

# 令和 5 年度海外視察調査報告会

## 講演資料

大手町ファーストスクエアカンファレンス RoomB+C

令和 6 年 7 月 30 日 (火)

一般社団法人 日本熱供給事業協会

# 令和 5 年度海外視察調査報告会 プログラム

---

13:30 開会挨拶

(一社) 日本熱供給事業協会 専務理事 松原 浩司

---

13:35 ～基調講演～ デンマークにおける脱炭素社会の構築に向けた熱供給の役割 デンマーク  
王国大使館 上席商務官 (エネルギー・環境分野) 田中 いずみ※  
p.1～18

14:00 海外視察調査の目的と概要

協会事務局 (一社) 日本熱供給事業協会 業務部長 曾我 拓央

p.19～28

14:10 デンマークにおける地域熱供給

D 班班長 東京ガス(株) 都市エネルギー企画部 地域エネルギー開発グループ 部長 水守 博史

p.29～40

---

14:35

休憩<15分>

---

14:50 コペンハーゲンにおけるごみ焼却場の熱電併給

バイエルンにおける熱利用拡大に係る技術開発

A 班班長 東京臨海熱供給(株) 代表取締役社長 黒田 祥之

p.41～45

15:15 ベルリンの化石燃料を使わない地域暖房への取り組み

オーストリアの総発電量 6 割を占める水力発電

C 班班長 (株)北海道熱供給公社 生産部 札幌駅南口エネルギーセンター センター長 松井 治彦

p.46～52

15:40 ドレスデンにおけるシュタットベルケ

ウィーンにおけるごみ焼却場の熱電併給

B 班班長 関西電力(株) ソリューション本部 地域開発部長 大山 雅之

p.53～64

---

16:05

休憩<15分>

---

16:20 ～海外視察調査の総括～ 欧州のカーボンニュートラルに貢献する地域熱供給

団長 横浜国立大学 名誉教授 佐土原 聡※

p.65～76

---

16:50 閉会挨拶

(一社) 日本熱供給事業協会 事務局長 岩本 洋介

---

※次頁にプロフィール掲載

## プロフィール

デンマーク王国大使館  
上席商務官（エネルギー・環境分野担当）

田中 いずみ(たなか いずみ)氏



### <略歴>

1998年 カリフォルニア大学バークレー校 天然資源学部環境科学・政策・マネジメント科卒業

1999年～2002年 電気メーカーの研究所で環境技術の研究に従事

2002年～2013年 スウェーデン大使館で持続可能な発展分野の政策分析及び政策・学術分野における日本との交流促進に従事。

2008年 在籍中に東北大学 環境科学研究科卒業

2014年～ デンマーク王国大使館 上席商務官(エネルギー・環境担当)

エネルギー・環境関連のデンマーク企業の日本進出及び市場拡大を支援。規制分野だからこそ政策に関する支援が多い。現在は洋上風力、地域熱供給、バイオマス、水道、循環経済などの案件を扱っている。

横浜国立大学 名誉教授  
一般社団法人 都市環境エネルギー協会 専務理事

佐土原 聡(さどはら さとる)氏



### <略歴>

1980年 早稲田大学理工学部建築学科 卒業

1985年 早稲田大学大学院理工学研究科建設工学専攻 博士後期課程単位取得退学

1986年 工学博士(地域冷暖房に関する研究)

1985年～1988年 早稲田大学助手

1988年～1989年 ベルリン工科大学客員研究員(欧州における都市のエネルギー等インフラの調査研究)

1989年～2000年 横浜国立大学助教授(工学部、大学院工学研究科)

2000年～2023年 横浜国立大学教授(大学院環境情報研究院、大学院都市イノベーション研究院)

2023年～現在 横浜国立大学 名誉教授、一般社団法人 都市環境エネルギー協会 専務理事

1989年から2023年まで、横浜国立大学で建築・都市の分野から環境、防災に関する教育研究に従事してきた。現在は特に、脱炭素、レジリエンスに貢献する地域エネルギーシステム、エネルギーの面的利用に関する研究、その実現、導入拡大に向けた取組みを行っている。

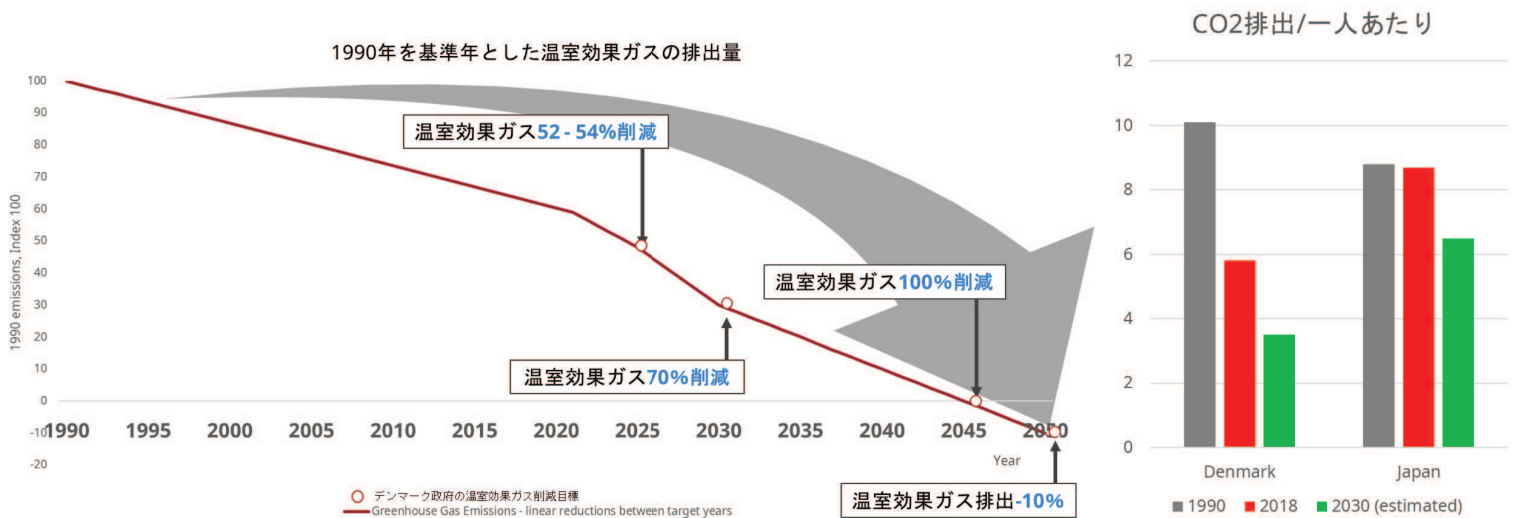


MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS  
OF DENMARK

～令和5年度海外視察調査報告会 基調講演～  
デンマークにおける  
脱炭素社会の構築に向けた熱供給の役割

2024年7月30日  
デンマーク王国大使館  
田中 いずみ

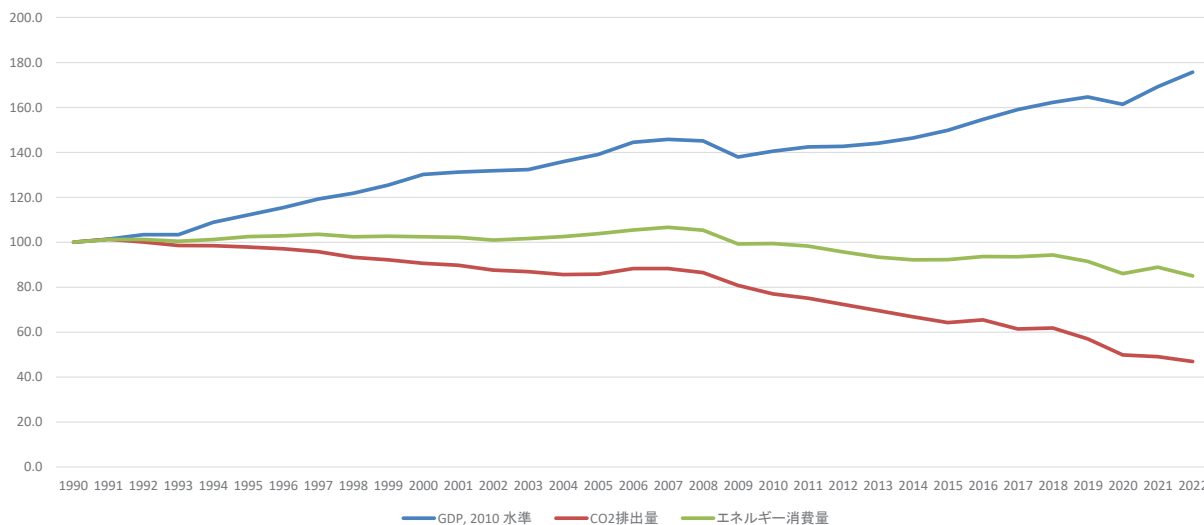
デンマークは2050年までに温室効果ガスの「純吸収国」に



Source: The Danish Ministry of Climate, Energy and Utilities, data covers all GHG-emissions in Denmark



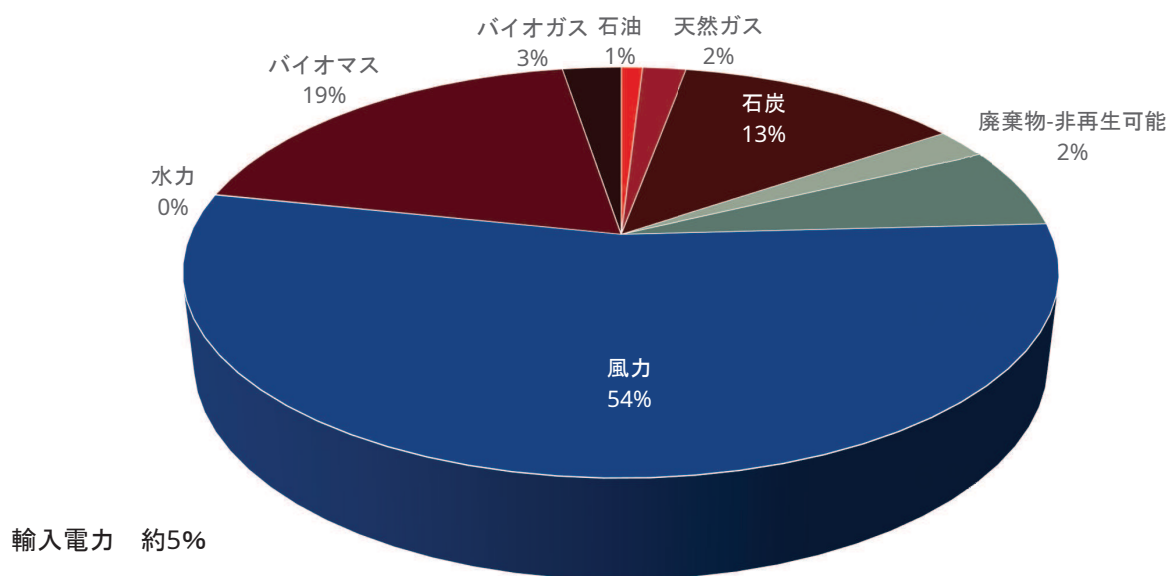
# デンマークの経済成長と エネルギー消費／CO2排出量のデカップリング



UDENRIGSMINISTERIET, MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

Danish Energy Agency [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/figurer2022\\_-\\_figures2022.xlsx](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/figurer2022_-_figures2022.xlsx)

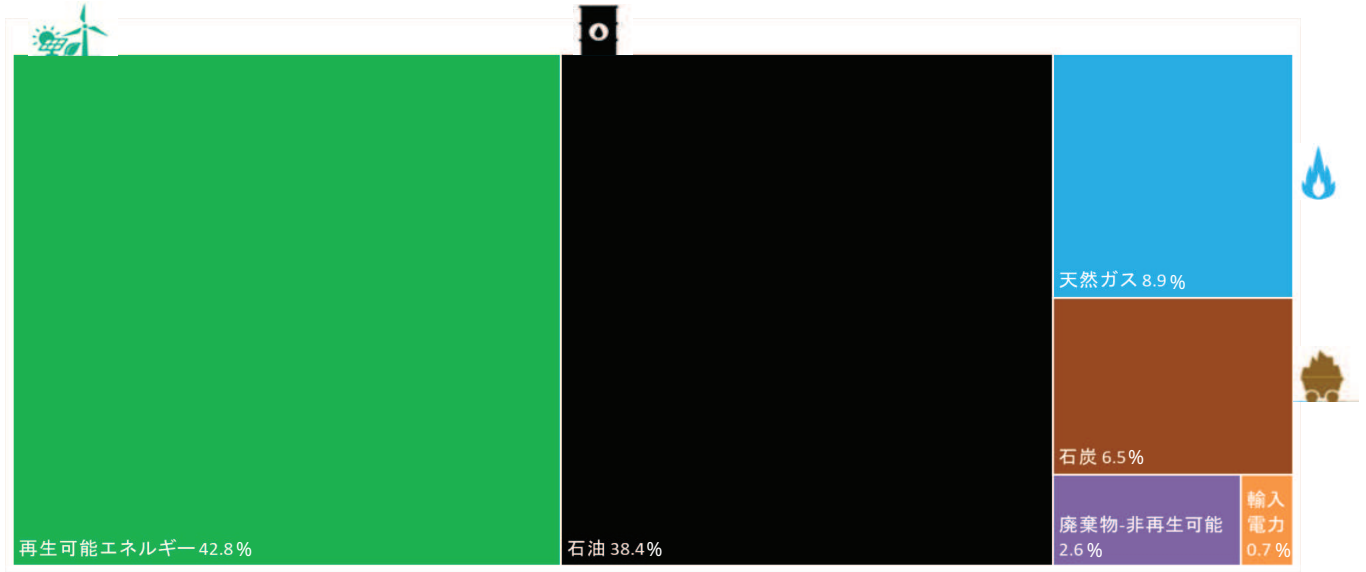
## 電源構成 (2022)



**再生可能エネルギー(風力, バイオマス・バイオガス, 太陽光) = 82%**

Danish Energy Agency [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/figurer2022\\_-\\_figures2022.xlsx](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/figurer2022_-_figures2022.xlsx)

# 最終エネルギー利用（2022）



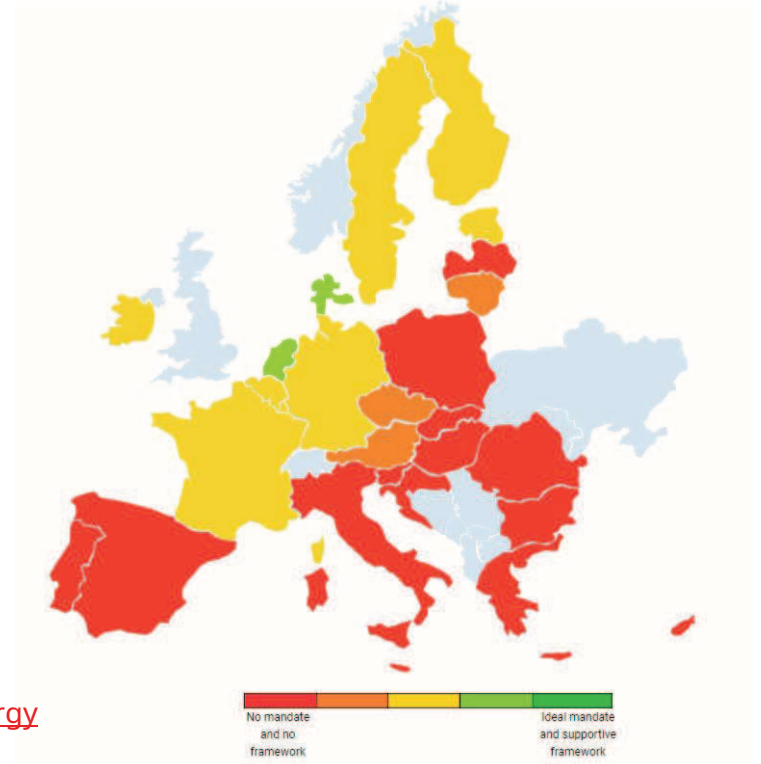
MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

Danish Energy Agency [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/figurer2022\\_-\\_figures2022.xlsx](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/figurer2022_-_figures2022.xlsx)

5

## EU TRACKER

- 2023年7月に採択されたEU指令の改正で、加盟国に対して人口4万5,000人以上の自治体においての地域の冷暖房計画を作成するよう義務付けた
- 各加盟国の指令を支援すべく施策を評価



[EU Tracker - Local heating and cooling plans - Energy Cities \(energy-cities.eu\)](https://energy-cities.eu)

MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

6

## お伝えできれば嬉しいこと、

- 熱供給がエネルギーシステムの脱炭素化に向けて果たせる役割
  - 再生可能エネルギーの活用（バイオマス⇒再生可能エネルギー由来の電力）
  - 廃熱の活用
- 熱供給が電力網への大量の変動性再生可能エネルギー\*の導入を支えていること

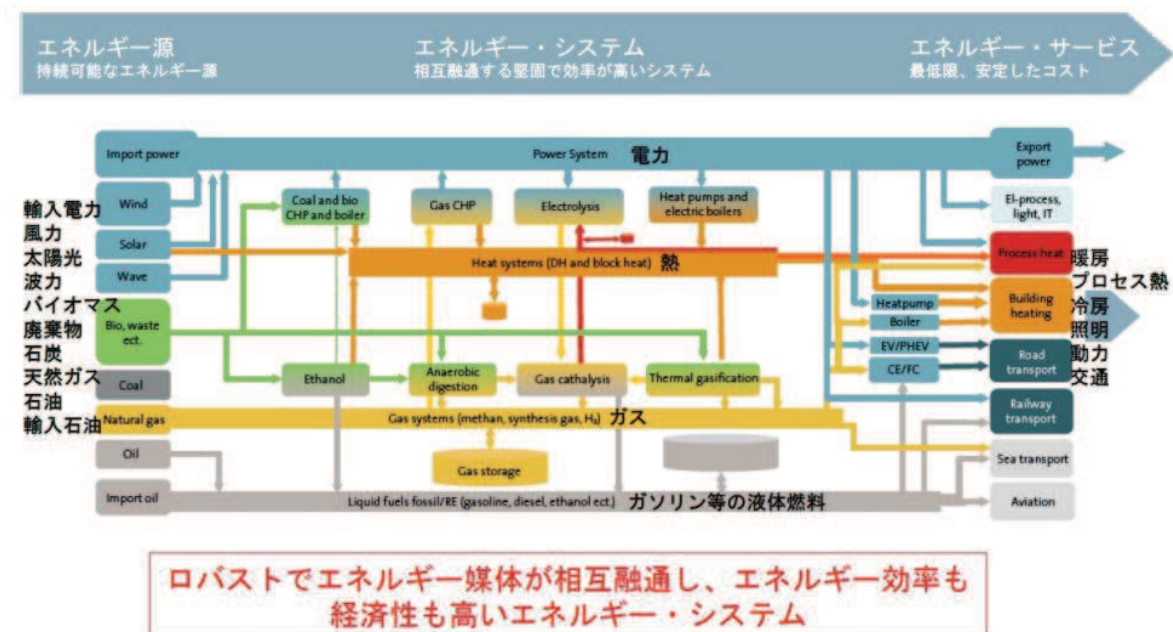
\* 太陽光、風力



MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

7

## デンマークが目指すエネルギーシステム セクター・カップリング



MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

8

## エネルギー・システムにおける熱の役割

- 新たに国のエネルギー政策が提示される度に地域熱供給は柔軟性を発揮
- 変動が大きい再生可能エネルギーの大量導入に貢献
- 長年、「電気」と「熱」のセクターカップリングを実践

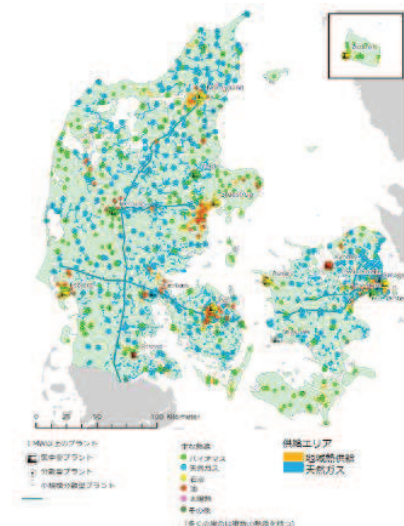


9

UDENRIGSMINISTERIET, MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

## デンマークにおける熱供給の現状

- 熱需要の約半分、エネルギー需要全体の17%が地域熱供給によって供給
- 家庭部門は約171万世帯全世帯の66%が接続
- お湯（70°C～）で供給（蒸気はほとんどなし）
- コペンハーゲンなどの6か所の大規模集中型地域熱供給が国内の供給量56%、67PJを供給
- 400か所の中小規模分散型地域熱供給が約53 PJの熱を供給
- 地域熱供給事業者の12.5%は自治体所有、85%は利用者組合など利用者が直接経営

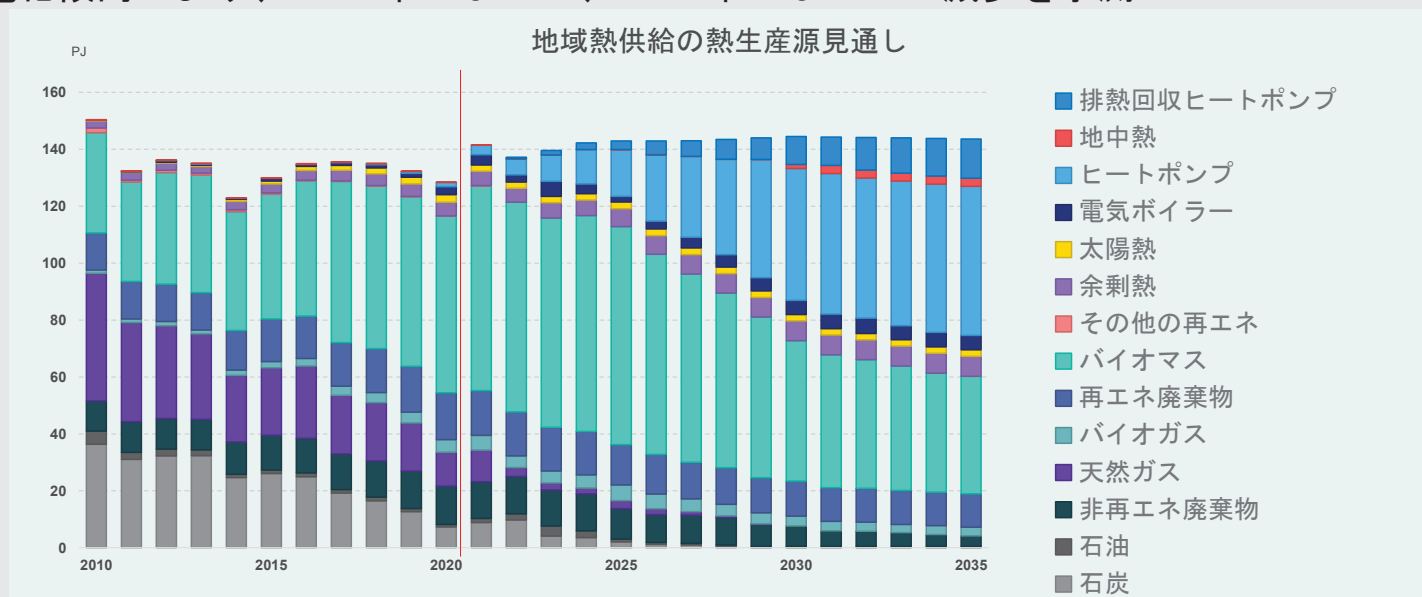


10

UDENRIGSMINISTERIET, MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

## 地域熱供給のエネルギー転換

バイオマスは、2020年には全体の48%を占め、2022年には54%でピークに電化傾向により、2030年には34%、2035年には29%に減少を予測



## 廃熱利用のポテンシャル

- CHP（コージェネプラント）
- 清掃工場
- 排熱の更なる活用
  - スーパーマーケット
  - データセンター
- 水素



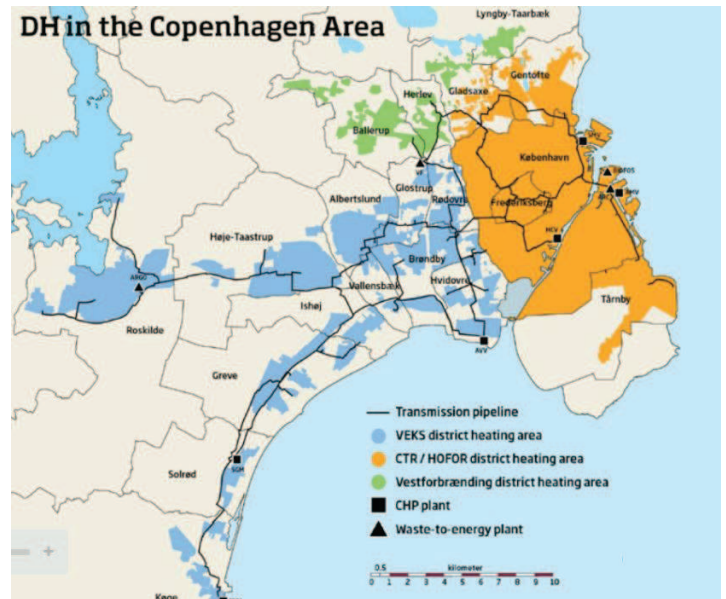


## コペンハーゲン広域の地域熱供給

- 38PJ (2020)
  - デンマーク全体の熱需要の約25%
  - 集中型コジェネプラント (2150MW)  
ヒートポンプ (50MW)  
産業排熱・下水排熱
  - 2700MWh の蓄熱槽
- 22自治体、100万人に供給

### 熱源

- 廃棄物焼却炉 (25%)
- 発電所=CHP (70%)
- ボイラー (5%)



MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

13

## 廃棄物焼却施設の排熱を、地域熱供給へ



### コペンヒル

- コペンハーゲン中心部にある「廃棄物CHPプラント」
- スキーやボルダリングもできる、市民憩いの「ごみ処理場」
- 廃棄物を燃料として発電、熱供給を行う

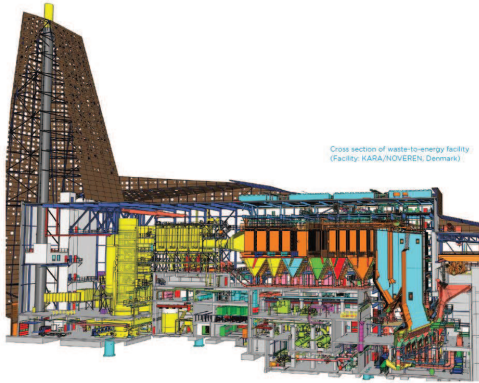
14

# 廃棄物焼却炉からの熱利用のヒント

## コンペの条件

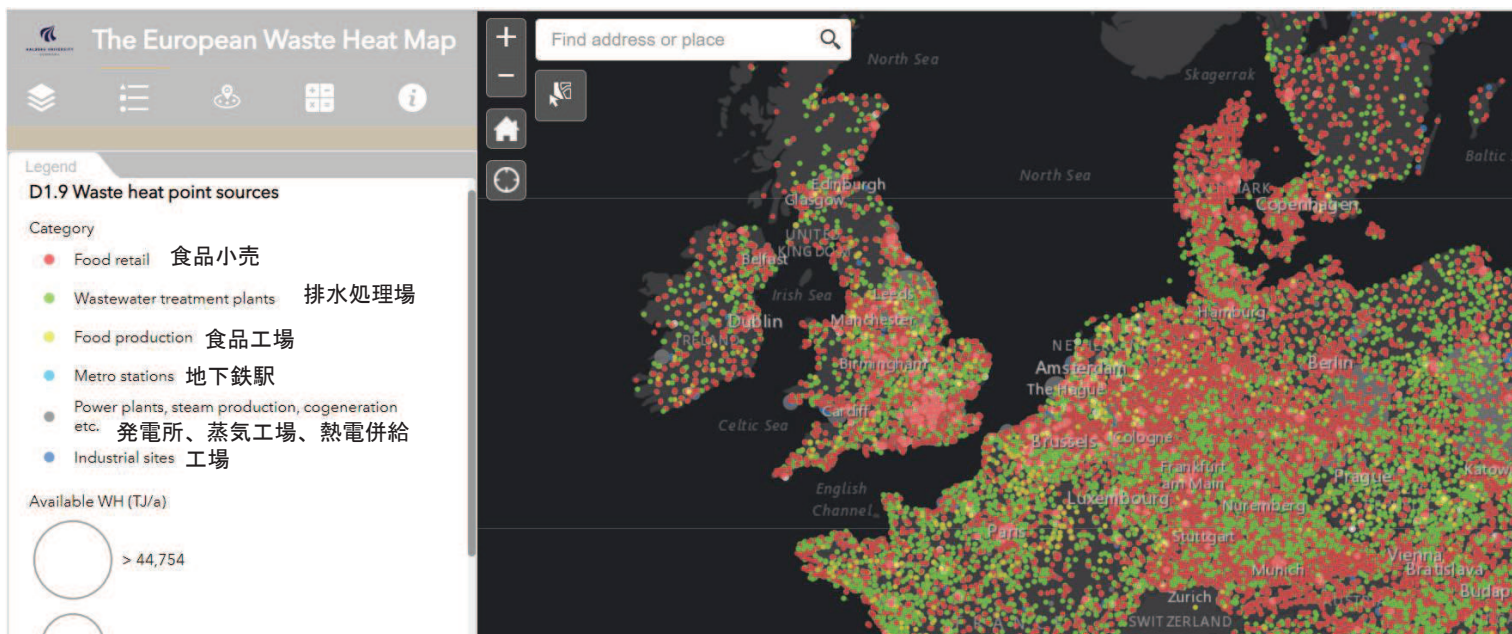
- ① 美しい建物
- ② 市民の行ける場所
- ③ 見学・学習施設

NIMBY (not in my backyard)からの脱却  
 = 熱源を熱需要の近くに立地できる



MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

# WASTE HEAT MAP



MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

Moreno D., Nielsen S. & Persson U. (2022). The European Waste Heat Map. ReUseHeat project - Recovery of Urban Excess Heat. Last update: 2022-05-31. Available at: <https://tinyurl.com/2wvh7ud7>

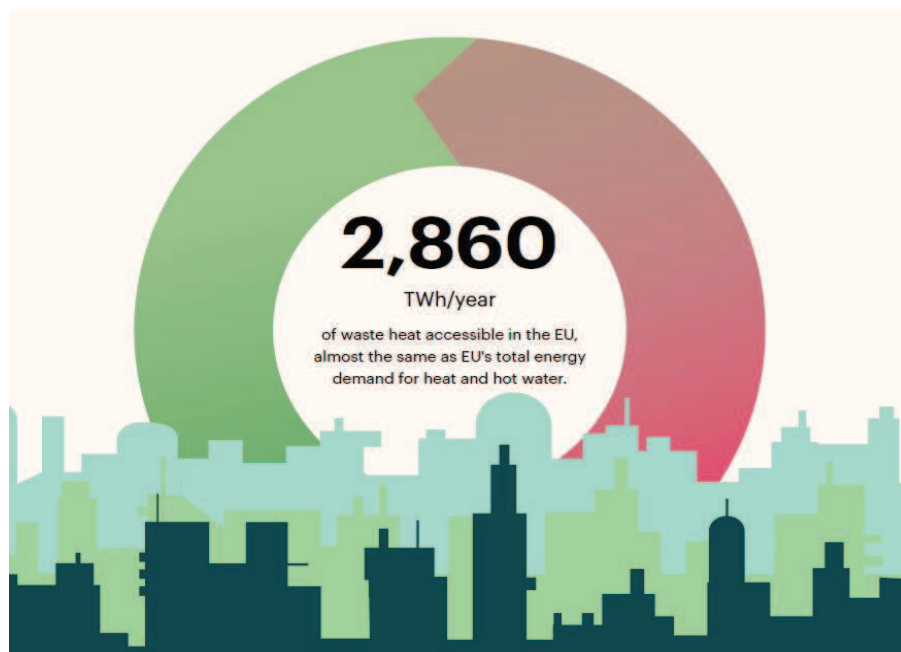
## 排熱

EU  
アクセス可能な排熱  
2,860TWh/y

民生部門の暖房・給湯需要  
3,180 TWh/y

オランダ  
アクセス可能な排熱  
156TWh/y

民生部門の暖房・給湯需要  
152TWh/y



MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

17

## データセンターからの排熱活用事例

- IEAによると2021年にはデータセンターの電力消費量220-320 TWh  
全世界の電力消費の0.9-1.3%に匹敵
- 排熱の売却を二次ビジネスに
- Facebookのデータセンターが約 125,000 MWh の熱をオーデンセ市  
7000世帯に地域熱供給を通じて無償で供給



[Surplus heat from data centre used for district heating \(stateofgreen.com\)](https://stateofgreen.com)

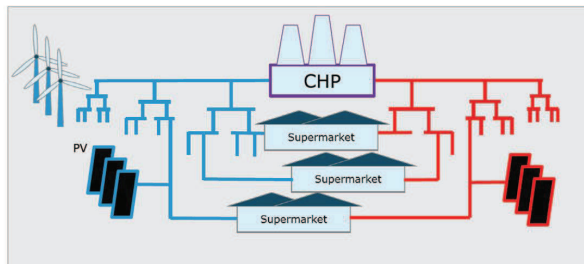
MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

18



## スーパーからの排熱の活用事例

- 冷蔵設備からの排熱利用
- デンマークのスーパーMenyでCO<sub>2</sub> 排出量89.7%削減を達成
- 回収された排熱はそのまま自家消費でも地域熱供給事業者売却も可能



[Danish supermarket cuts heating bill and CO<sub>2</sub> footprint with Danfoss Heat Recovery Unit \(HRU\) | Danfoss](#)

[Smart energy systems impact on supermarkets | Danfoss](#)

MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

19

## デンマークが水素を推進する背景

- グリーンな水素  
再生可能エネルギーの変動の吸収  
余剰電力の活用
- 排熱を地域熱供給で活用
- 運輸部門の低炭素化
- 輸出のためのグリーン燃料製造関連設備 (ガスシステム、水素パイプライン、タンカー等)
- グリーンな水素を貯蔵するための岩塩空洞

セクター・カップリングの役割を果たす



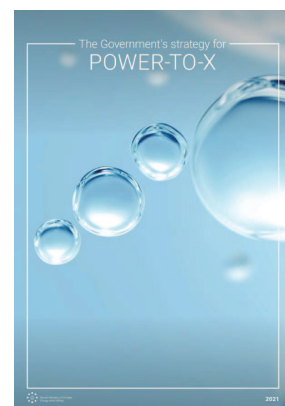
MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

## デンマークの水素戦略の特徴

- 水素輸出国を目指す（対ドイツ、オランダなど）
- 製造に関しては、グリーン水素のみに注力
- 直接電化が優先
- 電化ができない、又は異常に高い価格になる場合のみ水素活用を推奨



地域熱供給は電化の方向に向かっている

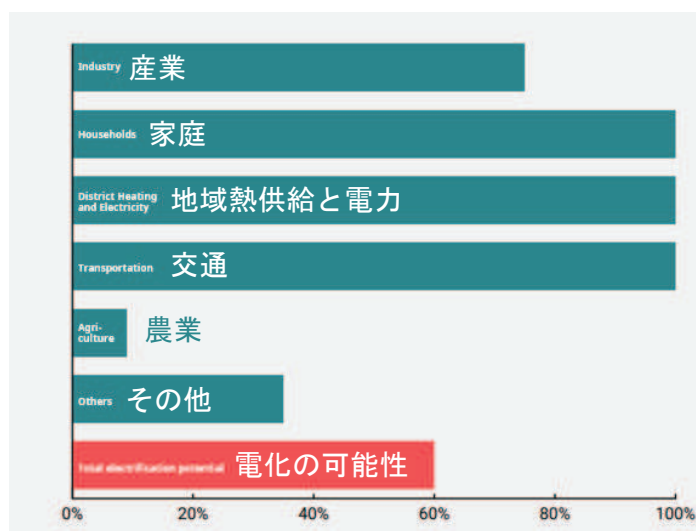


MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

[デンマーク政府のPower-to-X戦略 - State Of Green](#)

21

## 部門別の直接・間接電化の理論的可能性

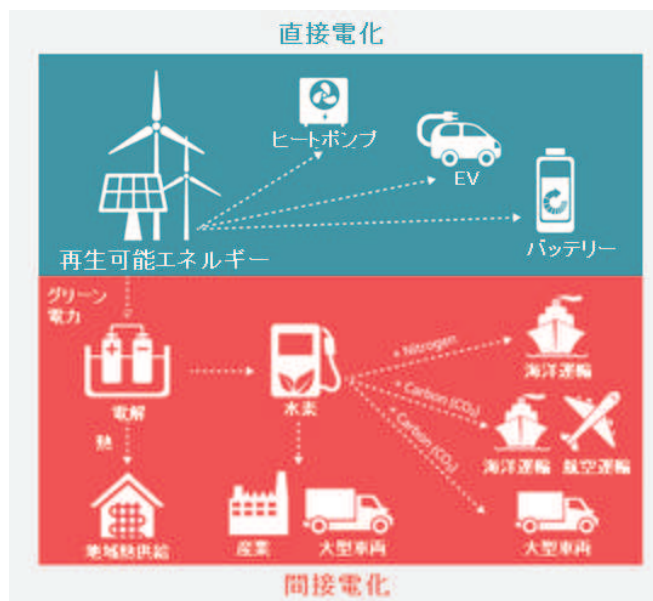


[ELECTRIFYING SOCIETY The road to a more electrified Denmark](#) (デンマーク語)

Source: Danish Ministry of Climate, Energy and Utilities

22

# デンマーク社会の電化



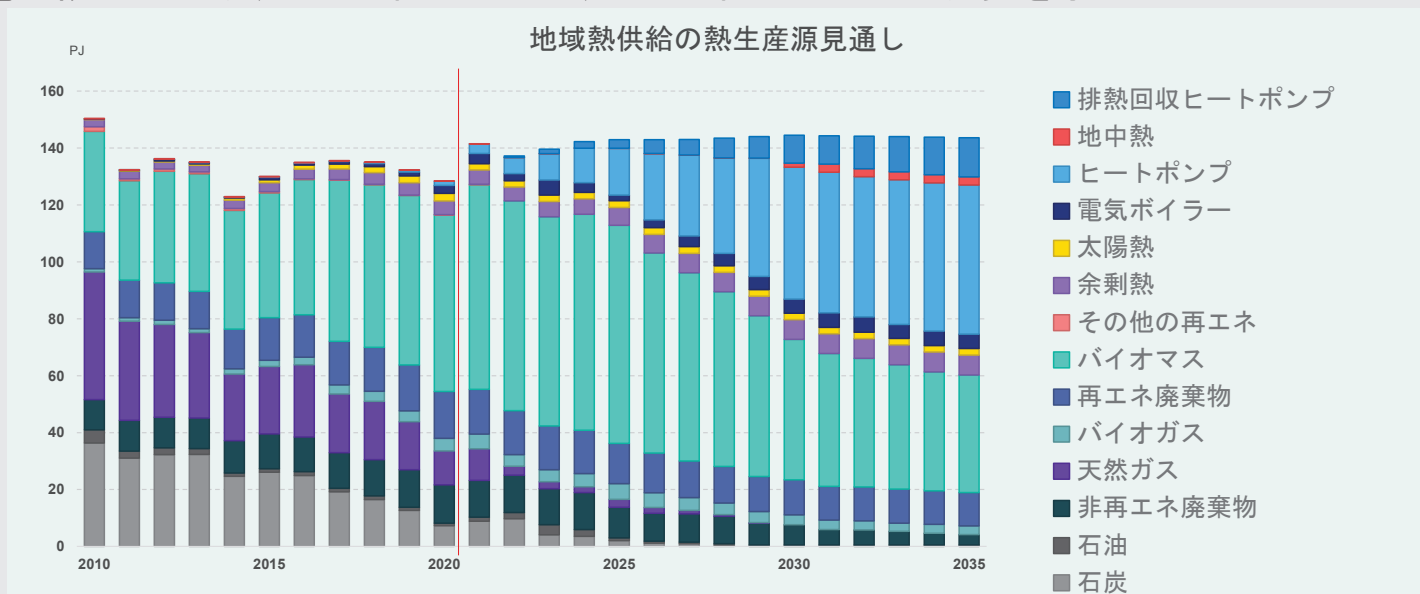
ELECTRIFYING SOCIETY The road to a more electrified Denmark (デンマーク語)

Source: Danish Ministry of Climate, Energy and Utilities

23

## 地域熱供給のエネルギー転換

バイオマスは、2020年には全体の48%を占め、2022年には54%でピークに電化傾向により、2030年には34%、2035年には29%に減少を予測



Source: DEA, Klimastatus og fremskrivning 2023 [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf23\\_sektornotat\\_8a\\_produktion\\_af\\_el\\_og\\_fjernvarme.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf23_sektornotat_8a_produktion_af_el_og_fjernvarme.pdf)

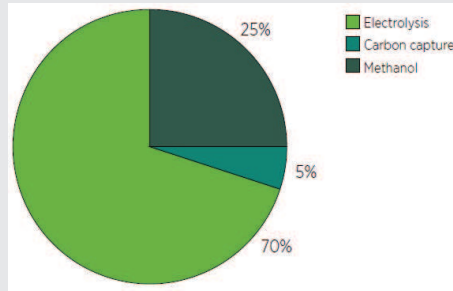
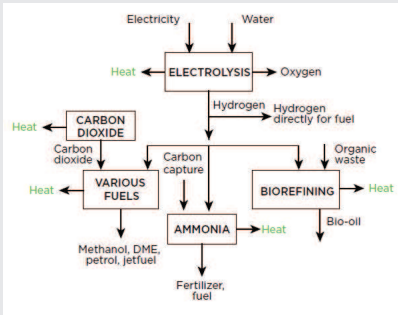
# PTXからの余剰熱の活用可能性

PtXバリューチェーンの各段階、とりわけ電気分解から多くの余剰熱が発生。  
PtX戦略でもその活用可能性について言及

PtX戦略における余剰熱利活用の可能性への言及 (p.44)

PtXのバリューチェーン

電気分解、炭素回収、メタノール生産の  
PtXチェーンからの熱生産の割合想定



出典：DANSKJERNVARME, GRØNENERGI, COWI, TVIS "POWER-TO-X AND DISTRICT HEATING"

The surplus heat generated from PtX plants could, depending on local conditions, either be used in the local district heating grid or as process heat in the value chain and in industrial contexts. The value of surplus heat depends greatly on the temperature of the heat and how often it is available. (...) If the temperature is high enough, and the heat is available for a large part of the year, the plant may potentially be of value to a district heating grid.

PtXプラントから発生する余剰熱は、地域の状況に応じて、地域の地域熱供給網で利用するか、バリューチェーンや産業界でプロセス熱として利用できる可能性があります。余剰熱の価値は、温度と利用可能頻度によって大きく異なります。(中略) 温度が十分に高く、年間を通じて多くの時間に熱を利用できるのであれば、地域熱供給網にとって価値あるものになる可能性があります。

デンマークのPtX戦略

<https://stateofgreen.com/jp/publications/%e3%83%87%e3%83%b3%e3%83%9e%e3%83%bc%e3%82%af%e6%94%bf%e5%ba%9c%e3%81%ae%e6%88%a6%e7%95%a5//>

25

# DEA「技術カタログ」より電解技術別の熱利用可能性

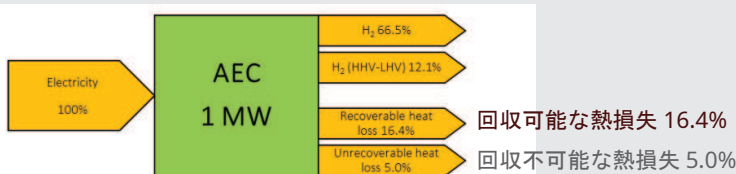


Figure 2: Energy balance (2020) for a 1 MW alkaline electrolysis cell compared on LHV basis.

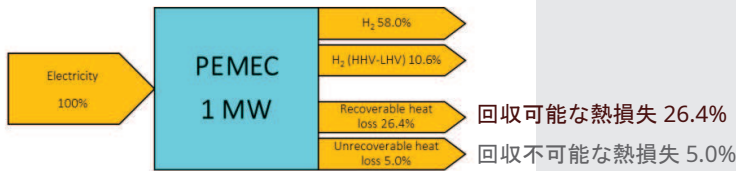


Figure 3: Energy balance (2020) for a 1 MW polymer electrolyte membrane electrolysis cell compared on LHV basis.

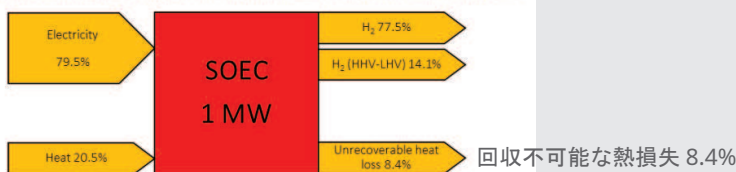


Figure 4: Energy balance (2020) for a 1 MW solid oxide electrolysis cell compared on LHV basis.

想定余剰熱温度 50-80°C

↓  
地域熱供給の供給温度によって、  
・ 直接利用 ないし  
・ ヒートポンプ併用  
の可能性があり、直接利用できる  
低温地域熱供給がコスト面で有利

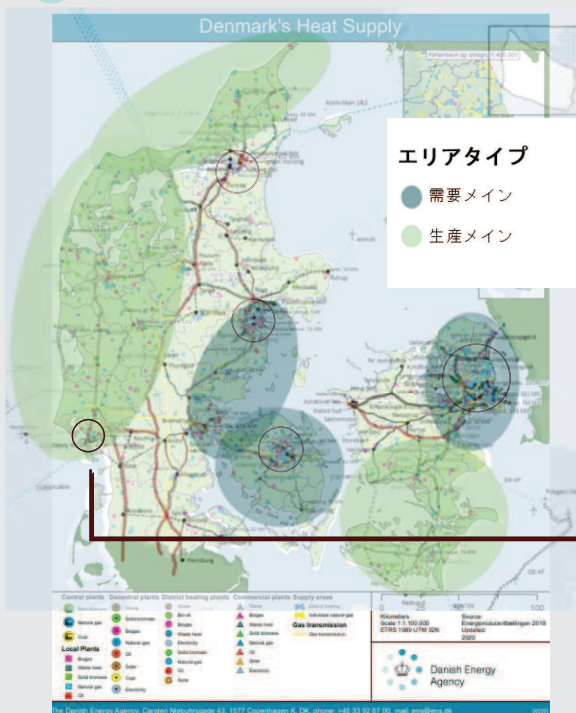
出典：DEA "Technology Data - Renewable fuels"

26

## 水素と廃熱活用

- コペンハーゲン・インフラストラクチャ・パートナーズ(CIP)社は、1GWの電解に基づくグリーンアンモニアと船舶燃料の生産から得られる余剰熱で、エスビャウ(Esbjerg)市とヴァルデ(Varde)市の一般家庭15,000軒にグリーンな熱供給を行うことができると想定
- 余剰熱の活用と電力による熱利用の料金引き下げに関する合意:  
2021年9月、PtXプラントからの余剰熱を地域熱供給を促進する法規制を利用する好ましい機会を創出する。
- [Strategi for Power-to-X \(stateofgreen.com\)](https://stateofgreen.com)

### 今後の検討内容：地域熱供給とPTXの立地



PtXは、地域熱供給に立地が近いほど

- 余剰熱の活用による熱収入が見込め、
- バイオマスプラント等からの生物由来炭素の回収に有利

一方で、風力・太陽光に近いほど

- 安価な再エネ電力へのアクセスが良く、
- 送電網強化の必要性を低減できるが、

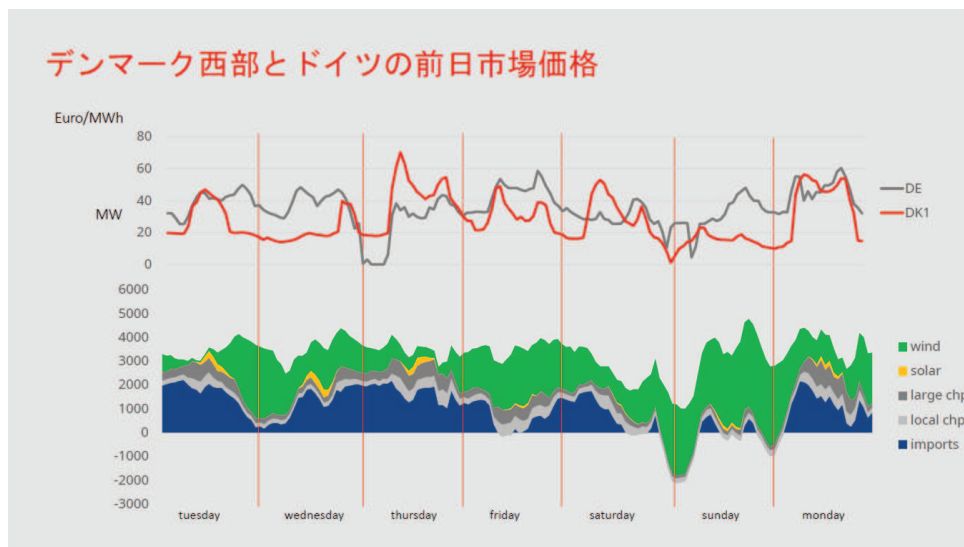
地域熱供給の分布域と風力・太陽光の立地は必ずしも重ならない

1GWの電解装置でグリーンアンモニアと船舶燃料を生産するエスビャウでは、その余剰熱を地域熱供給で15000世帯へ供給する予定であり、両方の旨味を持ち合わせた適地も一定数存在する



# セクターカップリングのプレーヤーとしての熱供給

- 蓄熱
- 電力市場との関係



MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

29

## 蓄熱の必要性

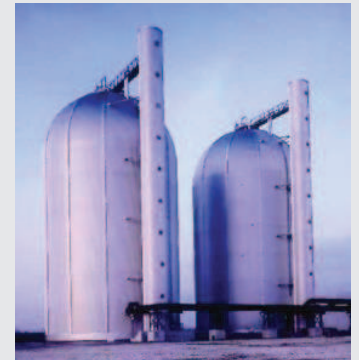
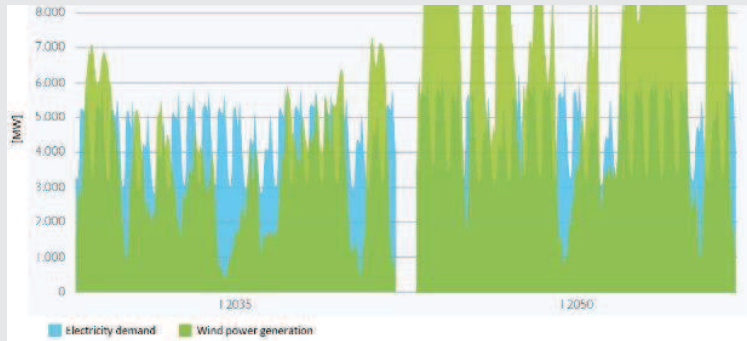
- 熱生産と消費のタイミングを分離
- 日々の蓄熱 (Daily Storage)
- 季節間蓄熱 (Seasonal Storage)



30

## 蓄熱設備 ACCUMULATOR = 電池

- 大規模の蓄熱設備は週末の電力価格が安い時にプラントを停止することができる
- 一日の中の熱需要の変動を吸収
- 売電価格の変動によって熱を(蓄熱設備から)供給
- 再生可能エネルギー(主に風力発電) 出力変動を吸収



電力供給と需要 (イメージ図)

UDENRIGSMINISTERIET, MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

## 蓄熱という選択肢

- 蓄熱は蓄電より大幅に安価
- 蓄熱規模が大規模であるほどなおさら安価

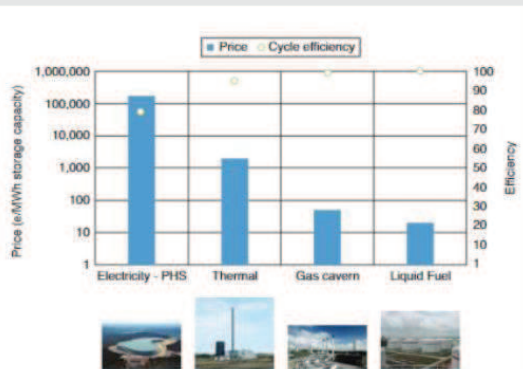


Figure 1: Investment cost and cycle efficiency comparison of electricity, thermal, gas and liquid fuel storage technologies.

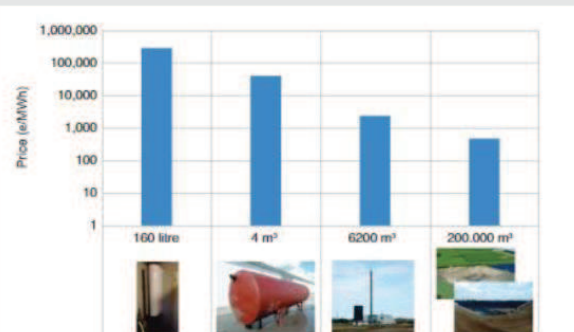
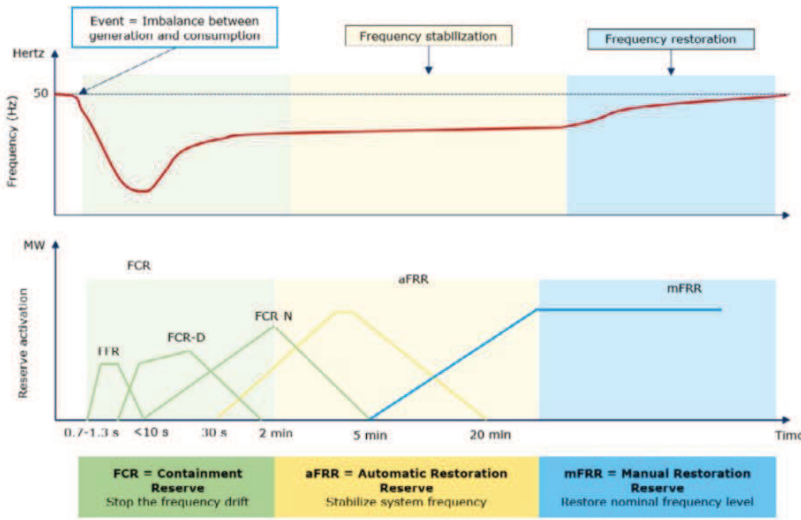


Figure 3: Investment cost comparison of different sizes of thermal energy storage technologies. The sizes correspond to storages for a dwelling, a larger building, a CHP plant and a solar DH system

Lund, H., Østergaard, P. A., Connolly, D., Ridjan, I., Mathiesen, B. V., Hvelplund, F., Thellufsen, J. Z., & Sorknaes, P. (2016). Energy Storage and Smart Energy Systems. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 11, 3–14. <https://doi.org/10.5278/ijsep.2016.11.2>

# 熱供給が電力網の安定化に大きく寄与



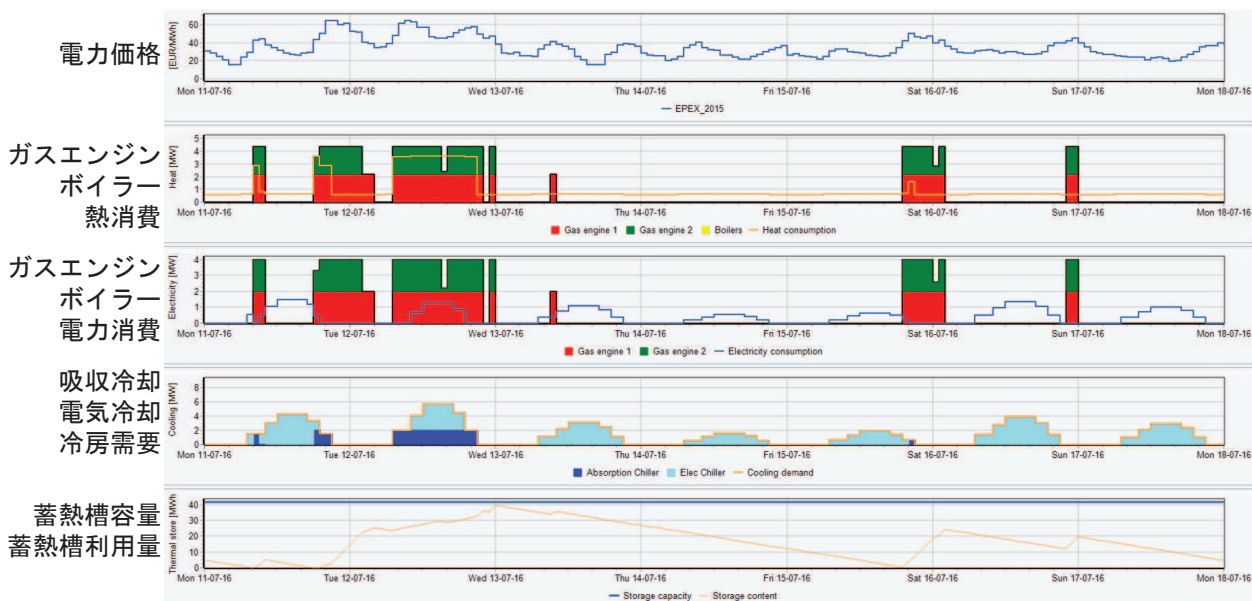
(MW)	FCR	aFRR	mFRR
DR	1.0		
電池			0.4
電気ボイラー	56.0	138.0	10.0
ヒートポンプ		0.7	
発電所	8.0		20.0
ディーゼルエンジン			3.8

[HOT|COOL NO. 2/2024 "NEW HEAT SOURCES" \(flippingbook.com\)](https://www.flippingbook.com)

MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK

33

## データ



リアルタイムデータはこちらから <http://www.energyweb.dk/skagen/?english&history>

エネルギー媒体が市場原理を介して、相互に作用しあうことで実現しているエネルギー・システム



## お伝えできれば嬉しいこと、、

- 熱供給がエネルギーシステムの脱炭素化に向けて果たせる役割
  - 再生可能エネルギーの活用（バイオマス⇒再生可能エネルギー由来の電力）
  - 廃熱の活用
- 熱供給が電力網への大量の変動型再生可能エネルギーの導入を支えていること



## 日本語での参考資料





# 令和5年度海外視察調査概要

令和6年7月30日

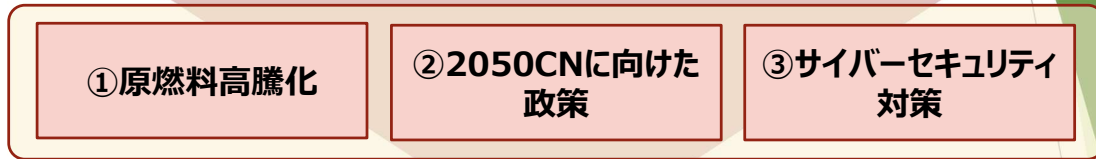
一般社団法人 日本熱供給事業協会  
海外視察調査研究会  
事務局 曾我 拓央



## 目次

1. 目的と調査概要
2. 活動経過
3. 視察行程
4. 日本からのプレゼン

## 平成28年熱供給事業自由化



厳しい事業環境

熱供給事業

①エネルギーの不安定さ、原燃料価格の高騰に対する対応	②脱炭素社会に向けた取組の方向性	③サイバーセキュリティの対応	④国際交流の深化
<p>昨今のウクライナ・ロシア情勢等による原燃料価格の高騰や夏季・冬季等での節電、省エネが叫ばれている中、地域熱供給としてどのような対応をしているか情報収集する。</p>	<p>COP26での日本のNDCに基づき、エネルギー基本計画や地球温暖化対策計画等が閣議決定され、脱炭素社会実現に向けた政策・法令等が強化されている。</p> <p>地域熱供給においてもエネルギーの面的利用等で気候変動問題への本格的対応等に向けた取組が期待されており、欧州の事例を視察し、熱供給事業者の今後の活動の参考とする。</p>	<p>今後、少子高齢化等により働き手が減少する中、産業保安を巡る課題としてスマート保安を推進していく必要がある。</p> <p>また、近年頻繁に見られるサイバーテロに対する重要インフラのセキュリティ強化が求められている。先進事例を視察し、熱供給事業者の今後の活動の参考とする。</p>	<p>地域熱供給の将来のあるべき姿「地域総合サービス事業（DTS）」を展開するため、訪問先との人脈を形成し、先進事例の情報を入手しやすい環境を整える。</p> <p>将来的には、今回の訪問先のエンジニア等を招聘し、日本で「DTS国際フォーラム（仮称）」の開催を検討していく。</p>

2023年9月27日の第1回海外視察調査研究会をキックに計5回の研究会を開催。現地視察前にデンマーク王国大使館田中上席商務官および横浜国立大学佐土原名誉教授からのご講演をいただきながら、事前調査、質問事項等の取り纏めを行った。

また、現地視察調査後も視察先への追加質問をしつつ、報告内容のとりまとめを行った。

活動経過	年月日	実施内容
募集	2023.7/10(月)～8/6(日)	・協会会員へ海外視察調査研究会への参画を募集し、21名が参画。団長事務局含め、26名。
第1回	2023.9/27(水)	・デンマーク王国大使館田中上席商務官による講義および質疑応答。 ・事前調査、課題・質問事項のとりまとめ。
第2回	2023.10/31(火)	・横浜国立大学佐土原名誉教授による講義および質疑応答。 ・事前調査、課題・質問事項のとりまとめおよび団長による講評。
第3回	2023.11/14(火)～11/23(木)	・欧州現地視察（10日間）デンマーク→ドイツ→オーストリア 団長事務局含め、23名（渡航）
第4回	2024.2/1(木)	・資料整理、報告書案とりまとめ
第5回	2024.5/17(金)	・プレ成果報告会 ・各班からの成果報告および佐土原団長による総括
報告会	2024.7/30(火)	・海外視察調査報告会（大手町ファーストスクエアカンファレンス RoomB,Cにて）

## 3. 視察行程

### 視察行程

#### 出国

コペンハーゲン 11/15(水) ①DBDH（デンマーク地域熱供給協会）訪問  
②Tårnby Forsyning訪問  
③CopenHill（廃棄物発電所）訪問

ベルリン 11/16(木) ④Vattenfall Heat Berlin訪問

ドレスデン 11/17(金) ⑤Sachsen Energie/DREWAG訪問

ミュンヘン 11/20(月) ⑥ZAE Bayern訪問

ウィーン 11/21(火) ⑦Freudenau Hydro Power Plant訪問  
⑧Spittelau Waste Incineration Plant訪問

#### 帰国



## 4. 日本からのプレゼン



## 日本の熱供給事業の現状について

令和5年11月15日

一般社団法人 日本熱供給事業協会

- 1. 日本熱供給事業協会の紹介
- 2. 日本の熱供給事業について  
熱供給事業の現況、販売熱量、原燃料使用量、供給延床面積、エネルギー効率、脱炭素化の取組、未利用エネルギーの活用状況
- 3. 普及に向けた課題  
現在の政策、課題

一般社団法人日本熱供給事業協会の概況			
設立	<ul style="list-style-type: none"> <li>●1972年（S47）8月に任意団体として設立。</li> <li>●1992年（H4）11月に社団法人。</li> <li>●2011年（H23）4月に一般社団法人に移行。</li> </ul>		
事業内容	●調査研究、普及啓発、国際交流等		
事業規模	●1.1億円（会費収入105百万円、受託収入6百万円）		
事務局	<ul style="list-style-type: none"> <li>●11名</li> <li>●専務理事：省庁出身、事務局長：ディベロッパーから出向</li> <li>●5部長：ガス会社、電力会社から出向</li> <li>●調査役：ガス会社出身</li> <li>●プロパー職員：3名</li> </ul>		
会員	正会員 特別正会員 賛助会員 合計	74社 7社 33社 114社	熱供給事業者 ディベロッパー・電力・ガス会社等 設計事務所・サブコン・メーカー等

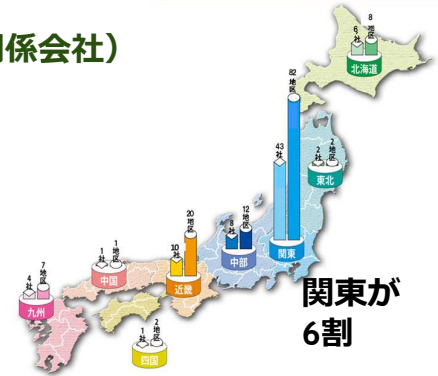


## 熱供給事業の現況

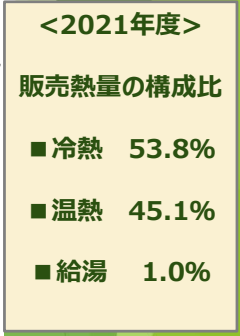
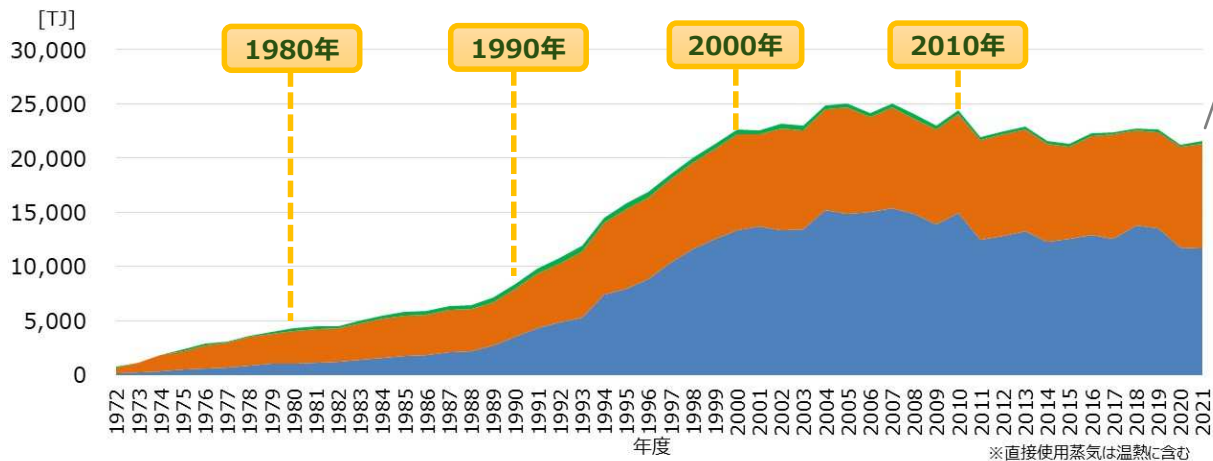
- 事業者数 : 75社 (ガス、電力、デベロッパー、鉄道などの関係会社)
- 営業地域数 : 134地域
- 供給延床面積 : 55,539千㎡
- 年間熱売上高 : 1,430億円

※ 2022/3/31現在

熱供給事業法上の熱供給事業・・・加熱能力21GJ/h以上かつ一般の需要に応じて熱供給を行う事業

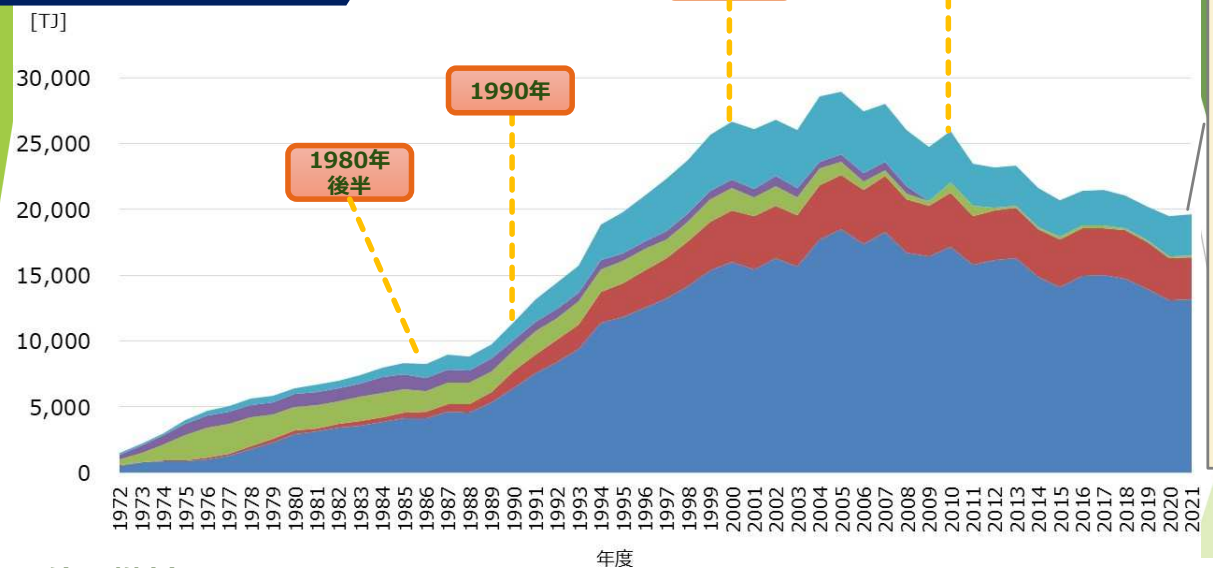


## 販売熱量の推移



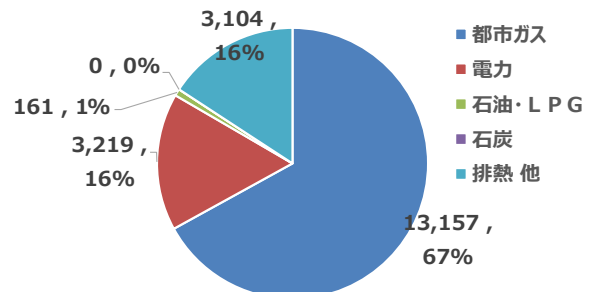
※直接使用蒸気は温熱に含む

## 原燃料使用量の推移

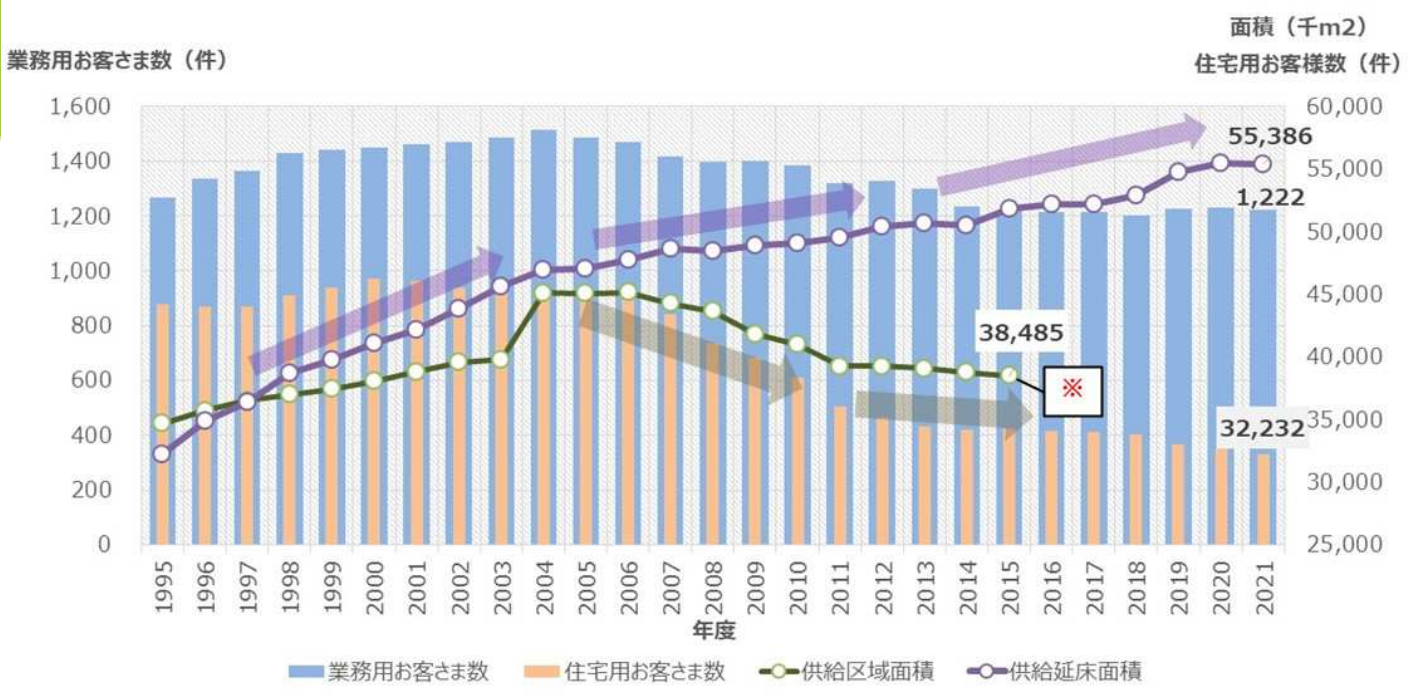


### 使用燃料

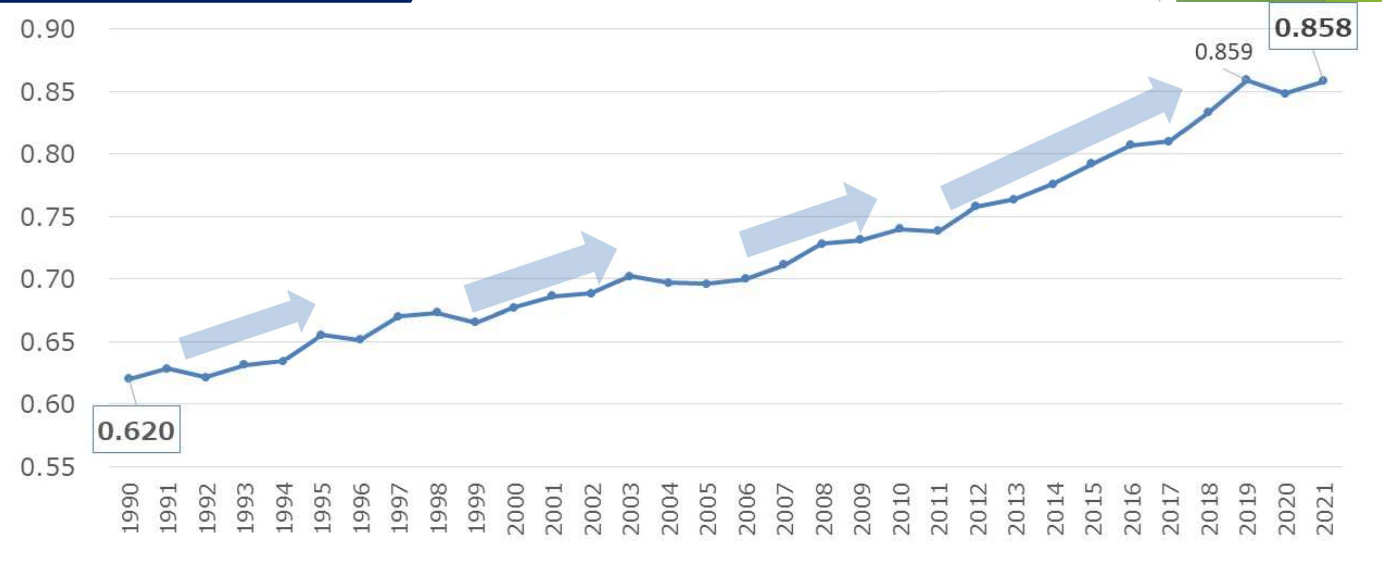
都市ガス・電力・未利用エネルギー※等  
※河川水熱、海水熱、下水熱、地中熱、  
ごみ焼却排熱など



## お客さま数・供給区域面積・供給延床面積



## エネルギー効率の推移



＜参考：エネルギー効率の指標＞

$$\text{地域冷暖房のCOP (一次エネルギー換算)} = \frac{\text{販売熱量合計 (GJ)}}{\text{原・燃料の一次換算エネルギー使用量 (GJ)}}$$

## エネルギー効率の向上

コージェネレーションシステムや蓄熱槽の導入地域

(重複あり)

設備名	形態等	地域数
コージェネレーションシステム導入	自社保有	33
	排熱回収	24
ヒートポンプ&蓄熱システム導入		47
蓄熱槽導入	水蓄熱槽	61
	氷蓄熱槽	29

## 脱・低炭素化への取組

再生可能エネルギー・未利用エネルギー活用地域

《合計37地域(重複あり)》

活用形態	地域数
太陽熱	3
ごみ焼却排熱	5
変電所・変圧器排熱	4
廃棄物・RDF	1
木質バイオマス	2
発電所抽気熱源	1
中水熱・下水熱等	9
河川水熱	4
海水熱	4
地下水・地下トンネル熱	3
地中熱	1
雪氷熱	1

排熱の利用が進んでいない

# 未利用エネルギーの活用事例

## 未利用エネルギーの活用事例

**北海道地区**

- 札幌市都心：木質バイオマス
- 札幌市厚別：廃棄物（RDF）木質バイオマス
- 札幌市真駒内：廃棄物（ごみ）
- 札幌駅北口再開発：雪氷熱

**東北地区**

- 盛岡駅西口：下水、変電所排熱

**中部地区**

- 富山駅北：河川水
- ささしまライブ24：下水再生水、太陽熱
- 中部国際空港島：海水

**関東地区 (東京都以外)**

- 箱崎：河川水
- 高崎市中央・城址：地下水
- 新川：変電所排熱
- 幕張新都心ハイテク・ビル群：下水処理水
- 宇都宮市中央：変電所排熱
- 千葉ニュータウン都心：廃棄物（ごみ）

**東京都**

- 東京臨海副都心：廃棄物（ごみ）
- 田町駅東口北：地下水、太陽熱
- 光が丘団地：廃棄物（ごみ）
- 品川八潮団地：廃棄物（ごみ）
- 後楽一丁目：下水、中水
- 東京スカイツリー®：地中熱

**近畿地区**

- 中之島2・3丁目：河川水、変電所排熱
- 天満橋一丁目：河川水
- 大阪南港JFEスチール：海水
- 西郷：発電所抽気

**中国・四国地区**

- 高松市番町：地下水、中水熱
- リポート高松：海水

**九州地区**

- シーサイトももち：海水
- 下川端再開発：中水
- 西鉄福岡駅再開発：変電所排熱

**河川水熱利用の例**

**廃棄物熱利用の例**





## 脱炭素化の政策

- **第6次エネルギー基本計画（経済産業省）2021年10月**  
**効率的な熱供給の推進**  
 （コジェネや廃熱利用等エネの面的利用）  
 →地域の省エネへの貢献+レジリエンス強化を後押し。
- **地球温暖化対策計画（環境省）2021年10月**  
 業務中心地区等への**地域熱供給の導入に係る自治体の取り組みに強く期待。**  
 エネルギーの面的利用は「**気候変動×防災**」上望ましい。
- **国土形成計画（国土交通省）2023年5月**  
**コージェネレーションや下水熱等の都市廃熱の利用の推進。**



高効率設備の導入目標のように、  
 地域熱供給に関わる具体的な目標値の設定がされれば、  
 普及していくのではないかな。

## 熱需要の減少

再生可能エネルギーの普及や需要家の減少や省エネが進み、近年販売熱量は減少傾向。

## 法律が整備されていない

法令による導入義務や規制がない。一部の自治体の条例では、規模の大きい再開発では、熱供給導入の検討義務はある。

## インセンティブの不足

DHCの普及を促進するための経済的なインセンティブ（税制優遇や補助制度）が少ない。

## 原燃料の高騰

電力・ガスは原燃料費調整制度を導入しているが、熱供給事業者のうち自由化分野はその制度を導入できているが、規制分野については、導入できていない。

## 未利用エネルギー導入のハードルの高さ

河川水利用や海水利用等環境アセスメントはなされるが、具体的に導入していくための指針等がない。

## 環境意識の低さ

地域全体として、環境負荷低減よりもコストメリットを優先するため、個々の省エネは進むが、地域熱供給としては導入されにくい。

# (ご参考) メタバースサービス



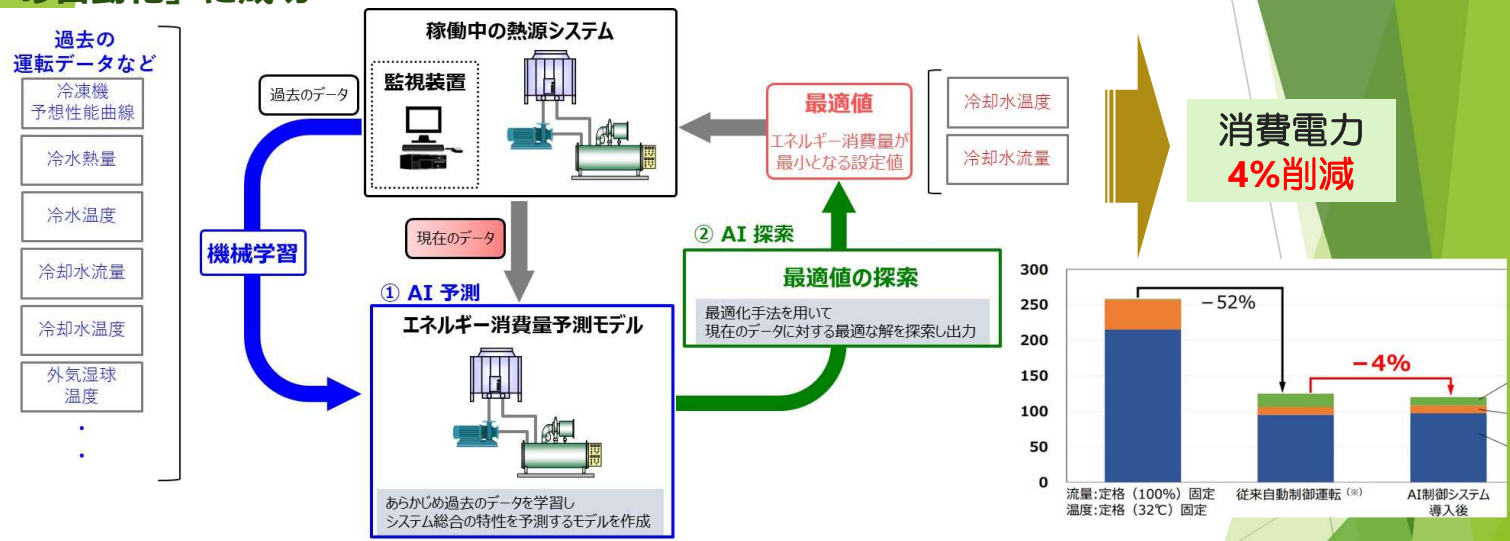
- ・シンポジウムや表彰式、セミナー等様々なイベントを開催。
- ・共同溝やプラントの中の見学も可能。

- メリット
  - ・再開発計画等へ事業展開 ⇒ 需要拡大・利益拡大
  - ・住民自らがエネルギーを考える ⇒ 地域活性化、熱密度増 ⇒ 熱需要拡大

参照URL) [https://miraiz.chuden.co.jp/info/press/1210424\\_1938.html](https://miraiz.chuden.co.jp/info/press/1210424_1938.html)

街と歩む、街を支える。 さわやかな世界をつくる  
**丸の内熱供給株式会社 SHINRYO**

地域冷暖房業界で初めて、「冷凍機システムのエネルギー消費量が最小になる最適運転の自動化」に成功



**AI 制御システムの概要**

AI予測とAI探索を適用した大規模熱源向けの制御システム。

「AI予測」・・・機器特性を学習し予測モデルを作成⇒ 機器特性の変化（例：経年劣化など）を運用に反映可能

「AI探索」・・・稼働中の熱源システムに対して、継続的にエネルギー消費量の最適値を探索し、出力・制御

➢ 本システムにより、気象条件や負荷変動により刻々と変わる最適値を求め、人為的判断では困難であった最適設定を実現し、エネルギー消費量の低減を図る。

ご清聴ありがとうございました。

一般社団法人 **日本熱供給事業協会**  
**事務局 曾我 (soga@jdhc.or.jp)**



## デンマークにおける地域熱供給

令和6年7月30日

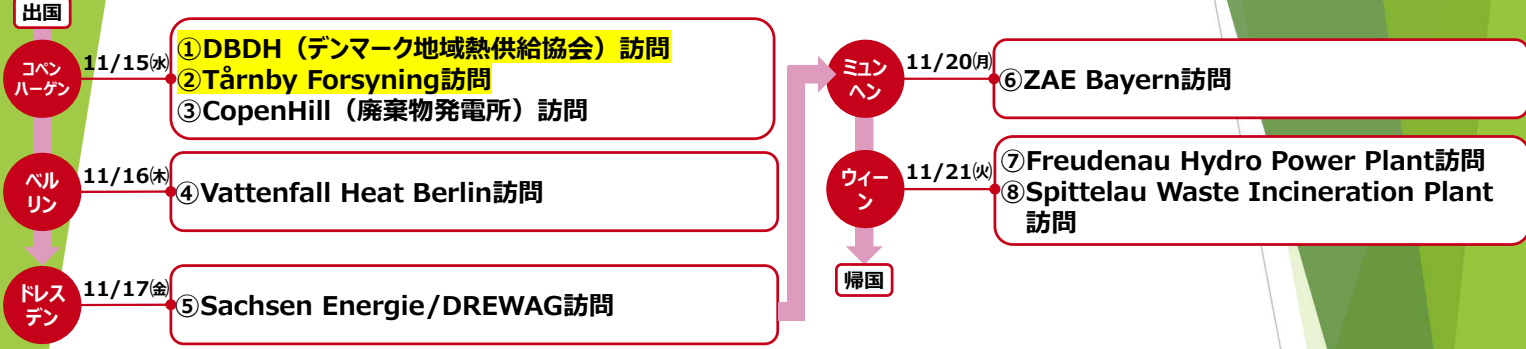
一般社団法人 日本熱供給事業協会  
海外視察調査研究会  
D班班長 水守 博史

## 目次

1. デンマーク・コペンハーゲンについて
2. デンマークのエネルギー概況
3. コペンハーゲンの地域熱供給概況
4. カーボンニュートラルに向けた展望
5. 欧州視察を終えて ～日本の熱供給事業のこれから～



## 視察行程



訪問日時	2023年11月15日(水)10:00~13:45
場所	デンマーク地域熱供給協会 会議室→Tårnby Forsyning社現場視察
説明者	Ramboll社 : Anders Dyrelund, CTR社 : Jan Hindsbo (責任者、副ディレクター・テクニカルディレクター) Tårnby Forsyning社 : Raymond Skaarup (所長)

**CTR社概要**

**設立** : 1984年 5自治体により設立された非営利会社 (19の市をカバー、4システムを統合)

**従業員** : 39名。

**供給規模** : 34,500TJ (9,600GWh) 、50万軒  
⇒デンマークの熱需要の約25%  
⇒TGESの約10倍、日本21,574TJ/yの約1.6倍。

**メンテ** : 11.5万件/年の計画をシステムで管理。設備は3万台。

**Ramboll社概要**

**設立** : 1945年

**事業規模** : 北欧・英国中心に世界35か国に展開。  
収益19億€→約3,040億円

**従業員** : 18,000人。

**事業** : 建物・輸送・IT・エネルギー・環境等多岐にわたるコンサルとソリューション

**Tårnby Forsyning社概要**

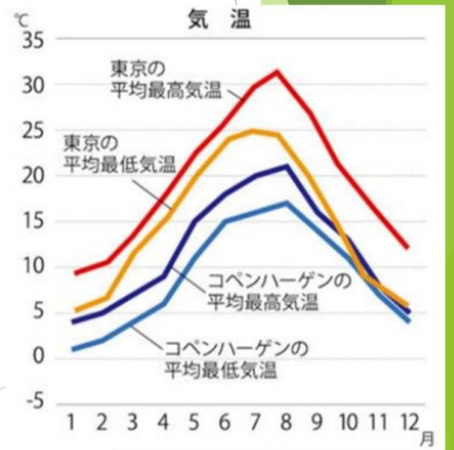
**設立** : 2010.1.1, Tårnby市所有

**事業** : 上下水道、廃水処理、地域冷暖房事業 (非営利)

# 1. デンマーク・コペンハーゲンについて

## (1) 地理と気候

- ・デンマークは北欧に位置し、人口596万人 (日本の約1/20) 、国土4万3,098km<sup>2</sup> (グリーンランドを含むと217万km<sup>2</sup>、日本は38万km<sup>2</sup>) 、幸福度が世界第2位の国。日本は56位。
- ・コペンハーゲン市はデンマークの首都。人口 660 千人(2023 年)、「北欧のパリ」とも言われている。
- ・気温は、1,2 月は 1~5℃程度、7,8 月は15~21℃程度。年間通じ降雨があり、年間降水量は日本の6割程度。



## (2) 建築と環境

- 都市部は**古い建築物**が多く、建物同士が隣接しており、建替えではなくリニューアル、補修を繰り返し使用が継続されている。空調方式は**セントラル方式が主流**である。
- 環境意識が高く、多くの市民が自転車を利用。国土が平らで高低差がないことも自転車の利用者が多い要因の一つになっている。



(写真：コペンハーゲン市内の建築物)



(写真：朝の出勤風景)

## (1) デンマークのエネルギー政策

- 古くから重油の地域暖房が普及、1973年のオイルショックを経て、天然ガスシフト、熱電併給発電所および地域暖房が推進された。
- 1976年、デンマーク・エネルギー政策『電力供給法』において、「**新規の火力発電設備は全て熱電併給（CHP）であるべき**」と明記。
- 更には、世界でいち早く原子力に依存せず「2050年までに化石燃料を使わない社会」を掲げ、省エネと再エネを軸に取組み推進。
- その中で**熱利用がカギ**を握っており、**地域暖房に大きな期待**。

デンマークにおけるエネルギー動向	
1973年	オイルショック
1976年	「電力供給法」にて「 <b>熱電併給</b> 」を明記
1981年	エネルギー利用 <b>効率の向上</b> 、エネルギー源の <b>分散化</b>
1985年	「 <b>原子力発電に依存しない公共エネルギー計画</b> 」を議決
1996年	2030年までに <b>二酸化炭素排出量を半減</b> させる
2007年	2025年までに <b>再生可能エネルギーの割合を30%</b> に高める
2011年	2050年に <b>化石燃料を使わない社会</b> を目指す

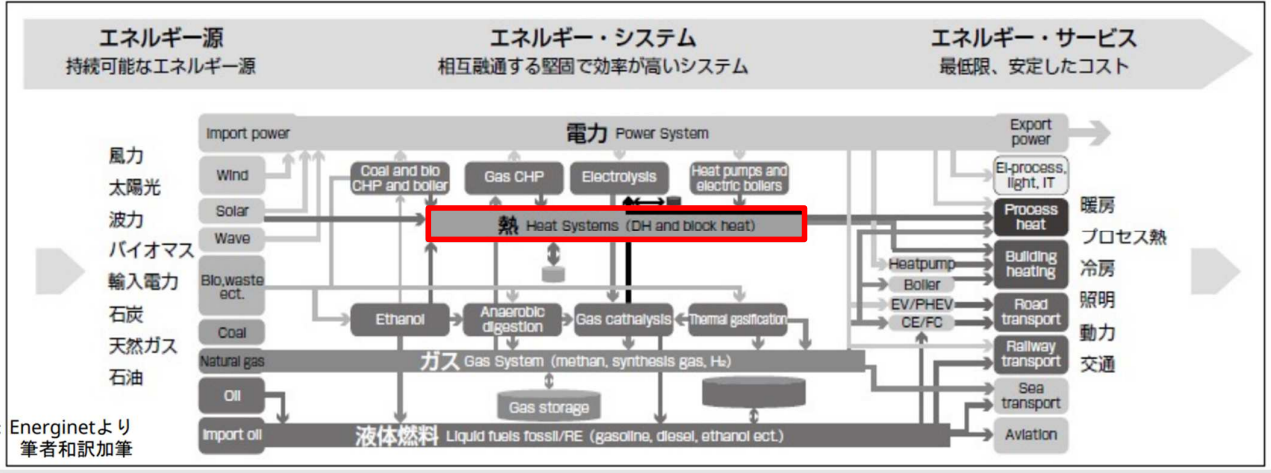


## 2. デンマークのエネルギー概況

### (2) デンマークのエネルギーシステム

- 「**セクターカップリング**」と呼ばれ、電力、熱、ガス、ガソリンなどの液体燃料のエネルギー媒体が**相互融通**でき、エネルギー効率も経済性も高いエネルギー・システムである。
- 本システムでは**再生可能エネルギーの変動を吸収**し、相互融通する必要があり、その重要な役割を「**熱**」が果たしている。

エネルギー源 持続可能なエネルギー源      エネルギー・システム 相互融通する堅固で効率が低いシステム      エネルギー・サービス 最低限、安定したコスト



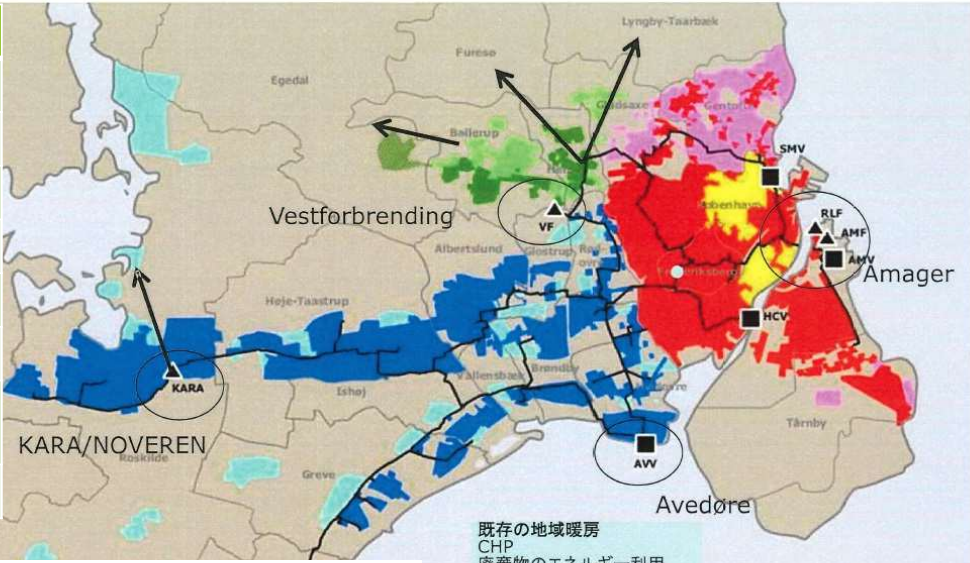
(引用: Takahashi20211026.pdf (isep.or.jp))

## 3. コペンハーゲンの地域熱供給概況

### (1) コペンハーゲンの地域熱供給の概要

- デンマークでは**発電所が熱電供給**であるため、この**排熱を搬送**する会社を自治体が所有し、**地域への熱供給**を実施している。

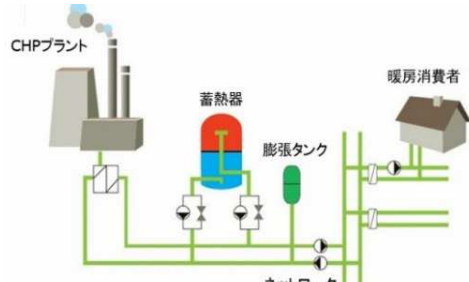
主要項目	主要データ
生産量	10,000GWh/年
最大負荷	約3,000MW
熱販売量	8,500GWh/年
暖房床面積	6,000万㎡
熱損失	15%
熱搬送網	全長160km
送り温度	通常80~110℃、最高120℃
戻り温度	約50%



(引用: Rambøll Energy Denmarkプレゼン資料)

#### (2) コペンハーゲンの地域熱供給システム

- 熱電併給プラントの多くは蓄熱設備（アキュムレーター）を備え、電気需給状況によって変動する売電価格に基づいて運転制御を行う。
- 電力価格が高いとき（通常は朝と夕方）に設備を稼働させ売電し、熱は日中に必要となるまで蓄熱槽に蓄える。
- 蓄熱は経済的にも環境的にもシステム最適化の役割を担っている。



(引用：Rambøll Energy Denmarkプレゼン資料)

- 地域冷房市場はまだ小さいが、オフィスや商業施設向けに、冷水蓄熱槽、冷温水のコージェネ、季節間蓄熱など導入が始まっている。
- 第4世代熱供給への移行が開始。ポイントの1つが供給温度の低下。低温化により送熱ロス低減、産業余剰熱や再エネ（太陽熱、地中熱）の利用が可能となる。

#### (3) コペンハーゲンの地域熱供給の経済性等

- 熱料金は地域により異なるが価格設定方法は法律で定められている。
- 熱供給事業者は非営利でなければならず、管轄する独立機関が適正価格を監視している。
- 清掃工場で電気と熱を生産し、排熱を100%利用しているため、エネルギー効率100%を実現している。
- 昨今のエネルギー価格、物価高騰は熱料金へ反映している。
- バイオマスのうち木質ペレットを除く藁、木質チップは軽油や天然ガスなど化石燃料と比べ安価な原材料であり価格も安定している。

<料金体系>

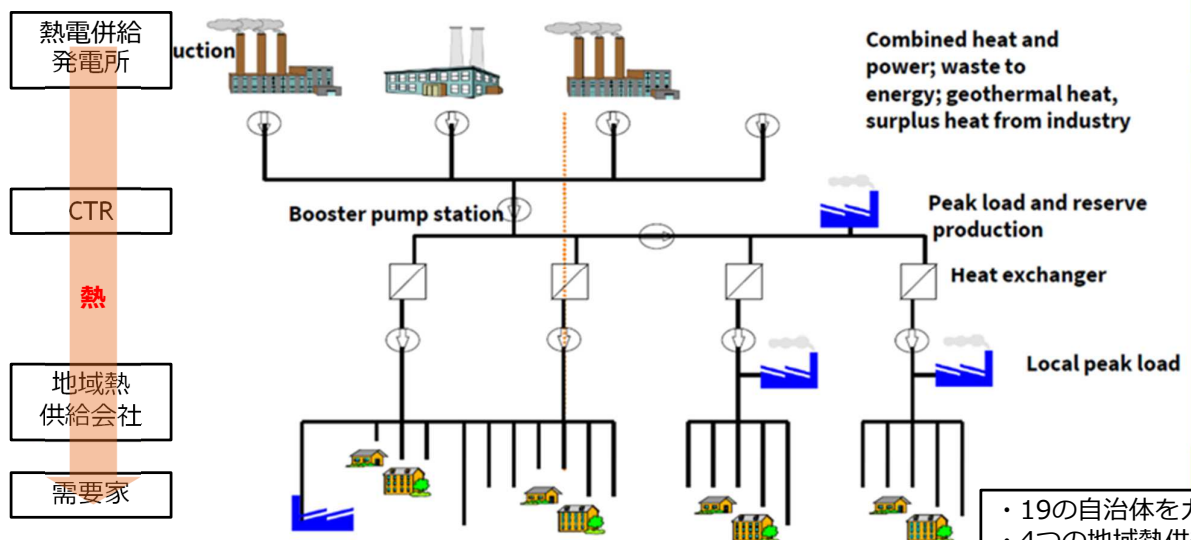
- ①接続料金（加入時のみ支払い）
- ②年間料金
  - a.基本料金
  - b.キャパシティ料金（容量基準料金）
  - c.エネルギー料金（従量料金）
  - d.モチベーション料金（割引料金）



### 3. コペンハーゲンの地域熱供給概況

#### (4) CTR

- コペンハーゲン首都圏の5つの自治体により設立された**非営利の会社**。
- CHPの熱、ごみ焼却場の排熱**を**中継導管網**を通して地域熱供給会社に販売、熱需要家には、地域熱供給会社が販売。
- ポンプ、熱交換器、予備・ピーク負荷用ボイラーを所有。



(引用：CTRプレゼン資料)

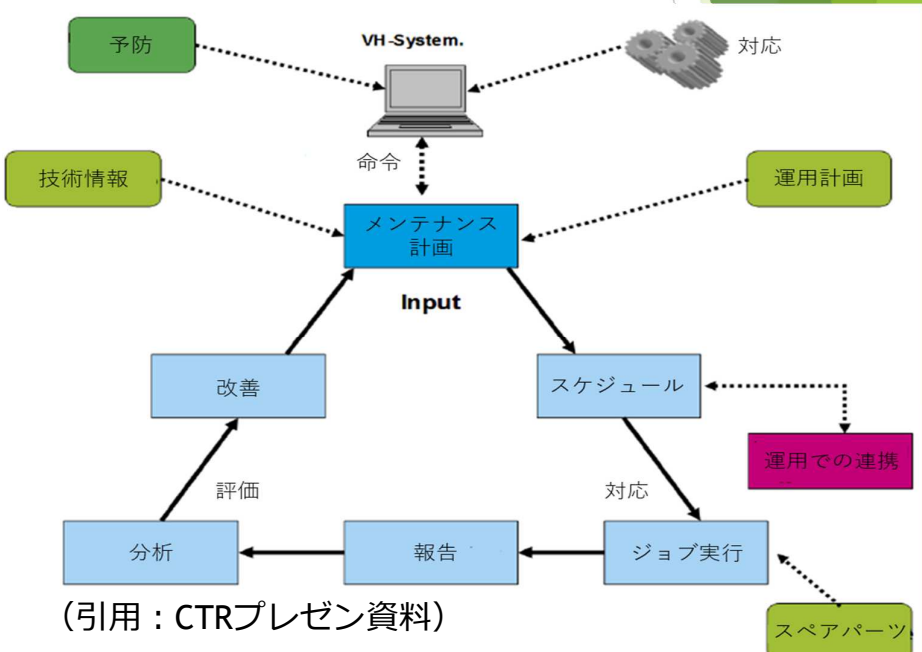
- 19の自治体をカバー
- 4つの地域熱供給システム
- 25の地域熱供給会社
- 500,000の最終利用者
- デンマークの熱需要の約25%

### 3. コペンハーゲンの地域熱供給概況

- 24時間の運用保守を行い**全体の供給保証に責任**を持っている。
- 年間約115,000件実施される予防保全は、セントラルコンピュータシステムにて管理され、サービス会社が自動的にジョブを受け取り修復すれば返送される。
- セントラルコンピュータには**3万台の機器データ**や**メンテナンス履歴**が登録されている。



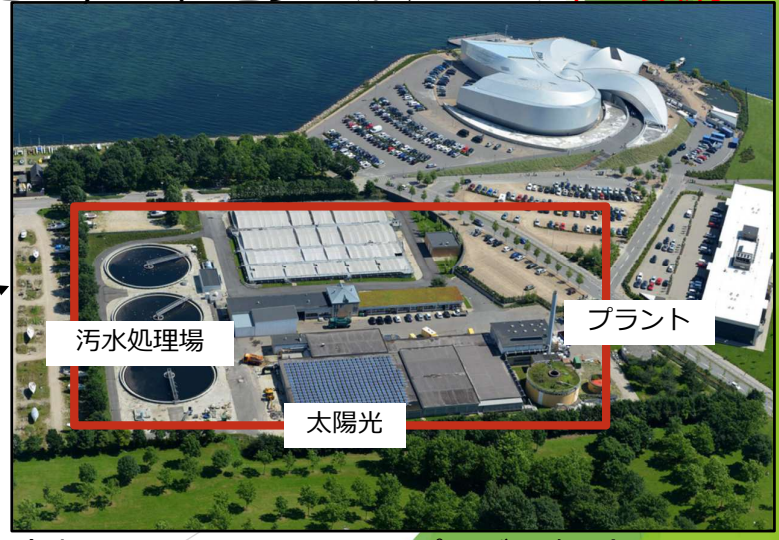
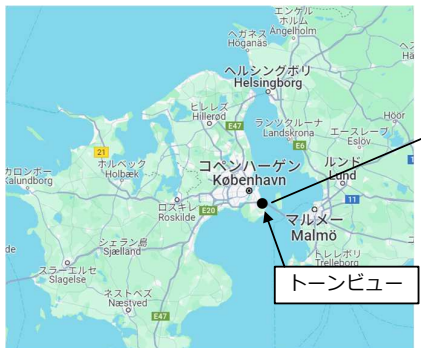
(写真：CTR中央監視室)



(引用：CTRプレゼン資料)

#### (5) Tårnby Forsyning (トーンビューフォーシニング) 社

- ・2010年1月1日に非営利企業として設立。オーナーは、Tårnby市。
- ・上水供給、下水及び廃水処理、暖房・冷房供給を業務としている。
- ・約20,000人の市民と空港に熱供給を行っている。年間620TJ。
- ・2028年までに12,500戸（主に集合住宅、戸建て）に拡大、年間の熱量は450TJ増加、配管総距離90kmになる計画。
- ・5年後の2028年までに新顧客を12,500戸と多いが、2022年に政府は天然ガスを止めると宣言。多くは地域暖房になる。
- ・個別にヒートポンプ導入も検討されており、競合となる。



(引用：Tårnby Forsyningプレゼン資料)

- ・ヒートポンプと2,000m<sup>3</sup>の冷水蓄熱タンクで構成。  
 <ヒートポンプの仕様>  
 冷水15℃/8℃、温水75℃/90℃  
 8基、加熱能力6MW、冷却能力5MW、冷暖同時可能
- ・冬季は蓄熱。余剰が出る場合は、下水へ放熱。温水は蓄熱できないため、下水へ放熱。
- ・冷水は、ホテルと薬品会社に供給。CTRに属しており、温水は補助として製造。
- ・電力は、ネットワークから購入。



(写真：プラント内)

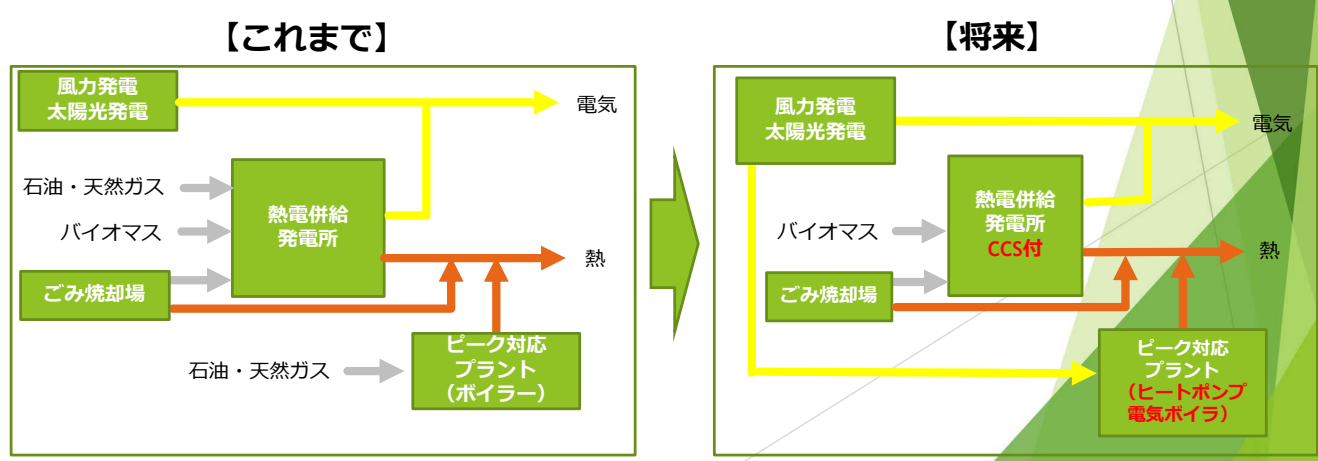


(写真：冷水蓄熱タンク)

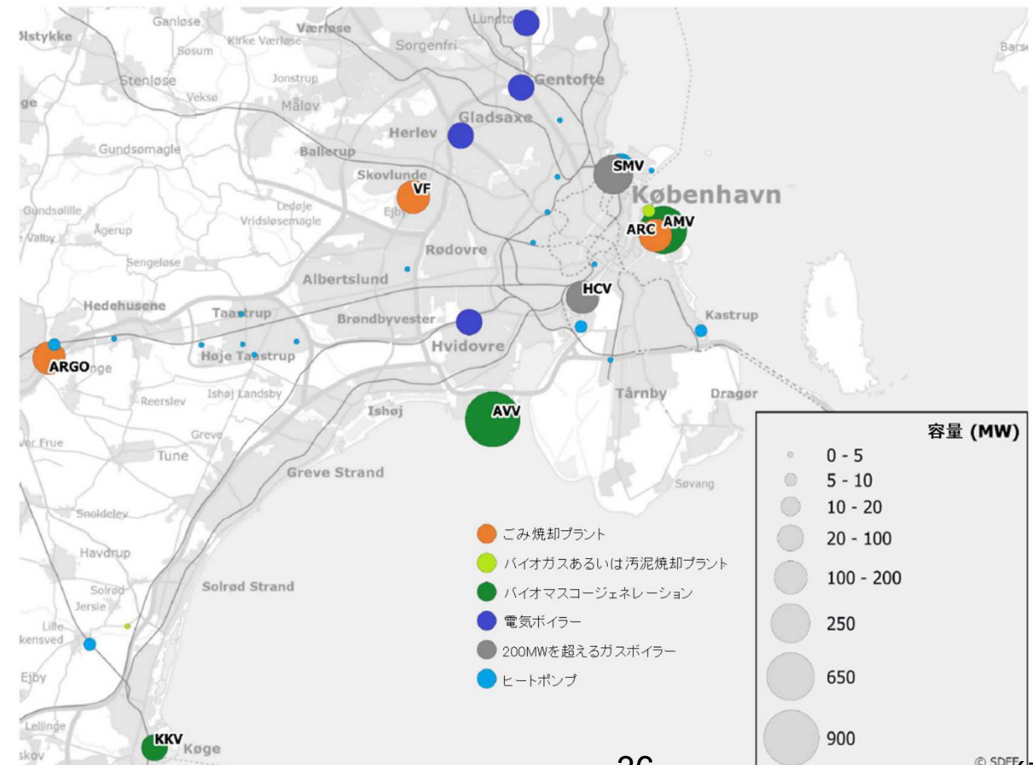


## (1) 現状の地域熱供給のエネルギー源と今後の見通し

- ・ 地域熱供給のエネルギー源はごみ焼却排熱とCHPの熱プラントであったが、最近ではバイオマスプラントも利用。また、地域のピーク時対応プラントは石油と天然ガスをエネルギー源として利用。
- ・ 政府は**バイオマス**を未来では**限定的な資源**と位置づけており、石油と天然ガスで動かしてきた発電所等をバイオマスへ移行するシナリオは描けない。
- ・ 従って、再生可能エネルギー（風力、太陽光）を中心に発電された**電気を基本として動かすゴール**を共有。



- ・ 下図は設備容量を示しており、オレンジ色がごみ排熱プラント、緑色がバイオマスプラント、グレー色が天然ガスボイラー。規模が大きいバイオマスや石油・ガスからの移行はきわめて大きな変化。



## 4. カーボンニュートラルに向けた展望

### (2) 地域熱供給の未来に向けて設けられた気候変動目標のフレームワーク

- コペンハーゲンの地域熱供給は2025年からCO2ニュートラルでなければならない (コペンハーゲン自治体、HOFOR,CTR,VEKSも同様)
- 2025年までの地球温暖化ガスの削減目標は1990年に比べて50-54% (2021に設定された温暖化ガスの2025年削減目標指示合意)
- デンマークは2030年までに温暖化ガスを70%削減、2050年のカーボンニュートラル社会へ移行しなければならない (2020年気候変動適応法)

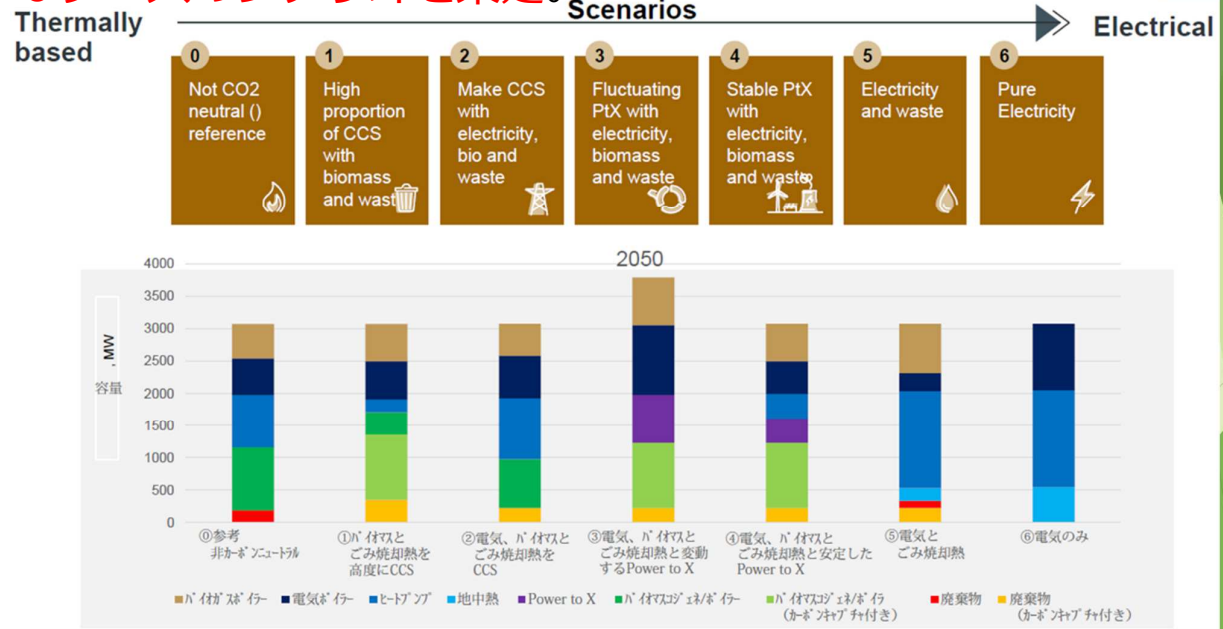
### (3) 地域熱供給が直面する大きな多くの変化

- 地域熱供給は未来の供給セクターとして重要な役割を果たすことが包括的な政治的合意として採択された。
- これから新しい技術が発展し社会実装がなされていく。
  - ①大規模なヒートポンプ (例えば廃水や海水を利用)
  - ②地中熱
  - ③CCS、CCU
  - ④Power to X工場からの余剰熱

## 4. カーボンニュートラルに向けた展望

### (4) 未来に向けたコペンハーゲン地域熱供給の6つのシナリオ

- CTRでは、大規模な調査研究をした結果、熱利用が中心のベースケースとヒートポンプ (以下「HP」) 導入促進により電気利用をさらに進めるケース、そして電気のみを利用するケースまで、**6ケースのシナリオを策定**。





### (5) 6つのシナリオの推進における課題

- ・デンマークの電気は**風力と太陽光が主力**で、**変動幅が大きい**ため、Power to X設備は**大規模な設備が必要**となる。
- ・現状、HPの設備容量は**かなり小さい**ため、CHPプラントをHPに置き換える場合、**多数導入する必要**がある。
- ・HPの熱製造効率**は低い温度で効率がよい**ため、消費者に近いところに設置する必要があるが、**設置場所が限定的**である。
- ・ごみ排熱とCHP排熱ベースから電気ベースへの移行におけるもう一つの大きな課題として、移行が**デンマーク全体の電力システムに跳ね返る**ということである。
- ・現在の地域熱供給システムはCHPで電気を作るのを助けているため、今日の電力供給へは**純粋なインプット**となっている。
- ・移行シナリオでいくと**地域熱供給は安定的な電気の生産者側から消費者側にシフト**していくことになる。

### (6) 2050年に向けた地域熱供給ビジョンの2つの戦略的課題

#### <将来の顧客>

- ・地域熱供給は**グリーン化への顧客の希望**に応えなければならない。
- ・**料金面・技術面・持続可能性で魅力的な解決策を提供**できるようにしなければならない。
- ・**個別暖房システムに対して競争優位**に立たなければならない。

#### <未来のエネルギーシステムと技術面>

- ・未来のグリーンエネルギーシステムは**多方面に発展の機会**を持っている。
- ・**多くの技術が開発中**である。それがいつ市場に提供されるか、また何ができるかは不透明である。  
※大規模なヒートポンプ、地中熱、CCS、Power to X等。
- ・**電力技術もまた継続的な開発**がなされている。  
※風力、太陽光、蓄電、バッテリーなど。
- ・未来の供給に向けて、**地域の支え**となり**持続可能な都市**を確実なものとしなければならない。

## 5. 欧州視察を終えて～日本の熱供給事業のこれから～

今回の視察を終え、ヨーロッパと日本におけるエネルギー需要構造、地理的条件、都市部の発展経過の違いから、相互の**熱供給の在り方が大きく異なる**ことを認識し、これにより、**日本における熱供給の在り方を再認識**させられた。

### <ヨーロッパにおける地域熱供給の普及状況>

**① 需要側の普及理由**

- 産業革命以降近代建築が普及
- 事務所も住宅もセントラルが主流
- ヨーロッパでは住宅を代々継承する文化

➡ 古くからセントラル方式のビル・住宅が多く、建替えされない

➡ 熱供給を受け入れやすい

**② 供給側の普及理由**

- 発電所は熱電併給が標準
- 発電所が内陸部に多く排熱を利用しやすい
- 早期に熱導管を敷設、浅い埋設が可能

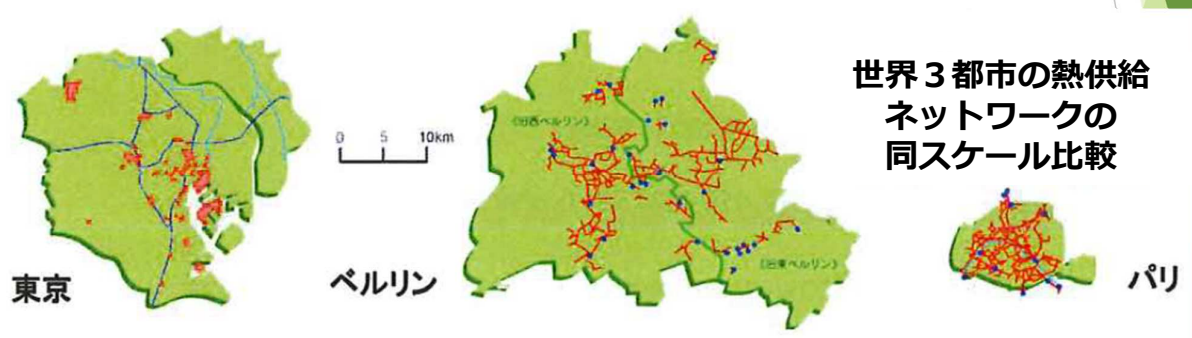
➡ 古くから熱供給が普及し、電気・ガス・水道と同等のインフラとして定着した

➡ 熱供給を展開しやすい

## 5. 欧州視察を終えて～日本の熱供給事業のこれから～

### <日本における地域熱供給の普及状況>

- 日本は、1968年より大規模再開発に合わせて地域熱供給が普及してきたものの、ヨーロッパに比べると**エリアは限定的**であり、欧州のような広域的な導管網は構築されてなく、今後も構築は困難な状況である。
- また、欧州に比べると都市部が広範囲であり、熱導管敷設に制約もあるため**発電所、ごみ焼却施設等の排熱利用にも制限**がある。



## 5. 欧州視察を終えて～日本の熱供給事業のこれから～

＜日本における地域熱供給のこれから＞

欧州視察を終えて、日本の熱供給事業のこれからを考えると、

- ・ 既存の社会インフラ（電気、ガス、水道、通信）を最大限生かし、
- ・ エネルギー需要集積地＝大規模開発・再開発を中心に、
- ・ 高効率なエネルギーミックスシステムと最適なエリアエネルギーマネジメントを実現する、

「地域エネルギー供給」を、

- ・ 欧州に比べるとコンパクトに展開し、
- ・ 地震国である日本の都市機能維持に貢献する社会インフラとして発展させる、

ことが重要であると感じた。

# ご清聴ありがとうございました。

一般社団法人 **日本熱供給事業協会**  
**海外視察調査研究会**

D班 佐野 正明  
茂野 達也  
森田 哲也  
佐藤 達哉  
水守 博史



## 「コペンハーゲンにおけるごみ焼却場の熱電供給」と 「バイエルンにおける熱利用拡大に係る技術開発」

令和6年7月30日

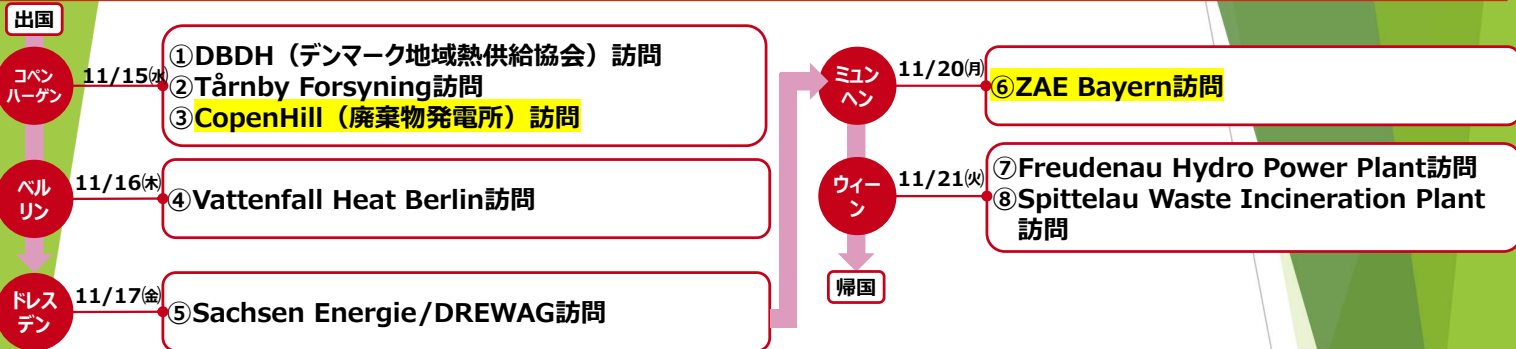
一般社団法人 日本熱供給事業協会  
海外視察調査研究会  
A班班長 黒田 祥之

## 目次

1. 視察先（A班）について
2. CopenHill～コペンハーゲンに山を
3. ZAE 研究内容紹介



## 視察行程



訪問先	CopenHill (廃棄物発電所)	ZAE Bayern (研究機関)
訪問日時	2023年11月15日(水)14:15~16:35	2023年11月20日(月)9:20~11:40
場所	CopenHill 会議室	ZAE Bayern 会議室
説明者	ARC Flemming G. Nielsen (フレミング・G・ニールセン)	Dr.Andreas Hauer(Chairman of the Board取締役会長)

### CopenHill概要

- 設立** : 2019年完成のごみ焼却施設。
- 規模** : コペンハーゲン及び周辺自治体による非営利運営で対象住民は64万人、年間54万トンのごみ処理。ごみ処理排熱利用の温熱、電力を15万世帯向けに供給。
- 特徴** : 屋上はスキー場やボルダリング・トレイルランニングコースを有し、迷惑施設を市民の憩いの場にした稀有な施設。

### ZAE Bayern概要

- 設立** : 1991年
- 事業** : 再生可能エネルギーと効率化によるCO2排出量削減に重点を置いた研究活動
- 研究者** : 40-50名

- CopenHillはごみ焼却施設ながら、迷惑施設からの脱却を図り、屋上には人口スキー場、ボルダリング、トレイルランニングコースを有し、レクリエーションセンターとしても稼働している。
- 海拔が低く、山のない、コペンハーゲンに山を、というコンセプトで世界的に活躍するデンマーク人建築家ビャルケ・インゲルス率いる、B.I.G建築事務所が担当した。
- 対象の住民は約64万人で年間54万トン程度のごみを処理している。また、ごみ処理のみではなく、約15万世帯にむけて温熱供給、電力供給を実施している。



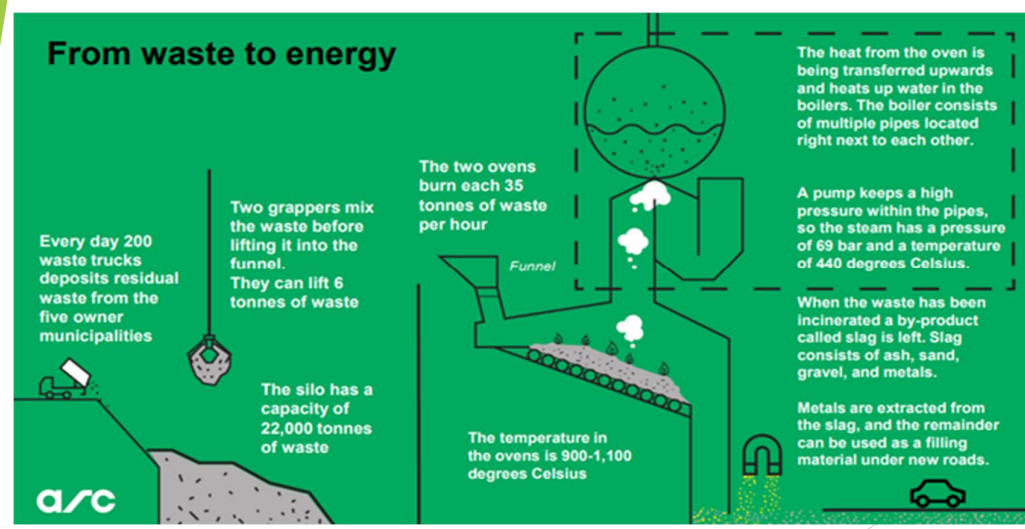
外観 (写真) (引用ARC HP : <https://a-r-c.dk/amager-bakke/>)



全容図 (引用HillsLife : <https://hillslife.jp/learning/2020/10/05/copen-hill-turns-a-power-plant-into-the-bedrock-for-social-life/>)

# CopenHill~コペンハーゲンに山を~

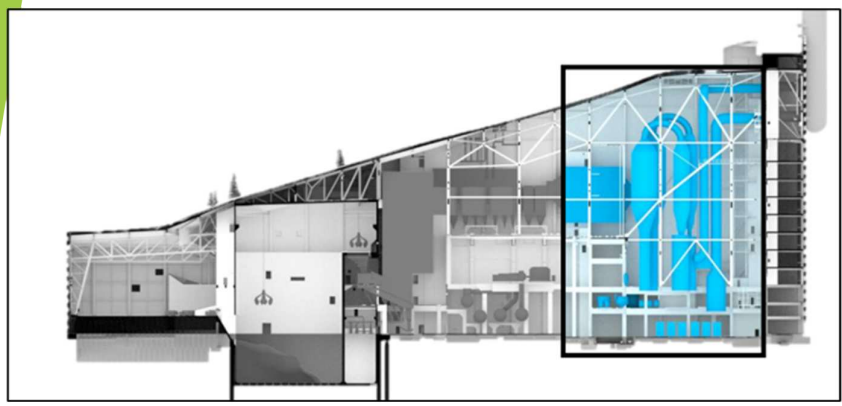
- ごみ処理からエネルギーへの転換プロセスは200台/日のEVごみ回収トラックによるごみ運搬、35トン/毎時で焼却を行う能力がある。
- ごみ処理時の蒸気を活用し、70%を温水と温熱利用、30%を発電に利用して15万世帯に供給する。
- 国民の6割、特に都市部では98%程度の住民が地域熱供給の恩恵を受けるデンマークではごみ処理場の排熱・蒸気の有効活用は必須であり、効率的に配管接続されていることがよくわかる。



引用ARC プレゼンテーション

# CopenHill~コペンハーゲンに山を~

- 環境先進国であるデンマークであるが故に環境対応も厳しく、排ガスの浄化に割かれるプラント割合も大きくなっている。
- EU基準におけるNOx やダイオキシン、埃粒子等の有害物質の基準値は欧州基準の1/10以下とかなり低くなっており、煙突から出る排ガスは周辺の空気よりも綺麗な水準であるとされる。
- 清掃工場から排出される二酸化炭素の削減にも積極的に取り組んでおり、化学物質を利用した二酸化炭素の回収についての実証実験施設を工場内に設置している。



(引用ARC プレゼンテーション/青色：プラントにおける排ガス処理関連プラントが占める範囲)

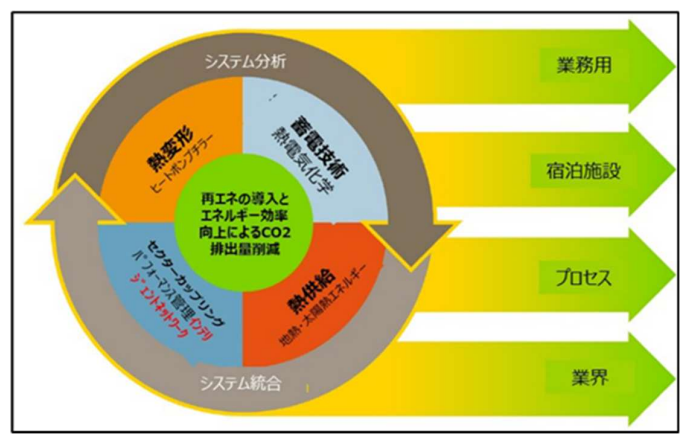
Parameter	Unit	EU Directive	Environmental approval	BREF-dokument	Our numbers
Dust particles	mg/m <sup>3</sup>	10	5	2-5	0.82
Hydrochloric acid (HCl)	mg/m <sup>3</sup>	10	5	2-6	0.58
Sulfur dioxide (SO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	50	30	5-20	1.16
NOx	mg/m <sup>3</sup>	400	100	50-120	14.65
Mercury (Hg)	mg/m <sup>3</sup>	0.05	0.025	0.005-0.020	0.0004
Sum of 9 metals	mg/m <sup>3</sup>	0.5	0.25	0.01-0.03	0.009
Dioxins	ng/m <sup>3</sup>	0.1	0.08	0.01-0.06	0.0015

引用ARCプレゼンテーション/排ガスのEU基準等との比較表



# ZAE Bayern 研究内容紹介

- ZAE Bayernは物理学、機械工学、化学、その他の分野を専門とする科学者やエンジニアが、応用志向の研究を行う一方で、材料研究などの基礎的な問題にも取り組み、様々な用途に対応している。
- ミュンヘン近郊の学術都市であるガルヒンクに約3,500m<sup>2</sup>の研究所スペースをもち、熱の輸送と貯蔵について研究し、各分野で実用に向けた研究を実施している。
- 世界銀行、IEA、日本ではヒートポンプ・蓄熱センターと協力関係あり。

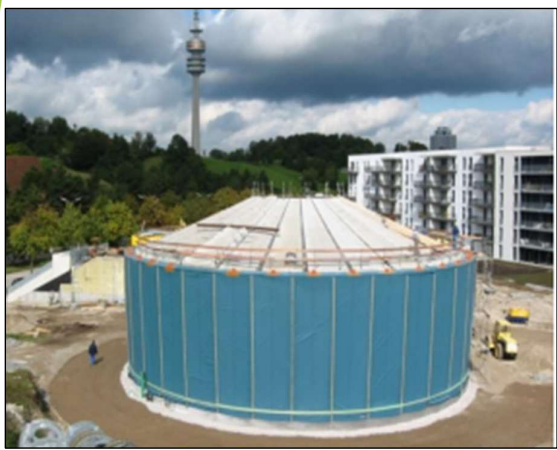


(引用ZAE Bayern プレゼンテーション)

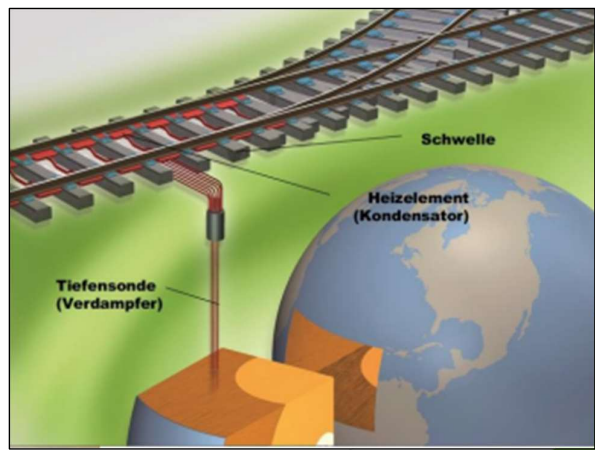
(ZAE Bayern 外観)

# ZAE Bayern 研究内容紹介

- 長期蓄熱槽：ミュンヘン北部で数キロ地下から100℃の熱を発見したことで、集合住宅（320世帯）で太陽熱を活用して蓄熱（80度の温水に蓄熱し、季節を超え、夏ためて冬利用）する街区を構築した事例。80度で蓄熱し、送り温度は56度、還り温度は30度の設定で主に冬季の暖房に活用される。
- 地中熱の利活用：地表に近いエリアで蓄熱を行い、CO2ヒートパイプを通じて、CO2を蒸気化して、冷たいレール（ポイント）に熱を運搬、利用。線路のポイント凍結防止などに役立っている。既にドイツ国内3箇所では実際の線路において、活用中。日本では同様の気象条件にさらされる北海道とも連携しているとのこと。



(引用ZAE Bayern プレゼンテーション)



(引用ZAE Bayern プレゼンテーション)

- 蓄熱運搬車：ゼオライトを蓄熱素材として利用し、ごみ処理施設の排熱を蓄熱、8km離れた工業地帯へ運搬し、乾燥過程に活用している。本件は一部日本の高砂熱学工業とも一部小型化等に向けた協業研究を行っている。同様の技術を活用してゼオライトを原料にして冷蔵庫や食洗器（乾燥時への熱利用）へも応用しており、コストも一般製品より少し高いレベルで実現可能とのこと。



(引用ZAE Bayern プレゼンテーション/ゼオライト蓄熱運搬車)



(引用ZAE Bayern プレゼンテーション/ゼオライト活用食洗器)

## ご清聴ありがとうございました。

一般社団法人 **日本熱供給事業協会**  
**海外視察調査研究会**

A班 吉岡 正能  
伊東 信之  
山下 秀一  
芳賀 智  
黒田 祥之





## ベルリンの化石燃料を使わない地域暖房への取組み オーストリアの総発電量6割を占める水力発電

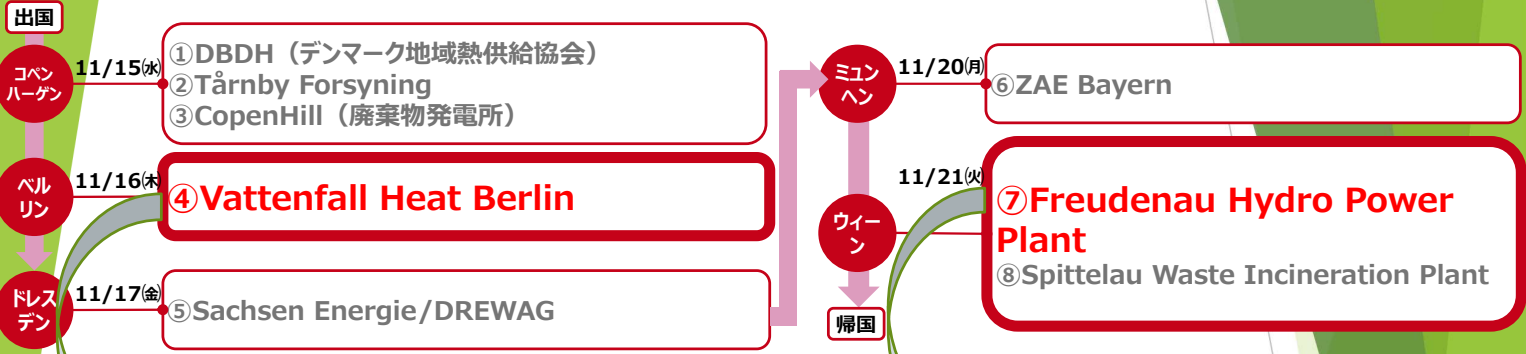
令和6年7月30日

一般社団法人 日本熱供給事業協会  
海外視察調査研究会  
C班班長 松井 治彦

### 目次

1. ドイツ ヴァッテンフォールヒートベルリン
  - 1-1. ドイツ／ベルリンの概要
  - 1-2. ヴァッテンフォールヒートベルリン社（概要）
  - 1-3. ヴァッテンフォールヒートベルリン社の取組み
2. オーストリア フロイデナウ水力発電所
  - 2-1. オーストリア／ウィーンの概要
  - 2-2. フェアブント株式会社（概要）
  - 2-3. フロイデナウ水力発電所
3. まとめ

## 視察行程



訪問日時	2023年11月16日(木)14:20~16:10
場所	Vattenfall Heat Berlin 会議室
説明者	ハイテタワー氏 (トランスフォーメーションオフィス室長) マルクフォース氏 (システム開発室室長) ダニエルコレク氏 (ビジネス部門室長)

訪問日時	2023年11月21日(火)10:00~11:30
場所	フロイデナウ水力発電所
説明者	Herbert Wagner (Verbund Hydro power GmbH)

## 1 .ベルリンの化石燃料を使わない地域暖房への取組み

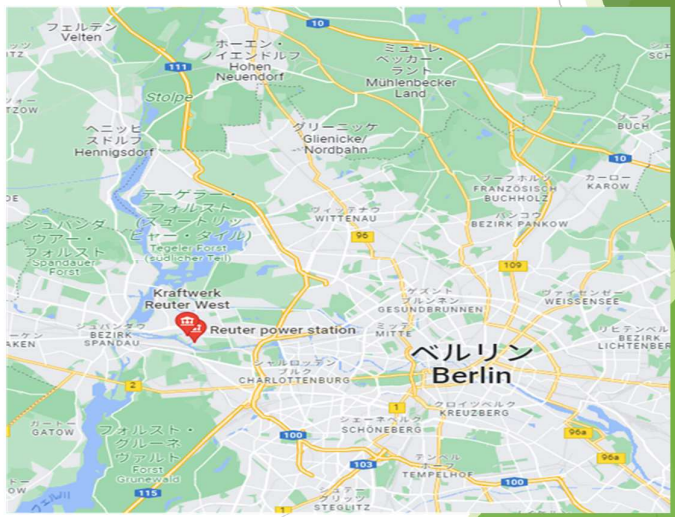
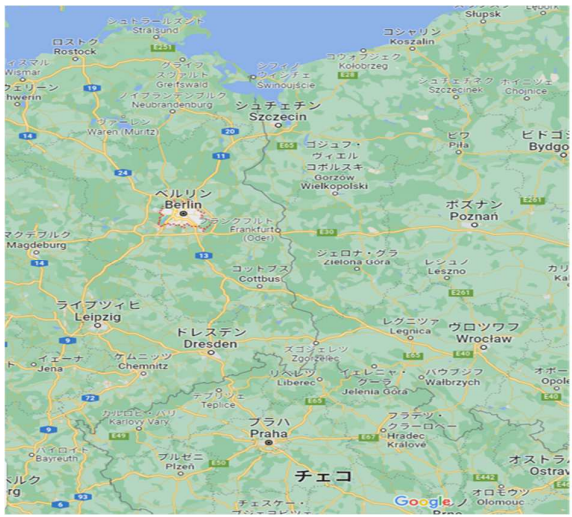
# 1-1. ドイツ／ベルリンの概要

## <ドイツ>

- ・面積約35.7万km<sup>2</sup>（≒日本国土）
- ・人口約8,482万人
- ・2023年GDP（国内総生産）3位
- ・日常会話ドイツ語

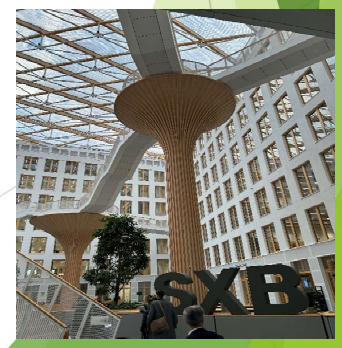
## <ベルリン（首都）>

- ・人口約370万人  
人口の約70%が都市部に居住
- ・気候 夏季平均気温22～25℃  
（最高30℃以上）  
冬季平均気温4℃～5℃（最低-2℃）



# 1-2. ヴァッテンフォールヒートベルリン（概要）

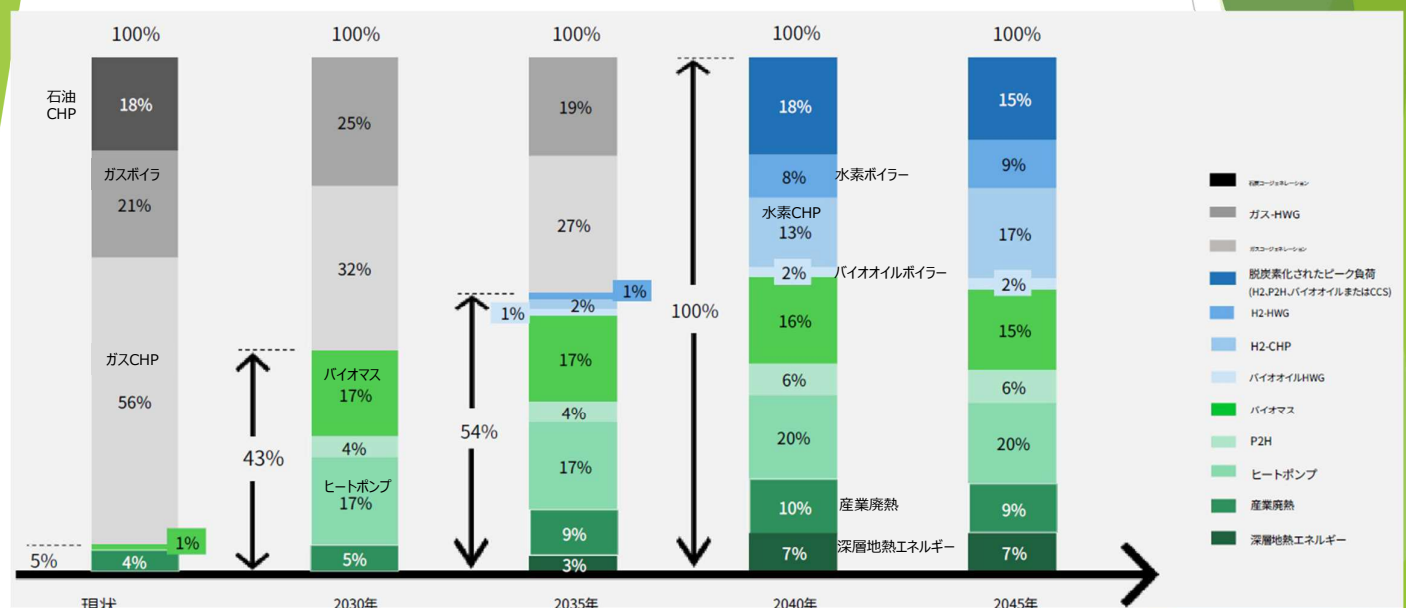
- ・スウェーデン ストックホルムに本社を置く大手電力・エネルギー会社
- ・スウェーデン政府が100%所有
- ・スウェーデン北部の山岳地帯で水力発電事業、ストックホルム北のフォルスマルク原子力発電所など多数の原子力発電所を運営
- ・ベルリン最大の地域暖房会社  
供給対象：64.5万人、68,000社  
製造設備：発電所24か所、100以上のエネルギー供給施設  
地域導管ネットワーク：総延長約2,068km（西ヨーロッパ最大）
- ・ウクライナ危機  
ガスの調達先をロシアから南アフリカへ切替  
LNGの30%を石炭と石油へ変更



# 1-3. ヴァッテンフォールヒートベルリン社の取り組み

## ドイツとベルリンエネルギー事情

- ・人口の約70%が都市部に居住、ビルからのCO2排出量が多い（1,700万トン/年）
- ・地域暖房が重要な環境要素を占めている。
- ・1,700万トン/年のうち、地域暖房分500万トン/年。  
→2030年までに石炭、褐炭から脱却して200万トン/年削減予定



2030年まで 再生可能エネルギー43%（現状5%）脱石炭、ガス使用量減  
 2035年まで 再生可能エネルギー54% 排熱利用、ヒートポンプ利用  
 2040年まで 再生可能エネルギー100% 水素導入（具体的な方法、補助金、規制等今後検討）

## 2. オーストリアの総発電量6割を占める水力発電



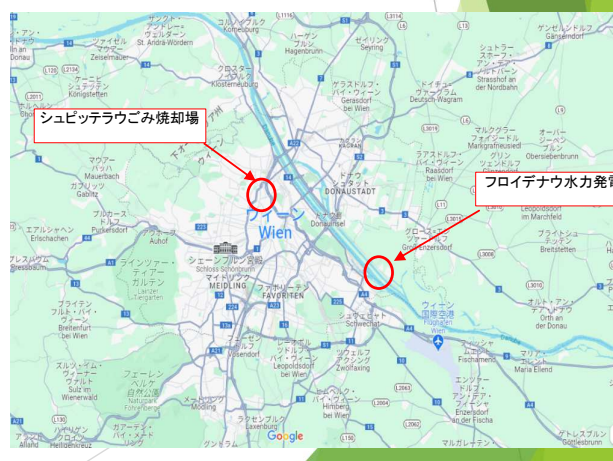
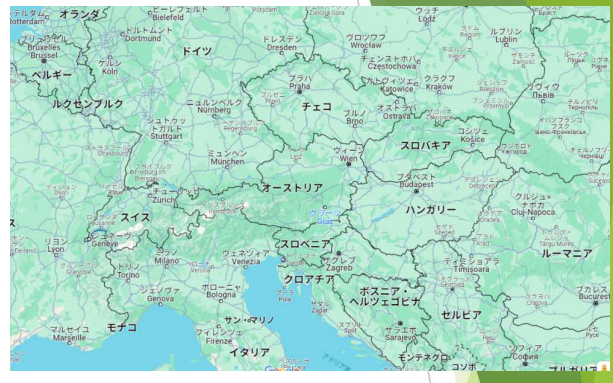
## 2-1. オーストリア／ウィーンの概要①

### <オーストリア>

- ・面積約8.4万km<sup>2</sup> (≒北海道)  
約2/3アルプス山脈
- ・人口約892万人
- ・日常会話ドイツ語

### <ウィーン (首都) >

- ・人口約197万人 (≒札幌市)
- ・気候 夏季平均気温22～26℃  
冬季平均気温0℃前後



## 2-1. オーストリア／ウィーンの概要②

### <エネルギー関係>

- ・再エネ：総エネルギー消費量の30%以上 (2021年)  
総発電量の80% (2021年)  
(再エネ水力60%、風力10%、バイオマス6% 太陽光など)  
ドナウ川を主要河川として数多い水量豊かな河川  
3,000ヶ所超の水力発電所
- ・化石燃料は輸入依存 (石炭97.9%、石油97.4%、天然ガス73.2%) (2020年)
- ・熱需要：オーストリア全世帯の約40%が化石燃料で暖房

### <今後の気候変動対策>

- ・2040年カーボンニュートラル達成
- ・2050年カーボンフリーな経済・社会の達成
- ・2030年まで国内電力需要100%再エネ、  
輸入電力への依存を解消予定



## 2-2. フェアブント株式会社（概要）

- ・ オーストリア・ウィーンに本拠地を置くオーストリア最大の電力会社
- ・ オーストリア政府が株式51%を保有
- ・ 発電構成 100%再生可能エネルギー  
（水力90%以上、残りは地熱発電、風力発電、太陽光発電）
- ・ 総発電出力8,300MW（主要河川（ドナウ川、イン川、ムール川など）に約130の水力発電所保有）
- ・ ドナウ川には9つの水力発電所を保有、総発電出力2,060MW、年間発電量12.4TWh  
→オーストリア年間水力発電量42.5TWhのうち約29%を発電

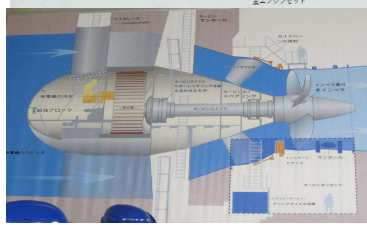
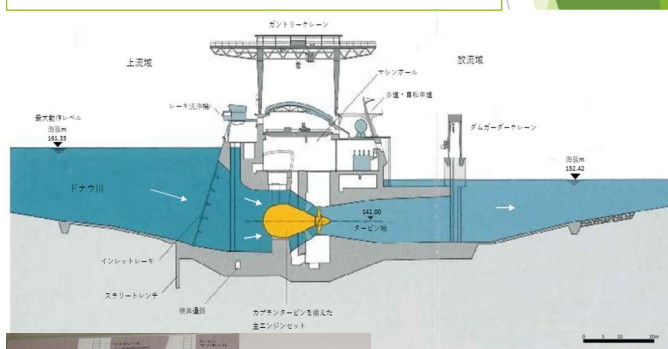
## 2-3. フロイデナウ水力発電所

- ・ 竣工：1998年（計画・設計7年、行政の建設許可4年、建設5年）
- ・ 建設費：11億3千万ユーロ（約1,800億円）、全体費用の40%コンクリート建物、土木工事費用、8%が機械設備費用
- ・ 発電出力：30.3MW×6台、カプラン式水車6台（流量500m<sup>3</sup>/s/台 3,000m<sup>3</sup>/台）
- ・ 年間可能発電量1,052GWh（オーストリア国内の消費電力約2%に相当）

フロイデナウ水力発電所 外観



カプラン式水車



- ・ カプラン式水車 羽根車の羽根の角度を変えて水量調節
- ・ タービン羽根車の直径7.5m（ヨーロッパ最大）

- ・ 地域暖房は1900年前後からスタート（ドイツ）し、早くから熱電併給、ごみ排熱を活用、蓄熱設備を併設
- ・ 古い建物が多く建て替えが少ない、地下インフラの敷設（地下利用が進んでいない）が少ないなど、安価・容易に熱導管敷設ができる環境  
国の地形を上手に活用した再生可能エネルギーの拡大
- ・ 地域暖房が国の国策で古くから普及していることから、インフラ、サービスとして民間企業や国民に根付いており、環境に対する意識が高い
- ・ 脱炭素に向けて、国策、企業のビジョンが明確。国民と一体となって高い意識を持ちながら実行する強い意志が感じられた
- ・ 日本でも脱炭素に向けた具体的な政策・計画の立案、実行が必要（国民に分かりやすいもの）

## ご清聴ありがとうございました

一般社団法人 **日本熱供給事業協会**  
**海外視察調査研究会**

C班 小林 和幸  
長門 秀樹  
関 亘  
佐藤 友昭  
松井 治彦





# ドレスデンにおけるシュタットベルケ ウィーンにおけるごみ焼却場の熱電併給

令和6年7月30日

一般社団法人 日本熱供給事業協会  
海外視察調査研究会  
B班班長 大山 雅之



## 目次

1. ドレスデンにおけるシュタットベルケ
  - 1-1. ドイツ／ドレスデンの概要
  - 1-2. Sachsen Energie社
  - 1-3. DREWAG Stadtwerke Dresden
2. ウィーンにおけるごみ焼却場の熱電併給
  - 2-1. Wien Energie社
  - 2-2. Spittelau Waste Incineration Plant
3. まとめ



## 視察行程

出国

コペンハーゲン

11/15(水)

- ① DBDH (デンマーク地域熱供給協会)
- ② Tårnby Forsyning
- ③ CopenHill (廃棄物発電所)

ベルリン

11/16(木)

- ④ Vattenfall Heat Berlin

ドレスデン

11/17(金)

- ⑤ Sachsen Energie/DREWAG

ミュンヘン

11/20(月)

- ⑥ ZAE Bayern

ウィーン

11/21(火)

- ⑦ Freudenu Hydro Power Plant
- ⑧ Spittelau Waste Incineration Plant

帰国

日時	2023年11月17日(金)14:00~16:00
場所	DREWAG Stadtwerke Dresden 研修センター
説明者	Rutger Kretschmer (エリアマネジャー) 他 3名

日時	2023年11月21日(火)15:20~17:10
場所	シュピッテラウごみ焼却場
説明者	Georg Baresch (エネルギーコンサルティング)

# 1. ドイツにおけるシュタットベルケ

## 1-1. ドイツ／ドレスデンの概要

5

- ・エルベ川の谷間に位置する、ドイツ連邦共和国ザクセン州都  
旧市街地はバロック様式で統一された宮殿が立ち並ぶ美しい地方都市
- ・面積:328.8 k m<sup>2</sup> (≒名古屋市)、人口:約56万人 (≒名古屋市の1/4)
- ・西岸海洋性気候、気温: -1.7~24.5°C (年平均9.8°C)



(出展: <https://www.mapple.net/global/article/54679/>)



(出展: <https://www.travel-zentech.jp/world/map/germany/Dresden.htm>)

## 1-2. Sachsen Energie社 (概要)

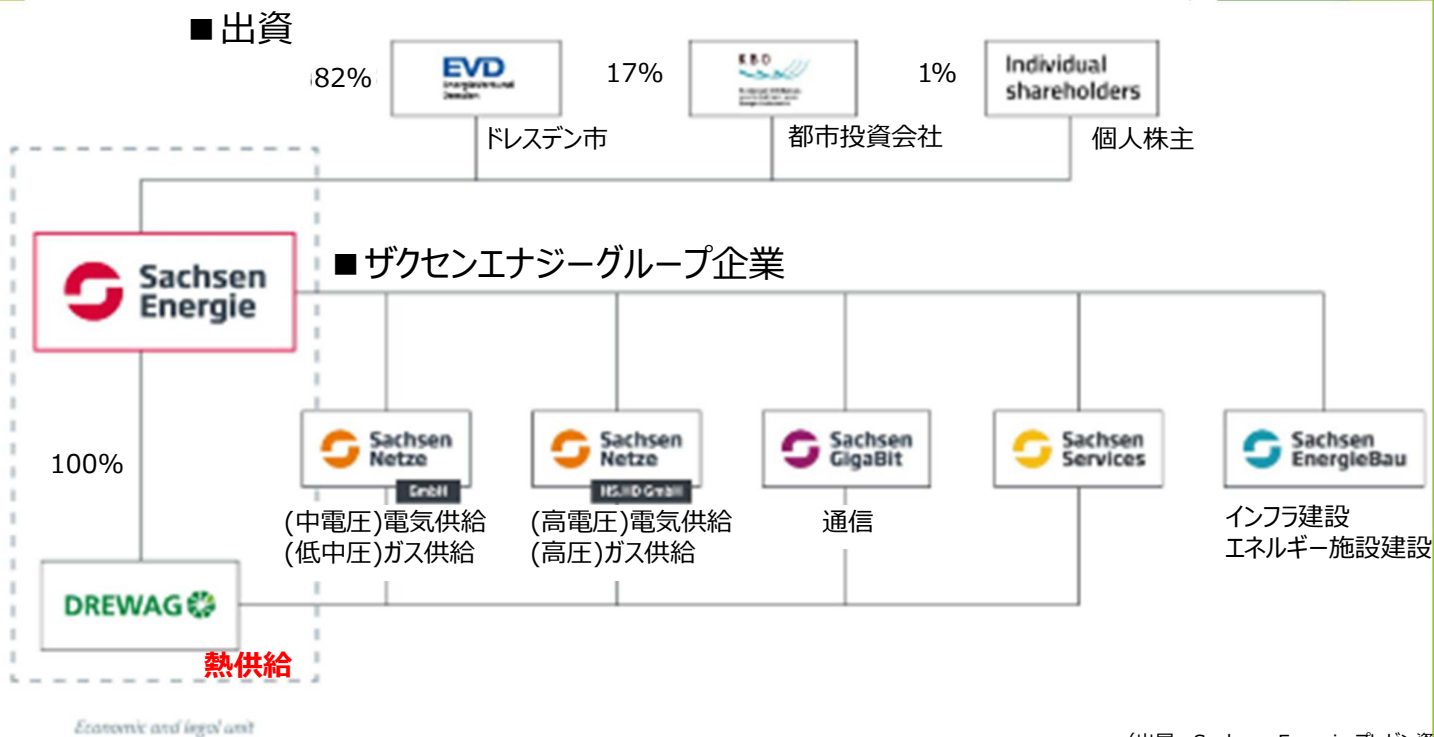
6

- ・ドイツ国内4番目の地方公共事業会社 (旧東ドイツ最大)
- ・1930年 設立 = 最も伝統的  
2021年 新ブランドSachsen Energie社に = 最も新しい
- ・価値「地域に根付いた」「地域の責任を負う」
- ・課題「CO<sub>2</sub>排出削減、都市機能の移行、人口減少、エネルギー転換」
- ・2045年までにカーボンニュートラル
- ・需要家 (契約数) 60万口、地方自治体 160以上
- ・売上高 50億€
- ・投資 30~40億€ (今後10年間、過去水準の2倍: 主に最新技術導入)
- ・販売量 (熱) 1,602 GWh、(電気) 17,544GWh
- ・社員3,500名、70事業所

# 1-2. Sachsen Energie社（事業領域）

「電気・ガス・熱・水道・通信事業」

収益・非収益事業の**損益通算が会社法上認められている**



# 1-2. Sachsen Energie社（設備）



### インフラ網

- ・ 熱 : 647 km
- ・ 電気 : 24,648 km
- ・ ガス : 6,858 km
- ・ 水道 : 2,420 km



- ・ドレスデン市内で熱の製造、供給
- ・供給先：主に住宅（ドレスデン市の45%）

熱事業は人口集中が必須、地方へは供給していない

- ・燃料：ガス98%、バイオマス1%、軽油1%

CO<sub>2</sub>を排出しない熱製造技術（ヒートポンプ、ごみ焼却排熱など）は保有しているが、費用負担の

問題があり**未着手**

- ・**カーボンフリー熱**：

興味のある企業はあるが、

料金が高いため**実績なし**



貯湯タンク

- ・水素：水素混焼の実証は考えていない

混焼は難しいため専焼で水素への切替えを考えている

水素は国の施策であり個社としてのアクションはない

- ・デジタル技術：

カスタマーサービスでChat Botを利用

将来AIのプラント監視を行いたい

## <シュタットベルケのメリット>

- ・事業パートナーとして中心的役割
- ・ワンストップサービス提供
- ・コールセンター効率化
- ・配管敷設効率化



ミーティング風景



## 2. ウィーンにおけるごみ焼却場の熱電併給

### 2-1. Wien Energie社（概要）

- ・ オーストリア最大の地域エネルギープロバイダー  
(地方公共事業会社Wiener Stadtwerkeの子会社)
- ・ 方針「供給の安全・イノベーション・気候保護への投資が未来への鍵」
- ・ 2040年までにカーボンニュートラル
- ・ 需要家 2百万人（電気、ガス、熱）、法人 23万口  
地域熱供給 44万世帯（ウィーン市の1/3）
- ・ ごみ 100万t超（4焼却場の年間処理能力）
- ・ 売上高 30億42百万€（2022年）
- ・ 投資 12.9億€  
(～2027年まで：気候保護、供給確保、再エネ拡大)
- ・ 社員2,179名、研修生49名



## 2-1. Wien Energie社（熱導管ネットワーク）

各プラントとネットワーク化：熱導管1,400km  
所有・運営：Wien Netz社（過去に分社化）



## 2-2. Spittelau Waste Incineration Plant





## ウィーン市 第9区ドナウ運河沿い



(出展 : Google map)



(出展 : Google map)





## 2-2. 経緯

- ・ 1971年 ごみ焼却場竣工
- ・ 1984年 熱供給設備建設（総合病院の暖房）
- ・ 1987年 火事で**全焼**（2年間停止）  
～～2009年ごみ埋め立て禁止に～～
- ・ 1992年 改装

bis 15. Mai 1987



ab Dezember 1992

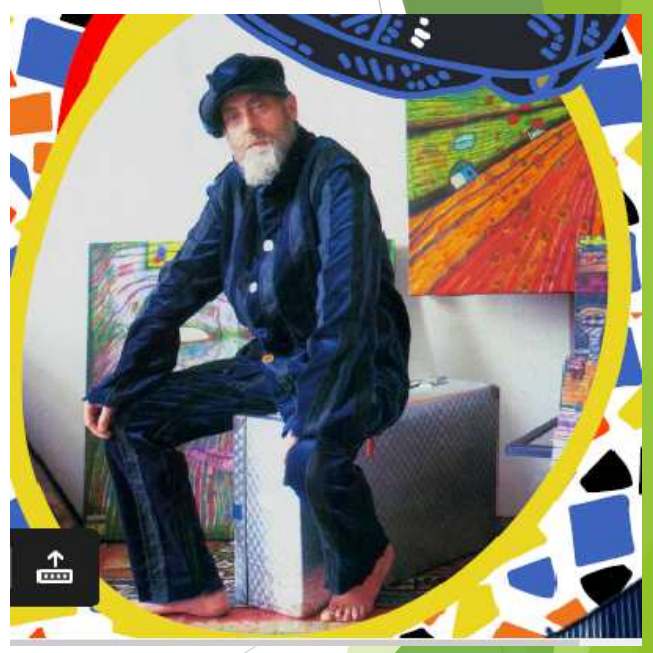
（出展：Wien Energie プレゼン資料）

## 2-2. コンセプト

- ・ 市長「**住民に友好的なものとして認識されるべき**」
- ・ デザイナー：フリーデンスライヒ・フンデルトヴァッサー（1928～2000年）

### 【設計・計画の受託条件】

- ①きれいな煙を出す
- ②ウィーン中のごみの仕分けをする
- ③自分の仕事の邪魔をしない



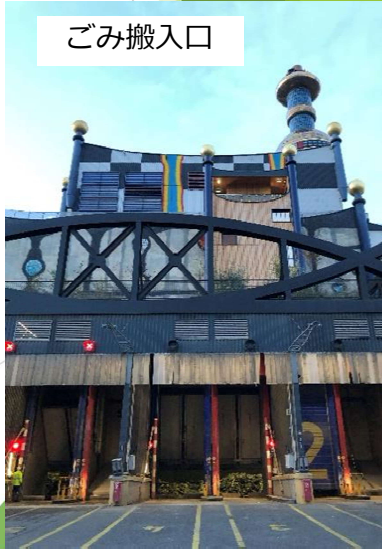
（出展：Wien Energie プレゼン資料）

大阪広域環境施設組合 舞洲工場（出展：HP）



## <供給概要>

- (熱) 6万世帯：温熱60MW (+16MW増強予定)、冷熱40MW
- (電気) 5万世帯：14MW
- ✓ごみ収集範囲：ウィーン市の約1/3
- ✓規模：オーストリアで2番目



ごみ搬入口

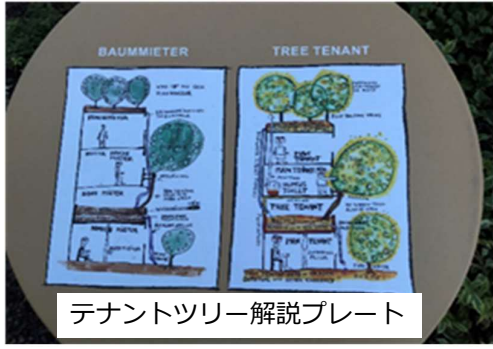
## <設備>

- ・温水90～160°C (高温は工場向け)
- ・脱炭素化に向けて**大型ヒートポンプの設置工事中**
- ・大規模改修 (2015年完了) で**システム全体効率70%→76%**
- ・NOx・SOx等：EU・オーストリア規制値の約1/5





### フンデルトヴァッサー 「森のようにする」



テナントツリー解説プレート

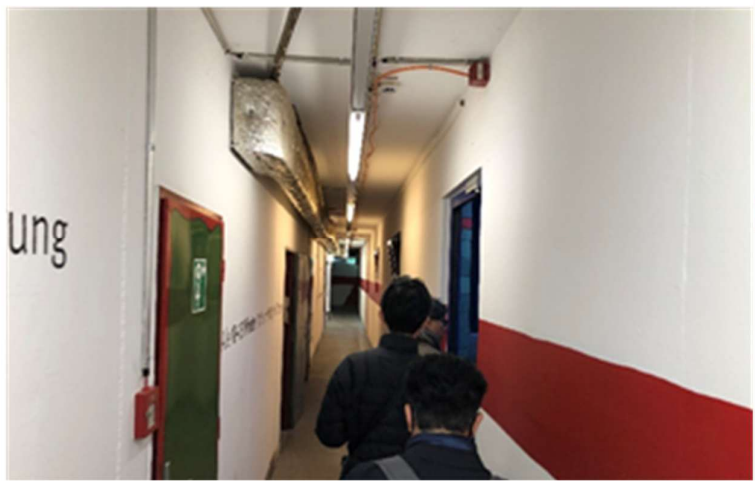


緑化スペース

巣箱を設け蜂蜜採取も

### 説明者コメント

「**半分の家庭がガス**を使っているが、ガス供給が停止することになれば  
その**代替として地域熱供給**を使ってもらえれば」  
「さらに地熱などの再エネを導入する必要がある」  
「**EVごみ収集車は1台**しか入っていないが、今後増やしていく」



### 3. まとめ

- ・ エネルギー事業者として安定供給をベース
- ・ 地域との共生を大切に事業運営
- ・ 脱炭素に向けた意識の高さ

but、具体的な実行計画は??

## ご清聴ありがとうございました

一般社団法人 **日本熱供給事業協会**  
**海外視察調査研究会**

B班 岡本 敏  
杉原 充  
千草 剛  
本田 直樹  
松林 一茂  
大山 雅之

# 令和5年度海外視察調査報告会



～海外視察調査の総括～

欧州のカーボンニュートラルに貢献する地域熱供給

令和6年7月30日

一般社団法人 日本熱供給事業協会  
海外視察調査研究会  
団長 佐土原 聡

## はじめに

### 視察先とスケジュール

月 日	視察先
11月15日(水)	デンマーク・コペンハーゲン
	・ DBDH (デンマーク地域熱供給協会)
	・ Tårnby Forsyning (トーンビュー市で上下水、熱供給を行っている非営利企業)
11月16日(木)	ドイツ・ベルリン
	④Vattenfall Heat Berlin (ベルリン市で電力・エネルギー供給を行っている企業)
11月17日(金)	ドイツ・ドレスデン
	⑤Sachsen Energie/DREWAG Stadtwerke Dresden (ザクセン州の公共事業会社/ドレスデン市の熱供給会社)
11月20日(月)	ドイツ・ミュンヘン
	⑥ZAE Bayern (蓄熱、蓄電等のエネルギー技術の研究所)
11月21日(火)	オーストリア・ウィーン
	⑦Freudenau Hydro Power Plant (ウィーン市内、ドナウ川の水力発電所)
	⑧Spittelau Waste Incineration Plant (ウィーン市内のごみ処理場兼火力発電所)

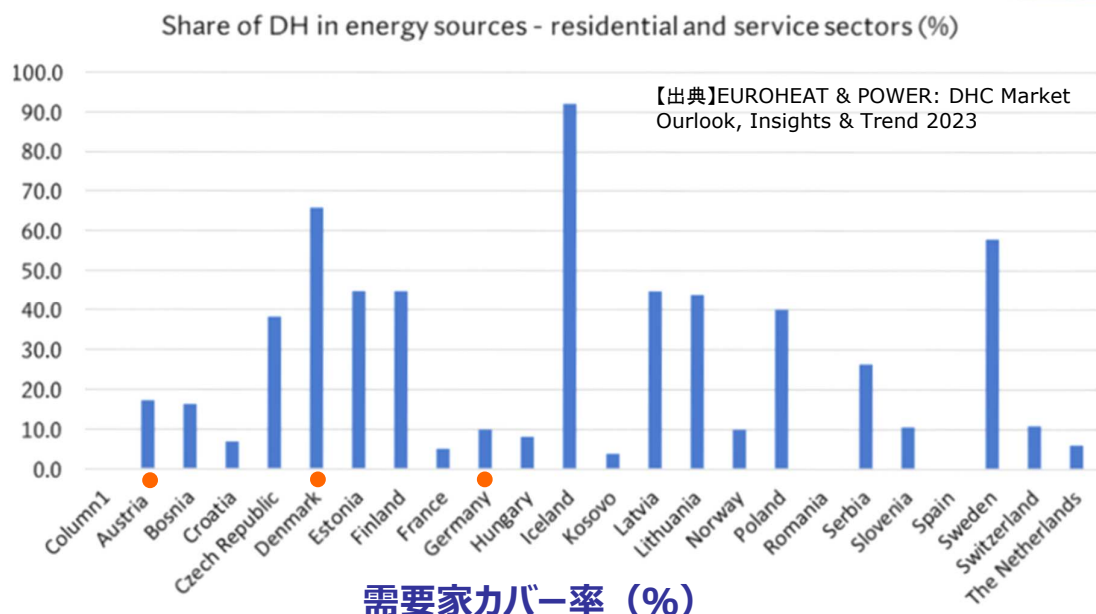
### 5つの視点から、その内容を総括

- エネルギー政策
- 地域のエネルギー活用
- 都市インフラにおける位置づけと事業運営
- 地域との共生
- 今後の地域熱供給の大きな変化

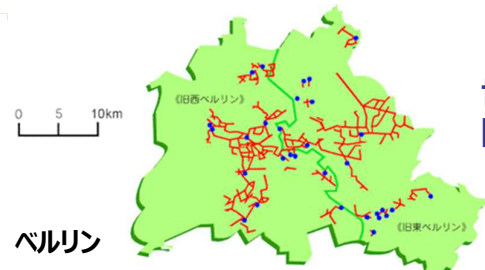


1. 視察先の国々の地域熱供給の導入状況の概要
2. エネルギー政策からの視点
3. 地域のエネルギー活用からの視点
4. 都市インフラにおける位置づけと事業運営からの視点
5. 地域との共生からの視点
6. 今後の地域熱供給の大きな変化からの視点
7. まとめ

## 1. 視察先の国々の地域熱供給の導入状況の概要①



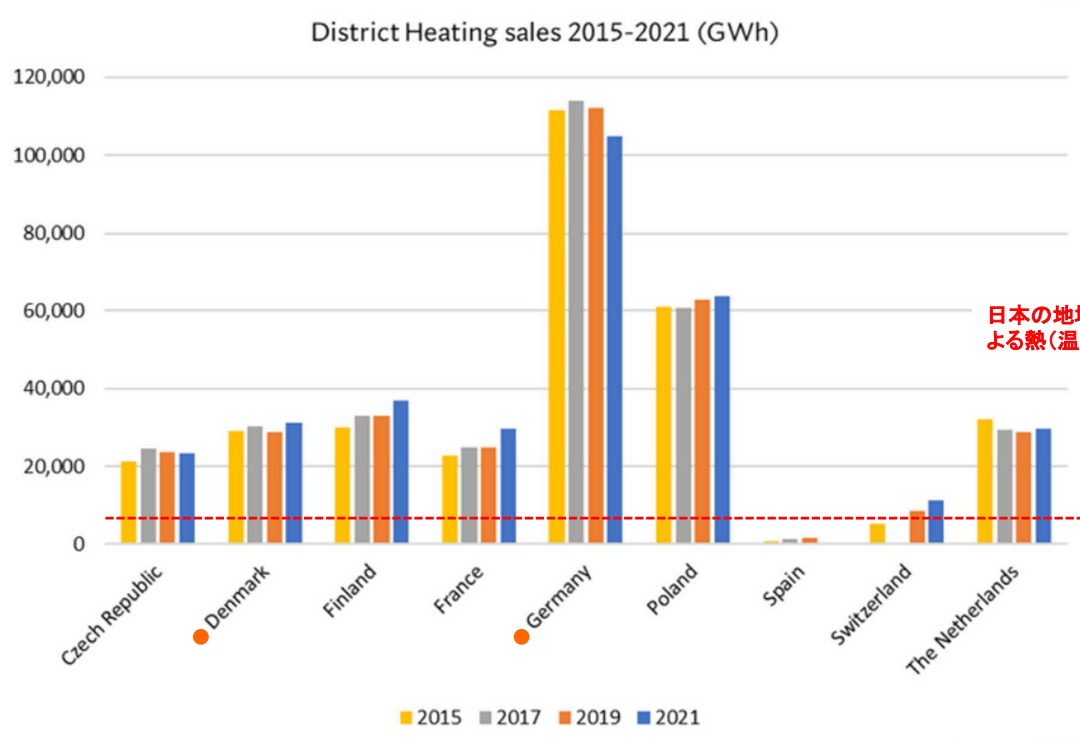
需要家カバー率 (%)



世界3都市の熱供給ネットワークの同スケール比較



# 1. 視察先の国々の地域熱供給の導入状況の概要②

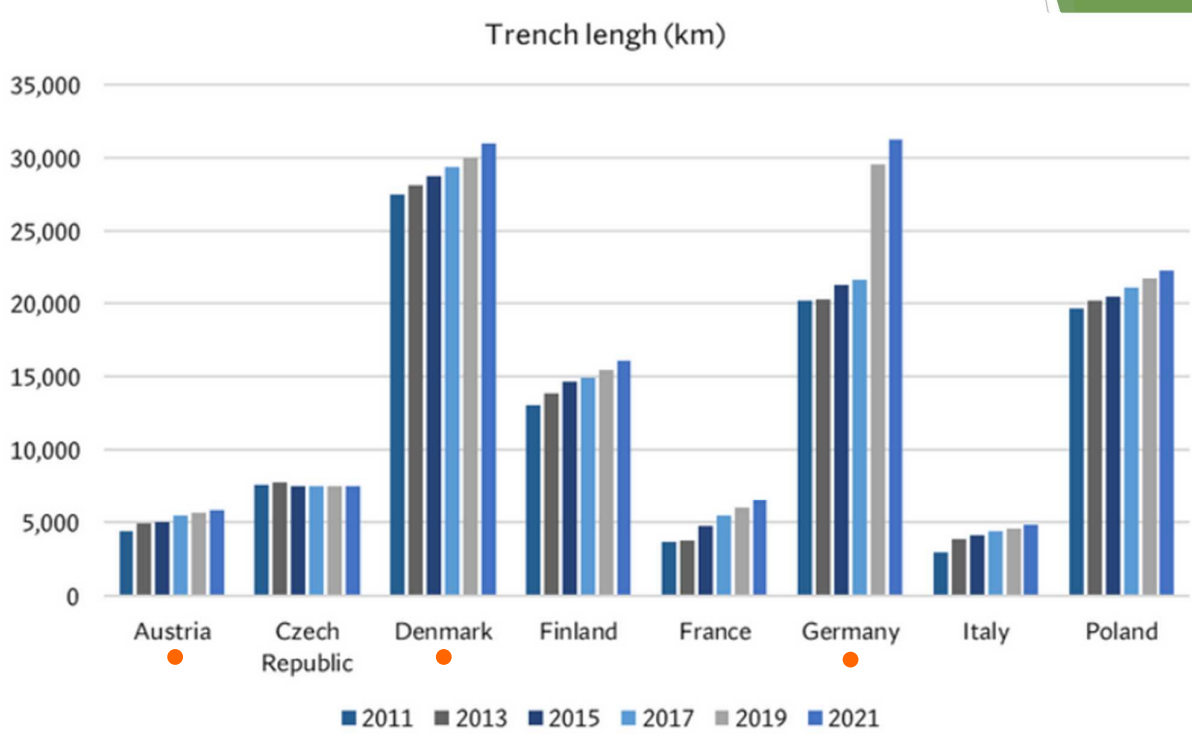


日本の地域熱供給事業による熱(温熱+冷熱)販売量

## 欧州の地域熱供給の販売熱量の推移 (2015~2021年)

【出典】EUROHEAT & POWER: DHC Market Outlook Insights & Trend 2023

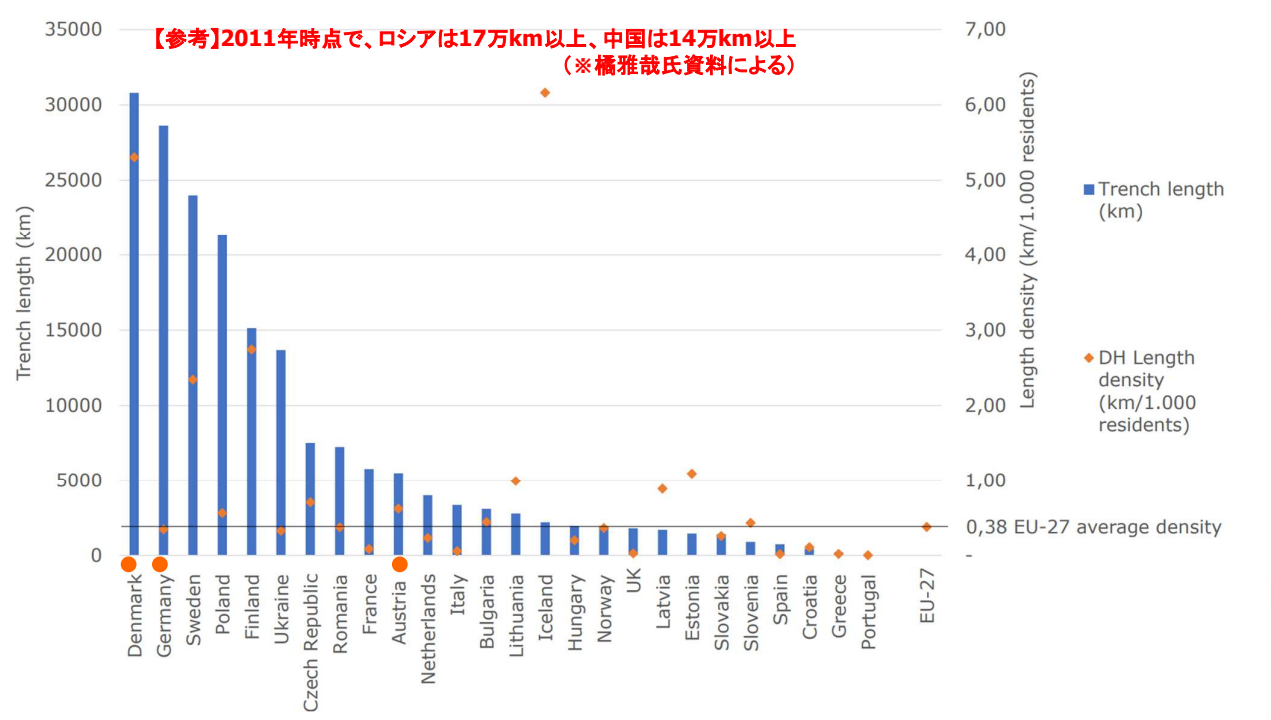
# 1. 視察先の国々の地域熱供給の導入状況の概要③



## 欧州の地域熱供給の配管長の伸び (2011~2021年)

【出典】EUROHEAT & POWER: DHC Market Outlook Insights & Trend 2023

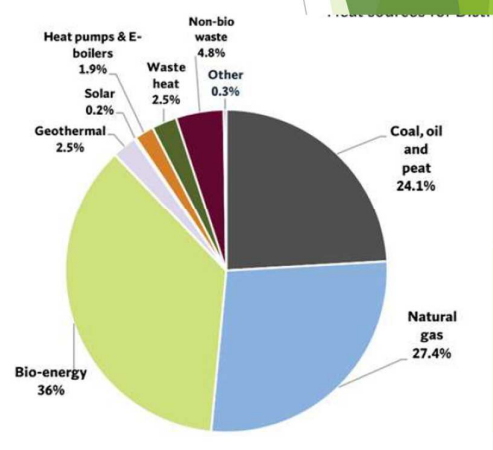
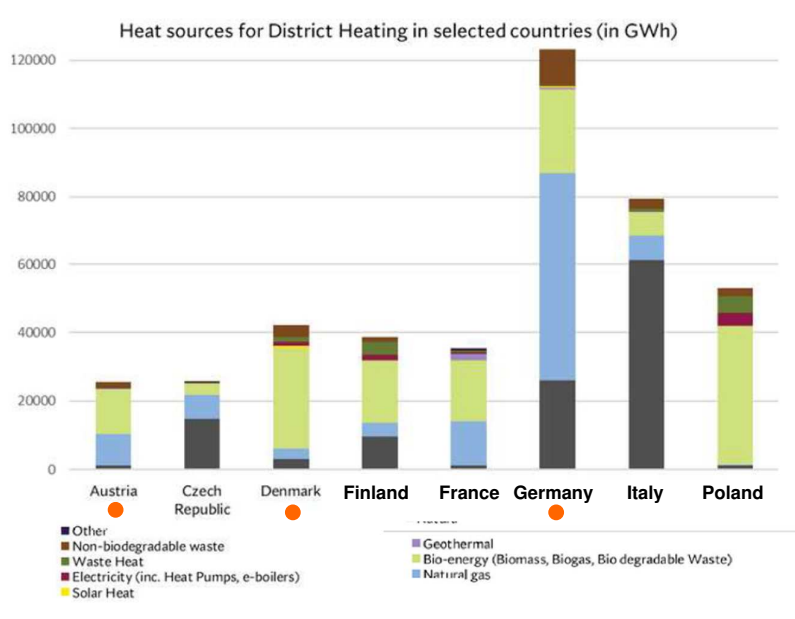
# 1. 視察先の国々の地域熱供給の導入状況の概要④



欧州の地域熱供給の配管長 (2018)

【出典】Tilia, TU Wien, IREES, Öko-Institut, Fraunhofer ISI : Overview of Markets and Regulatory Frameworks under the Revised Renewable Energy Directive, October 2021

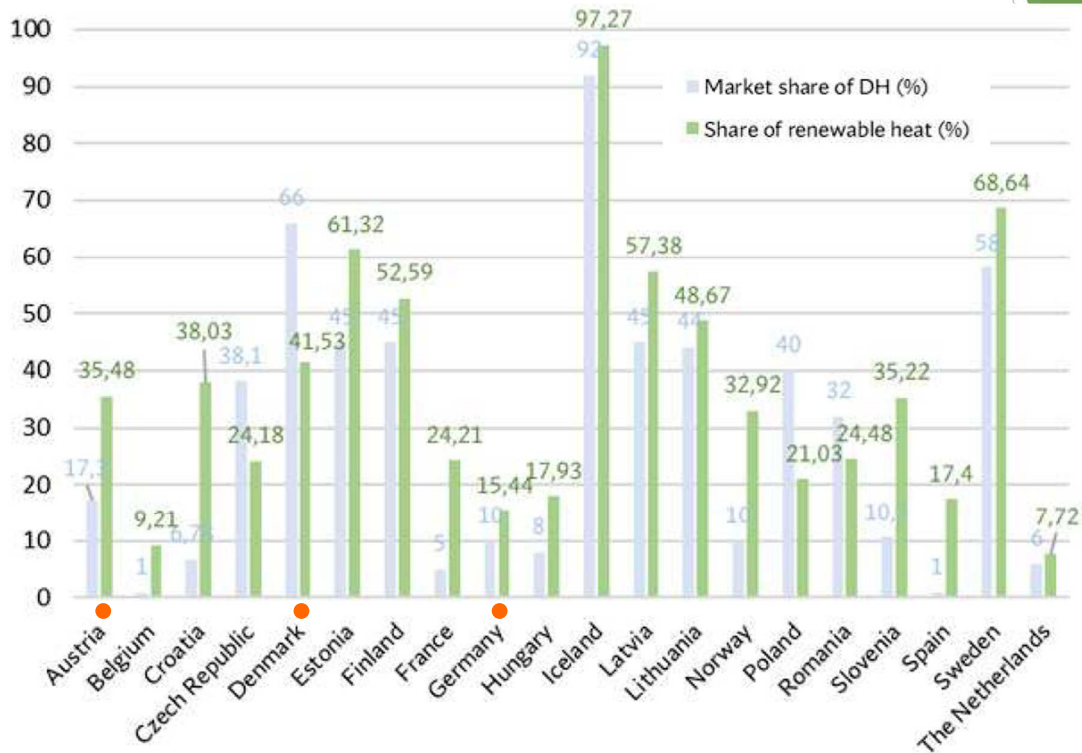
# 1. 視察先の国々の地域熱供給の導入状況の概要⑤



欧州の地域熱供給のエネルギー源

【出典】EUROHEAT & POWER: DHC Market Outlook Insights & Trend 2023

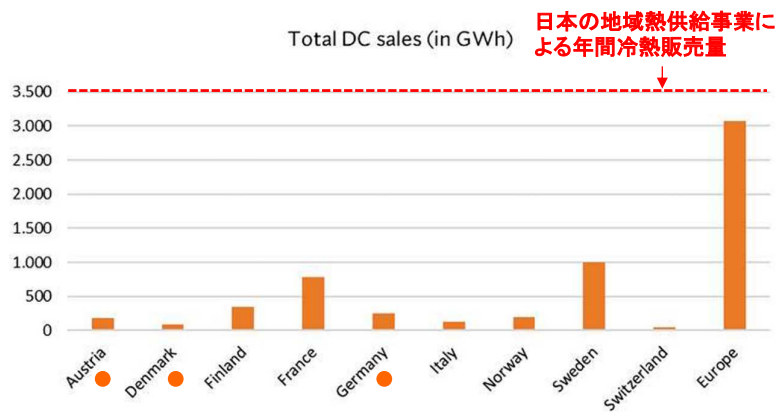
# 1. 視察先の国々の地域熱供給の導入状況の概要⑥



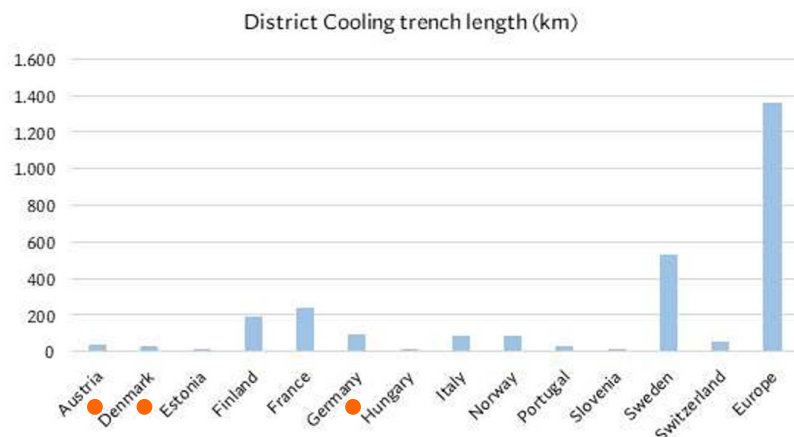
欧州の地域熱供給のシェアと再生可能エネルギー源の割合

【出典】EUROHEAT & POWER: DHC Market Outlook, Insights & Trend 2023

# 1. 視察先の国々の地域熱供給の導入状況の概要⑦



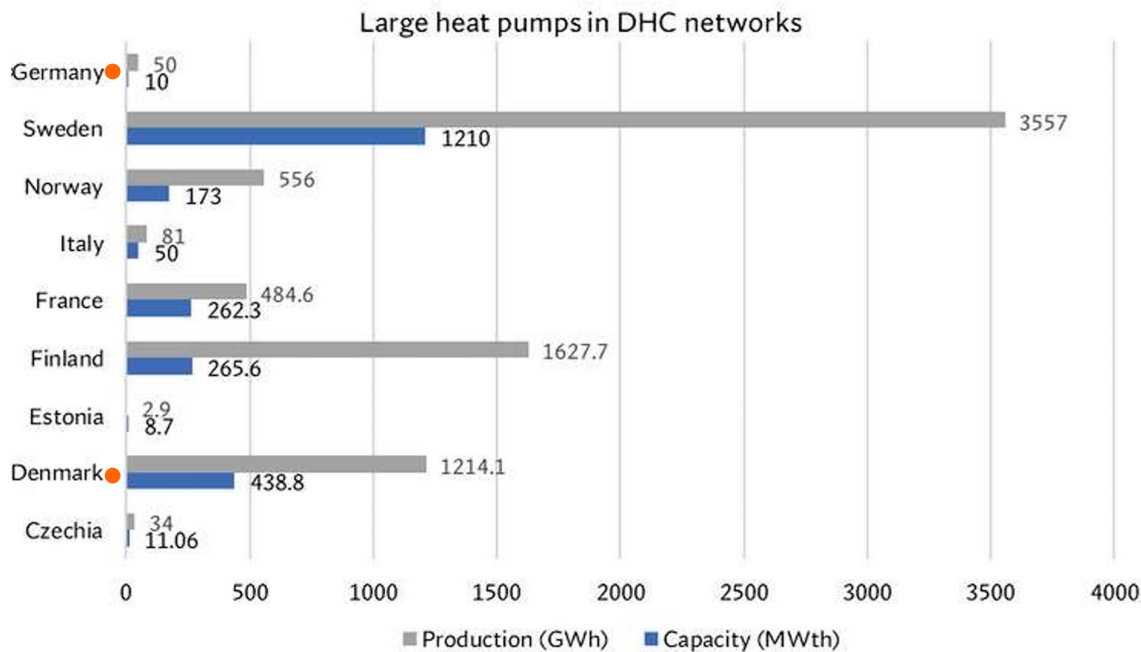
欧州の地域冷房の販売熱量



欧州の地域冷房の配管長

【出典】EUROHEAT & POWER: DHC Market Outlook, Insights & Trend 2023





## 欧州の地域熱供給における大規模ヒートポンプの生産熱量と容量

【出典】EUROHEAT & POWER: DHC Market Outlook, Insights & Trend 2023

## 日本、ドイツ、デンマークのカーボンニュートラルに向けた計画

	日本※1)	ドイツ※2)	デンマーク※3)
長期目標	2050年カーボンニュートラル	2045年気候中立	2050年カーボンニュートラル
		2040年88%削減(1990年比)	
中期目標	2030年46%削減(2013年度比)	2030年65%削減(1990年比)	2030年70%削減(1990年比)
根拠	地球温暖化対策推進法(2021年)	連邦気候保護法(2021年)	Climate Law(2020年)
	地球温暖化対策計画(2021年)		

【出典】※1) 環境省：地球温暖化対策推進法と地球温暖化対策計画（2024年3月7日閲覧）

<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/domestic.html>

※2) 自然エネルギー財団：ドイツの脱炭素戦略（2024年3月7日閲覧）

[https://www.renewable-ei.org/pdf/download/activities/REI\\_DE\\_DecarboStrategy.pdf](https://www.renewable-ei.org/pdf/download/activities/REI_DE_DecarboStrategy.pdf)

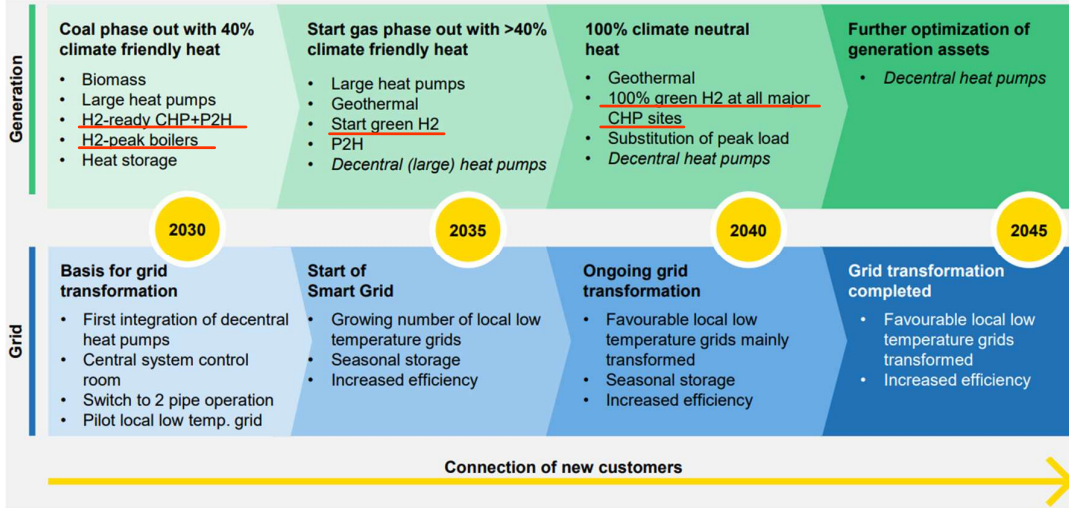
※3) 今回視察でのCTR資料

## デンマーク

- ✓ コペンハーゲン地域熱供給は2025年からカーボンニュートラル。
- ✓ コペンハーゲン地域熱供給での今後の水素利用：明確に「No」の返事。
- ✓ デンマークではすでに地域熱供給における化石燃料の割合が小さく、地域熱供給に水素を導入する必要はない状況にあると理解できる。

### ドイツ

- ✓ ベルリンのヴァッテンフォール熱供給会社では、脱石炭と再生可能エネルギーの導入、さらには水素導入で、2040年にはベルリンの地域暖房のネットゼロを実現。
- ✓ ドレスデン市で熱供給事業を行っているDREWAGでは、国の目標である2045年CO<sub>2</sub>フリーに沿った計画。脱炭素化には水素30~50%の導入が必要。



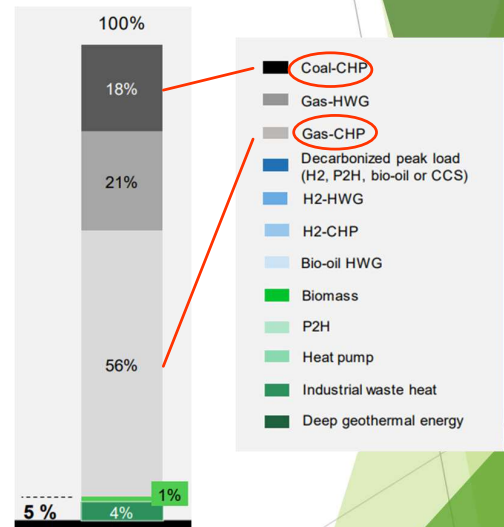
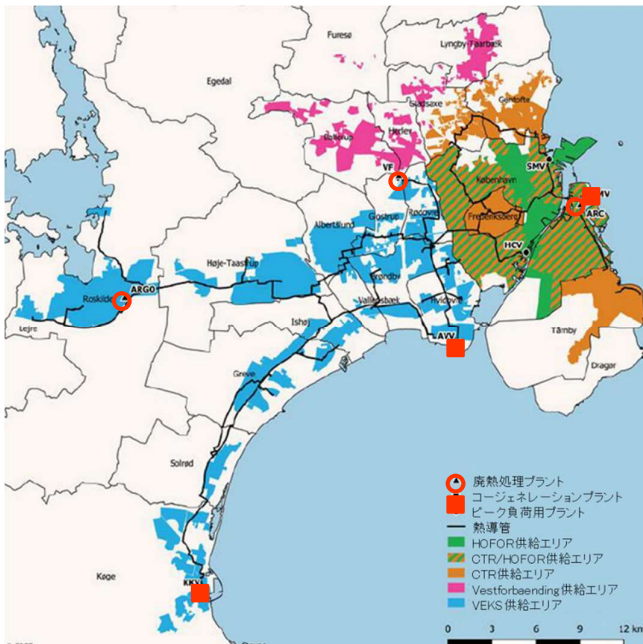
ヴァッテンフォールによる地域熱供給の温室効果ガス中立への転換のステップ

【出典】ヴァッテンフォール訪問時プレゼンテーション資料

### まとめ

- ✓ 地域熱供給が、各国・各都市のカーボンニュートラルを先導し、貢献している。

地域の大規模な排熱源である発電所、ごみ焼却場が基本的に活用すべき熱源として、地域熱供給網にしっかりと組み込まれている。



ベルリンヴァッテンフォールの地域暖房の熱供給源

【出典】ヴァッテンフォール訪問時プレゼンテーション資料

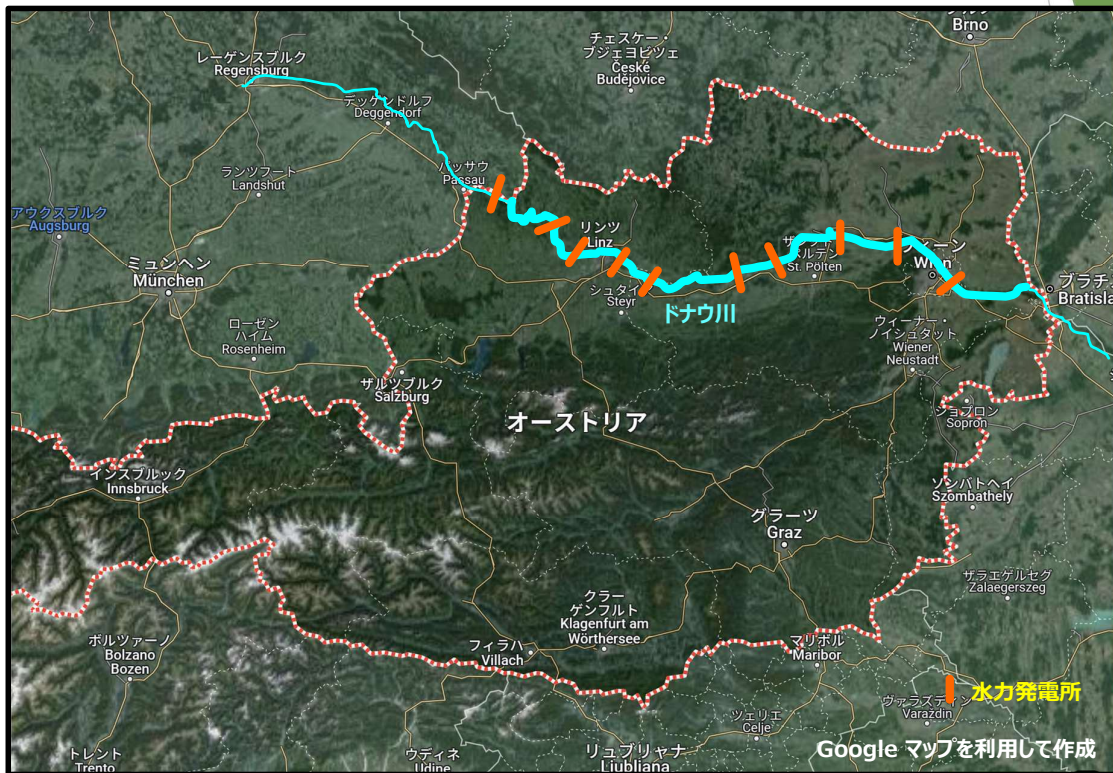
### コペンハーゲンの地域暖房の熱供給源

【出典】DBDH訪問時プレゼンテーション資料



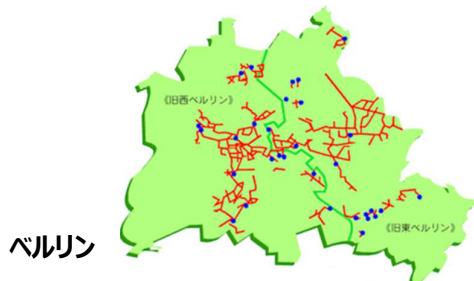
### 3. 地域のエネルギー活用からの視点②

- ✓ オーストリアでは、**ドナウ川**が国土をゆったりと流れており、その落差を利用した**9カ所の水力発電所**による発電で、**国の総発電量の17.6%**を賅っている ⇒ **地域のエネルギー活用の好例**
- ✓ **流れ込み式の水力発電**は年間稼働時間が6,000時間を超える、変動の極めて小さい再エネ電源 ⇒ 時々刻々の**調整力を必要としない再エネ電源**であることの意義大



### 4. 都市インフラにおける位置づけと事業運営からの視点

- ✓ デンマーク、ドイツでは、**地域熱供給が公共性を有する都市のエネルギーインフラ**として位置づけられ、**導入、整備**にあたって**国や地方自治体が深く関与**していることを確認。
- ✓ **CO<sub>2</sub>削減に貢献**するとともに**エネルギーの安定供給**にも寄与する都市のエネルギーインフラとして**推進、整備**が図られている。
- ✓ 事業運営に関しては**コペンハーゲン**では**自治体**もしくは**利用者の組合**が、**ベルリン**では**民間企業**が、**ドレスデン**では**Stadtwerke**という**公社**が担っているなど、**国や都市によって違い**がある。
- ✓ **日本の地域熱供給**を見ると、多くが**民間主導**で導入、整備（運営）されるのを**国、自治体**が**支援**する形で進められている。
- ✓ 欧州と違い、**日本の地域熱供給**は、広く都市域全体にではなく、**エネルギー密度が高い地域**(大規模開発・再開発)を中心に導入、整備されている。高効率システムの導入、最適なエリアエネルギー管理を行う**地域エネルギー供給**を、**欧州と比較してコンパクト**に展開し、**地震国**である日本の**都市機能維持に貢献**する**社会インフラ**として発展させている



ベルリン



東京



東京都心部の地域冷暖房事業地区



## 5. 地域との共生からの視点①

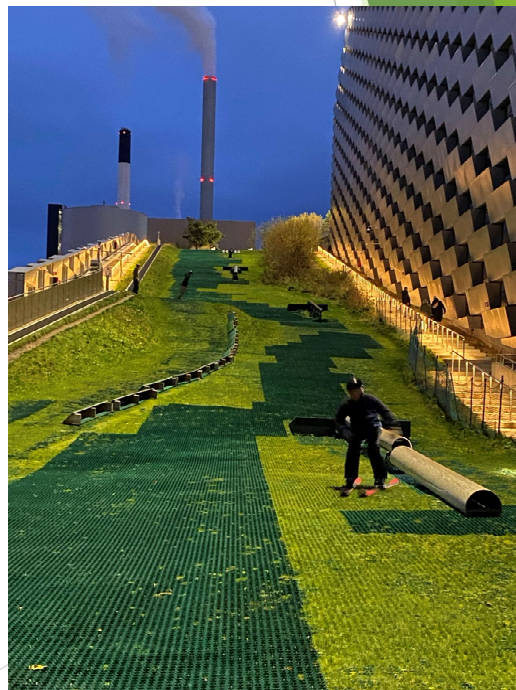
### 熱供給施設やごみ焼却施設などを、周辺環境との融和を考えてデザイン

- ✓ コペンヒルは、地域暖房へ熱を供給し発電も行うごみ焼却場であると同時に、ほとんどが平地であるデンマークに人工的な丘をつくり、人工スキーやボルダリングなどで人々が楽しむ、レクリエーションセンター、観光名所となっている。



コペンヒル (写真)

実際にスキー板を抱えた若い人も何人か見かけた



## 5. 地域との共生からの視点②

- ✓ オーストリアのシュピテラウは「森のように」緑化され、親しみやすいデザインの熱供給発電を行うごみ焼却場となっている。
- ✓ 人通りの多い街中に位置し、多くの市民が訪れて混雑していた。

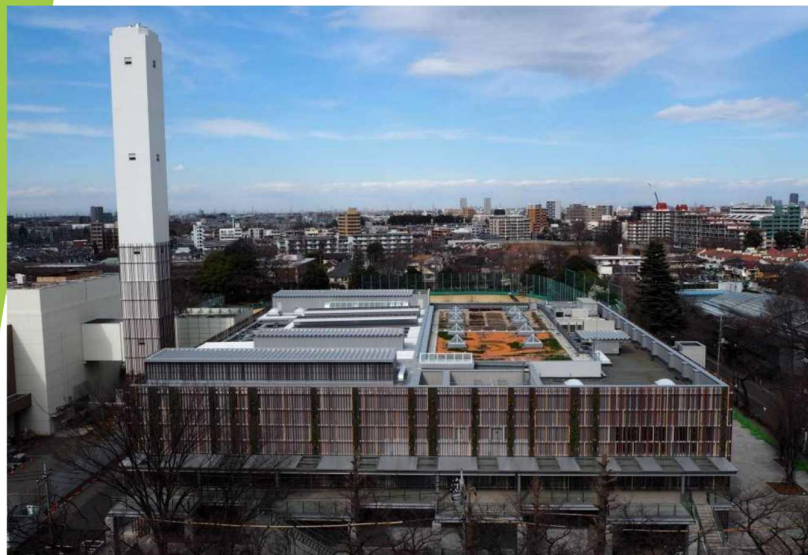


シュピテラウごみ焼却場 (写真)



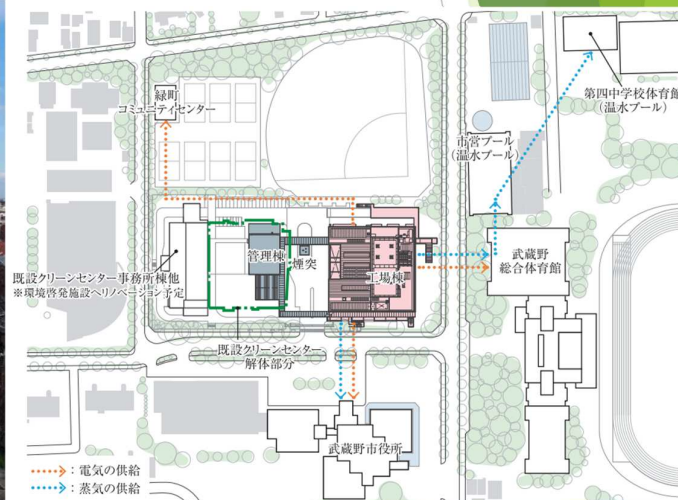
隣接するWIEN ENERGIEビル (写真)

- ✓ 東京都武蔵野市のごみ焼却場は、日常は**こどもの遊び場**になり、災害時には周辺の**住民が逃げ込める拠点**としてデザインされている
- ✓ こうした事例はまだ少ない。今後、引き続き、海外の好事例にも学ぶ必要がある



武蔵野市のごみ焼却場（クリーンセンター）

【出典】武蔵野市資料



施設及び周辺施設の配置と電気、蒸気の供給

【出典】山本充利他：武蔵野市向けごみ処理施設の納入  
— 多彩な機能を備えた施設 —、エバラ時報、  
No.254, pp.41-46, 2017.10

### 熱の電化、ヒートポンプの導入

- ✓ ヒートポンプは、現状では**北欧の国々**で導入が見られるが、ドイツではまだわずかである。
- ✓ **再エネ電源が増大**する中で、熱需要の**電化**、変動調整の必要性から、**ヒートポンプを導入**することが計画されている。

#### ●デンマーク

- ✓ **デンマークのCTR社**で、地域熱供給が直面する大きな変化の中に、**海水**などを利用した**大型ヒートポンプ**の導入について説明があった。
- ✓ 今後、**ピークロード**対応の**プラント**では、**電気**を基本として動かすゴールを政府と共有している。
- ✓ CTR社で、今後の地域熱供給についてのシナリオ検討の中で、『**熱供給**は、**安定的な電気**の生産者側から、**消費者側へとシフト**していく』との話があった。
- ✓ CTR社では電化に伴って**地域熱供給網の分散化**が進む方向にあるとの話があった。これに関連して、将来、CTR社の**熱供給幹線網**（トランスミッションライン）が**存続**するのかどうか尋ねたところ、**明確な回答はなかった**。

#### ●ドイツ

- ✓ **ベルリンのヴァッテンフォール**では2030年に再生可能エネルギーによる地域熱供給を43%にする計画で、そのうちの**17%が大型ヒートポンプ**でカバーされる。
- ✓ Sachsen Energyの**DREWAG**（ドレスデン）では、電気料金が安い時間帯に**ヒートポンプ**を活用した**熱製造**を考えている。



## 水素と地域熱供給

### ●デンマーク

- ✓ **デンマーク**ではすでに地域熱供給における化石燃料の割合が小さく、**地域熱供給に水素を導入する必要はない**状況にあると理解できる。
- ✓ デンマークでは、再生可能エネルギーの電気による**水電解**の過程で**発生する熱**の**地域熱供給への利用**を行う。

### ●ドイツ

- ✓ **ベルリン・ヴァッテンフォール**で2030年頃までに水素対応CHP、水素ピークボイラの導入、2030年以降、**グリーン水素**の導入開始、2040年頃までにすべての主要CHPサイトでの**100%グリーン水素活用**を行うとしている。2040年に再エネ100%の地域熱供給を実現するために、**水素を導入する計画が明確に示されている**。
- ✓ **ドレスデン**においても、最終的に**30~50%を水素熱源**にする必要があるとしている。

#### ※ドイツは2023年7月、国家水素戦略を改定

- 水素の確保：2030年に10GWの国内水素生産能力、**総需要の50~70%を輸入**
- 水素インフラの整備：**水素パイプライン**、港湾には水素輸入ターミナル
- 水素の利用用途の確立：化学・鉄鋼、モビリティ、発電用途が水素需要を牽引  
少なくとも**2030年までは、暖房用途では広範な水素利用は見込めない**

【出典】JETRO 地域・分析レポート 2023年10月17日「ドイツ政府が国家水素戦略を改定 研究・実証から市場立ち上げフェーズへ」  
<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2023/52b33d2932a5aa7d.html> (2024年5月5日閲覧)

## まとめ

本視察をとおして、これまでの調査等で得られている内容の再確認とその**最新情報へのアップデート**ができたこと、**カーボンニュートラル**実現に向けて世界が大きく動いている中での欧州の地域熱供給の**新しい動き、変化**を知ることができた。

### ● これまでの調査等で得られている内容の最新情報へのアップデートについて

地域熱供給が**公的な位置づけ**を持ち、**カーボンニュートラル**に向けたエネルギー政策の中で**重要な役割**を果たしていること、公的なセクターによる整備と運営、都市の発電やごみ処理に伴う**排熱等を無駄なく活用する基盤**となっていること、**地域との共生や調和**が図られていることなどに関して、最新の状況を把握することができた。

### ● 地域熱供給の新しい動きや変化について

カーボンニュートラルに向けて**再エネ電源がますます増大**する中、**熱需要の電化**や**ヒートポンプの導入**が進む状況にあること、水素への関わり方は国によって異なるが、特に日本と同規模の国である**ドイツが、水素を熱供給に導入**することでカーボンニュートラルを実現しようとしていることがわかった。

これからの日本の地域熱供給のあり方を考える上で重要な、多くの有意義な知見を得ることができた。本視察の成果を今後の日本の地域熱供給の発展に活かしていただくことを期待したい。



**ご清聴ありがとうございました。**

**一般社団法人 日本熱供給事業協会  
海外視察調査研究会  
団長 佐土原 聡**

