

第4世代地域熱供給と 自然エネルギーへの転換

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

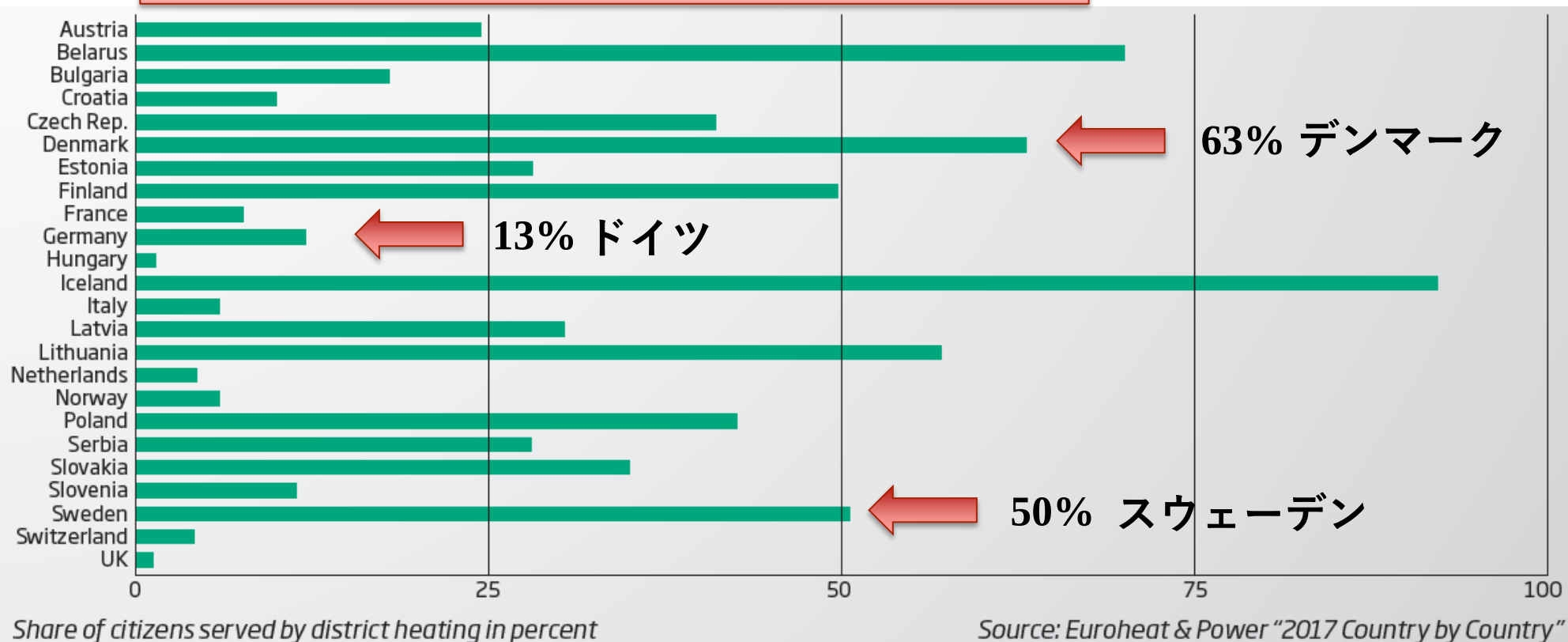
2019年10月28日

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/>

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 km2	377,972 km2	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

デンマークの地域熱供給白書

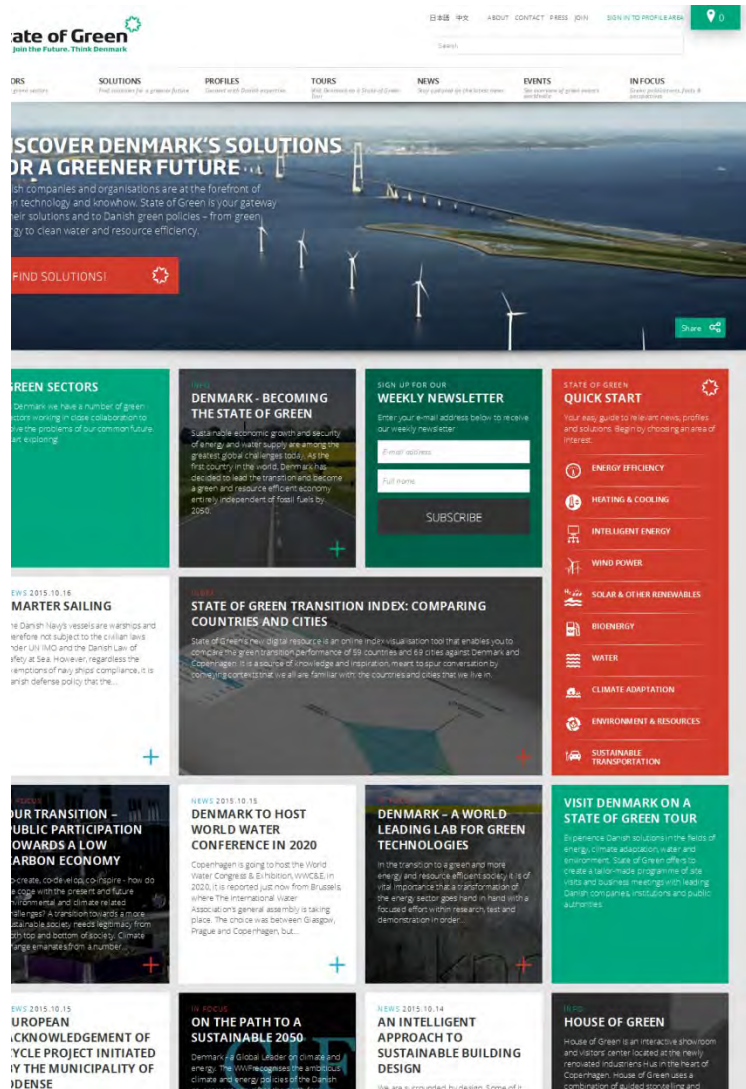
State of Green 「地域熱供給白書」

- 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

<http://stateofgreen.com/jp/profiles/explore-the-green-danish-solutions-within-energy-efficiency/news/new-wp-district-energy>



State of Green とは？



State of Green(ステート・オブ・グリーン)はデンマーク政府とデンマークの4つの主要な産業団体(デンマーク産業連盟、デンマークエネルギー協会、デンマーク農業食糧委員会、デンマーク風力産業協会)との産官パートナーシップによる非営利団体として2008年に設立された。

State of Green ホームページ

<http://www.stateofgreen.com/>

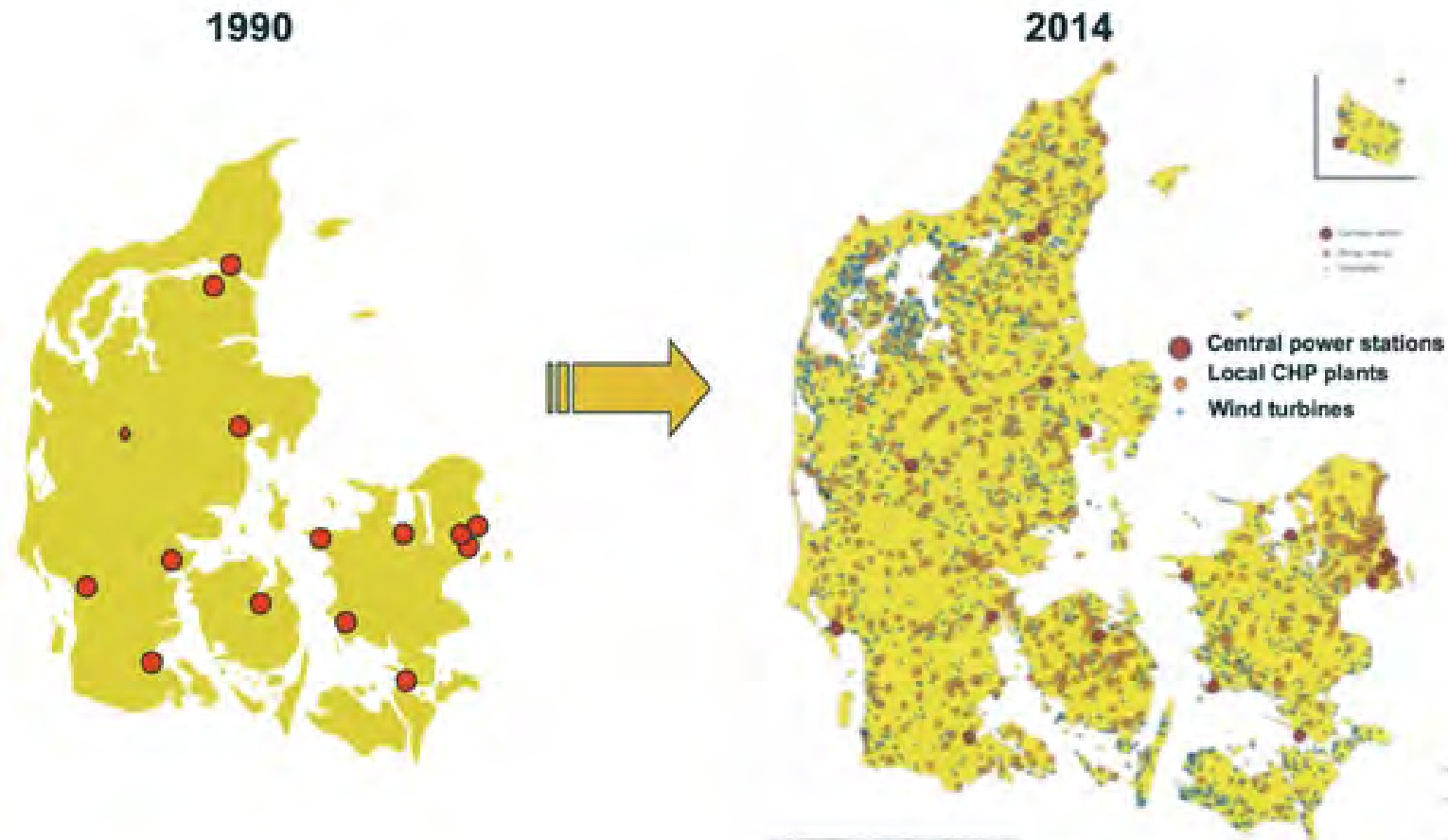
(英語、中国語、日本語)

<http://www.stateofgreen.jp/>

デンマークの環境ソリューションや技術に関する市場促進と共に、2011年には新たなデンマークの環境ブランド「ステート・オブ・グリーン～未来へ、デンマークとともに」を打ち出している。

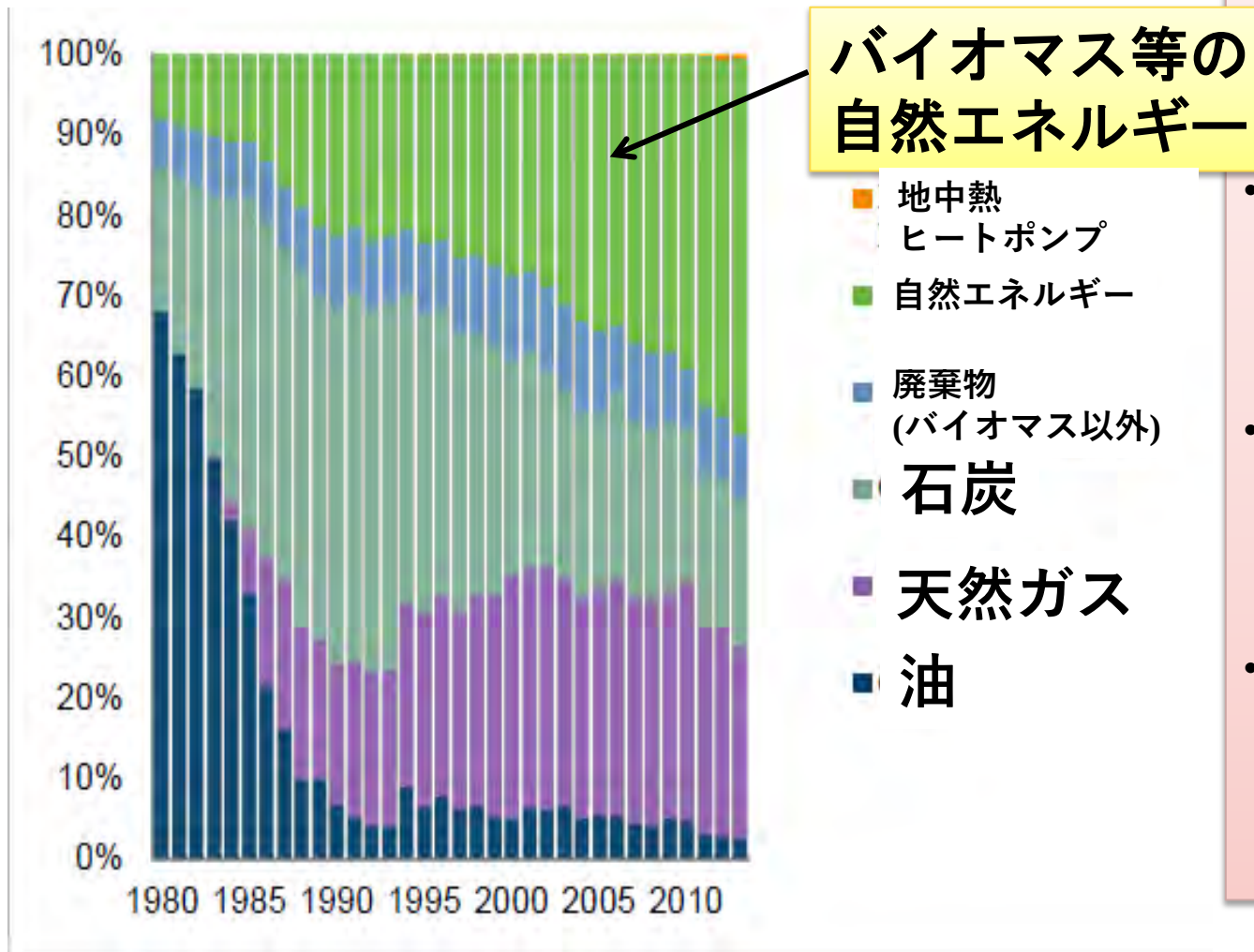
自然エネルギー100%を目指すデンマーク

- 1990年代以降、環境を重視したエネルギー政策へ転換し、デカップリングに成功
- 2035年までには発電と熱利用は自然エネルギー100%に移行し、2050年までに化石燃料を使わない社会を目指す(Energy Strategy 2050, 2011年)。



出所： Energinet.dk

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、電気のためのプラントか、太陽熱プラントであり、太陽熱プラントは増えている。

デンマークの第4世代地域熱供給(4DH) その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)。

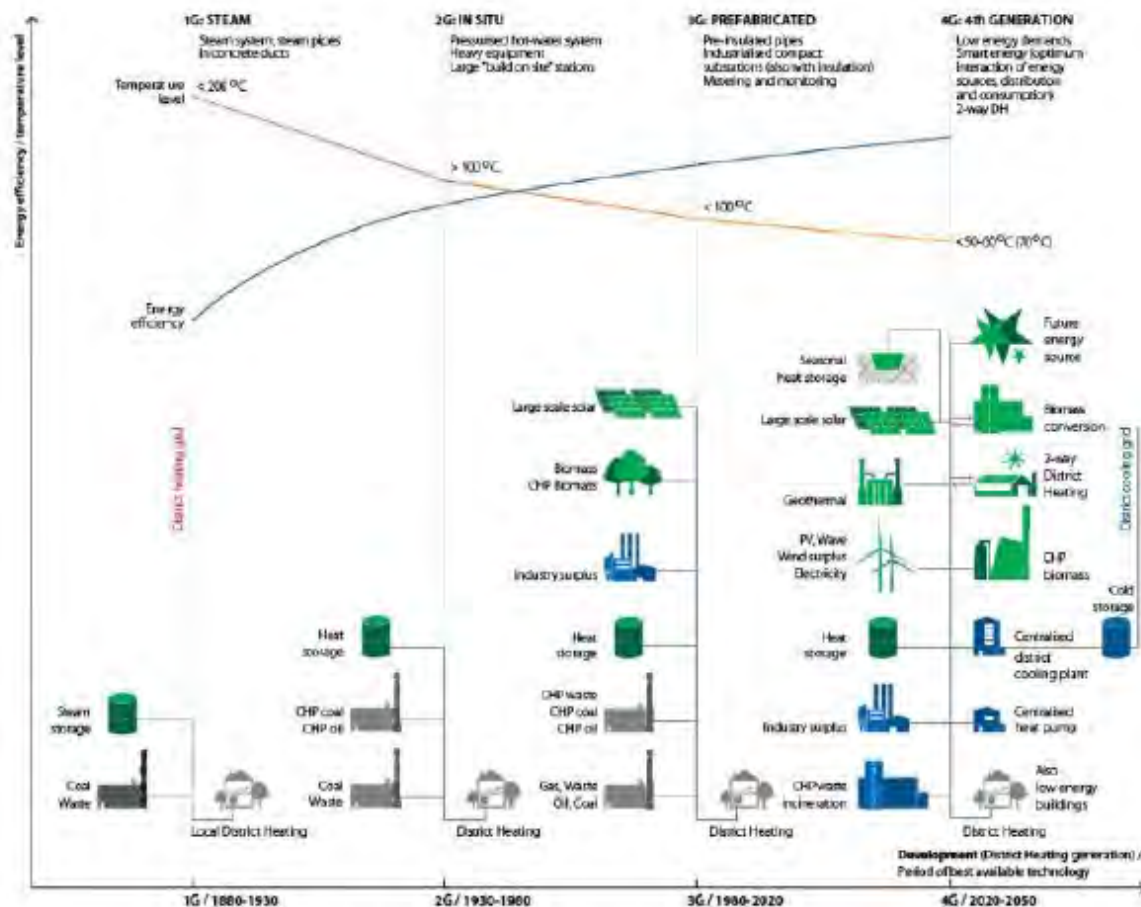


Fig. 2. Illustration of the concept of 4th Generation District Heating in comparison to the previous three generations.

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

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) その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℃	> 100℃	< 100℃	50~60℃(70℃)
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

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)全体概要

主要テーマ

参加者：350名
参加国：32カ国(4大陸)
発表数：180

- Smart Energy System
- 4DH: 第4世代地域熱供給
- 電氣化
- 電氣燃料
- 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・産業分野の電氣化など



5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON
SMART ENERGY SYSTEMS

BOOK OF ABSTRACTS



sEEnergies



reINVEST



Innovation Fund Denmark



Fonden Energi- & Miljødata
www.emdfonden.dk

Copenhagen, 10-11 September 2019

Heat Roadmap Europe 2050プロジェクト

Heat Roadmap Europe 2050

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

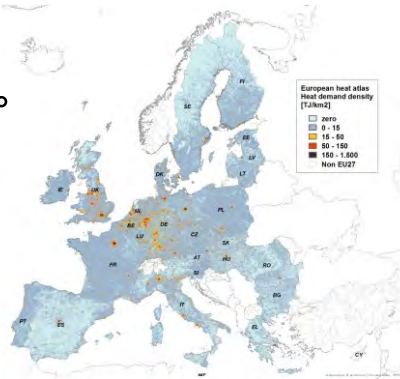


A low-carbon heating and cooling strategy for Europe

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 The JRC-EU-TIMES
分析 model

Advanced energy
system analysis
computer model

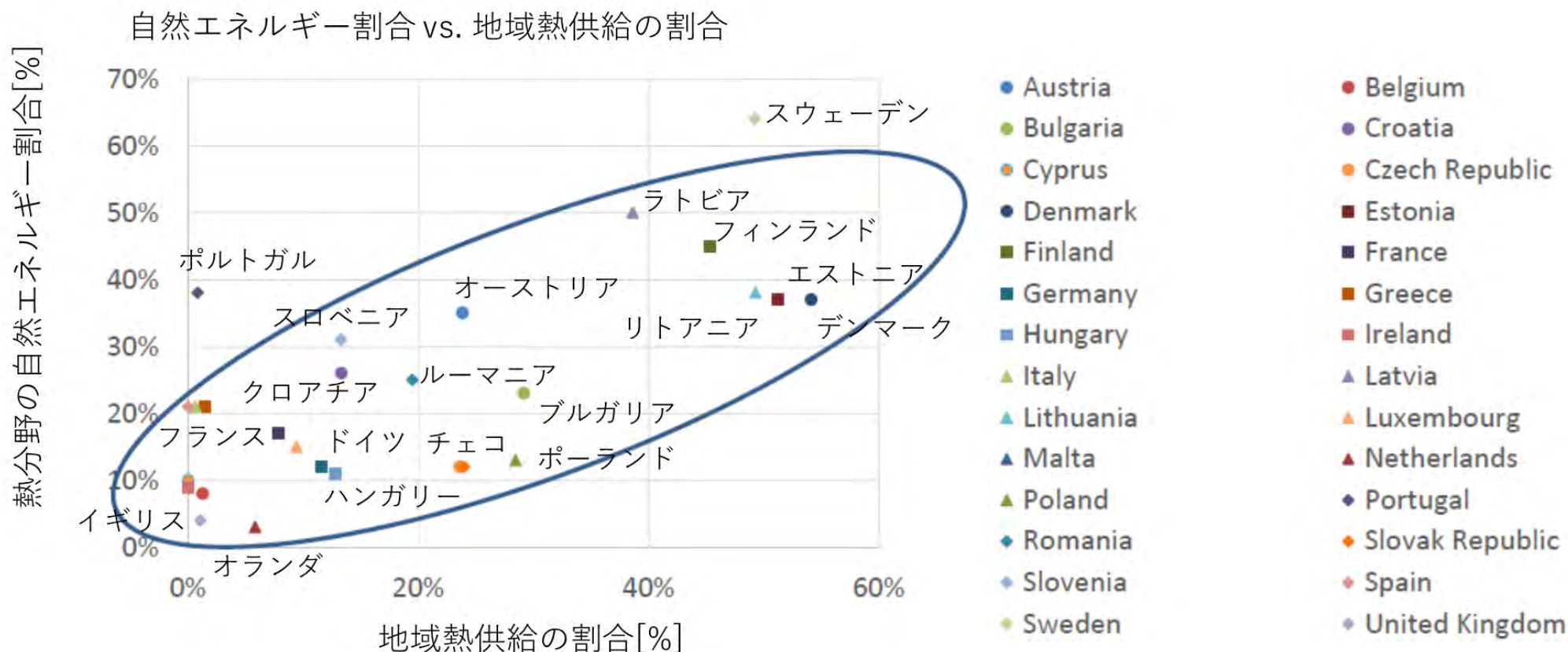
- Build a starting point
- Integrate heat savings
- Comparing network solutions
- Comparing individual heating solutions
- Integrate more excess and renewable heat
- Integrate more renewable electricity in the heating and cooling sectors.
- Optimising and developing Heat Roadmaps



技術モデル分析

Heat Roadmap Europe (3)地域熱供給の導入率

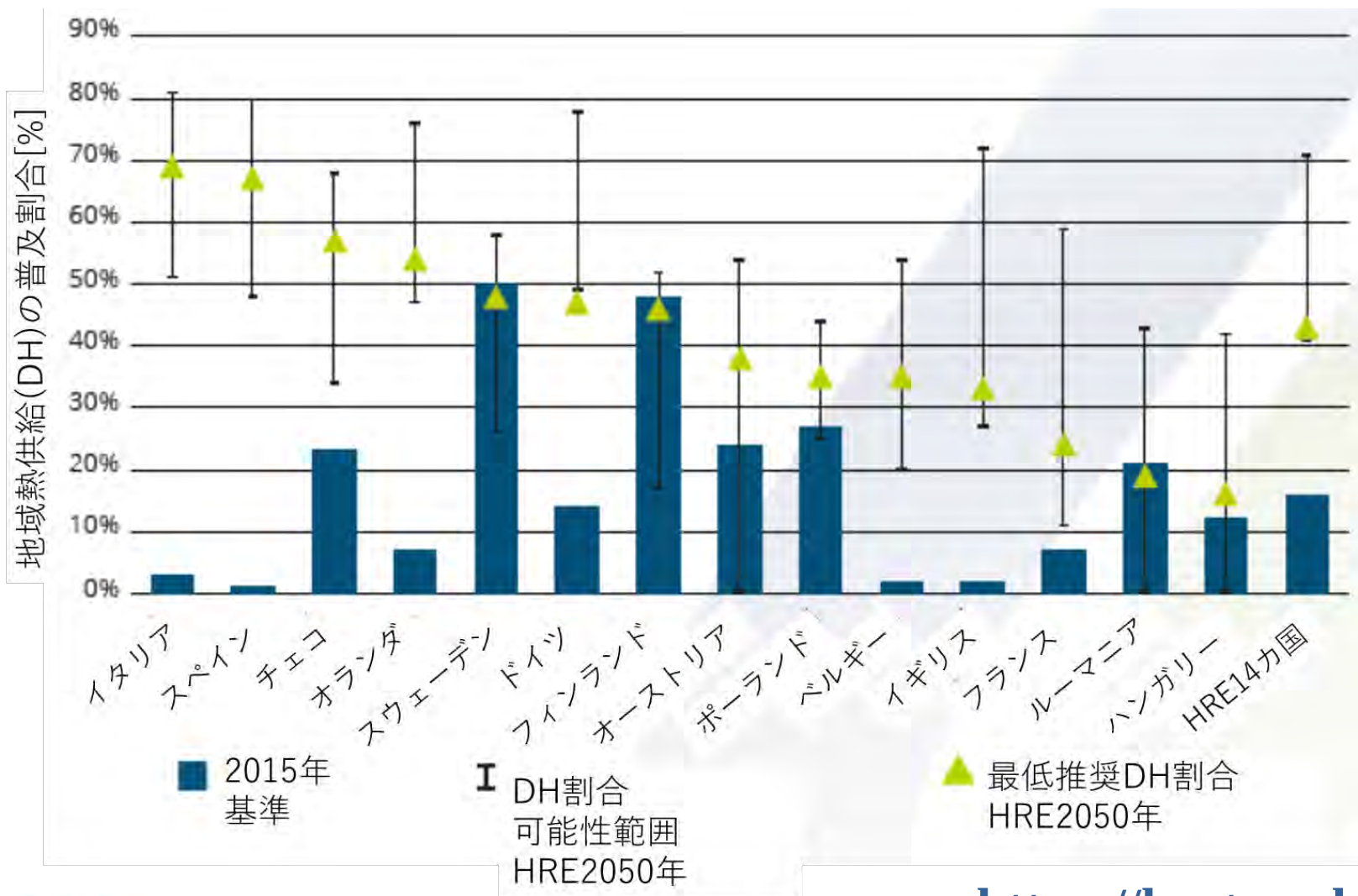
地域熱供給の導入率が高い国ほど自然エネルギー熱の割合が高い



<https://heatroadmap.eu/>

Heat Roadmap Europe(5) EU各国の地域熱供給普及率

現状(2015年)の地域熱供給普及率と推奨される普及率



<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>

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)

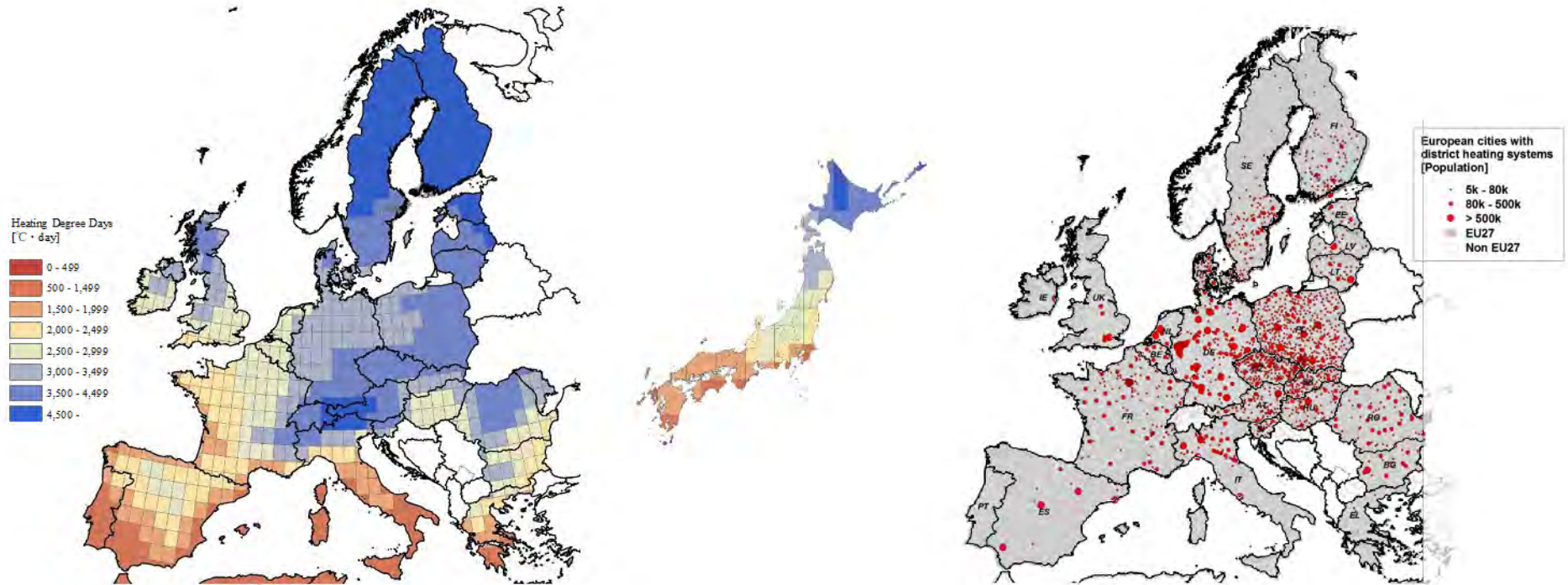
アップデート

- 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



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℃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

デンマークの地域熱供給マップ

Dronninglund村

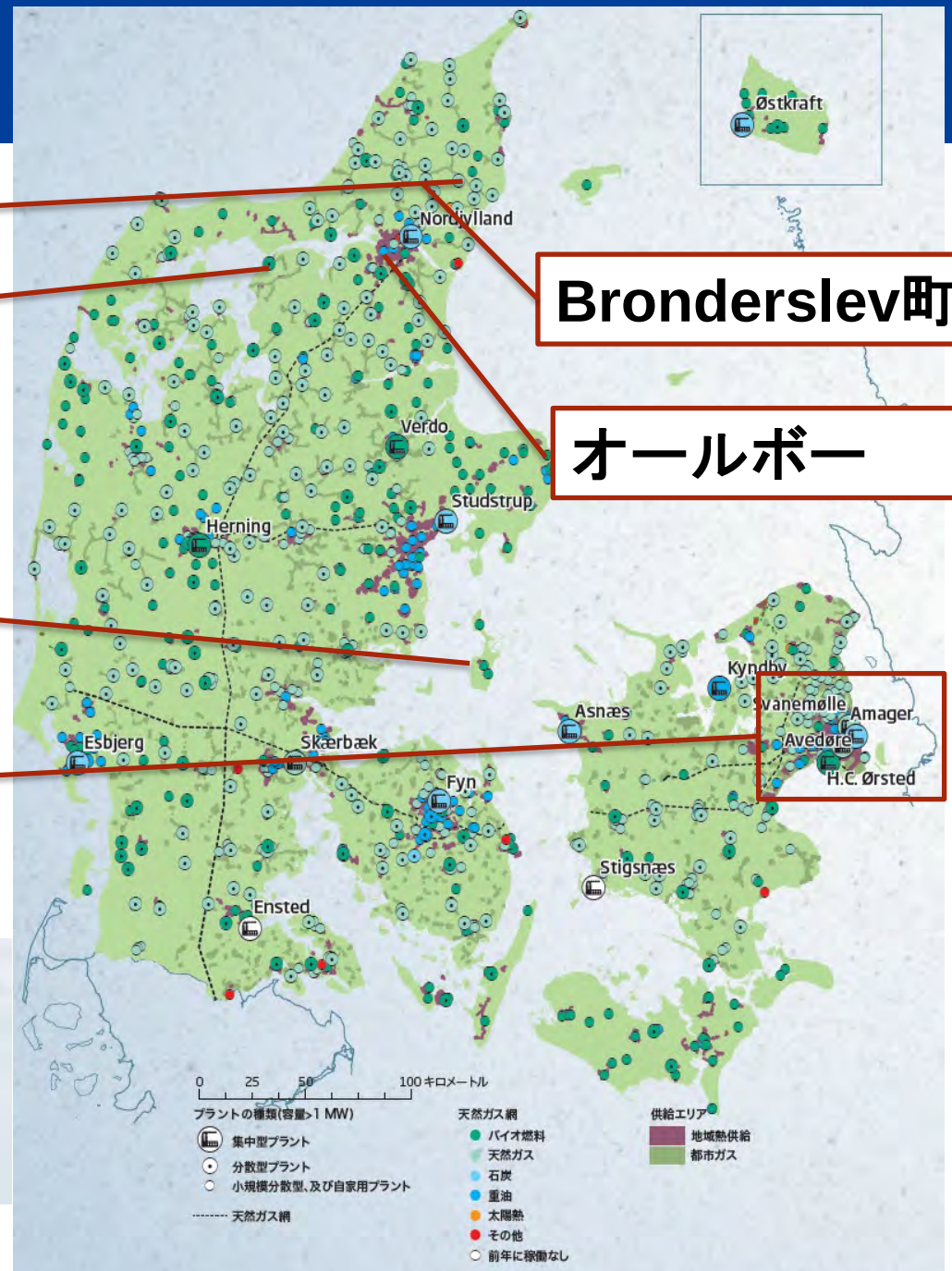
Løgstør町

Nordby/Mårup
(サムソ島)

コペンハーゲン
周辺地域

Brønderslev町

オールボー



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

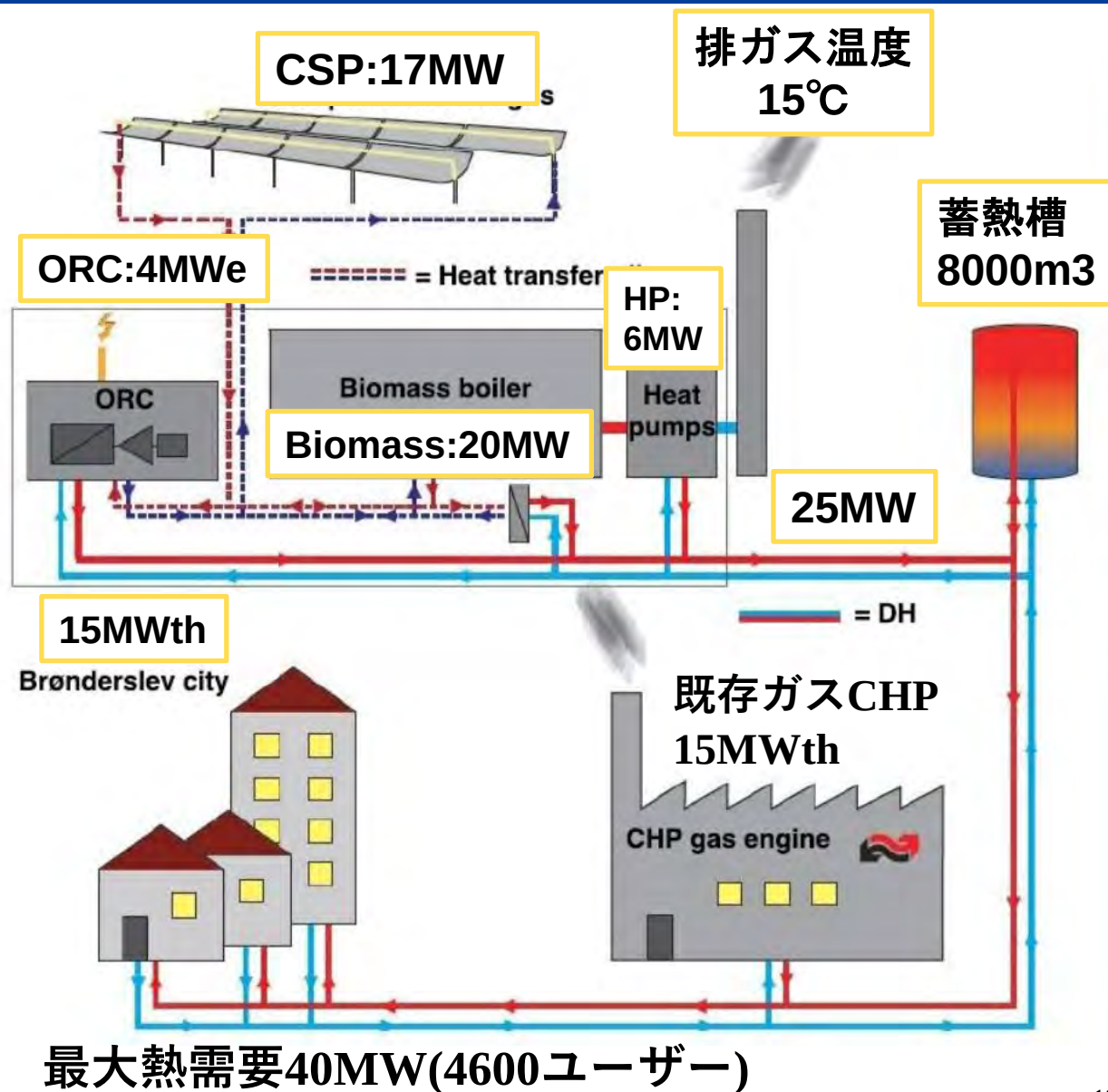
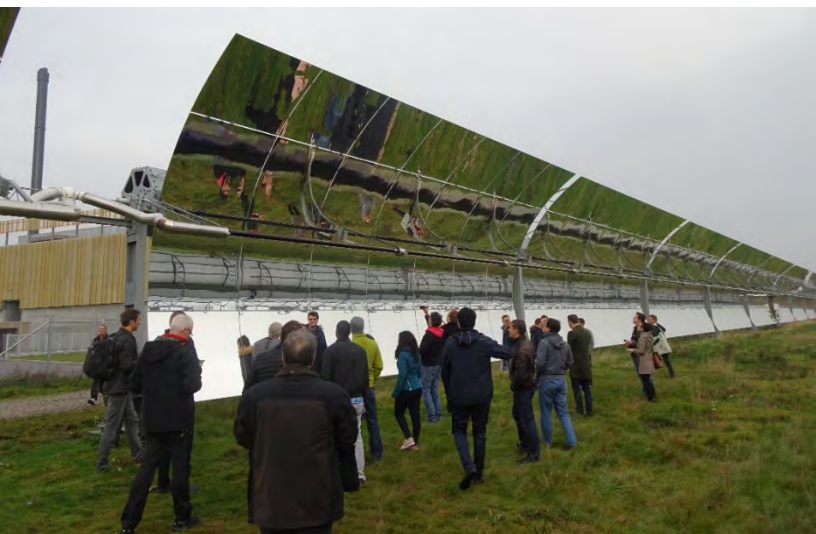


7.廃棄物CHP(60MW)
DHの約25%を供給

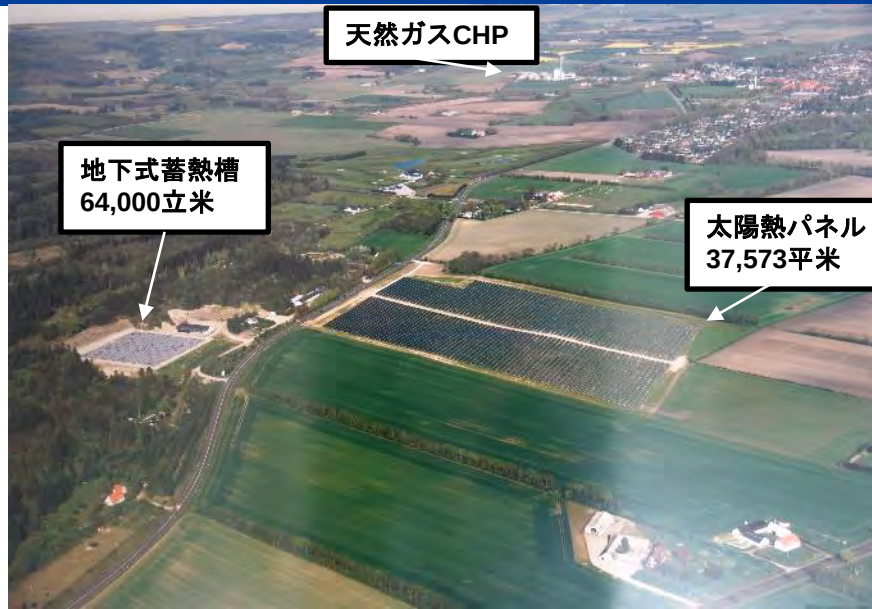
4.人工湖
(冷熱供給源)

8.大学病院
(新規需要先)

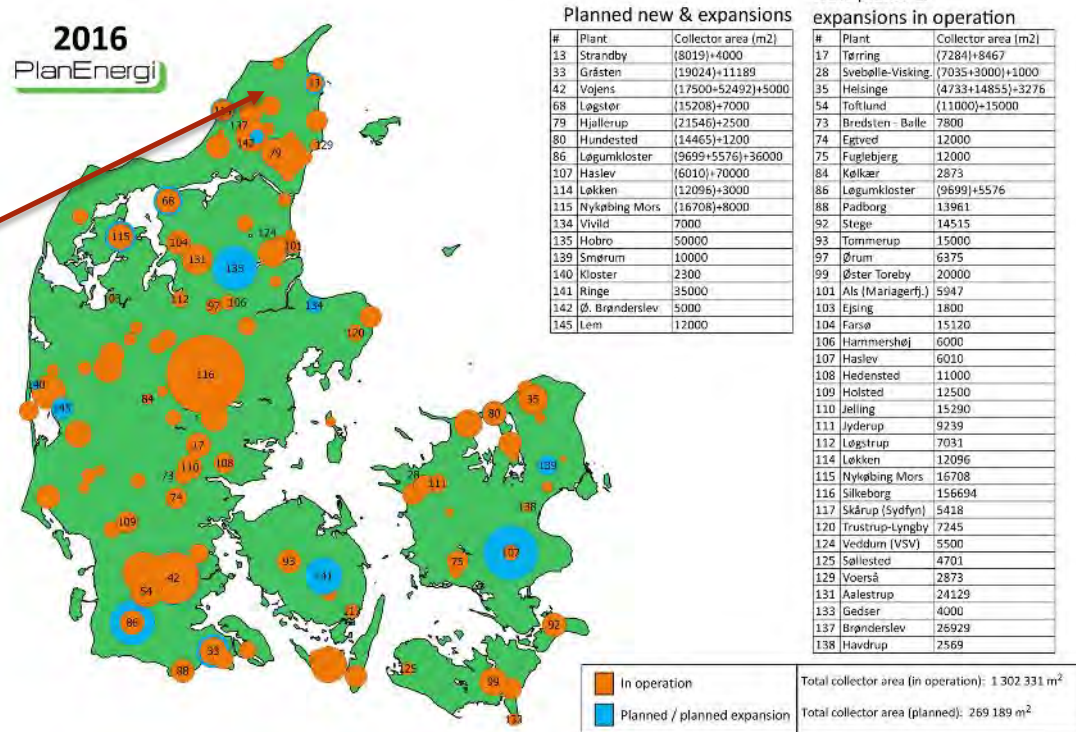
デンマークの事例(2) ORCによるCHPの最新事例 デンマーク北部Brønderslev町でのスマート地域熱供給



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



デンマーク国内で100以上のSDHが稼働



**Dronninglund村(1300世帯)の太陽熱地域熱供給
運転開始: 2014年**

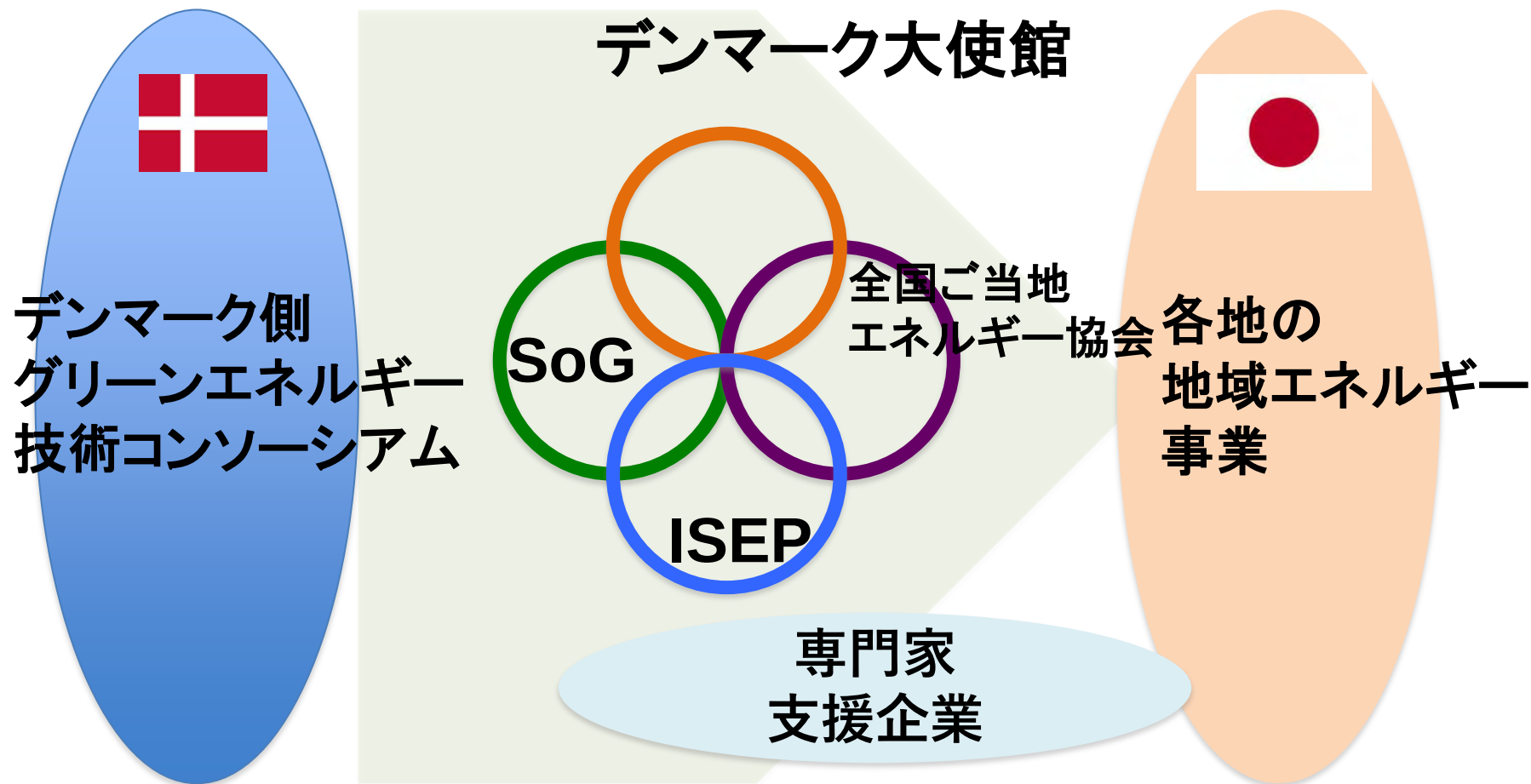
太陽熱パネル: 37,573平米

地下式蓄熱槽: 64,000立米

化石燃料削減率: 40%(目標50%)

デンマーク技術移転プログラム

デンマーク官民共同組織(SoG)によるグリーン技術移転促進プログラム



PlanEnergi社とISEPとの協働



PlanEnergi社は、自然エネルギーの地域エネルギー計画で30年余の歴史を持つ非営利組織で、代表例としてはデンマーク・サムソ島の自然エネルギー100%化の計画から実現まで全てのプロセスを担ってきた

PlanEnergi社とISEPは、双方共に地域エネルギーを支援する志と目的・役割を持つ非営利組織として、2015年7月に包括的な協力協定を締結することで、ISEPのもつ地域エネルギー事業の経験・知見・ネットワークと、PlanEnergi社の経験と技術を組み立てることで、日本への「第4世代地域熱供給」の導入を筆頭に、木質バイオマス・バイオガス・風力発電などデンマークで経験豊富な地域エネルギー事業計画手法を日本に応用してゆく計画・導入・実現化サービスを提供



ISEPと共同でPlan Community Energy社を設立(2019年)

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フォーラム特集ページ: <https://www.isep.or.jp/4dh-forum/>



4DHフォーラム：主な活動内容と目標

- 2018年度の4DHフォーラムの活動として関係者による研究会の開催や関連する国際会議(主に欧州)への出席、企業・自治体・一般向けのシンポジウム等を企画し開催する。
- 今年度からフォーラムを始動し、2019年度にかけて活動を進めて行くため、短期的には二年次に渡る活動期間とする。
- また活動の成果を一定のアウトプットとして一般公開して、多くの関係者が自然エネルギー熱利用の普及のために活動するプラットフォームを構築することを目標とする。

- ・ 2018年10月4日：第1回研究会開催
- ・ 2018年11月13日～14日：4DH国際会議(デンマーク・オールボー)
- ・ 2018年12月6日：第2回研究会開催
- ・ 2019年3月14日：第3回研究会 & 公開シンポジウム開催
- ・ 2019年7月25日：第4回研究会開催
- ・ 2019年9月8日～13日：デンマーク地域熱供給視察ツアー実施
- ・ 2019年9月10～11日：4DH国際会議(デンマーク・コペンハーゲン)参加
- ・ 2019年10月7日：4DHワークショップ(オールボー大オストゴー教授)
- ・ 2019年10月28日：4DHセミナー(札幌)、11月1日：4DHセミナー(東京)
- ・ 2019年11月20日：第5回研究会、2020年1月～2月：第6回研究会
- ・ 2020年3月13日：4DH国際会議（日本）開催予定

特集ページ: <https://www.isep.or.jp/4dh-forum/>

ご清聴ありがとうございました！

第4世代地域熱供給4DHセミナーin東京 2019年11月1日(金)14:00～



第4世代地域熱供給4DHセミナー
2019年11月1日(金)14:00～16:30
主婦会館プラザエフ9F「スズラン」

