

ヨーロッパにおけるバイオマス及び 廃棄物熱の産業利用の現状 —バイオマス産業用熱利用欧州視察報告—



バイオマス産業社会ネットワーク

第210回研究会

2022年12月26日

NPO法人バイオマス産業社会ネットワーク

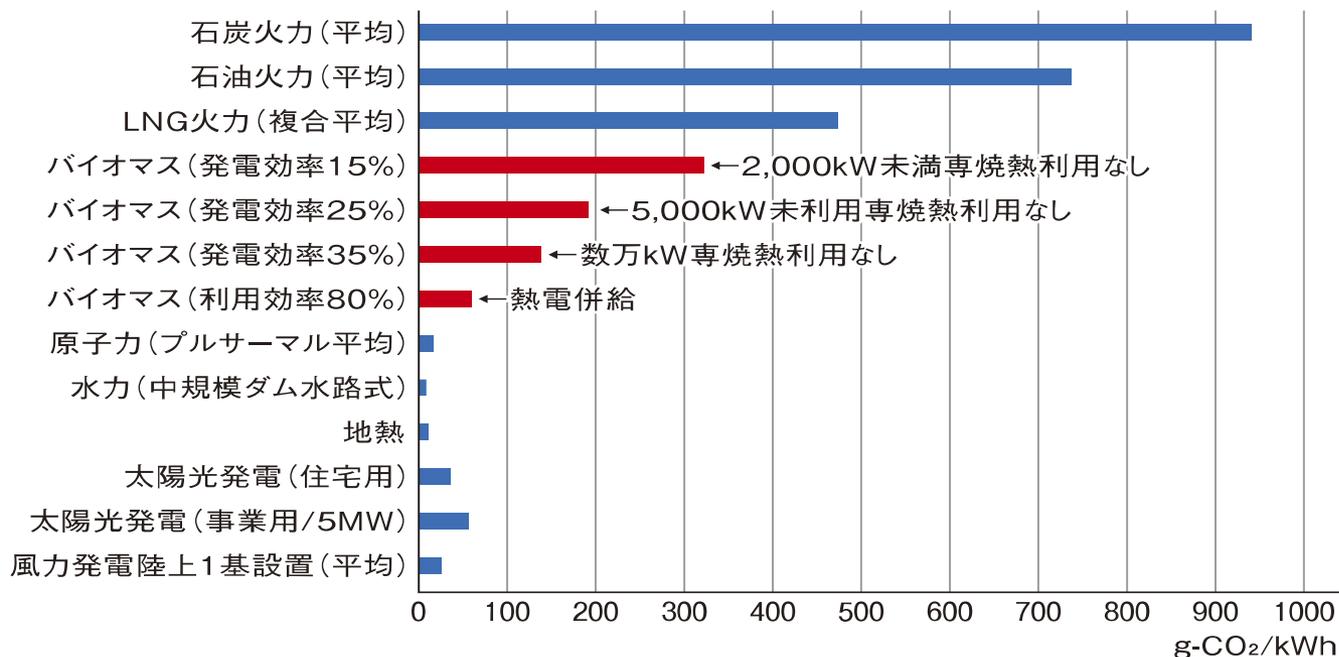
理事長 泊 みゆき

バイオマス発電と熱利用の比較

	発 電	熱 利 用
経済性	FIT等の支援がないと、 廃棄物以外は厳しい	化石燃料に対し優位 (現状では導入費が高価)
希少性・ 代替性	太陽光・風力の発電コストが 劇的に低下中	短中期的に中温以上の再エネ熱と して貴重
温暖化 対策効果	発電効率は概ね30%台以下、 温暖化対策効果は限定的	利用効率90%以上も可能 他の再エネに匹敵する削減効果

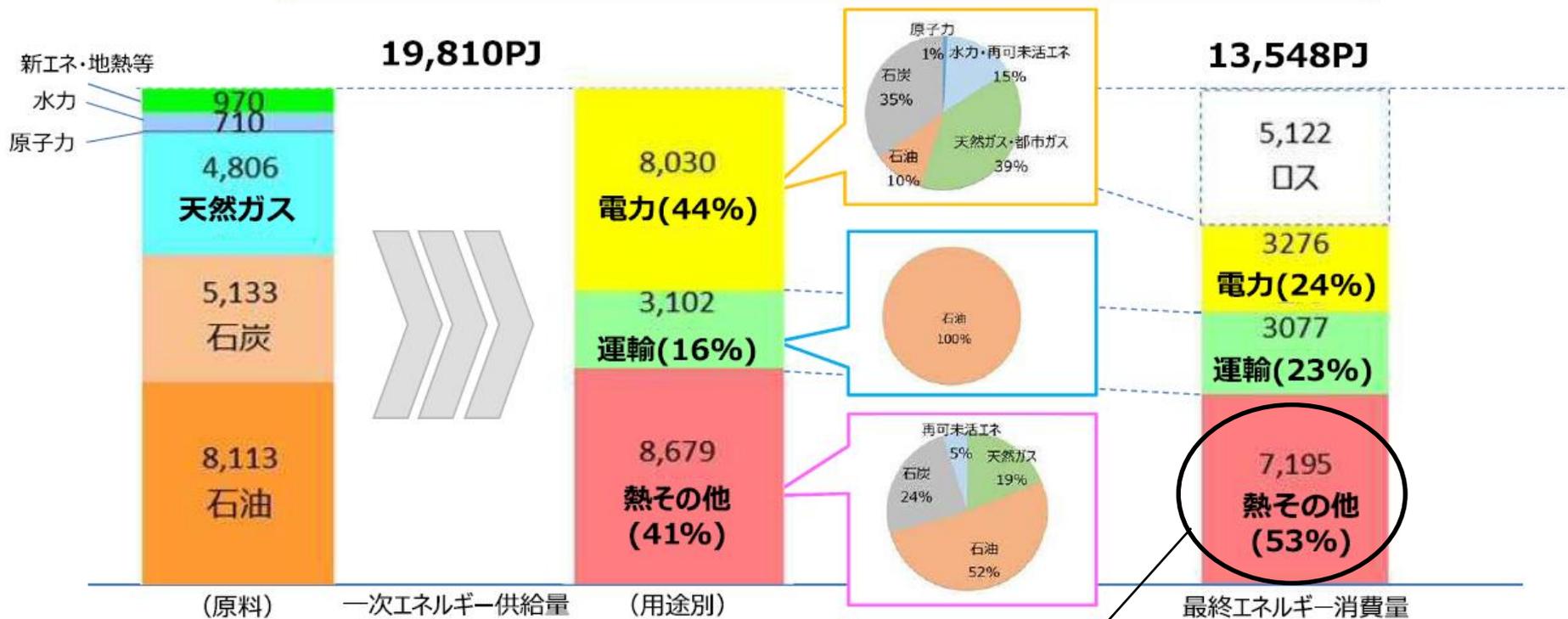
図：日本の
発電種類ごとの温
室効果ガス排出

出所：バイオマス
白書2019



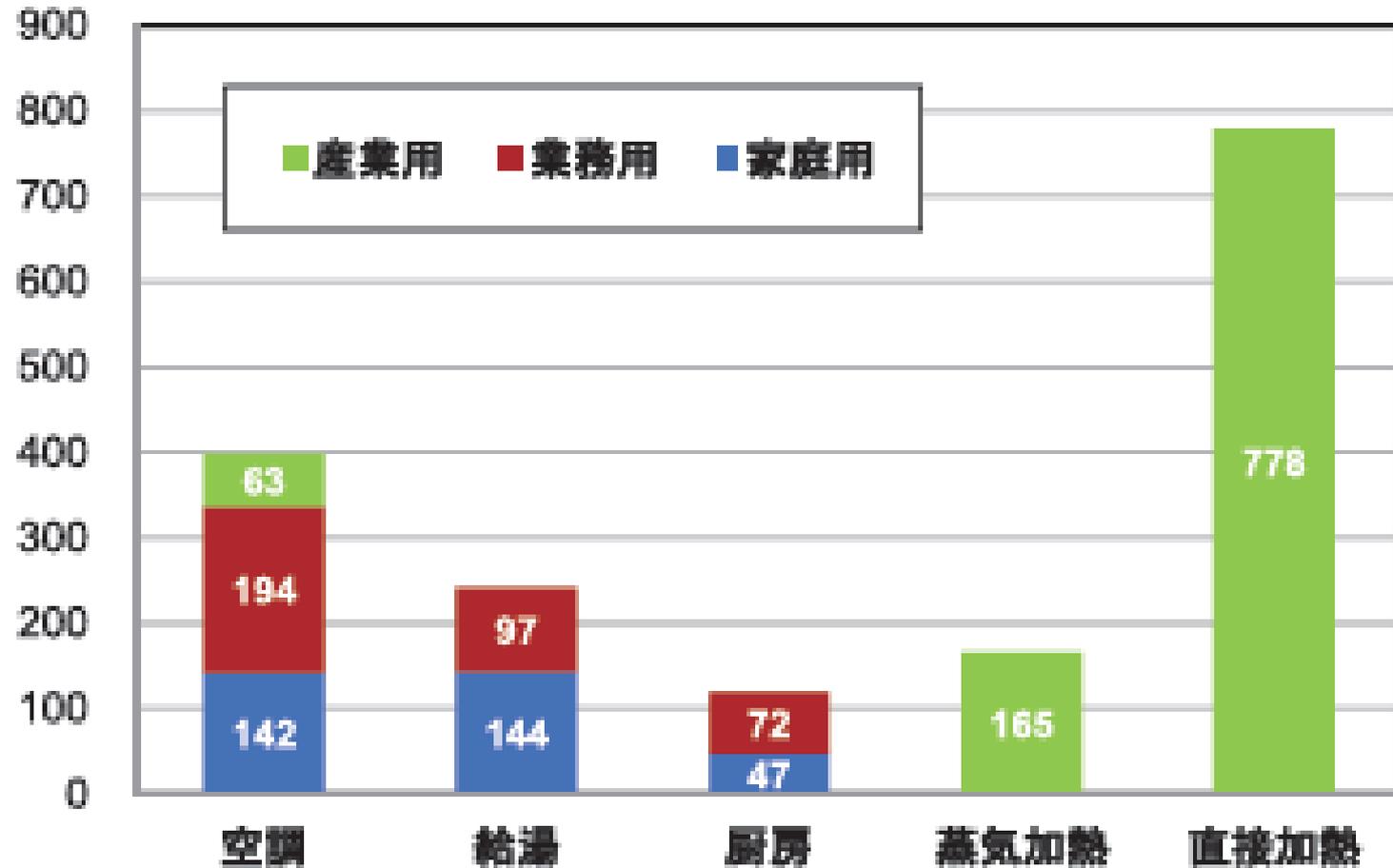
温暖化対策に再エネ熱政策は必須

我が国の一次エネルギー供給量・最終エネルギー消費量内訳（2015年）



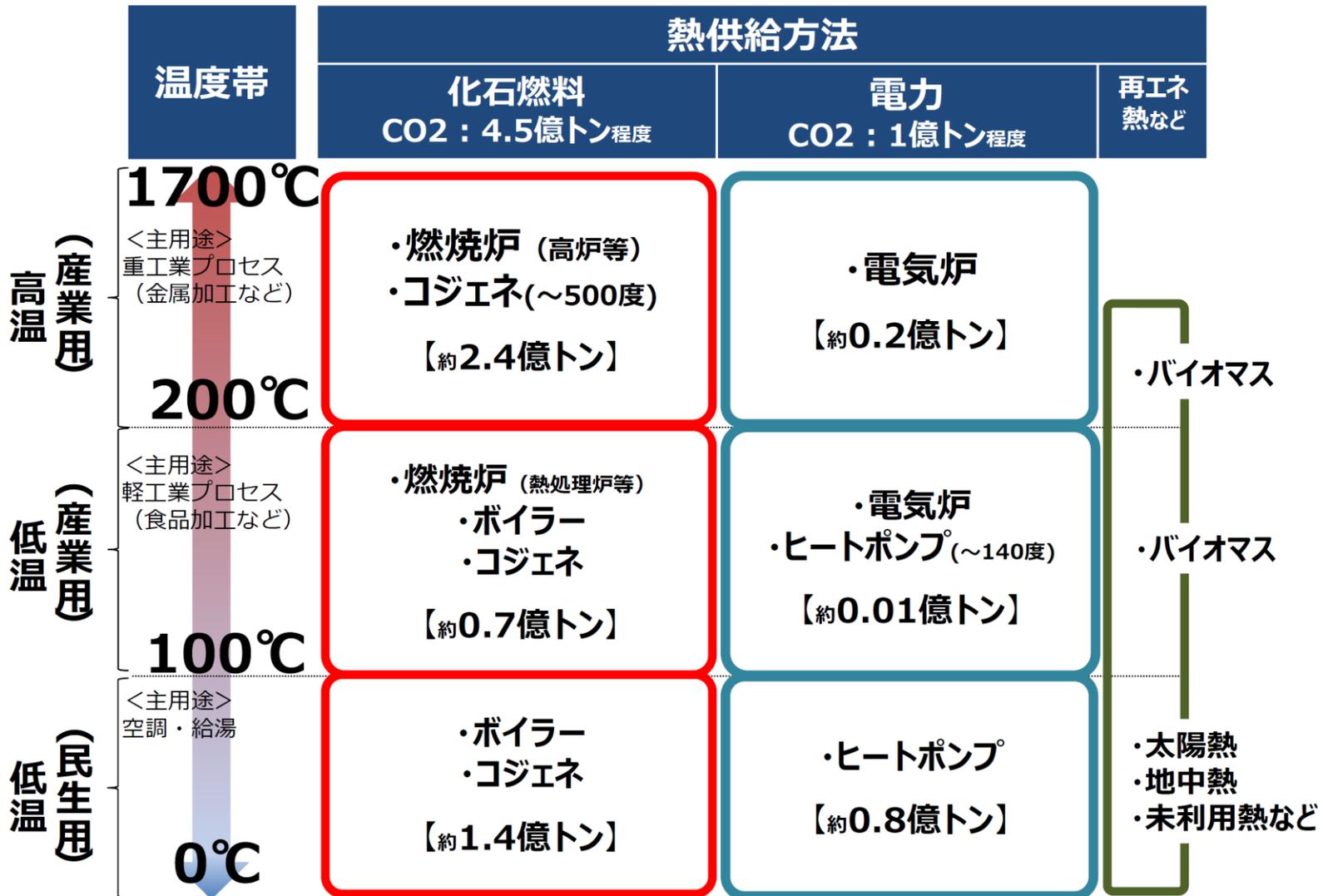
最終エネルギー消費の半分は熱

(TWh) 日本の最終エネルギー需要に占める熱需要の用途(2014年度)



出所:日本木質バイオマスエネルギー協会「バイオマスエネルギーデータブック2018」

産業用熱にバイオマスを



以下のような工場で、焼却施設から供給可能な温度・圧力の蒸気需要が存在

項目 業種	製造業側で 必要な温度	廃棄物処理施設からの熱供給形態	
		高圧蒸気	低圧蒸気
1 食料品(食材加工)	～150℃	—	0.8MPa * 170℃
2 食料品(調理品(中食))	～170℃	—	0.8MPa * 220℃
3 食料品(調味料)	～200℃	3.0MPa*300℃	—
4 食料品(パン・菓子)	～200℃	3.0MPa*300℃	—
5 飲料・たばこ・飼料(清涼飲料)	～180℃	—	0.8MPa * 220℃
6 飲料・たばこ・飼料(酒類)	～120℃	—	0.8MPa * 170℃
7 繊維工業	～170℃	—	0.8MPa * 220℃
8 パルプ・紙・紙加工品	～200℃	3.0MPa*300℃	—
9 無機化学	～150℃	—	0.8MPa * 170℃
10 有機化学	～180℃	—	0.8MPa * 220℃
11 医薬品	～140℃	—	0.8MPa * 170℃
12 石油製品・石炭製品	～200℃	3.0MPa*300℃	—
13 プラスチック製品	～200℃	3.0MPa*300℃	—
14 ゴム製品	～230℃	3.0MPa*300℃	—
15 窯業・土石製品	～150℃	—	0.8MPa * 170℃
16 鉄鋼業	～200℃	3.0MPa*300℃	—
17 非鉄金属製品	～150℃	—	0.8MPa * 170℃
18 一般機械器具	～150℃	—	0.8MPa * 170℃
19 電子部品・デバイス・電子回路	～150℃	—	0.8MPa * 170℃
20 輸送用機械器具(自動車)	～150℃	—	0.8MPa * 170℃

参考：富士経済，業務施設エネルギー消費実態調査

出所：藤井実ほか「廃棄物の高度な地域熱利用のための技術・社会システムに関する研究」

https://www.erca.go.jp/suishinhi/seika/pdf/seika_2_04/3-1709.pdf

(株) トーセンの 那賀川町における 木質バイオマス 熱売り事業の事例

チップ使用量 1.1万トン/年

◆ボイラ効率 80~85%

◆蒸気供給量

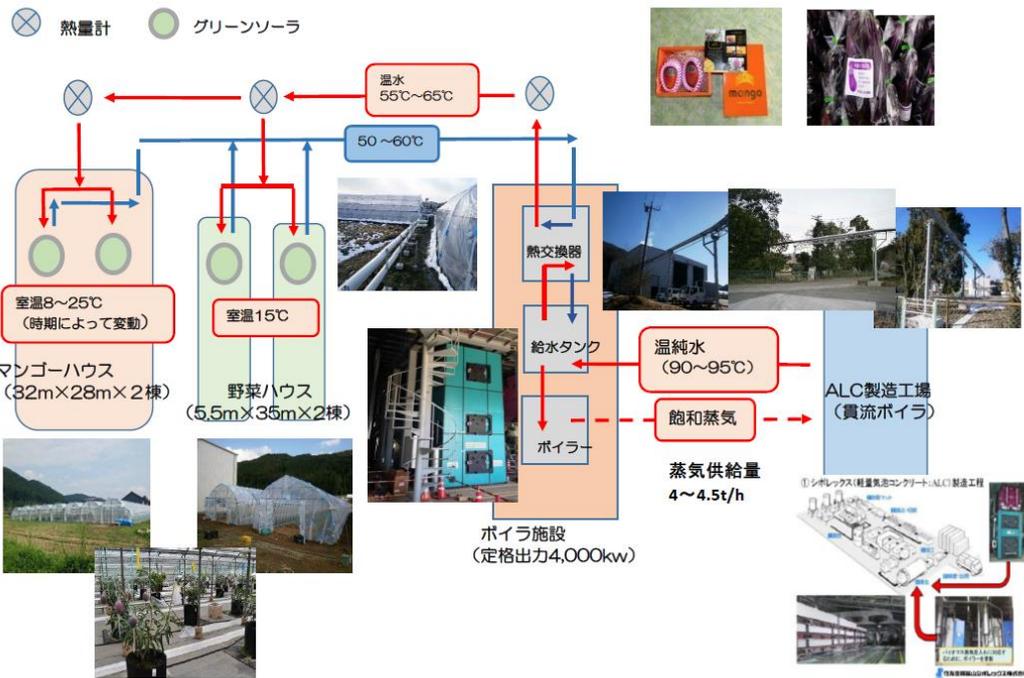
【計画】

使用蒸気量 42,300 t/年
相当重油使用量 2,796 kl/年
相当重油購入費用 181,740千円
(65円/L 2012年)
蒸気受入量 25,380t/年 (60%想定)
相当重油削減量 1,677 kl/年
相当重油削減費用 109,000千円
(65円/L 想定)

【実績】

蒸気受入量 27,815t/年 (2018年実績 約65%相当)
相当重油削減量 1,817 kl/年 (約1,600 t/年)
相当CO2削減量 4,923 t/年
相当重油削減費用 (予想) 127,190千円
(70円/L 想定)

(※参考:市場重油価格 75.5円/L(2018.10~12月平均))



＜社会的経済負担の比較＞

本事業 導入費用:4億600万円
補助金:2.5億円
※導入以降は補助金なし

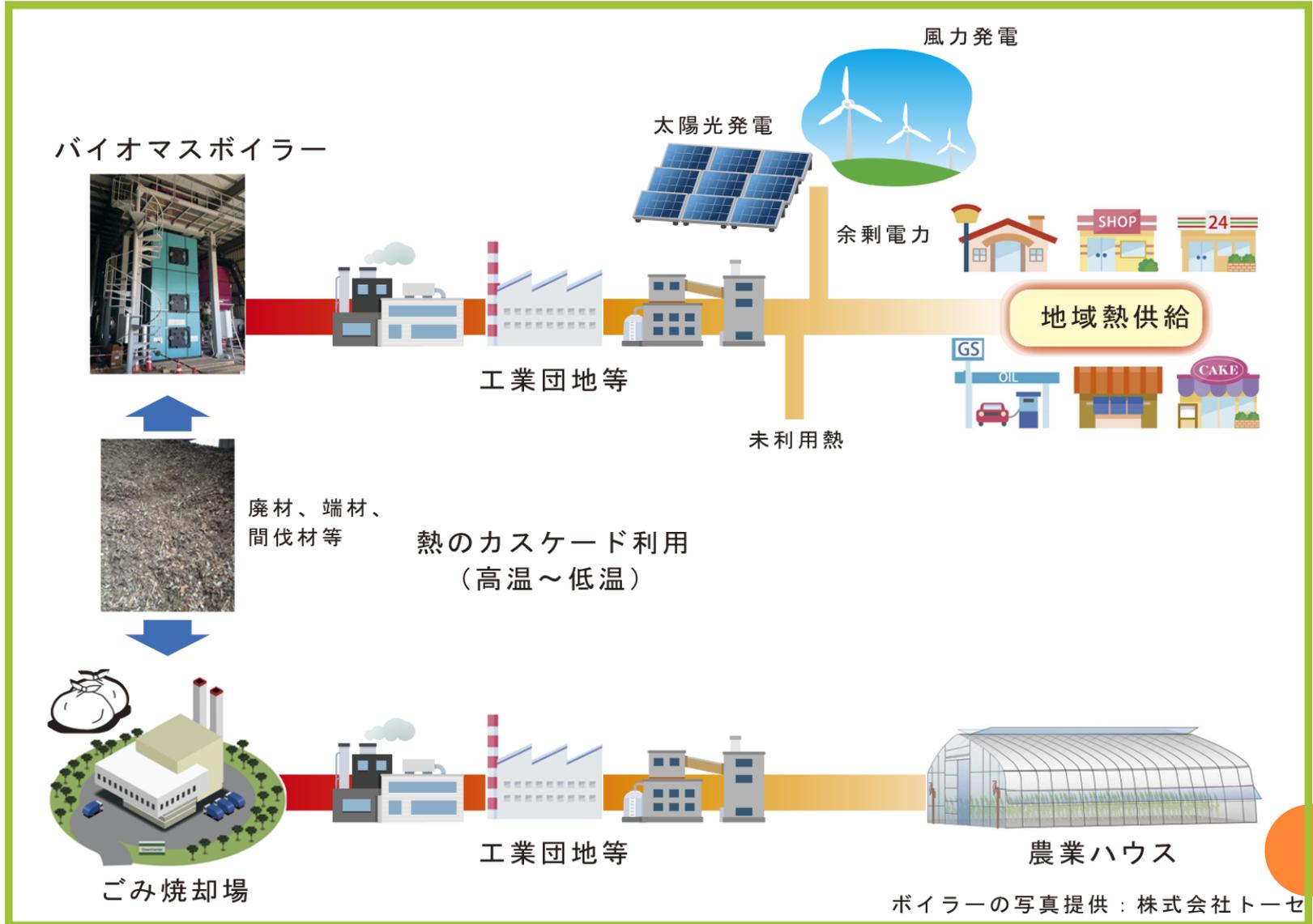
2000kWの木質バイオマス発電
20年間の国民負担
(40円/kWh-10円/kWh) (回避可能費用) × 2000kW × 24時間
× 300日 × 20年 = 86.4億円
チップ使用量約三万トン/年

バイオマスの産業熱利用事例

表2：日本で稼働している主な産業用バイオマスボイラーの事例と課題等

事業所名	所在地	導入年	ボイラー容量	ボイラー種	製造メーカー	主な製品	燃料
井村屋本社工場	三重県津市	2015	7.5t/h	貫流	エンパイロテック	肉まん、あんまん	建廃、間伐材
サーフビバレッジ山梨工場	山梨県甲州市	2007	3t/h	煙管	タカハシキカン	ミネラルウォーター	パーク、製材端材等
太子食品工場十和田工場	青森県十和田市	2009	4t/h	煙管	タカハシキカン	豆腐、油揚げ	建廃
カルビーポテト帯広工場	北海道帯広市	2011	6t/h	水管	よしみね	じゃがいもの菓子	建廃、流木
松坂木質バイオマス熱利用協同組合	三重県松坂市	2009	18t/h	流動床	倉敷紡績	植物油、農業ハウス	建廃、間伐材
白松浜御塩工場竹敷	長崎県対馬市	2011	1t/h	貫流	巴商会	塩	製材端材
兼平製麺本社工場	岩手県盛岡市	2007	2.8t/h	炉筒煙管	新芝設備	麺類	建廃、製材端材
		2011	3.0t/h	炉筒煙管	ワールド熱学		
久慈バイオマス	岩手県久慈市	2016	500kW	貫流	ヒルデブランド	しいたけ	パーク
			1,200kW	煙管			
大王製紙可児工場	岐阜県可児市	2004	117.5t/h	水管	三菱重工	家庭紙、各種用紙、特殊紙	建廃、パーク
大王製紙可児工場川辺製造部	岐阜県川辺町	2009	16.5t/h	水管	よしみね	塗工紙	建廃
DIC北陸工場	石川県白山市	2018	2.5t/h	水管	よしみね	合成樹脂	建廃
ニプロファーマ大館工場	秋田県大館市	2014	11t/h	貫流	エンパイロテック	注射剤	未利用間伐材等
セーレン勝山工場	福井県勝山市	2016	10t/h	煙管	タカハシキカン	衣料品	建廃、剪定枝等
マルセンクリーニング	北海道釧路市	2007	6t/h	煙管	ポリテクニク	リネン、クリーニング品	パーク、建廃
コマツ栗津工場	石川県小松市	2015	3200kW	(不明)	イクロス	建設機械	未利用間伐材
住友大阪セメント栃木工場	栃木県佐野市	2005	(直接加熱)	-	-	各種セメント	建廃、剪定枝等
那珂川バイオマス	栃木県那珂川市	2015	4000kW	飽和蒸気	ポリテクニク	ALC製造工場 農業ハウス	間伐材、製材端材、 建廃

将来的なバイオマス／廃棄物熱の利用イメージ



今後、バイオマスは産業用熱利用へシフトすべきでは？

- 日本の最終エネルギー需要の1/4以上は産業用熱
- 100℃以上の高温を供給できる再生可能エネルギーは、現状ではほぼバイオマスに限られる
- 今後、バイオマスは産業用熱利用へシフトすべきでは
- 日本では、一部の専門家を除き、まだそうした理解は広がっていない
- 2022年10月、欧州の現状を視察

エネルギーと製造プロセスの効率改善手段を継続的に講じることが重要だが、徐々に頭打ちとなる可能性がある

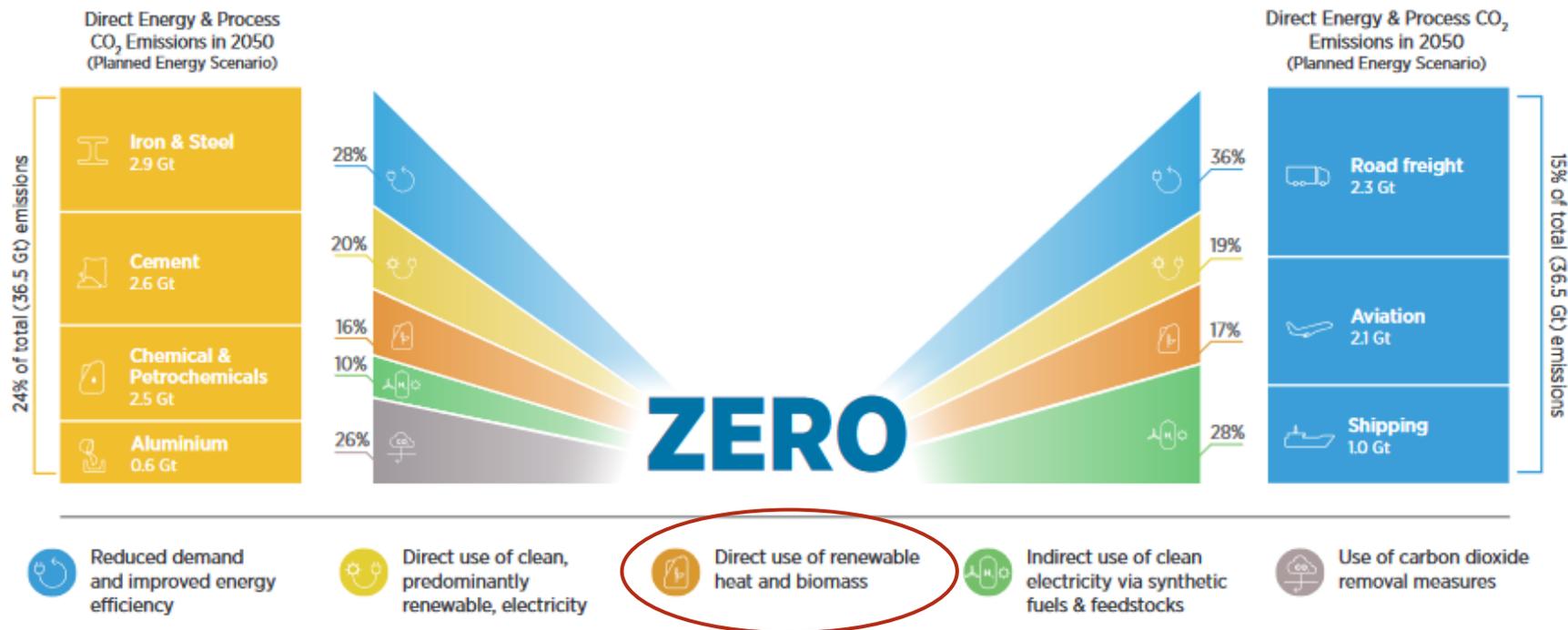
現在から2030年まで、低温のプロセス蒸気需要の脱炭素化に対してはバイオマスコジェネ及びバイオマスボイラー、一部の高温需要（ガラスやセラミックス製造等）の脱炭素化に対してはバイオガスを大規模に採用することを促進していくことで、産業用熱需要の最大50%に対応できる。
産業部門内でのコジェネの追加的な導入余地を最大化する方法を模索する。

電力分野では、いくつかの重要な技術が実験の段階を超えることから、2010年代–2020年代にイノベーションの進展による電力の脱炭素化が進み、電化は2030年代からより実行可能なオプションとなる。

2030年代までは、産業用CCSの大規模な実装の可能性は低い。それまでイノベーションへの支援が必要であり、場合によっては産業の中心をCCSの潜在的なストレージサイトに近づけるために時間の経過とともに再配置する必要がある。

図：産業分野における低炭素熱のための英国政府の戦略的枠組み

出所：[THE FUTURE OF HEATING: A STRATEGIC FRAMEWORK FOR LOW CARBON HEAT IN THE UK \(PDF\)](#)（仮訳：バイオマス産業社会ネットワーク）



図：産業分野および交通分野においてゼロエミッションを達成する5つの方法

IRENA [“REACHING ZERO WITH RENEWABLES: ELIMINATING CO₂ EMISSIONS FROM INDUSTRY AND TRANSPORT IN LINE WITH THE 1.5°C CLIMATE GOAL”, 2020](#)

オランダ

■2020年10月、オランダ政府は、そのCO₂排出量と大量の木材の消費を理由に、バイオマス発電と都市暖房用バイオマスへの補助金を段階的に廃止することを発表

■2021年2月、オランダ議会が新規のバイオマス熱供給施設への補助金廃止を決議、その影響は計画中の約50施設

■持続可能なバイオマスの利用可能性と応用*

「再生可能エネルギーの目標を達成するためにバイオマスのエネルギー的利用が避けられない場合、できれば代替案が実行不可能か、利用できない状況に限定すべきである」

*インフラ・水管理省への助言レポート AVAILABILITY AND APPLICATIONS OF SUSTAINABLE BIOMASS Report on a search for shared facts and views

ドイツ バイオマスリサーチセンター (DBFZ)

- 2008年設立の非営利団体
- ドイツ東部ライプツィヒ市に拠点 300名が働く
- 実験室、技術施設、研究用バイオガスプラント等
- 目標とするバイオマス：持続可能、費用対効果がよい、
食料と競合しない、廃棄物、有害な排ガスが出ない
- 共同研究プロジェクト、外部からの依頼による試験等
- 政治家へのアドバイス 報告書作成
- 科学論文、記事作成他



熱化学変換部部長、研究重点領域スマートバイオマス熱リーダー レンツ博士との情報交換趣旨

- ドイツのバイオマス発電：新設はない。FITのものは期限まで続くだろう
- 建物のセントラルヒーティング暖房用の促進策は続いている 産業界から産業用にとという要望は出ている
- 産業用バイオマス熱のシェア 廃棄物が出る分野に限られる
- 産業用熱利用も低い温度から使う方が簡単
 - 廃棄物 150℃
 - 高温利用 温度差の変化 システムを
- 木材・食品加工など100-150℃
- 中温度帯 チップ、ペレットボイラーに補助が出るプログラムがある

- バイオマスを最初から暖房用ではなく産業用にとという議論はあるが、まだ主流ではない
- 水素は有益だが、産業構造、ネットワーク形成に課題
- ドイツでは産業用熱の排熱を地域熱供給に使う事例がある
- セメント産業はCO2排出が多い。バイオマスが有効
- 鉄鋼産業は水素とバイオマスの組み合わせて使うことが考えられるが課題がある
- 化学産業：高品質のバイオマス利用 CO2利用
- 森林バイオマス：助成を制限する方向
REDⅢ 森林由来の一次バイオマスを発電燃料としての利用に原則、補助金を停止



参考: レンツ博士の論文

先進国における産業用プロセス熱のためのバイオマス利用の現状と展望

Status and Perspectives of Biomass Use for Industrial Process Heat for Industrialized Countries

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ceat.202000077>

- 温室効果ガスの完全削減には、産業プロセスの熱供給の変革が必要
- 200°C以上の熱需要へのバイオマス利用の実現可能性を検討
- 多くの研究がバイオマスの利用は住宅用から産業用熱源へと大幅にシフトすると結論付けている
- セメント生産にバイオマスがより大きな役割を果たす可能性

コールバッハ社 KOHLBACHA

- オーストリアのバイオマスボイラーメーカー
- グラーツ近郊ヴォルフスブルクで1945年に設立
- 導入実績 世界26か国に2000基以上導入
- 自社で開発、設計、プロジェクトマネジメントを行う
- 自社工場で製造
- バーク（樹皮）等高含水率バイオマス利用可能
- 出力150~12,000kW
- 蒸気ボイラー、温水ボイラー、サーモオイルボイラー
- プランニング、装置据え付け、試運転、メンテナンス等

コールバッハ社業務部長 M.シュレンツ氏 との意見交換

- 同社のバイオマスボイラーにより産業用熱利用としては、麺類の乾燥、牛乳の殺菌、薬品、塗料、木材加工など
- 欧州のバイオマス産業用熱利用政策は国によってばらばら
ドイツでは工場建設、改修時に補助
- 高温熱の重要性についての理解はまだこれから
- 補助は地域熱供給に
- 工場の排熱を地域熱供給に使う事例はある
- スイスのコープは、バイオマス熱を使ったパンをセールスポイントにしている
- 産業用ボイラーの売り上げは過去最高 CO2対策、ウクライナ紛争

表: コールバツハ社ボイラーの導入事例

会社・組織名	国名	業種	用途	熱媒体	燃料	バイオマスボイラー規模
COOP Gen	スイス	食品・飲料	大規模ベーカリー用オープンの加熱	熱媒油	生の木質残渣チップ、穀物屑	2,700kW
Habermab GmbH	ドイツ	家具・玩具	加工用熱	過熱水	廃材チップ	2,000kW × 2台
Stadtwerke Fürstenfeld Bruck – Energie Zentrale West	ドイツ	産業用温冷熱供給	吸収式冷凍機、産業用地域冷熱グリッド	過熱水駆動吸収式冷凍機	剪定枝チップ	3,000kW
Multicolor GmbH	ドイツ	着色および塗装	塗布型表面コーティング用生蒸気および電力	過熱水蒸気と電力	建設廃材	2,500kW
Steinicke GmbH	ドイツ	食品および飲料	ハーブの乾燥、包装資材の殺菌	飽和蒸気	建設廃材	8,000kW
6 Leiber GmbH	ドイツ	食品および飲料	酵母製品の製造のための乾燥・殺菌・調整用蒸気	飽和蒸気	建設廃材	9,000kW
Scherzer Gemüse Nürnberg	ドイツ	温室	温室の加温および地方空港の暖房	温水と電力	建設廃材	5,000kW × 2台
Bimmerle Private Distillery	ドイツ	酒類蒸留所	酒類蒸留所工程の生産熱	飽和蒸気	林地残材チップ、サクランボの種	2,000kW
Nc'Neen Distillery	イギリス	ウイスキー蒸留所	ウイスキー蒸留工程の生産熱	飽和蒸気	生チップ	800kW
Hochdorfer Kronenbrauerei	ドイツ	醸造所	ビール醸造用蒸気	飽和蒸気	地域の林地残材チップ	
Ketterer Brauerei	ドイツ	ビール醸造所	ビール醸造用蒸気	飽和蒸気	地域の林地残材チップ	1,200kW

提供: コールバツハ社

会社・組織名	国名	業 種	用 途	熱媒体	燃料	バイオマスポ イラー規模
Namibia Breweries	ナミビア	ビール醸造所	ビール醸造用の過熱水	過熱水	農場から出る木質 チップ	5,000kW
Greenspark / Parkers Nurseries	イギリス	温室	温室用の熱と電力	温水と電力	生チップ、建設廃 材	5,140kW
Top Clean Textilreinigungs GmbH	ドイツ	ランドリー	産業用ランドリー向け 蒸気	飽和蒸気	木質ペレット	2,000kW
Heizwerk Uri AG	スイス	産業用温冷熱 供給	地域産業向けのグリッド 経由の蒸気供給	飽和蒸気	地域の林地残材 チップ	3,000kW
Ligna d.o.o.	クロアチ ア	木質ペレット	木質ペレット製造のため のベルト乾燥	温水と電力	製材端材チップ	5,140kW
Arco Clean Energy GmbH	ドイツ	醸造所および地 域熱供給	ビール醸造用の蒸気 および地域熱供給用熱	飽和蒸気	地域の林地残材 チップ	1,500kW
Steinwerke Kaidar	ドイツ	建築資材	石灰石・ドロマイト製造 用乾燥機	熱風	地域の林地残材 チップ	該当なし
Drvenjaca d.d Fuzine	クロアチ ア	建築資材	石灰石・ドロマイト製造 用乾燥機	熱媒油および 熱風	剪定枝チップ	6,000kW
Moßandl	ドイツ	建築資材	建材用砂の乾燥	熱風	建設廃材	該当なし
シムライズ	マダガ スカル	食品と飲料	バニラエッセンスおよび フレーバー製造向け生蒸 気	飽和蒸気	剪定枝チップ	1,000kW

提供: コールバツハ社



COOPのベーカリー

Moßandl コンクリート行材用熱風発生・乾燥機



Top Clean Laundry
洗濯物の洗浄用蒸気

写真提供

- Schmidmeier Naturenergie GmbH
- Coop Genossenschaft





PARKERS NURSERIES 温室
(イギリス)



Scherzer & Boss
温室

写真提供:

- Schmidmeier Naturenergie GmbH
- Coop Genossenschaft

バイオエネルギー・ヴォルフスベルク社

BIO ENERGIE WOLFSBERG eGEN

- コールバッハボイラーユーザー 800 kW、
1,000 kW、1,500 kW
- 地元の材を使った地域熱供給、産業用熱供給事業
- 2007年に地域熱供給を開始
- 10 km圏内で燃料調達 環境、持続的、地域
- 直接林家から購入 2/3は25軒の協同組合から
チップはレンタルで
チップ購入価格90ユーロ/dry-t
湿潤含水率40%程度
- 年4回のメンテ これまで大きなトラブルはない





燃料となるチップ





トラックからのチップ搬入口

コールバツハ社
ホイラー
産業向高温温水
(90℃)を供給



同社の高温
水を利用し
ている食品
加工工場



- 減価償却は12-13年程度
- 導入の際3割のEU補助金
- ボイラーには人がついていない。
遠隔で管理。何か起きると3人に
情報が行く
- 人を雇用しており、事業を継続して
いかなければならないが、持続可能
性の方針を推進する



EVZA熱処理・リサイクルプラント REMONDIS

シュターズフルト市（ライプツィヒから約50km）
廃棄物焼却施設からソーダ工場へ
蒸気を供給

- 2つの焼却ライン 約60名を雇用
- 家庭・業務・産業廃棄物
約38万tをサーマルリサイクル
- 鉄道、道路で廃棄物を輸送
- プラント効率60~80%
- プロセス蒸気 55.6MW
- 発電出力 23MW
- 最大265,000MWh/a 23bar
ソーダ工場向けプロセス蒸気



ソーダ工場（ソーダーヴェルク・シュタースフルト）

- 蒸気温度 400℃
- 重ソーダ灰（ガラス工業、化学工業の基材）
生産



ベルギー アントワープ ECLUSE

- 廃棄物熱処理工場であるIndaver/SLECOと、Waasland港にある多くの企業を結ぶ蒸気・復水配管のネットワーク。各企業はそれぞれのニーズに応じて熱を購入することができる。
- 160MW、高圧（40バール）・高温（400℃）の過熱蒸気 10万トンのCO2削減
- パイプラインの長さは約5km 原則10年間の購入を契約
- ADPO、Ashland、Monument Chemical、Ineos Phenol、Lanxess、主に化学工場が蒸気を生産工程で利用
- グリーン熱であることを強調

写真: ECLUSE Website
<https://www.ecluse.be/homepage/>



ECLUSEの経緯

● April 2014



Strategic environmental support granted by Flemish Government

フランドル政府による戦略的環境支援

● October 2014



Letters of intent signed by all heat consumers

Start of 'ECLUSE'

すべての熱利用者による同意書の合意

● September 2016



Contracts formally signed by all heat consumers

すべての熱利用者による契約締結

● 2017- 2018



Construction phase

建設段階

● 2019



Start of operations

廃棄物焼却施設から産業への蒸気供給事例

・廃棄物焼却施設から民間工場への蒸気供給事例は、国内では一事例しか知られていないが、欧州(国内メーカーの欧州子会社による事例を含む。)や韓国では、主に化学工場に対する複数の事例が存在し、新規にも整備されつつあることが、国内でも知られつつある。これらの事例では、化学工場等のコスト競争力向上と低炭素化が同時に実現していると考えられる。

国	都市	供給先産業	出典
韓国	ウルサン 2008年第1清掃工場 (200t/日×2炉)より 2012年第2清掃工場 (250t/日×1炉)より	化学工場(テレフタル酸製造、トリアセチルセルロース製造等) ・5万tCO ₂ /年 削減	①
ドイツ	ハンブルグ	製油所	②
ドイツ	シュターフト (2008年竣工)約500t/日×2炉	化学工場(ソーダ生産と発電)	③④他
ドイツ	クナザック	化学工場(化学工業団地)	③④
ドイツ	ベルンベルグ (2010年竣工)500t/日×3炉	化学工場(ソーダ生産と発電) ・15万tCO ₂ /年 削減	⑤
フランス	シャランペ (2023年竣工予定)600t/日×1炉	化学工場(化学原料生産) ・8万tCO ₂ /年 削減(推定)	⑤
ベルギー	アントワープ (2019年蒸気供給開始)	化学工場(複数) ※ECLUSEプロジェクト ・10万tCO ₂ /年削減(ポテンシャル)	⑥
スイス	ヴァインフェルデン	製紙工場	③

出典:①大西(2019)など ②小野田(2021) ③産廃振興財団(2019) ④JESC・PCKK(2020) ⑤有識者ヒアリング(2021)、⑥JESC・PCKK(2021)

まとめ

- ヨーロッパにおいてバイオマス産業用熱利用の重要性は関係者は認識しているがまだ、広がっていない模様
- EUREDⅢ改正 森林からの一次バイオマス規制の影響
(利用量は現状を上限に。発電への助成金停止)
- 地域熱供給、暖房用途が根強い
- 廃棄物処理場熱の利用も進みつつある。産業向熱供給の事例もいくつか出ている
- 利用可能なバイオマス量は限られている。バイオマス利用機器の導入の際には、今後の動向を見通すことが重要ではないか。
- 2023年1月13日に、ドイツバイオマスリサーチセンターのレンツ博士を招聘し、シンポジウムを開催

バイオマス利用の今後に向けて

- 28年後に、化石燃料はほぼ使えなくなる。
- 利用可能なバイオマス量は限られている
持続可能な農業・林業からの残渣、廃棄物等
- バイオマスでなければ代替困難な用途は何か？
そのタイムスケール
- バイオマス、合成燃料、再エネ電力による熱、水素等との比較でコストが最も少ない利用は？
- 不確実性を見込んだ上での賢明なルートとは？
- 移行期においても、バイオマス利用の産業用熱へのシフトは賢明ではないか？

バイオマス産業用熱 国際シンポジウム

日時:2023年1月13日(金)13:30~16:45

会場:オンライン(Zoomウェビナー予定)及び日比谷コンベンションホール

プログラム:

<第1部 基調講演>

1.「ドイツのバイオマス産業用熱利用の現状と課題」(仮)

Dr. Volker Lenz(ドイツバイオマスリサーチセンター熱化学変換部部長)* 同時通訳付

2.「省エネルギー法改正とバイオマス熱利用」(仮)

二川 慎之介氏(資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー一部省エネルギー課係長)

<第2部 パネルディスカッション>

「2050年カーボンゼロに向けたバイオマス産業用熱利用の課題と今後の方向性を探る」

司会: 泊 みゆき 氏(NPO法人バイオマス産業社会ネットワーク 理事長)

コメンテーター: 中田 俊彦 氏(東北大学大学院工学研究科 教授)

パネリスト:

Dr. Volker Lenz

二川 慎之介 氏

谷渚 庸次 氏(高山バイオマス研究所所長)

辻 保彦 氏(辻製油株式会社 代表取締役会長)

※お申込み、詳細は<https://peatix.com/event/3407543/view>