第4世代地域熱供給4DHガイドブックのご紹介

第4世代地域熱供給4DHフォーラム

https://www.isep.or.jp/4dh-forum/

認定NPO法人　環境エネルギー政策研究所

2020年7月10日

環境エネルギー政策研究所
東京都新宿区四谷三栄町16-16
Tel 03-3355-2200 Fax 03-3355-2205
http://www.isep.or.jp/

第4世代地域熱供給4DHガイドブック

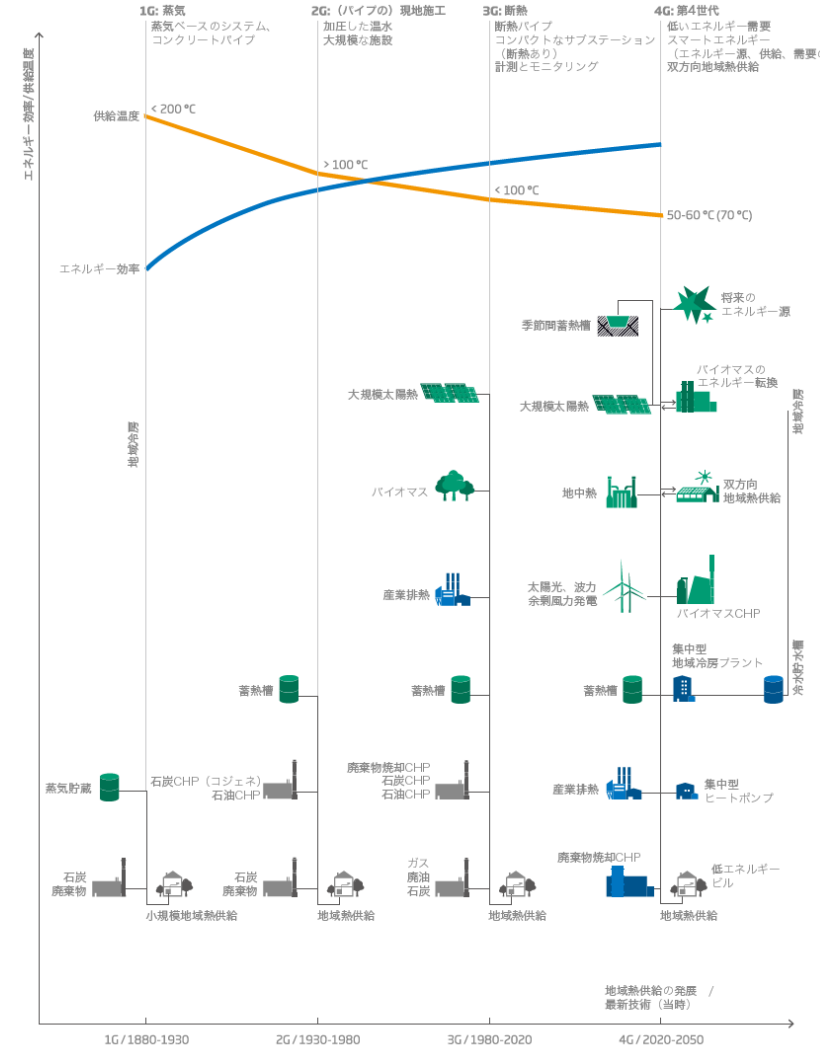
目次：

はじめに
1. 第4世代地域熱供給(4DH)とは
2. 第4世代地域熱供給の背景
3. 第4世代地域熱供給の設計コンセプト
4. エネルギー需給の脱炭素化とスマート化
5. 日本での第4世代地域熱供給の展開に向けて
6. 自然エネルギー100%への展開
7. 参考資料

ダウンロード：
https://www.isep.or.jp/4dh-forum/4dh-guidebook

第4世代地域熱供給(4DH)とは

- 管理のしやすさコスト削減のため、熱供給システムの温度を下げており、低温熱源の利用や地中熱利用などが可能となっている(第4世代地域熱供給)。

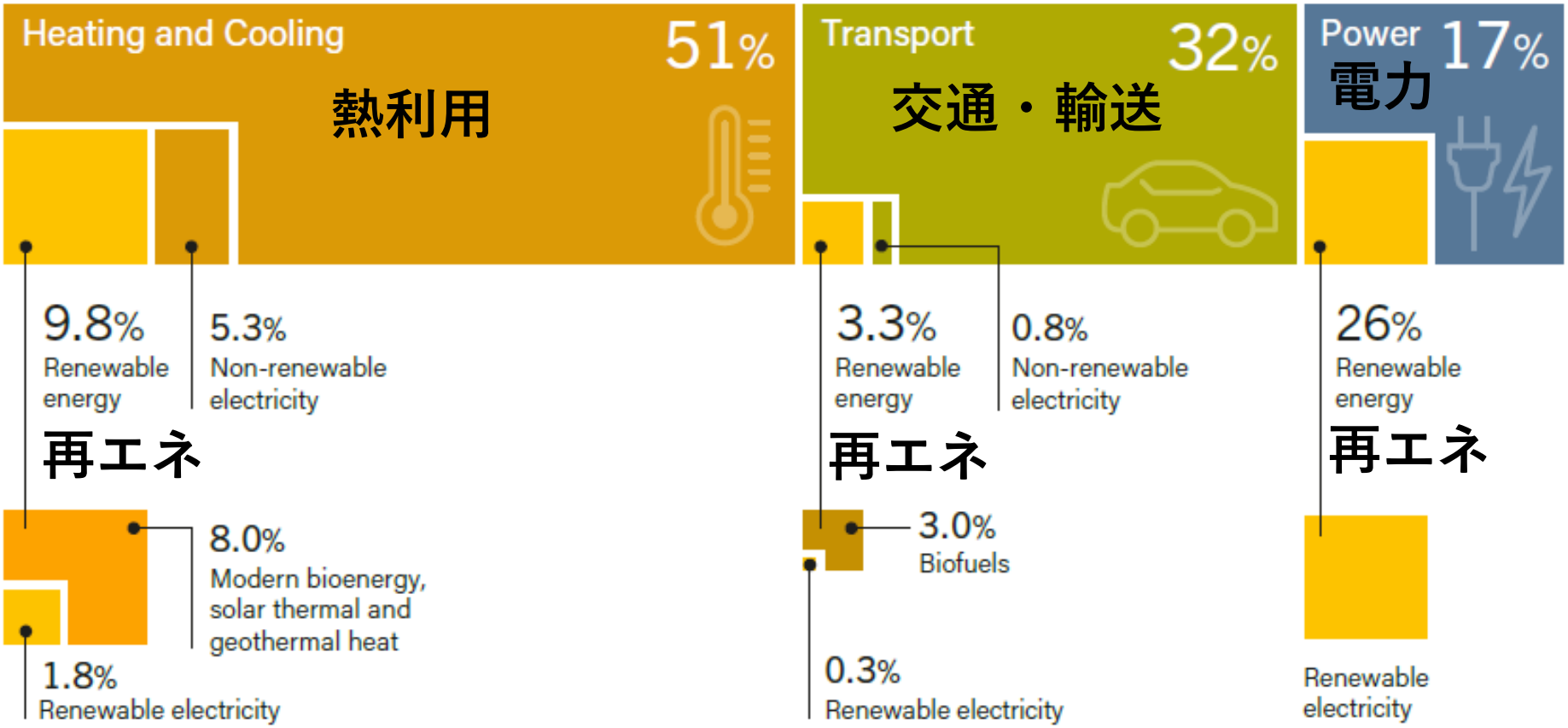


1. 供給温度の低温下による高効率化
   - システム全体の高効率化
   - 往復温水間の大きな温度差
   - 潜熱回収による更なる高効率化
2. 熱源の多様化
   - 低温下による利用資源の拡大
   - 工場排熱、廃棄物焼却熱活用
   - 大規模太陽熱の活用と季節間蓄熱
3. 熱・電双方向の「スマート化」へ
   - 電力市場を介した熱電市場の連動
   - 温水タンクによる「蓄電」
   - ヒートポンプによる電熱転換（風力の温熱化など）

出所：State of Green「デンマーク地域熱供給白書」
Henrik Lund, et. al “4th Generation District Heating(4GDH) Integrating smart thermal grids into future sustainable energy system” Energy 68(2014) 1-11

世界のエネルギー需要に占める自然エネルギー割合

- エネルギー需要の約半分は熱(交通3割、電気2割)
- しかし、熱利用部門では自然エネルギーの導入はほとんど進まなかった

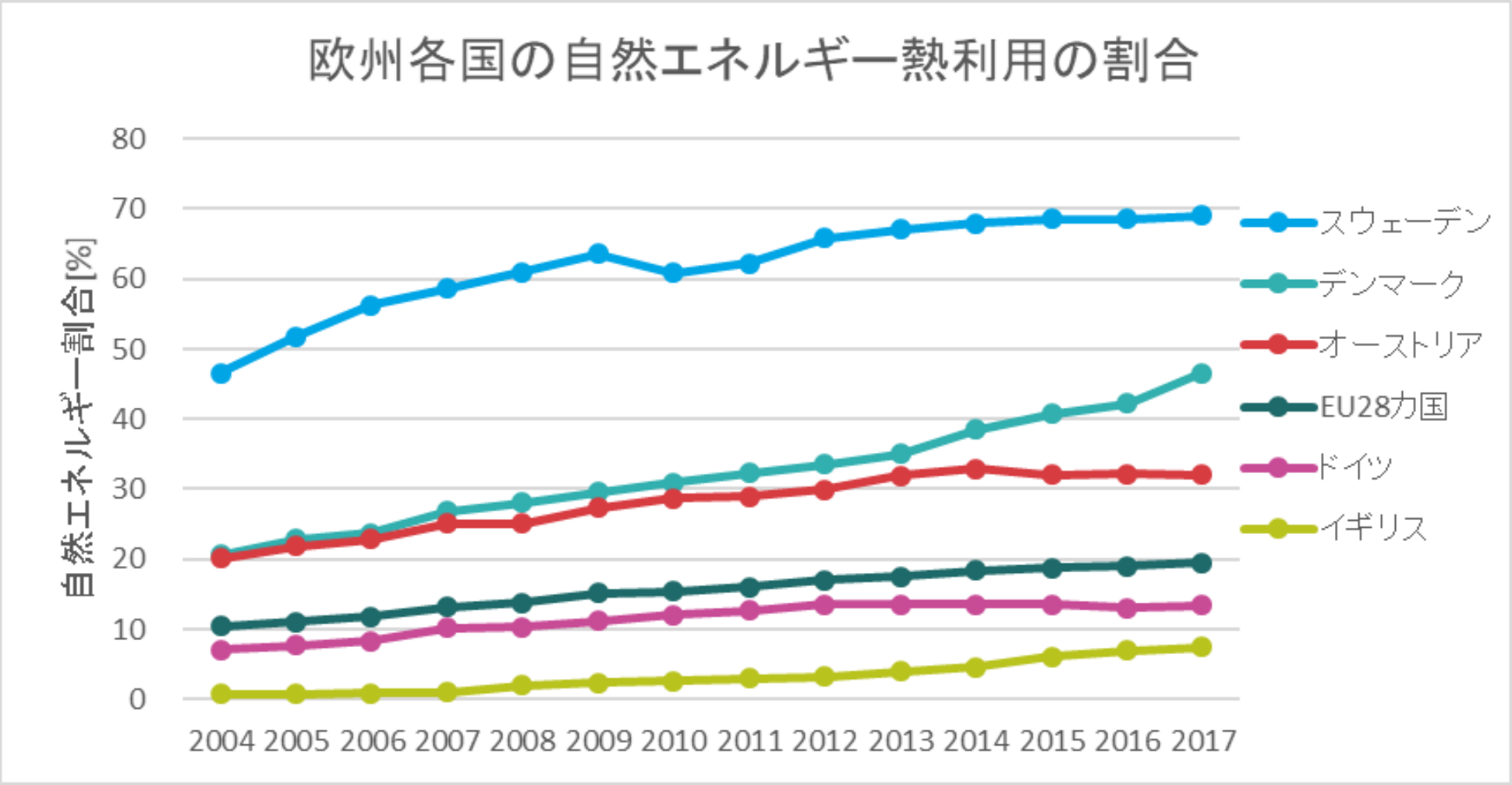


Note: Data should not be compared with previous years because of revisions due to improved or adjusted methodology.

Source: Based on OECD/IEA. See endnote 61 for this chapter.

出典: REN21:GSR2019

欧州各国の自然エネルギー熱利用の割合の推移

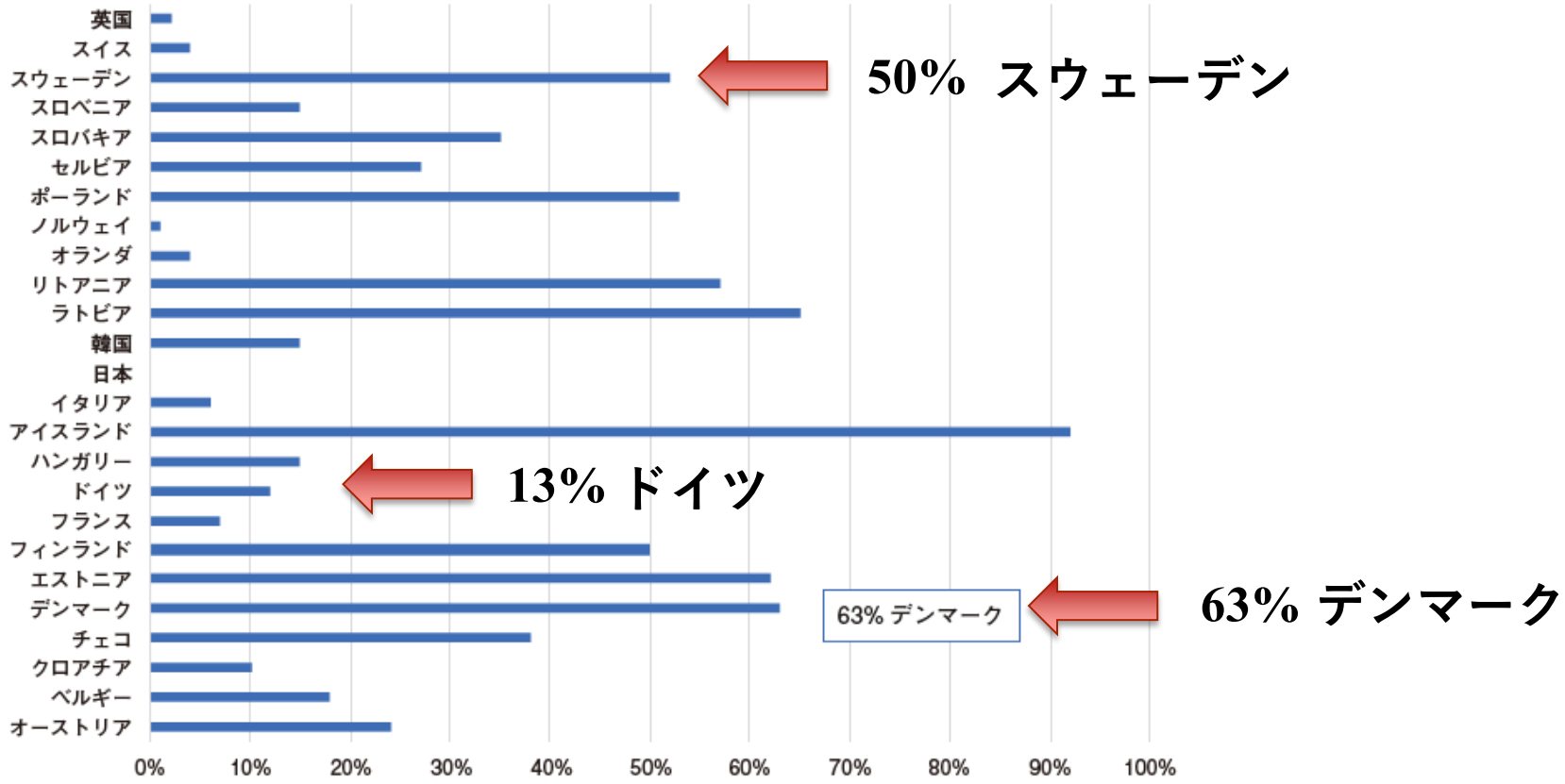


出典：Eurostatデータより作成

欧州(EU)の地域熱供給

- 人口あたりで最も地域熱供給の普及率が高いアイスランド(90%以上)
- デンマークは60%以上の普及率

地域熱供給の普及率(人口あたり)2015年



出所：Euroheat&Power Country by Country 2017より作成

デンマークの地域熱供給の事例

Dronninglund村

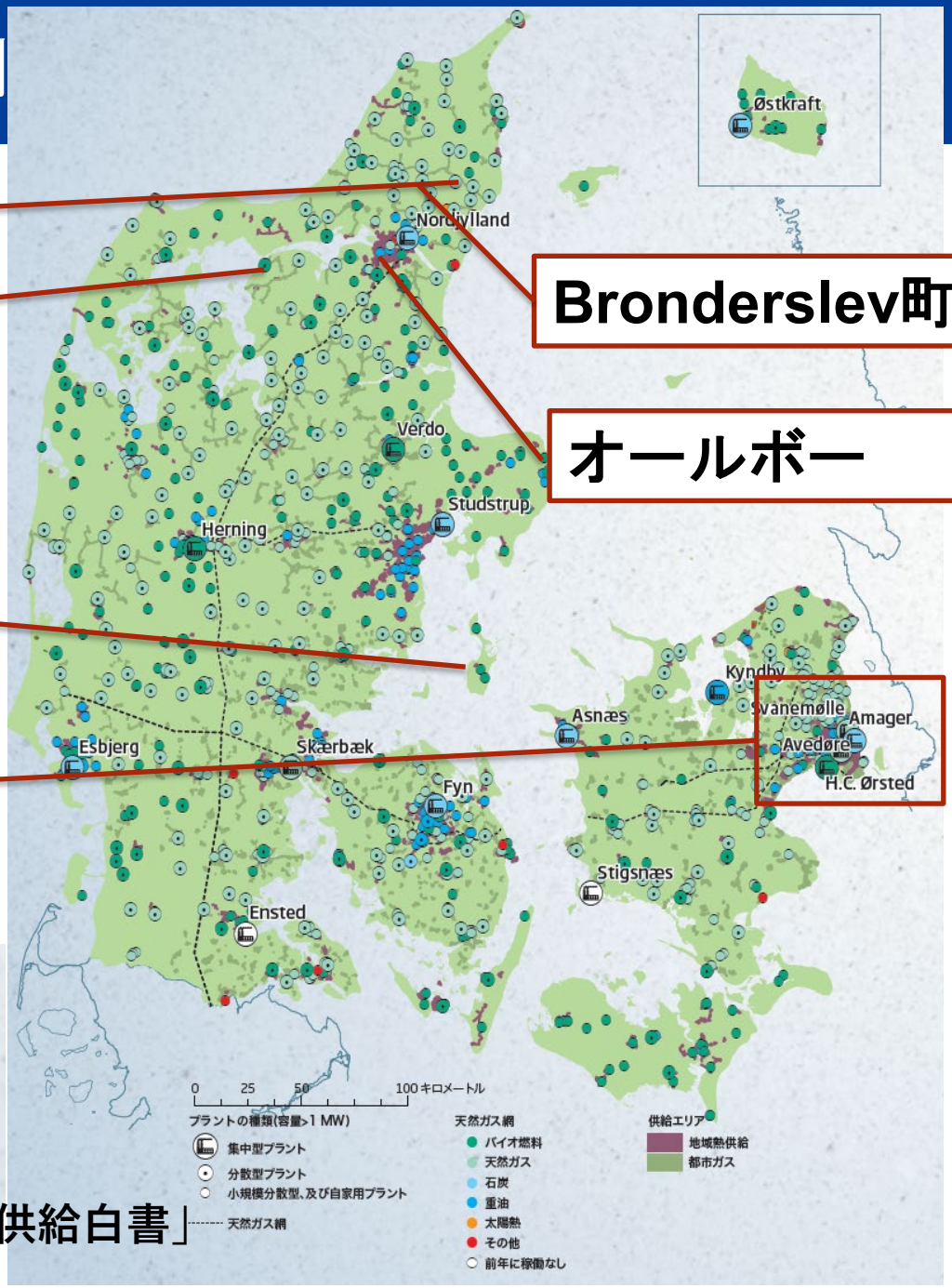
Løgstør町

Nordby/Mårup
(サムソ島)

コペンハーゲン
周辺地域

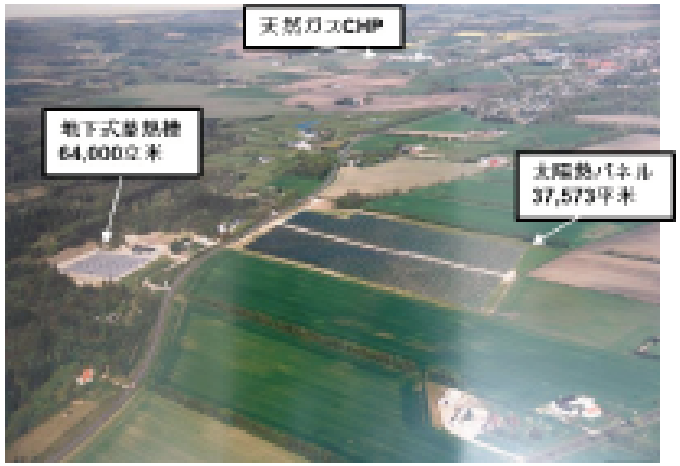
Brondersley町

オールボー

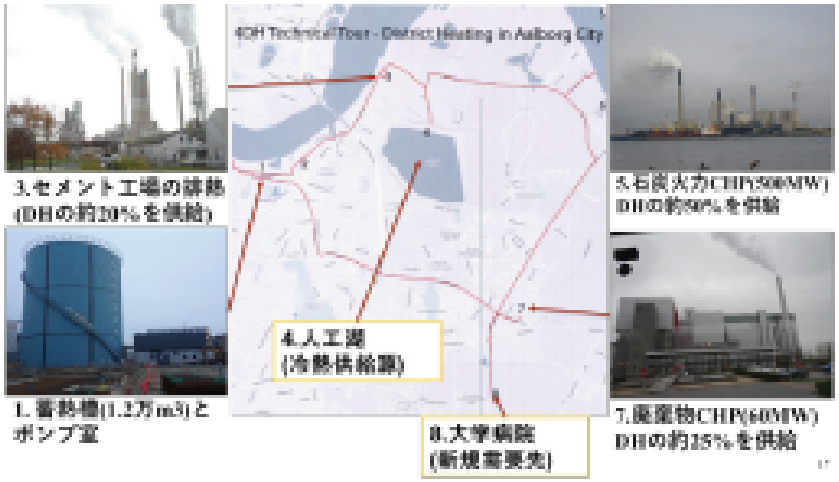


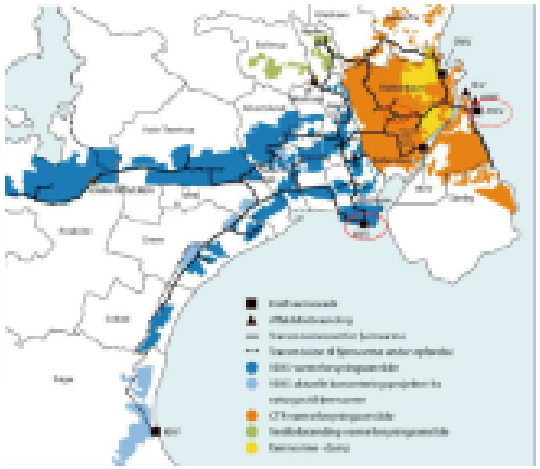
デンマークの地域熱供給の事例

◇ 太陽熱地域熱供給(SDH)Dronninglund村(デンマーク北部)※自然エネルギーの活用



◇オールボー地域熱供給会社(34000ユーザー)※排熱の活用





◇コペンハーゲン周辺地域(デンマーク最大)

- 17自治体
- 25地域熱供給会社
- 送熱会社:CTR(広域の熱源から送熱)
- ユーザー数:50万人
- 年間熱量:34PJ (9.6TWh)
- デンマーク全体の熱需要の約20%
- コペンハーゲンの熱需要の98%をカバー

(出典:CTR資料)

デンマークの事例: 第4世代地域熱供給への転換 アルバーツルンド(Albertslund)

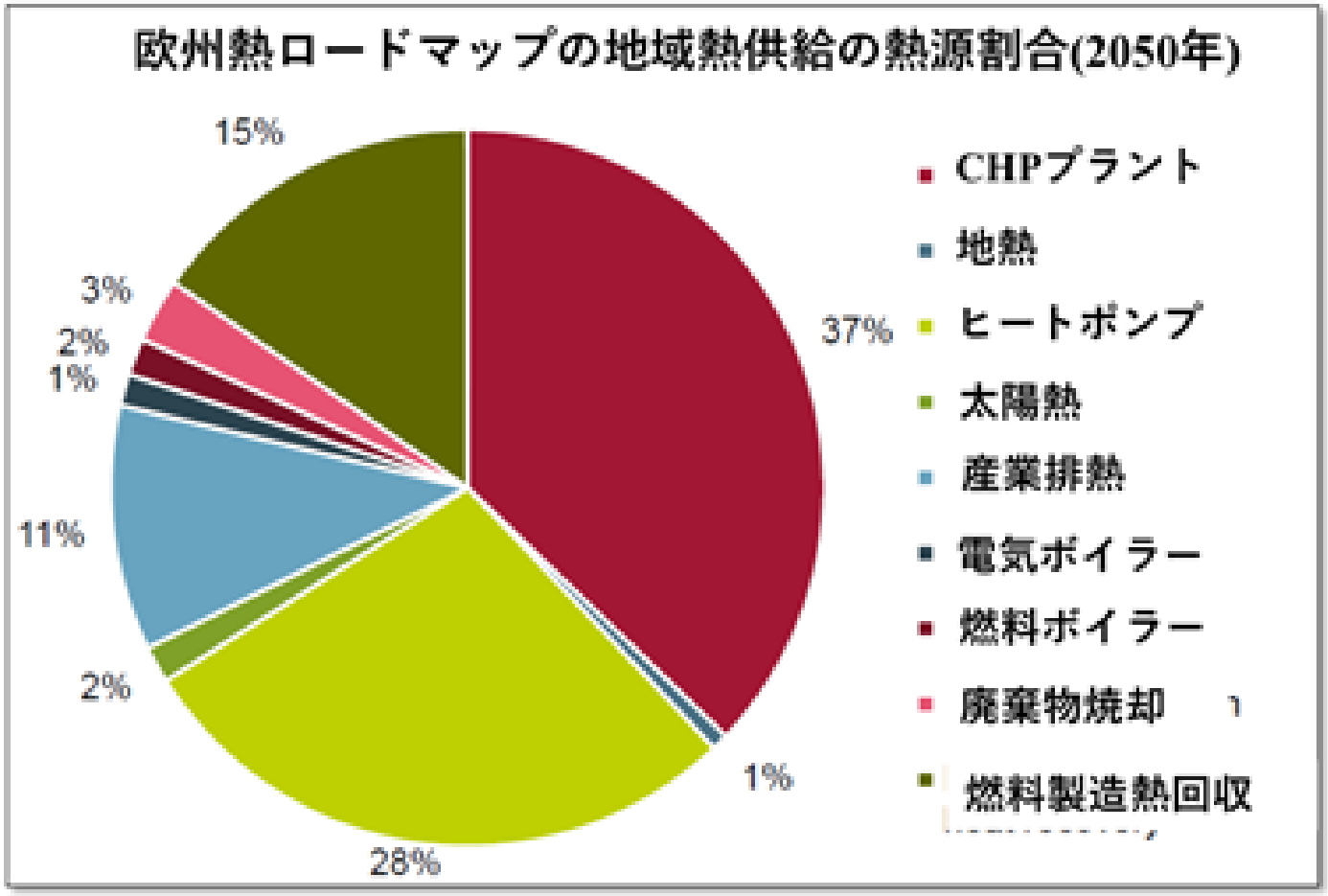
- 1970年代以前のアパート(約7000世帯)は概して断熱性能が低く、快適な暖房を得るには高い温度の熱供給が必要になる。地域熱供給会社ではこれを踏まえ、既存アパートの高エネルギー性能化改修および低温地域熱供給への転換を2025年の脱炭素化を目標に進めている。低温化により熱損失を20%から10%に減らすことで収益が向上する計画。
- アパートは、改修とともに低温地域熱供給へと接続される。送り温水は既存システムからの返り温水をシャント弁で55℃まで調整したものを供給する。コペンハーゲンエリアにある２つの大規模なプラントが熱源である。
- 消費者側は給湯に45℃の温水を利用できる。暖房には、改修時に整備された床下暖房とラジエーターを利用。レジオネラ菌は、熱交換器および温水システムに滞留する温水をごくわずかにすることで発生を抑えている。

出典:DBDH資料

欧州熱ロードマップ
Heat Roadmap Europe 2050

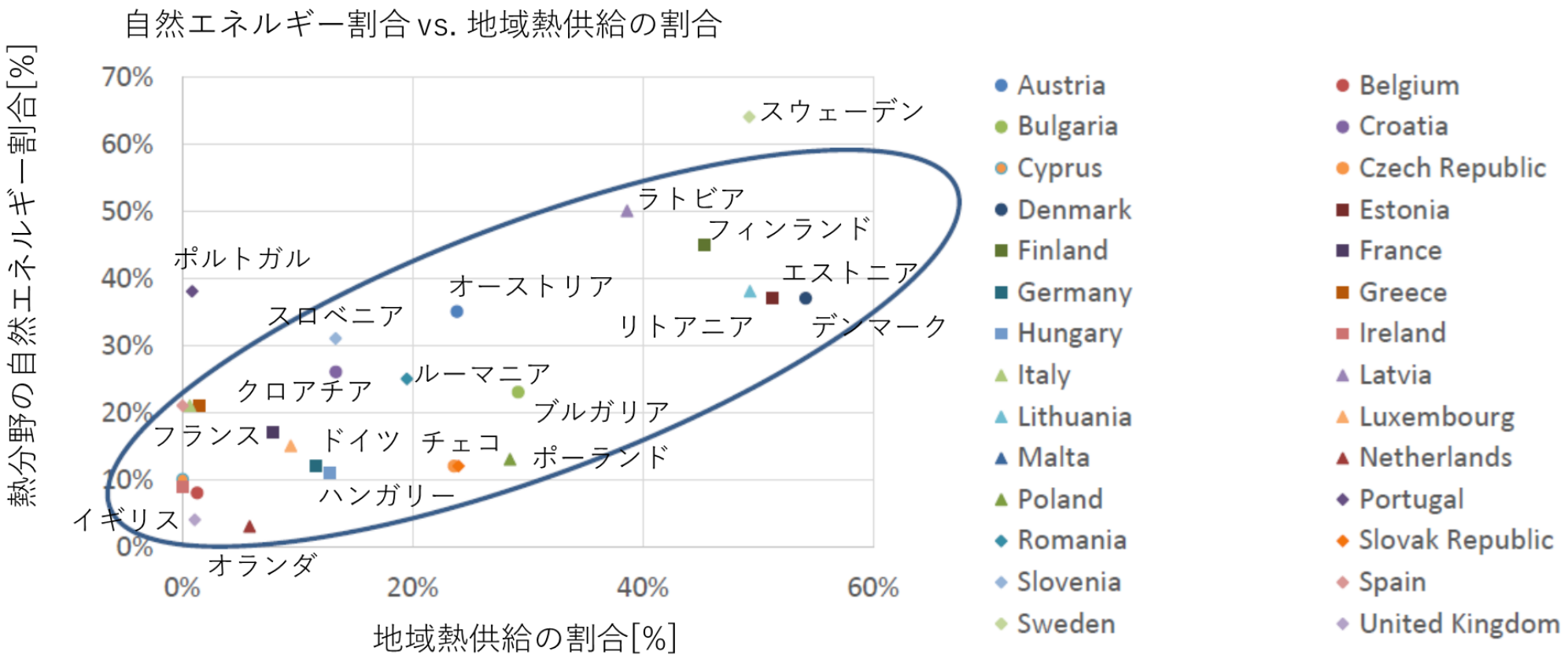
■地域熱供給の普及率が低い国には大きな導入ポテンシャルがある。

熱需要は確実にある。より大きな導入ポテンシャルがある。給湯と暖房の両方の高い熱需要。大幅な省エネルギーが可能



Heat Roadmap Europe: 地域熱供給の導入率

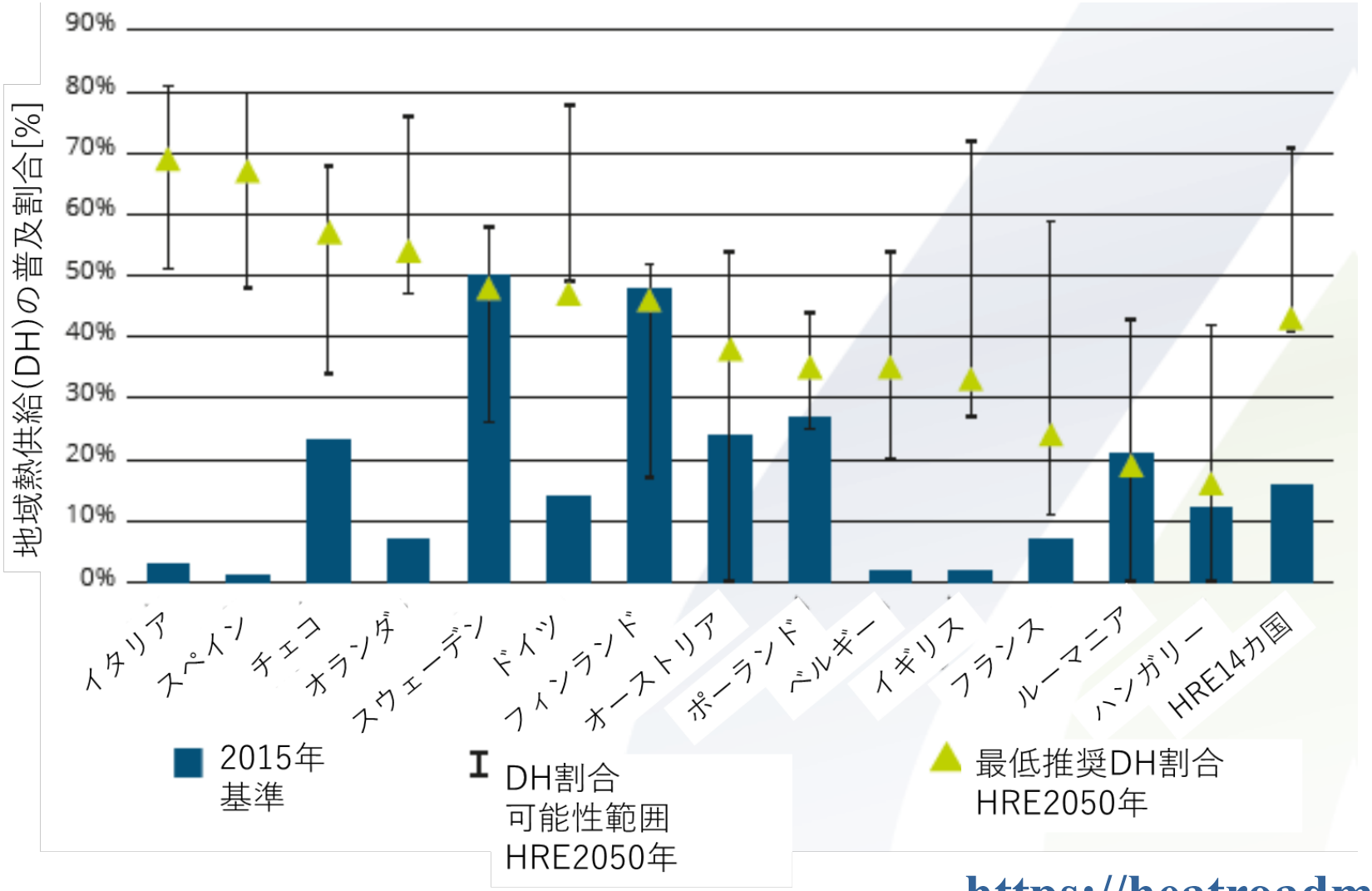
地域熱供給の導入率が高い国ほど自然エネルギー熱の割合が高い



https://heatroadmap.eu/

Heat Roadmap Europe: EU各国の地域熱供給普及率

現状(2015年)の地域熱供給DH普及率と推奨されるDH普及率



https://heatroadmap.eu/

熱需要マップPeta: the Pan-European Thermal Atlas

Peta4.3: 欧州全域の再エネ熱マップ

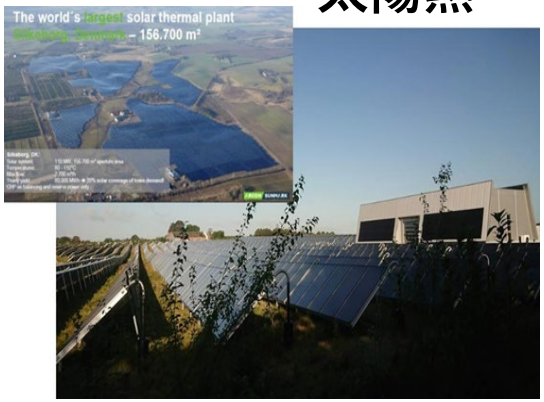
- **10種類のマップが利用可能**

http://www.heatroadmap.eu/peta.php

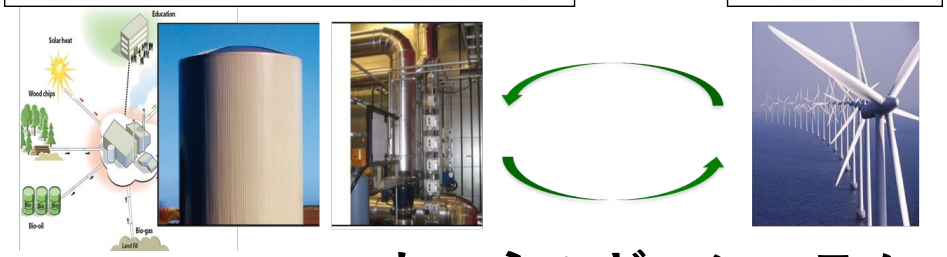
Peta
The Pan-European Thermal Atlas

第4世代地域熱供給の構成要素

太陽熱



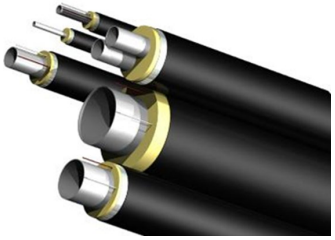
地域熱供給＋CHP＋HP＋貯湯タンク



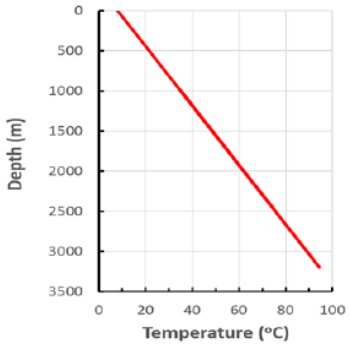
風力発電

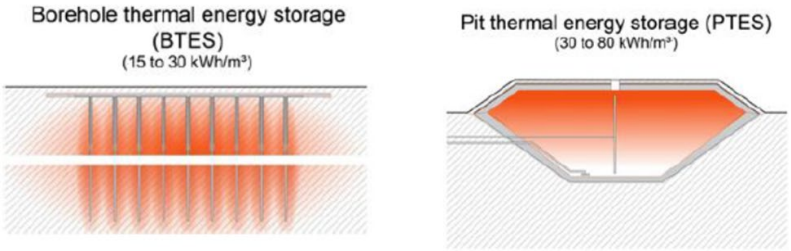
スマートエネルギーシステム

熱導管



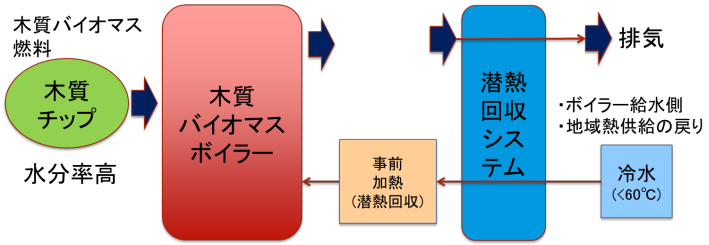
地熱





季節間蓄熱

熱量計
(スマートメーター)



バイオマス(潜熱回収)

エネルギー分析ツール

熱交換器

エネルギー市場の比較：電力、都市ガス、LPガス、地域熱供給

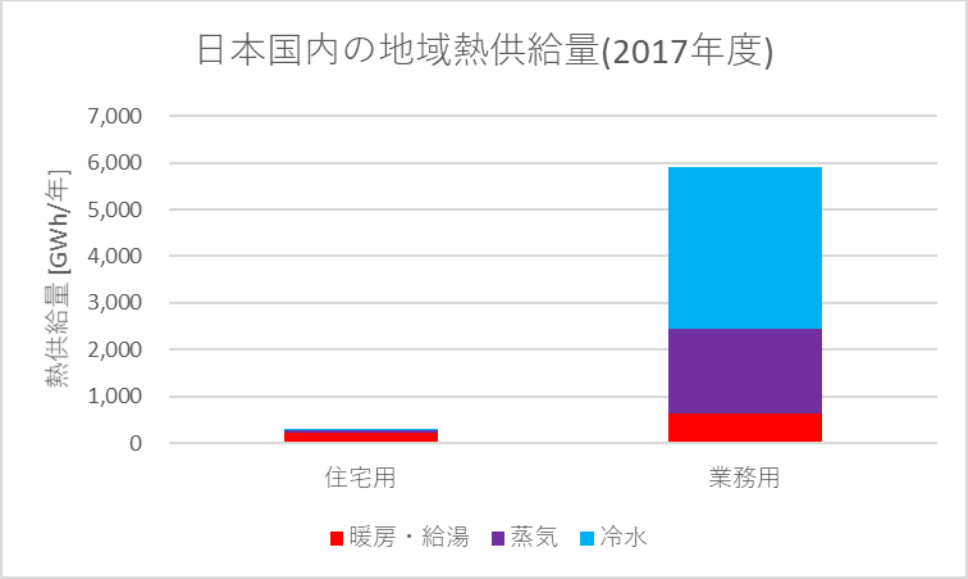
- **日本国内の地域熱供給の市場は電力やガスの市場に比べてとても小さい**

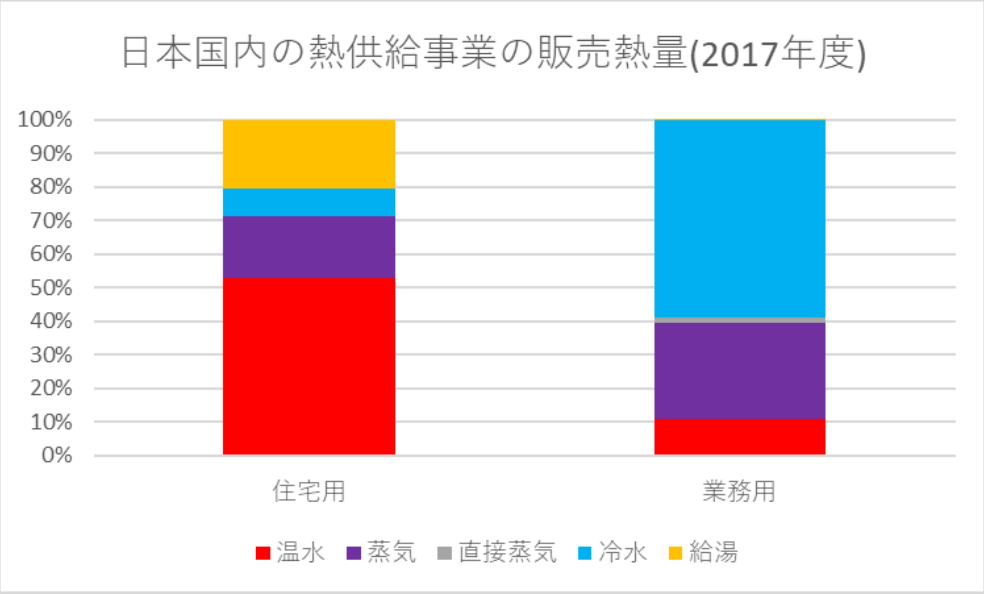
	電力市場	都市ガス市場	LPガス市場	地域熱供給
供給エリアのシェア	100%	6%	94%	0.01%
消費者数	8400万人	2900万人	2400万人	3.6万人
市場規模	18 兆円	5 兆円		1400億円
従業員数	130,000人	32,400人		2500人
導管距離		259,000 km	---	646 km
自由化時期	2016年度	2017年度	自由化済み	2016年度
備考	600以上の小売電気事業者(10旧一般電気事業者)	約200社	約2.1万社	76社, 134地域(2017年)

出所:経産省資料などから作成

日本国内の地域l熱供給の現状(2017年)

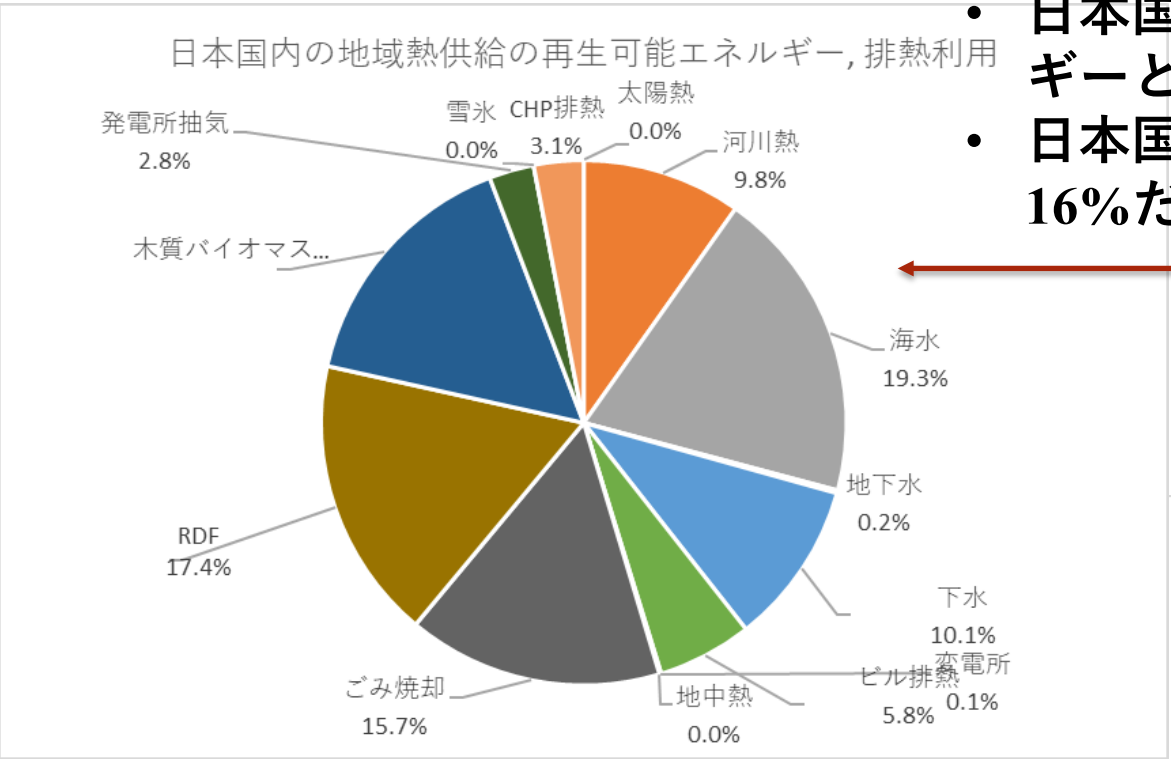
	単位	暖房・給湯	蒸気	冷水	合計	割合
販売量(住宅向)	GWh/a	233	58	25	316	5.1%
販売量(業務用)	GWh/a	645	1,792	3,470	5,907	94.9%
販売量(計)	GWh/a	878	1,850	3,495	6,224	100%
販売量の割合	%	14.1%	29.7%	56.2%	100%	
熱導管の距離	km	232	206	208	646	
線熱密度	MWh/m	3.8	9.0	16.8	9.6	





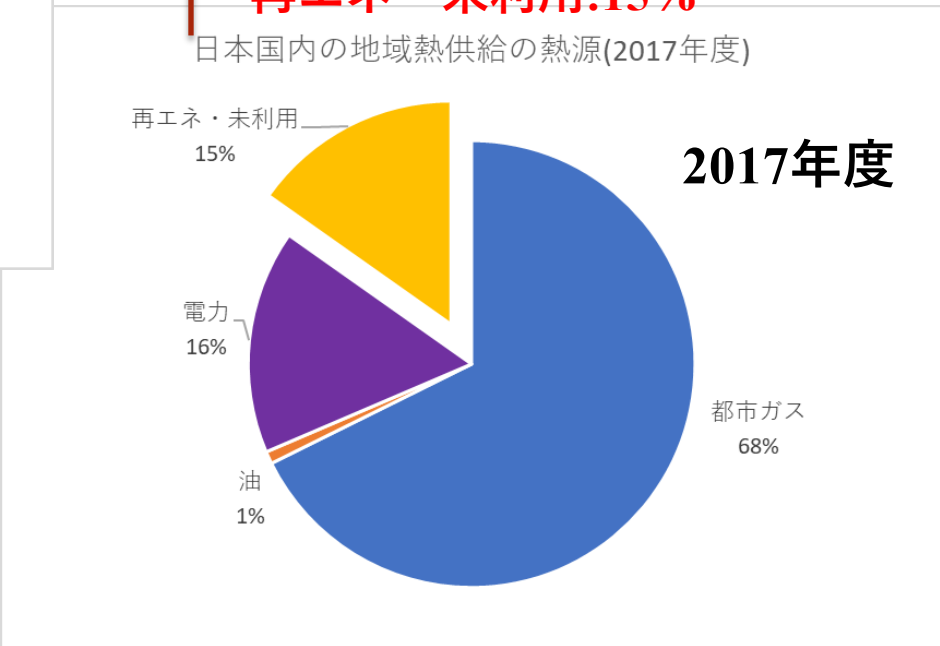
出所:日本熱供給事業協会「熱供給事業便覧」データより作成

日本国内の地域熱供給の熱源



- 日本国内の地域熱供給の再生可能エネルギーと排熱利用の割合は15%程度
- 日本国内の地域熱供給での電気の割合は16%だが、冷熱の需要が大きいため。

都市ガス:68%
電力:16%
再エネ・未利用:15%



- 海水: 19.3%
- RDF(廃棄物): 17.4%
- 廃棄物焼却: 15.7%
- 木質バイオマス: 15.7%
- 下水: 10.1%
- 河川: 9.8%

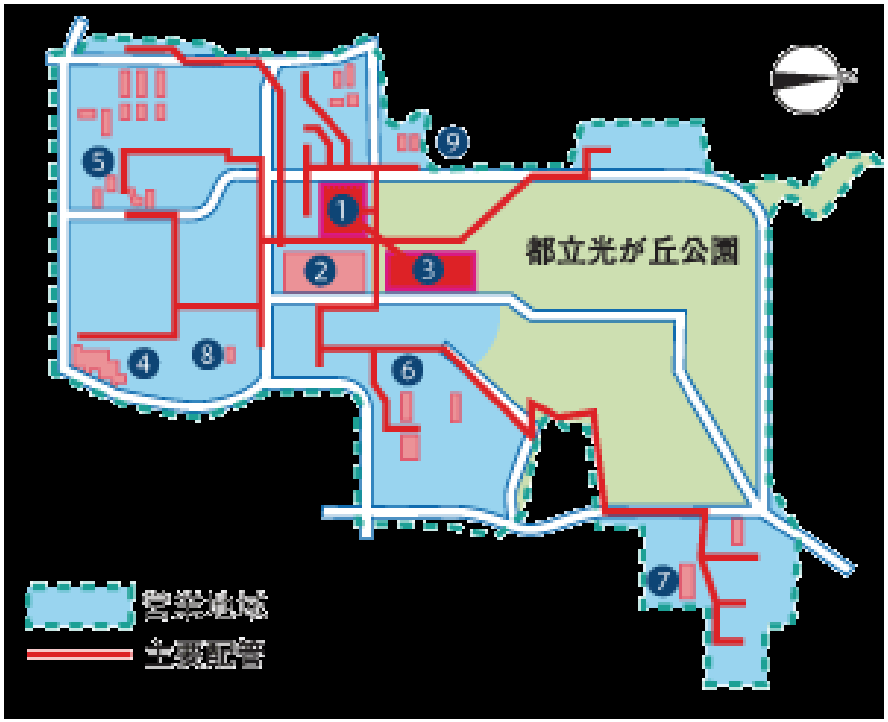
出所:日本熱供給事業協会「熱供給事業便覧」データより作成

日本国内の地域熱供給の事例:東京光が丘団地
一般廃棄物処理の焼却施設の排熱利用、住宅ユーザー

- 国内最大規模の住宅ユーザー(12000戸)
- 線熱密度: 1.2 MWh/m/年(61GWh/年, 51km)
- 一般廃棄物焼却施設の排熱利用: 55°C
- 温水供給温度: 60°C(住宅用),45°C(業務用)
- 冷水供給温度: 7°C(業務用)

事業開始: 1983年, 総床面積: 1km²

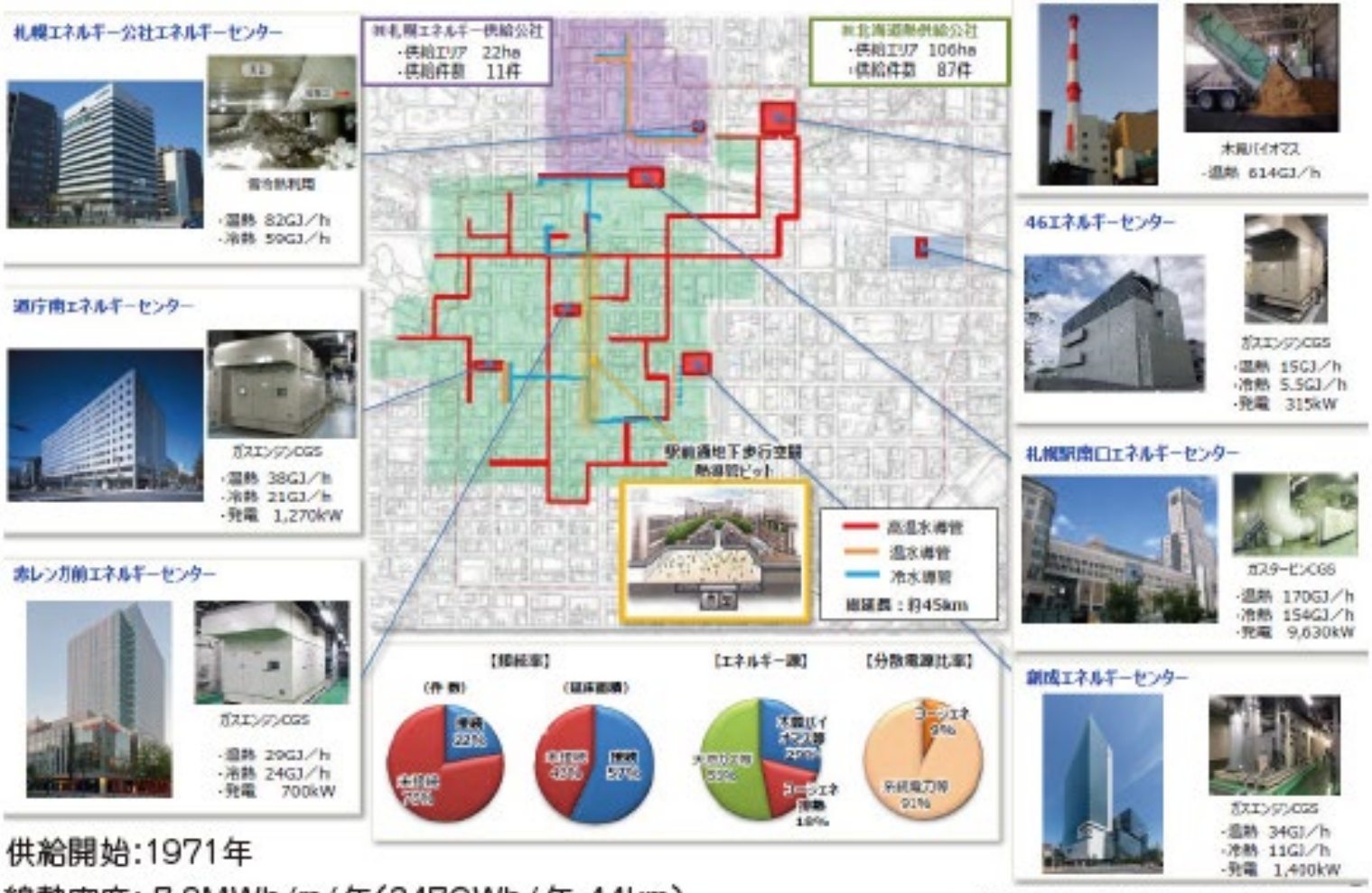
① DHプラント② 商業エリア ③ 焼却施設
④ - ⑨ 学校



出所:日本熱供給事業協会 http://www.jdhc.or.jp

日本国内の地域熱供給の事例:札幌市都心
ガスによる蒸気、高温水、温水、冷水供給、木質バイオマス

・ガスによる蒸気、高温水、温水、冷水供給、木質バイオマス利用
・都心エネルギーマスタープラン、アクションプランの策定



供給開始:1971年

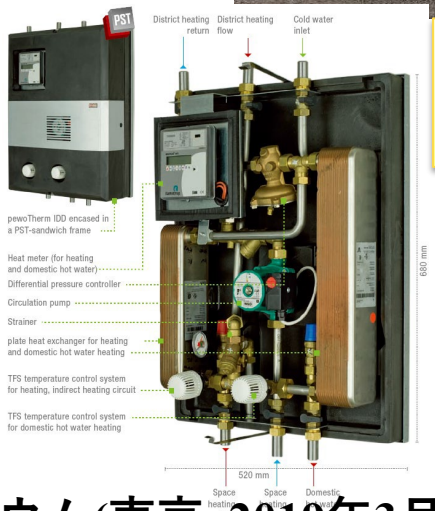
線熱密度: 7.8MWh/m/年(347GWh/年,44km)

図36:札幌都心の地域熱供給事業の現況
(出所:札幌市資料)

日本国内の地域熱供給の事例: 山形県最上町
東北地方の小規模な木質バイオマス地域熱供給

- 23戸の住宅ユーザー、年間熱需要:183 MWh
- 線熱密度: 0.9 MWh/m/年
- 熱源: 木質バイオマス(森林由来)

木質バイオマスボイラー:
90kW × 2
50kW × 1



熱導管:
0.2km

出典: 三浦秀一, 4DHシンポジウム(東京, 2019年3月14日)

日本国内の地域熱供給の現状と課題

- 日本国内の地域熱供給は民間事業者による事業で熱需要の大きい都市部に集中し、供給先は業務施設が中心となっており、住宅ユーザの割合は小さく減少傾向にある。
- 業務施設への供給では冷熱の利用が半分以上(販売量ベースで56%)を占めており、熱源は天然ガス(LNG)が大半(68%)である。
- 温熱の供給では蒸気での供給が大きな割合(約2/3)を占めているが、ヒートポンプやコジェネレーション(CHP)排熱からの温水供給も増えている。
- 再生可能エネルギー等の利用としては、焼却排熱や下水・海水・河川熱の割合が大きいが、木質バイオマスの利用も増え始めている。
- 森林資源の豊富な地域では木質バイオマスを熱源とする小規模な地域熱供給が自治体を中心に進められているが、事業性に乏しく補助金等による支援が必要な状況である。

スマートエネルギー・第4世代地域熱供給4DH国際会議

コラム:スマートエネルギー・第4世代地域熱供給4DH国際会議
International Conference on Smart Energy Systems
https://smartenergysystems.eu/

AALBORG UNIVERSITY DENMARK

4DH

第5回スマートエネルギー・第4世代地域熱供給国際会議
2019年9月10日～11日(コペンハーゲン)
https://smartenergysystems.eu/conference-2019/
参加者:350名
参加国:32カ国(4大陸)
発表数:180

第1回	2015年
第2回	2016年
第3回	2017年
第4回	2018年
第5回	2019年
第6回	2020年

主要テーマ

- Smart Energy System
- 4DH: 第4世代地域熱供給
- 電気化
- 電気燃料
- エネルギー効率化

パラレル・セッション

- スマート・エネルギー・システム
- 第4世代地域熱供給
- 統合エネルギーシステム
- GISによる地域熱供給の計画
- 交通・熱・産業分野の電気化など

4DHからスマートエネルギーシステムへ

■ 4DHからセクターカップリングそしてスマートエネルギーシステムへ
電力供給と熱供給さらに輸送エネルギーも供給

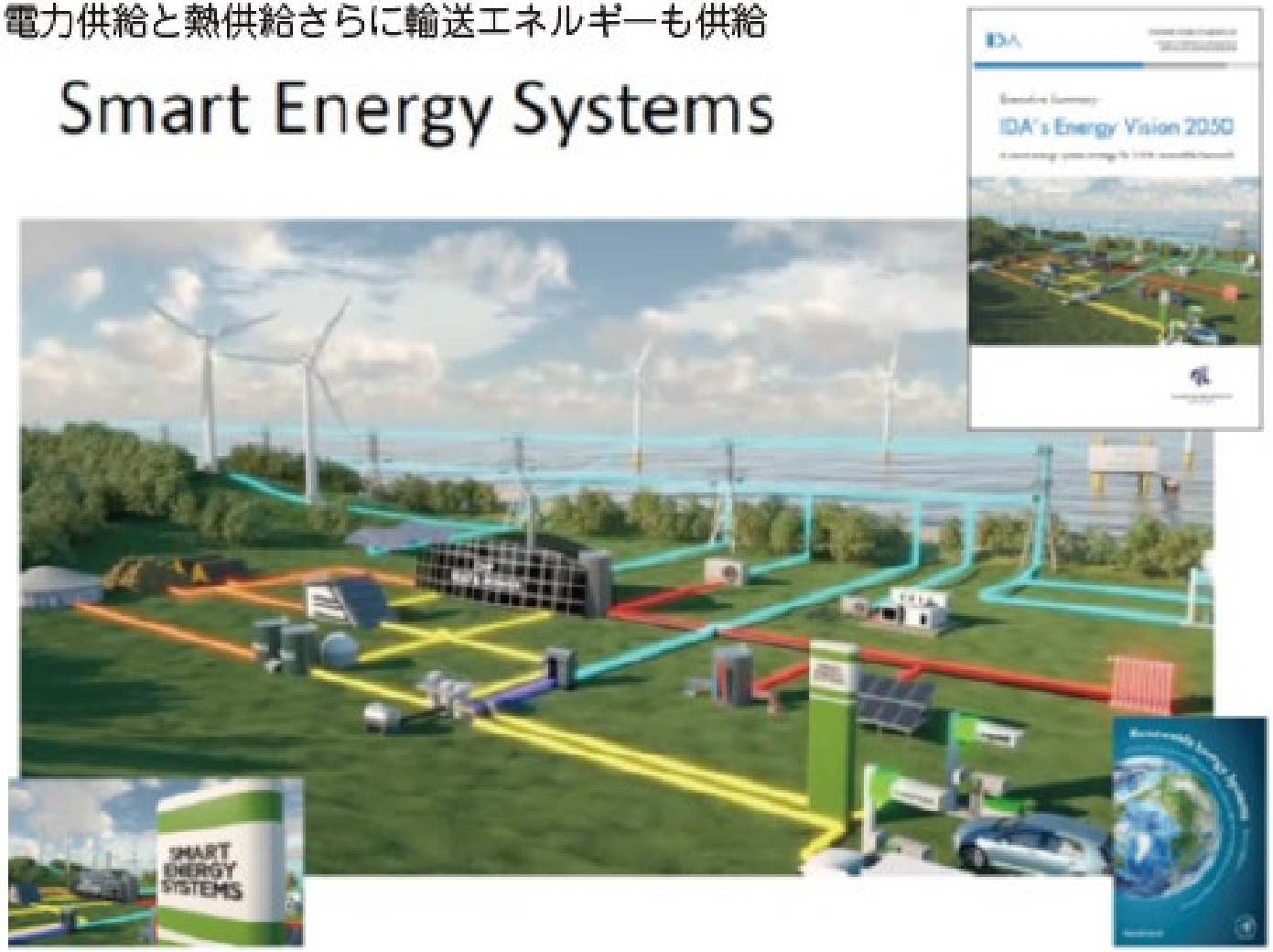


図38:スマートエネルギーシステムのイメージ(出所:IDA's Energy Vision 2050, オールボー大学(2015))

第4世代地域熱供給フォーラム(4DHフォーラム)の取組み

- 再生可能エネルギーの熱政策の実現や熱利用の普及のための調査・研究・意見交換・交流の場として、ISEPでは、デンマーク関係機関との協力のもとで、関連する研究者・行政・NGOなどで構成される「第4世代地域熱供給フォーラム」(略称：4DHフォーラム)を2018年10月に立ち上げた。
- パリ協定に基づく欧州の熱戦略やロードマップに基づく第4世代地域熱供給の知見・経験の共有を図るとともに、国内外での会議への参加や研究会・シンポジウムを開催し、国内での自然エネルギー熱利用普及のためのネットワーク形成を目指す。

4DHフォーラム　https://www.isep.or.jp/4dh-forum/

7. 参考資料

• リンク集

- オールボー大学4DH研究センター 4DH Research Centre https://www.4dh.eu/
- 第5回スマートエネルギー・第4世代地域熱供給国際会議(2019年9月) https://smartenergysystems.eu/conference-2019/
- CEESA project https://www.ceesa.plan.aau.dk/
- Centre for IT-Intelligent Energy Systems in Cities(地域熱供給のデジタル化) http://smart-cities-centre.org/
- COOL DH(Cool District Heating) https://www.cooldh.eu/
- デンマーク地域熱供給協会Danish Board of District Heating(DBDH) https://dbdh.dk/
- デンマーク地域熱供給事業者協会 Danish District Heating Association https://www.danskfjernvarme.dk/sitetools/english
- DHC + Technology Platform https://www.euroheat.org/dhc/
- デンマーク地域熱供給白書District Energy(SOG) https://stateofgreen.com/en/publications/district-energy/
- EMD社 EnergyPRO(エネルギーシステム設計ツール) http://www.emd.dk/energypro/
- EnergyPLAN(エネルギーシステム分析ツール) https://www.energyplan.eu/
- EU熱ロードマップ: Heat Roadmap Europe 2050 (HRE2050) https://heatroadmap.eu/
- EU委員会統計局: eurostat https://ec.europa.eu/eurostat/
- EurObserv' ER(欧州エネルギー統計データ) https://www.eurobserv-er.org/
- EUROHEAT&POWER https://www.euroheat.org/
- スマートエネルギーシステム国際会議International Conference on Smart Energy Systems https://smartenergysystems.eu/
- Renewables Global Status Report(自然エネルギー世界白書) https://www.ren21.net/gsr
- House of Energy(Energy Cluster Denmark) https://house-of-energy.dk/en/
- 国際エネルギー機関 地域熱供給部会 IEA DHC https://www.iea-dhc.org/home/
- KeepWarm(中欧の地域熱供給システム改善プロジェクト) https://keepwarmeurope.eu/
- ログストール社LOGSTOR(デンマークの断熱導管メーカー) https://www.logstor.com/
- プランエネルギ社PlanEnergi社(デンマークの非営利エネルギーコンサルティング会社) http://planenergi.eu/
- REN21(21世紀のための自然エネルギー政策ネットワーク) https://www.ren21.net/
- sEEnergies https://www.seenergies.eu/
- Solar District Heating(SDH) https://www.solar-district-heating.eu/
- State of Green(SOG) https://stateofgreen.com/
- UNEP District Energy in Cities Initiative http://www.districtenergyinitiative.org/
- Upgrade DH(欧州のDH改善プロジェクト) https://www.upgrade-dh.eu/en/home/
- 永続地帯研究会(Sustainable Zone) https://sustainable-zone.com/
- 環境省 地域循環共生圏 https://www.env.go.jp/seisaku/list/kyoseiken/index.html
- 経産省 資源エネルギー庁 熱供給事業関連 https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/other/effective_use/
- 札幌市 都心エネルギープラン https://www.city.sapporo.jp/kikaku/downtown/energy-index.html
- 自然エネルギー白書(ISEP) https://www.isep.or.jp/jsr
- 紫波グリーンエネルギー株式会社(岩手県紫波町)地域熱供給事業 http://shiwa-green.co.jp/project/districtheating
- State of Green(SOG)日本語版 https://stateofgreen.com/jp/
- 一般社団法人 ソーラーシステム振興協会 http://www.ssda.or.jp/
- 第4世代地域熱供給フォーラム https://www.isep.or.jp/4dh-forum/
- NPO法人 地中熱利用促進協会(GeoHPAJ) http://www.geohpaj.org/
- デンマーク王国大使館 https://japan.um.dk/ja/
- デンマーク地域熱供給白書(日本語版) https://stateofgreen.com/jp/publications/333/
- 東京都環境局「地域におけるエネルギー有効利用計画制度」 https://www7.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/yukoriyou/
- 一般社団法人 都市環境エネルギー協会(JDHCA) http://www.dhcjp.or.jp/
- 一般社団法人 日本地熱協会(JGA) https://www.chinetsukyokai.com/
- 一般社団法人 日本熱供給事業協会(JSHBA) http://www.jdhc.or.jp/
- 一般社団法人 日本木質バイオマスエネルギー協会(JWBA) https://www.jwba.or.jp/
- 一般社団法人 日本太陽エネルギー学会(JSES) https://www.jses-solar.jp/
- NEDO 熱利用 https://www.nedo.go.jp/activities/introduction8_01_101.html
- NPO法人 農都会議 バイオマスWG https://blog.canpan.info/bioenergy/
- 分散型エネルギープラットフォーム(資源エネルギー庁&環境省) https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/bunsan_plat/
- 丸の内熱供給株式会社 https://www.marunetu.co.jp/
- 最上町 木質バイオマスエネルギー施設 http://mogami.tv/info/03shisetsu/04biomas.php