには結晶型に逆転
- ▶ 有機系等は長期的には成長が期待される



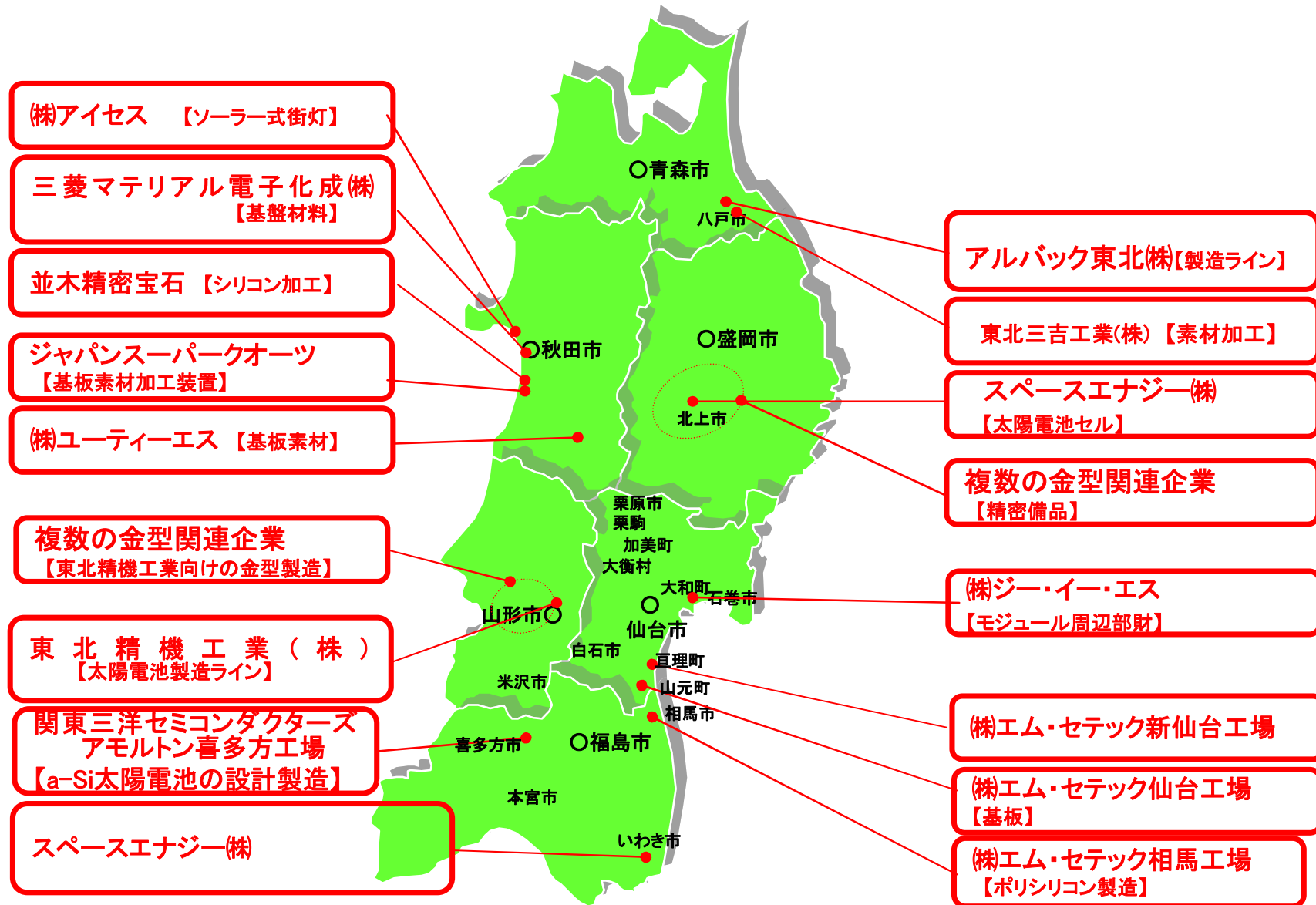
### イノベーションインパクト

- ▶ 薄膜シリコン型のイノベーションの鍵は、膜形成技術の最適化、代替周辺材料開発
  - ・大幅なコストダウンが期待
- ▶ 化合物型のイノベーションの鍵は、以下の通り
  - 適切な化合物構造の開発
  - セル形成工程の精緻化
  - ・実用レベルの変換効率実現に期待

### 有力業種

- ▶ 薄膜形成技術の保有企業
- ▶ 接着剤等の周辺材料企業
- ▶ 材料研究に強みをもつ東北大学との共同研究実施企業・関連ベンチャー

## 太陽電池産業に参入している東北地域企業マップ



## 2. 「低炭素社会対応産業」を支える技術に関する調査

# 太陽電池産業の調査結果

### 太陽電池産業の現状

### 東北地域企業の現状

文献調査  
+  
有識者  
ヒアリング

最終製品  
メーカー  
ヒアリング

#### 新規性、成長性、イノベーションインパクトからみたコア技術

- ① 薄膜シリコン型、化合物型、有機系などの新型太陽電池分野に関しては、技術が未確立な分野も多いため、参入に際しての魅力度は高い
- ② 新型太陽電池のなかでも、とくに**薄膜シリコン型および化合物型の太陽電池は、今後5~10年間で成長性が大きい**
- ③ 薄膜シリコン型および化合物型太陽電池関連技術のなかでも、薄膜成型技術、周辺材料技術、パワー半導体技術、回路材料技術がコアとなる技術分野である  
(具体的なコア技術例に関しては、調査報告書の図2-1を参照)
  - 薄膜成型技術:セルの基板となる材料上に薄膜を成型することで、高効率化、長寿命化、低コスト化を実現する技術群
  - 周辺材料技術:モジュール内におけるセル以外の構成材料を改良することで、高効率化、長寿命化、低コスト化を実現する技術群
  - パワー半導体技術:太陽光発電システムにより発電された電力を効率的に変換することで、システム全体の高効率化を実現する技術群
  - 回路材料技術:劣悪な熱条件下においても発電に耐える熱特性を持った回路材料を製造することで長寿命化を実現する技術群

#### 最終製品メーカーの製品ニーズ

- ① 太陽電池モジュールメーカーA社は、『太陽光発電ロードマップ(PV2030+)』(NEDO)にて設定された**2017年時点での目標モジュール生産コスト75円/WVについて、2012年を目処に前倒し達成するべく、周辺材料技術によるモジュール材料の低コスト化を求めている**
- ② また、太陽電池モジュールメーカーA社は、**量産による低コスト化を求めている**。具体的には、セル製造において、4nm/sの量産速度実現を求めており、その量産速度に対応できる薄膜成型技術が必要とされている
- ③ 太陽光発電システムメーカーB社は、**パワーコンディショナ部分でのコスト削減を推進**しており、その素子であるパワー半導体技術による低コスト化を求めている
- ④ 太陽光発電システムメーカーB社は、**スマートグリッド化に舵を切り始めている電力会社からの要請により、安定的な発電管理を重視しはじめている**。とくに家庭用太陽電池システム向けに安価な管理システムを求めている

東北6県  
公設研究所  
ヒアリング

東北6県  
地域企業  
ヒアリング

#### 東北地域の企業の現状

- ① 東北地域全体の傾向として、**基板材料製造、太陽電池セル製造、太陽電池モジュール製造およびそれらに関連する精密加工について、多くの企業が参入している**
  - 従来、三菱マテリアル(株)やエルピーダメモリ(株)、NEC等の大手半導体メーカーに関連してシリコン材料製造に関わる企業が多い。したがって、それらの技術の応用・転用が可能な精密加工企業が多く参入しているものと考えられる
- ② スペースエナジー(株)(いわき市、北上市)や(株)エムセテック(宮城県)を中心として、太陽電池の基板材料であるポリシリコンの製造から太陽電池セル、太陽電池モジュールまで様々な事業分野に企業が存在している
- ③ また、アルバック東北(株)(八戸市)や東北精機工業(株)(山形市)などの製造ラインメーカーが存在している。岩手県、山形県においては、これらラインメーカーを中心にして、当該メーカーに関連した精密加工・部品製造企業が集積している

#### 材料メーカーa社の声

- ① 東北地域には、有名なシリコン原料製造会社があるが、シリコンの品質が高くないため、新規参入者にも大きなチャンスがあると考えて、市場参入した。
- ② 参入に当たって一番重視したのは、当然ながら投資額である。今回、工場立地を決めたのも、進出県の担当者が助成制度を設けるなど、招致準備の段階から決め細やかに対応してくれたためである。

#### セルメーカーb社の声

- ① 当社には独自のセル開発技術があるので、ベンチャーキャピタル等からの資金調達には苦労しなかったが、金融危機以降は投資話も減少してしまった。そのため、事業拡大の次の一手が打ちにくい状況である
- ② 東北地域にはセル・モジュールメーカーが少ないが、部材や加工にかかわる分野には、質の良い企業が多いので助かっている

#### モジュール部材メーカーc社の声

- ① 古くから付き合いのあったプラントメーカーからの要請によって、技術をお貸しするつもりで参入した
- ② 海外で行った実証は、正直なところ上手く行かなかった。これは、情報収集などをすべて紹介先のプラントメーカーに任せていたため、ユーザーのニーズが把握できていなかったことが原因であった
- ③ 今後、この市場にかかわり続けていくか否かを悩んでいる最中である。太陽電池は、その普及部分で多く助成制度があるが、モジュール部材製造になると極端にサポートが少なくなるため、研究開発を維持しにくい

## 2. 「低炭素社会対応産業」を支える技術に関する調査

# 二次電池の技術概要

### 二次電池とは

- 二次電池(二次電池)は、充電より電気を蓄えることで、電池として繰り返し使用することが出来る化学電池のことである
- 一般的に、電気を使用しなくても、時間と共に蓄えた電気が徐々に失われる自然放電が生じるため、長期保存後に使用するには、補充電が必要となる

### 二次電池の種類

蓄電システム	NaS電池	ニッケル水素電池	リチウムイオン電池
コスト	安い	高い	高い
大容量化実績	中～大	小～中	小～中
参入企業	日本ガイシ	川崎重工業	三菱重工業 エリーパワー GSユアサ
利点	低コスト 長寿命	安全性 メンテナンスが容易 高出力	コンパクト メンテナンスが容易 高出力
技術課題	メンテナンスが複雑	高コスト 大容量化	安全性 高コスト 大容量化、長寿命化
将来性	実用化	実証中	実証中

### 二次電池の構造

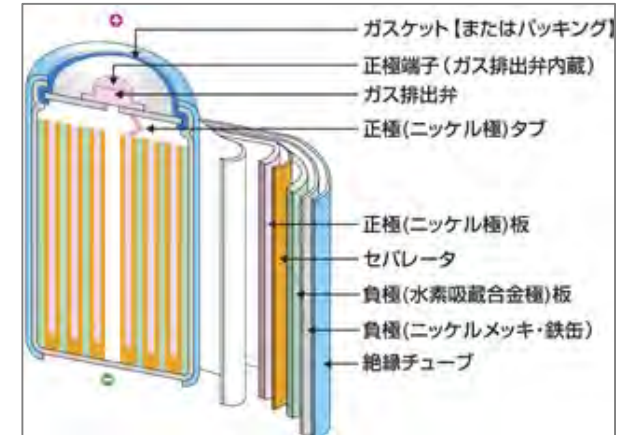


図. ニッカド電池構造の概略

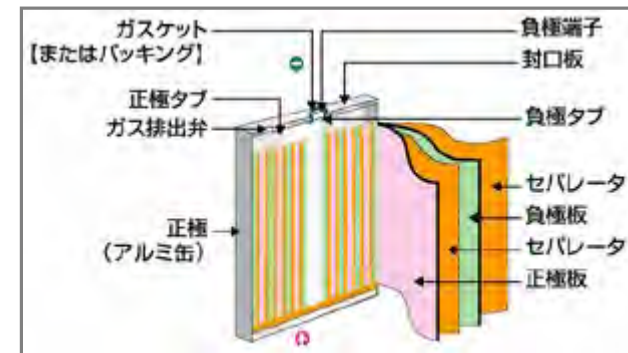


図. リチウムイオン電池構造の概略

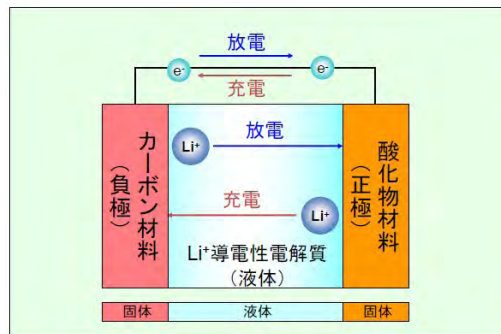
## 2. 「低炭素社会対応産業」を支える技術に関する調査

# 二次電池のコア技術抽出

- 寡占化の進む材料開発分野や、川下産業からの大手参入が見られる二次電池製造分野を避け、「技術が未確立で、今後5年～10年での成長が期待される」材料間ナノ接合や膜形成、微粒子加工等の加工技術を強みとする企業を育成・助成することが望まれる

### 対象セグメントの新規性

- ▶ 二次電池は、燃料電池同様にシステム優位の産業であるが、化学メーカーによる集積産業であるため、大半の企業が材料レベルの開発に着手している
- ▶ **しかし、材料間接合や微粒子化など加工技術分野では、相応の技術が未確立である**



### 対象セグメントの成長性

- ▶ 従来の加工技術は、十分に適応可能性が検証されているものの、問題解決には至っていない
- ▶ 従来の加工技術では解決できなかった様な、微細加工や特殊表面処理等を実現する**ナノテクノロジー、界面物理化学分野では、今後の大きな成長が期待される**

### イノベーションインパクト

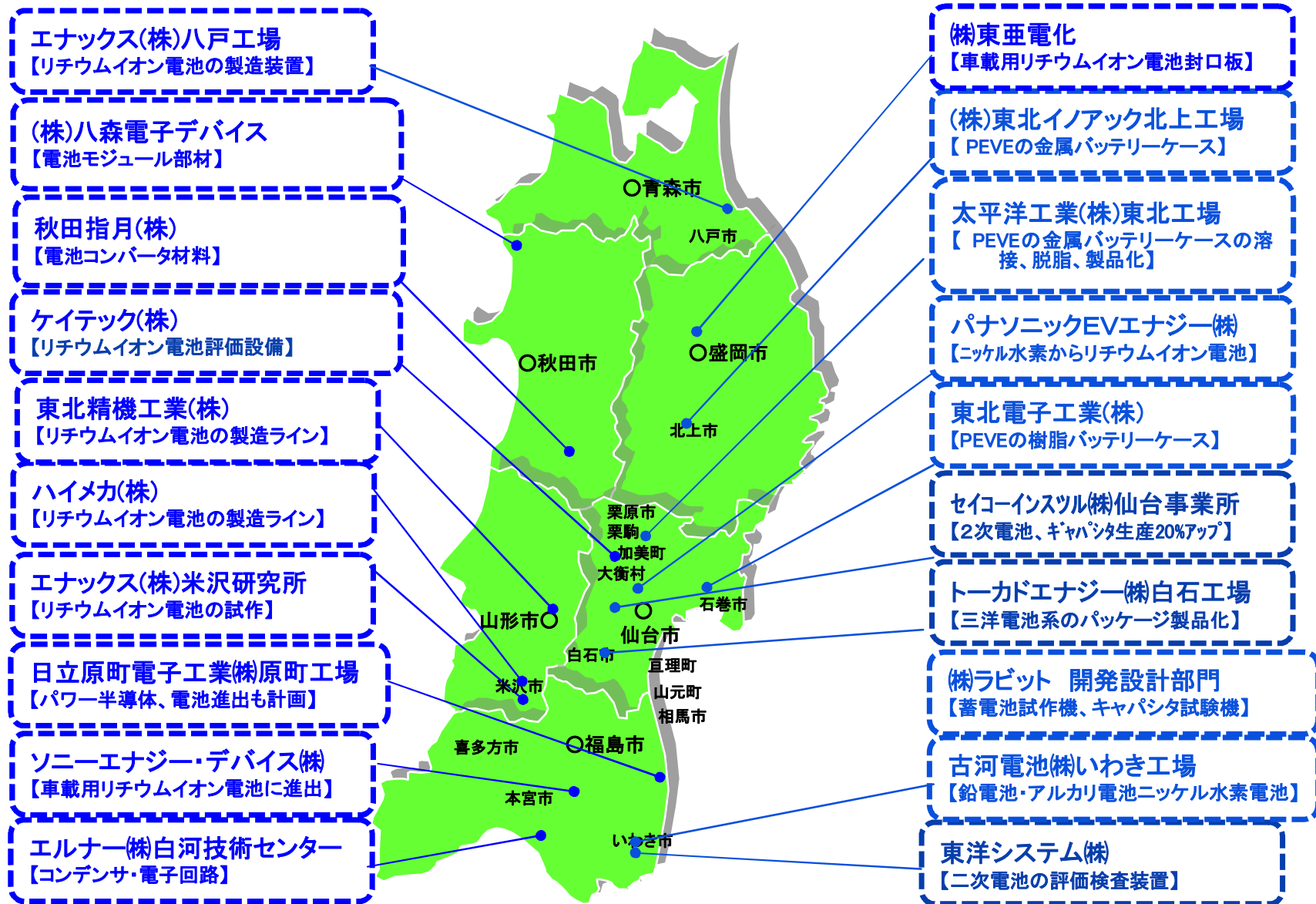
- ▶ 二次電子のイノベーションの鍵は、以下の通り
  - ― 材料界面制御技術の開発
    - ・大幅な信頼性向上が期待
  - ― 微粒子加工・制御技術の開発
    - ・高出力化が期待

有力業種

- ▶ **ナノ接合・膜形成や微粒子加工等の技術の保有企業**
- ▶ **材料研究に強みをもつ東北大学との共同研究実施企業・関連ベンチャー**

2. 「低炭素社会対応産業」を支える技術に関する調査

## 二次電池産業に参入している東北地域企業マップ



## 2. 「低炭素社会対応産業」を支える技術に関する調査

# 二次電池産業の調査結果

### 二次電池産業の現状

### 東北地域企業の現状

文献調査  
+  
有識者  
ヒアリング

#### 新規性、成長性、イノベーションインパクトからみたコア技術

- ① 正極材、負極材やセパレータなどの材料部品の開発では大手企業の寡占化が進んでいるため、地域企業による新規参入の魅力度は低い。一方で、**材料の加工技術に関しては未確立な分野も多い**ため、参入に際しての**魅力度は高い**
- ② 二次電池材料の加工技術の中でも、**とくに材料表面部分の特殊加工技術や微細加工技術は、今後5～10年間の成長性が大きい**
- ③ 材料表面部分の特殊加工技術および微細加工技術の中でも、**界面加工技術、微粒子加工技術がコアとなる技術分野である**  
(具体的なコア技術例に関しては、調査報告書の図2-5を参照)
  - 界面加工技術: 二次電池セルの構成材料の接合面を化学的・電氣的に加工することで、構成材料間の相性を向上させ、高エネルギー密度化、高出力化、低コスト化、信頼性向上を実現する技術群
  - 微粒子加工技術: 正極材を生産する際に、金属微粒子の粒度などを調整することで、高出力化、低コスト化、信頼性向上を実現する技術群
- ④ また、**二次電池を自動車に搭載する際に必要となる二次電池の並列化用の電池ケース等の自動車用周辺機器分野も、仕様が未確立である**。具体的には、走行中のEVの中で安定的に二次電池を支える耐久性を有し、かつ軽量であることが求められている。**今後5年以降のEVの生産増に伴う高い成長性が期待される分野であり、参入に際しての魅力度は高い**

最終製品  
メーカー  
ヒアリング

#### 最終製品メーカーの製品ニーズ

- ① 大手二次電池メーカーC社によると、**信頼性の鍵となる正極材をいかに調達するかが、直近の課題である**
- ② 大手二次電池正極材メーカーD社によると、正極材を加工する際に生じる粒度のばらつきが、二次電池本体の信頼性に大きく影響する。このため、**現在、粒度のばらつきを抑制できる微粒子加工技術を保有する委託先または製造ラインメーカーを探している**

東北6県  
公設研究所  
ヒアリング

#### 東北地域企業の現状

- ① **東北地域全体の傾向としては、二次電池、セル製造・検査装置およびそれらに関連する精密部品分野について、比較的多くの企業が参入している**(図2-10参照)
  - 製造ラインメーカーおよび金型メーカーを中心に、半導体製造機械の関連事業を行ってきた企業が多いことから、それらの技術の応用・転用による参入が行われているものと考えられる
- ② **自動車への二次電池車載に必要な電池ケースやコンバータなどの周辺機器に関しても、比較的多くの企業が参入している**
  - 従来、自動車産業向けに材料委託加工や電子部品製造を行っていた企業が多く、これらの企業が自動車メーカーのニーズを受けて、技術の応用・転用が可能な周辺機器分野に参入し始めているものと考えられる
- ③ ソニーエナジー・デバイス(株)(郡山市、米沢市)をはじめとする大手二次電池メーカーが複数存在している
- ④ また、エナックス(株)、ハイメカ(株)、東洋システム(株)など、二次電池本体メーカーから、二次電池製造ラインメーカー、二次電池品質管理システムメーカーまで、様々な事業分野で、ベンチャー企業が存在している(図2-9参照)

#### 二次電池メーカーd社の声

- ① 二次電池では、**精密加工技術が非常に重要である。そのため、質の高い精密加工業が盛んである東北地域での工場立上に踏み切った**
- ② 目ぼしい技術をもった加工会社については、参入前にすでにデータを集めており、工場立地を決める2年以上前から交渉を開始していた
- ③ 自社技術の有用性について、客観視できていない中小企業も多い。そういった企業からは「何でもしますから仕事をください」というアプローチが多いが、こういう引き合いでは、一切仕事を頼むことはできないのが実情である

東北6県  
地域企業  
ヒアリング

#### ラインメーカーe社の声

- ① 二次電池生産のラインといっても、他のライン製造と大きな違いはない。要するに技術的なバックグラウンドをつかんでおけば、何でも作ることが可能。実際に、太陽電池の製造ラインを生産した経験もあるが、とくに特別なものではなかった
- ② 二次電池製造ラインメーカーとして事業を確立するためには、完成品メーカーとの継続的な関係が必要になる。ゆえに、既存発注先を抱えていない当社のようなケースでは一時的または突発的な発注依頼しかない状況である
- ③ **公共(自治体、財団等)が、二次電池メーカーとの架け橋になってもらえれば事業拡大も望めるかもしれない。しかし、勉強会程度のイベントではあまり役に立たないという認識である**

## 2. 「低炭素社会対応産業」を支える技術に関する調査

# 燃料電池の技術概要

### 燃料電池とは

- 燃料電池は、水素などの燃料と酸素などの酸化剤を供給し続けることで、継続的に電力を取り出す化学電池の一種である
- 化学エネルギーから電気エネルギーへの変換途上で熱エネルギーや運動エネルギーという形態を経ないため、高い発電効率を持つ

### 燃料電池の種類

	SOFC 固体酸化物型	MCMC 熔融炭酸塩型	PAFC リン酸型	PEFC 固体高分子型	DMFC メタノール直接型
原燃料	メタノール 天然ガス、LPG、 灯油、ナフサ、 石炭ガス	メタノール 天然ガス、LPG、 灯油、ナフサ、 石炭ガス	メタノール 天然ガス、LPG、 灯油、ナフサ	メタノール 天然ガス、LPG、 灯油、ナフサ	メタノール
燃料	水素、 一酸化炭素	水素、 一酸化炭素	水素	水素	水素
電解質	安定化ジルコニア	熔融炭酸塩	濃縮リン酸	高分子膜	高分子膜
作動温度[°C]	800~1,000	650~700	200	70~90	70~90
発電効率[%]	50~65	45~60	35~45	30~40	30~40
用途	家庭用、業務用	業務用	業務用	家庭用、業務用 自動車用、 モバイル機器用	モバイル機器用

### 燃料電池の構造

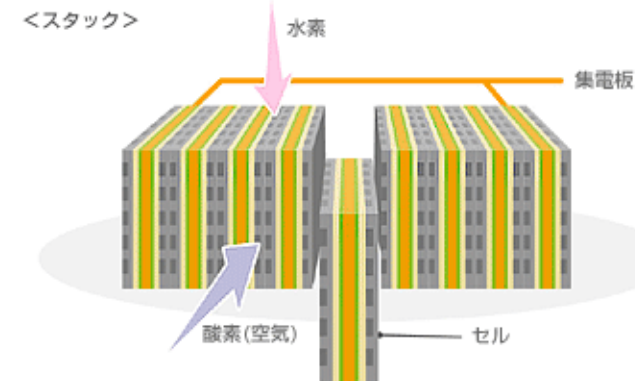
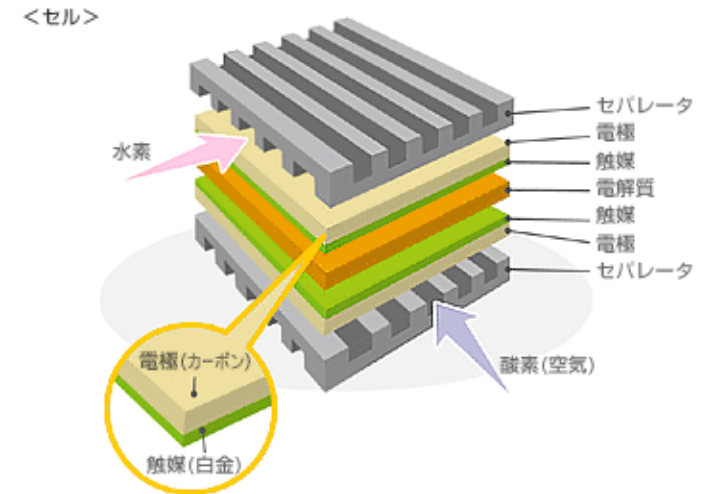


図 燃料電池構造の概要

出典：平成20年度 温暖化対策の都市・地域における効果的な展開施策に関する調査（経済産業省）、燃料電池 実用化への挑戦（工業調査会）、TDKウェブサイト

## 2. 「低炭素社会対応産業」を支える技術に関する調査

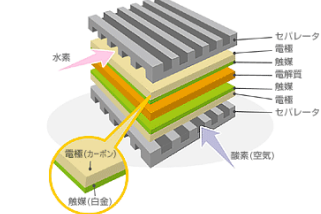
# 燃料電池のコア技術抽出

- 「今後5～10年での本格的な市場拡大が期待される」SOFC、DMFC分野への参入を視野に入れて、①SOFC発電モジュール開発へ応用の間くセラミック製造技術、②DMFC高効率化の鍵となる膜開発技術を強みとする企業を育成・助成することが望まれる

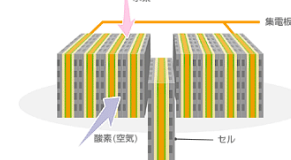
### 対象セグメントの新規性

- ▶ 燃料電池はシステム優位の産業であるため、既存大手はシステム開発を前提に技術開発戦略を策定している
- ▶ しかし、過去のイノベーションは材料レベルで実現されており、材料開発による新規性の高い市場創出が可能である (Nafion、Gore等)

燃料電池の構造  
<セル>



<スタック>



### 対象セグメントの成長性

- ▶ 実用化され始めているPEFCでは材料レベルでの開発に一旦の目処が付いている
- ▶ NEDOがPEFCと平行して推進するSOFC、各メーカーが独自に路線を取るDMFCでは材料レベルでの開発に期待が掛けられており、市場が拡大の様相を見せている
- ▶ その他の燃料電池も開発は進んでいるものの、大きな流れにはなっていない
- ▶ 材料レベルのイノベーションがキッカケとなって、PEFC市場が急速成長した、という実例がある

### イノベーションインパクト

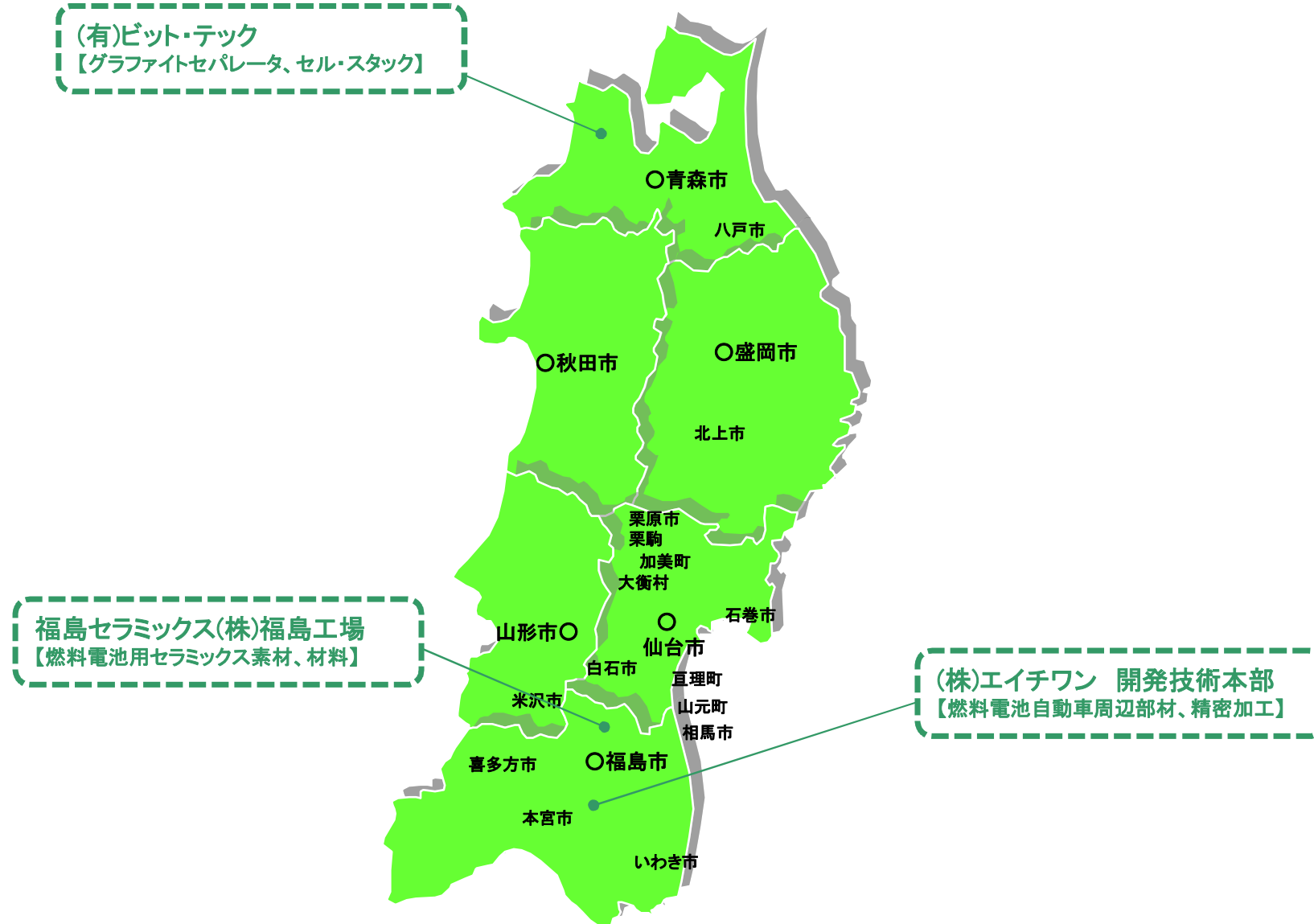
- ▶ SOFCのイノベーションの鍵は、セラミック製新規発電モジュールの製造技術開発
  - ・大幅なコストダウンが期待
- ▶ DMFCのイノベーションの鍵は、新規化合物膜の開発
  - ・高効率化が期待

有力業種

- ▶ セラミック技術の保有企業
- ▶ 膜形成技術の保有記号
- ▶ 材料研究に強みをもつ東北大学との共同研究実施企業・関連ベンチャー

2. 「低炭素社会対応産業」を支える技術に関する調査

# 燃料電池産業に参入している東北地域企業マップ



## 2. 「低炭素社会対応産業」を支える技術に関する調査

# 燃料電池産業の調査結果

### 燃料電池産業の現状

### 東北地域企業の現状

文献調査  
+  
有識者  
ヒアリング

#### 1. 新規性、成長性、イノベーションインパクトからみたコア技術

- ① 燃料電池セルを構成する材料は、十分な性能をもった材料が確立していない。
- ② 燃料電池では、エネファームを始めとする現在家庭向けに製品化が始まっているPEFC型燃料電池の他、現在製品化に向けた研究開発の続くSOFC型、DMFC型の燃料電池があり、とくにPEFC型とSOFC型の間で、今後5~10年における主力製品の座が争われている。そのため、成長性に関する優劣は付け難い現状であるから、PEFC型、SOFC型の両方の燃料電池にも応用可能である材料開発技術のほか、用途別の周辺機器開発が有望な分野となる
- ③ 材料開発技術および用途別の周辺機器開発のなかでも、化合物膜の薄膜成型技術やセラミックス技術がコアとなる技術分野である（具体的なコア技術例に関しては、調査報告書の図2-9を参照）
  - ▶ 薄膜成型技術：燃料電池セルおよびモジュールの製造プロセスにおいて、構成材料を膜状に成型し、層状に積み重ねる技術の改良により、高効率化、温度適応性、低コスト化、耐久性向上を実現する技術群
  - ▶ セラミックス技術：燃料電池の構成材料であるガス拡散層材料や電極触媒材料に用いられるセラミックス材料を製造・加工することで、低コスト化、耐久性向上を実現する技術群
- ④ とくに排熱利用によるエネルギー利用効率の増大を実現するための周辺機器開発技術もコア技術分野として位置づけられる
  - ▶ 家庭用であれば、燃料電池の排熱を空調利用のために排熱供給を行う機器やシステム全体の温度変化の監視システムなどがコア技術例である

#### 3. 最終製品メーカーの製品ニーズ

- ① 大手燃料電池メーカーE社によると、セラミックス技術による低コスト化が、今後のPEFC、SOFC普及の鍵である。
- ② 大手エネルギー会社F社によると、今後の家庭用燃料電池の普及には、補機のコストダウンが必須であると考えている。そのため、安価で標準性能を維持した周辺機器開発メーカーを求めている。

東北6県  
公設研究所  
ヒアリング

東北6県  
地域企業  
ヒアリング

#### 2. 東北地域の企業の現状

- ① 燃料電池の最終製品を扱う大手メーカーは存在していない
- ② 燃料電池セルを製造する地元企業は存在するものの、量産化には至っていない
- ③ 福島県および青森県には、少数ながら素材開発や周辺機器開発を手がける企業が存在しているが、東北地域全体として燃料電池関連企業の数は少ない
- ④ 青森県では、公的研究機関および公設研を中心に、地域企業の燃料電池産業への参入支援を目的として、排熱利用のための周辺機器について共同研究プロジェクトの立ち上げ準備を行っている
  - ▶ 排熱利用関連機器の製造では、空調機器・設備の製造技術が応用・転用可能であるため、空調機器・設備に関連した地域企業への燃料電池業界参入支援になると考えられる

#### 1. 燃料電池メーカー社の声

- ① 主な事業は、グラファイトセパレータの加工委託である。
- ② 自社でも燃料電池本体を製造しているが、量産化技術開発となると必要な投資額の桁が違うため、資金が用意できていない
- ③ 燃料電池生産のノウハウはセパレータの加工委託から得た。内容はそれほど難しいものではないので、触れる機会さえあれば多くの精密加工業でも実施可能

#### 2. 素材メーカー社の声

- ① 昔からセラミックス製造・加工一本で事業を行っている。
- ② 燃料電池だから特別という認識はない。とくにかく受注した分のセラミックスを製造・加工しているのみである
- ③ 東北地域には、完成品メーカーが存在しないので、燃料電池向けセラミックスだけでは事業を成り立たせることは出来ない

\*用語\*

PEFC: 現在、家庭用燃料電池の主流になっている燃料電池種

SOFC: PEFCと標準化を争う有力燃料電池種で、家庭用のほか車載用にも適する

DMFC: 主にノートPCなどの小型機器に持ちられる燃料電池種

2. 「低炭素社会対応産業」を支える技術に関する調査

# 東北地域における3電池産業の課題と対応策

- 3電池産業の課題を「需要創出」、「機会認識」および「投資余力」の観点から整理し、対応策を検討した

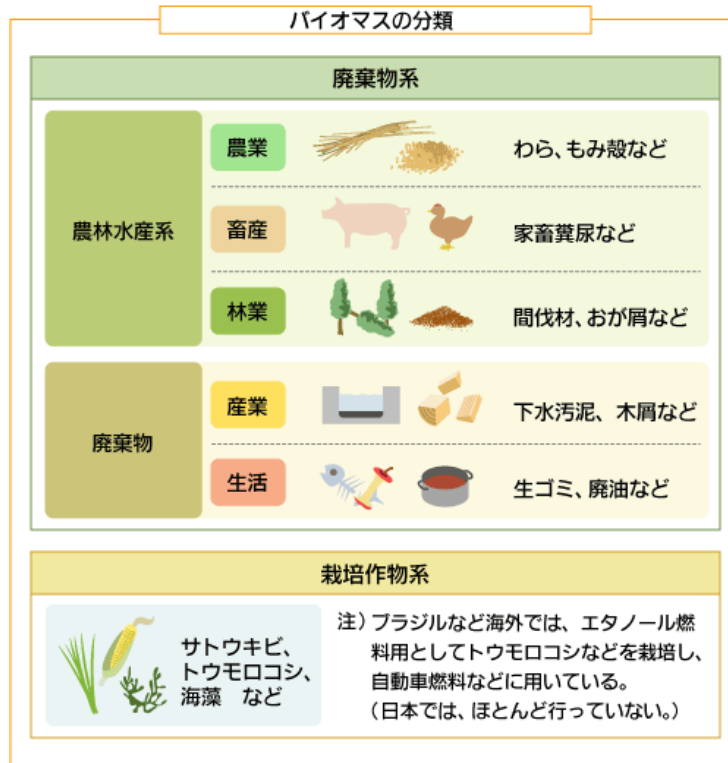
	需要創出	機会認識	投資余力	対応策
太陽電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成品メーカーの製造拠点が存在する</li> <li>● 完成品メーカー向けに部材を生産・加工するメーカーが存在する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 半導体関連産業で培った高い技術ポテンシャルがある</li> <li>● 保有技術のポテンシャルを認識できていない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 資金的余裕が乏しく、新規の研究開発に投資できない</li> <li>● 自社負担分の調達が出来ないため、公的な助成金も活用できない</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 市場で求められるコア技術についての情報収集・発信</li> <li>2. 研究機関とのマッチング等による研究開発支援体制の構築</li> </ol>
二次電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成品メーカーの製造拠点が存在する</li> <li>● 完成品メーカー向けに部材を生産・加工するメーカーが存在する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 半導体・自動車関連産業で培った高い技術ポテンシャルがある</li> <li>● 保有技術のポテンシャルを認識できていない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 資金的余裕が乏しく、新規の研究開発に投資できない</li> <li>● 自社負担分の調達が出来ないため、公的な助成金も活用できない</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. マッチングモデル事例の育成</li> <li>4. マッチングと連携した助成制度の設立</li> </ol>
燃料電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成品メーカーの製造拠点が存在しない</li> <li>● 一部に燃料電池向け部材を生産・加工するメーカーが存在するが、専門化出来ていない</li> </ul>	—	—	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 研究機関への技術シーズの創出支援（中長期的な振興）</li> <li>2. 技術シーズの事業化を見据えた、最新市場動向の把握</li> </ol>

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## バイオマス資源とは

- 「バイオマス」とは、生物資源 (bio) の量 (mass) を表す概念で、「再生可能な生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」で、太陽のエネルギーを使って、無機物である水と二酸化炭素から、生成した有機物であり、大気中の二酸化炭素を増加させないという「カーボンニュートラル」という特性を有しており、生命と太陽エネルギーがある限り持続的に再生可能な資源である

わが国におけるバイオマスの賦存量と利活用の状況(2005年)



対象バイオマス	年間発生量	バイオマスの利用の状況
家畜排せつ物 	約8,900万トン	未利用 約10% たい肥等での利用 約90%
食品廃棄物 	約2,200万トン	肥料利用 20% 未利用 80%
廃棄紙 	約1,600万トン	古紙として回収されず、その大半が焼却
パルプ廃液 (乾燥重量) 	約1,400万トン	ほとんどがエネルギー利用 (主に直接燃料)
製材工場等残材 	約 500万トン	未利用 約10% エネルギー・たい肥利用 約90%
建設発生木材 	約 460万トン	製紙原料、家畜敷料等への利用 約60% 未利用 約40%
林地残材 	約 370万トン	ほとんど未利用
下水汚泥 (濃縮汚泥ベース) 	約7,500万トン	建築資材・たい肥利用 約64% 未利用 約36%
農作物非食用部 (稲わら、もみがら等) 	約1,300万トン	たい肥、飼料、家畜敷料等への利用 約30% 未利用 約70%

出典：バイオマス・ニッポン総合戦略、NEDOウェブサイトより作成

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 東北地域の主なバイオマス資源

- 東北地域は木質系、農業系バイオマス資源に恵まれている。木質系バイオマス資源の多くは、林道から離れたところにあるため利用可能量は農業系バイオマス資源に劣るが、全体量としては多く資源としては有望といえる

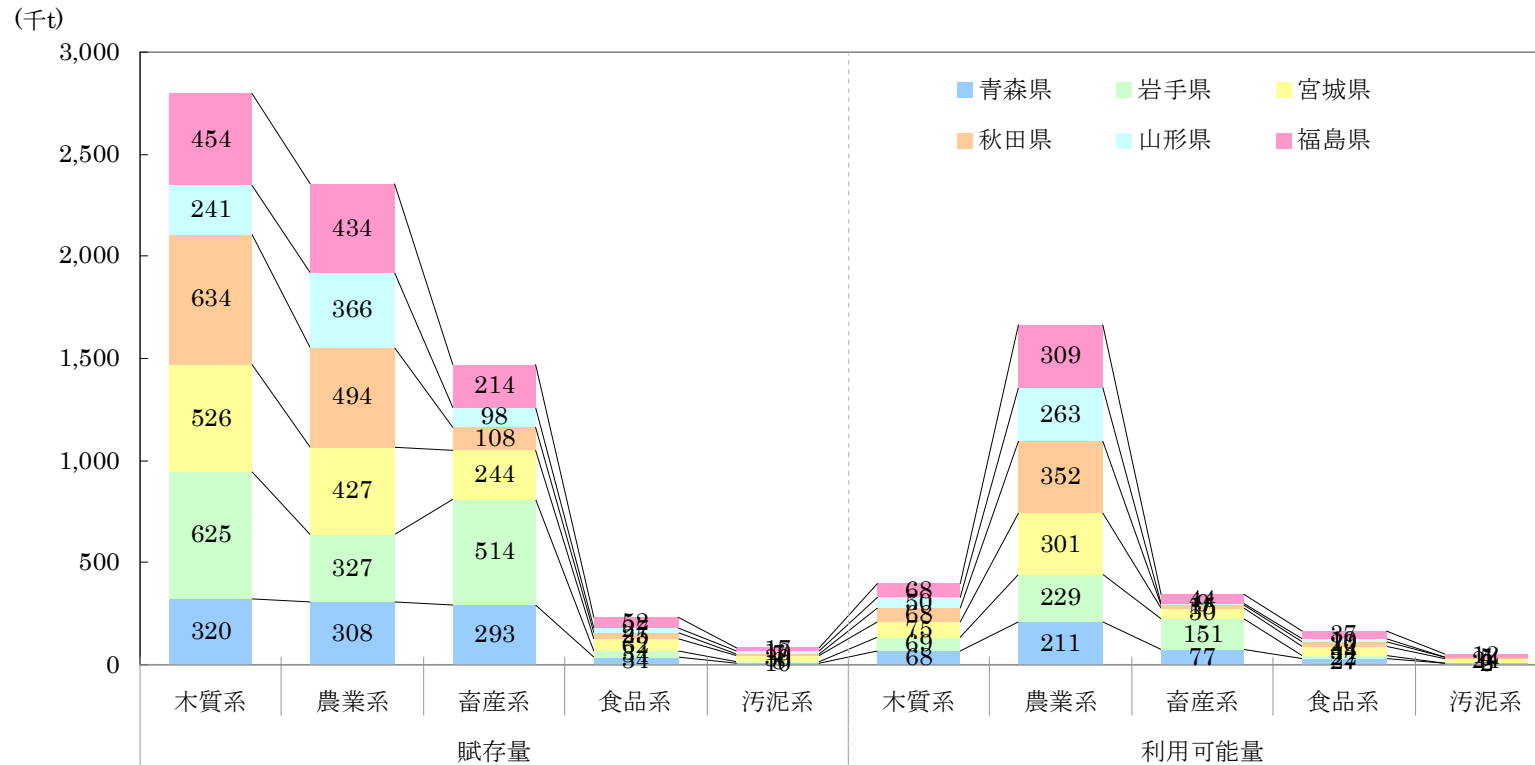


図 東北各県のバイオマス資源(絶乾ベース)の賦存量(左)と利用可能量(右)

※文献より水分率を以下の値と仮定し、利用可能量を算出した。

林地残材・剪定枝:58%、製材廃材・建築廃材:15%、農業系バイオマス:12%、牛糞・豚糞:90%、鶏糞:70%、食品系バイオマス:85%、汚泥系バイオマス:98%

※林地残材の利用可能量は、NEDOデータベースと同様に林道から25m以内(林業関係者へのヒアリングより、大型機器を導入せずに搬出可能な距離として林道から25mと仮定)を対象とした。

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## バイオマス資源別の転換技術一覧

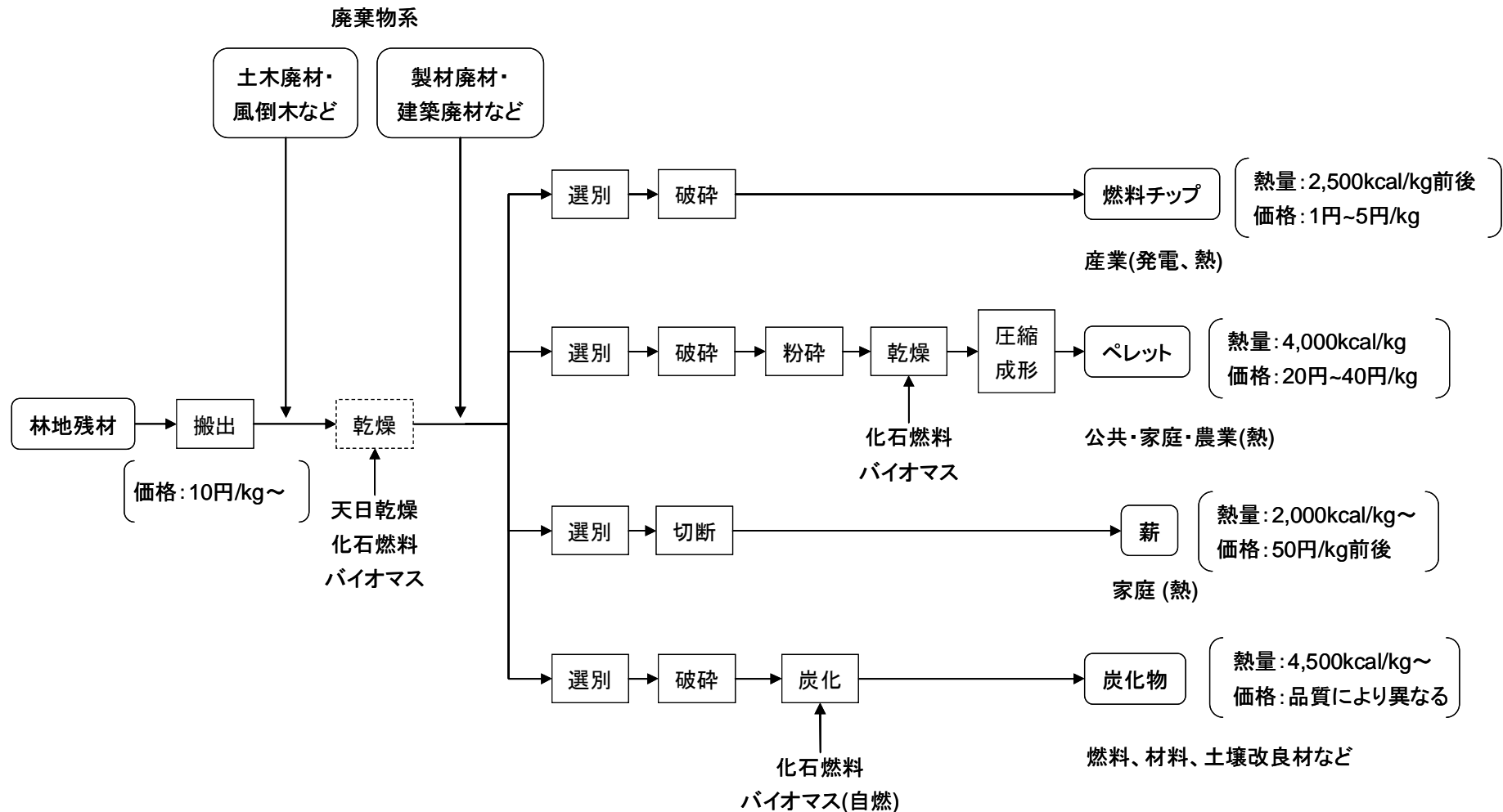
- 東北地域に豊富なバイオマス資源の低炭素化技術としては、直接燃焼化、ペレット化、BDF化、メタン発酵化が上げられる

用途		バイオマス資源の種類							技術概要	事例
		農林水産系			廃棄物系					
分類	転換技術	林地 残材	農業 残渣	家畜 糞尿	木質	食品 残渣	廃食油	下水 汚泥		
エネルギー	直接燃焼 (燃料チップ)	○			○				破砕したチップを燃焼し、熱や電気を得る。国内に導入事例は多数ある。	・秋田県能代市
	ペレット	○			○				破砕したチップを乾燥、粉砕し、圧縮成型して木質ペレットを得る。ペレット燃料はハンドリングがよく、熱量が安定している。現在は供給者が少ないなどの課題がある。	・岡山県真庭市
	BDF						○		廃食油をメチルエステル化し、軽油代替燃料であるバイオディーゼルを得る。国内で多数の事例がある。	・宮城県塩竈市
	メタン発酵			○		○		○	嫌気発酵または好気発酵により、メタンガスを得る。得られたガスは発電や熱源として利用する。	・岩手県葛巻町 ・宮城県白石市
	炭化	○	○	○	○	○		○	バイオマス資源に熱を加え、炭化物を得る。さまざまな資源に対応できる。原料の種類により、得られた炭化物の用途もさまざまである。	・青森県中泊町
	エタノール発酵	○	○		○				バイオマス資源の糖化・発酵を経て、バイオエタノールを得る。現在、国内に約20事例ほどあり、一部商業ベースに乗っている。	・秋田県潟上市 ・岡山県真庭市
	水素発酵	○	○		○	○			糖化した後に水素化する方法や、微生物に直接水素を作らせる方法がある。現状は研究開発段階	—
その他	素材利用(パーティクルボード等)	○	○		○				原料をパーティクルボードや和紙、紙などの原料として利用する方法	・宮城県石巻市 ・青森県弘前市
	飼料化		○			○			稲わらなどを乳酸発酵し飼料とするサイレージ、乾燥粉末化し配合飼料とする方法、水分調整をし液体飼料とする方法がある。	・岩手県田老町 ・愛知県名古屋
	堆肥化	○	○	○	○	○		○	微生物による分解を行うことで堆肥とする。堆肥化までには通常数ヶ月～1,2年程度の時間を要する	・福島県大玉村 ・宮城県仙台市
	土壌改良材・融雪剤		○	○				○	炭化物などを土壌改良材や融雪材として利用する。	・岩手県九戸村
	食品補助剤		○			○			特殊な資源に限られるが、微粉化またはエキスの抽出などにより食品添加剤などに利用する。	・青森県鶴田市

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 木質系バイオマス資源の流通フロー

- 木質系バイオマス資源は、林地残材系と廃棄物系に分けることができる。現状、林地残材系は、搬出コストが高額にのぼるため燃料利用のみでは採算が合わず、高付加価値製品とのカスケード利用が必要である

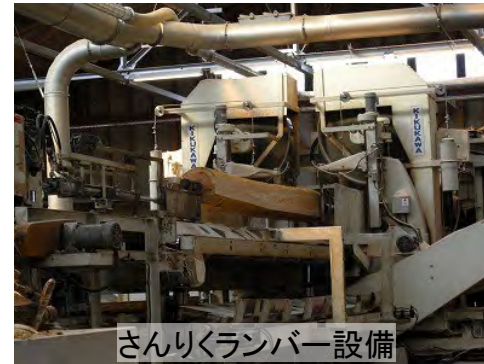
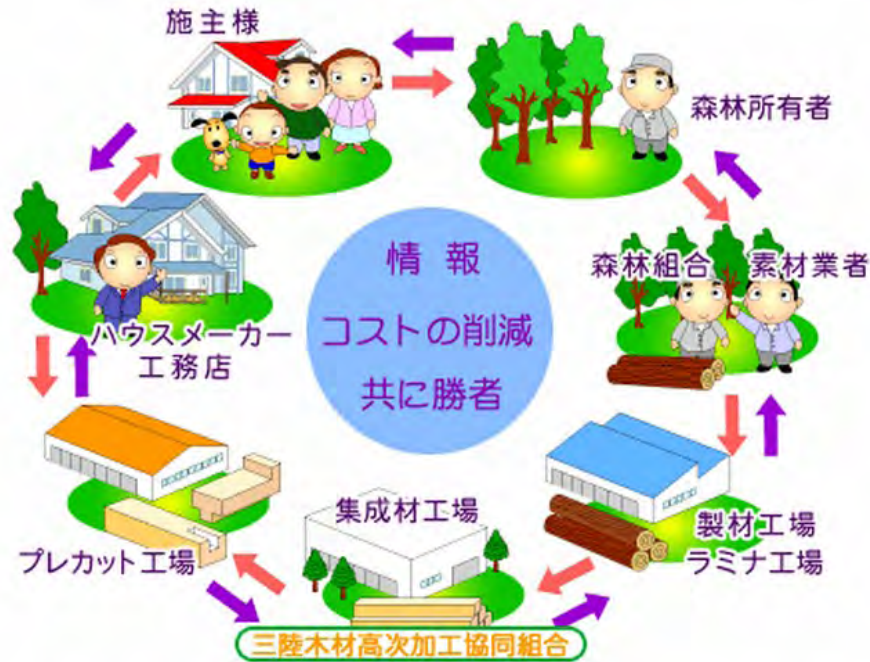


(出典: 岩手・木質系バイオマスHP, NEDOバイオマスエネルギー導入ガイドブック(第2a版), 林業関係者ヒアリング)

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 事例 - 木質系バイオマスの直接燃焼とペレット化 岩手県住田町

- 住田町では、川下(ハウスメーカー)から川上(製材構造、ラミナ工場)までトータル構築をすることで、消費者の正しいニーズを川上へフィードバックすることができ、高い製品力を安定した出口を確保することが出来ている



(出典:住田町資料)

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 事例 - 廃食油のBDF化 株式会社ひまわり

- 株式会社ひまわりは、下水道メンテナンス・廃棄物の収集運搬・浄化槽設備工事等を本業としており、業務で利用する自動車の環境負荷削減方法を検討していたところ、平成12年にヨーロッパのBDF事例を知り、研究開発を経て、平成16年より本格的にBDFを利用している。
- 平成19年には、地元自治体である須賀川市から市民から廃食油を回収し循環利用するパートナーとして指定され、市民から回収した廃食油のBDF化も開始した。現在は市や県の公用車を含む30台以上の車両で利用している。

### BDF 環境への取組み

**● 廃食油回収**

廃食油捨てていませんか？回収にご協力お願い致します。

**自治体関係者(学校給食等)・病院関係者・法人・商店 等の皆さまへ**

廃食油の買取価格・回収頻度等は契約内容により異なります。  
また、一部回収できない廃食油もございます。  
回収依頼、お問い合わせ等、以下担当者宛にメールをお送り下さい。  
必ず折り返しご連絡させていただきます。

担当: 岩崎まで [info@himawari-fukushima.co.jp](mailto:info@himawari-fukushima.co.jp)



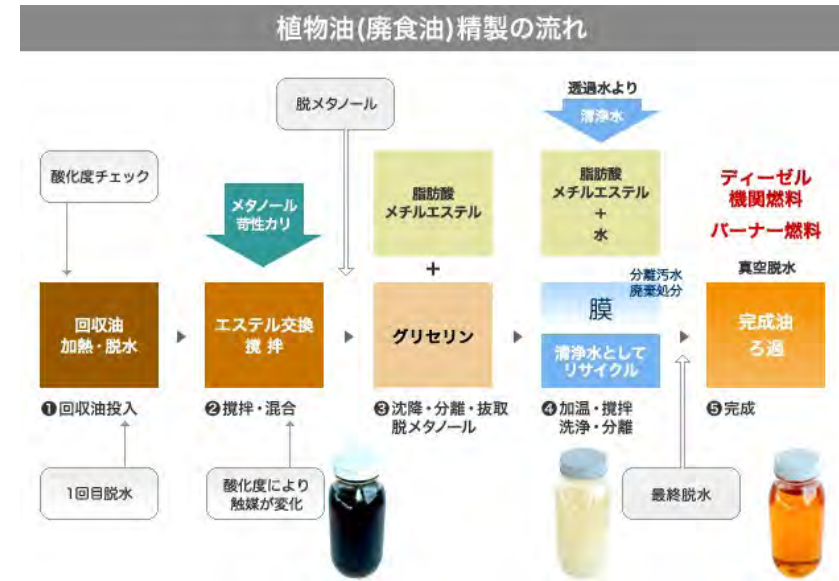
**個人の皆さまへ**

申し訳ありませんが、個人のお宅へ直接回収にお伺いすることは行っておりません。  
須賀川市総合福祉センター1F、主婦の店(須賀川店・西川店)、ヨークベニマル(須賀川市内の店舗)、当社までお持ち下さいませ。

BDF回収を呼びかける同社HP案内

(個人からの回収拠点は市の協力でスーパー等の指定店舗で行っている)

(出典: 株式会社ひまわりホームページ)



### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 事例 – バイオマスの活用に関する事例一覧

利用方法	事業主体	事業概要	課題と対応	備考
直接燃焼 木質ペレット	岩手県住田町 【岩手県住田町】	<p>■概要 町が事業を計画し、木材加工を行う3つの組合の廃材を原料に発電・熱利用をしている。得られた熱は施設内の暖房、材木の乾燥、隣接するイチゴハウスの栽培熱等に利用している。 同町は、環境省の「環境と経済の好循環のまちモデル事業」の対象地域に選ばれ、地球温暖化防止策としてのCO2排出量を削減するための各種事業を展開してきた。</p> <p>■処理量 年間7,957tの木くずを処理</p> <p>■初期投資 総事業費は1.5億円(環境省が全体の1/5、住田町が1/2を補助)</p> <p>■CO2削減効果 年間8,000t</p>	<p>●冬場の暖房利用量の増加に備えた廃材の確保が必要であり、計画的な保管を行っている。</p> <p>●地域の木材加工所が共同利用することで設備の大型化による高い効率性を保っている。</p> <p>●初期投資が大きいですが、環境省や住田町の補助を利用することで資金の持ち出しを抑えている。</p>	<p>●将来的には、他の製材所からの廃材収集も想定している</p> <p>●2億円のコスト削減効果が得られた</p> <p>●詳細は個別事例報告参照。</p>
直接燃焼	岩手県林業技術センター 【岩手県矢巾町】	<p>■概要 自社の木材加工工程で発生した廃材を燃料とし、材木の乾燥工程に利用している。岩手県は木質資源が豊富なため、岩手型の資源利用方法を模索し、現在の利用方法にいたっている。チップボイラはドイツ製のものを利用している。</p> <p>■処理量 年間130tの木くずを燃焼利用</p> <p>■初期投資 6,800万円</p> <p>■CO2削減効果 年間130t (C重油代替で算定)</p>	<p>●自社の廃材にあったボイラの設置が課題であったが、最終的にドイツ製ボイラで問題なく設備が稼働している。</p> <p>●原料調達から利用まで自社内で完結している。</p>	<p>公共施設に対してチップボイラの導入を推奨している。</p>
直接燃焼	東北木材株式会社 【秋田県能代市】	<p>■概要 オイルショックを機に、化石燃料から端材や樹皮を燃料とするボイラに切り替えた。既に20年近く経過しているが特に大きな問題は発生していない。ボイラ熱は材木の乾燥に利用している。</p> <p>■処理量 年間1,400t</p>	<p>●原料調達から利用まで自社内で完結している。</p>	<p>特になし。</p>

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 事例 – バイオマスの活用に関する事例一覧

利用方法	事業主体	事業概要	課題と対応	備考
直接燃焼	株式会社ミツヤ 【福井県福井市】	<p>■概要 製織、染色加工で利用する熱源としてバイオマスボイラを利用している。オイルショックを機に化石燃料から切り替えた。</p> <p>■処理量 年間13,500tの燃料チップを購入</p> <p>■CO2削減効果 年間13,900t (C重油代替で算定)</p>	<p>●重油ボイラからの切り替え当初は、運転面で苦労が多かった。</p> <p>●最近では木くずチップの利用事業者が増えており、将来的には燃料チップの確保が難しくなることが予想される。</p>	●特になし。
木質ペレット化	有限会社ラナシステム 【岩手県奥州市】	<p>■概要 平成16年よりスタートした。循環型社会への関心の高まりから、工事支障木を主原料にペレット化を進めてきた。 製造したペレットは、エコ燃料・木材利活用に対する関心の高まりから順調に販売できている。</p> <p>■処理量 年間1,200t (平成21年実績)</p> <p>■ペレット生産量 年間600t(平成21年実績)</p>	<p>●主原料としていた工事支障木の収集量が減少したため、間伐材を主原料にシフトした。間伐材は国の補助を利用しているが、将来的には補助がなくなるため、ペレット販売価格の見直しが必要となる。</p> <p>●事業開始以来ほぼ独学で事業運営を進めており、運営ノウハウの修得に苦戦していた。プラントメーカーの指導を受け、ようやくプラント運営が軌道に乗った。</p> <p>●今後、間伐材のエネルギー化ということで、自給自足エネルギーの持続的インフラ構築を行っていく。</p>	<p>●本事業により3名の雇用と、森林組合の方々への新たな販路を提供出来ていると感じている。</p> <p>●今後は環境税や国内クレジット等とも絡めて収益性の向上を図りたい。</p> <p>●詳細は個別事例報告参照</p>
木質ペレット化	株式会社渡会電気土木 【山形県鶴岡市】	<p>■概要 県の黒松砂防林整備事業にて発生する支障木、間伐木を原料としている。ももとは、県内のNPOが取り組んでいた木質ペレット製造事業を、同社で引き継ぎ製造を開始した。</p> <p>■ペレット生産量 年間1,300t</p>	<p>●事業開始に伴い、先行事業者の葛巻林業に技術支援をお願いし、東北で2番目にペレット製造を開始した。</p> <p>●事業開始以来、製造設備の改良、改善を繰り返し、現在の設備になった。</p> <p>●原料が安黒松一種類で木質ペレットを製造しているため、製品も安定しており、大きな課題はない。</p>	<p>●自社設備を基本に置きながらペレット製造設備の設計、施工も行っている。</p> <p>●他社では対応できない製造現場のノウハウを持つ。</p>

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 事例 – バイオマスの活用に関する事例一覧

利用方法	事業主体	事業概要	課題と対応	備考
BDF化	株式会社ひまわり	<p>■概要 同社は、下水道メンテナンス・廃棄物の収集運搬・浄化槽設備工事等を本業としており、業務で利用する自動車の環境負荷削減方法を検討していたところ、平成12年にヨーロッパのBDF事例を知り、研究開発を経て、平成16年より本格的にBDFを利用している。</p> <p>平成19年には、地元自治体である須賀川市から市民から廃食油を回収し循環利用するパートナーとして指定され、市民から回収した廃食油のBDF化も開始した。現在は市や県の公用車を含む30台以上の車輛で利用している。</p> <p>■BDF生産量 年間約73,000L</p> <p>■初期投資 6,800万円</p> <p>■CO2削減効果 年間189t(軽油代替)</p>	<p>●市民からの廃食油回収により、市況価格に左右されずに回収出来る廃食油を一定量確保出来るようになった。</p>	<p>●給食センターからの廃食油のリサイクル先として、小学生等が環境教育の一環で見学に来ている。</p> <p>●廃食油のBDF化を通じて、環境意識の高い市民の要望に込えている。</p> <p>●詳細は個別事例報告参照</p>
メタン発酵	白石市 【宮城県白石市】	<p>■概要 生ごみを原料にメタン発酵し、得られたガスで発電するスキームとして平成15年より稼働を開始している。得られた電力は施設の電力の一部に利用し、排熱は隣接するイチゴハウス栽培と給食センターへ供給している。</p> <p>原料は、事業系生ごみと家庭系生ごみが半々である。</p> <p>■処理量 日量2t程度</p> <p>■CO2削減効果 年間40t</p> <p>■ランニングコスト 年間約2,500万円</p>	<p>●発電機のメンテナンスや薬剤等でランニングコストが年間2,500万円程度かかっておりコスト削減が課題となっている。</p> <p>●処理能力3t/日に対して、平均2t/日程度の稼働状況である。家庭系生ごみの量が安定しない他、事業者からは処理費が高いため十分量の収集が出来ていない。</p> <p>●異物混入は設備の故障に繋がるため、チラシ等で啓発している。</p>	<p>●排熱を利用したイチゴのハウス栽培では、環境教育の一環として地元の子供たちに体験の場を提供している。</p> <p>●詳細は個別事例報告参照。</p>

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 事例 – バイオマスの活用に関する事例一覧

利用方法	事業主体	事業概要	課題と対応	備考
メタン発酵	青森県産業技術センター畜産研究所 【青森県野辺地町】	<p>■概要 青森家円では「冬の農業」を推進しており、これに必要なエネルギーの一つとして同研究所の家畜糞尿に着目し、平成16年よりメタン発酵・ガス利用の実証実験を行っている。 得られたガスは、夏季は発電、冬季は発電とボイラに利用しており温水をビニールに供給している。</p> <p>■処理量 日量1.6t</p> <p>■ガス回収量 11,880m<sup>3</sup>/年</p> <p>■発電量 15,300kWh/年</p> <p>■CO<sub>2</sub>削減量 10t/年</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●発電機のメンテナンス費及び脱硫剤購入費が負担となっている。</li> <li>●メーカーと協力しながら施設の安定稼動に努めてきた。</li> </ul>	特になし。

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 木質バイオマスの直接燃焼に関する調査結果

#### 先行事例ヒアリングによる課題の把握と対応

分類	課題	対策例
原料調達	収集可能な原料の種類、量、季節変動性、発生場所、調達コストは把握できているか。	木質バイオマス資源は林地残材系と廃棄物系により、調達コスト、含水率、加工状況などが大きく異なってくる。更に発生量に季節変動性などもあることから、それらの考慮した上で事業規模・利用方法の検討をすることが望ましい。 事例では、三陸木材高次加工組合が加工所3施設で発生する廃材を利用することで、原料調達部分を固めていたものが確認された。一方で、(株)ミツヤのバイオマスボイラーは、廃材由来の燃料チップを購入しており、昨今のバイオマス燃料の需要増を受けて資源の調達に不安を抱えている。
利用	エネルギー資源の利用先・販売先は固まっているか。	木質バイオマスの熱利用・発電利用においては、自社利用が多く特に課題となっているケースは確認されなかったが、燃料チップの販売事業を展開する場合には、利用者の需要や運搬費などを把握した上で事業展開することが望ましい。 燃料チップ事業者によると、最近では利用者が増えているとのことであるが、チップの単価が安いために輸送費が高くなると利用してもらえない可能性がある。 また(株)庄司製作所では、含水率が高く燃料利用の難しいバークを自燃式で利用できるボイラーメーカーを自ら丹念に調査することで発見しており、粘り強い既存技術の確認やメーカーとの共同開発なども必要といえる。
製品品質	燃料チップの熱量や異物の混入はないか。	生木由来の木チップでは、含水率が高く燃料としての価値が下がる。また建廃由来の木チップでは、釘やプラスチックなどの異物の混入や防腐剤などの化学薬品の塗布によっては利用が難しいケースもあるので注意を要する。
初期投資	発電やボイラ設備費がボトルネックになっていないか。	バイオマスボイラや発電機の導入には規模によるが数億円の初期投資が必要となる。三陸木材高次加工組合では推進する住田町のほかに環境省の補助金を取得するなどして初期投資の負担を軽減している。

#### 自治体のかかわり方に対する提言

##### 製材所の取組状況の把握

木質バイオマスの活用の中で、最も導入障壁が低いものが製材所から発生する廃材の有効利用である。仮に1社では十分量が集まらない場合でも、複数社で協力し設備を大型化することで効率的な利用が期待される。

事例調査で取り上げた三陸木材高次加工組合では、住田町が主体となって事業スキームを構築し、3組合からの廃材を集約することで設備の大型化をしている。

##### 設備投資の導入支援

バイオマスの有効利用については、関係各省庁や県レベルで利用可能な補助金がある可能性が高く、これらの補助金を活用することで事業者の負担を軽減できる。補助金活用支援にあたっては、情報提供にとどまらず申請書類の作成に対するアドバイスなどもすることが望ましい。

##### ボイラ事業者とのマッチングや情報交換会の開催

バイオマス利用設備に関しては、国内外含めさまざまなメーカーが設備を開発しており、事業者にとっては用途や原料に適した設備の選定が困難な状況である。

また、利用が難しいとされていたバークの燃料利用についても(株)庄司製作所に見られるように、海外の技術を利用することで解決している事例もあることから、メーカーと利用者の情報交換会やマッチングの機会を提供することが望ましい。

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 木質バイオマスのペレット化に関する調査結果

### 先行事例ヒアリングによる課題の把握と対応

分類	課題	対策例
原料調達	収集可能な原料の種類、量、季節変動性、発生場所、調達コストは把握できているか。	木質バイオマス資源は林地残材系と廃棄物系により、調達コスト、含水率、加工状況などが大きく異なってくる。更に発生量に季節変動性などもあることから、それらの考慮した上で事業規模・利用方法の検討をすることが望ましい。 事例では、(有)ラナシステムが間伐材購入の助成金を得て原料としていることが確認されたが、助成金は永続的ではないため今後の原料調達が課題となる。また、(株)渡会電気土木はマツクイムシの被害木や砂防林の伐採木などの処理を県から受託しており、安定した原料調達ルートを構築している。
加工	施設の運営ノウハウ、加工技術の蓄積はなされているか。	ペレット化は原料の選定、微粉化のレベル、水分率の調整などに高い技術が要求される。 事例では、(有)ラナシステムが独学で取り組みを続けていたがなかなかうまくいかなかったことが確認された。同社はその後プラントメーカーから研修を受けることでノウハウを修得している。また、(株)渡会電気土木は事業開始時に先行事業者である葛巻林業(株)に技術協力を求めることで事業運営ノウハウを蓄積している。
利用	エネルギー資源の利用先・販売先は固まっているか。	ペレットは主に環境意識の高い個人や、公共施設の暖房利用に利用されている。全国的には産業利用は少ない。ペレットストーブやボイラは専用機器が必要となるため、競合は灯油ストーブや薪ストーブであり、後発のペレットストーブやボイラを如何に普及させるか、が販路開拓の鍵となる。 事例では、(有)ラナシステム、(株)渡会電気土木のいずれもペレットストーブの販売を手掛けており、販路を自ら開拓していることが確認された。
初期投資	設備投資がボトルネックになっていないか。	ペレット化は工程が多く設備費が高額となるため初期投資が事業性を圧迫する。行政や自治体の補助制度の活用による初期投資自己負担の軽減も必要である。 事例では、中古プラントを導入することで初期投資を抑えているケースが確認された。

### 自治体のかかわり方に対する提言

#### 公共土木工事などの処理委託先としての検討

多くのペレット事業者は、安定した原料調達ルートの確保に苦戦しており、優良なペレット化事業者に対しては、公共土木工事などで発生する廃材のリサイクル委託先として検討することを期待する。

#### 設備投資の導入支援

バイオマスの有効利用については、関係各省庁や県レベルで利用可能な補助金がある可能性が高く、これらの補助金を活用することで事業者の負担を軽減できる。補助金活用支援にあたっては、情報提供にとどまらず申請書類の作成に対するアドバイスなどもすることが望ましい。

#### プラントメーカーとのマッチングや情報交換会の開催

ペレット化は高いオペレーション能力が要求されるため、プラントメーカーや既存事業者からの技術的な支援が必要不可欠である。プラントメーカーにおいては、フォロー体制を整えることを注意し、また既存事業者に対しては各自自治体も協力を求めることが望ましい。

#### 公共施設でのペレットボイラ・ストーブの導入

ペレットストーブは、まだまだ普及が進んでおらず、また一般市民に対しても馴染みが薄いため、公共施設などで積極的な利用と広報活動などでの普及支援をすることが望ましい。

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 廃食油のBDF化に関する調査結果

#### 先行事例ヒアリングによる課題の把握と対応

分類	課題	対策例
原料調達	原料となる廃食油の調達ルートは構築されているか。	<p>廃食油の調達ルートは、食品関係事業者からの回収と家庭からの回収の2通りのルートがある。食品関係事業者からの調達は、化石燃料の価格により競合との取り合いとなる。家庭からの回収では、自治体の協力が不可欠であるが、回収網が構築されれば安定した回収が期待できる。</p> <p>(株)ひまわりでは、地道に事業者からの回収を行っているだけでなく、地元自治体が市民からの廃食油回収を開始した際の委託先として指名を受けている。これは、BDF事業に対する確かな実績によるところが大きい。</p>
	調達可能な廃食油の成分はBDF精製に適しているか。	<p>一般に食品関係事業者から排出される廃食油は、品質の安定したものが大量に調達できるが、市民からの回収物は、酸化が進んだものやカスの混入したものが多いため、BDF化の際には事業者からの回収量を増やすことが製品品質の安定化に繋がる。</p>
販売	精製したBDFの販売先は確保されているか。	<p>BDFは軽油燃料の代替であるので、ディーゼル車での利用に限られる。我が国では、ガソリン車が多いためBDFの利用先を確保した上で事業化を進める必要がある。</p> <p>(株)ひまわりでは、自社車両に利用している他、地域のごみ収集車や公用車などにも利用している。同社は市民からの廃食油回収も行っているため、ごみ収集車での利用は地域での循環型利用のわかりやすいスキームとなっている。</p>
廃棄物処理先の確保	廃グリセリンの処理委託先の検討	<p>廃食油のBDF化では、精製工程でグリセリンが発生する。現状は、産業廃棄物処理が一般的であるが、処理費用が事業性に響くこともある。</p> <p>事業化にあたっては安価な処理委託先の確保が必要である。</p>

#### 自治体のかかわり方に対する提言

**事業者や市民からの廃食油回収ルート構築に対するバックアップ**

市民からの回収では、生活拠点での廃食油回収スポットの設置や、継続的な普及啓発活動が回収量を左右する。

(株)ひまわりでは、須賀川市が市民からの廃食油回収を呼びかけており、回収量が着実に増加している。

#### 公用車でのBDFの積極利用

精製した BDFを公用車や公共交通機関、廃棄物の収集運搬車両などで活用することで、地元住民に還元し、市民の理解と参加意識を育む。更に、小学校の環境教育としても活用できる。須賀川市では、給食センターから出た廃食油のリサイクルの行方を地元の小学生が見学している。

#### 補助金取得支援

BDF事業は中小企業や組合が実施主体となるケースが多く、複雑な申請の仕方や手間の多い申請に対応できる体力がないため、申請手続きに対するアドバイスや見直しが必要である。

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 家畜糞尿、食品廃棄物のメタン発酵に関する調査結果

#### 先行事例ヒアリングによる課題の把握と対応

分類	課題	対策例
原料調達	対象とする原料の種類、量、季節変動性、不確実性の評価	<p>家畜糞尿、下水汚泥を原料とする場合には、安定調達が期待されるが熱量が低いとガス回収量は少ない。一方で、食品廃棄物は熱量が高く、高いガス回収量が期待されるが、異物の混入や安定した回収量の確保などに懸念が残る。</p> <p>事例では、白石市が食品廃棄物を原料にメタン発酵を行っており、原料調達量の安定化に苦戦していた。また青森県産業技術センターでは、同センター内で飼育している家畜糞尿のみをメタン発酵の原料としているため、稼動が安定している。</p>
加工	ランニングコストが高い	<p>概してメタン発酵はランニングコストが高く、民間事業者による事業性の確保は困難である。特に、得られたガスで発電を行っている場合には、発電機のメンテナンス費が馬鹿にならない。また、異物混入等による設備修理費なども低減するため、極力収集段階での異物混入を下げる工夫が必要となる。</p> <p>白石市では、年間2,500万円のランニングコストが発生しており、採算ベースに乗っていない。</p>
残渣処理	発酵残渣の処理方法・委託先は決定しているか。	<p>メタン発酵では、発酵残渣が生じる。原料や隣接設備の有無によって発酵残渣を堆肥化したり、焼却処分したりするため、残渣処理も検討した上での事業化が望ましい。</p>
ガス利用	得られたガスは熱利用か、発電か。	<p>得られたメタンガスは、出来るだけシンプルに利用することが事業性確保に繋がる。即ち、熱利用である。</p> <p>白石市では隣接するイチゴの栽培ハウスや給食センターでの熱源として利用している。</p>

#### 自治体のかかわり方に対する提言

##### 原料調達ルートの構築

食品廃棄物、下水汚泥を原料とする場合には、いずれも自治体の実施主体または事業関係者となることが不可欠である。また、メタン発酵施設は、規模のメリットが期待されることから、これらの原料に加え、家畜糞尿なども視野にいれた原料調達ルートの検討が期待される。

##### 用途の検討

既存のメタン発酵事例を見ると、発電事業まで行っているところが多いが、初期費用・メンテナンス費用などを考えると必ずしも得策とはいえない。

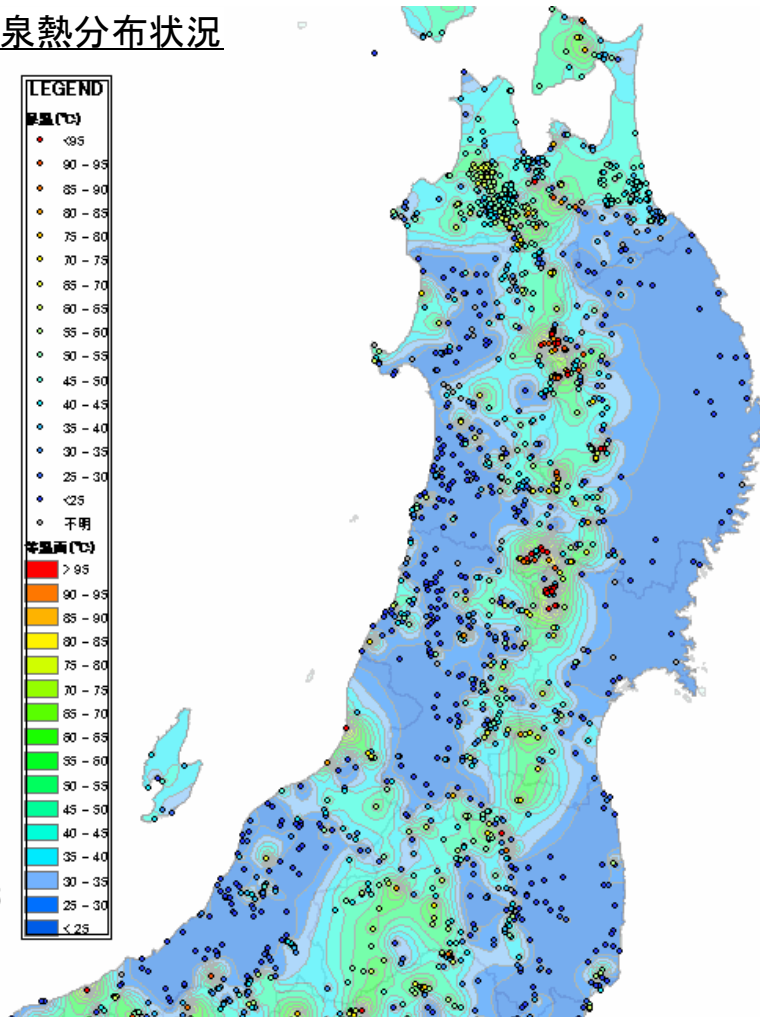
また、最近は大阪ガスのようにメタン発酵で得られたガスの購入を検討する事業者も出てきていることから、そうした選択肢も踏まえて用途の検討をするべきである。

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

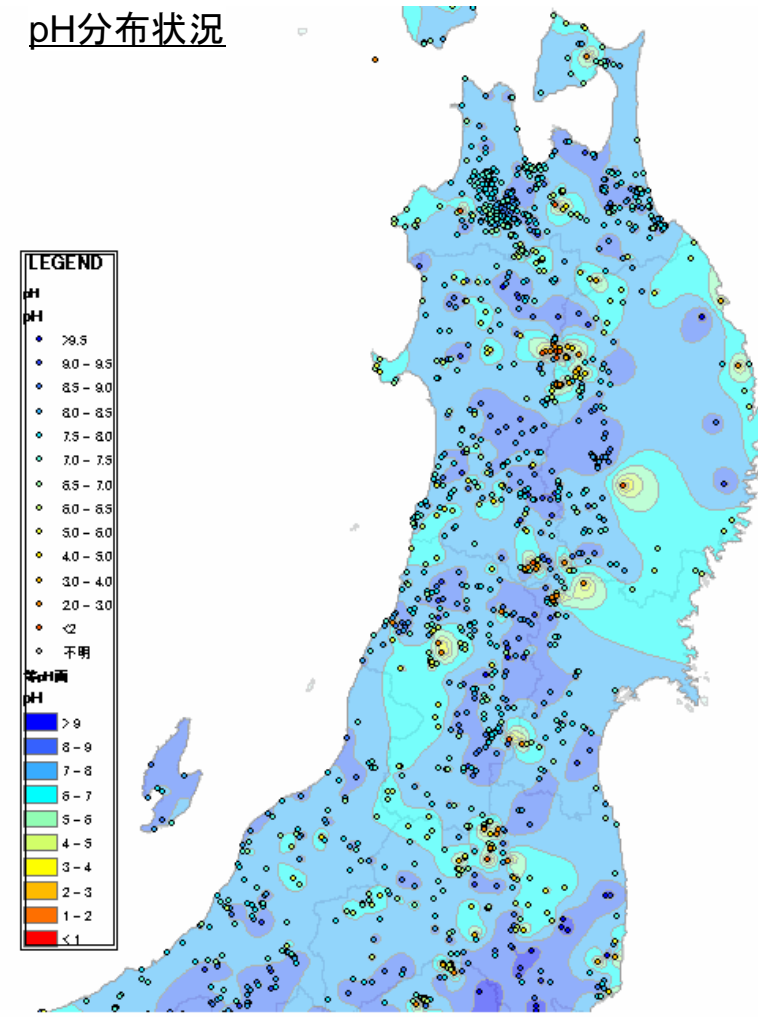
## 東北地域の温泉資源の状況①

- 東北地域は奥羽山脈を中心に高温熱水資源が豊富であり、pHは弱酸性～弱アルカリ性のところが多い

温泉熱分布状況



pH分布状況



(出典: (独)産業技術総合研究所・地質調査総合センター、全国地熱ポテンシャルマップ、2007)

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 東北地域の温泉資源の状況②

- 東北地域は全ての県に42度以上の源泉を有しており、全国的にも温泉資源に恵まれた地域となっている
- 特に、水蒸気やガスの発生する源泉を30箇所以上有する7県のうち、4県が東北地域であることから、高温な温泉資源にも恵まれていることが分かる

	42度以上の源泉を 200箇所以上保有する地域	水蒸気・ガスの発生する源泉を 30箇所以上保有する地域
東北6県	青森県、岩手県、宮城県、 秋田県、山形県、福島県	岩手県、宮城県、秋田県、福島県
その他 地域	北海道、栃木県、群馬県、 神奈川県、長野県、静岡県、 熊本県、大分県、鹿児島県	神奈川県、大分県、鹿児島県

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 東北地域における温泉の活用状況①

- 一方で、温泉資源の活用事例は少なく、活用余地は大きいと期待される。

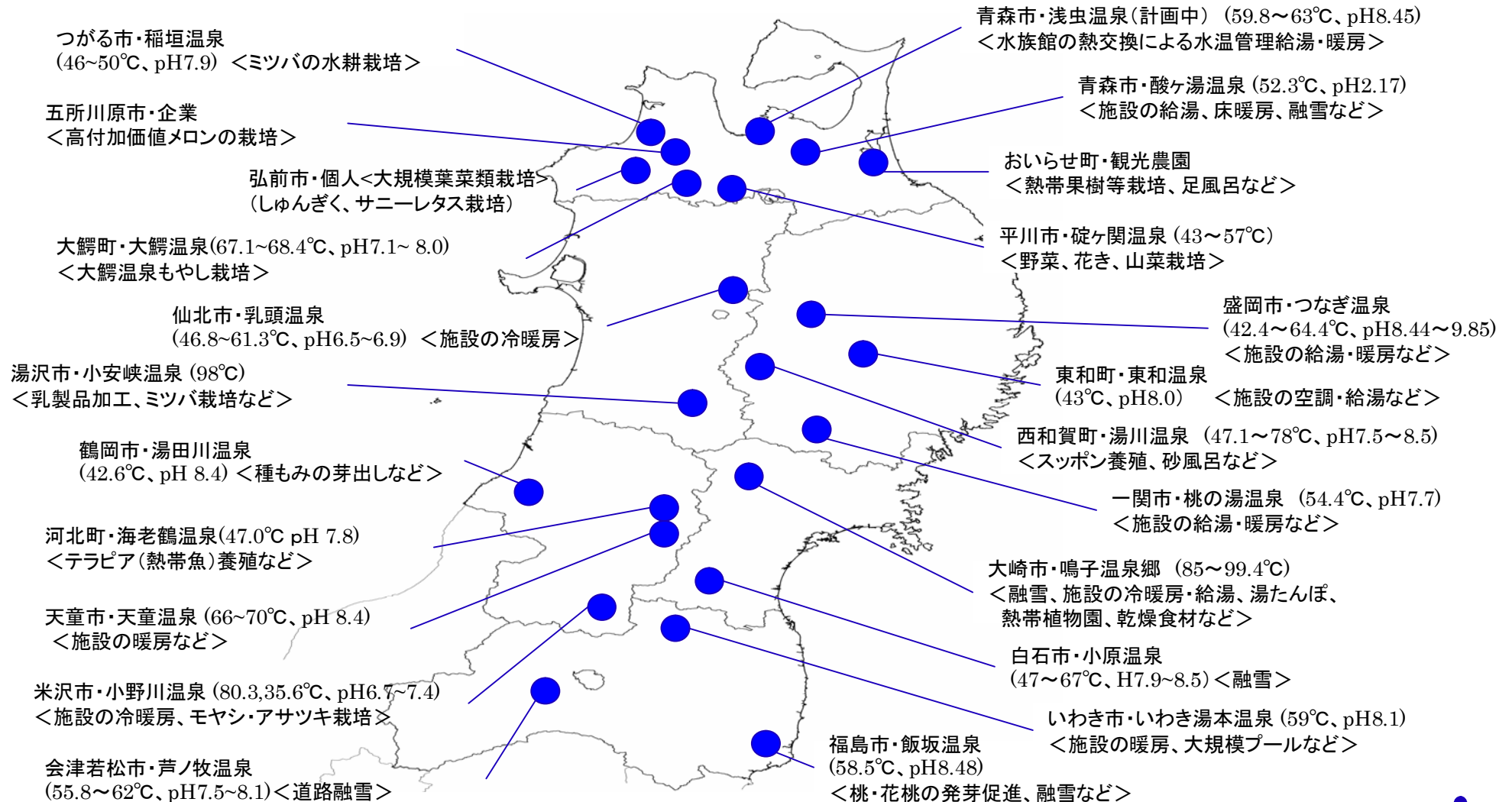
都道府県	養殖 漁業	畜産	農業	工業	食品 加工	ホテル・ 旅館	観光 施設	福祉 厚生	医療	公共 施設	融雪	住宅	その他	総計
北海道	6		20			12	2	89	15	55	30	16		245
青森県	2		7	1		1	1	38	2	3	15	4		74
岩手県	2		4			4		2	1	2	24	1		40
宮城県			2								2			4
秋田県			5		1	3		2		5	9			25
山形県	2		1			4		2		1	12			22
福島県	1	1					3	8	3	1		1		18
新潟県				1		1		1	1		3			7
長野県			2	1		1	1	10	2	2	16	8		43
静岡県			1			3	5	5		5		7		26
大分県			11			6	12	5	4	3		21		62
鹿児島県	2		12			4		11	4	5		9		47
その他	1		4			7	6	19	6	4	10	26	1	84
小計	16	1	69	3	1	46	30	192	38	86	121	93	1	697

(出典：(財)新エネルギー財団 地熱本部、日本の地熱直接利用の現状、2006年度)

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 2. 東北地域の取り組み事例

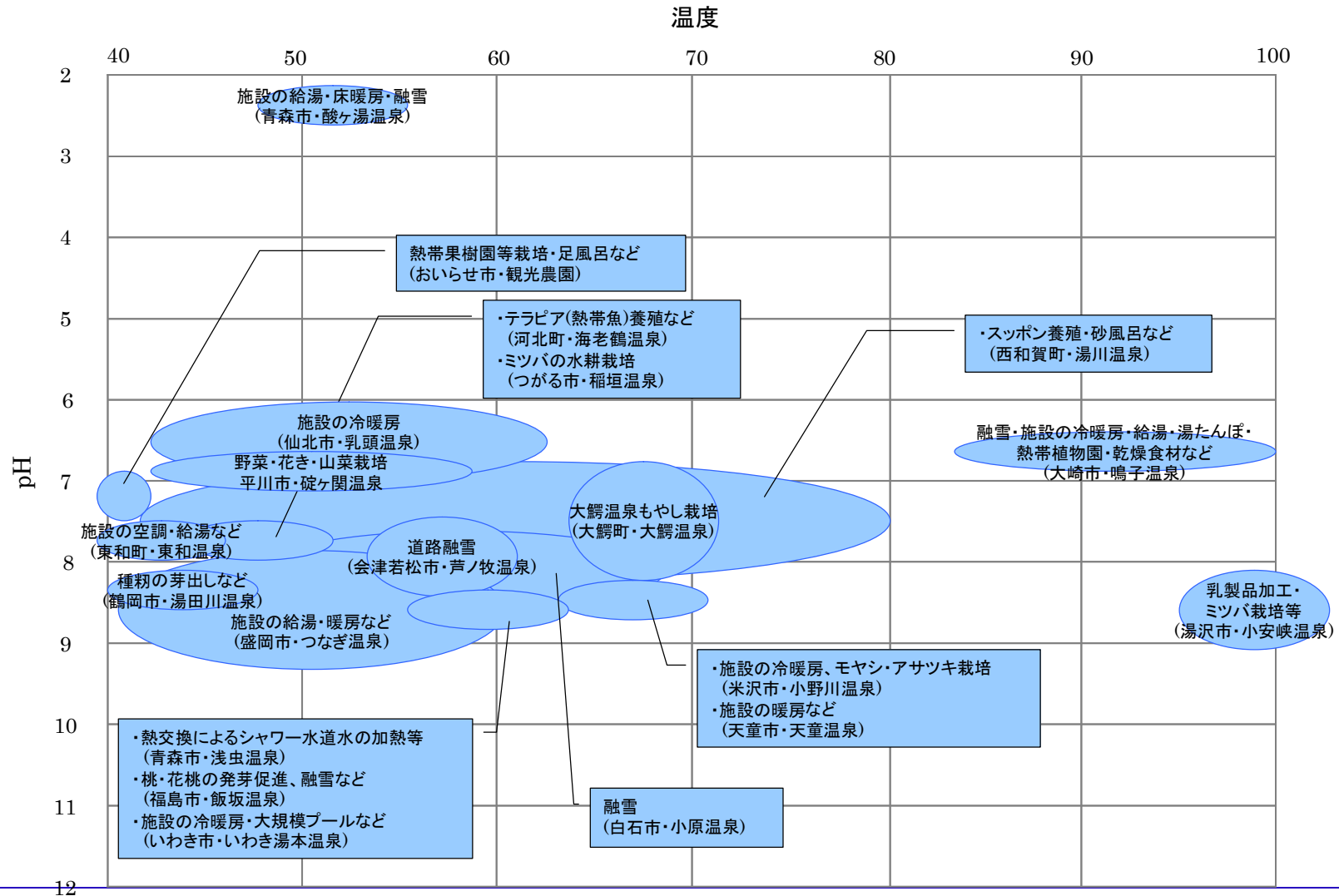
- 融雪や暖房利用の他、農業用暖房の熱源としても温泉が利用されている



### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 2. 東北地域の取り組み事例

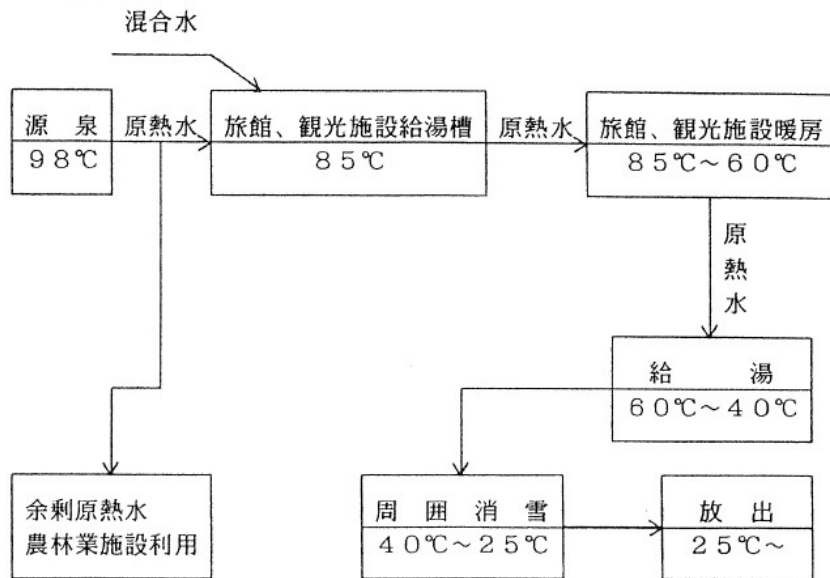
- 温泉温度とpH別の事例分布状況は下図の通り。pH5～9の弱酸性～弱アルカリ性域での事例が多いことがわかる。



### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 事例－秋田県湯沢市

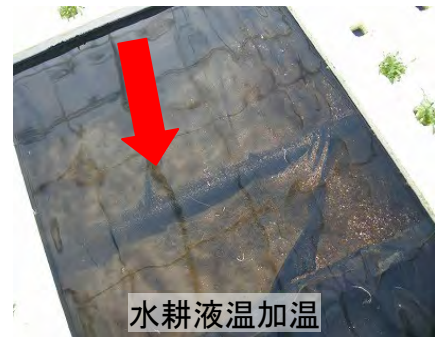
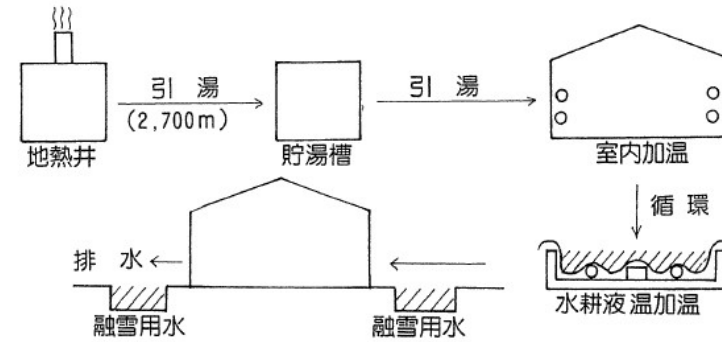
- 現在は合併して湯沢市となった旧皆瀬村では、温泉熱を地域で多段利用する取り組みが進められてきた



温泉を使った切干大根の乾燥事例



温泉を使った水耕ミツバ栽培の事例



(出典: 湯沢市資料、村の至宝「地熱々水」がもたらした計り知れない恩典、年代不明)

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 事例 – 地熱・地中熱の活用に関する事例一覧

利用方法	事業主体	事業概要	課題と対応	備考
温泉熱利用	旧皆瀬村農業協同組合 【秋田県湯沢市(旧皆瀬村)】	<p>■概要 自治体の所有する小安峡温泉から源泉を2.3km引張り、ミツバの水耕栽培のハウス熱、架台加温、ハウス周辺の融雪に利用している。ミツバハウスは20棟あり、10人の農業関係者が従事している。 同ハウスの運営により、地場で冬季の労働を確保出来るようになった。年間最大で8回転まで可能であり、20棟のミツバ栽培による収益は最高6,000万円である。</p> <p>■初期投資 源泉引用スケール設置1.3億円、ハウス建設1.3億円</p>	特になし。	<p>●温泉質がよいため、スケール詰まり等はこれまでのところ発生していない。</p> <p>●出稼ぎの必要がなくなり、安定収益が確保出来るようになった。</p>
	湯沢市 【秋田県湯沢市(旧皆瀬村)】	<p>■概要 温泉熱を利用して農産物の乾燥・加工をしている。野菜、茸乾燥、木材乾燥、漬物加工煮沸、牧草乾燥等の幅広い分野で可能性を追求した結果、現在は切干大根のための乾燥施設として、地元の農業者に利用されている。生産した切干大根は、生産者の知人や地元温泉旅館を中心に口コミベースで販売数を伸ばしており、現在は乾燥機が深夜まで予約で埋まっている状況である。</p> <p>■初期投資 乾燥機本体価格：200万～300万円程度</p>	<p>●設備利用の希望者が多く、新たに一台の乾燥機を設置したいが、予算が不足している。</p> <p>●その他課題は特になく、施設運営は良好である。</p>	<p>●地場特産品として地元旅館や産地直売所で販売している。</p> <p>●出稼ぎの必要がなく、地元農業従事者が働く環境を提供している。</p> <p>●切干大根に限らず、りんごチップ等商品開発もしている。</p>
	旅館元湯くらぶ 【秋田県湯沢市(旧皆瀬村)】	<p>■概要 温泉を施設内の給湯や、暖房、屋根等の融雪に利用している。源泉の温度が高すぎるため、融雪により冷ますことができ、一石二鳥となっている。</p>	特になし。	融雪利用により雪かき作業の負担がない。

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 事例 – 地熱・地中熱の活用に関する事例一覧

利用方法	事業主体	事業概要	課題と対応	備考
温泉熱利用	株式会社栗駒フーズ 【秋田県湯沢市 (旧皆瀬村)】	<p>■概要 全国で唯一の『地熱』を利用して牛乳の処理加工販売をしている牧場直営会社である。旧皆瀬村行政の支援を受け、地熱で殺菌した牛乳の加工販売を事業化した。特徴は、温泉熱で熱交換することで65度30分の低温殺菌を実現していることであり、牛乳の成分を生乳に近い状態で保つことが出来ている。さらに、源泉は、工場屋根や周辺の融雪等に多段利用している。</p> <p>■初期投資 約1億円</p> <p>■CO2削減量 170t/年(牛乳生産量に比例)</p>	地震により温泉が濁ったり出が弱くなったりしたことがあったが、1~2週間程度で回復した。その間、製品出荷ができなくなり、大手小売との契約に支障が生じた。現在は、クール便を利用した個人への販売と、物産展での販売を中心にしている。	<p>●シンプルな熱交換方式のため創業以来熱交換器の故障はない。</p> <p>●操業当初は年間5,000万円の売上を目標としていたが、4年目で1億円を突破、最高2.6億円まで達成した。</p>
	長崎県環境保健 研究センター 【長崎県大村市】	<p>■概要 雲仙市小浜町は温泉資源が豊富にあり、夜間以外はほとんど利用しておらず、海に放流していた。同センターでは、この温泉資源を有効利用する方法として、廃食油のBDF化を提案し、雲仙市が所有する源泉(小浜町歴史資料館)を利用して平成20年より実証実験を開始した。</p> <p>原料となる廃食油は、雲仙市の一般家庭や温泉旅館や飲食店から回収し、地元工業・農業高校と共に余熱利用型BDF製造の技術開発に取り組んでいる。</p> <p>■初期投資 550万円(実証プラント建設費)</p>	<p>●スケールの腐食が問題であったが、さまざまな素材を検討し、現在は解決している。</p> <p>・BDFの品質を満足するために、余熱を生かした長時間メチルエステル化反応を行なっている。</p>	<p>●技術開発に地元の高校、廃食油の収集に旅館や自治体の協力等、地域活性に繋がっている。</p> <p>・温泉余剰水を利用するため、地元の温泉組合も協力的である。</p>
	株式会社アグリ の里 おいらせ 【青森県 おいらせ町】	<p>■概要 青森県内、東北地域内にはない魅力的な通年型の総合観光農園を目指し、4年前に開設した。一般消費者や観光客だけでなく、地域の活性化と障害者雇用を目的に、熱帯果樹類やイチゴの栽培、産地直売所、レストラン、動物とのふれあい施設、足湯等さまざまな施設の展開と運営を行っている。</p> <p>48度の源泉を使って、熱帯果樹園の加温と施設来場者への足湯の提供を行っている。</p>	●源泉の熱量では果樹栽培に十分な熱量が確保できないため、木質バイオマスボイラーと併用している。	特になし。

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 事例 – 地熱・地中熱の活用に関する事例一覧

利用方法	事業主体	事業概要	課題と対応	備考
温泉熱利用	那須温泉地球温暖化対策地域協議会 【栃木県那須町】	<p>■概要 温泉地域の旅館有志により、温泉熱をヒートポンプにて取り出し、旅館の暖房熱等に利用している。平成18年より環境省の補助を受けてスタートした。 化石燃料が高騰したため、導入メリットは大きい。</p> <p>■初期投資 約7,800万円(3ホテル合計)</p> <p>■CO2削減効果 年間805t</p>	平成19年には、他の旅館も導入を検討し、環境省へ補助申請を行ったが、採用条件が厳しくなったことで採択されず、設備費の自己負担が大きいため導入が進んでいない。	施設の見学者が増えている。
地中熱利用	株式会社星野リゾート 【長野県軽井沢町】	<p>■概要 環境に優しいリゾート施設として、地中熱・温泉排湯熱を熱源とするヒートポンプを導入し、施設内の給湯と暖房熱を確保している。平成15年にNEDOの採択を受けて1/3の補助を受けてスタートした。施設内で利用する熱源の約55%を地熱に由来している。</p> <p>■CO2削減効果 年間1,500t</p>	特になし。	地中熱利用のリゾート施設として表彰を受けた。
	株式会社ジオパワーシステム 【山口県美祢市】	<p>■概要 地下約5mの地中熱を専用の熱交換パイプにより交換し、室内で循環させる換気システムを提供している。一般的な地中熱ヒートポンプ方式に比べ掘削深度が浅い(一般的には50~100m)ことと、施設内の空気循環を設計した換気システムである点が大きく異なる。 同システムでは、掘削深度が浅いため掘削費用が安く、冷媒・ヒートポンプ・熱交換設備等のないシンプルな設備であることから、設置コストが比較的抑えられる。</p> <p>■初期投資 200万円~(住宅一戸あたり) ※地域・仕様により異なる。</p> <p>■CO2削減効果 50%削減(目安)</p>	地下5mの温度は外気に比べて安定しているものの、東北地方等の寒冷地では十分に暖をとれないケースもあり、ヒートポンプや暖房機器との併用が必要となる。	同システムは外気を直接地中熱と熱交換するため、地中に設置したパイプが浄化機能を果たし、空気中に含まれる花粉・チリ・ホコリ等を80%以上除去することが確認されている。

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 事例 – 地熱・地中熱の活用に関する事例一覧

利用方法	事業主体	事業概要	課題と対応	備考
地下水利用	株式会社リビエラ 【青森県青森市】	<p>■概要 地中熱と同様に年間を通じて水温が安定している地下水を揚水し、その地下水熱を冷暖房等に熱交換した後、再び同一体水槽に戻す方法を提案している。地下水利用のメリットとしては、水温が年間を通じて12～15℃(地下50～200m)で安定しており、媒体が液体等で地中熱に比べて熱保存性が高く高効率であることがあげられる。同社では、地下水熱を利用した融雪システムや冷暖房システムを提供しており、商業施設の駐車場や公共施設の空調設備等に多数の実績を有する。</p> <p>■初期投資 150万～200万円(既設配管利用可能施設)</p>	地下水の利用に対しては、地域ごとに揚水規制や排水規制が異なるため、利用にあたっては規制の状況や、現地の地下水の特徴等を調査する必要がある。	地元の融雪に問題意識を持ち、30年前から融雪の研究を行っていた。

# 地熱・地中熱に関する調査結果

## 先行事例ヒアリングによる課題の把握と対応

分類	課題	対策例
温泉水	温度が低すぎる、または高すぎるため利用に適さない。	<p>温泉の温度が高すぎる場合には、冷まして利用する必要がある。秋田県湯沢市(旧皆瀬村)では、源泉を貯留槽蓄え冷ました上で、各利用先に提供している。また、湯沢市の旅館「元湯くらぶ」では、屋根の融雪をした後に温泉利用することで、入浴に適した温度の温泉を提供すると共に、融雪も行っている。施設によっては、湧き水と混合し冷ましているところもある。</p> <p>調査結果では、温度が低すぎる場合の活用事例は把握できなかったが、用途が決まっている場合には加温に必要な熱エネルギーの底上げとして利用することや、温泉の温度に合わせて用途を検討することなどが考えられる。(株)アグリノの里おいらせでは、熱帯果樹園の温室温度を温泉熱で十分に得られていないが、薪ボイラと合わせて利用することで燃料費を削減している。</p>
	pHや溶解物など温泉の成分により、スケールの腐食や詰まりが生じる。	<p>温泉の有効利用の上で最も課題となることの一つである。東北の事例では、スケールの詰まりなどはいずれも定期的に清掃・メンテナンスをして対応している。長崎県環境保健研究センターでは、地元の専門学校などと協力し素材を検討することで解決している。</p> <p>その他、薬剤投入によるpH調整や詰まりの防止も可能とのことだが、ランニングコストが増加するため利用にあたっては、薬剤の成分、量、価格などを予めよく検討する必要がある。</p>
	温泉の湧出量が安定しない。	<p>事例においても地震等で湧出量が変動したり等が確認された。温泉資源は天与の資源であるため、湧出量の安定化には新たな地熱貯留層の発見以外に難しいのが現状といえる。</p>
	所有権の問題があり、温泉水の利用が困難である。	<p>温泉熱の地域利用にあたっては大きな課題となる。秋田県湯沢市(旧皆瀬村)では、市が温泉の所有権を持っているため、前述したような取り組みが可能となっているところもある。</p> <p>また、長崎県環境保健研究センターでは、廃湯を利用しBDFを製造、得られたBDFは地域のごみ収集に活用という循環利用により歓迎されている。</p>
温泉水	用途に対して湯量が十分でない。	<p>事例では、湯量が課題となっている事業者はならず、実用化しているところはいずれも利用可能な範囲内で利用を進めていた。</p>
設備	温泉水を利用するための社会的インフラが整っていない。	<p>地域で利用する場合には、用途に応じて配湯用のインフラ整備が必要となる。秋田県湯沢市(旧皆瀬村)では、国の補助事業の中でインフラ整備を進めており、温泉の地域利用にあたっては自治体行政と地域住民の協力が不可欠である。</p>
用途	温泉水をどのように利用できるのかわからない。	<p>温泉水の利用用途については、一般的な融雪・暖房利用の他にも産業利用で幅広い可能性を秘めている。(株)栗駒フーズや秋田県湯沢市(旧皆瀬村)のように、地域の特産品加工に温泉熱を利用することで地域の特産品の付加価値を高めている事例といえる。</p> <p>長崎県環境保健研究センターでは、温泉街である地域の特徴を活かし、旅館や飲食店から廃棄される廃食油を原料にごみ収集車のBDFを製造するなど、他の資源と組み合わせた地域循環の仕組みを構築している。</p>

## 自治体のかかわり方に対する提言

### 温泉熱の利用方法の検討

温泉熱は、融雪・暖房のほかにもさまざまな産業で熱源としての可能性を秘めている。まずは地域の温泉熱資源について、湯量・成分・温度・現状の活用状況などを踏まえ、融雪や公共施設の暖房利用の可能性について検討することを期待する。

さらにその上で、地域の特産品などと温泉熱のコラボレーションによる付加価値の向上や、新たな産業の育成に向けた検討などを進める。温泉の成分によっては、融雪や暖房への利用が困難な場合も、産業利用では可能なケースも考えられる。

### 地域関係者とのネットワーク構築

地域で温泉熱を利用するためには、地域関係者の理解と協力が不可欠である。秋田県湯沢市(旧皆瀬村)では、地熱を利用した地域づくりに対して、住民の理解と協力を得るために粘り強く交渉してきた。また、長崎県環境保健研究センターでは、地元の温泉旅館や飲食店の協力を得て原料となる廃食油を集め、雲仙市の協力で市民から廃食油の分別回収を行い、地元専門学校生による製造技術の共同研究をし、公共施設である歴史資料館の源泉を利用するなど、地域関係者とのネットワークが構築されている。

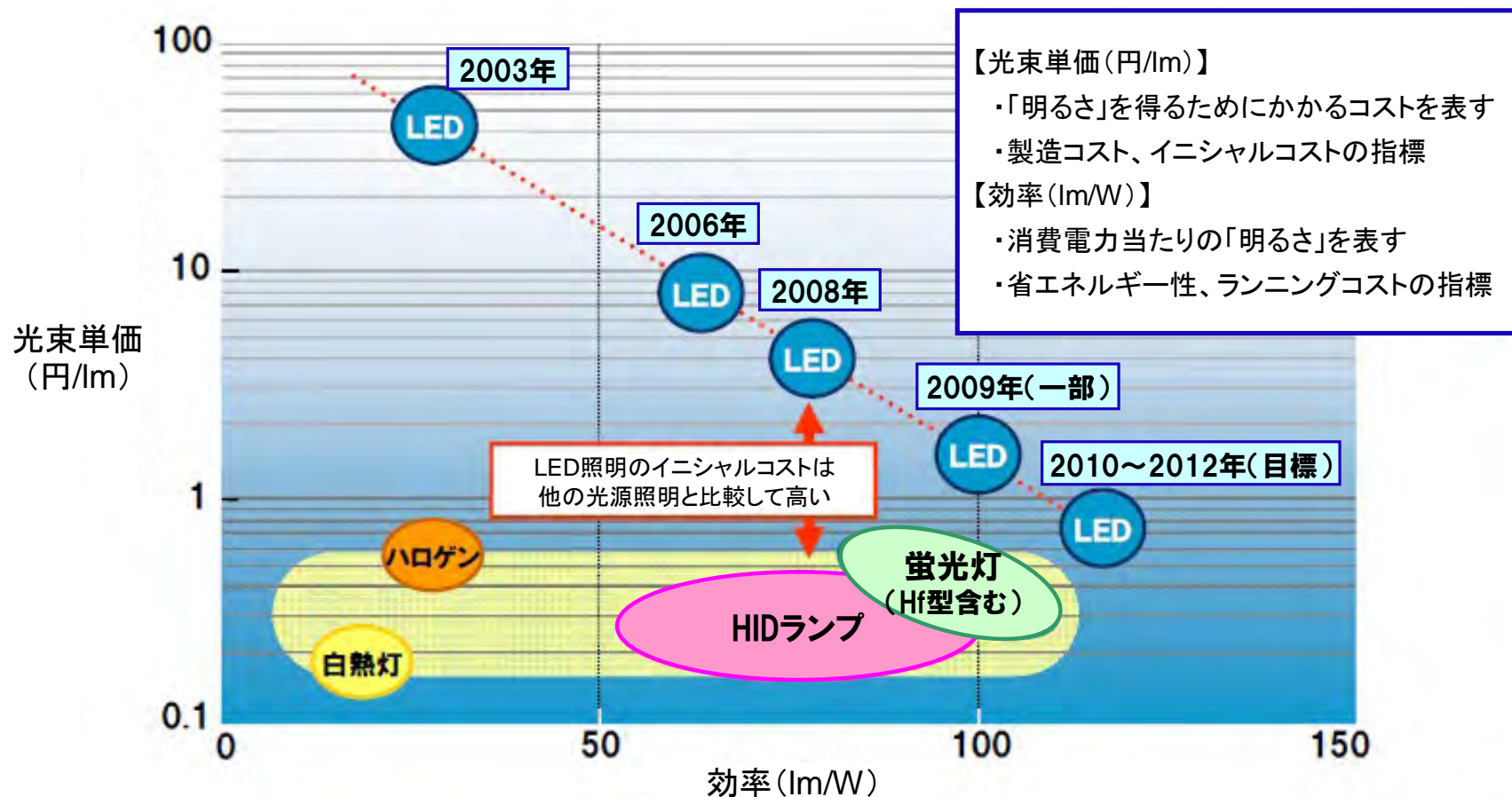
### 資金の調達

温泉熱を利用するための設備整備に必要な資金調達の方法を検討する。幸い、現在は温暖化対策に関する予算や補助金が各省庁や研究機関から出ており、先進的な取り組みに限らず、地域の低炭素化や活性化が期待される事業や社会基盤に対する補助金の活用余地は大きい。自治体においては、これらの予算を活用するためにも、積極的な提案と制度に対するフィードバックをしていくことが望まれる。

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 照明類型間のイニシャル、ランニングコスト比較

- イニシャルコストの比較では、HIDランプやHf蛍光灯に優位性がある
- 省エネルギー性、ランニングコストの比較では、LED照明がHIDランプ、Hf蛍光灯を追い抜こうとしている
- しかし、LED照明の技術開発は年々進んでおり、光束単価を下げつつ効率を高めてきており、他の高効率照明を席巻する勢いである



出典：パナソニック電工(株)資料等よりリサイクルワン作成

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 従来照明と高効率照明の性能比較

- 高効率照明とは、従来型照明に比べて、光束単価(円/lm)、発光効率(lm/W)、発光寿命等の点で優れた性能をもつ照明である
  - lmとは、光量を表現する単位
- 光束単価はイニシャルコスト、発光効率や発光寿命はランニングコスト(または省エネルギー性)に影響を与える指標となる
- 照明技術は、下表の様に類型化が可能である

	従来型照明 (白熱灯など)	高効率照明			開発段階
		蛍光灯 (含Hf型)	HIDランプ	LED照明	有機EL照明
光束単価 (円/lm)	0.2~0.7	0.3~0.7	0.2~0.4	1~2	10~
発光効率 (lm/W)	10~20	70~110	50~100	70~100	64
発光寿命(h)	1,000~4,000	6,000~12,000	6,000~12,000	40,000程度	~10,000
その他の 特徴	—	● 寒さに弱い	● 明るくなるまで、 約10分必要	● 省スペース性 ● 照明範囲が狭い	● 薄膜化可能 ● フレキシブル

出典：国立環境研究所ウェブサイト、コニカミノルタグループウェブサイト、『よくわかる最新照明の基本と仕組み』(秀和システム)

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 高効率照明による低炭素社会構築

- 高効率照明は、一般的にその適用範囲の広さから、低炭素社会構築への大きな効果が期待されている
- 地域レベルでの低炭素化を目指す際は、照明の種類別に得意とする用途を考慮し、「野外照明にはHIDランプ、商業施設や一般家庭には・・・」という様な住み分けで、施設毎を単位として、都市全体をデザインする必要がある
- 開発スピードが速い高効率照明技術においては、低炭素型地域づくりに導入する技術の選択肢を選ぶ際には、中期的(3~5年後)な技術革新を考慮した選択が必要となってくる

	現状	現在の技術レベルで 転換可能な選択肢	今後の選択肢(3~5年後)
家庭部門	従来型照明 蛍光灯	Hf型蛍光灯 LED照明	Hf型蛍光灯 LED照明
業務部門	蛍光灯	Hf型蛍光灯	LED照明
産業部門	従来型照明 蛍光灯	Hf型蛍光灯 HIDランプ	HIDランプ LED照明
公衆街路灯など	従来型照明 蛍光灯	HIDランプ	HIDランプ LED照明

今後3~5年の技術革新に応じて、適用技術が変わる可能性のある分野

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 省エネルギー照明に関する調査結果

### 先行事例ヒアリングによる課題の把握と対応

分類	課題	対策例
照明本体	どのような照明タイプを選定したらよいか不明である。	省エネルギー照明は、現在のところ主に①蛍光灯(Hf型含む)タイプ、②HIDタイプ、③LEDタイプの3つのタイプが出てきており、産業用利用としては、①及び②のタイプが導入メリットの得られる段階にきている。また③についても、㈱ローソンのように導入に踏み切る事業者も出てきている。 それぞれのタイプによって耐熱性や点灯時間、照明本体の大きさや重量、設置の際に必要な付帯工事の有無などが異なる。したがって、導入の検討にあたりまずは既存照明の消費電力、照明の目的・用途、改修工事の可否などを検討する必要がある。 また、ESCO事業者やメーカーなどの専門家に対するアドバイスを求めることも有効であり、A市民病院やB県庁舎ではいずれもESCO事業者の支援を受けて省エネルギー照明を導入し、導入効果を得ている。
	非正規品の流通に対する注意が必要である。	省エネルギー照明に対する注目の高まりと、それらが特許等により値段が比較的高いことを逆手に、明らかに特許侵害と考えられる紛い物が流通している。 省エネルギー照明の導入にあたっては、価格情報のみならず、メーカーの保障状況や使用条件などに対して確認をすることが望ましい。イオンディライト㈱では、メーカー実測の性能値を独自に試験・評価し、信頼性の確保された商品のみを取り扱っている。
	その他	省エネルギー照明は、LED照明に見られるように急速に技術開発が進められており、さまざまなメーカーから高品質・低価格なものが発表されている。 ㈱オプトロムでは、従来蛍光等よりも消費電力が少なく、長寿命でLED照明よりも安価なCCFL照明を平成21年4月より販売しており、まさに日進月歩の展開がなされている。
費用	費用が高く、導入に踏み切れない。	A市民病院やB県庁舎では、NEDOの補助金により設備費の1/2補助を受けており、こうした制度を活用することで導入費用を抑えることが出来る。 また、省エネルギー照明の価格は、急速に低下しており今後2~3年のうちに更なる価格破壊が期待されるため、しばらく導入を見送ることも選択肢の一つである。

### 自治体のかかわり方に対する提言

#### 省エネルギー照明に対する情報の発信

省エネルギー照明はさまざまな種類があり、導入によるコスト削減・CO2削減に対する認識が低い事業者や、自社に適した照明の選択に迷う事業者も少なくない。このような事業者に対しては、専門家によるアドバイスと効果の見える化が最も有効であることから、省エネルギー診断士やESCO事業者など専門家を紹介する窓口の設置などマッチングを促進する情報の発信を行う。

#### 非正規品に対する規制

省エネルギー照明は、最近の注目度の向上を受けて非正規品が流通しており、照度が暗い・すぐに切れたなどのトラブルも発生している。これらの非正規品の流通は、利用者だけでなく健全な事業者の育成の阻害要因にもなるため、適切な対応が求められる。  
グリーン購入法や各自治体の制度の中で、正規品に対する評価と、非正規品に対する注意を促すことが必要である。

#### 助成制度の活用支援

業務用の省エネルギー照明は、従来照明よりも高額なものもあり事業者が購入に踏み切れないケースも見られる。また、㈱ローソンのように業界に先駆けて導入に踏み切ることで、省エネルギー照明の普及が促進するとの使命感を持っている事業者も出ている。  
今後は低炭素化に関するさまざまな補助制度が期待されることから、各方面の補助制度などを有効に活用できるよう、情報の提供と申請の支援を行うことが望まれる。

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 事例－高効率照明の導入事例と新たな高効率照明

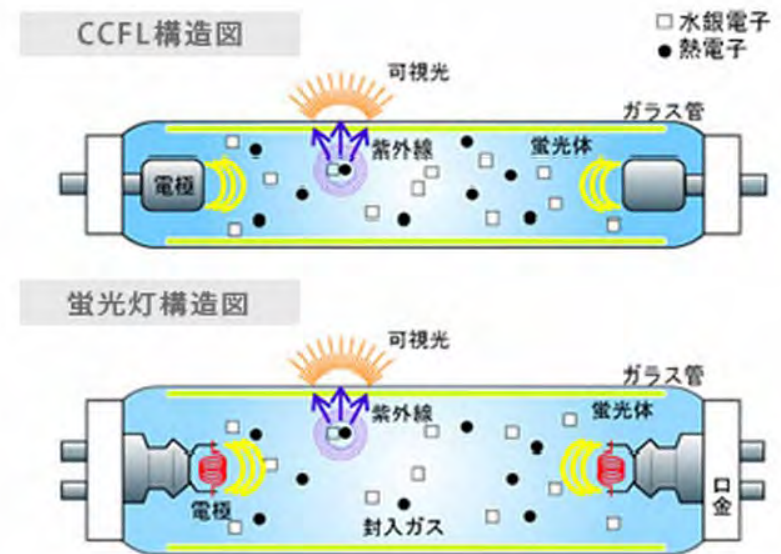
### LED照明の導入事例－株式会社ローソン

- 平成21年6月以降に新規出店する全店舗に対して、看板や照明器具にLEDを導入している。
- LED照明の導入により、照明器具の電力消費量の約35%、店舗全体の電力消費量の約5%の削減を実現しており、一店舗あたり年間約3.8トンのCO2が削減される。



### CCFL照明－株式会社オプトロム

- PC等の冷陰極管からヒントを得て、CCFL照明「E・COOL」を台湾企業と共同開発し、平成21年9月より販売している。
- 同照明は、従来の蛍光灯に比べ消費電力・CO2を40%から50%削減し、1mあたり直下の照度を370ルクス以上と通常蛍光灯と同等の照度を確保している。構造的には、本体の中にCCFL管2本を内蔵させ、照射面をポリカーボネート、背面をアルミ板でカバーし、一定強度を保ち、リサイクル可能な製品となっている。また、内蔵されるCCFL自体は5万時間の定格寿命を有しており、「E・COOL」の通常使用では、約10年間は取替え不要と推定される。



### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 事例 – 高効率照明に関する事例一覧

利用方法	事業主体	概要	課題と対応	備考
Hf型	A市民病院	<p>■概要</p> <p>病棟廊下、病室を中心にHf型蛍光灯へ切り替えることで、照明消費電力が40%近く削減し、また、設備導入はNEDOの補助事業枠を活用しており、設備費の1/2の補助を受けて導入した。</p>	<p>●具体的にどのような照明を導入すればよいのか、費用対効果等も含めて不明な点が多く、ESCO事業者を導入支援を依頼した。</p>	●特になし。
	B県庁舎	<p>■概要</p> <p>オフィス部分及び廊下部分の蛍光灯をHf型に変更したところ、施設全体の消費電力が約20%削減された。</p>	<p>●具体的な照明の種類や導入効果等が不明であった。ESCO事業者の支援を受け具体的な効果の見える化を行った。</p>	●特になし。
LED型	株式会社ローソン 【東京都品川区】	<p>■概要</p> <p>平成21年6月以降に新規出店する全店舗に対して、看板や照明器具にLEDを導入している。 LED照明の導入により、照明器具の電力消費量の約35%、店舗全体の電力消費量の約5%の削減を実現しており、一店舗あたり年間約3.8トンのCO2が削減される。</p>	<p>●ライン型照明を主照明に、ダウンライト型照明をスポット照明に利用している。 ●LED照明の設置は、新規出店店舗のみを対象としている。</p>	●同社は2012年までに2006年対比で1店舗あたりの電気使用によるCO2排出量を10%削減することを目標にしている。
CCFL型	株式会社オプトロム 【宮城県仙台市】	<p>■概要</p> <p>PC等の冷陰極管からヒントを得て、CCFL照明「E・COOL」を台湾企業と共同開発し、平成21年9月より販売している。 同照明は、従来の蛍光灯に比べ消費電力・CO2を40%から50%削減し、1mあたり直下の照度を370ルクス以上と通常蛍光灯と同等の照度を確保している。構造的には、本体の中にCCFL管2本を内蔵させ、照射面をポリカーボネート、背面をアルミ板でカバーし、一定強度を保ち、リサイクル可能な製品となっている。また、内蔵されるCCFL自体は5万時間の定格寿命を有しており、「E・COOL」の通常使用では、約10年間は取替え不要と推定される。</p>	<p>①ラインナップの充実 (20W、110W型 等) ②極寒冷地への対応</p>	●既に国内税関、空港、病院、コンビニ、ショールーム、業務用冷蔵庫（UVカットのため冷蔵庫内の食品を傷めない。また、LEDのように高温にならないので庫内温度への影響が少ない）や工場等、多方面での導入実績がある。

### 3. 低炭素社会への具体化行動に関する調査

## 事例 – 高効率照明に関する事例一覧

利用方法	事業主体	概要	課題と対応	備考
省エネ支援事業者	イオンディライト株式会社 【大阪府大阪市】	<p>■概要</p> <p>イオングループの店舗の省エネ化で蓄積したノウハウを基に、公共・民間に電力使用量や水使用量の削減等、さまざまな省エネ・コスト削減を提案している。省エネルギー照明は、主にオフィスや店舗へ導入し、工場に対しては従来照明の間引きと反射板の設置等を提案している。</p> <p>同社では、さまざまな省エネルギー照明器具の中から、高品質で費用対効果の高いものを選定して顧客に提案しているため、業態や用途に応じて適切な方法の選択が可能となっている。</p>	<p>●LED照明は、照明本体に限らず、照明裏の反射板等も全て特許申請がされているが、最近の特許侵害と見られる安価なLED照明が出てきており、十分な照度が保てない等も問題が発生している。</p>	<p>●業務用LED照明はようやく低価格になってきた感じであり、現時点では適正価格の判断が難しい状態である。改修工事が必要がない新規出店の際や、スーパーの鮮魚・精肉・野菜コーナーのように熱が問題となるような部分で導入している。</p>

## 4. 地熱・地中熱セミナーの開催

# セミナー開催概要について

(1) セミナー名称: 東北地域における地熱・地中熱活用セミナー  
～グリーン基盤技術による低炭素社会構築～

(2) 開催趣旨:

東北経産局は、昨年度より東北地域ならではの低炭素社会のあり方を有識者を交えて検討しており、その中でも「地熱・地中熱」は、東北地域においてポテンシャルの高いエネルギー資源であると考えている。その一方で「地熱・地中熱」は、地域で十分かつ適切に利活用されているとはいえないのが実情である。

そこで、本セミナーでは、東北地域における「地熱・地中熱」の利活用促進を目的として、専門家の先生方の講演を始め、「地熱・地中熱」の活用事例等、具体的行動に直結した情報の発信を行う。

(3) 主催: 東北経済産業局(運営委託: 株式会社リサイクルワン)

(4) 日時: 平成22年3月19日(金)

(5) 場所: 宮城県仙台市宮城野区榴岡5-6-51 メルパルク仙台5F 広瀬(松)

(6) プログラム:

① 開会挨拶(13:30～13:35): 経済産業省東北経済産業局

② 「基調講演: ー石油基盤技術からグリーン基盤技術へー グリーンイノベーションを考える」(13:35～14:25)

講師: 弘前大学学長補佐 南条宏肇氏

③ 「産業構造転換期の中での地熱エネルギーによる東北地方活性化案」(14:25～15:15)

講師: (独)産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門 地熱資源研究グループ長 村岡洋文氏

④ 途中休憩(15:15～15:25)

⑤ 地熱を利用したまちづくりに関する事例報告(15:25～16:15)

-「長崎県における温泉余熱によるバイオディーゼル燃料の製造と利活用」

長崎県環境保健研究センター環境科主任研究員 竹野大志氏

-「東北地域における温泉熱を活かした地域づくり事例のご報告」

株式会社リサイクルワン環境コンサルティング事業部 菊地洋平

(7) 参加費: 無料

(8) 定員: 50名程度(実参加者49名)



図 基調講演でグリーンエネルギーの重要性を説く南条氏

#### 4. 地熱・地中熱セミナーの開催

## セミナーに興味を持った点

業種	興味をもった点
製造業	南條先生の講演では、地熱・地中熱は地産・地消が理想的であり、熱は蓄えることが出来ないため、今後の普及に関してもコスト面から余り期待できないということがわかった。 村岡先生の講演で、今後の温泉発電についての発展性を知った。
建設業	地下水分布調査や、掘削技術で弊社が貢献できる部分があるかもしれないと考えた。 脱化石燃料の促進及びその速度をいかに早める必要があるか解りやすい説明と資料で良く理解出来た。 ※南條先生の基調講演及び村岡氏の発表から 低炭素社会の実現に向けて、将来に負の遺産を残さないように叡智を駆使し、エネルギーの有効利用方法と地熱（熱利用）の有効性を確かめることができた。
電気・ガス・熱供給・水道業	エネルギーのPASSIVE利用という概念が面白かった
官公庁	深く掘らなくても水分を含んだ地質であれば熱利用出来る所が面白い。温泉水の有効利用が良く解った。 太陽光の結晶等で高効率を目指すハイテク技術に対して、従来技術で低炭素問題の解決を実施しているところ。
地方自治体	温泉水を活用したエネルギー利用（発電）をしている点。 低温でも可能な発電技術の最新情報（温泉利用の可能性）について。
各種団体	南條先生の講演での、アクティブ制御からパッシブ制御へは興味があるが、商品化した際に、性能や品質保証に課題はないだろうか。
研究機関・大学職員・学生	地熱利用、特に温泉熱利用を地域づくりに活用することは大きな可能性があるのではないか。 地熱エネルギー活用の復活と拡大に関する発表内容について。帯水層であれば、ヒートポンプなしで熱交換できることにびっくりした。
大学	各地でどのような事例があるかを知ることができてよかった。これらの地域と連携していきたいと考えている。 地中熱の大・中・小規模の利用効果の実証確認と有効利用のための技術開発について。地中熱利用を基盤とする東北地域における産業振興について。
調査会社	地熱のカスケード利用について。
その他	南條先生の講演では、「安く出来る」ということがわかった。奥会津などは高齢化が進み、資金も限られていて、今までの方法では実現は無理だった。上記が出来れば、その延長で村岡先生の講演で言っていた地域活性化が描ける気がした。また、その点ではリサイクルワンの事例報告は参考になる。 東北における新たなエネルギー産業創出は急務であり、その一つの解決モデルとなり得る内容だと感じた。 地熱発電の普及と地熱水の有効利用について。東北地区での取り組み事業内容について。 南條先生、村岡先生の講演は、現場で研究している方の重みのある話だった。事例報告は、地方を活気づけるよい事例である。 地熱の将来性について。 フラッシュ発電について。

#### 4. 地熱・地中熱セミナーの開催

## セミナーに対するご意見、ご要望

業種	ご要望、ご意見、ご質問
製造業	国としては、自然エネルギーへの移行を唱えているが、企業にとっては導入に対してのコスト高を一番の問題点と考えている為、本当の低炭素化を実現するために税制改正を含めた企業負担を減らす方針を打ち出して欲しい。
建設業	熱利用と言うのは簡単であるが、実際に計画にタッチして見るとデータの採取等実践ベース迄に仕上げるには相当の手間とコストがかかってしまう。また、標準化等になじみにくい性質もあり、企業として事業の採算性の面からなかなか理解を得にくい面がある。事業体で計画するよりも国レベルでの事業の促進が必要と考える。 スタンリングエンジンとの組合せは考えられないだろうか。スマートグリッドへの蓄電設備で地熱、地中熱の活用ができないだろうか（Nas電池に変わるような）。
電気・ガス・熱供給・水道業	今後とも定期的（1～2回/年）のセミナーを希望する。
官公庁	資源の無い日本が利用可能なものであり、大いに利用すべきである。 東北では有望な地熱・地中熱利用技術であることが理解出来た。今後、東北での実証実験が進めばと思う。
地方自治体	何かしらの支援等があれば、温泉事業者へ告知できるのではないかと。 地産地消以外に電力会社への売電はどの様になっているのかを知りたい。 興味深い内容のセミナーであり、大変勉強になった。
各種団体	このようなセミナー以外でも、勉強させて頂きたい。
研究機関・大学職員・学生	地熱利用が進むことを期待している。
大学	助成事業を作り、普及を早め、低コスト化を検討して欲しい。
調査会社	東北各県・地域で地熱・地中熱利用産学官連携組織作りが進められているが、計画事業の交流会の企画を希望する。
その他	主旨とは違うが、源泉温度が低い箇所での活性化が今後の課題になるかと思った。 地熱発電普及への課題の整理と取組みについて知りたい。また、地熱水の有害物質の除去技術が必要と思う 地中熱利用の普及をさらに期待する。現場の紹介は魅力がある。 次回もまた参加したい。
不明	今後、機器の開発に強く取り組んで行く。