

第4世代地域熱供給4DHガイドブック 骨子案

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

2019年11月20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/>

全体構成

国内外の地域熱供給の現状を踏まえて国内の課題を整理し、第4世代地域熱供給への方策を検討し、第4世代地域熱供給ガイドブックとしてまとめる。

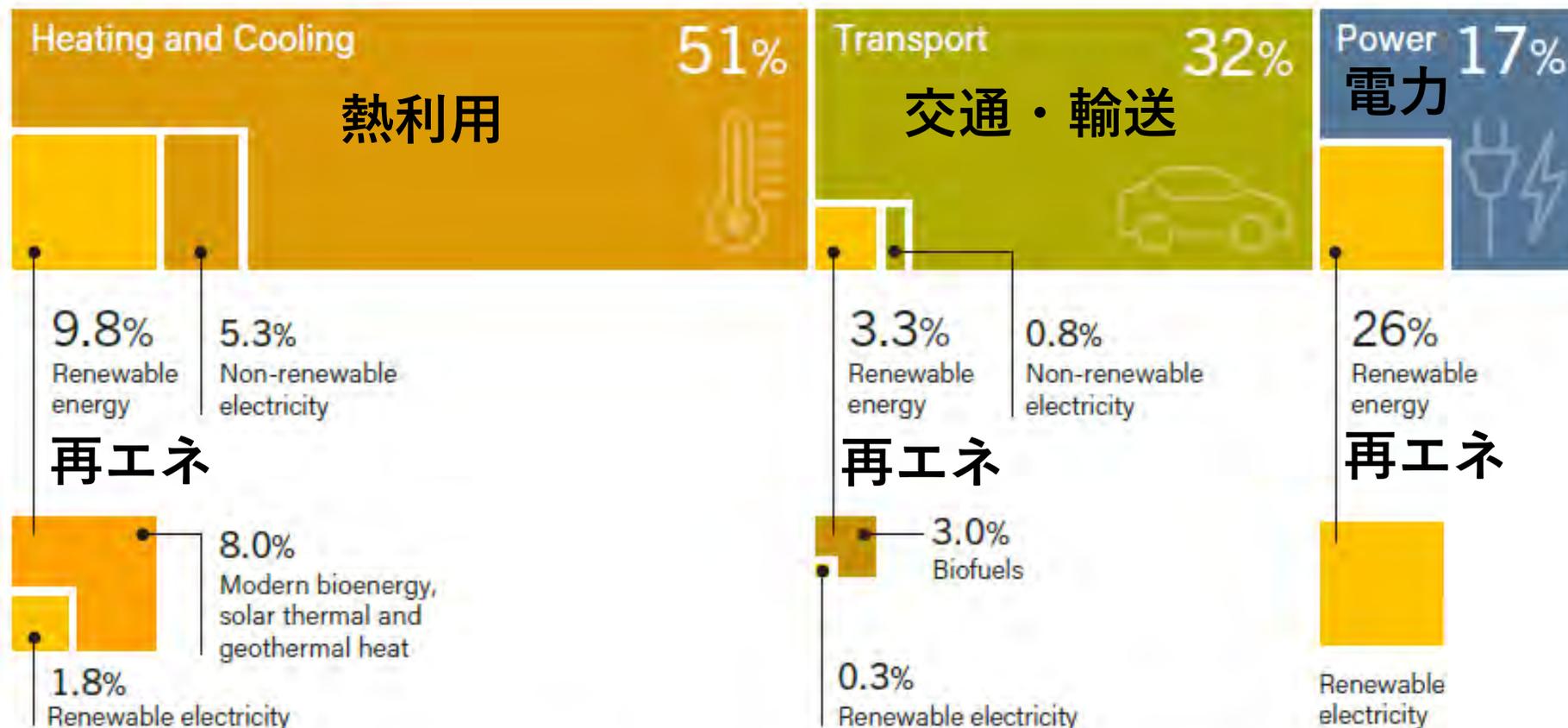
1. 第4世代地域熱供給の定義と意義
2. 第4世代地域熱供給の背景
3. 第4世代地域熱供給の設計コンセプト
4. エネルギー需給の脱炭素化とスマート化
5. 日本での第4世代地域熱供給の展開に向けて
6. 自然エネルギー100%への展開
7. 参考資料

1. 第4世代地域熱供給の定義と意義

- 第4世代地域熱供給とは（定義）
- 長期目標(脱炭素・自然エネルギー100%)と熱ロードマップの重要性
- 電力と温冷熱の統合とスマートエネルギーシステム

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

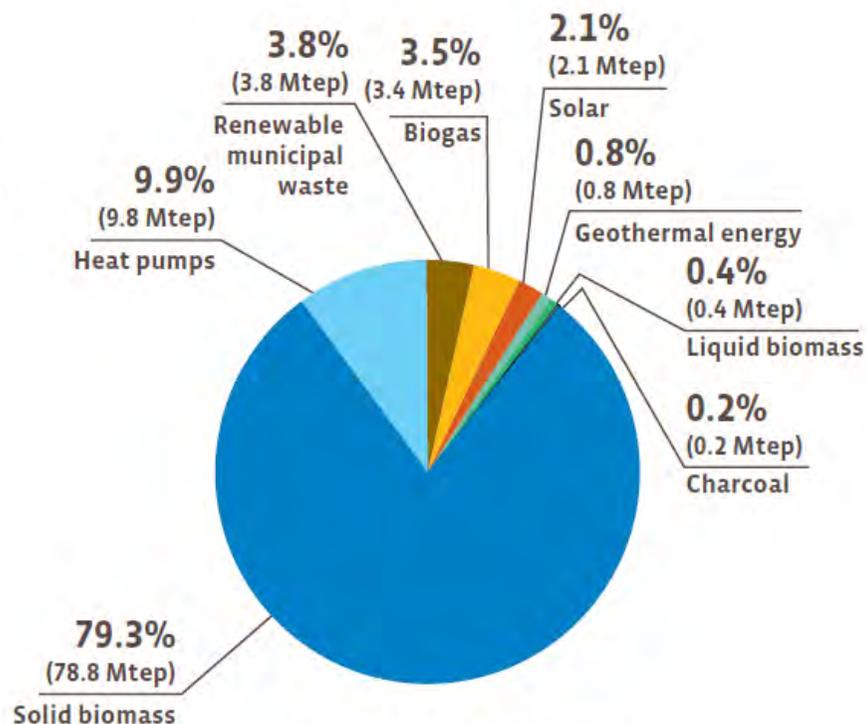


Note: Data should not be compared with previous years because of revisions due to improved or adjusted methodology.

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

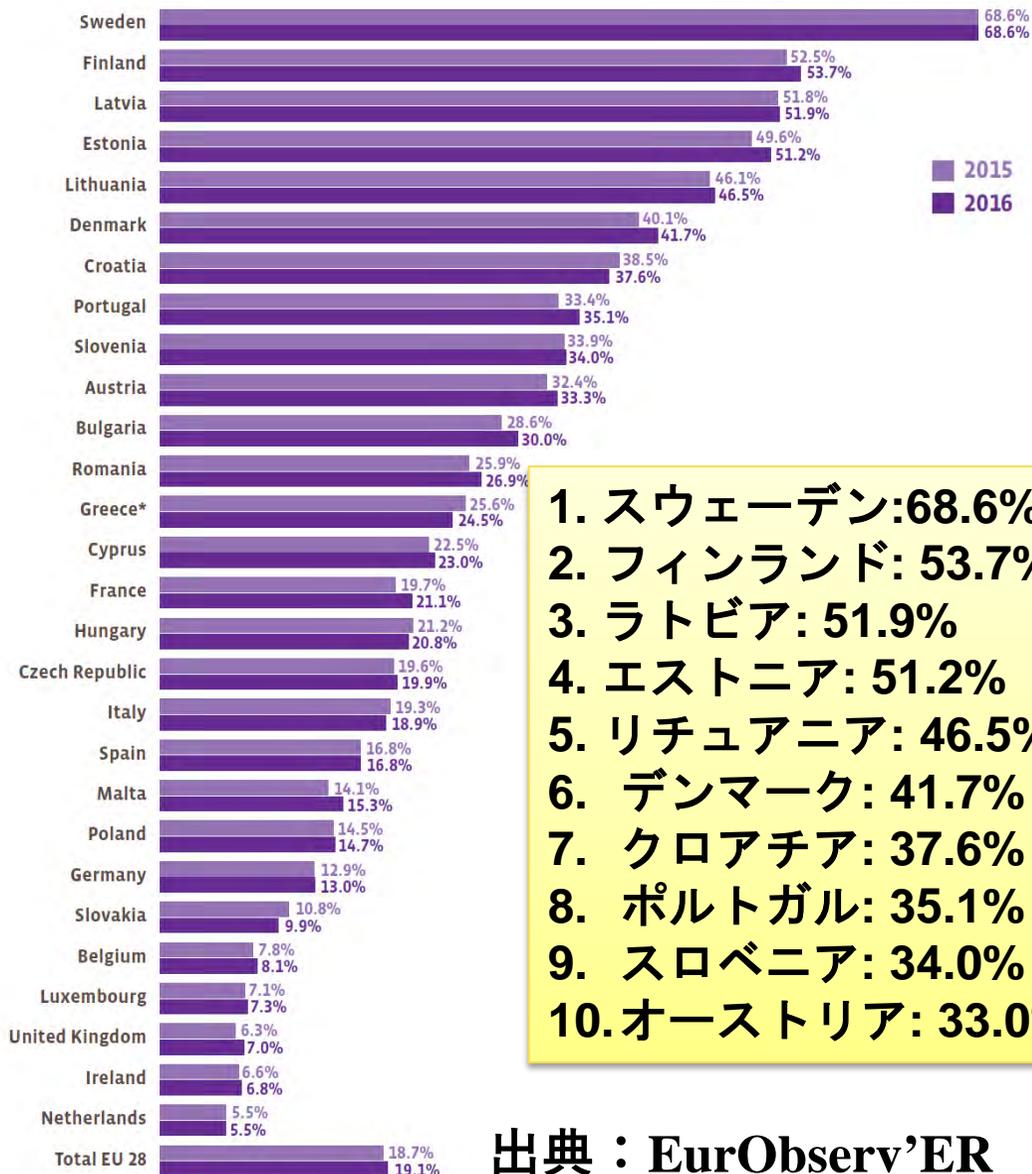
出典: REN21:GSR2019

欧州(EU28カ国)の自然エネルギー熱の普及率(2016年)



2016: total 99.3 Mtep

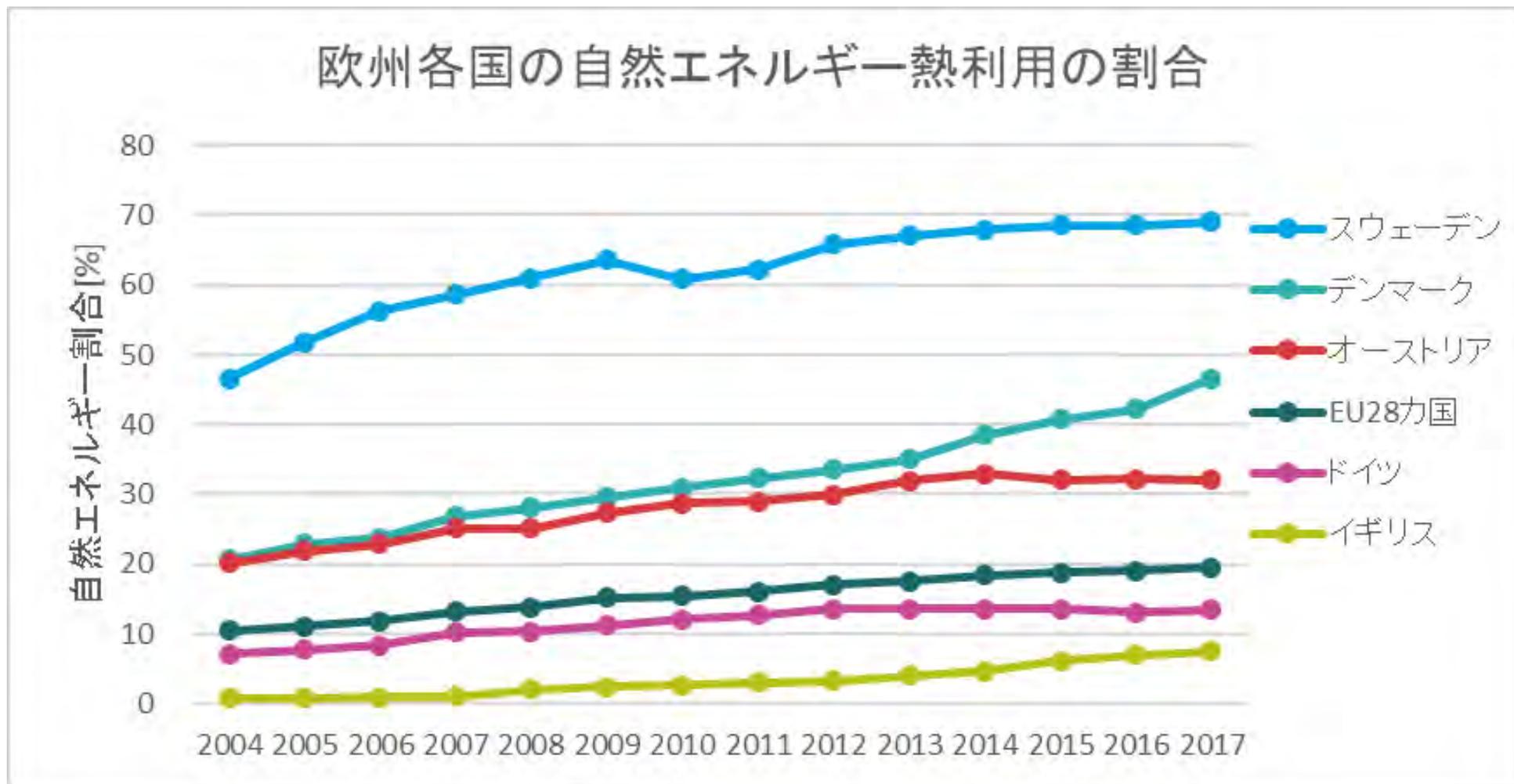
- 固体バイオマス: 79.3%
- ヒートポンプ: 9.9%
- 廃棄物: 3.8%
- バイオガス: 3.5%
- 太陽熱: 2.1%
- 地熱: 0.8%



1. スウェーデン: 68.6%
2. フィンランド: 53.7%
3. ラトビア: 51.9%
4. エストニア: 51.2%
5. リチュアニア: 46.5%
6. デンマーク: 41.7%
7. クロアチア: 37.6%
8. ポルトガル: 35.1%
9. スロベニア: 34.0%
10. オーストリア: 33.0%

出典: EurObserv'ER

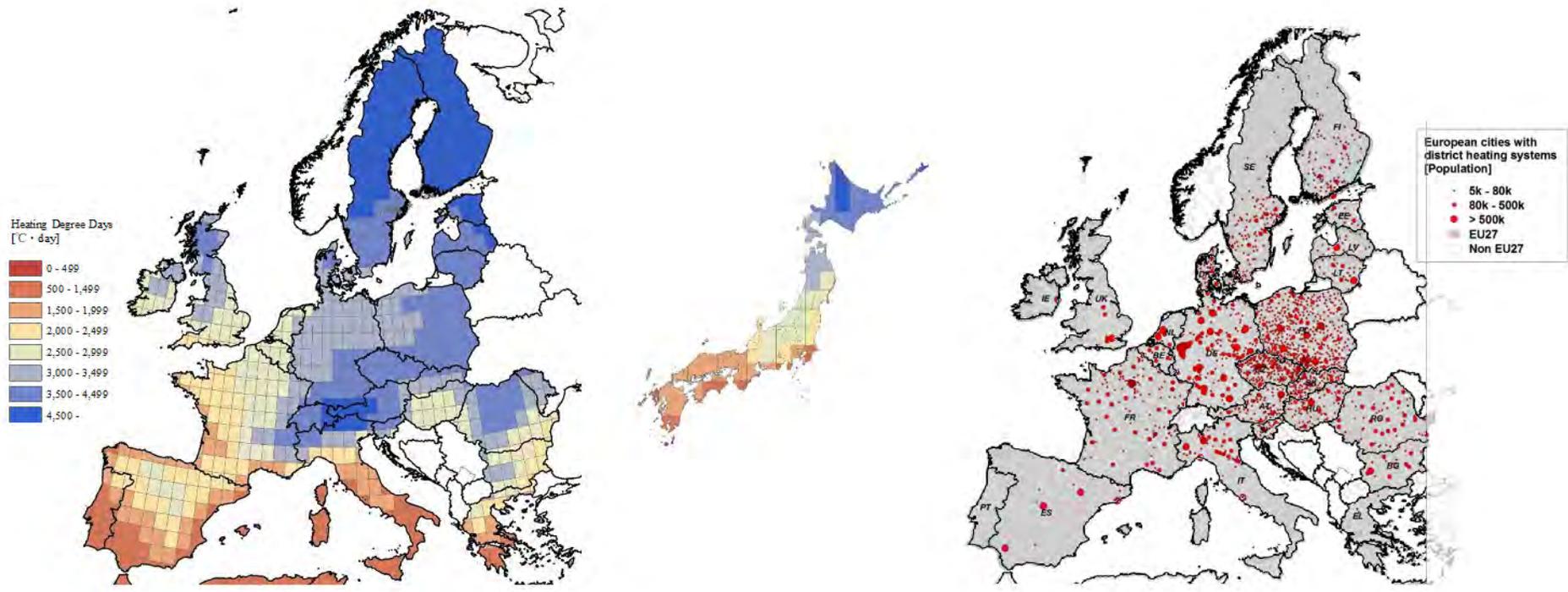
欧州各国の自然エネルギー熱利用の割合の推移



出典：Eurostatデータより作成

欧州と日本の暖房度日(HDD:Heating Degree Days)比較と 欧州の地域熱供給網

日本でも北日本の10道県で2500°C日を超える



“Design and analysis of district heating system utilizing excess heat in Japan” Shin Fujii, Takaaki Furubayashi and Toshihiko Nakata

Ref. : Climate: monthly and annual average heating degree days below 18°C. GIS data at one-degree resolution of the World from NASA/SSE, OpenIE Heat Roadmap Europe 2 Maps, Halmstad & Aalborg Universities, 2013

Above 2500 °C-day
10 prefectures in North Japan

デンマークの第4世代地域熱供給(4DH)の定義(1)

- 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いる、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)。

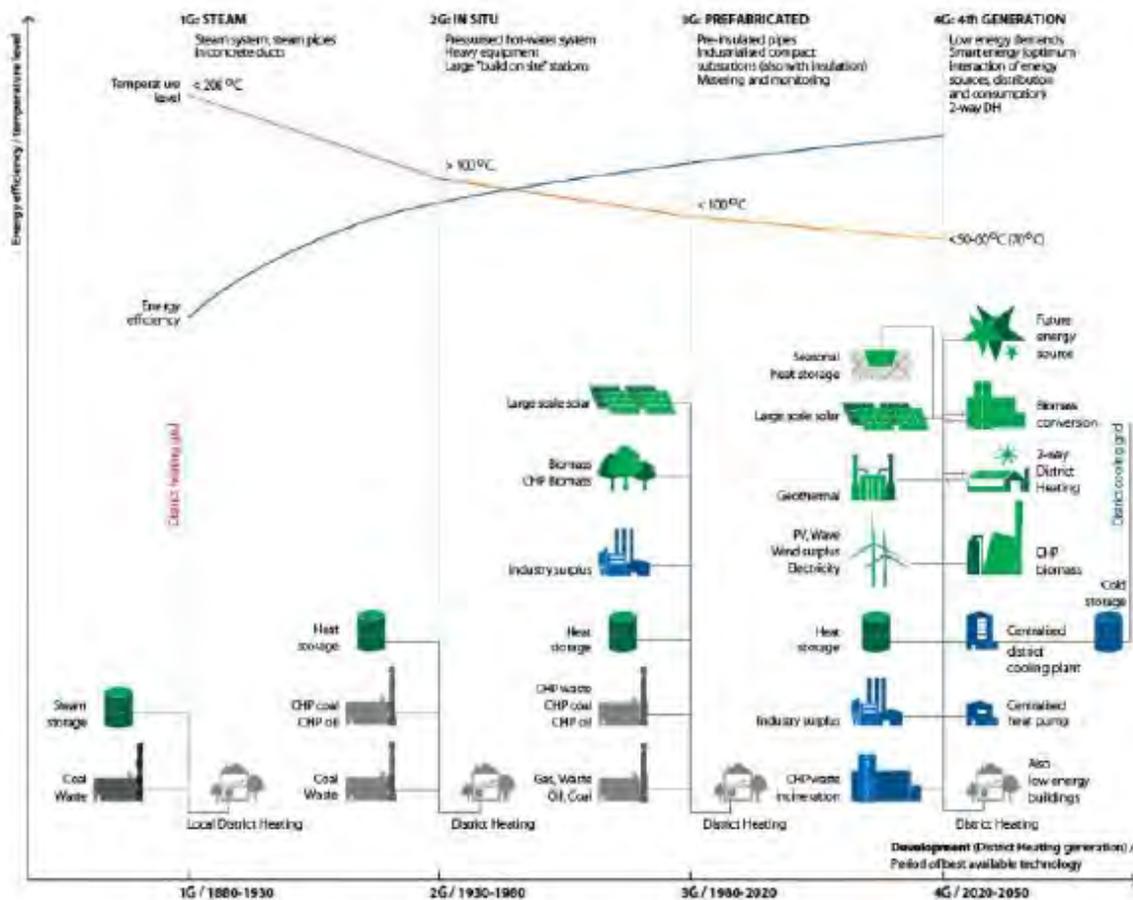


Fig. 2. Illustration of the concept of 4th Generation District Heating in comparison to the previous three generations.

- 第1世代：蒸気(<math>< 200^\circ\text{C}</math>)
- 第2世代：高温水(>100°C)
- 第3世代：温水(<math>< 100^\circ\text{C}</math>)
- 第4世代：低温水(<math>< 50^\circ\text{C}</math>)

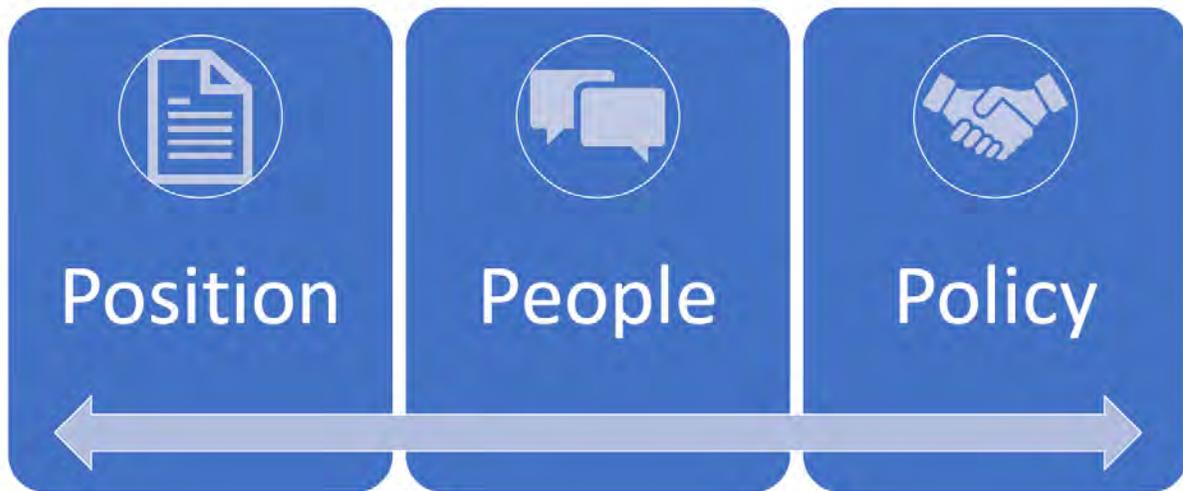
出所：Henrik Lund, et. al “4th Generation District Heating(4GDH) Integrating smart thermal grids into future sustainable energy system” Energy 68(2014) 1-11

デンマークの第4世代地域熱供給(4DH)の定義(2)

	第1世代	第2世代	第3世代	第4世代
年代	1880-1930年	1930-1980年	1980-2020年	2020-2050年
主な特徴	蒸気ベース、コンクリートパイプ	加圧温水、大規模な施設	断熱パイプ、サブステーション、計測・モニタリング	低いエネルギー需要、スマートエネルギー、双方向地域熱供給
供給温度	< 200°C	> 100°C	< 100°C	50~60°C(70°C)
エネルギー効率	とても低い	低い	中程度	高い
熱源	石炭、廃棄物	石炭・廃棄物、石炭・石油CHP	天然ガス・廃油・石炭、廃棄物・石炭・石油CHP、産業排熱、バイオマス、大規模太陽熱	廃棄物・バイオマスCHP、集中型HP、産業排熱、バイオマス、余剰風力発電、地中熱、大規模太陽熱
蓄熱槽	蒸気蓄熱	蓄熱槽	蓄熱槽	蓄熱槽、冷水槽、季節間蓄熱
太陽熱利用	無	無	有	有
冷房需要	無	無	無	有

欧州EUの温冷熱戦略 Heating & Cooling Strategy

My '3Ps' for the Smart Energy Transition

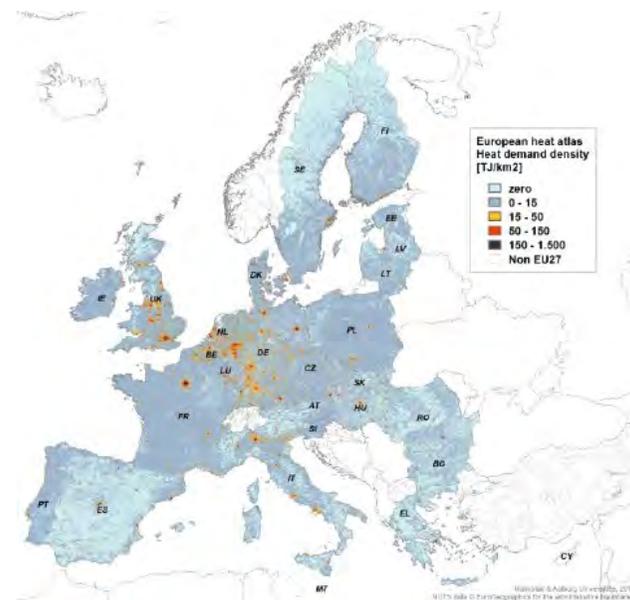


Heat Roadmap Europe

地域熱供給
により欧州
の建築物の
熱供給のう
ち50%を賄
う可能性

EU委員会
エネルギー
総局
(DG-ENER)

EU
温冷熱戦略
Heating &
Cooling
Strategy



出所: David Connolly(IrDEA)資料

4DHからスマートエネルギーシステムへ

www.4DH.dk



Smart Energy Systems



4DH

4th Generation District Heating Technologies and Systems

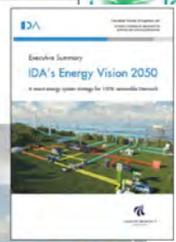
Appendix B: Project description
Strategic Research Centre for
4th Generation District Heating Technologies and Systems (4DH)

University partners:
Aalborg University
Chalmers
Linnæus University

Private partners:
Danish Heating Companies
Niras
Danish Energy Agency
Danish District Heating Association
Danish Energy Agency
Danish Energy Agency
Danish Energy Agency

Industrial partners:
Logstor
Danish Energy Agency
SPX
Danish Energy Agency

Innovation Fund Denmark
RESEARCH, TECHNOLOGY & GROWTH



reINVEST

www.reinvestproject.eu

RENEWABLE ENERGY INVESTMENT STRATEGIES A TWO-DIMENSIONAL APPROACH

- Analyzing synergies in low-cost energy storages across sectors and potential energy savings with high amounts of renewable energy
- Identifying the role of international electricity and gas transmission in integrated renewable Smart Energy Systems
- Overcoming silo-thinking from traditional energy sectors and development of novel methodologies and results for renewable energy investment strategies in Denmark and Europe.
- Research based design of robust and cost-effective investment strategies

17 Partners

9 Advisory Board Members

sEEnergies



Smart Heating Europe



Figure 2. Make EE more operational by using sEEnergies' improved EE-modelling approach

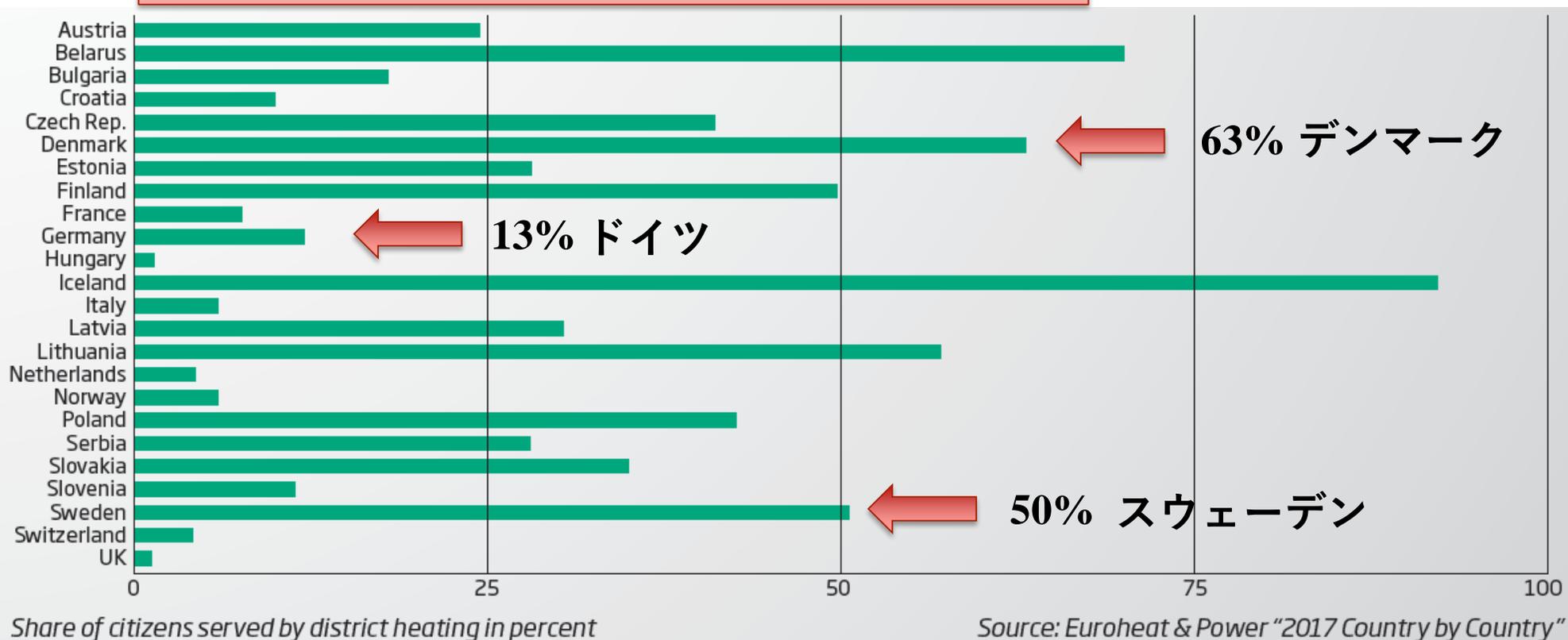
2. 第4世代地域熱供給の背景

- **デンマークの地域熱供給の取り組みと第4世代地域熱供給**
- **欧州温熱ロードマップ(HRE2050)と地域熱供給の再評価**

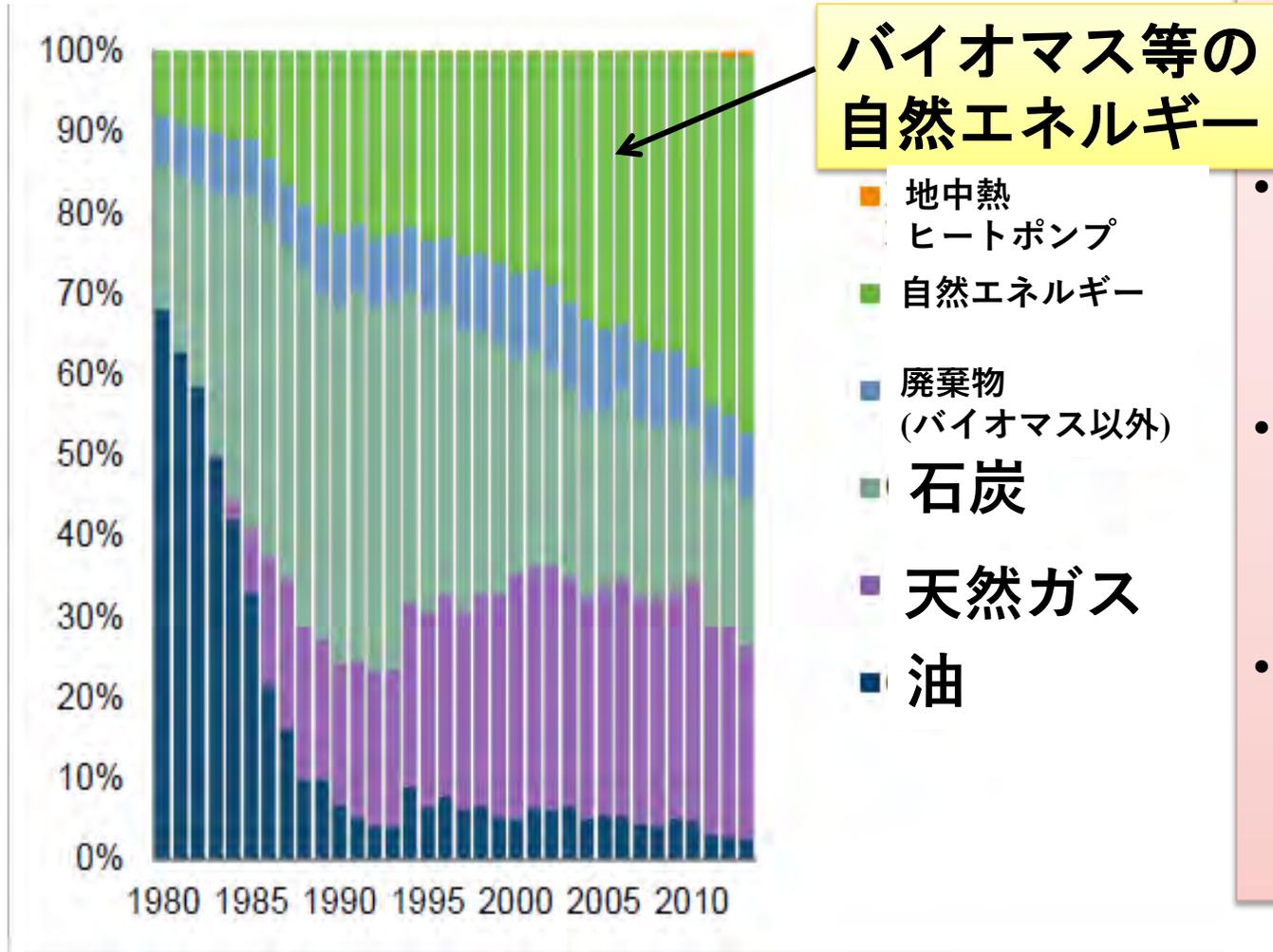
欧州(EU)の地域熱供給

- 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%以上で、ベラルーシ(70%以上)に次ぐ普及率

地域熱供給の普及率(人口あたり)2015年



デンマークの地域熱供給の歴史



- オイルショック後の1979年に熱供給法が制定され、費用対効果に基づいたゾーニング(土地利用計画)を促進している。
- これまでにデンマーク全土の熱需要の約50%、家庭用需要の約63%を地域熱供給でカバーするまでになっている(熱導管の総延長3万km)。
- デンマークの火力発電はCHP(熱電併給)のみであり、燃料としては、石炭が減少し、バイオマスの利用は増加しており、天然ガスは横ばい。
- 地域熱供給のうち、CHPが73%。残りは、電気のみプラントか、太陽熱プラントであり、太陽熱プラントは増えている。

デンマークの地域熱供給白書

State of Green 「地域熱供給白書」

- 地域熱供給の軸：使用燃料の柔軟性と安定供給
- 計画と規制～前提条件：規制プロセス、役割と必須条件
- 熱源の多様化により持続可能性が確保される：エネルギーをスマートに利用するカギ
- 蓄熱の必要性：経済的な節約と安定供給
- 地域熱供給の未来：世界中の可能性の実現



<https://stateofgreen.com/en/publications/district-energy/>

デンマークの地域熱供給の事例

Dronninglund村

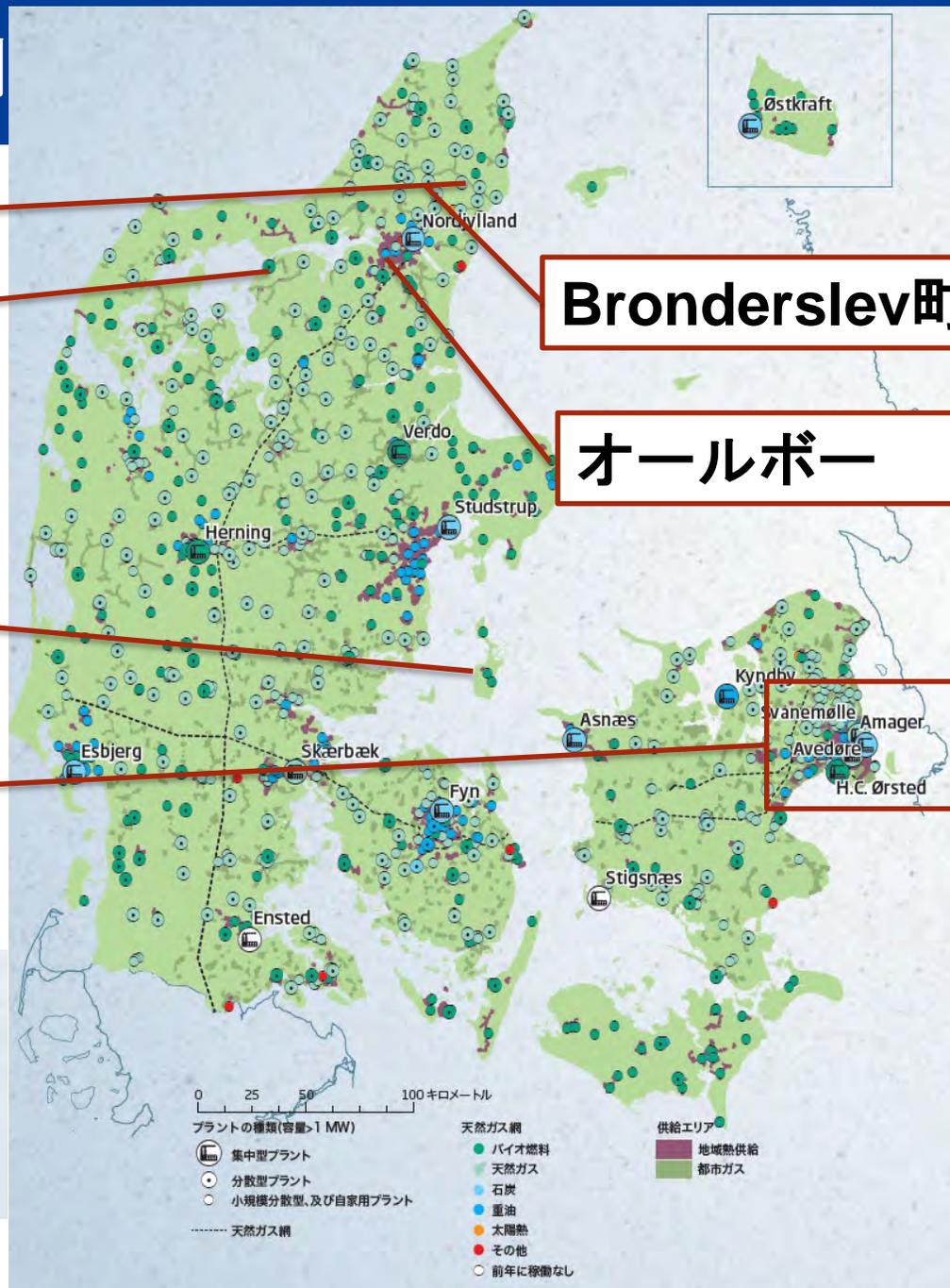
Løgstør町

Nordby/Mårup
(サムソ島)

コペンハーゲン
周辺地域

Bronderslev町

オールボー



プラントの種類(容量>1 MW)

- 集中型プラント
- 分散型プラント
- 小規模分散型、及び自家用プラント

----- 天然ガス網

天然ガス網

- バイオ燃料
- 天然ガス
- 石炭
- 重油
- 太陽熱
- その他
- 前年に稼働なし

供給エリア

- 地域熱供給
- 都市ガス

0 25 50 100 キロメートル

プラントの種類(容量>1 MW)

- 集中型プラント
- 分散型プラント
- 小規模分散型、及び自家用プラント

----- 天然ガス網

天然ガス網

- バイオ燃料
- 天然ガス
- 石炭
- 重油
- 太陽熱
- その他
- 前年に稼働なし

供給エリア

- 地域熱供給
- 都市ガス

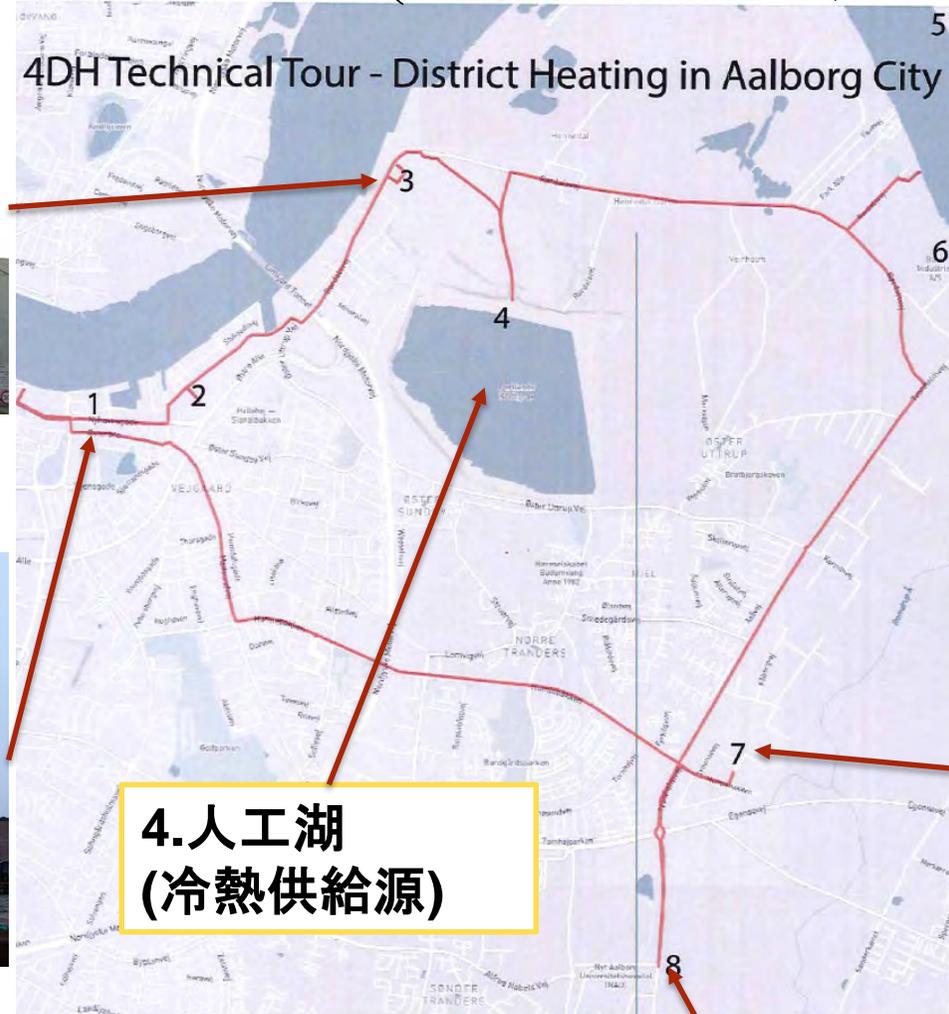
デンマークの事例(1): オールボー地域の地域熱供給システム



オールボー地域熱供給会社 (34000ユーザー、最大需要800MW)



3.セメント工場の排熱
(DHの約20%を供給)



5.石炭火力CHP(500MW)
DHの約50%を供給



1. 蓄熱槽(1.2万m3)と
ポンプ室

4.人工湖
(冷熱供給源)



7.廃棄物CHP(60MW)
DHの約25%を供給

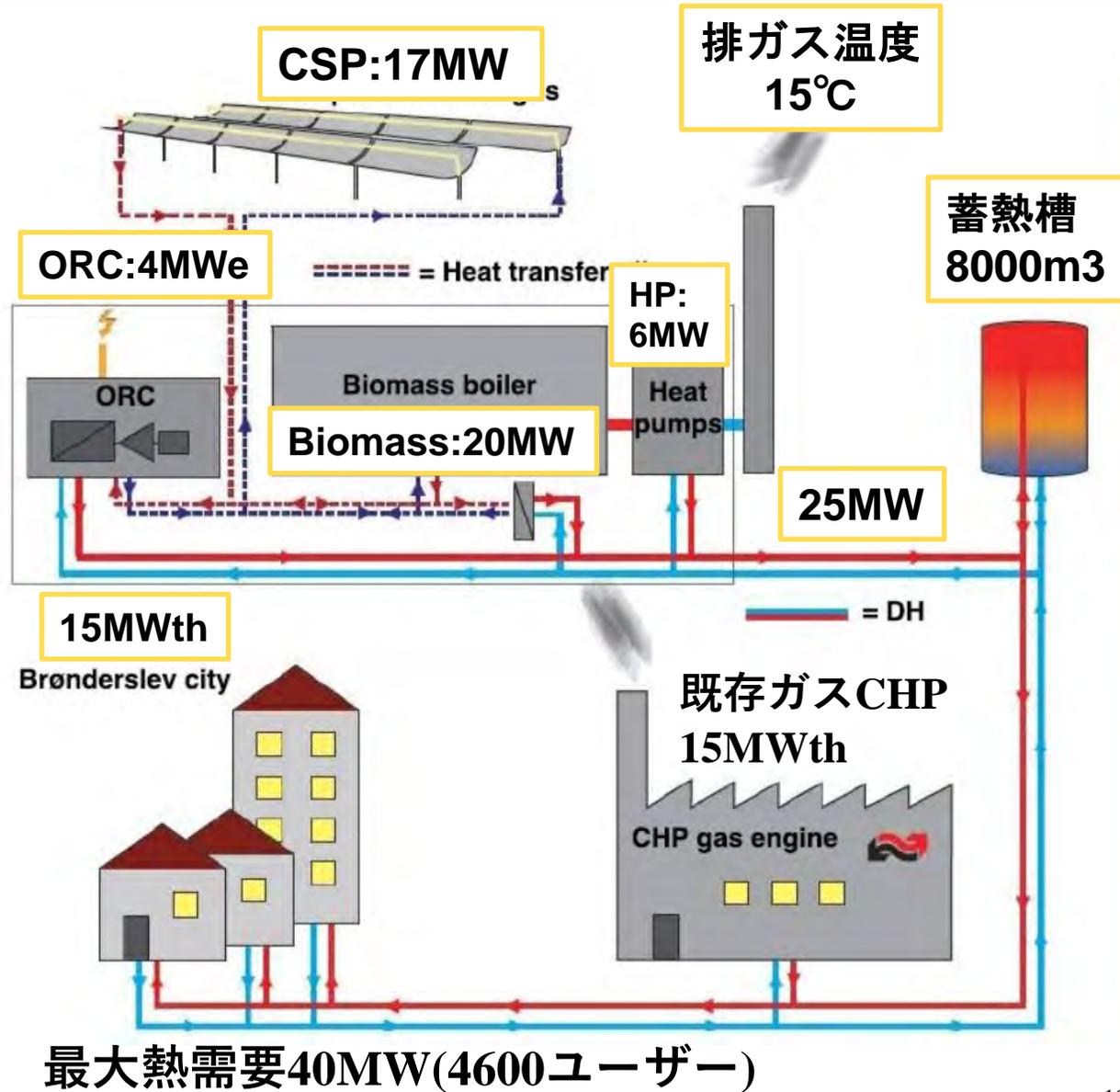
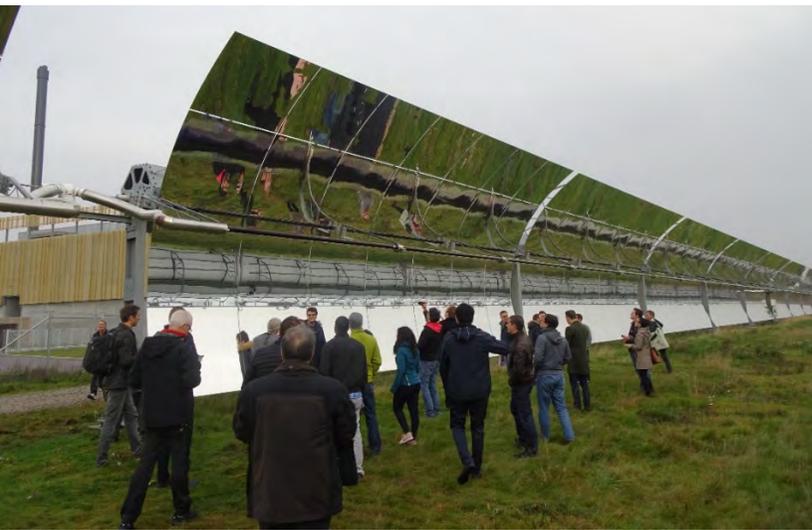
8.大学病院
(新規需要先)

デンマークの事例(2) ORCによるCHPの最新事例 デンマーク北部Brønderslev町でのスマート地域熱供給

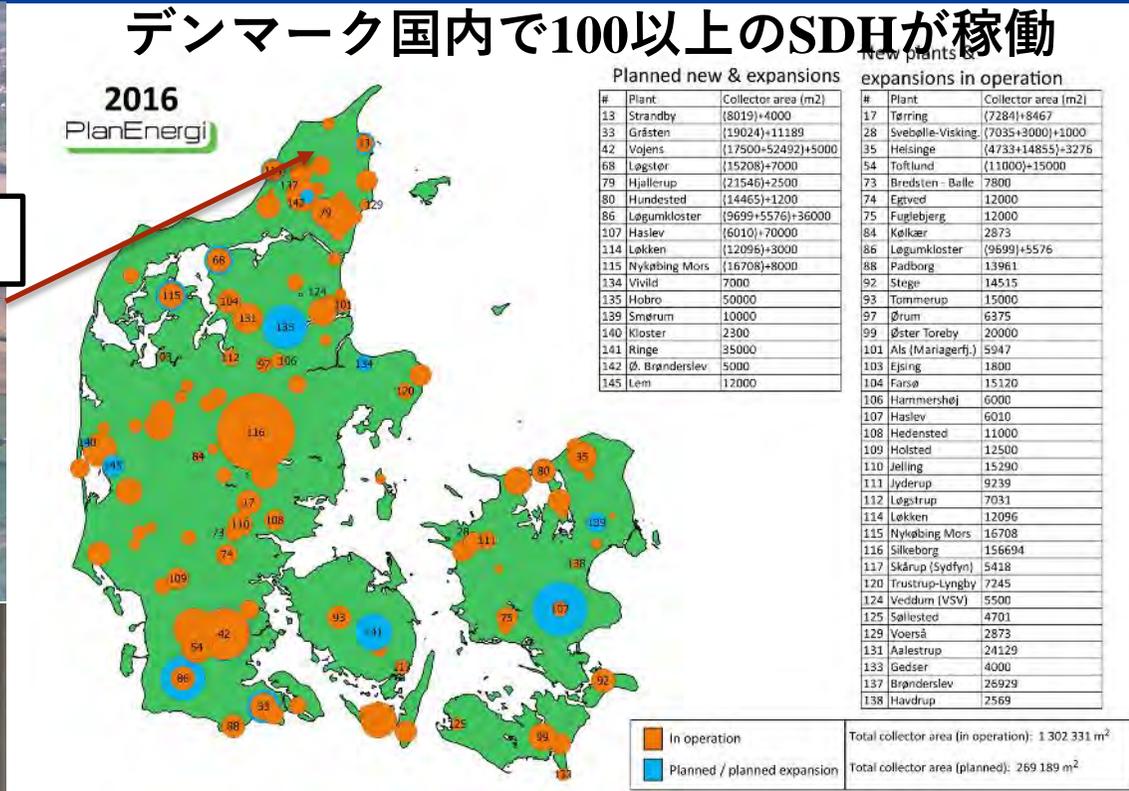
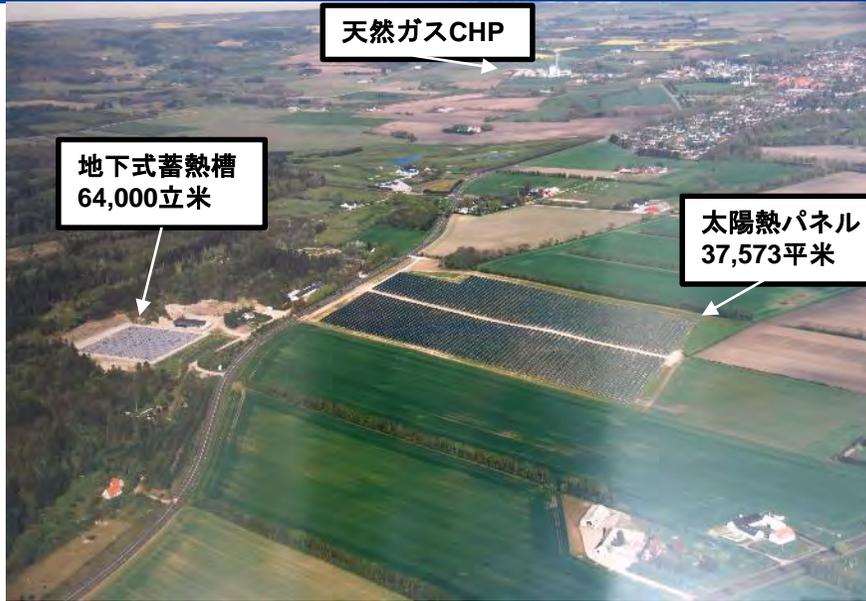
- 木質チップ(年間43000トン)と太陽熱によるORC CHP(発電4MW、熱15MW)
- 冬季は木質バイオマスボイラー(10MW×2基)+潜熱回収HP(6MW)=26MW
- 夏季は太陽熱CSP(熱出力17MW)によるORC稼働(年間15%程度)
- 設備投資額は45百万ユーロ(補助金は3百万ユーロで残額は2%の低利融資)



デンマークの事例(2) ORCによるCHPの最新事例 デンマーク北部Brønderslev町でのスマート地域熱供給



デンマークの事例(3): 太陽熱地域熱供給(SDH) Dronninglund村(デンマーク北部)



**Dronninglund村(1300世帯)の太陽熱地域熱供給
運転開始: 2014年
太陽熱パネル: 37,573平米
地下式蓄熱槽: 64,000立米
化石燃料削減率: 40%(目標50%)**

デンマークの事例(4): 地方都市の地域熱供給(ログスター町)

項目	情報	備考
わらボイラー	定格出力8MW	供給熱量比率62%
木質ペレットボイラー	定格出力8MW	供給熱量比率28%
地域冷房プラント	定格出力500kW	
年間熱供給量	75,000 MWh	最大出力34MW
蓄熱槽	1600m ³ × 2基 = 3200 m ³	
供給戸数	約2500戸	メーター一数
断熱導管の総延長	約60km	平均熱損失24%
供給温度	75°C(冬季)、72°C(夏季)	
戻り温度	40°C(冬季)、45°C(夏季)	
運営会社	Logstor 地域熱供給会社	
Løgstør町の人口	約4000人	



デンマークの事例(5): 自然エネルギー100%島の地域熱供給(サムソ島)



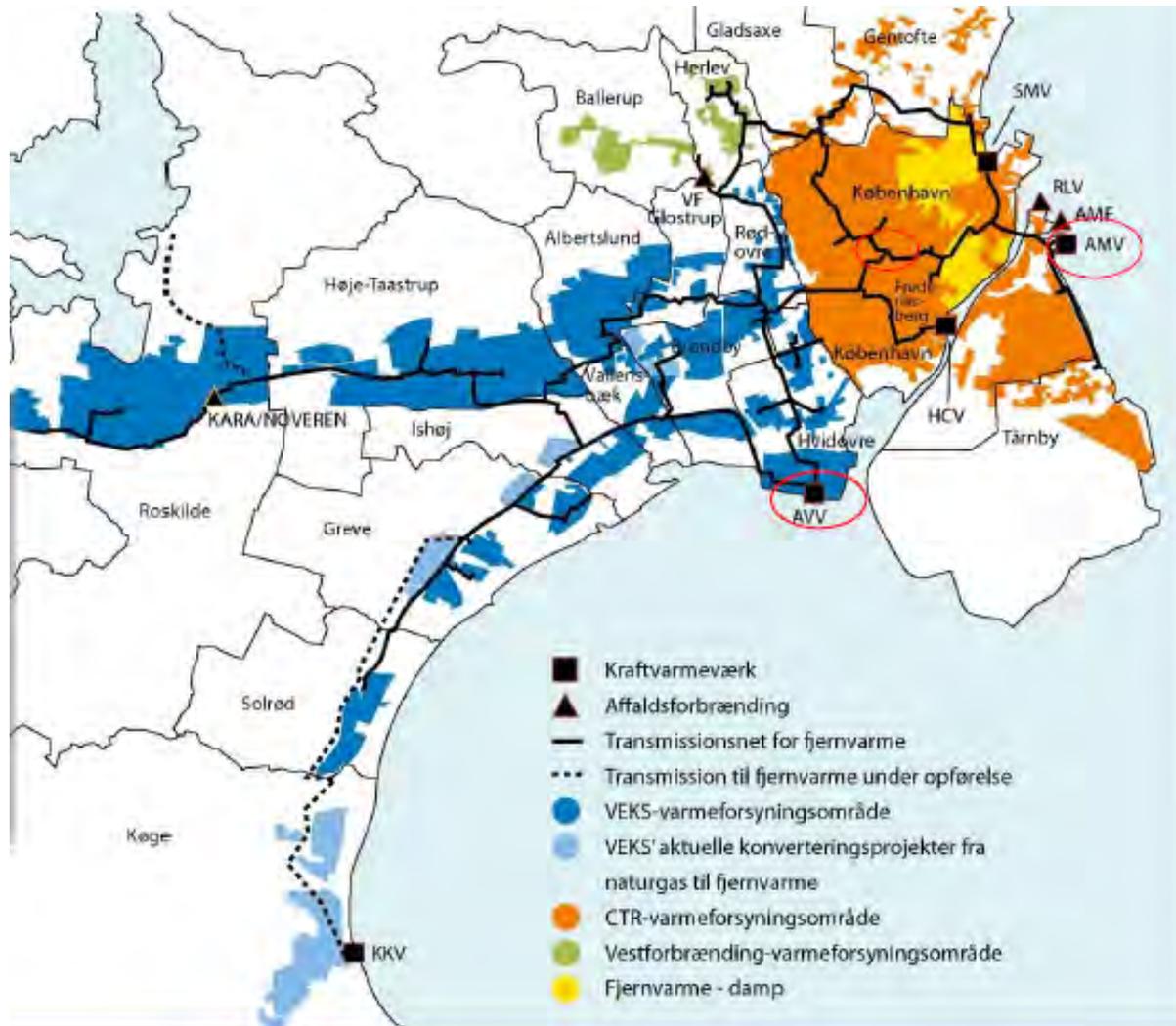
太陽熱プラント(2500m²)



蓄熱槽800m³

	熱供給設備	燃料	規模	事業費
Nordby/Mårup	太陽熱プラント 2500m ² ・太陽熱蓄 熱タンク800m ³ ・ 木質チップボイ ラー900kW	太陽熱・木質 チップ	いくつかの大規模 消費家も含め、 185の消費者	約3億2640万円

デンマークの事例(6): 都市部の地域熱供給 コペンハーゲン周辺地域



- 17自治体
- 25地域熱供給会社
- 送熱会社：CTR
- 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

デンマークの事例(7): 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°C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°C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。



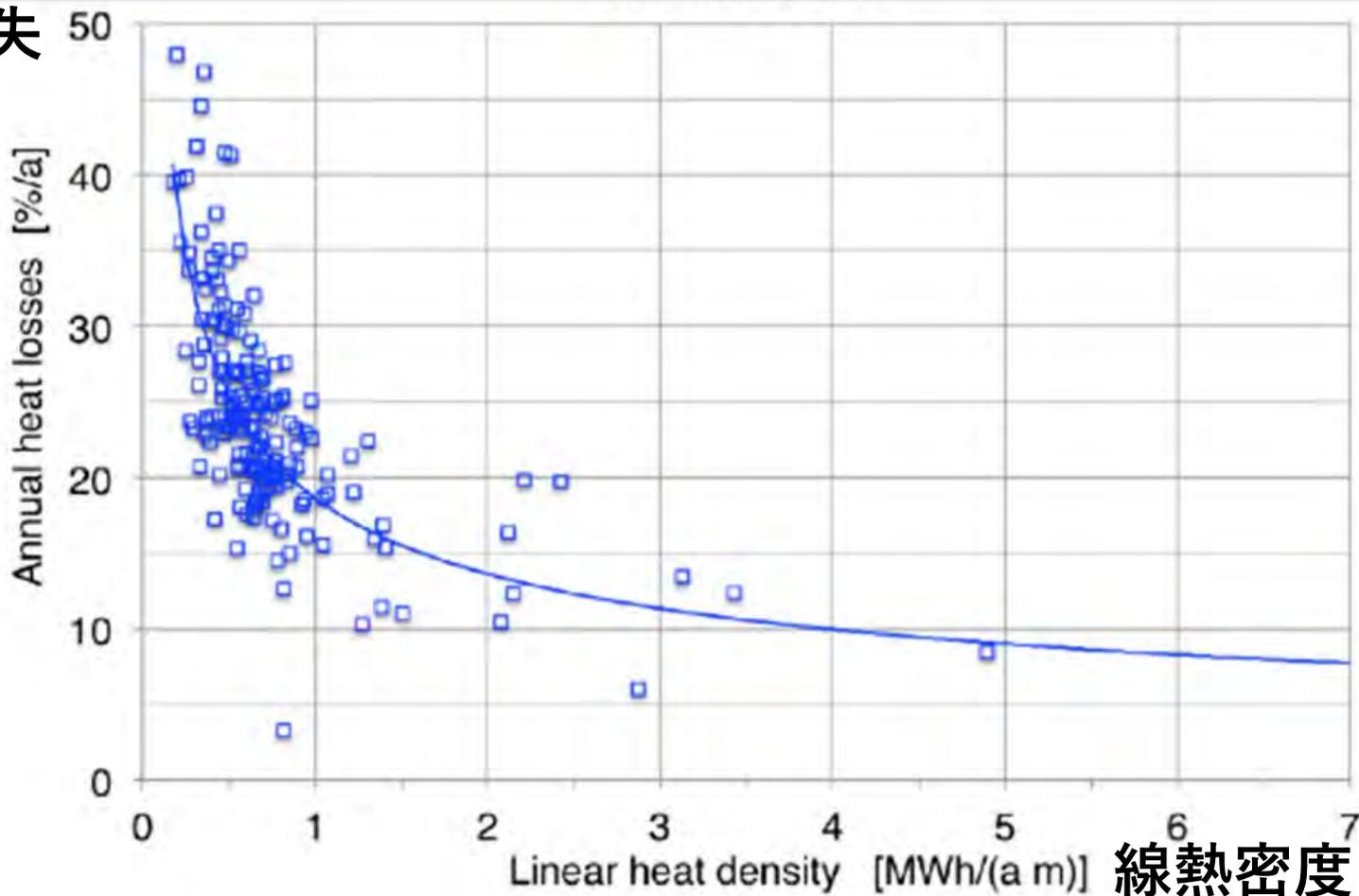
高効率のラジエータ



デンマークの地域熱供給： 線熱密度と熱損失

- デンマークでは分散型の地域熱供給の熱密度が比較的低いため、地域熱供給ネットワークの熱損失が20%を超える地域が多い。

熱損失



エネルギー
効率を向上
し、脱炭素
化のため
第4世代地
域熱供給へ

出所：IEA Bioenergy Task32 “Status Report on District Heating Systems in IEA Countries”

欧州熱ロードマップ: Heat Roadmap Europe 2050

Heat Roadmap Europe 2050

<http://www.heatroadmap.eu/>

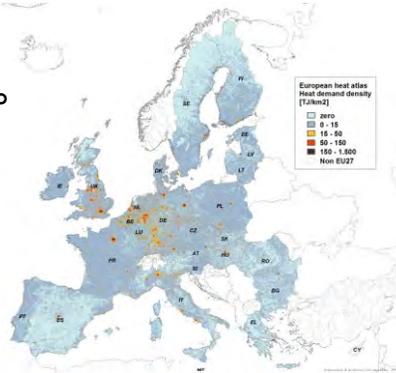


A low-carbon heating and cooling strategy for Europe

欧州の温冷熱の低炭素戦略

4th HRE(Heat Roadmap Europe)

欧州全域
熱需要マップ



PETA

Pan European Thermal Atlas

エネルギー需要分析

FORECAST

FORecasting Energy Consumption Analysis and Simulation Tool

Energy PLAN エネルギーシステム分析 The JRC-EU-TIMES model
Advanced energy system analysis computer model

- Build a starting point
- Integrate heat savings
- Comparing network solutions
- Comparing individual heating solutions
- Integrate more excess and renewable heat
- Integrate more renewable electricity in the heating and cooling sectors.
- Optimising and developing Heat Roadmaps

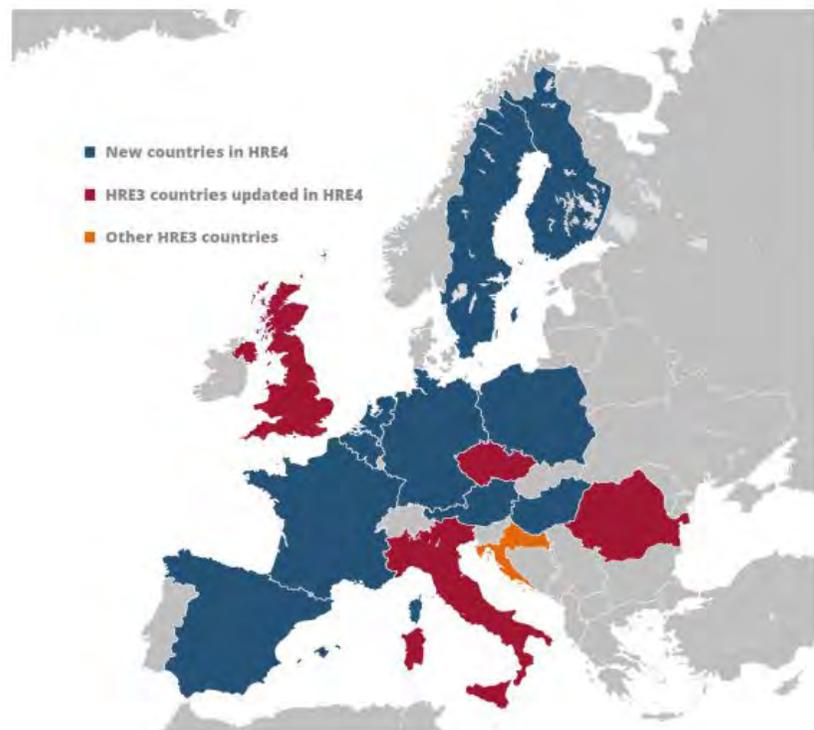


技術モデル分析

欧州熱ロードマップ

Heat Roadmap Europe

地方、国家、EUレベルでの長期的なエネルギー戦略をサポートし、低炭素エネルギーシステムへの移行を促進する科学的証拠を作成する



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 695989.

<http://www.heatroadmap.eu>

www.heatroadmap.eu
@HeatRoadmapEU



Heat Roadmap Europe: 8つの重要な知見

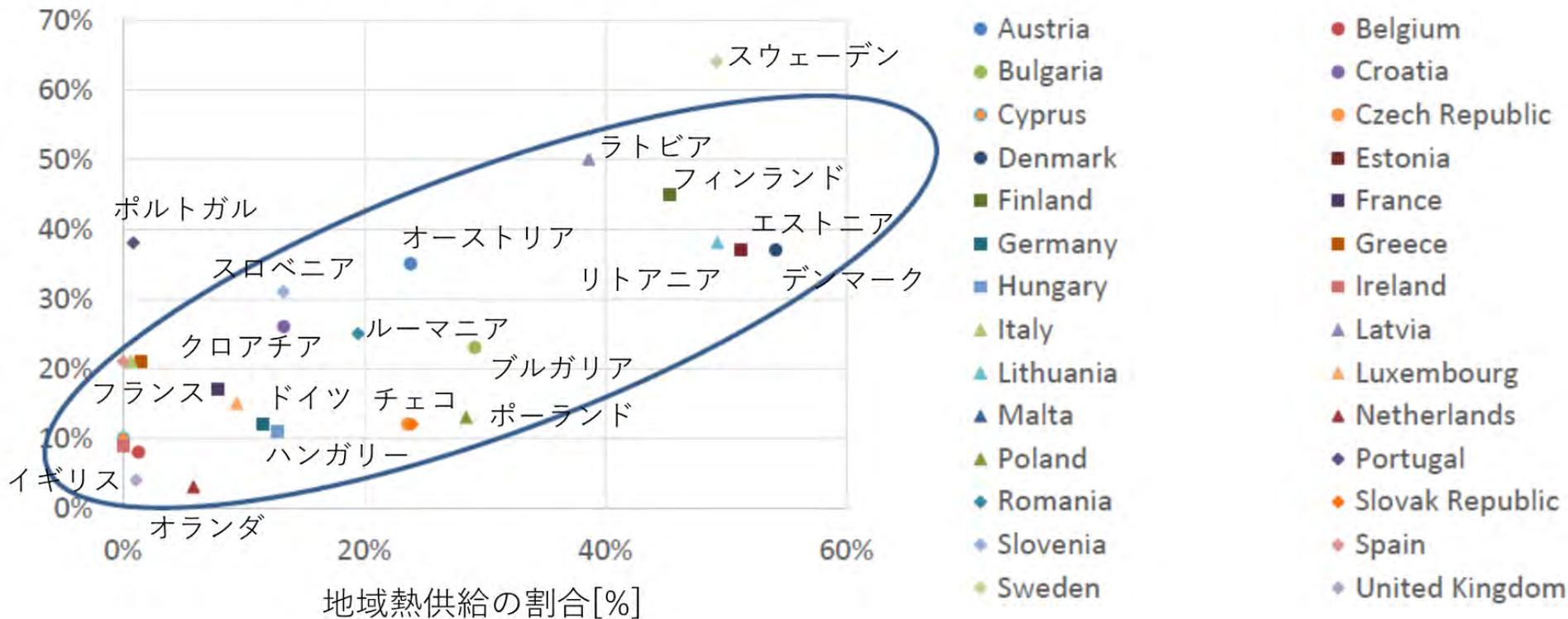
1. 欧州の市場ですでに導入されている既存の技術とアプローチにより温冷熱部門の脱炭素化は可能
2. 経済的に脱炭素化のゴールを達成するには需要側と供給側のエネルギー効率化が必要である。
3. 既存の建築物の改修と産業部門での投資にはより大きな支援と高い省エネルギー目標が必要
4. 大部分の都市部では、地域熱供給は他のネットワークおよび個別のソリューションよりも技術的および経済的に実行可能であり、再生可能エネルギー、大型ヒートポンプ、余剰熱、およびコジェネレーションの使用により100%脱炭素化が可能
5. 地域熱供給による冷暖房が限られる地域では、個別の熱供給は、変動する再生可能エネルギーの統合が可能なヒートポンプが有効
6. 今のところ冷熱需要は温熱需要に比べると小さいが、将来は増加する傾向にある。将来は冷熱需要に対するソリューションが重要
7. 温冷熱部門は変動する自然エネルギーの増大やシステムの柔軟性に重要な役割を果たすことができる。
8. エネルギーシステム内の温熱および冷熱のシステムを一貫してモデル化、分析、および設計するには、その分野に固有のツールと方法論が必要。将来のエネルギーシステムの脱炭素化に貢献する開発ロードマップと戦略のために重要。

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

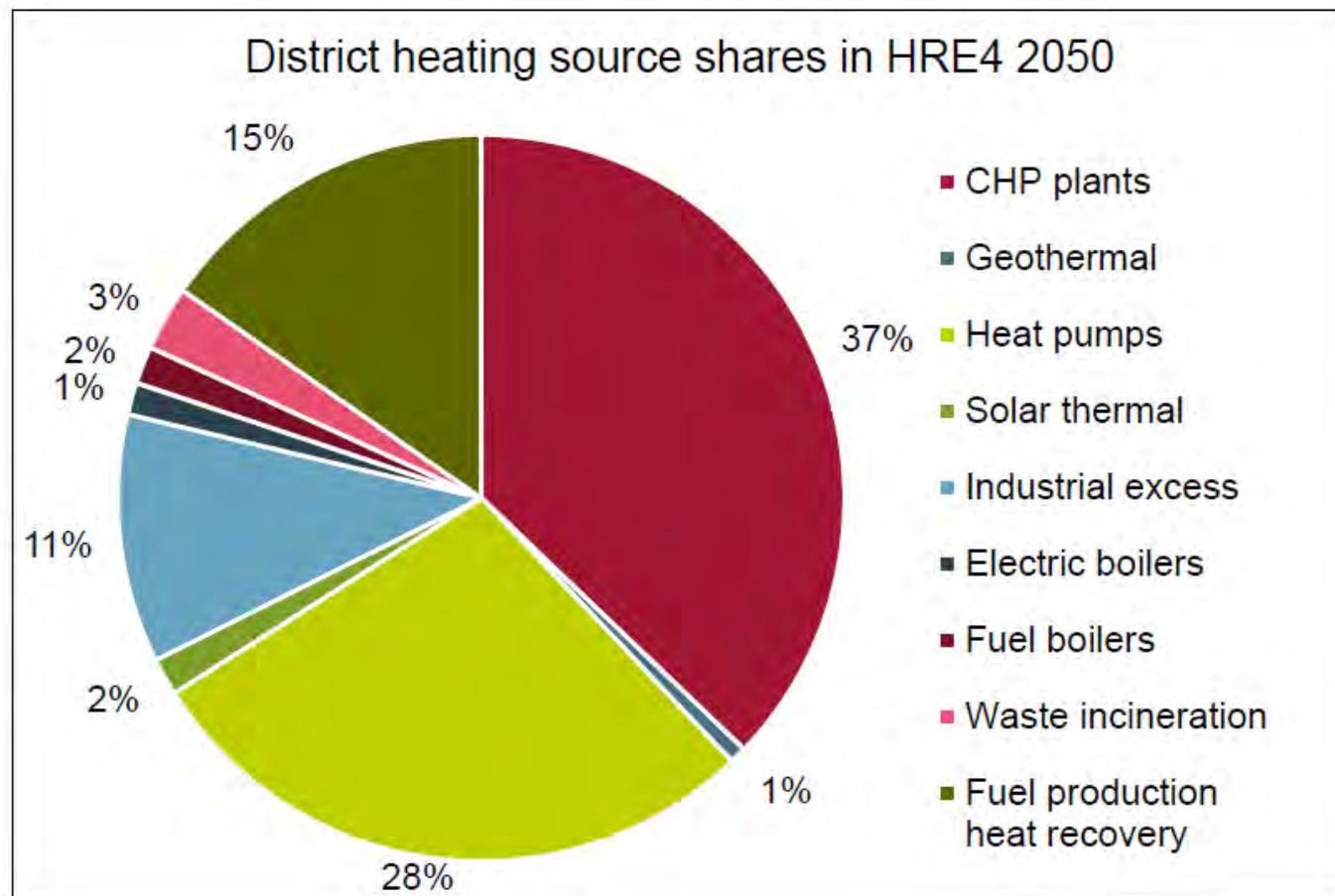
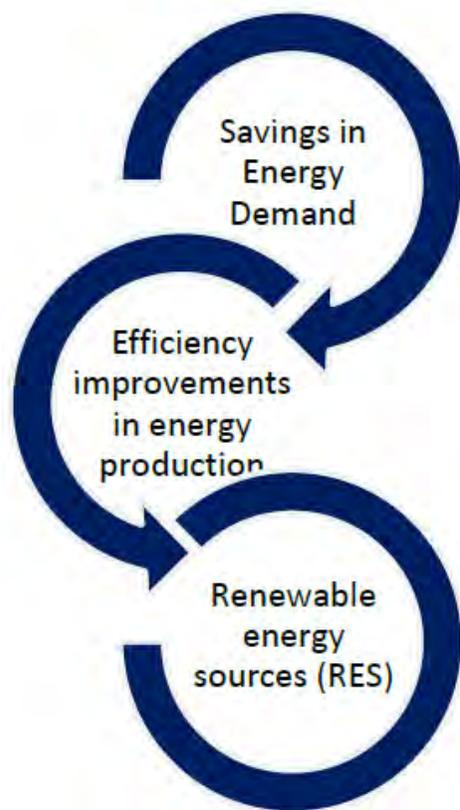
自然エネルギー割合 vs. 地域熱供給の割合

熱分野の自然エネルギー割合[%]



<https://heatroadmap.eu/>

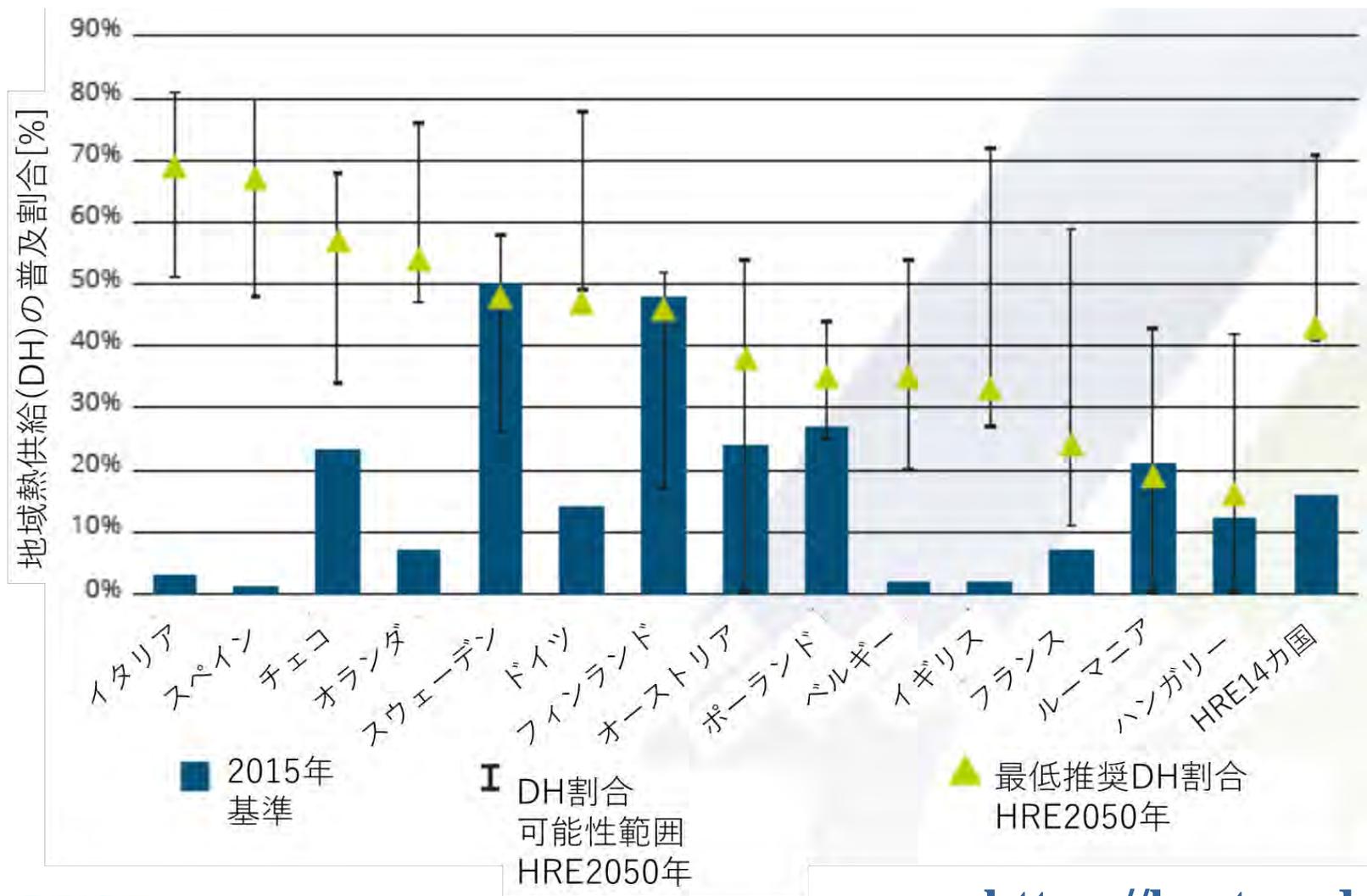
Heat Roadmap Europe: 地域熱供給の熱源(2050年)



<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



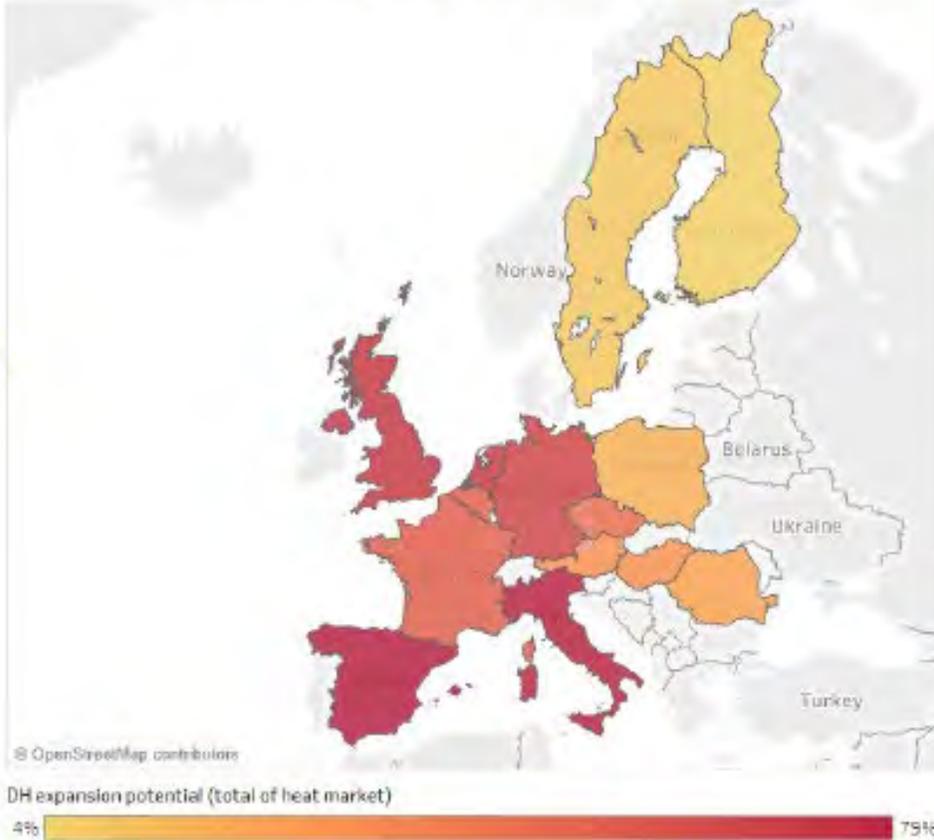
<https://heatroadmap.eu/>

欧州熱ロードマップ

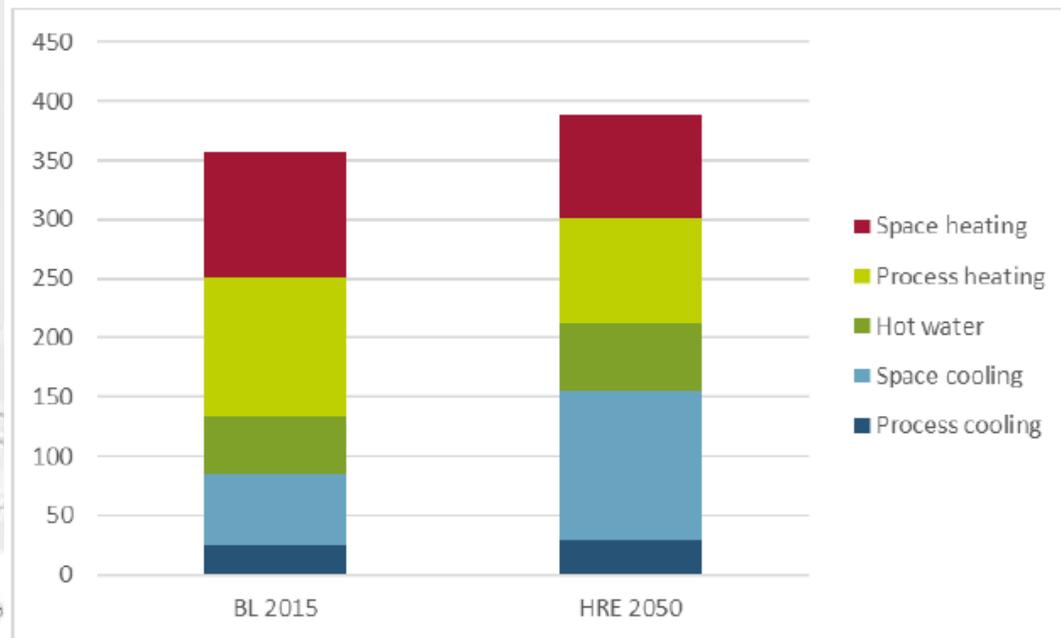
Heat Roadmap Europe

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。

DH expansion potential (total of heat market)

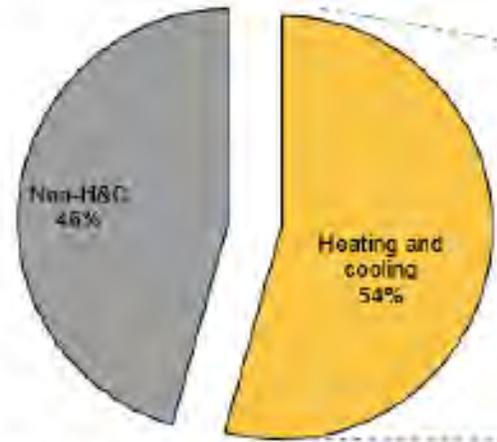


- 熱需要は確実にある!
- より大きなポテンシャルがある!
- 給湯と暖房の両方の高い熱需要
- 大幅な省エネルギーが可能

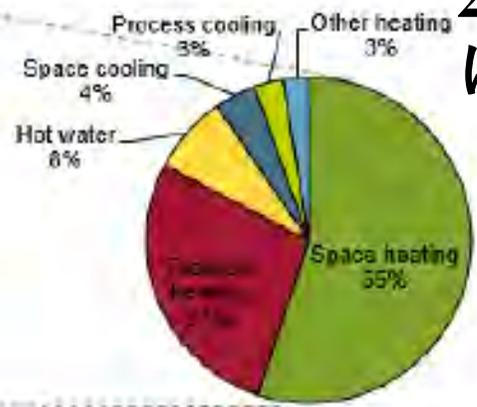


出所: Heat Roadmap Europe資料

Heat Roadmap Europe イタリアの分析例

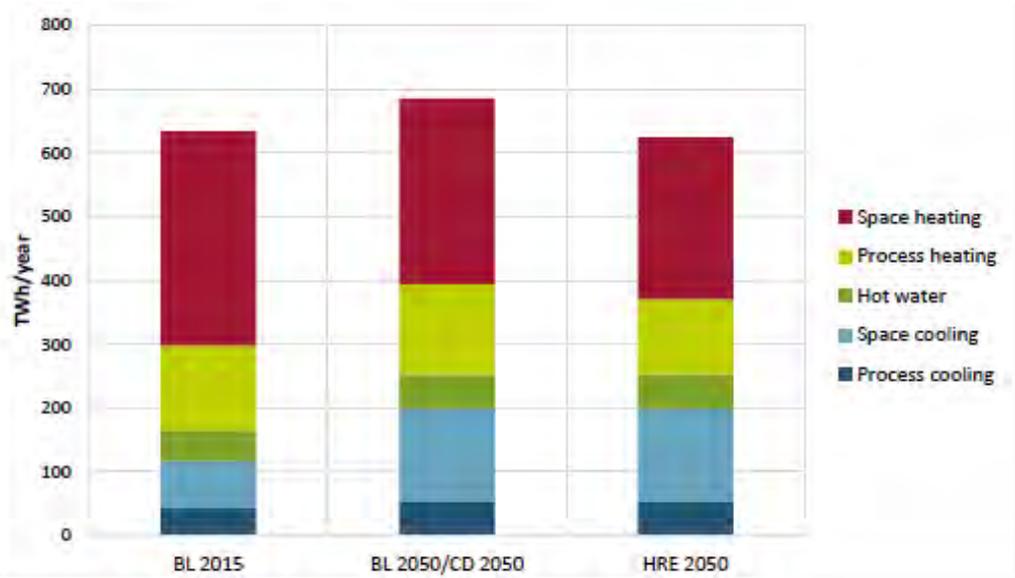
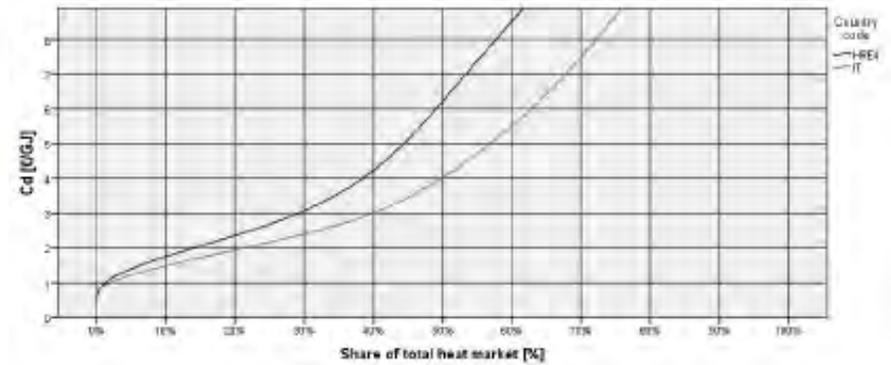


Final energy demand for Italy (1,354 TWh)

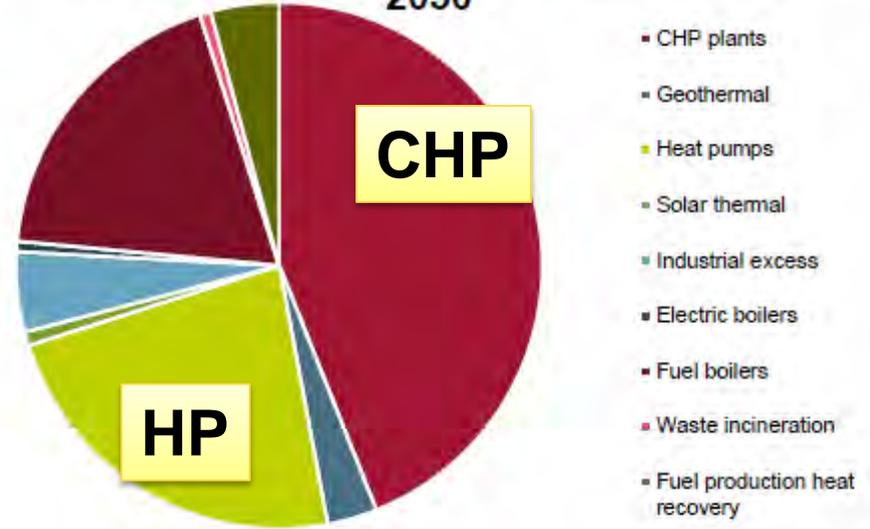


Italy H&C (735 TWh)

2050年までにDH割合を3%から70%に増やすことは経済的にも可能

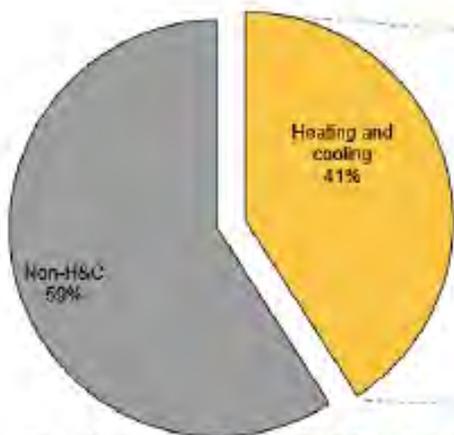


District heating source shares in HRE 2050

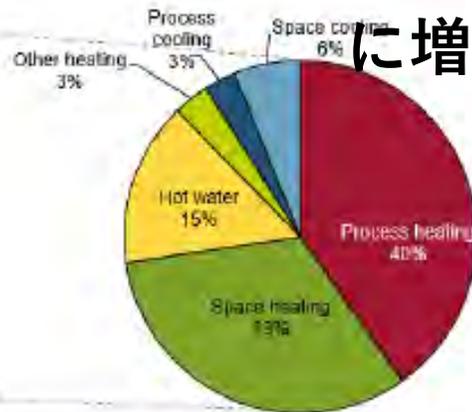


Heat Roadmap Europe スペインの分析例

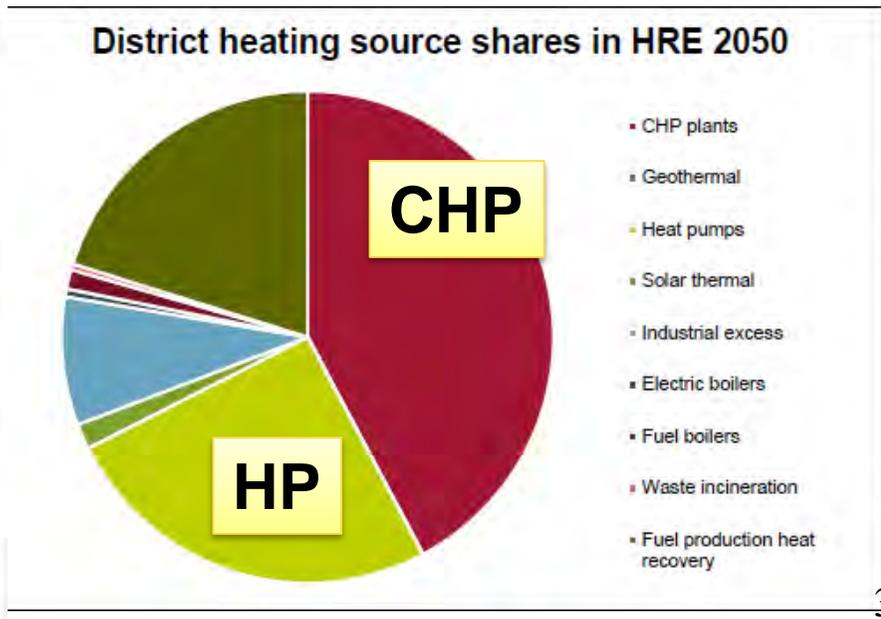
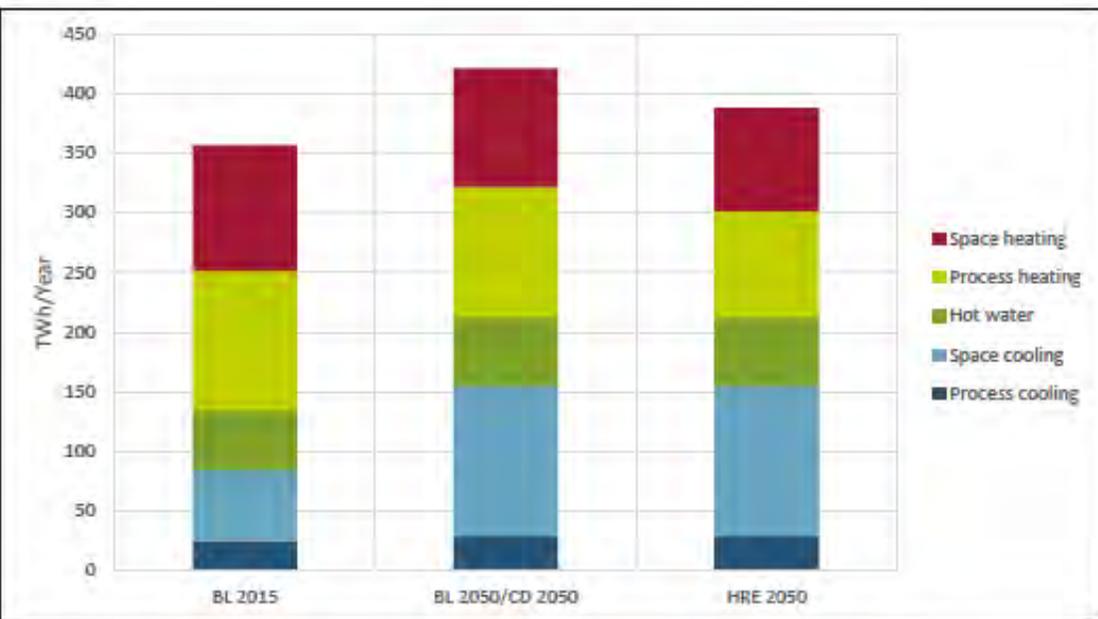
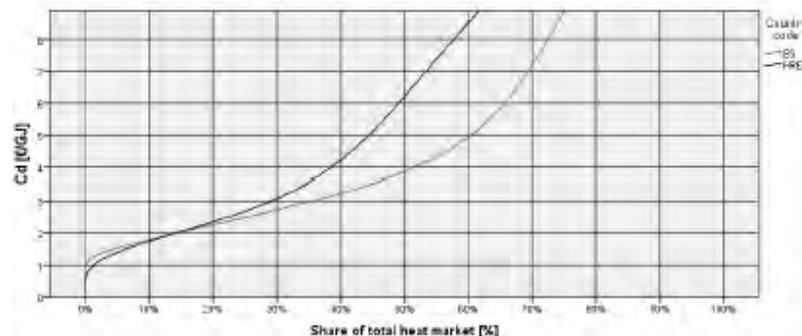
2050年までにDH割合を1%から68%
に増やすことは経済的にも可能



Final energy demand for Spain
(936 TWh)



Spain H&C
(383 TWh)



3. 第4世代地域熱供給の設計コンセプト

- 熱需要(デマンドサイド)分析と熱需要マップの整備と活用
- 対象地域での熱供給ポテンシャルの調査とデータ分析
 - 排熱：発電設備(CHP)、廃棄物焼却熱、潜熱回収、工場排熱など
 - 自然エネルギー：バイオマス(木質、メタン発酵)、地熱、太陽熱など
- 熱供給ネットワークの設計手法と設計ツール(EnergyPROなど)

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>

新機能：

- 排熱マップ(下水、地下鉄など)
- 地域熱供給(DH)推奨導入率
- 検討中：排熱(データセンター、建物など)

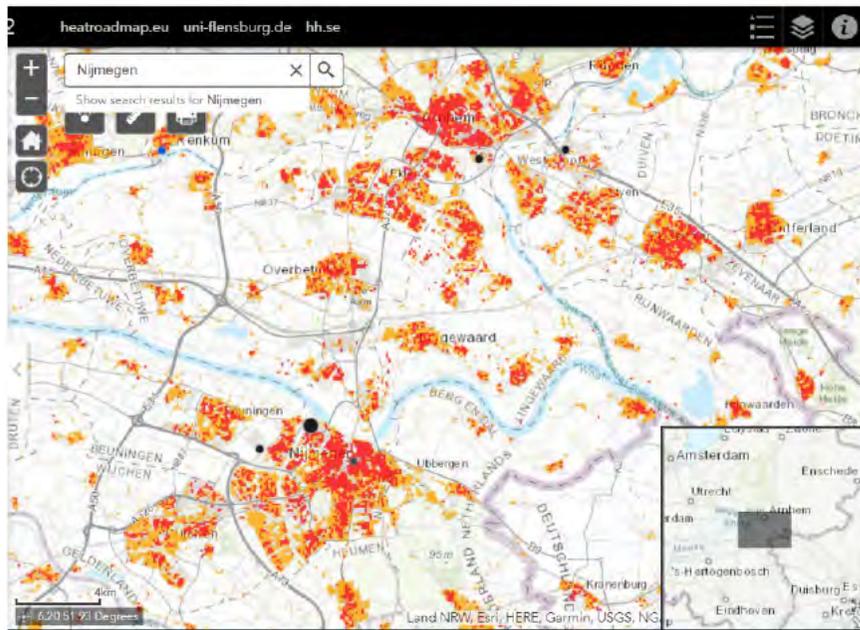
アップデート

- 太陽熱ポテンシャル
- 冷熱需要マップ
- 来年予定：地熱、バイオマス

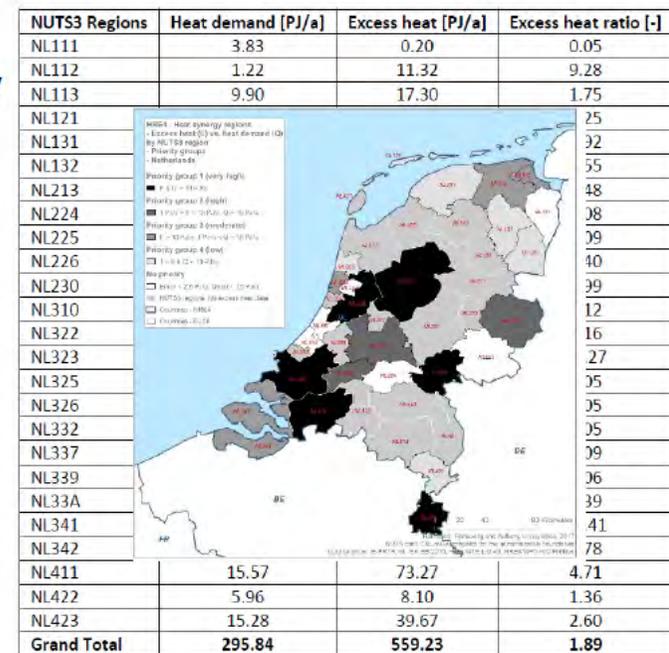


熱需要マップ:PETA4 オランダの例

- オランダの地域熱供給普及率は6%、自然エネルギー熱の割合は3%に過ぎない。
- 熱需要296PJ/年に対して排熱ポテンシャルは560PJ/年



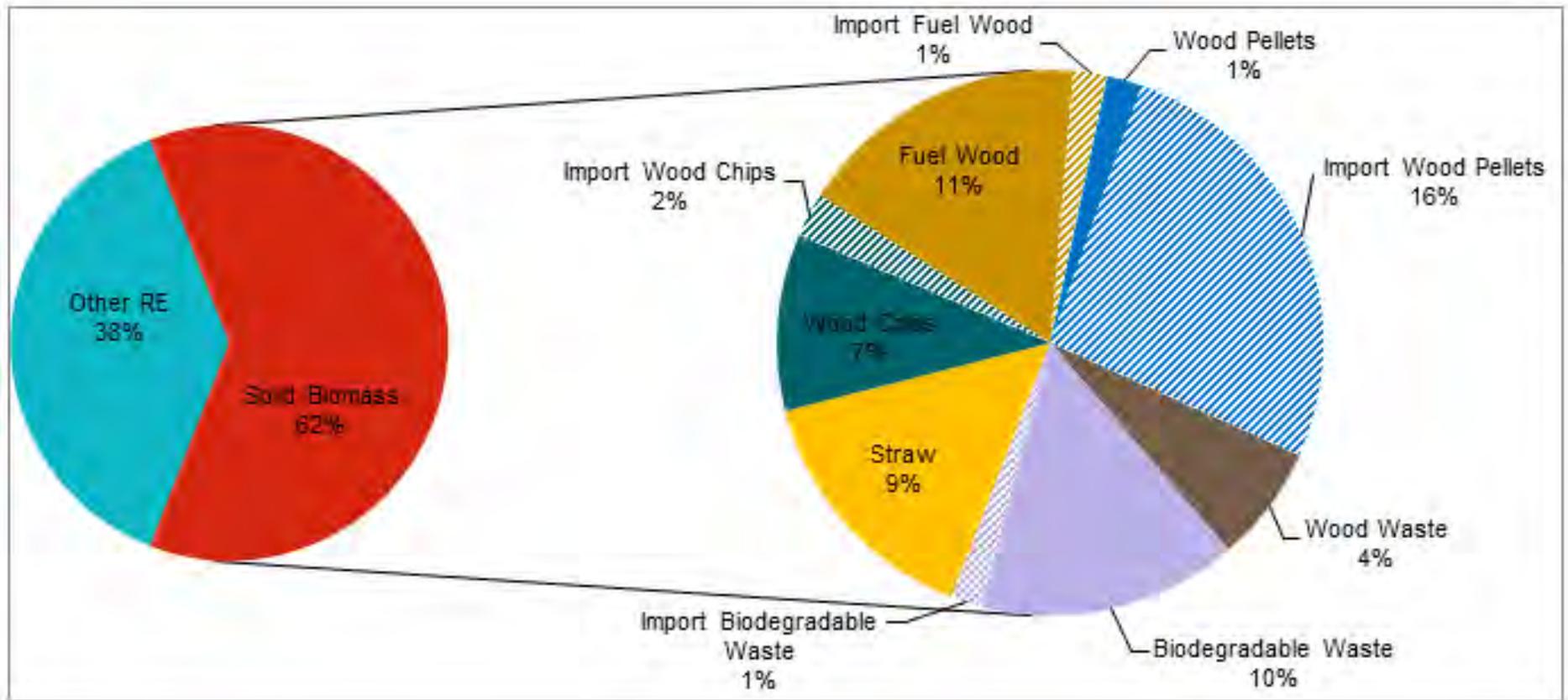
- Heat demands: 296 PJ/y
- Excess heat: 560 PJ/y
- District heating share: 6%
- Renewable energy in heating: 3%



<https://heatroadmap.eu/>

デンマークのバイオマス燃料の構成(2015年)

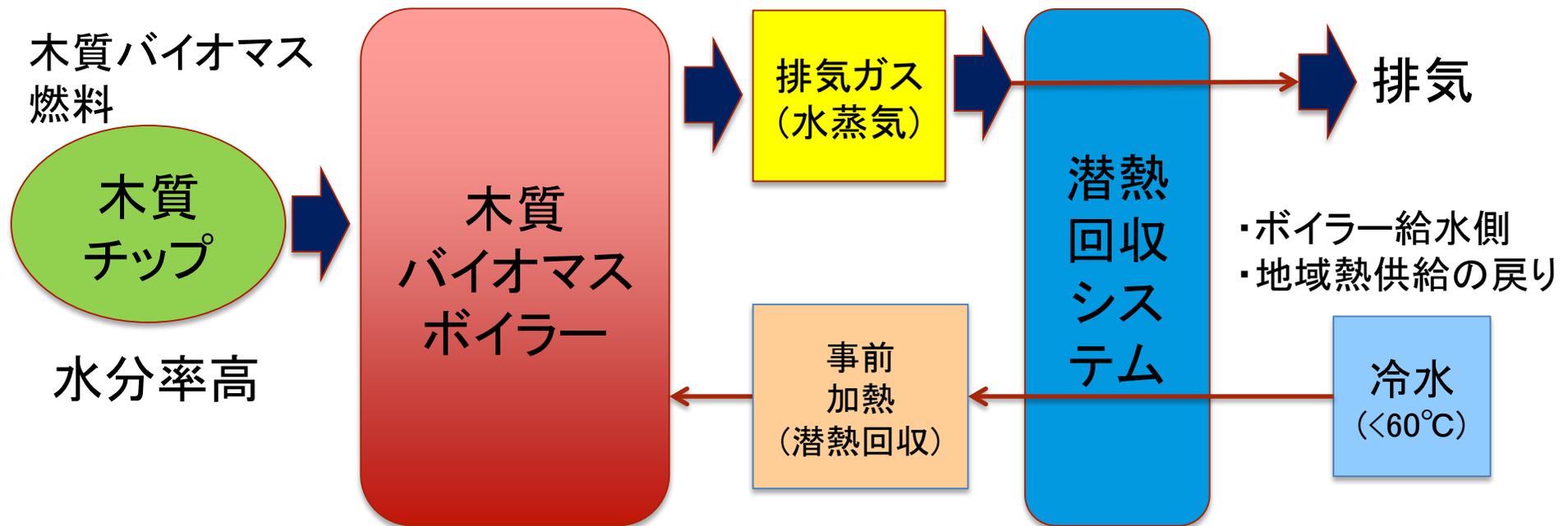
固体バイオマス(木質チップ等21%, ペレット17%, 廃棄物15%, わら9%)
がバイオマス燃料の約6割を占める。



出典: Danish Energy Agency, *Energy statistics 2015*

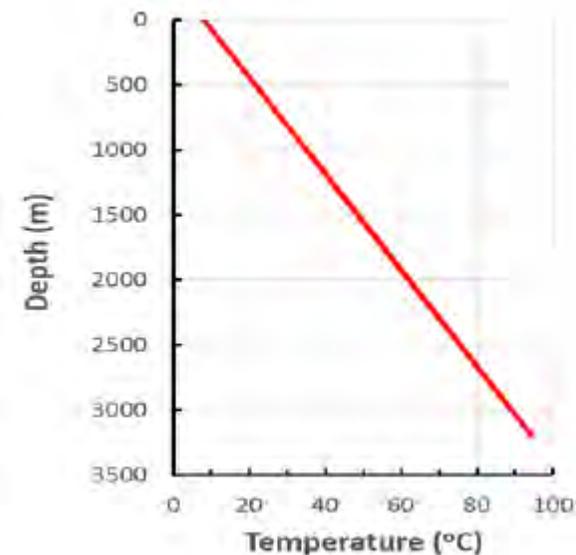
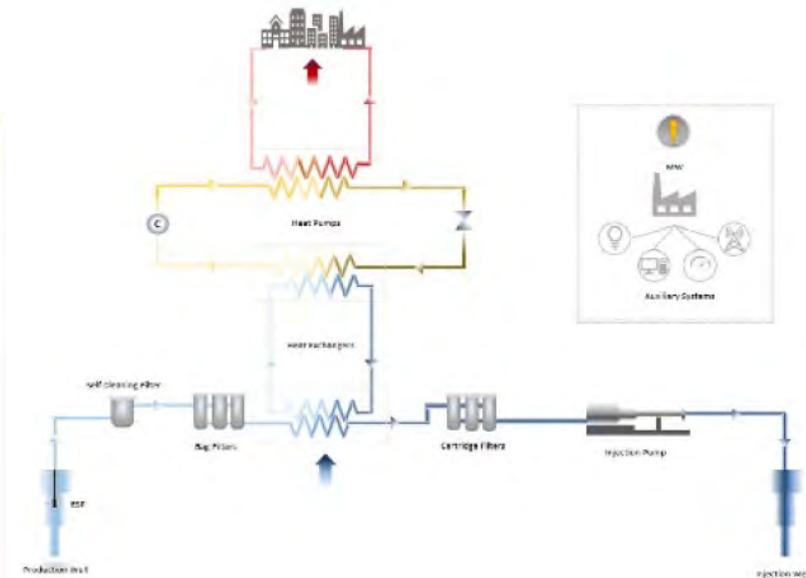
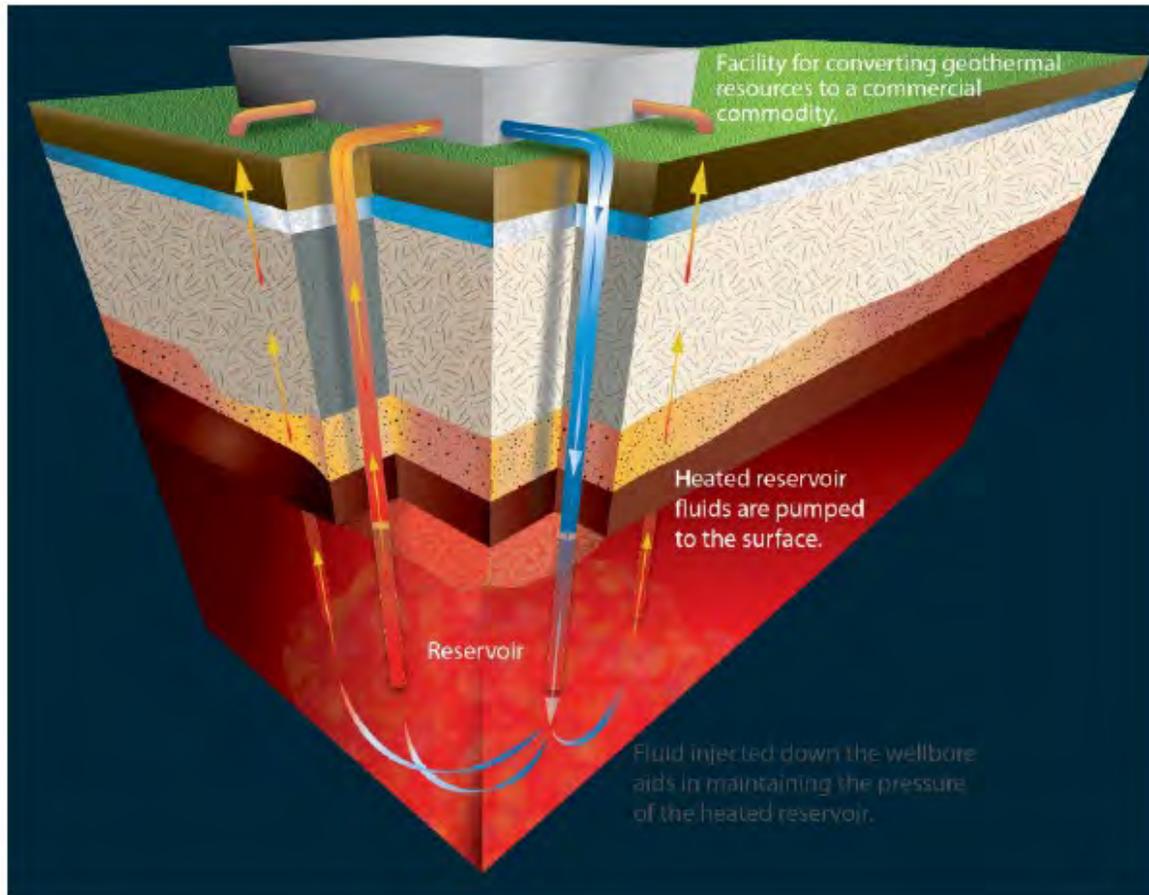
木質バイオマス・エネルギー潜熱回収

- 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
- 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



地熱エネルギーによる地域熱供給

地熱による地域熱供給の開発



出所: GEOOP社資料 <https://geoop.dk/en/>

エネルギーバランス分析ツールEnergyPRO

- 発電や熱供給のエネルギープラント設計のためのエネルギーバランス分析ツール(ソフトウェア開発：デンマークEMD社)



EMD International A/S
www.emd.dk

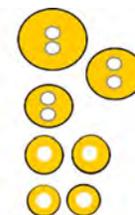
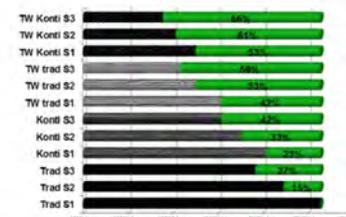
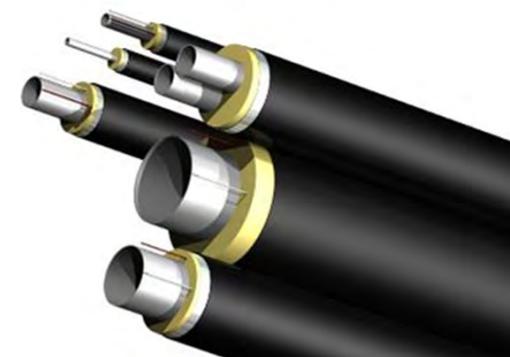
<http://www.emd.dk/energypro/>



energyPRO

断熱導管の特徴(LOGSTOR社)

- 断熱導管の寿命は30年以上と考えられる。特に耐腐食性などに関する加速度試験は行われていないが、過去50年間の実績から製品寿命を評価している。
- 地域熱供給の断熱導管の総コストは30%が初期投資コスト、70%が運用コスト。運用コストには熱損失分、ポンプ動力、メンテナンス費用などが含まれるが、熱損失が最も大きな割合を占める。
- 断熱導管には様々な種類がある。形状に関してはストレート管(Straight Pipe), 曲り管(Curved Pipe), フレキシブル管(Flexible Pipe)などがあり、そのほか、1つの断熱導管内の導管数に応じてシングル管(Single Pipe), ツイン管(Twin pipe)などの種類がある。同じ口径であれば複数管(Twin Pipe)の方が一般的に熱損失が少ない。
- 導管をポリエチレンにすると腐食の心配がない代わりに、供給可能温度の上限が低くなる(ポリエチレンでは常時90°C、鋼管では140°Cまでの耐熱)。ただし、シングルのフレキシブル管(ポリエチレン導管)の場合、最大φ110mm。ツインの場合、ポリエチレン(PEX)では導管の口径が最大φ63mm×2、スチール管の場合はφ250mm×2まで。
- 製品は各種基準を満たしている(EN253, EUROHEAT&POWER, ISO, ほか)。

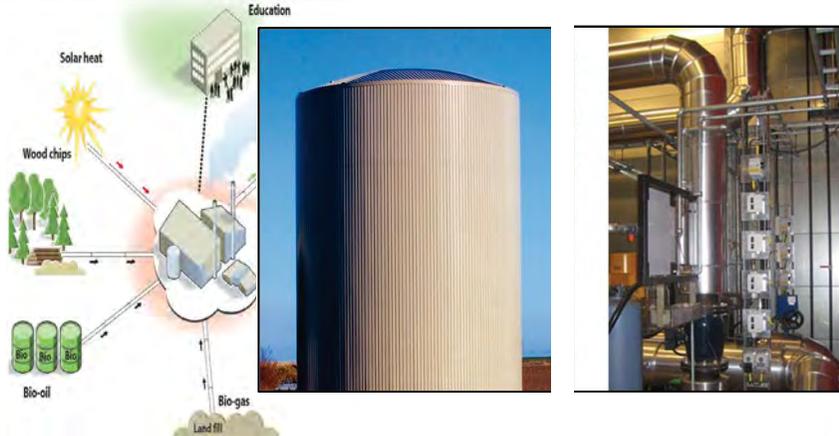


4. エネルギー需給の脱炭素化とスマート化

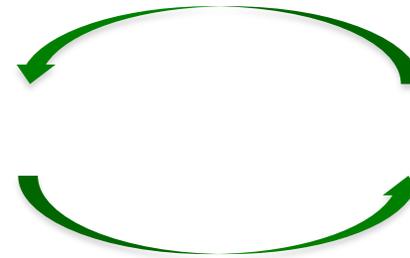
- 負荷持続曲線による需給分析
- 熱需要に対するベースロード、中間ロード、ピークロード供給力
- 蓄熱技術の活用
- セクターカップリング(電気と熱の融合)
- 需要制御(デマンドレスポンス)

電力と温熱との相互スマート化

地域熱供給+CHP+HP+貯湯タンク

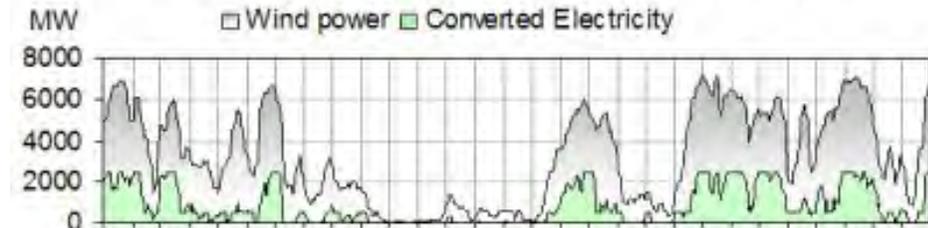


風力発電

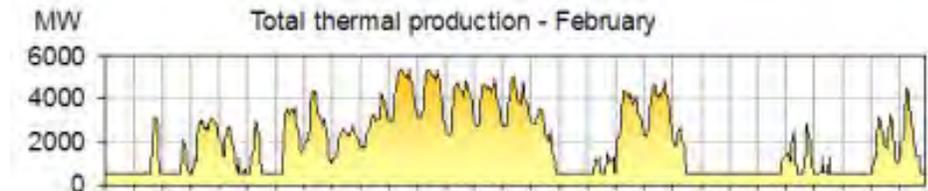


1. 風力の変動を補完するコジェネ
2. 温熱の変動は貯湯
3. 余剰風力を温熱化して貯湯
4. 余剰風力で風力ガス(メタン化)

Wind power and electricity converted to heat - February



Total thermal production - February



5. 日本での第4世代地域熱供給の展開に向けて

- 日本での地域熱供給の現状と課題
- 第4世代地域熱供給へのアップデートに向けて

エネルギー市場の比較：電力、都市ガス、LPガス、地域熱供給

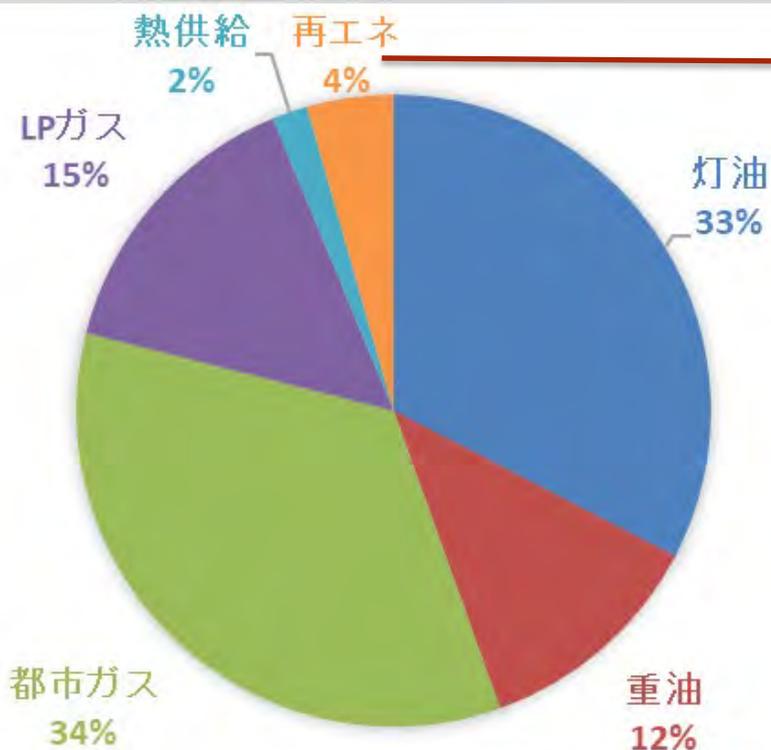
- 日本国内の地域熱供給の市場は電力やガスの市場に比べてとても小さい

	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)

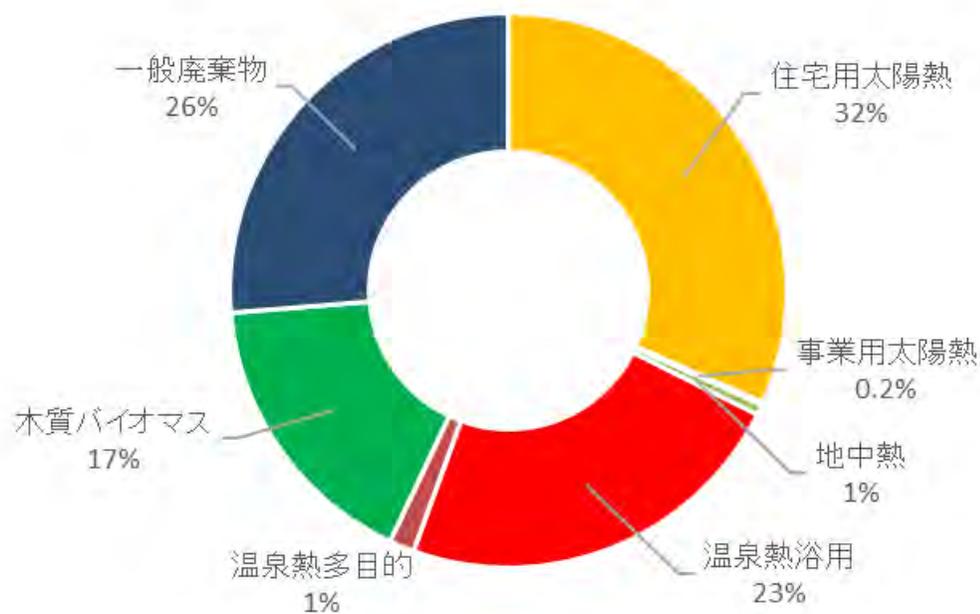
出所:経産省資料などから作成

日本国内の熱需要(産業部門を除く)に対する再生可能エネルギーの割合

- 日本国内の熱需要*に対する地域熱供給の割合は2%程度
- 日本国内の熱需要*に対する再生可能エネルギーの割合は4%程度



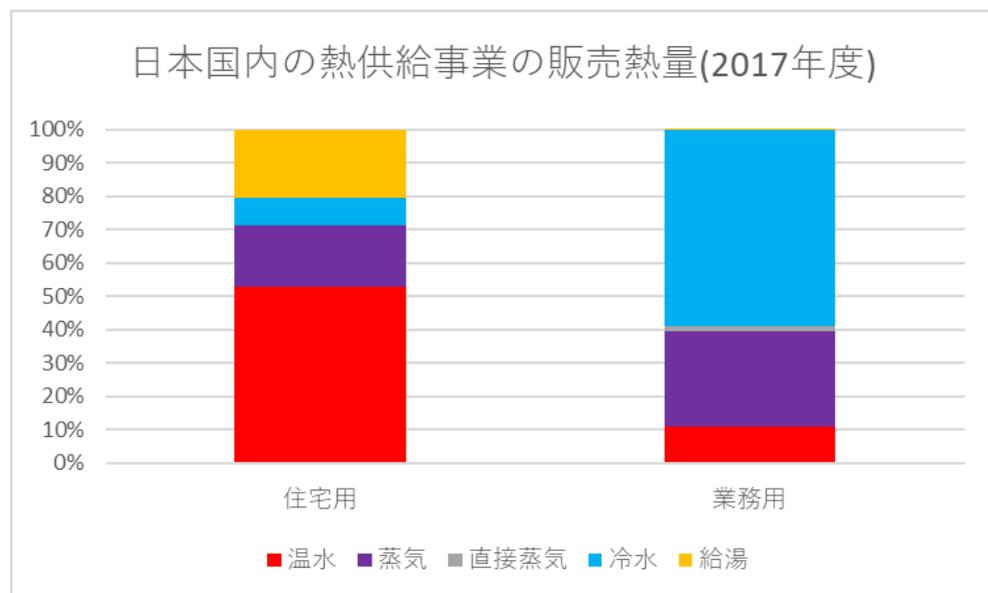
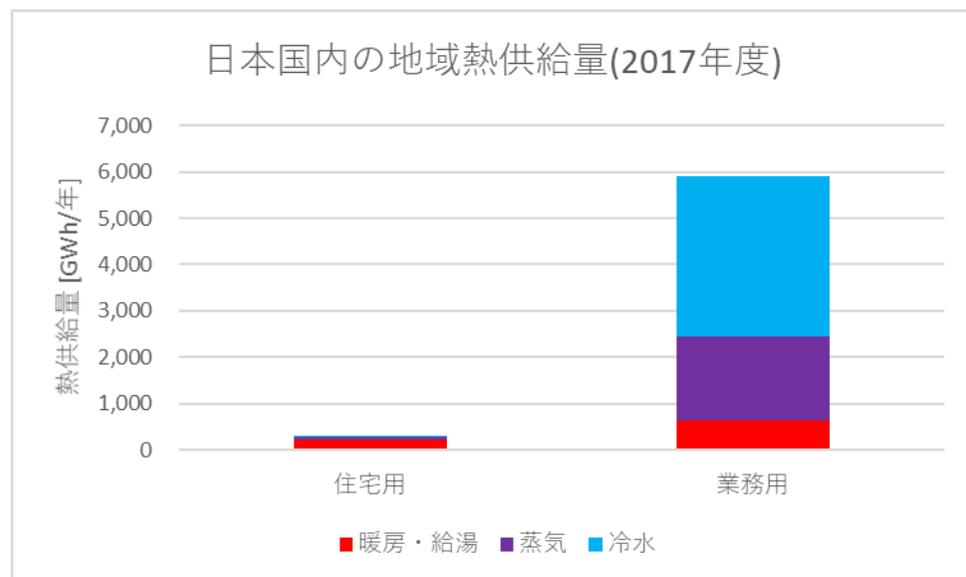
2017年度



*民生部門および農林水産部門の熱需要

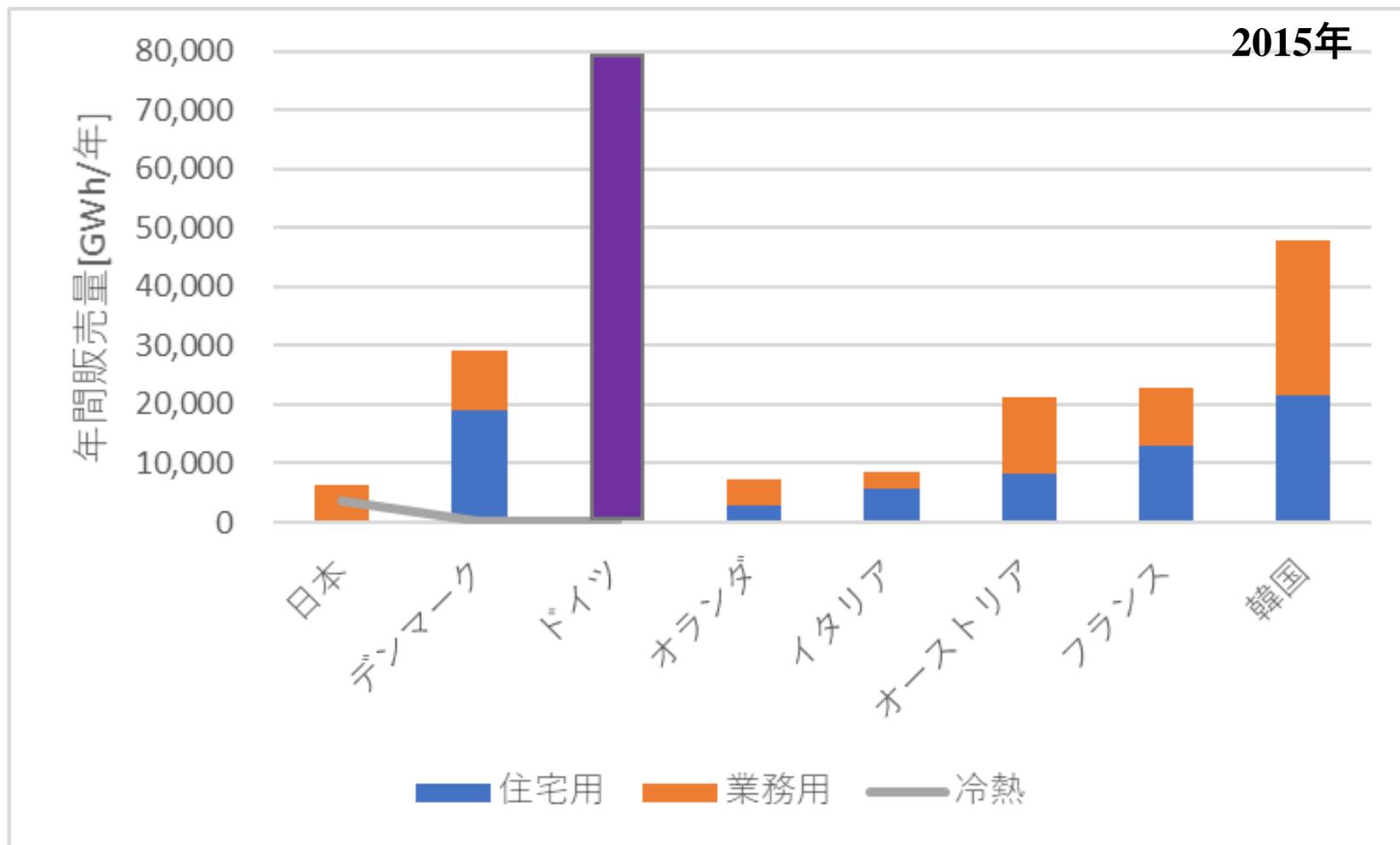
日本国内の地域熱供給の現状(2017年)

	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	



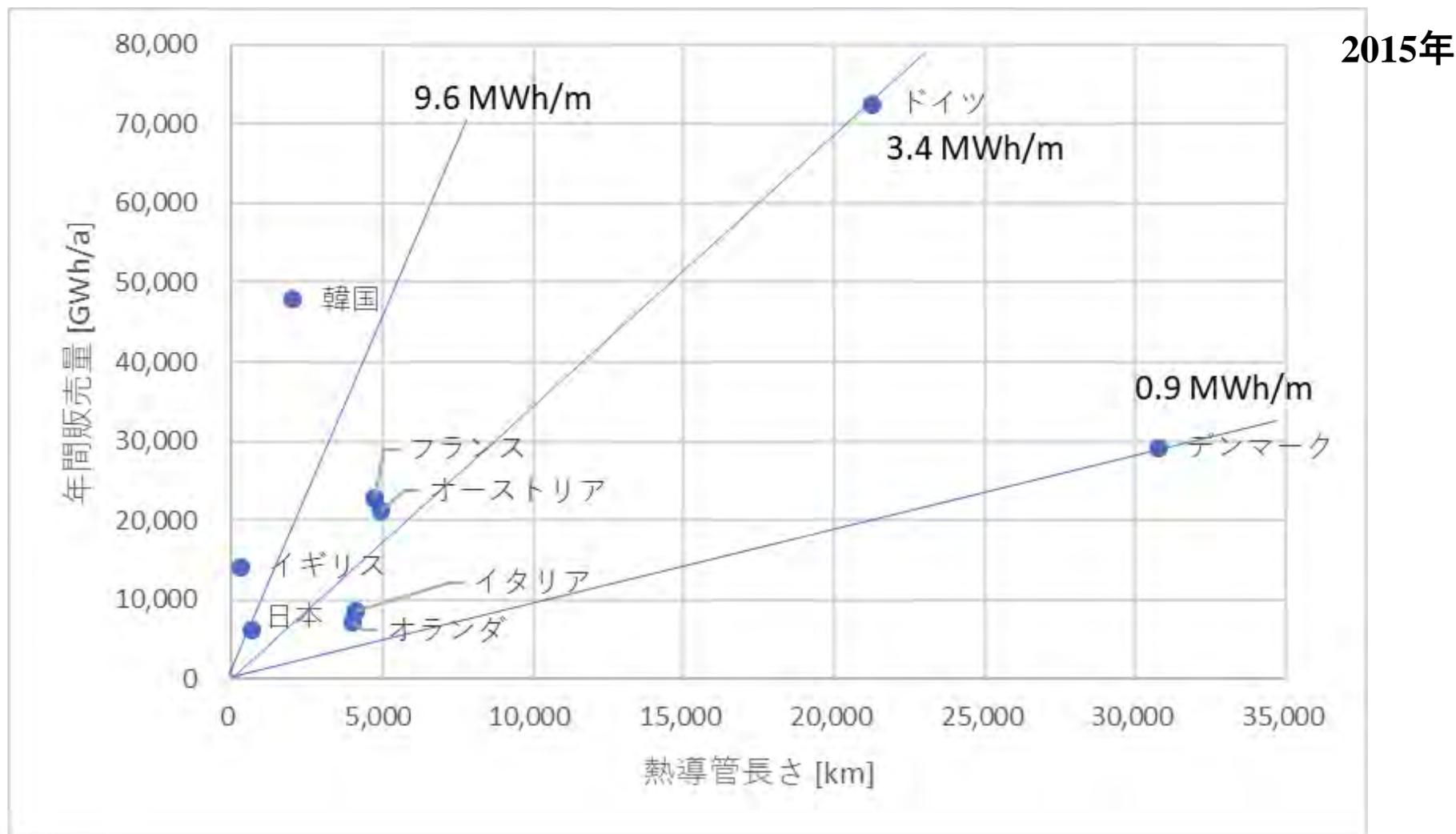
地域熱供給での住宅ユーザの割合(欧州各国と日本の比較)

- 日本国内の住宅向けの割合は非常に低い(5%未満)
- 日本国内では冷熱供給の割合が高い(56%)



日本と欧州の地域熱供給の比較(熱導管距離と線熱密度)

- 地域熱供給の線熱密度: デンマーク: 0.9MWh/m, 日本:9.6MWh



デンマークと日本の地域熱供給の比較

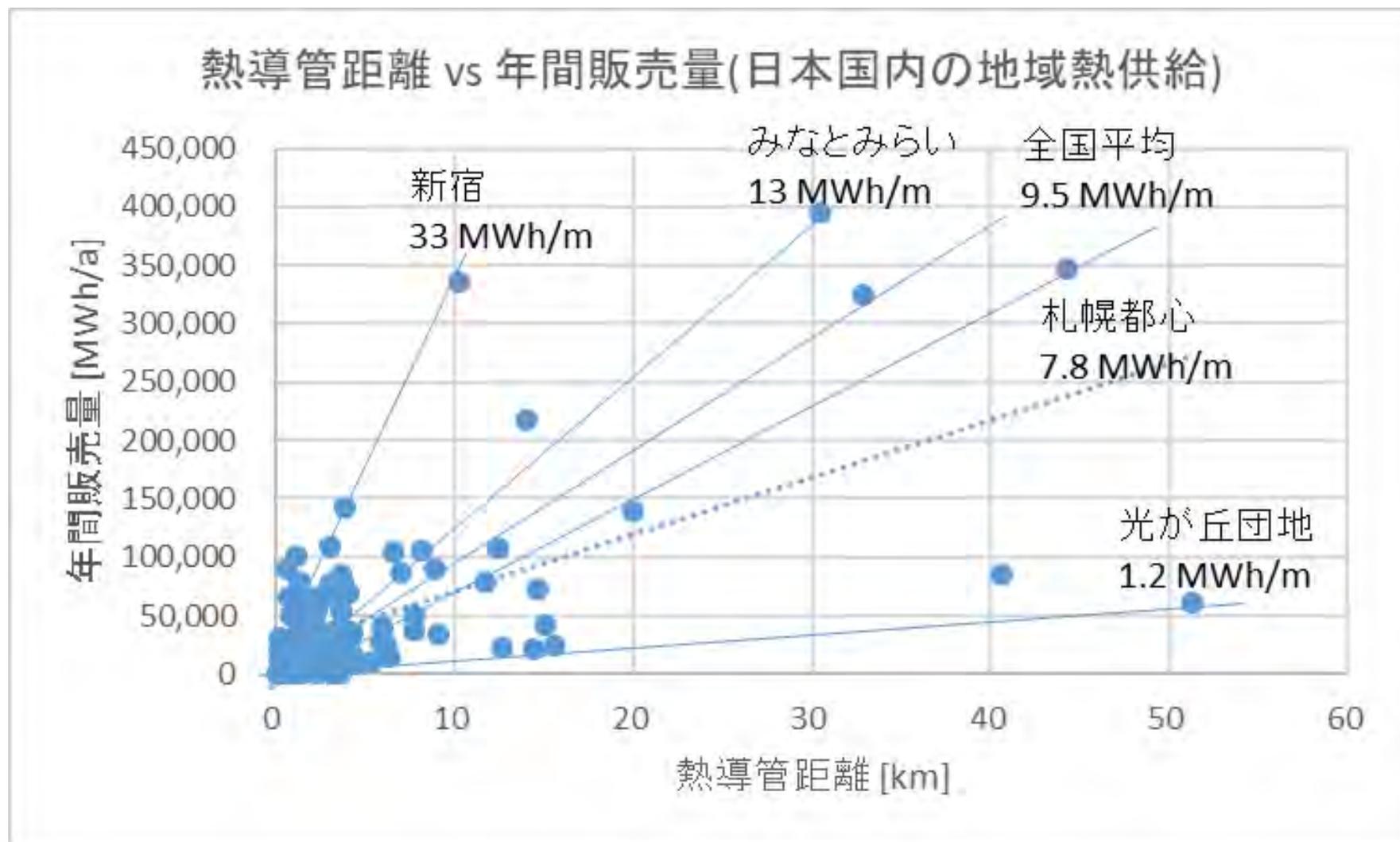
- デンマークの人口あたりの地域熱供給の使用量は日本の100倍
- 日本の地域熱供給の線熱密度はデンマークの約10倍

指標	デンマーク	日本	デンマーク/日本
人口(2016年)	5,710,000	127,000,000	0.04
面積	43,094 km ²	377,972 km ²	0.11
販売熱量(2013年)	105,563 TJ/a	22,902 TJ/a	4.6
年間売上額(2013年)	2,945 M EUR	1,103 M EUR	2.7
熱導管総延長2013年 (2009年)	29,000 (28,000) km	672 (736) km	43 (38)
DH総数	394	139	2.8
線熱密度	3.6 GJ/年 m	34.1 GJ/a年 m	0.11
人口当たり導入量	18.5 GJ/Capita	0.18 GJ/Capita	103
熱平均価格	0.028 EUR/MJ	0.048 EUR/MJ	0.58

日本国内の地域熱供給の線熱密度

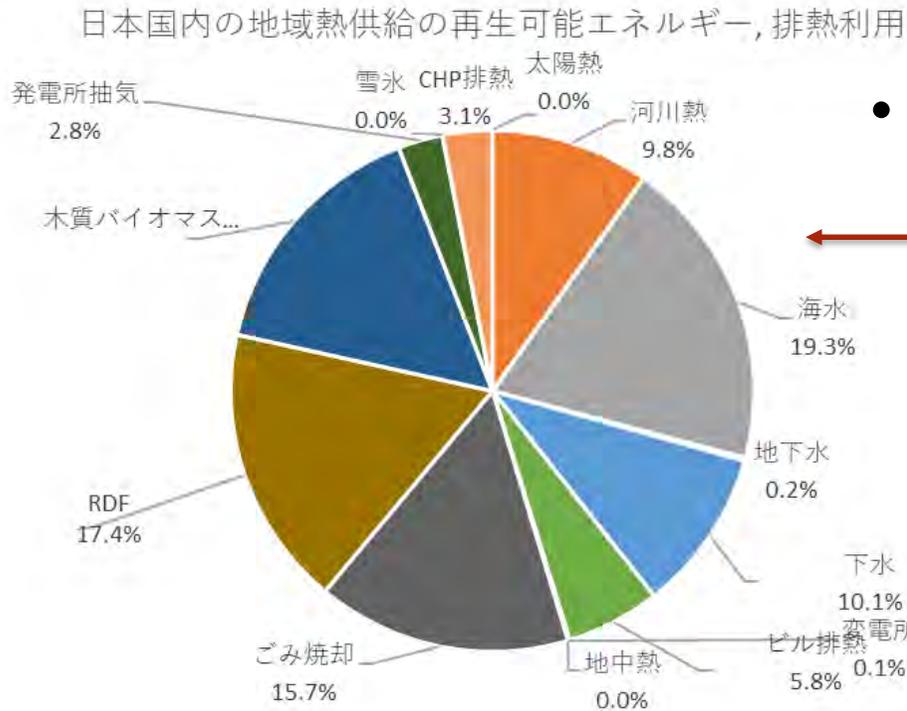
- 日本国内の線熱密度の平均: 9.5 MWh/m

2017年



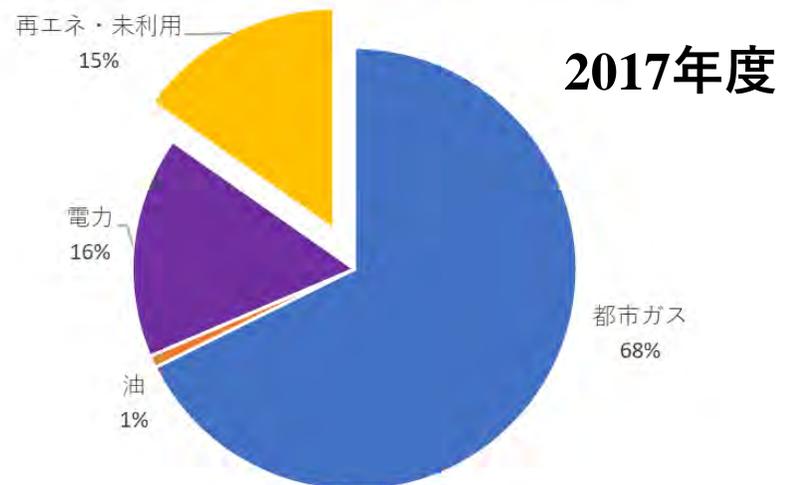
日本国内の地域熱供給の熱源

- 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%

日本国内の地域熱供給の熱源(2017年度)



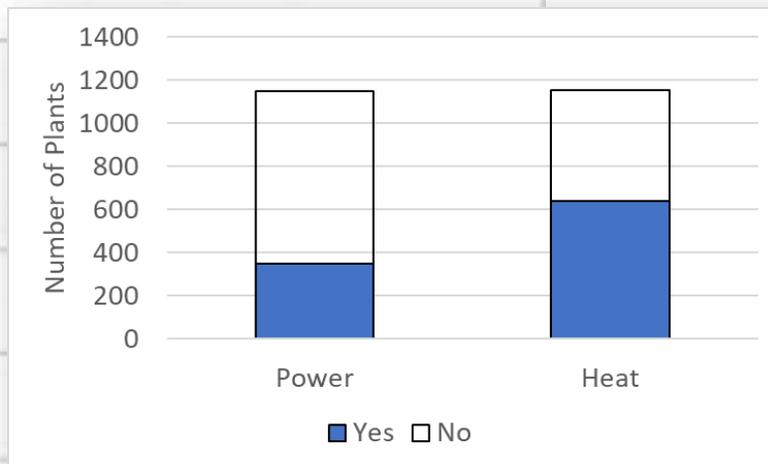
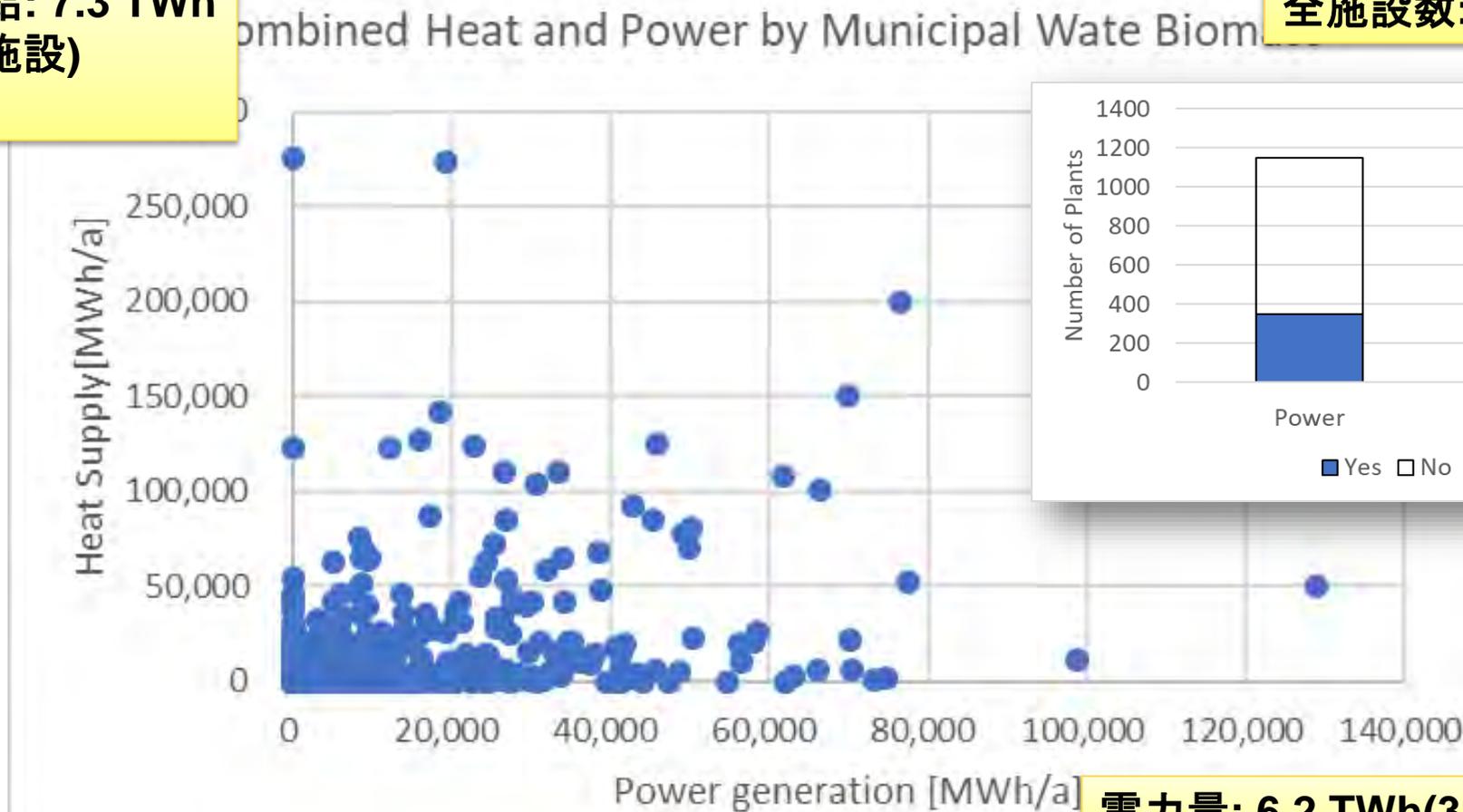
- 海水: 19.3%
- RDF(廃棄物): 17.4%
- 廃棄物焼却: 15.7%
- **木質バイオマス: 15.7%**
- 下水: 10.1%
- 河川: 9.8%

日本国内の一般廃棄物処理焼却施設の電力・熱利用

- 一般廃棄物処理の焼却施設の排熱は施設内で利用される他、主に隣接した温浴施設や温水プールに供給されている。

熱供給: 7.3 TWh
(637施設)
55%

2016年
全施設数:1160



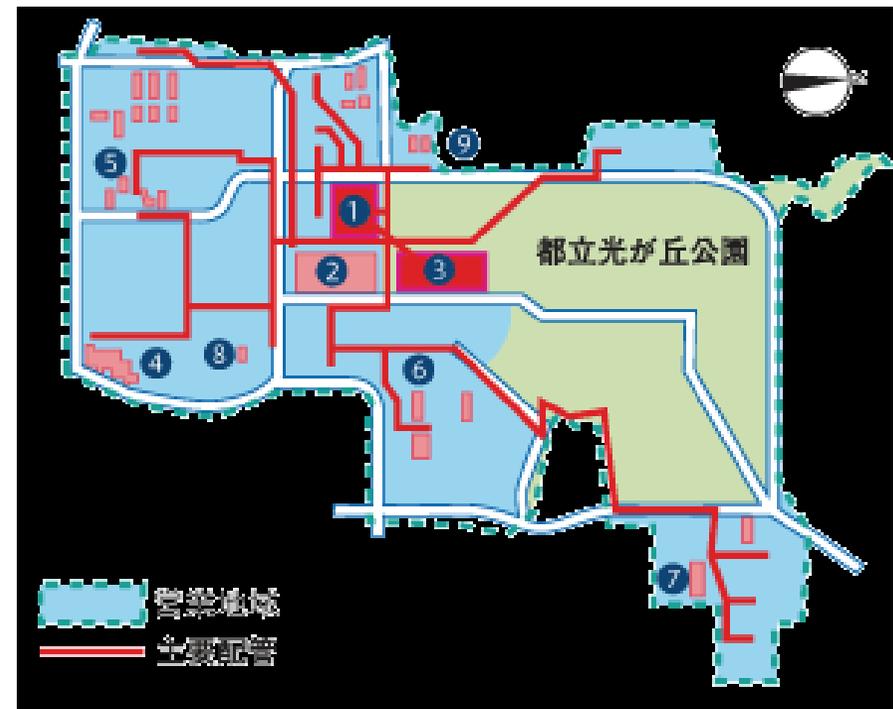
電力量: 6.2 TWh(348 施設)30%

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



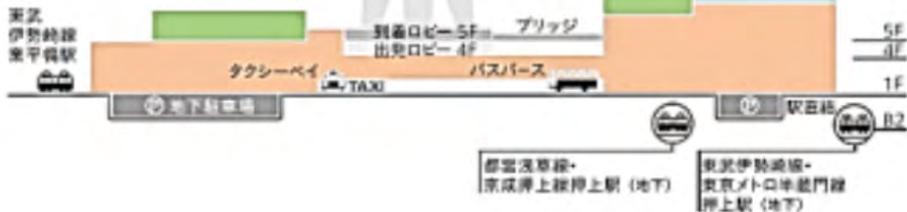


日本国内の地域熱供給の事例：東京スカイツリー ヒートポンプ(電気)、地中熱利用

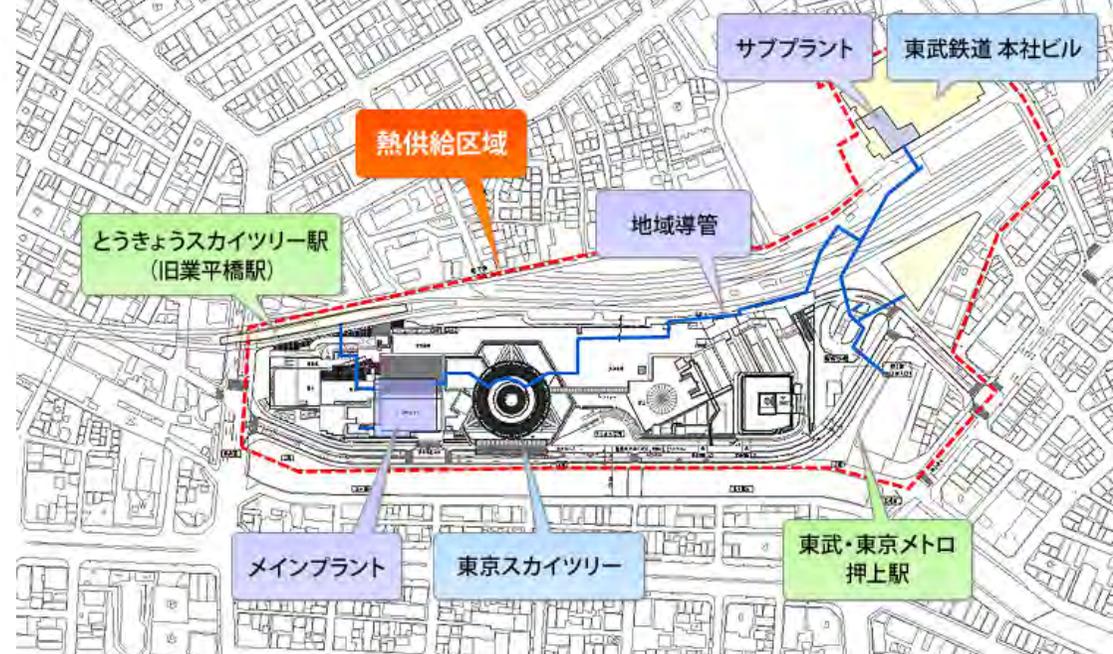
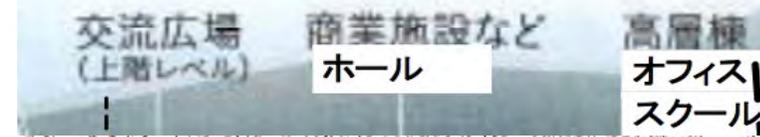
全体計画概要

【所在地】 東京都墨田区押上一丁目
 【敷地面積】 約36,900m²
 【施設規模】
 建築面積 約31,600m²
 建物延床面積 約230,000m² (タワー部分含む)
 建物規模 地上31階、地下3階
 【主要用途】 電波塔、展示場(展望台)、店舗、飲食店舗、ミュージアム、事務所、ホール、各種学校、地域冷暖房施設、駐車場

- 商業
- ミュージアム
- スクール
- オフィス

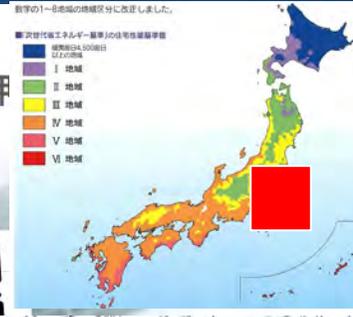


30m)



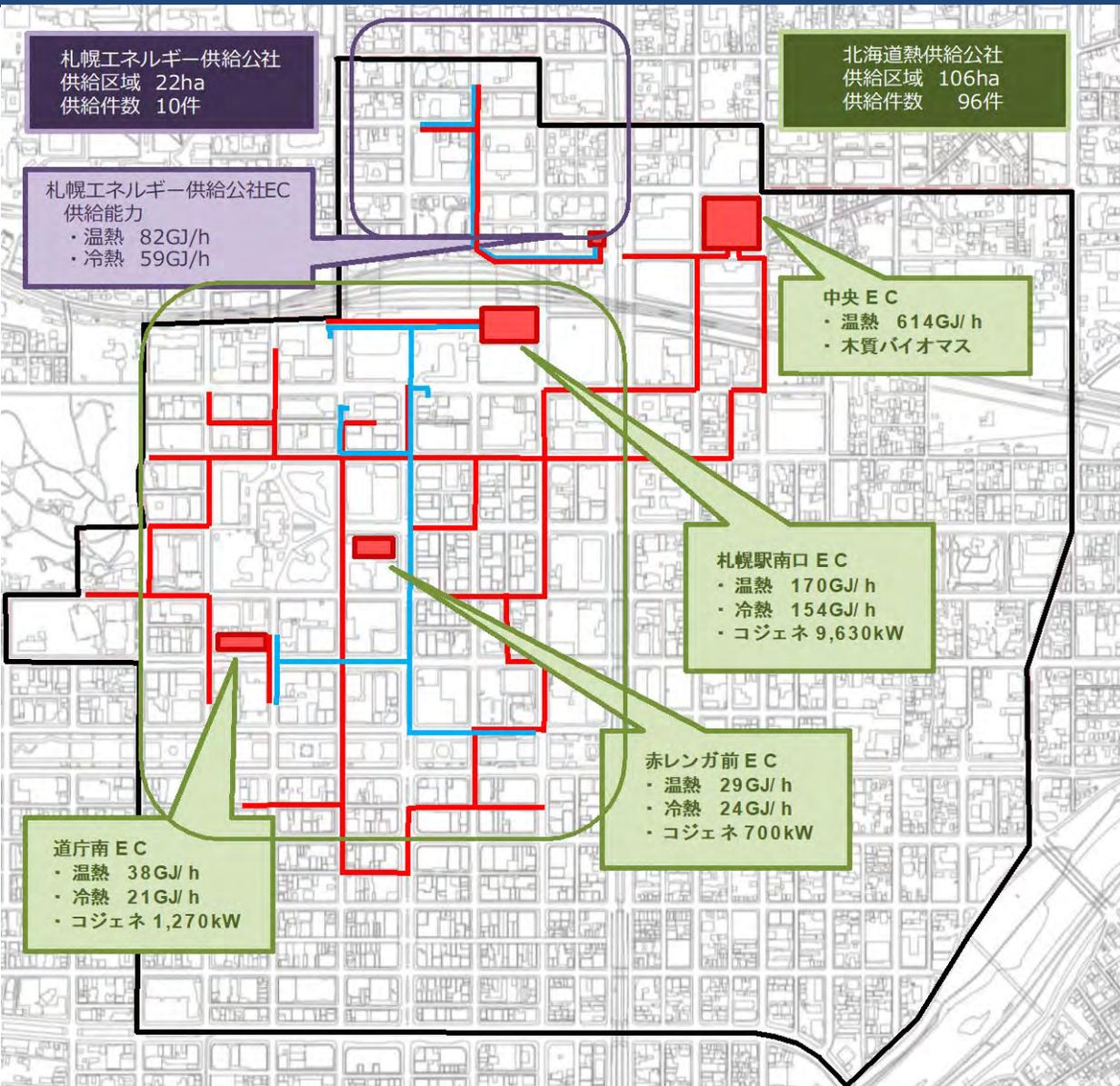
イーストヤード (約119,000m²)
 全体 (約230,000m²)

南北約90m)



日本国内の地域熱供給の事例: 札幌市都心部

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



- 蒸気
- 高温水 (180°C)
- 温水 (80°C)
- 冷水 (6°C)

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



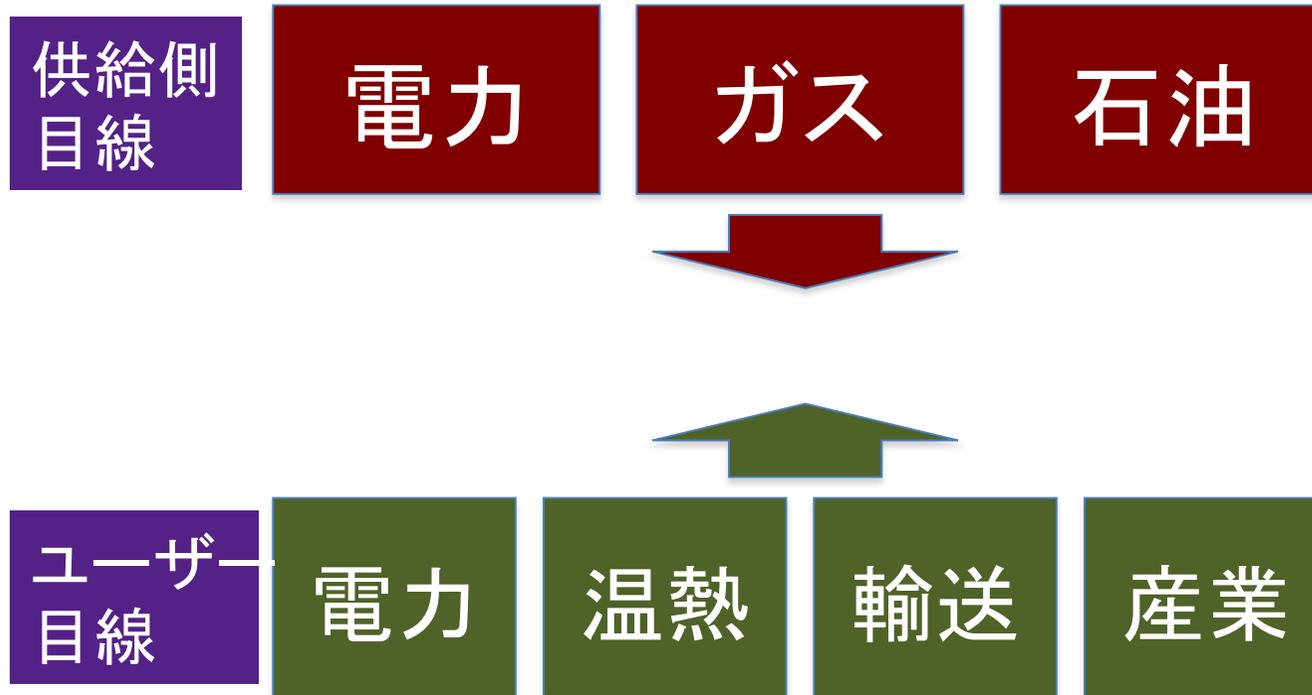
熱導管:
0.2km

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、ヒートポンプやコージェネレーション(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ですが、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。

「人々のための温熱政策」へ

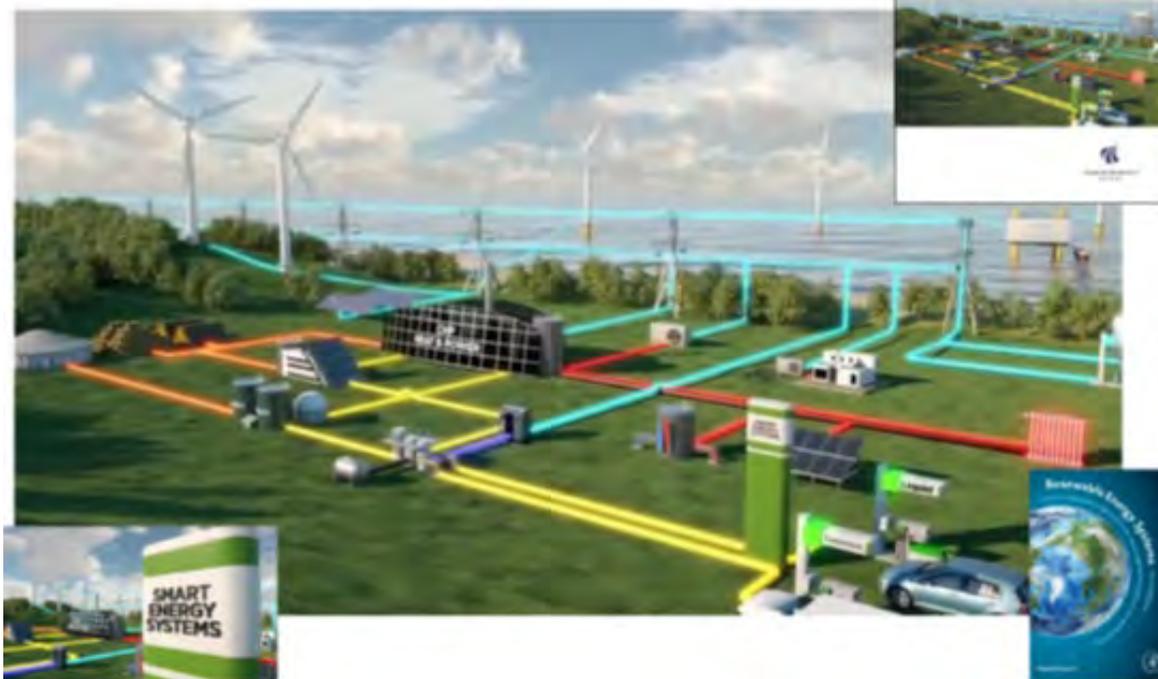
- 「温熱政策」の歴史的な不在
- エネルギー産業による「草刈り場」



6. 自然エネルギー100%への展開

- 4DHとセクターカップリング、スマートエネルギーシステムへ

Smart Energy Systems



デンマーク: 100%自然エネルギーシナリオ(CEESA)

電力・熱・運輸の各セクターの統合(セクターカップリング)が必要

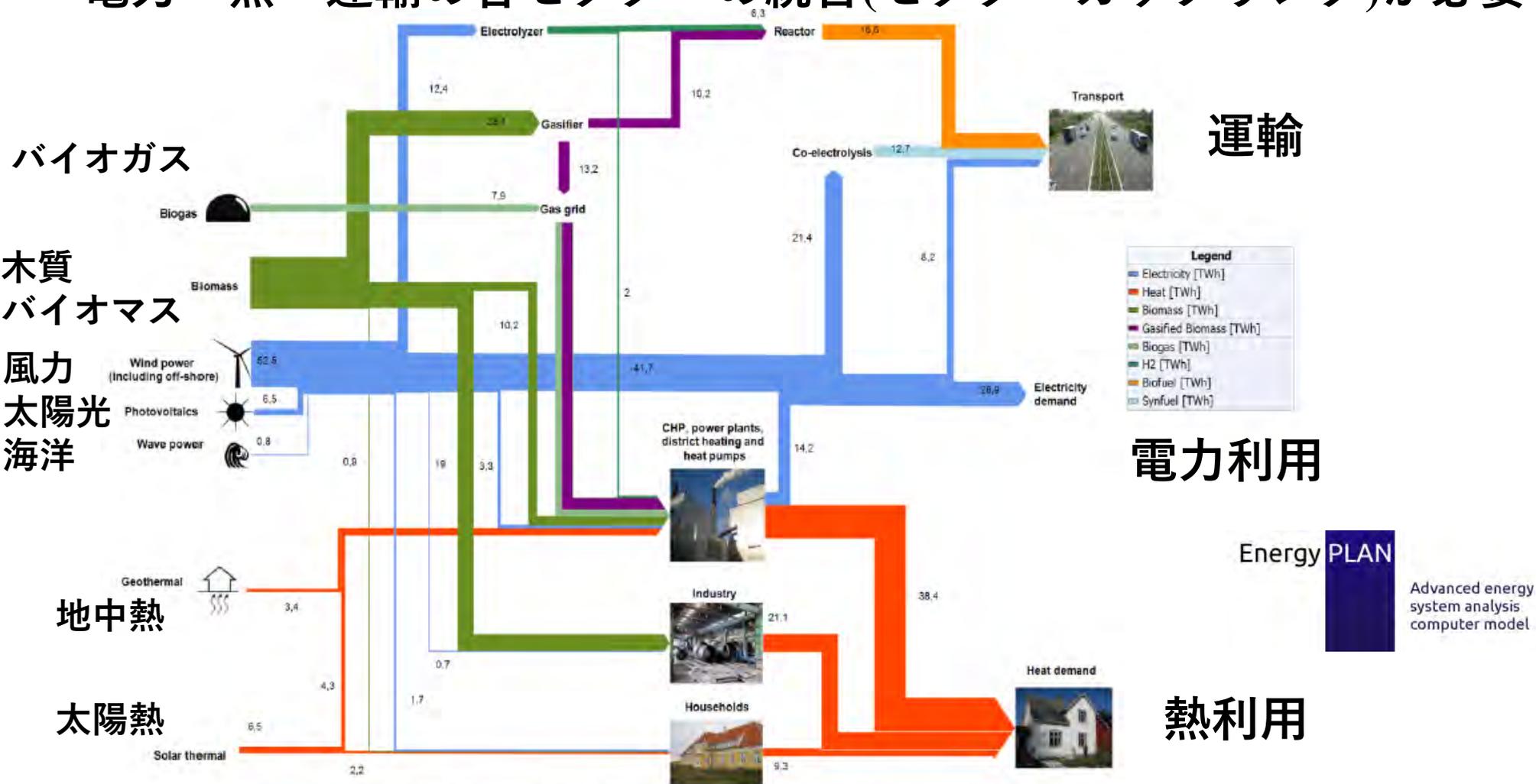


Figure 3.13, Sankey diagram of the CEESA 2050 100 % renewable energy scenario.

7. 参考資料

- 用語集

- 地域熱供給関連(英語、日本語)
- 再生可能エネルギー関連
- スマートエネルギー関連
- エネルギー全般
- 法律・制度関連

- リンクを豊富に盛り込む

- [第4世代地域熱供給とは](#)(ISEP)
- [4DH研究センター](#)(デンマーク・オールボー大学)
- [デンマーク地域熱供給白書\(State of Green\)](#)
- [EU熱ロードマップ：Heat Roadmap Europe\(HRE\)](#)
- [「デンマークから考える地域熱供給」](#)(“Energy Democracy”高橋叶)2017年8月
- [「デンマーク王国にみる柔軟なエネルギー・システムの構築と地域熱供給\(最終回\)」](#)(「熱供給」田中いずみ)2018年11月
- [「欧州の第4世代地域熱供給とバイオマスエネルギー熱利用」](#)(ISEP松原)2019年2月27日(国際バイオマス展)