

京都大学再エネ講演  
2022年10月31日

# 大瀨村脱炭素先行地域への取り組みを通して見える 日本のエネルギー政策の課題 ～温熱政策を中心に

飯田 哲也

環境エネルギー政策研究所 所長／株式会社 オーリス 常務取締役

Institute for  
Sustainable  
Energy  
Policies **isep** 特定非営利活動法人  
環境エネルギー政策研究所



# 内容

---

1. 脱炭素先行地域とは
2. 大潟村脱炭素先行地域事業の概要
3. もみ殻ボイラー地域熱供給
  - ① なぜ、もみ殻なのか？
  - ② デンマークの麦わらボイラーの経験
  - ③ 燃焼灰の利活用
4. デンマークの温熱政策と第4世代地域熱供給
5. 日本の温熱政策の課題

## 脱炭素先行地域とは

---

- 脱炭素先行地域は、2050年カーボンニュートラルに向けて、自治体の一部の地域において、**民生部門**（家庭部門及び業務その他部門）の**電力消費**に伴うCO2排出の実質ゼロを実現し、**運輸部門**や**熱利用**等も含めてそのほかの温室効果ガス排出削減についても、我が国全体の**2030年度目標**と整合する削減を地域特性に応じて実現する。
- 地方自治体を中心となり、地元企業・金融機関と連携を図りながら、環境省を中心に国も積極的に支援しながら、**2030年度までに少なくとも100か所**の脱炭素先行地域で、地域特性等に応じて脱炭素に向かう先行的な取組を実行し、「脱炭素ドミノ」を起こすことで、2050年カーボンニュートラルに向けた道筋を示す。
- **地域課題を解決し住民の暮らしの質の向上**を実現しながら脱炭素に向かう取組の方向性を示す。

## 大潟村のこれまでの脱炭素に関する取り組み

2011~14	公共施設15カ所にPVを計155kW（環境省・文科省補助）導入
2013	大潟村自然エネルギーの導入及び省エネルギーの促進に関する実施計画
2015	大潟村分散型エネルギーインフラプロジェクトマスタープラン
2015	大潟共生自然エネルギー太陽光発電所（2MW）
2019	大潟村脱炭素型地域づくりモデル形成事業検討報告書
2020	「ゼロカーボンシティ」表明及び「バイオマス産業都市」採択



大潟共生自然エネルギー発電所



無代かき栽培の圃場（左）と代かきした圃場（右）



ソーラーカーレース

## 系統連系ともみ殻の地域課題を解決する

- 太陽光発電施設に大型系統蓄電池を設置し、昼間に発電した電力を系統蓄電池に充電・夕方以降に放電することにより、**電力送電系統の空容量が少ない地域**において、新しい形の**系統連携を実現**
- もみ殻をバイオマス熱供給事業に有効活用することにより、国内有数の稲作地域である大湊村の**未利用もみ殻の処理経費負担や周囲への飛散等の課題を解決**しつつ地域の脱炭素化を加速



## 大潟村の脱炭素先行地域

- 公共施設、商業施設、県立大学、村営住宅、一般住宅に設置可能な容量の太陽光発電設備を設置する
- 大口需要家であるホテルへ**自営線**を活用した**大規模太陽光発電設備**からの**自家消費**を進める。
- 村有地を活用し、**メガソーラー(8MW)**を新設し、村全体の民生部門の電力消費を賄う。
- 地域課題となっている**未利用もみ殻**を活用した**バイオマス熱供給事業**により、**熱分野の脱炭素化**を図る。

ホテル  
温浴施設  
社会福祉施設  
一般住宅

村民体育館  
公営住宅

小・中学校  
集会所  
公民館  
商店  
事業所  
村役場  
公営住宅

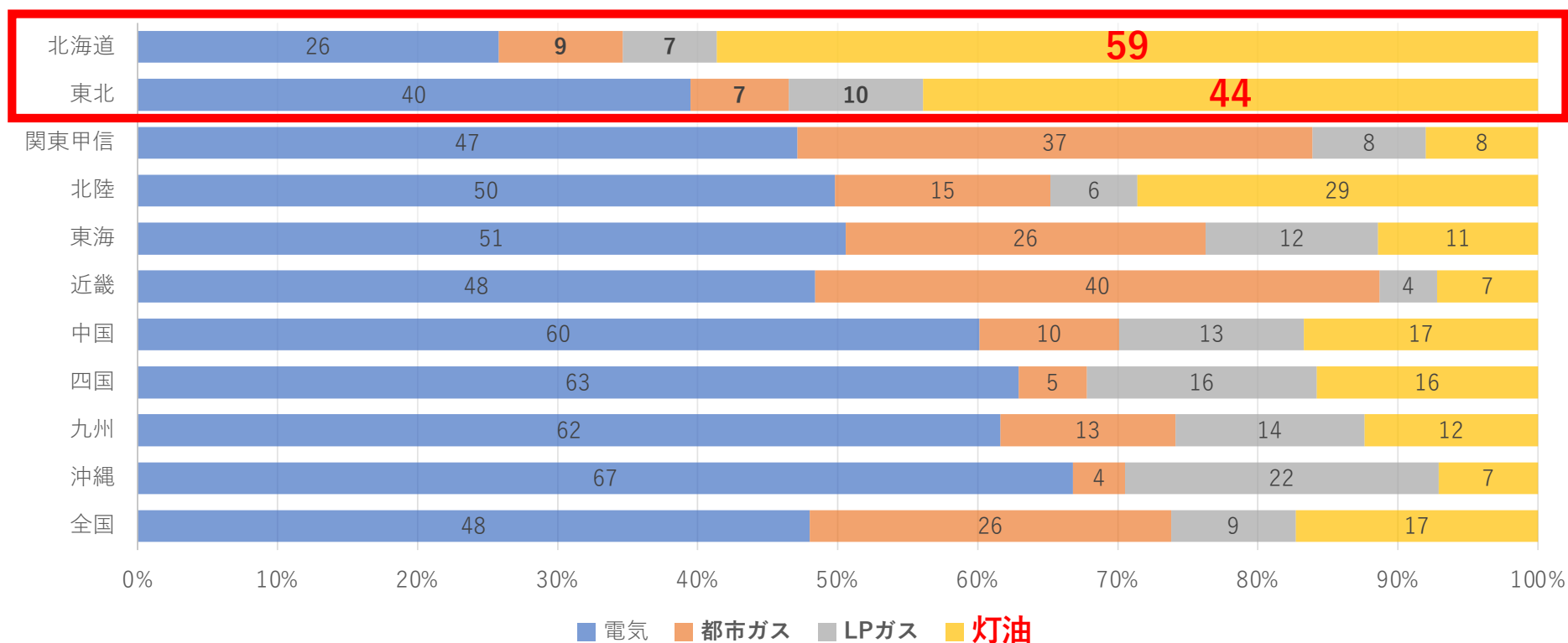
県立大学キャンパス  
県立大学学生寮

カントリー  
エレベーター

## 灯油がエネルギー源の北海道と東北

暖房・給湯需要が高い

### 地方別世帯当たり年間エネルギー種別構成比



出典：環境省「平成31（令和元）年度 家庭部門のCO2排出実態統計調査（確報値）」地方別世帯当たり年間エネルギー種別消費量・構成比  
<http://www.env.go.jp/earth/chosa1911-2.xlsx>

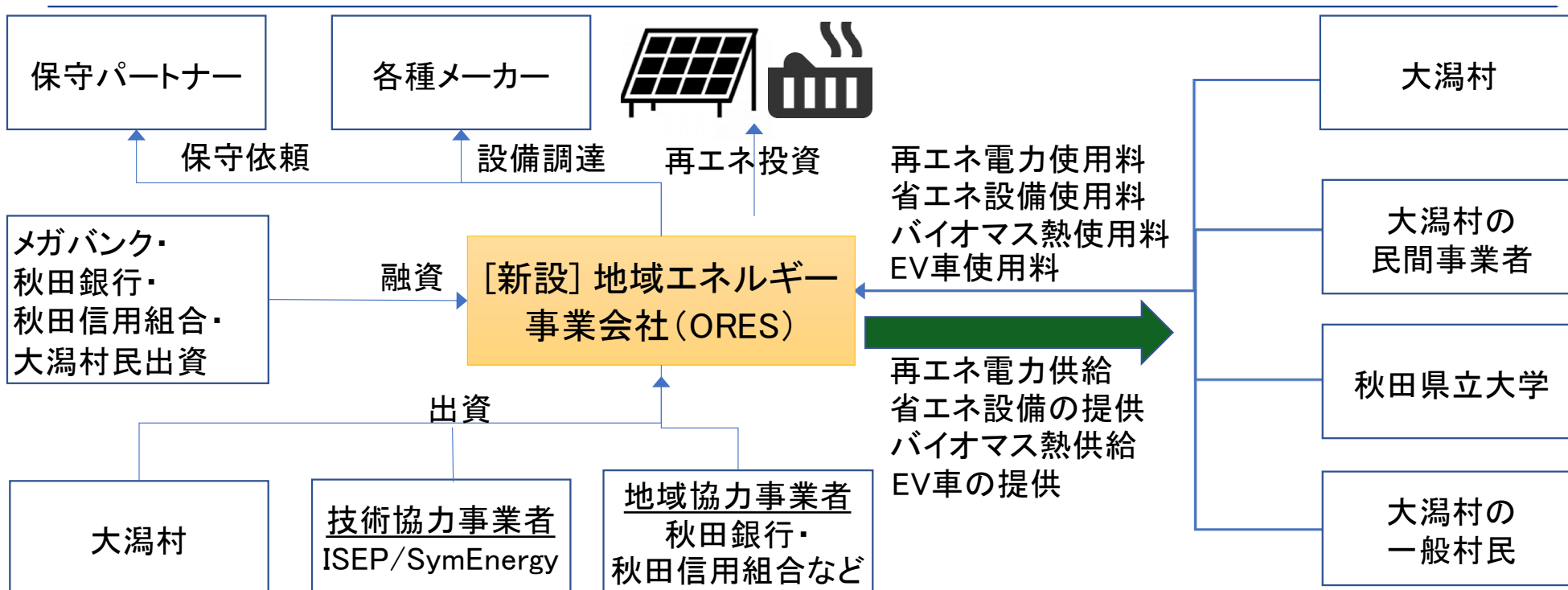
# 大潟村の地域熱供給ネットワーク（計画）

集住地域の公共施設・大学・住宅にもみ殻ボイラーから熱供給





## 事業の実施体制



- 大潟村の関係者を中心にエネルギー事業会社を設立し、再エネ電源・バイオマスを活用したエネルギー事業を立ち上げ。事業収益は将来の再エネ電源に再投資することで地域循環を実現
- 新設するエネルギー事業会社が関連設備を保有することで、大潟村の需要家に対しては、初期費用を抑えた形で再エネ電力・バイオマス熱を供給し、地域の脱炭素化を促進

## もみ殻の賦存量と用途

収集が容易（CE、未利用）で大量の安定した供給

### もみ殻の賦存量

単位：万トン/年

	米生産量	もみ殻量
日本	776.4	<b>155</b>
世界	69,000	<b>14,000</b>

単位：千トン/年

	都道府県	米生産量	もみ殻量
1	新潟県	667	133
2	北海道	594	119
3	<b>秋田県</b>	<b>528</b>	<b>106</b>
4	山形県	402	80
5	宮城県	377	75
6	福島県	367	73
7	茨城県	360	72
8	栃木県	319	64
9	千葉県	298	60
10	青森県	284	57

出典：農林水産省（令和2年）[1] 作物統計, [2] 生産量と消費量で見る世界の米事情, [3] 令和2年産水陸稲の収穫量

### もみ殻の産出量と用途

用途	全国		秋田県	
	利用量 (万トン)	利用率 (%)	利用量 (トン)	利用率 (%)
マルチ	11	5	1,248	1.0
床土代替	8	4	35	0.0
暗きょ資材	16	8	17,331	14.0
畜舎敷料	43	21	22,905	18.5
堆肥	45	22	28,061	22.6
くん炭	9	4	9,660	7.8
燃料	2	<b>1</b>		
焼却	29	<b>14</b>	2,533	<b>2.0</b>
その他・不明	45	<b>22</b>	42,164	<b>34.0</b>
合計	208	101	123,937	99.9

出典：[1]NEDO 籾殻賦存量・利用可能量の算出方法（2008）  
<http://app1.infoc.nedo.go.jp/kinds/no2.pdf>, [2] 秋田県農林水産部 稲作指導指針（2017）

## もみ殻の利点と課題

	灯油	木材	もみ殻
費用対効果 (kcal/円) <sup>注)</sup>	100	280~315	<b>1,500~1,650</b>
必要な機器・設備	暖房・給湯の基幹設備	薪ストーブ・ボイラー導入、需要側設備の更新	
利点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CO2排出のみ</li> <li>・ 燃料の自動供給</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 脱炭素</li> <li>・ 燃焼灰1%(重量比)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 脱炭素</li> <li>・ 燃料調達容易</li> <li>・ <b>燃料代ほぼタダ</b></li> </ul>
欠点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コスト高</li> <li>・ 海外への富の流出</li> <li>・ 半脱炭素</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コスト中</li> <li>・ 燃料供給等の管理</li> <li>・ 要排気ガス等の制御</li> <li>・ 燃料確保・調達難</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 要排気ガス等の制御</li> <li>・ 燃料供給等の管理</li> <li>・ <b>燃焼灰30%(重量比)</b> ≡ <b>体積比100%</b></li> <li>・ <b>結晶性シリカ</b></li> </ul>

注) 以下を元に試算。灯油：1 L = 100円 = 10,000Kcal；木材 = 14,250円/ t , 4,000~4,500Kcal/kg；もみ殻 = 0~2,000円/ t , 3,000~3,300Kcal/kg

### 利点

- ・ 良質で安定した恒常的燃料供給
- ・ 社会環境問題の解決

### 課題

- ・ 輸送性が悪い（嵩張る、飛散するなど）
- ・ 大量の燃焼灰→要利用方法
- ・ 結晶性シリカ

出典：大潟村脱炭素推進フォーラム「自然エネルギー100%の村づくりへの挑戦！」秋田県立大学 頼泰樹教授のプレゼンテーションを改変

## 【障害】 結晶性シリカ（クリストバライト）の発がんリスク

- 自然界には鉱物を除いて殆ど存在しない
- EUでは鉱物由来のみで植物由来は問題視（=規制）されていない
- ただし、**高温で熱せられると非結晶が結晶化する**
- 国際がん研究機関（IARC）は珪肺症（silicosis）を煩っている人に肺がんが発症するリスクがあるとしている（労働環境衛生上、結晶性シリカ粉塵  $< 0.1 \text{ mg/m}^3$  →労働環境でコントロール）
- 日本では「労働安全衛生法」およびその施行令で「**表示義務**」規定



出典：The European Network on Silica, Good practice guide on workers health protection through the good handling and use of crystalline silica and products containing it, 2020, pp. 56.

高温燃焼で結晶性  
シリカ発生

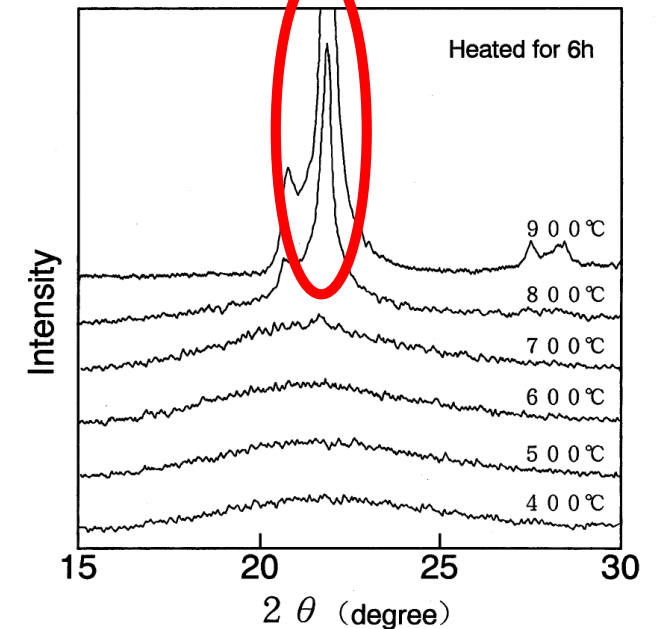


Fig. 1 X-ray diffraction patterns of rice husk ash heated at various temperatures.

出典：井上耕三, 原尚道, もみがら灰の加熱条件とその性状  
無機マテリアル, 3 (1996) 312-318.

## 国内外のボイラーでもみ殻燃焼試験を実施して候補を決定

国	メーカー	燃料・用途	結果
日本	射水市	もみ殻焼却炉（一部熱利用）	結晶化 ↓、熱出力 ↓
	高砂機器	焼却炉	結晶化 ↑、熱出力 ↑
	関西産業	もみ殻燻炭製造炉（一部熱利用）	結晶化 ↓、熱出力 ↓
	明和	もみ殻燻炭・培土製造施設	結晶化 ↑
	IHI環境エンジニアリング	もみ殻ボイラー	結晶化 ↓、熱出力 ↑、コスト ↑
	秋田農販		結晶化 ↑
デンマーク	REIKA	木質チップボイラー	結晶化 ↑
	Twin Heat	木質チップ・ペレットボイラー	結晶化 ↑
	<b>Linka</b>	<b>木質チップ/麦わらボイラー</b>	<b>結晶化 ↓ + 麦わらの燃焼制御</b>

出典：大潟村脱炭素推進フォーラム「自然エネルギー100%の村づくりへの挑戦！」秋田県立大学 頼泰樹教授のプレゼンテーションに加筆

## シリカを除けばもみ殻の方が燃焼上問題が少ない

もみ殻は灰分とシリカが多いが  
それ以外は麦わらの方が厄介

もみ殻灰はシリカが多く、それ以外の  
クリンカ発生物質は麦わら灰の方が多い

成分	麦わら	もみ殻
<b>バイオマス</b>		
灰分 (湿重量%)	6.44	<b>18.03</b>
Cl (mg/kg)	3,965.1	960.1
Ca (mg/kg)	4,170.0	1,256.0
K (mg/kg)	8,670.5	2,794.0
Si (mg/kg)	28,507.7	<b>81,180.0</b>
IDT (初期変形温度, °C)	896	1,365
SOT (軟化温度, °C)	968	1,370
FT(流体温度, °C)	1,255	1,650

成分	麦わら	もみ殻
<b>燃焼灰 (湿重量%)</b>		
Cl	1.90	0.73
SiO <sub>2</sub>	53.07	<b>89.39</b>
K <sub>2</sub> O	18.79	5.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.62	0.40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.92	0.22
CaO	7.60	1.30
MgO	2.09	0.57
Na <sub>2</sub> O	1.30	0.35
TiO <sub>2</sub>	0.07	0.02

出典：Phyllis2 <https://phyllis.nl/>

## 【課題】 安全で高性能ボイラーおよびもみ殻燃焼灰の利活用方法の開発

---

### 1. 課題と可能性

- 日本でも研究開発がされているが、バイオマスボイラーがそれほど普及していないため、価格や性能・効率性に課題がある
- デンマークは同方面で長年の経験と広い普及ベースがあるので信頼の置けるボイラーが存在する
- デンマークではシリカや灰分含有量が多い麦わらボイラーが普及しているので応用が容易

### 2. 研究開発

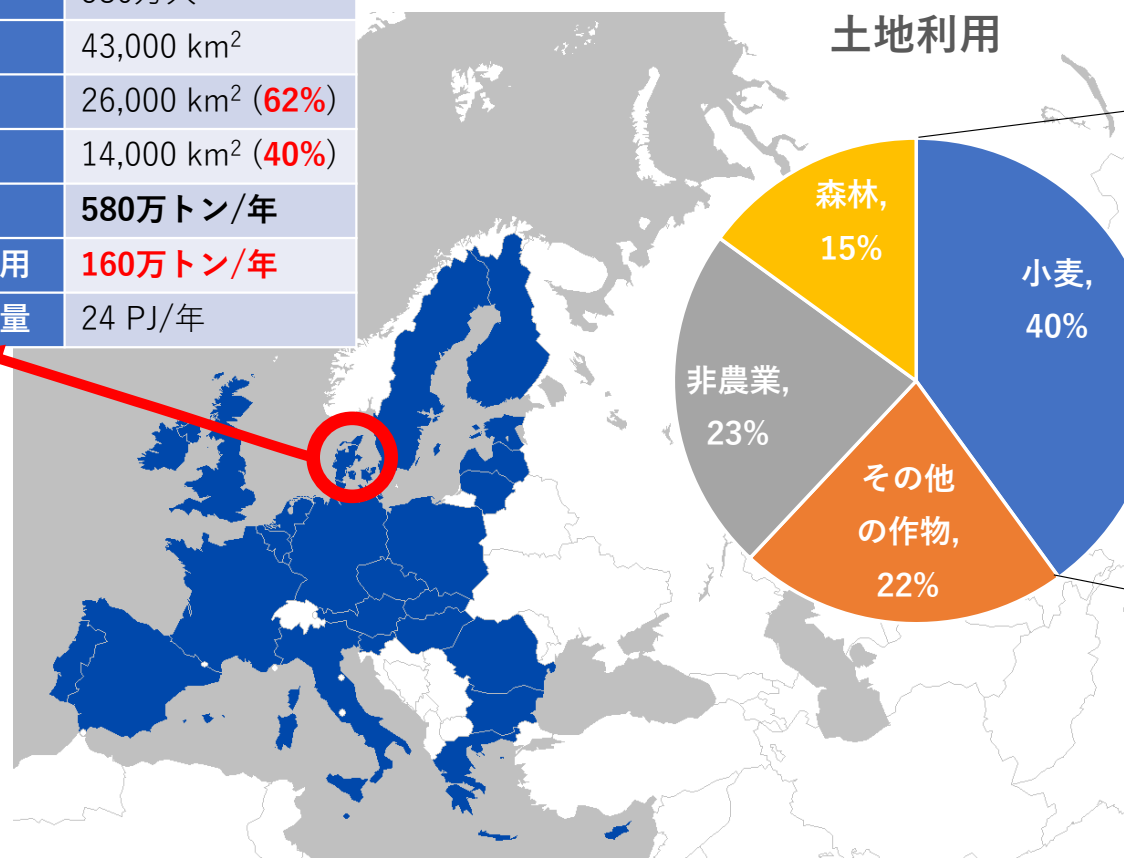
2017年から①結晶性シリカ灰をコントロールするもみ殻燃焼ボイラーシステムと、②燃焼灰の利活用方法を共同開発

【日本側】 環境エネルギー政策研究所 (ISEP)、大潟村、秋田県立大学

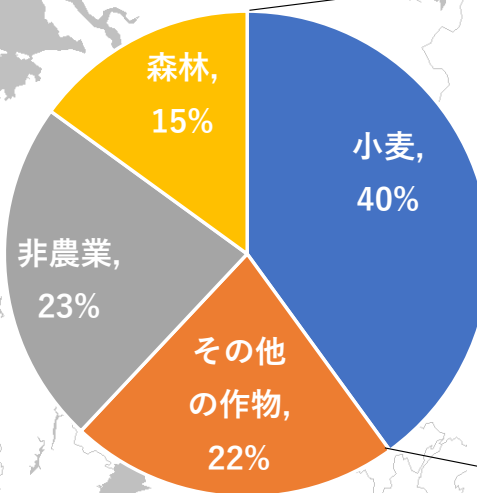
【デンマーク側】 Linka社、PlanEnergi社（Plan Community Energy合同会社）

## デンマークでの麦わらエネルギー利用

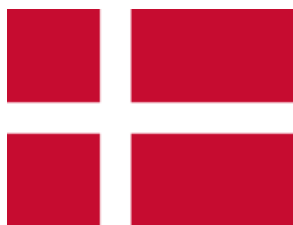
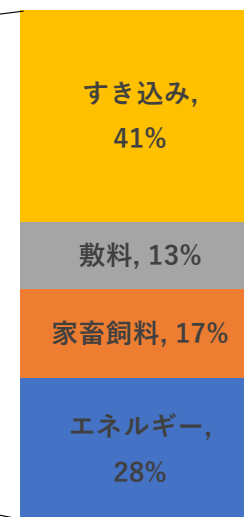
人口	580万人
国土面積	43,000 km <sup>2</sup>
農地面積	26,000 km <sup>2</sup> (62%)
小麦生産面積	14,000 km <sup>2</sup> (40%)
麦わら生産量	580万トン/年
麦わらのエネルギー利用	160万トン/年
麦わら由来エネルギー量	24 PJ/年



土地利用



麦わらの活用方法



出典：Experience with straw firing in Danish combined heat and power plants, Orsted, 2018



## デンマークでの麦わらボイラー開発の歴史

年・年代	出来事
1970年代	農家等で小型ボイラー導入開始
1973年	第一次石油危機で加速
1980年代	地域熱供給用大型プラント 全国61カ所→ <b>55カ所</b>
1989年	<b>世界初の麦わらCHP</b> @Hasleve, Denmark
1993年	<b>Biomass Action Plan</b> 集中プラントに140万トン/年のバイオマス義務（最低 <b>100万トンが麦わら</b> ） →研究開発の加速
2017年	<b>110MW麦わらボイラープラント</b> @Lisbjerg, Aarhus →石炭火力の廃止

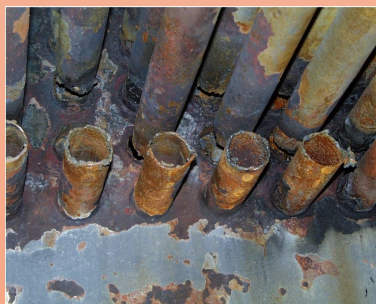
出典：T. Skøtt, J. Hinge, L.K. Johnson, Straw to Energy: Technologies, policy and innovation in Denmark, in: F.B.C. Denmark (Ed.), Food & Bio Cluster Denmark, 2020, pp. 56.

# デンマークでの麦わらボイラーの課題解決

## 問題



高温燃焼時の灰分, KClによるクリンカの集積

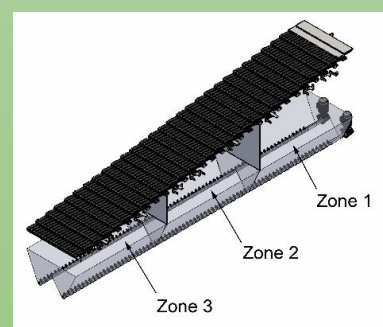


Clによる空気予熱器や煙道ガス冷却管の腐蝕



## 解決

- 燃焼（温度）のコントロール
  - 排ガス循環による空冷
  - 冷却水による水冷
  - ラムダセンサーによる燃焼空気調節
  - 1次、2次燃焼空気による完全燃焼
- 機械的な防止策
  - 階段式火格子による燃料移動
  - すす落としブラスター機構(Chokblaster)によるすす・クリンカ除去
  - クロム12~18%の合金 (Cr, Ni, Fe)



階段式火格子

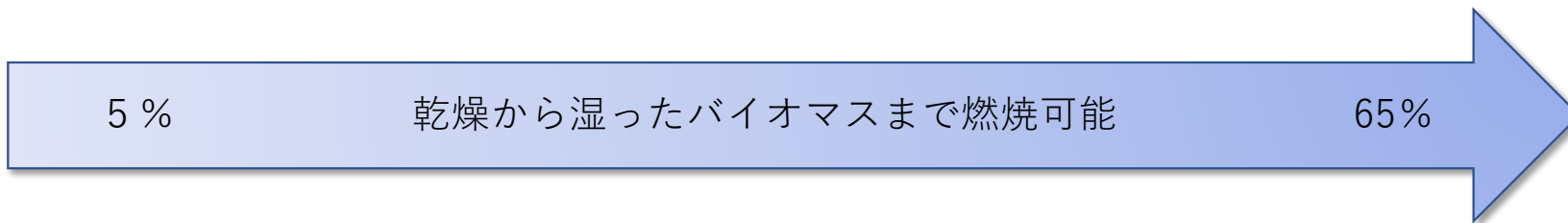


Chokblaster

## 多様なバイオマスの燃焼利用

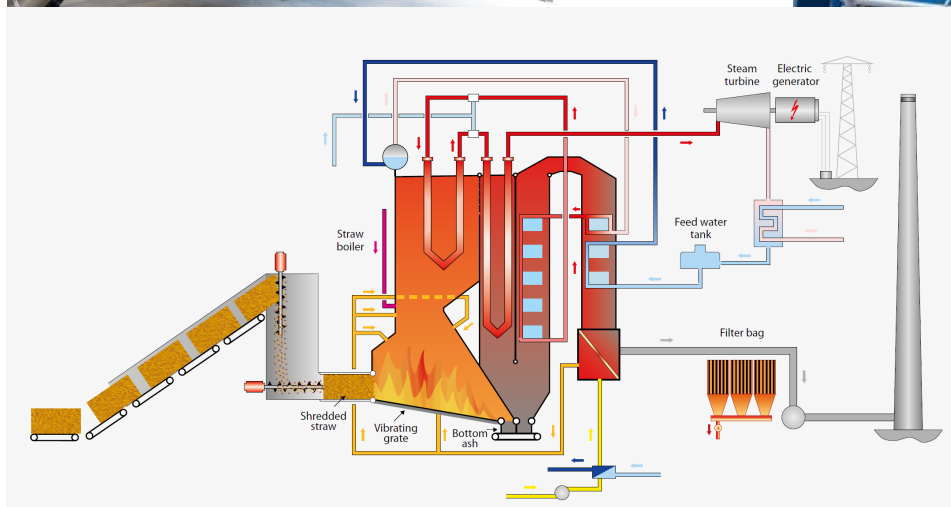
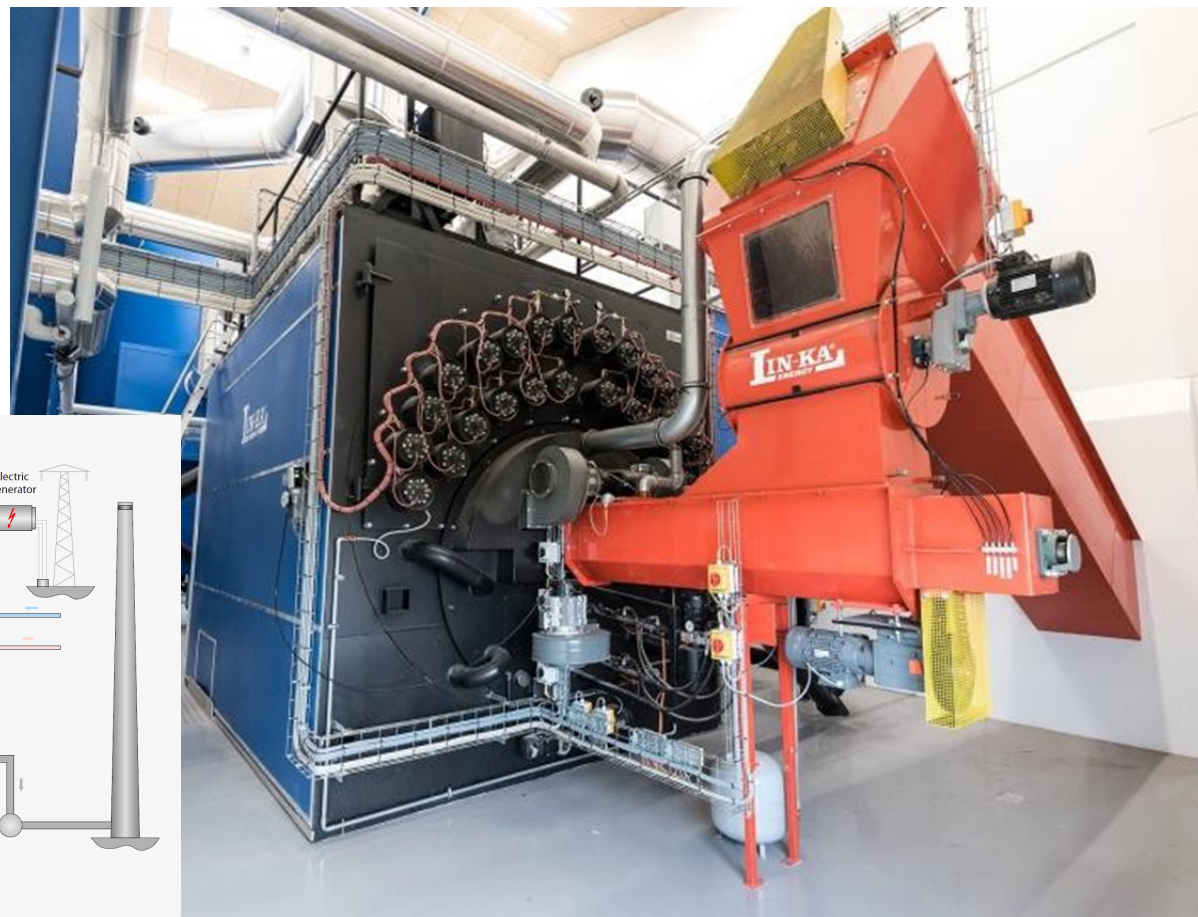


ペレット    ブリケット    おが屑    肉骨粉 (MBM)    廃材    **麦ワラ**    ごみ固形燃料 (RDF)    廃棄物固形燃料 (SRF)    木質チップ    泥炭ゴケ    枝葉 (GROT)    樹皮



Source: デンマークLINKA社

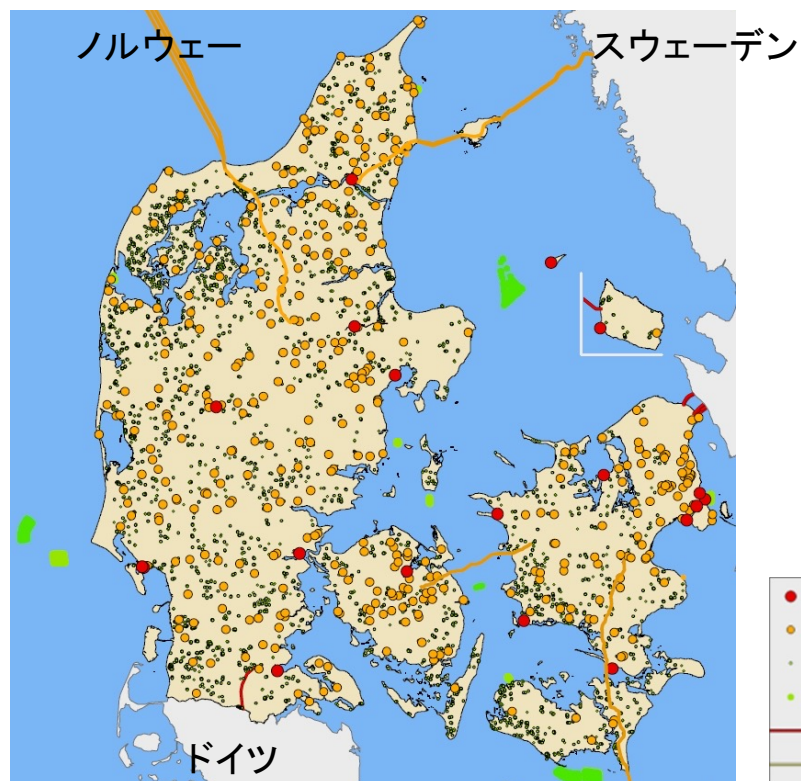
## デンマークLinka社の麦わらボイラーと一般的模式図



出典：T. Skøtt, J. Hinge, L.K. Johnson, Straw to Energy: Technologies, policy and innovation in Denmark, in: F.B.C. Denmark (Ed.), Food & Bio Cluster Denmark, 2020, pp. 56.

## 地域熱供給先進国のデンマーク ～集中型から分散型エネルギーへ～

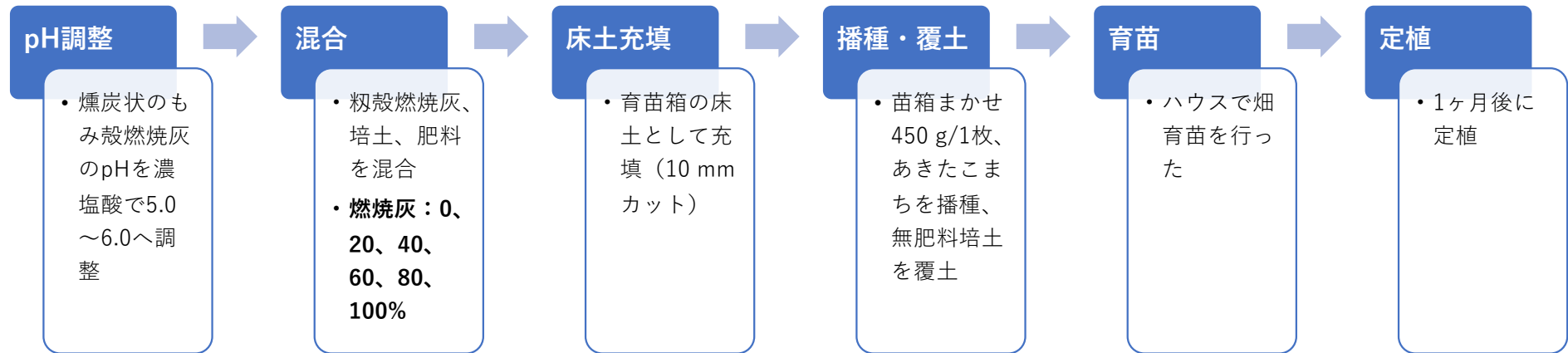
2013



地図：デンマークエネルギー庁（Danish Energy Agency）

- 全土**170万戸**（**65%**）の住宅に暖房・給湯を供給
- すべての大都市で、集中型**CHP**プラントとゴミ焼却場から地域熱供給を実施
- 天然ガス**CHP**、木質チップ、**麦わら**、**太陽熱**、**ヒートポンプ**を利用した小規模分散型地域熱供給プラント
- 全土に約**400**の地域熱供給ネットワーク

## イネ育苗時のもみ殻焼灰の施用



イネの播種・覆土



育苗箱への床土充填

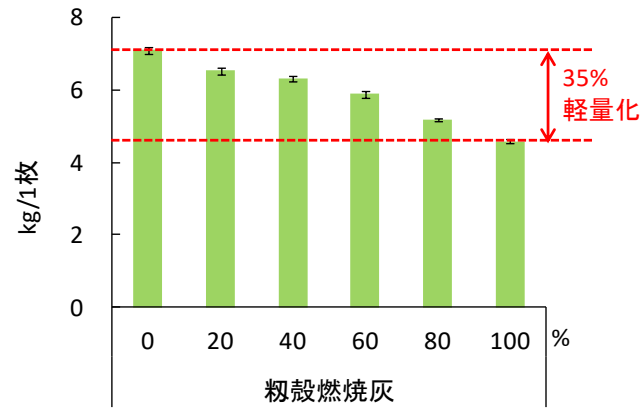


育苗

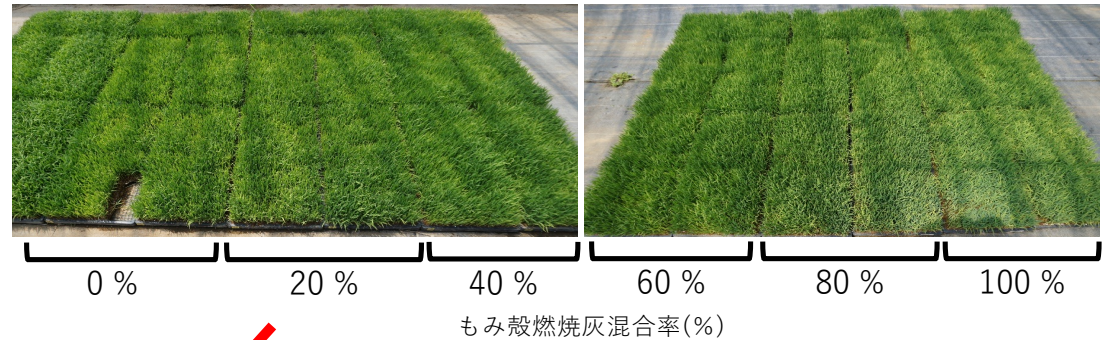
出典：大潟村脱炭素推進フォーラム「自然エネルギー100%の村づくりへの挑戦！」秋田県立大学 頼泰樹教授のプレゼンテーションを改変

# もみ殻燃焼灰を混ぜた育苗培土

灌水覆土後の育苗箱の重量 (kg)



定植直前の苗の様子

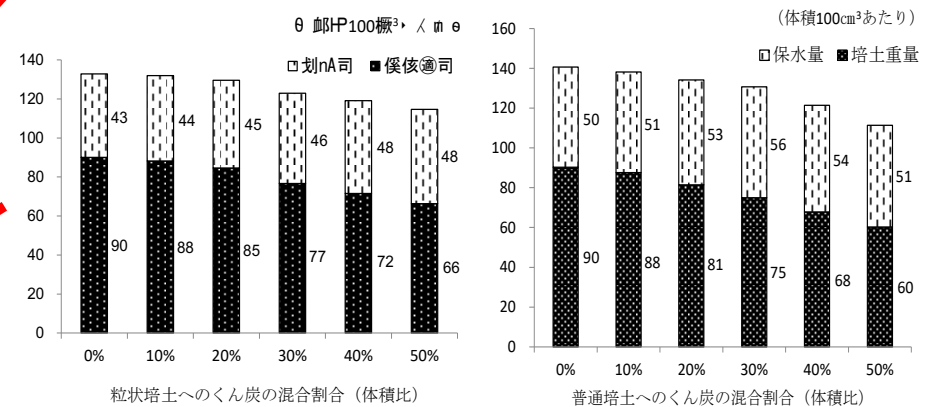


軽量化で作業が楽になる

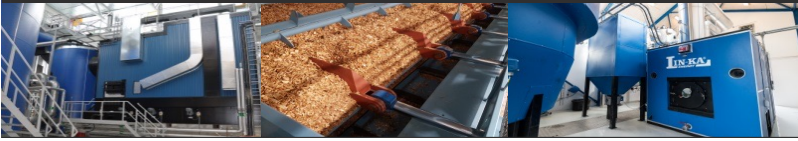
問題なく育つ

保水力も低下しない

もみ殻燃焼灰の混合率と保水力



出典：大潟村脱炭素推進フォーラム「自然エネルギー100%の村づくりへの挑戦！」秋田県立大学 頼泰樹教授のプレゼンテーションを改変

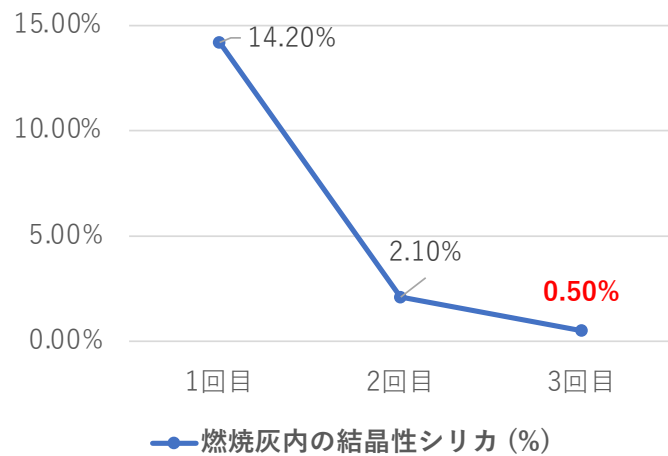


# Linka社 改良型もみ殻ボイラー

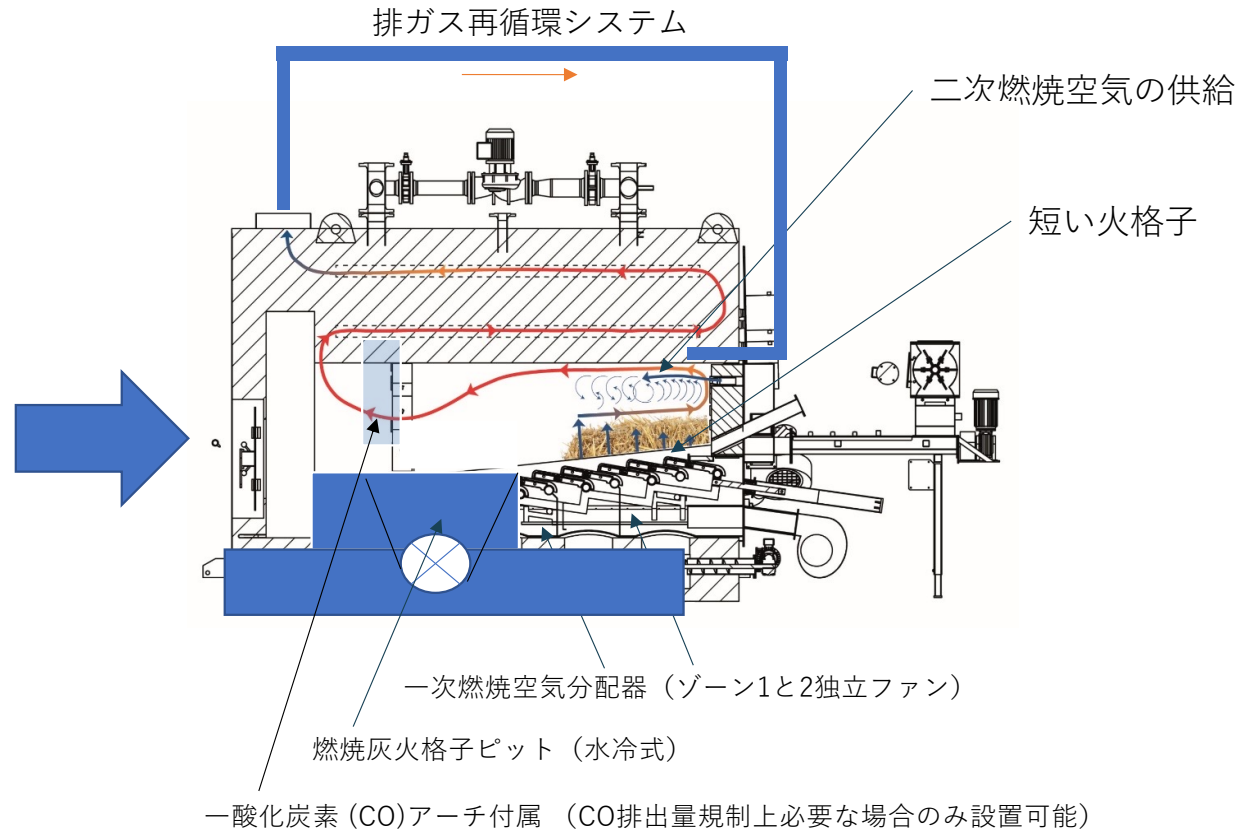
## 結晶性シリカを出さないボイラーの設計

- もみ殻を高温で燃焼させると短時間で結晶性シリカが生成
- 熱出力、燃焼温度、時間のバランスが重要

もみ殻燃焼試験の結果



注) 実験室内試験、予備試験を含めて、2017年10月から2021年1月までに、計8回のもみ殻燃焼試験を実施した。試験はLinka社（デンマーク）、X線結晶解析は秋田県立大学で実施した。そのうち有効なもののみ掲載。



©Linka Energy 2022. All right is reserved.



## 労働環境衛生上などの結晶性シリカ対策

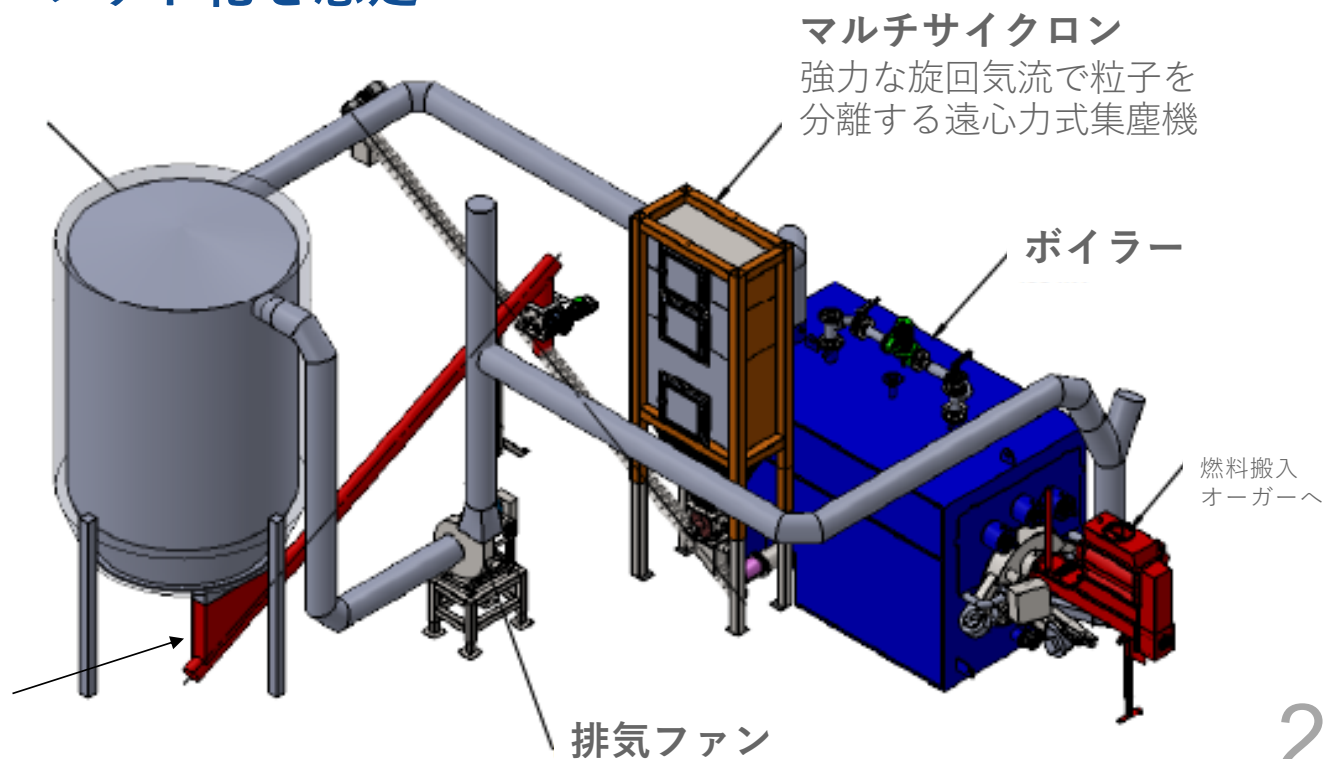
完全密閉システム、煤塵除去

1. 密閉サイクルによる飛散防止（燃烧灰、飛灰）
2. バグフィルター、マルチサイクロンなどによる粉塵除去（飛灰）
3. 製品販売時は培土やペレット化を想定

バグフィルター  
排ガス中のダストを集塵  
するろ過式集塵機



オーガー式密閉灰自動搬送機構  
スクリーンで燃烧灰を自動で押し出す

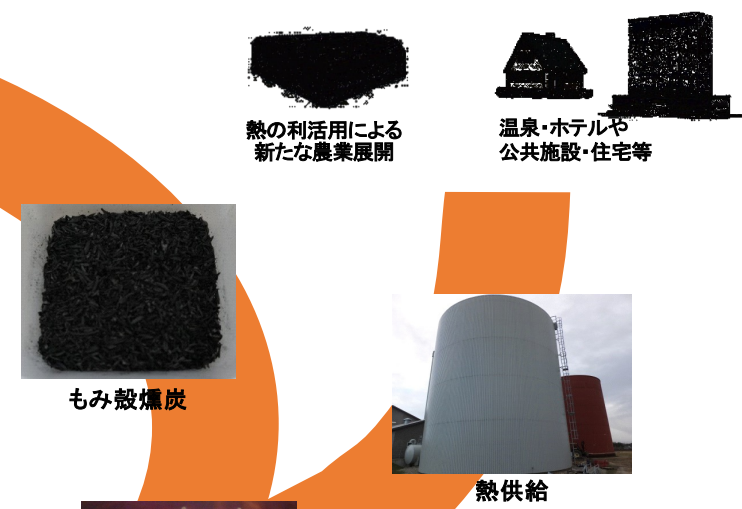


# 持続可能な大潟村 ～地域循環型農業と地産エネルギー～

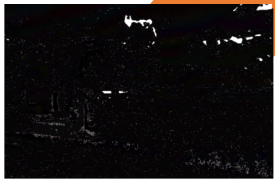
## 地域循環型農業



## 地産エネルギーによる化石燃料の代替



農村地域の持続可能な発展のために  
もみ殻による熱供給事業の実現



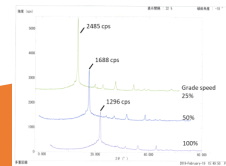
未利用バイオマス



余剰籾殻を  
バイオマス燃料に



安全なもみ殻燃焼の達成



もみ殻燻炭



熱供給

# 4 温熱戦略と 第4世代地域熱供給

## デンマークで地域熱供給を実行するための条件/前提

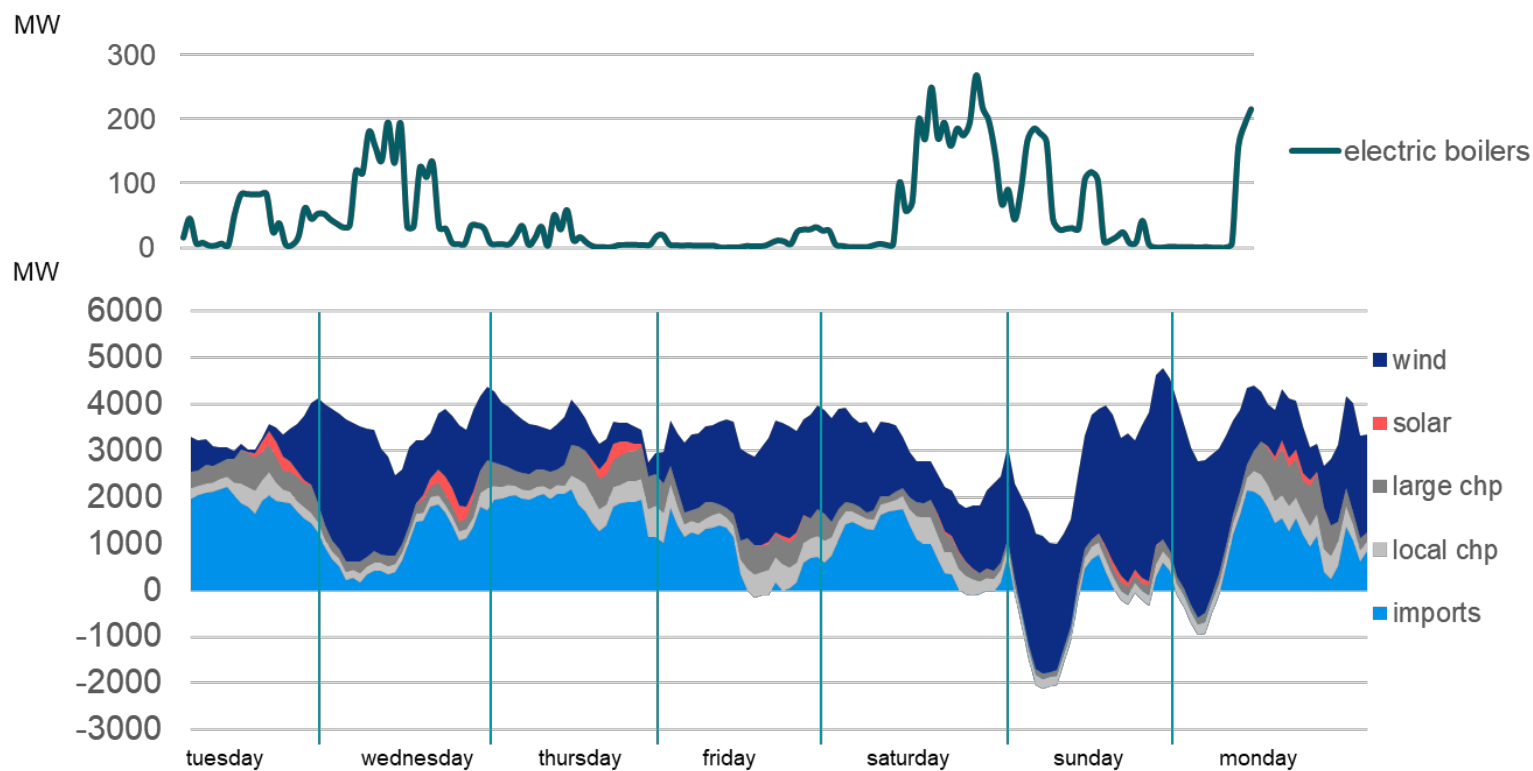
---

- 1976年: エネルギー法で発電はコージェネレーションに限定
- 1979年: 自治体による地域熱供給計画義務化
  - ✓ 接続義務、全土のゾーニング)
  - ✓ 地域熱供給の海外での展開
  - ✓ 安定した熱プラント地域熱供給の長期的的な信頼を育成
  - ✓ 地域当事者と自治体に高い自治性と柔軟性を与える政策
- 1990年: 社会経済的コスト(環境税)の導入
- 建築基準の確立
- 計算に基づく基準を載せた技術カタログ
- 共同組合の長い歴史と伝統
- a) 需要家の利益 b) 企業間の評価 c) 国家管理のほどよいバランス
- 豊富な専門的コンサルタント
- 手法開発の専門知識

# 地域熱供給の有無によるエネルギー効率



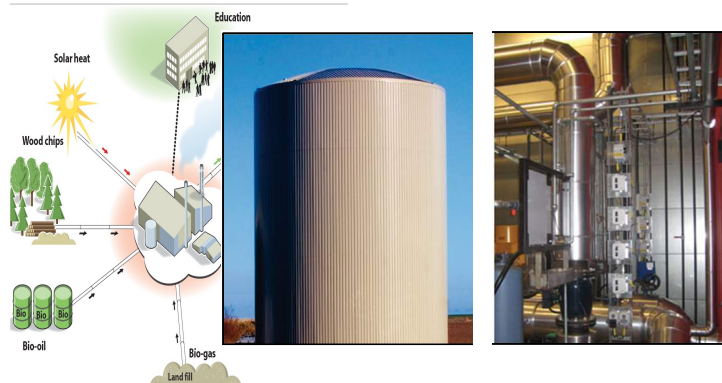
## デンマークの地域熱供給と風力の統合(2020年11月17~23日)



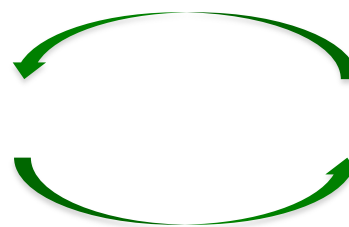
(出典) “Development and Role of Flexibility in the Danish Power System” Danish Energy Agency (2022)  
[https://www.renewable-ei.org/pdfdownload/activities/KristofferBöttzauw\\_220906\\_REI-DK\\_Seminar.pdf](https://www.renewable-ei.org/pdfdownload/activities/KristofferBöttzauw_220906_REI-DK_Seminar.pdf)

# デンマークの地域熱供給と風力の統合(2020年11月17~23日)

## 地域熱供給+コジェネ+ヒートポンプ+貯湯タンク



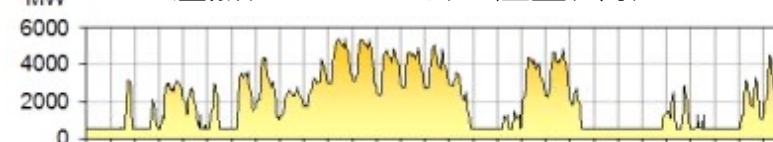
## 風力発電



風力発電と温熱転換(2月)



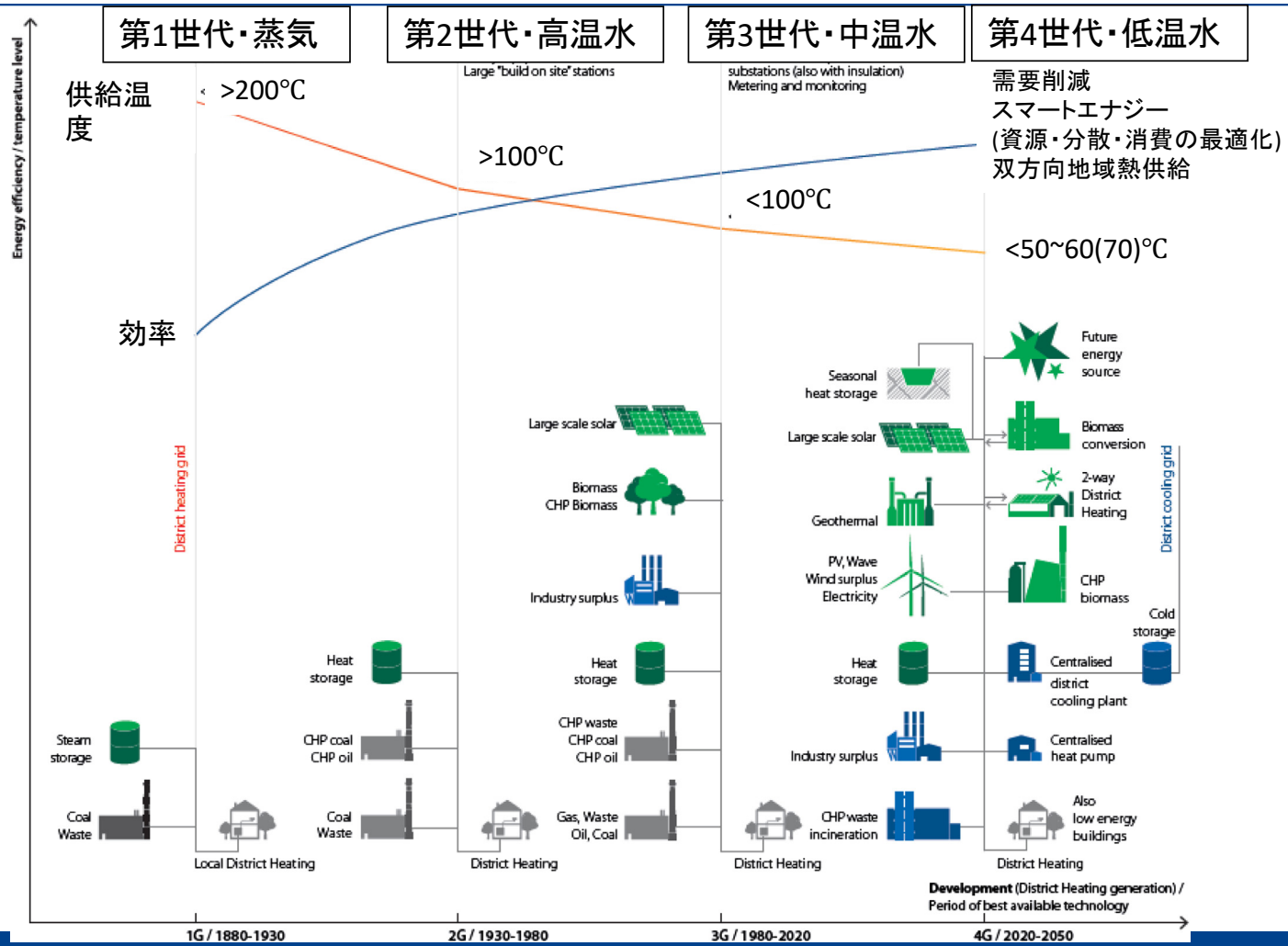
温熱(主にコジェネ)生産量(2月)



1. 風力の変動を補完するコジェネ
2. 温熱の変動は貯湯
3. 余剰風力を温熱化して貯湯
4. 余剰風力で風力ガス(メタン化)  
→北海の化石ガスからバイオガス・風力ガスへ

(出典)デンマークエネルギー庁資料をもとに飯田加筆

# 「第4世代地域熱供給」とは



Henrik Lund et.al.(2014)



## 「第4世代地域熱供給」の特徴

---

### 1. 熱供給の低温下による高効率化

- ✓ 往復温水間の大きな温度差
- ✓ 潜熱回収による更なる高効率化

### 2. 熱源の多様化(自然エネルギー・廃熱等)

- ✓ 低温下による未利用資源(廃熱)の利用拡大
- ✓ 太陽熱の活用

### 3. 熱・電双方向の「スマート化」

- ✓ 電力市場を介した熱電市場の連動
- ✓ 温水タンクによる「蓄電」
- ✓ ヒートポンプによる電熱転換

## 「第4世代地域熱供給」の特徴

---

### 各国の地域熱供給での 代表的な供給温度と戻り温度

国名	供給温度(°C)	戻り温度(°C)	給湯(°C)
デンマーク	70	40	<60
フィンランド	70	40	55
韓国	70	50	55
ルーマニア	95	75	
ロシア	95	75	50
英国	82	70	65
ポーランド	85	71	55
ドイツ	80	60	55

(参考) 日本	蒸気、180°C、一部で80度	▲5°C	60°C
---------	-----------------	------	------

## 潜熱回収ボイラーとは

- ボイラーの燃焼ガスに含まれる水蒸気の「潜熱」を回収するシステム
- 含水率の高い木質バイオマスほど特に有効で、熱効率が100%を超える例が多い
- 北欧では木質バイオマスに30年前から活用されており、事例が多い。
- 日本では、ガスや石油、廃棄物では利用されているが、木質バイオマスでは事例無し

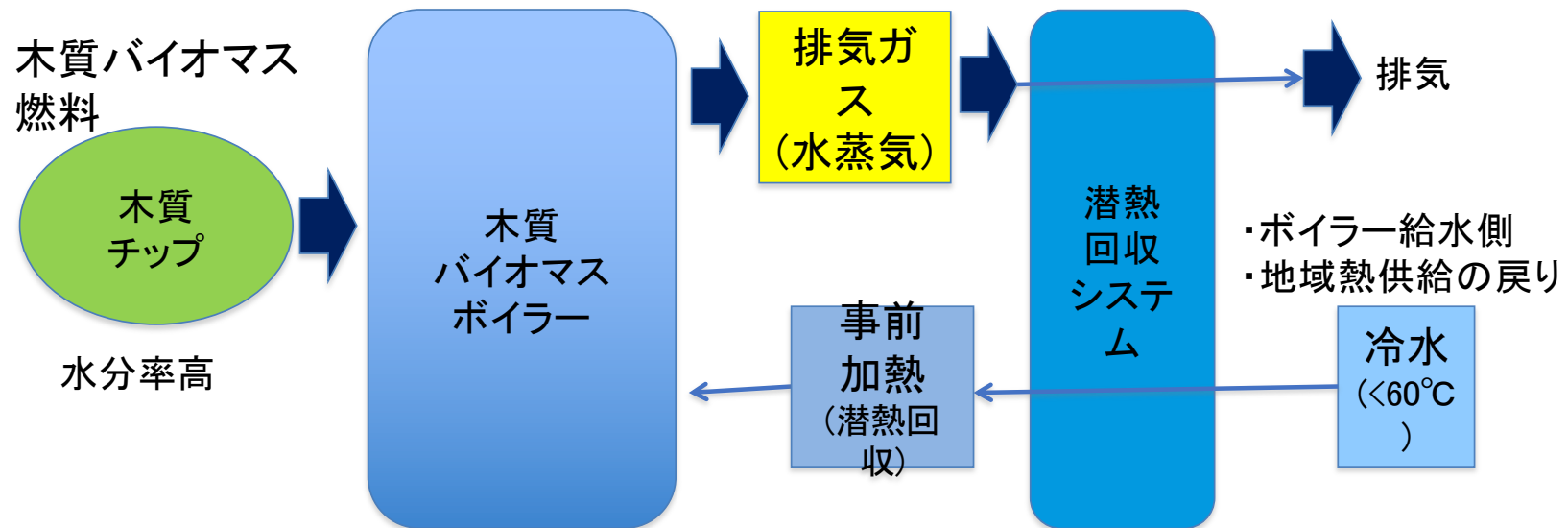
### EFFICIENCY OF A BIOMASS BOILER-HOUSE USED WITH A FLUE GAS CONDENSER



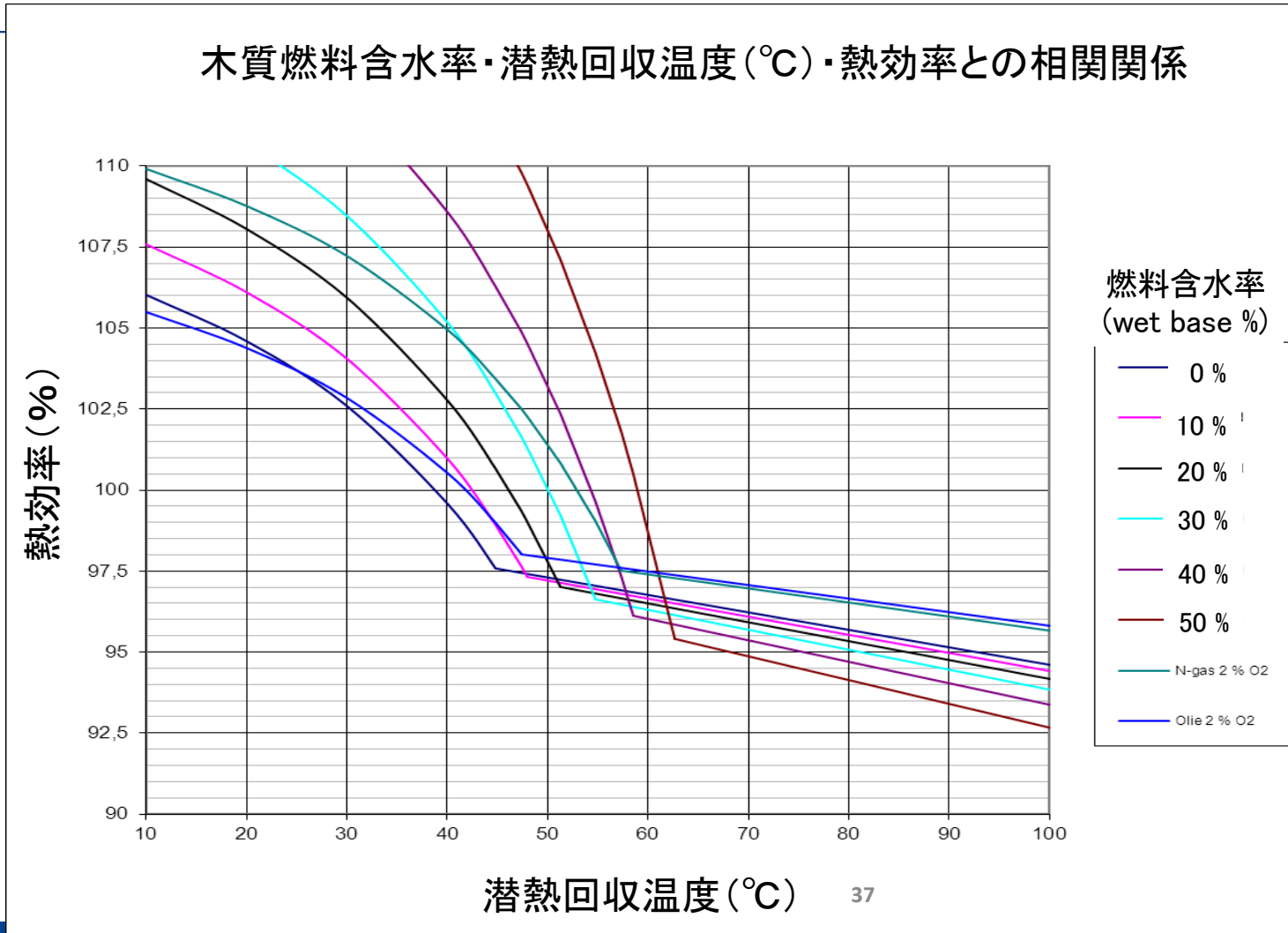
■ 潜熱回収により得られる熱

## 木質バイオマス・エネルギー潜熱回収とは

- バイオマスの含水率が高いほど高効率 最大70%(湿量基準)も可能
- 地域熱供給の戻り水の温度が低いほど高効率 少なくとも60度以下
- 設備の費用対効果から1MW以上の規模が望ましい



# 木質燃料含水率・潜熱回収温度（℃）・熱効率との相関関係



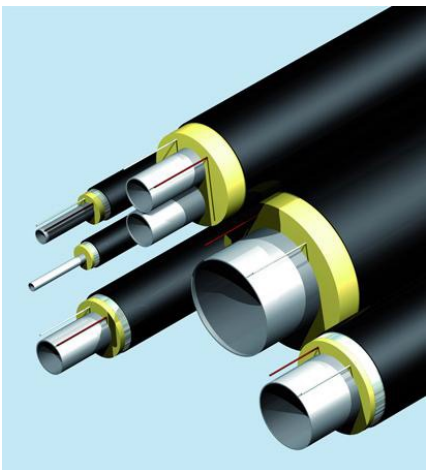
## 北欧におけるバイオマス潜熱回収ボイラー事例

- 北欧で木質バイオマス利用における潜熱回収ボイラーの普及を促したのは、スウェーデンにおける1990年代初めの炭素税導入がきっかけとなったとされる  
\* Johansson B. Carbon Tax in Sweden. In Innovation and the Environment, (2000) OECD Proceedings. Paris.
- その後、スウェーデン、デンマーク、フィンランドなど北欧での普及が進み、今日では北欧の木質バイオマスボイラーには幅広く標準的に装備されている。

導入年	国・地域	規模	備考
1995	スウェーデン ヴェクショー	66MW(熱)・ 25MW(電)	地域熱供給
1990 ~	デンマーク各地	1 ~ 100 MW(熱、 CHP)	地域熱供給
1990 ~	フィンランド各地	1 ~ 100 MW(熱、 CHP)	地域熱供給
2006 ~	リトアニア	4 ~ 20 MW(熱)	地域熱供給、温水

# 断熱温熱パイプ

デンマーク

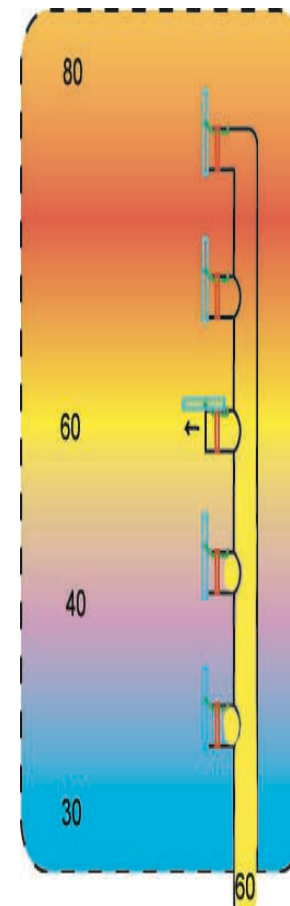


LOGSTOR

日本 (札幌)



# 貯湯槽

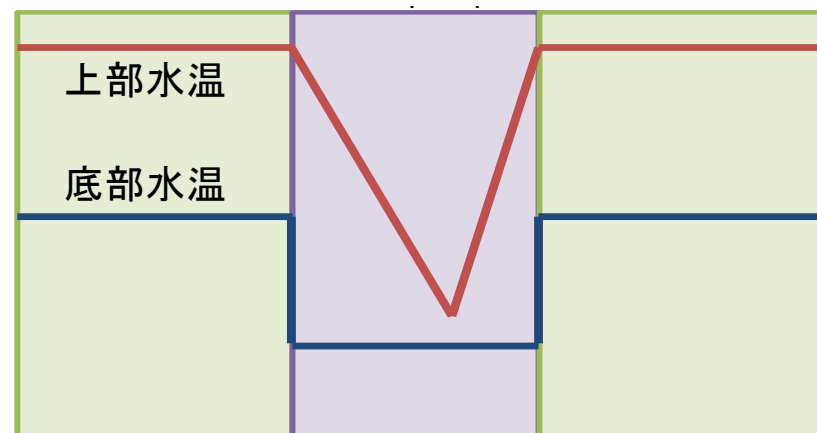




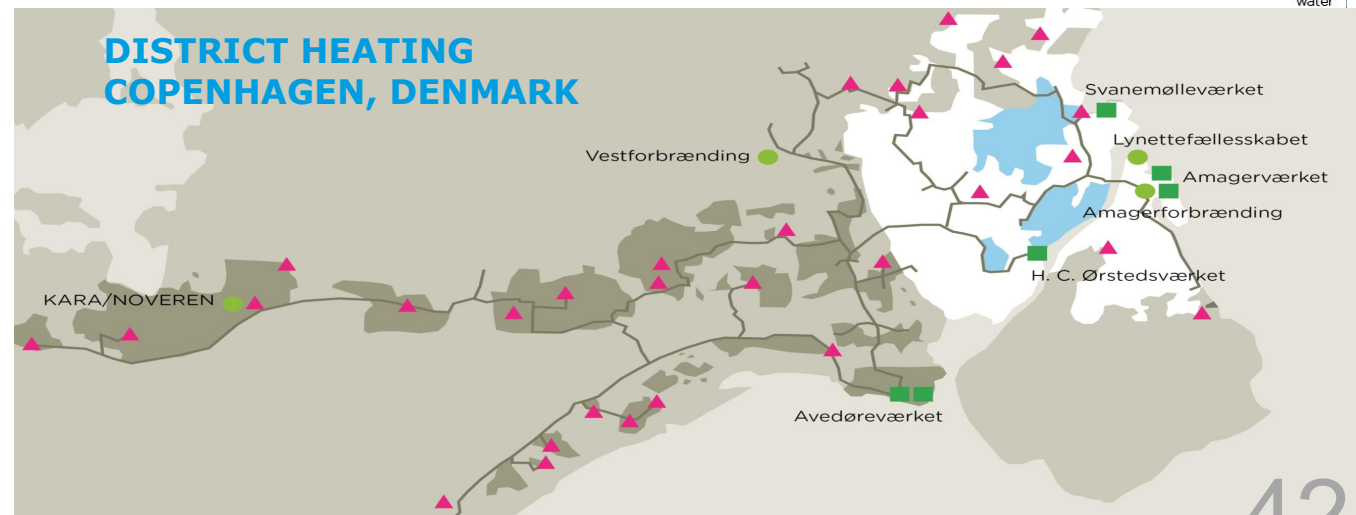
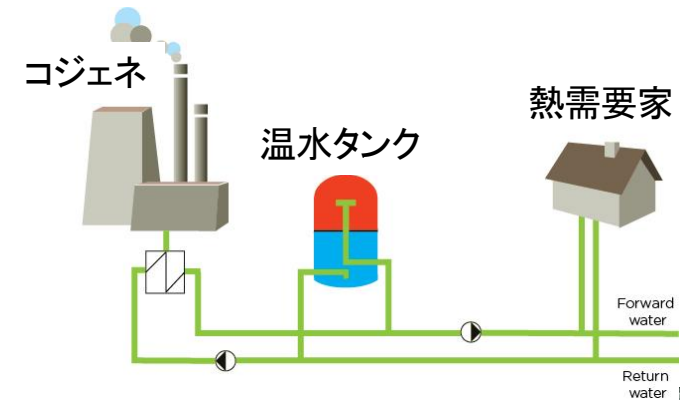
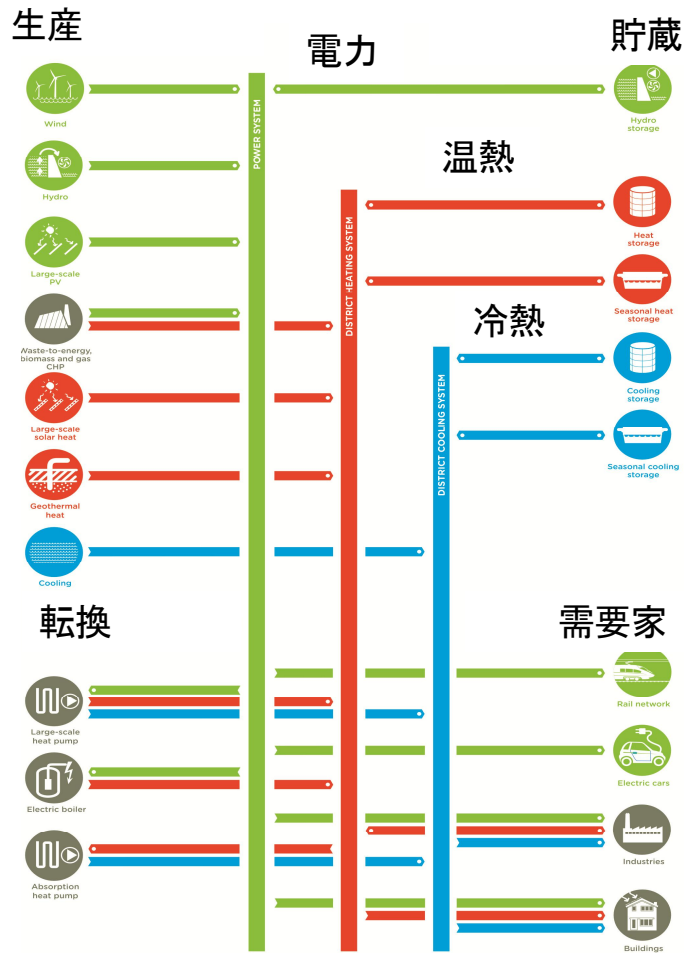
# 太陽熱の大規模利用と季節間温熱貯蔵へ



直接利用    ヒートポンプ利用    直接利用



# 大都市コペンハーゲンをほぼ全てカバーする地域熱供給（温熱・冷熱）



# 数十戸の小さな村まで (Fønsの例)



## 「EU温熱戦略」と「EU温熱ロードマップ」

---

■ **EU温熱戦略** (2016年2月16日決定 COM(2016) 51 final)  
EUの2050年に80%削減の目標に沿った温(冷)熱分野での低炭素化の戦略

■ **背景のEU温熱ロードマップ第4次報告**(2012年からの研究成果)

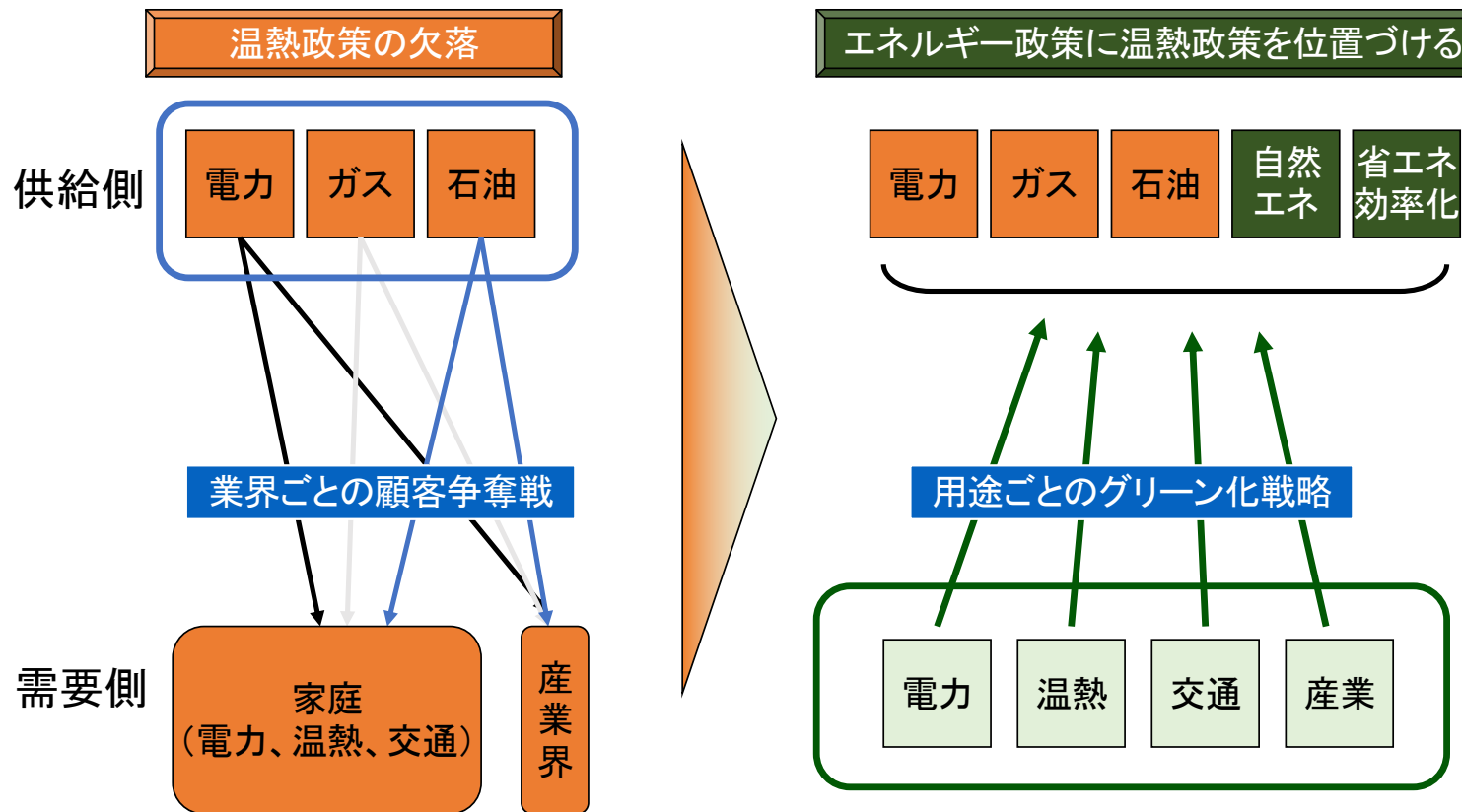
1. 省温熱 ※コスト効率的に30~50%の削減が可能
2. 地域熱供給 ※廃棄熱利用でシステム効率化、2050年に10~50%増
3. 分散小型のヒートポンプ ※安い再エネ(風力・太陽光)を熱転換できる
4. 集中大型のヒートポンプ ※再エネを第4世代地域熱供給に統合できる
5. 温熱貯蔵のエネルギーシステム ※蓄電池よりも100分の1のコスト



# 5 日本の温熱戦略と課題

## 温熱政策が構造的に不在の日本

従前の日本のエネルギー政策は「エネルギー供給事業者施策」であったために、構造的に温熱政策が欠落してきたのではないか。



# 「暖房ガラクタ」が溢れる日本

日本



北欧



## 「供給・技術プッシュ」と「社会・市場プル」

### 供給・技術プッシュ

- ・供給側
- ・技術志向
- ・産業視点

### 需要・市場プル

- ・需要側
- ・市場&地域志向
- ・生活者視点

技術アセスメント	市場アセスメント
機器供給に焦点	応用、付加価値、ユーザーに焦点
経済的な競争力	政策、ファイナンス、制度・組織、社会的に見た必要性和解決策
技術的な実証	ビジネス／ファイナンスモデル、制度・組織的なモデル、社会的モデル
初期の補助金	健全な市場形成のためのリスクとコストを分担
計画	経験、結果、教訓
コスト低減	市場における競争力



## オンサイトPPAとオフサイトPPAについて

### ■ 基本的な考え方

- 村内の公共施設等に、逆潮流しない範囲内でオンサイトPPA(太陽光+蓄電池)を行う。
- その不足分について、オフサイトPPAにより、最大限の利用を図る

### ■ オフサイトPPAのフィジカルPPAとヴァーチャルPPA

- オフサイトPPAには、フィジカルPPAとヴァーチャルPPAがある。
- 脱炭素先行地域の要綱ではオフサイトPPAは「フィジカルPPA」想定に読める

### ■ 脱炭素先行地域におけるフィジカルPPA

- 卸電力取引所の高騰により、小売電気事業者の設立は、現時点では不可能
- 外部の小売電気事業者に協力を得る場合、2つのハードルがある
  - 村内の公共施設等による20年契約のハードルが高い(長期債務負担行為の議会承認)
  - 東北電力からの離脱に関する政治的な合意(卸電力取引所の高騰問題も絡んで)
- 妥協案として、東北電力との契約を残す「部分供給」の可能性
  - 発送電分離後、旧一電の部分供給は義務ではなく、現時点では東京電力さえ受けていない
  - 仮に受けたとしても、20年契約問題に加え、100%再エネは不可であること
- 現時点では出口無しの結論

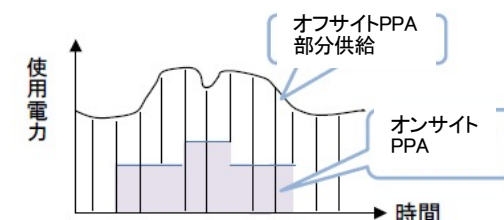
### ■ 脱炭素先行地域におけるヴァーチャルPPA～環境省が特例でヴァーチャルPPAを認めることが前提

- 需要家は市場変動リスクを取ることは不可能
  - 太陽光+蓄電池+EMSで市場変動リスクを押さえ込む
- 環境価値のみの移転での協力小売電気事業者はある(候補:デジタルグリッド)

### ■ 細かい可能性

- 東北電力が「みなしオフサイトPPA」で協力してくれるかどうか検討中

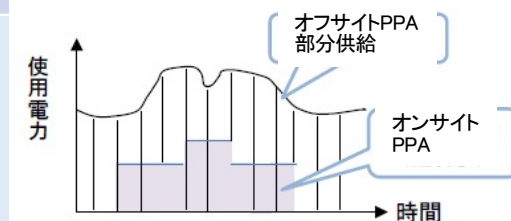
【オン・オフサイトPPAと部分供給】



# 再エネ電力ビジネスモデルについて

	オンサイトPPA		オフサイトPPA		電力契約		備考
		逆潮流	フィジカル	バーチャル	基本契約	新電力	
村営住宅	太陽光 + 蓄電池	なし	N/A	(可能性)	東北電力	(非化石証書)	アグリゲーション必要性
		有り					
業務ビル	太陽光 + 蓄電池	なし	○	N/A	×(切替)	電力 + 証書	東北電から離脱できるか？
			部分供給		電力 + 証書	部分供給は非義務。前例なし	
		有り	N/A	○	東北電力	(非化石証書)	需要家への市場変動リスク回避
			<b>現時点では想定せず</b>				
発電事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光 + 蓄電池による系統利用の売電事業(オフサイトPPA)</li> <li>DC4MW(AC2MW) × 2箇所想定</li> <li>売電先：JPEX(市場)または◎電源BGを持つ新電力</li> <li>ビジネスモデル             <ol style="list-style-type: none"> <li>①昼間の太陽光発電分を蓄電し、夕方以降の市場高騰期に販売</li> <li>②蓄電余裕があれば、昼間の電力市場安値時の電力を蓄電し、夕方以降の市場高騰期に販売</li> <li>③容量市場などへの応札可能性の検討</li> </ol> </li> </ul>						

【オン・オフサイトPPAと部分供給】





# オフサイトPPAの2パターン

	フィジカルPPA	バーチャルPPA (vPPA)
特徴		
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>電気と環境価値をセットで調達する。</li> <li>電力購入も長期固定価格（20年等）が前提となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境価値のみ長期契約し、電力調達は従来どおり。</li> <li>発電事業者と取り決めたPPA価格と卸市場価格との差額を差額決済取引により事後精算することで擬似的にPPAを行う方法。</li> </ul>
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>市場価格変動リスクを受けない再エネ電力調達ができる。</li> <li>電力の長期契約が必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力契約と切り離せるので自由度が高い（電力契約は従来の契約を継続できる）</li> <li>全社まとめて環境価値を調達できる。</li> <li>電力調達は価格固定が出来ない。</li> </ul>

脱炭素先行地域では認められない

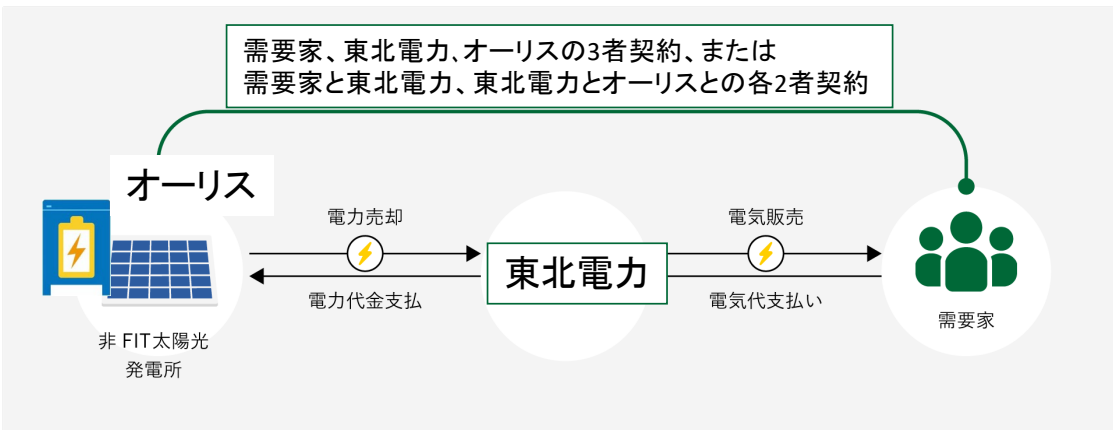
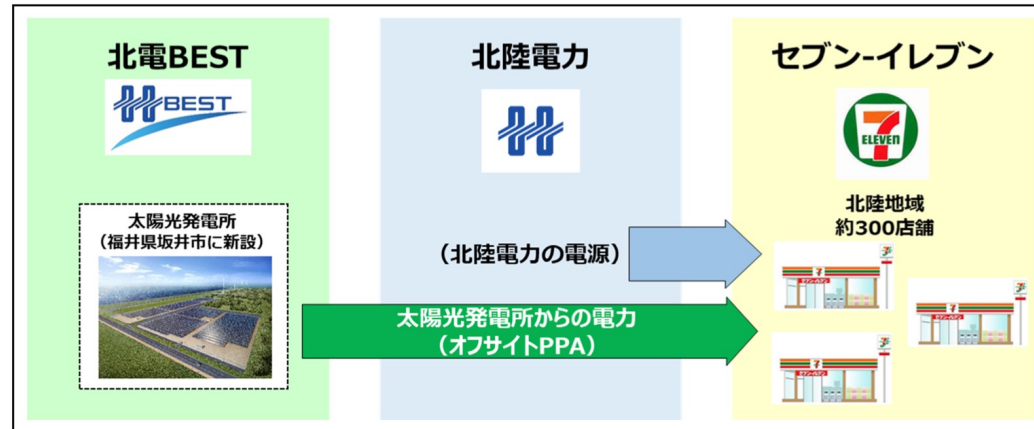
出典: 自然エネルギー財団「コーポレートPPA 実践ガイドブック」

# 旧一電とオフサイトPPAでの協力可能性

- オフサイトPPA(フィジカル)での形態
  - ・ 発電側:オーリスから東北電力に売電
  - ・ 小売側:東北電力から需要家に供給
  - ・ 環境価値:東北電力を介して提供可能かどうか
  - ・ 需要家:電気料金メリットの可能性

## 他一般電気事業者のオフサイトPPAの事例

### 北陸電力×セブンイレブン



### 中国電力×村田製作所

