

主催：4DHフォーラム、環境エネルギー政策研究所(ISEP)
「第4世代地域熱供給(4DH) シンポジウム」



基調セッション「第4世代地域熱供給(4DH)の最新動向」
自然エネルギー熱政策と4DHフォーラム紹介

2019年3月14日

飯田 哲也



環境エネルギー政策研究所

「第4世代」地域熱供給の「発見」

Henrik Lund et al., “4th Generation District Heating (4GDH) Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems”, Energy 68 (2014) 1-11, Elsevier
<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.089>

Review

4th Generation District Heating (4GDH) Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems

Henrik Lund^{a,*}, Sven Werner^b, Robin Wiltshire^c, Svend Svendsen^d, Jan Eric Thorsen^e,
Frede Hvelplund^a, Brian Vad Mathiesen^f

^a Department of Development and Planning, Aalborg University, Vestre Havnepromenade 9, DK-9000 Aalborg, Denmark

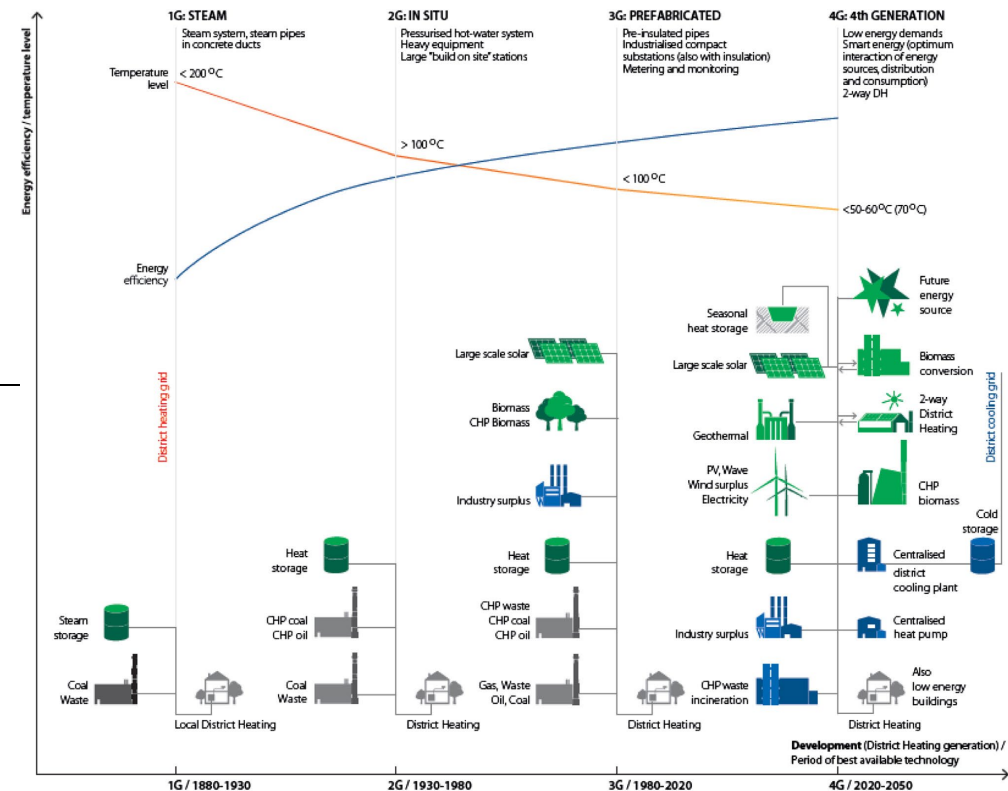
^b School of Business and Engineering, Halmstad University, PO Box 823, SE-30118 Halmstad, Sweden

^c Building Research Establishment (BRE), Bucknalls Lane, WD25 9XX Watford, UK

^d Department of Civil Engineering, Technical University of Denmark, Brovej, Building 118, DK-2800 Kgs. Lyngby, Denmark

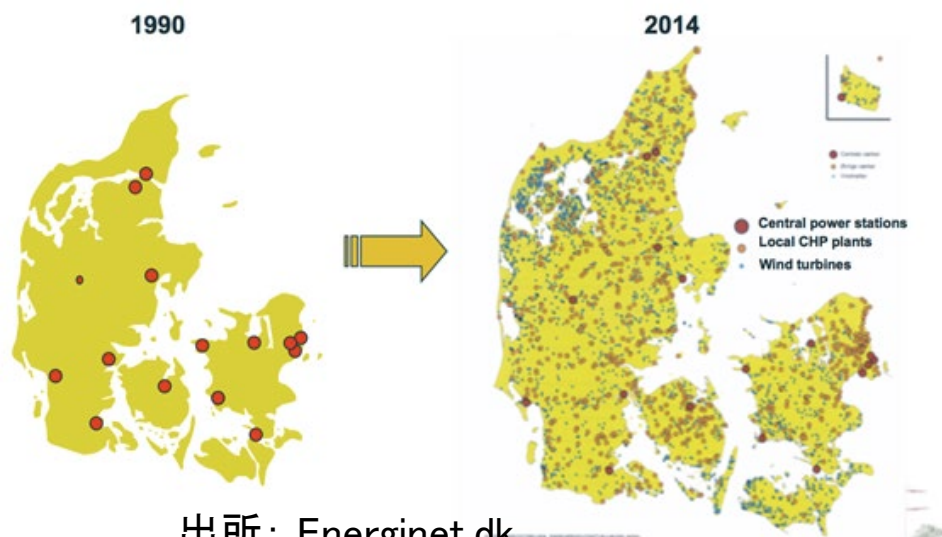
^e Danfoss District Energy, DK-6430 Nordborg, Denmark

^f Department of Development and Planning, Aalborg University, A.C. Meyers Vænge 15, DK-2450 Copenhagen SV, Denmark



デンマークの地域熱供給の歴史

- 1901年：最初の地域熱供給
- 1973年：石油危機と北海天然ガスの発見
- 1979年：熱電併給(CHP)義務化
- 1980年代～風力発電の商業化
(1994年：FIT)
- 1992年：炭素税
- 1999年：電力完全自由化



出所：Energinet.dk



自然エネルギー100%を目指すデンマーク

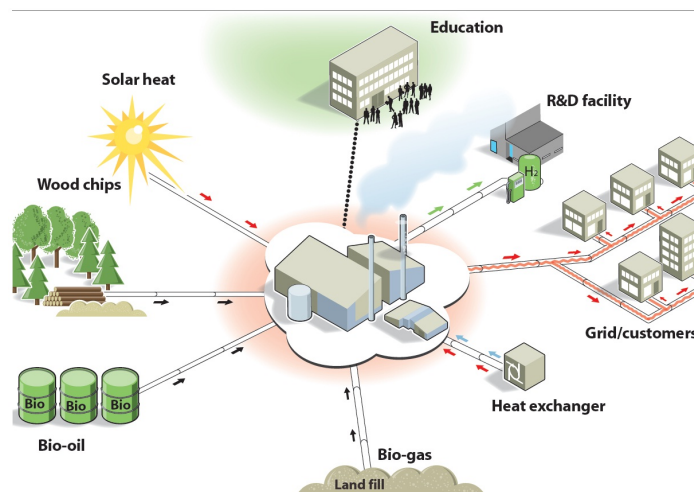
2015

地域熱供給

64%

風力発電

40%



2020

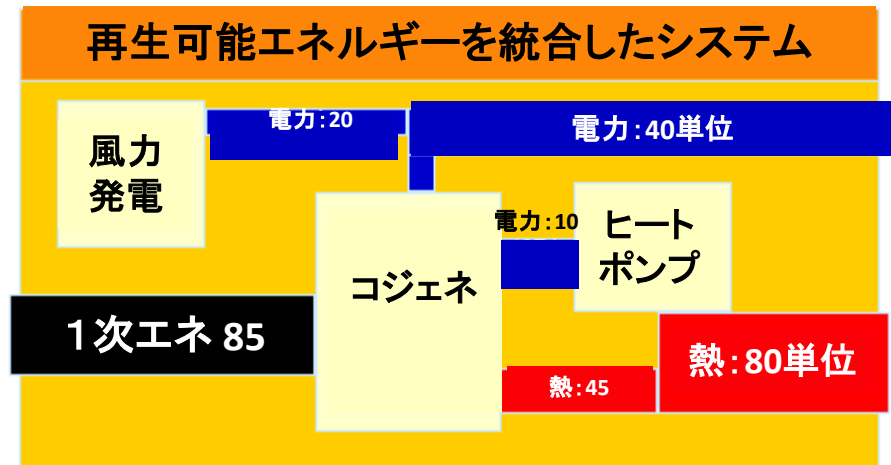
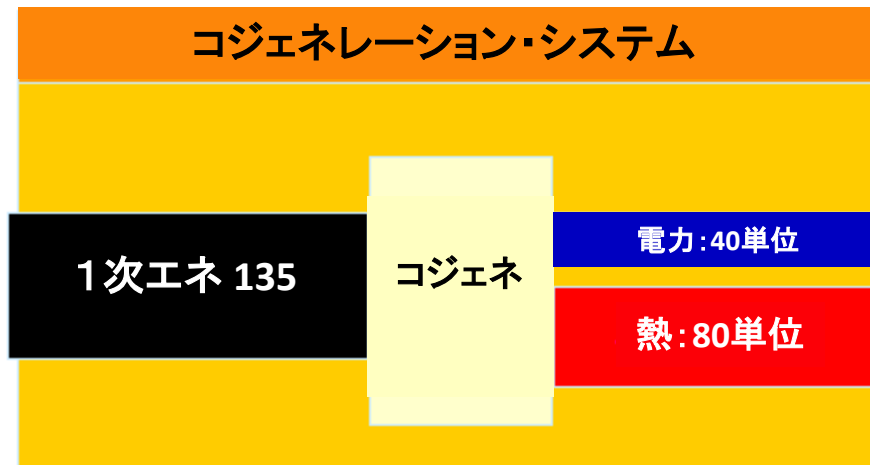
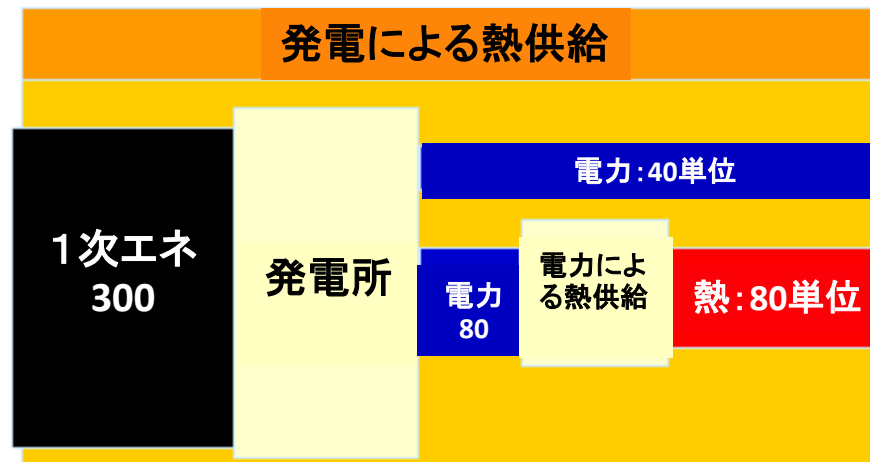
70%

50%



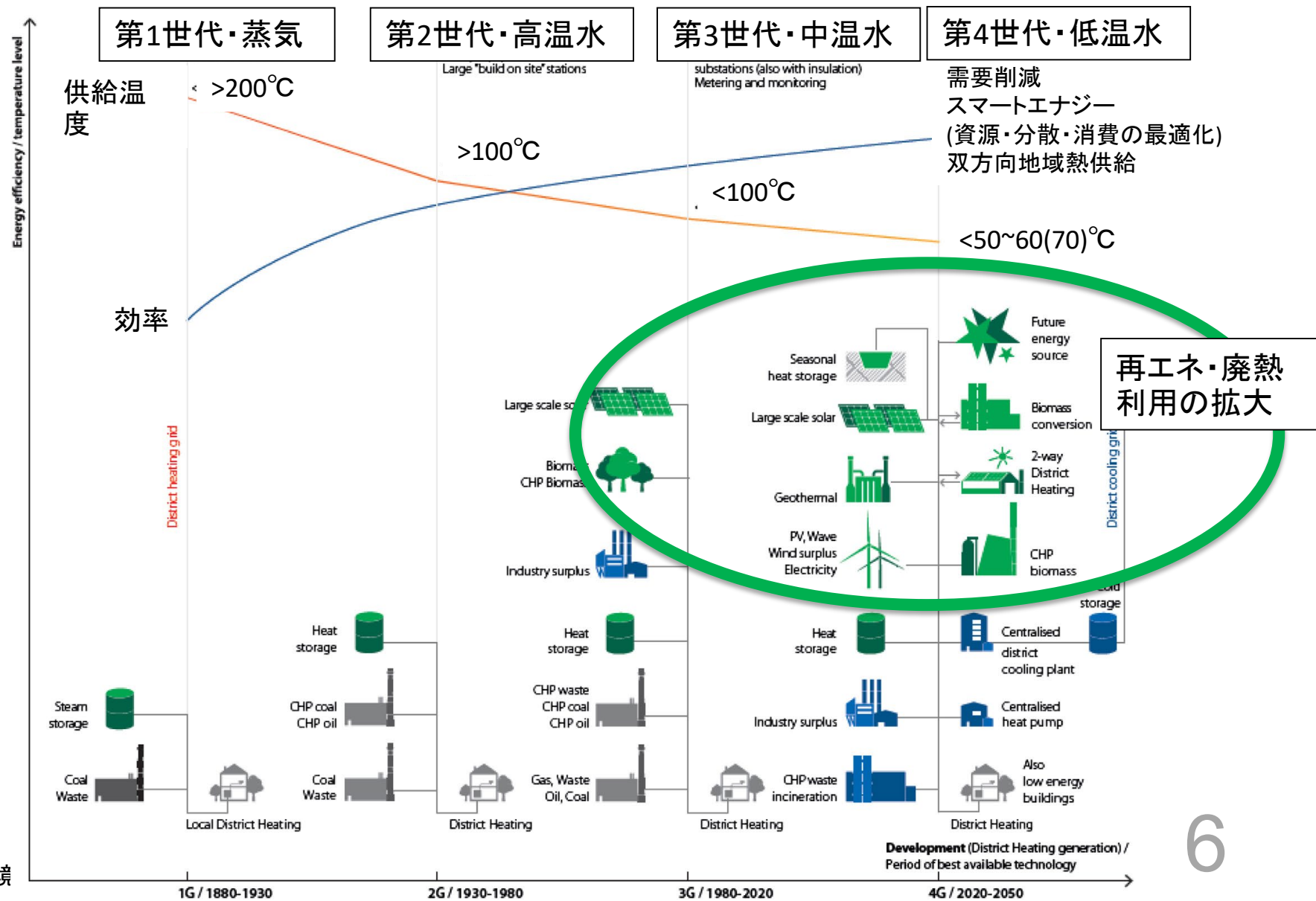
2050年には自然エネルギー100%へ

CPHと地域熱供給で全体のエネルギー効率化



出所: Poul A.Østergaard (Aalborg Univ.)

「第4世代地域熱供給」とは



Henrik Lund
et.al.(2014)

「第4世代地域熱供給」の特徴

1. 熱供給温度の低温下による高効率化

- ✓ 周囲温度差との小さな温度差による熱ロス小
- ✓ 往復温水間の大きな温度差(最低25度以上)の効率化
 - ・さらに、潜熱回収による更なる高効率化の可能性

2. 熱源の多様化(自然エネルギー・廃熱等)

- ✓ 低温下による利用廃熱・再エネ資源の拡大
- ✓ 太陽熱の活用

3. 熱・電双方向の「スマート化」

- ✓ 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

地域熱供給の供給温度(標準的な水準)

国名	供給温度	戻り温度	温度差	温水
デンマーク	70	40	30	<60
フィンランド	70	40	30	55
韓国	70	50	20	55
ルーマニア	95	75	20	
ロシア	95	75	20	50
英国	82	70	12	65
ポーランド	82	71	11	55
ドイツ	80	60	20	55
日本	160 以上 一部に85	100 75	60 10	60

出所：PlanEnergiの資料を基に飯田加筆

地域熱供給の供給温度(日本の事例)

冷温水配管の計画

p.140

$$Q_W = \frac{q}{c_p \rho (t_{wi} - t_{wo})} = \frac{q}{c_p \rho \Delta t_w}$$

冷温水配管の場合,

往き冷水温度: 5~7°C

還り冷水温度: 10~12°C

往き温水温度: 45~48°C

還り温水温度: 40~43°C

設計往還り温度差 Δt_w は,
5~8[K]

その他,

温水暖房: 往き85°C / 還り75°Cの温度差10K

床暖房: 往き45~50°C, 地域暖房: 往き160°C以上の温度差60K以上

出所: 佐賀大学都市工学 小嶋研究室資料より

<http://toshi1.civil.saga-u.ac.jp/kojimas/archele/archele12.pdf>

潜熱回収ボイラーとは

- ・ 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

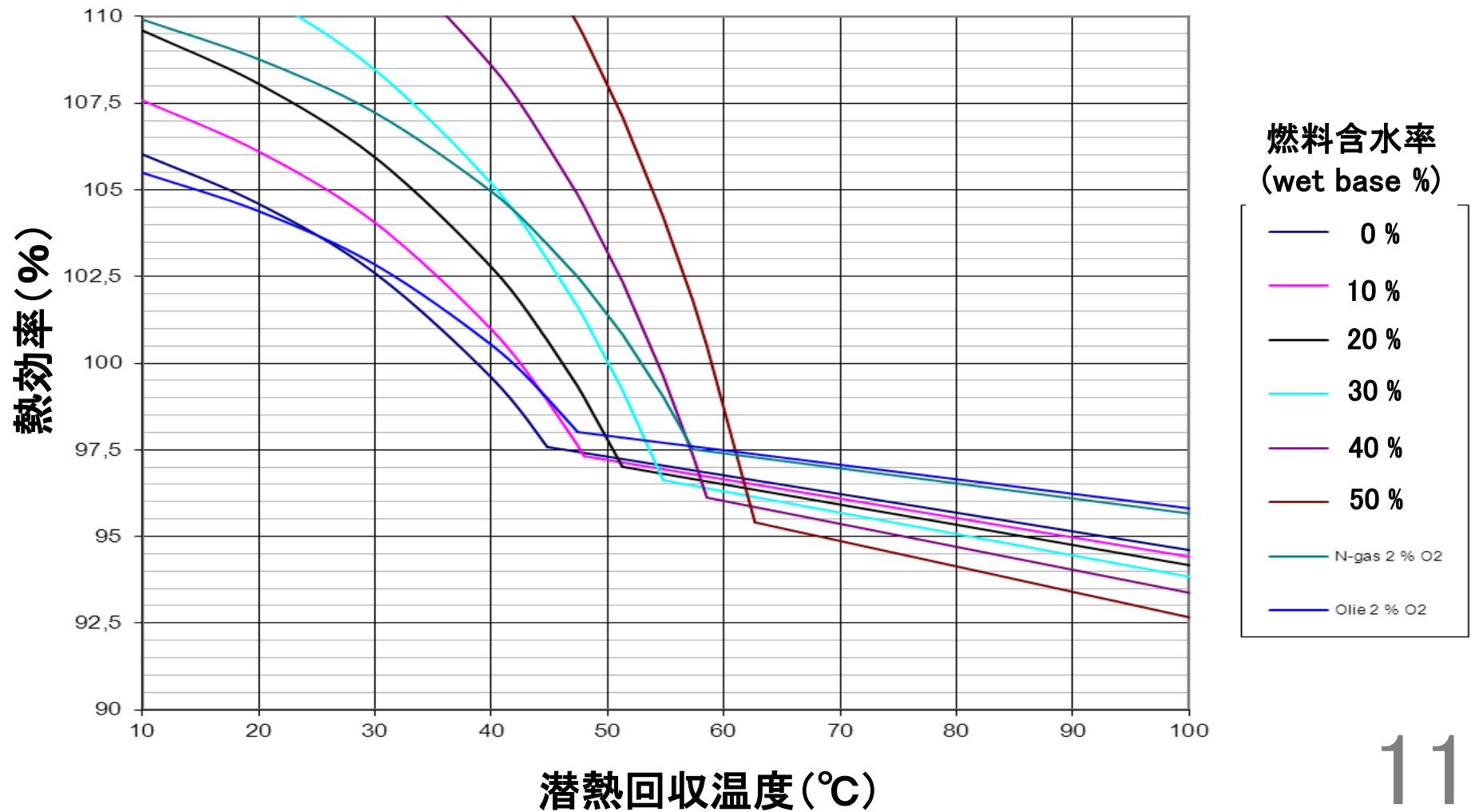
EFFICIENCY OF A BIOMASS BOILER-HOUSE USED WITH A FLUE GAS CONDENSER



■ 潜熱回収により得られる熱

木質バイオマス・エネルギー潜熱回収とは

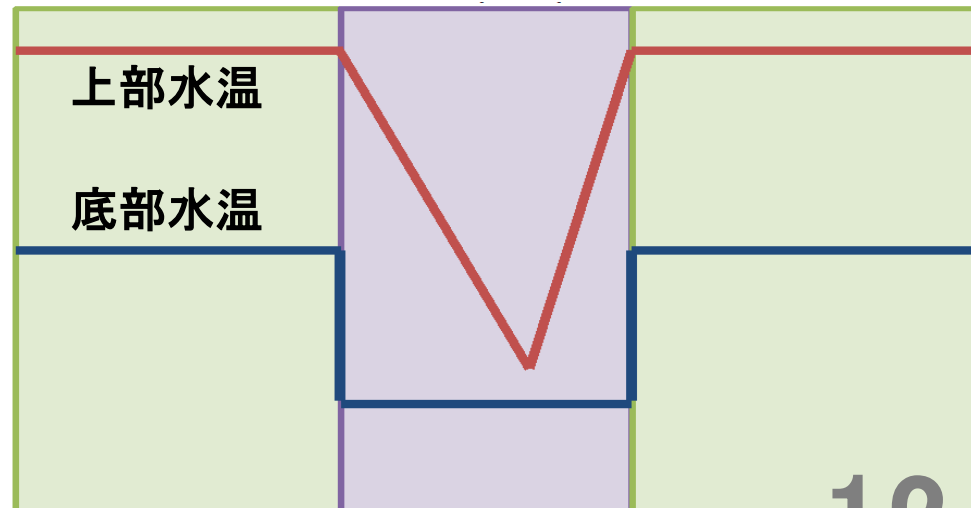
木質燃料含水率・潜熱回収温度(°C)・熱効率との相関関係



メガ太陽熱を季節間貯蔵して地域熱供給

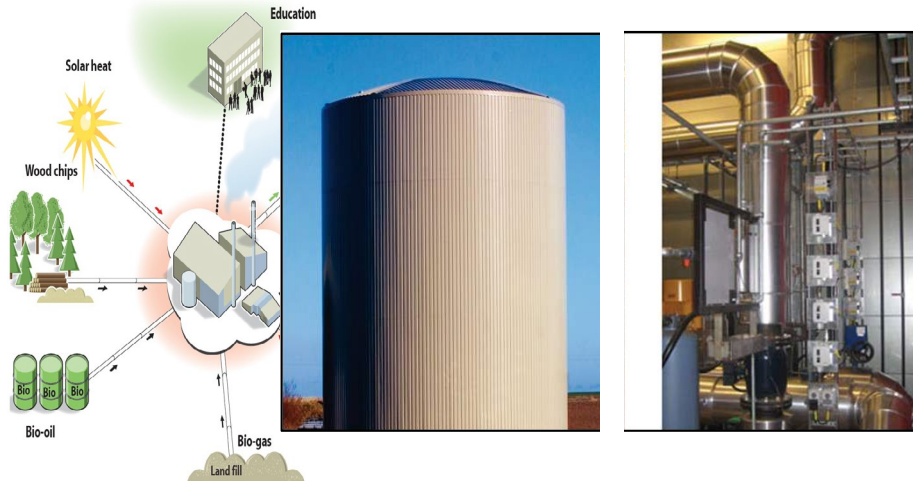


直接利用 ヒートポンプ利用 直接利用

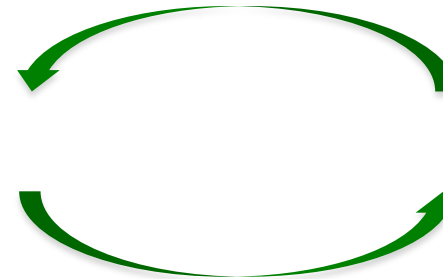


電力と温熱との相互スマート化

地域熱供給＋CHP＋HP＋貯湯タンク

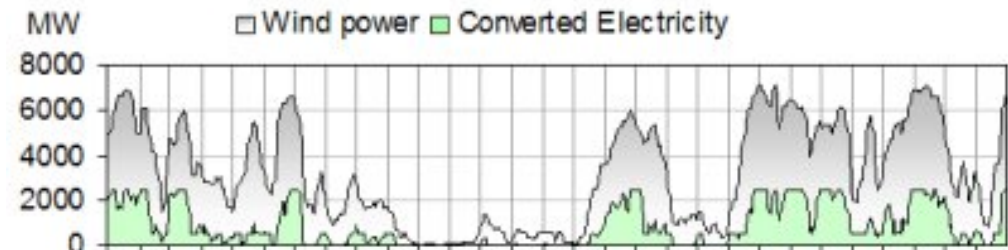


風力発電

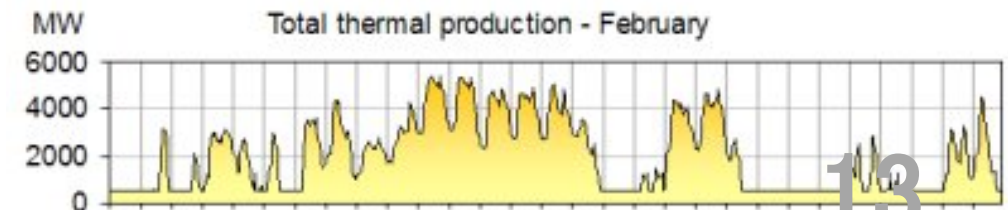


1. 風力の変動を補完するコジェネ
2. 温熱の変動は貯湯
3. 余剰風力を温熱化して貯湯
4. 余剰風力で風力ガス(メタン化)

Wind power and electricity converted to heat - February



Total thermal production - February



「EU温熱戦略」と「EU温熱ロードマップ」

■ EU温熱戦略 (2016年2月16日決定 COM(2016) 51 final)

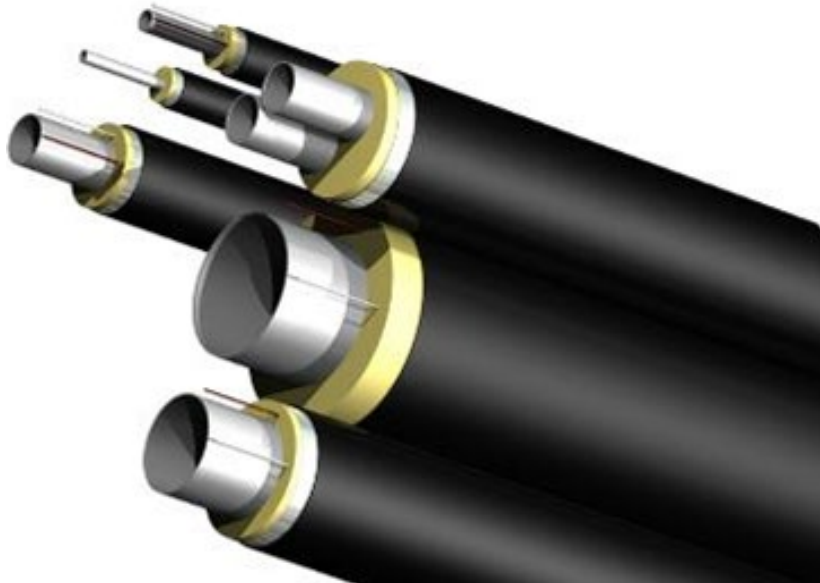
EUの2050年に80%削減の目標に沿った温(冷)熱分野での低炭素化の戦略

■ 背景のEU温熱ロードマップ第4次報告(2012年からの研究成果)

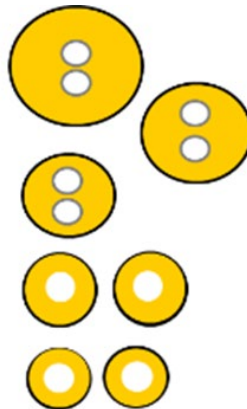
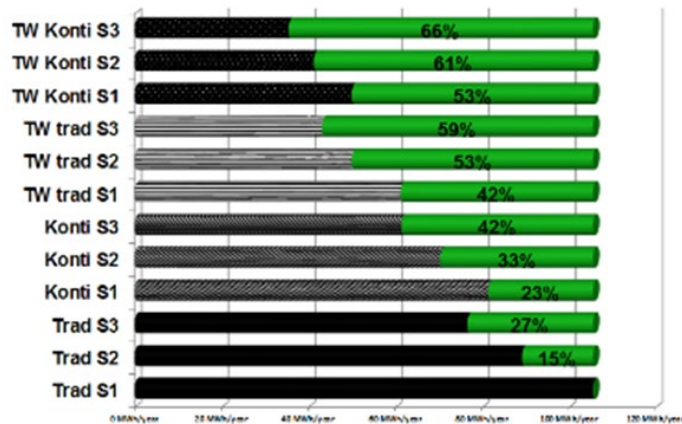
1. 省温熱 ※コスト効率的に30～50%の削減が可能
2. 地域熱供給 ※廃棄熱利用でシステム効率化、2050年に10～50%増
3. 分散小型のヒートポンプ ※安い再エネ(風力・太陽光)を熱転換できる
4. 集中大型のヒートポンプ ※再エネを第4世代地域熱供給に統合できる
5. 温熱貯蔵のエネルギーシステム ※蓄電池よりも100分の1のコスト

デンマークの地域熱供給を支える技術

地域熱供給の熱導管(LOGSTOR社)



ツイン
熱導管



熱の計量メーター(Kamstrup社)

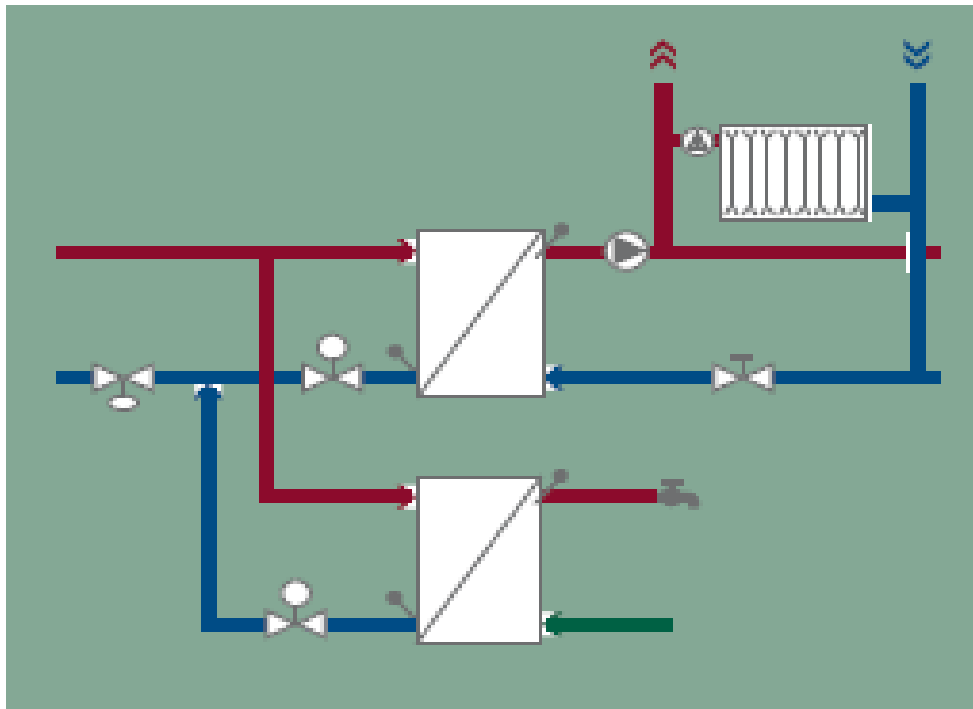


超音波方式

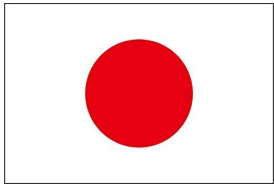
日本の事例



建物内への温熱導入(給湯・暖房)



日本の課題

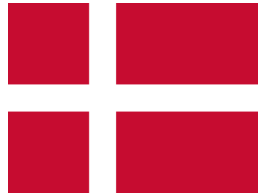
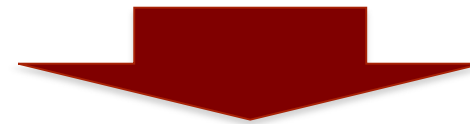


供給者目線
エネ産業別
エネ原則と経済原則乏しい
持続可能性の合意不在

電力

ガス

石油



ユーザー目線
エネ原則と経済原則
持続可能性の合意

電力

温熱

交通

産業



日本の課題

戦後

1970s

1980s

1990s

2000s

2010s

エネルギー福祉

国産・地域エネルギー／効率化

気候変動

電力市場改革

VRE・スマート化

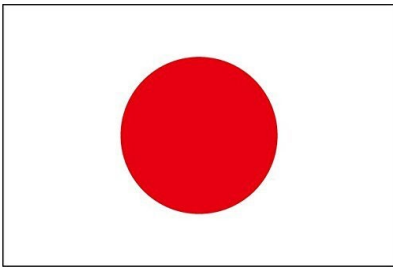
エネルギー福祉？

国産・地域エネルギー／効率化

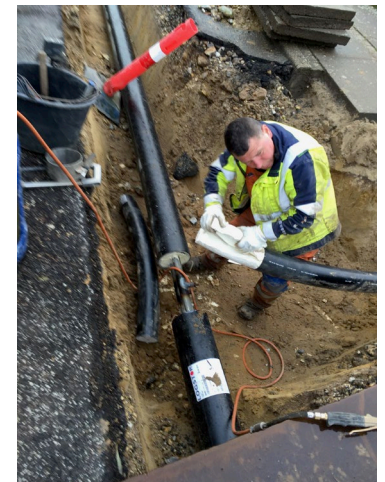
気候変動？

電力市場改革？

VRE・スマート化？



4DHフォーラムについて



4DHフォーラムについて

以下を目的に、2018年秋に発足

- 日本における温熱分野における持続可能な地域循環経済圏づくりをめざして
- 4DHに関する産官学民の学術的・技術的・実務的・事業的・政策的な研究・共有・交流の場として
- デンマークなど4DHに関する国際ネットワークとしての学術的・技術的・実務的・事業的・政策的な交流
- 4DH国際会議への参加・報告と日本での4DH国際会議の企画・運営・開催

など