

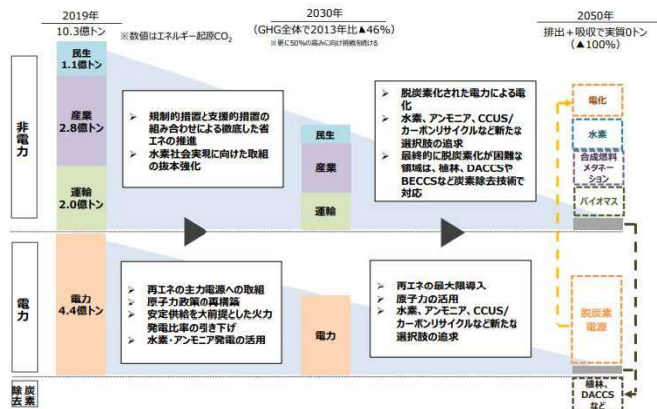
日本学術会議公開シンポジウム
「将来のエネルギー科学技術に向けた パワーレーザーと 高エネルギー密度科学の役割と展望」
2022年2月3日

カーボンニュートラル実現に向けた 熱エネルギー利用の現状と展望

藤岡恵子
ファンクショナル・フルイッド

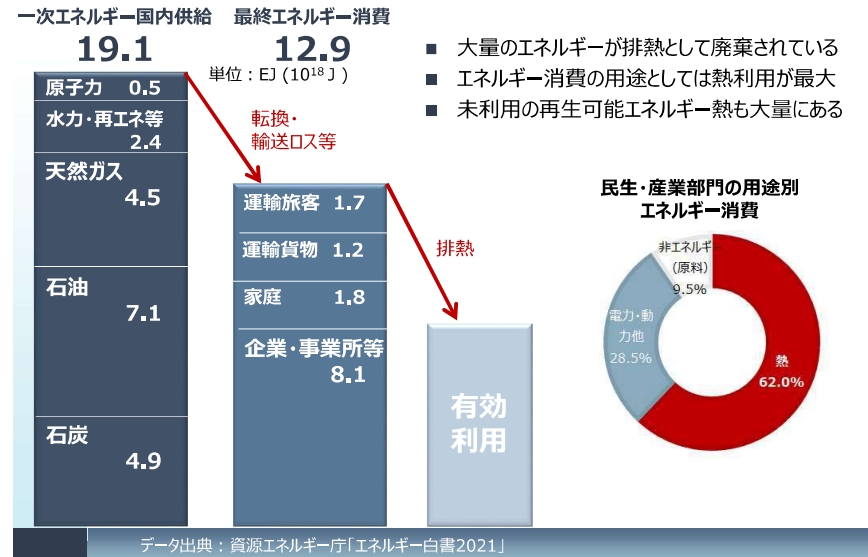
カーボンニュートラルへの道筋

- ・電力：非化石電源（再エネ、原子力）
- ・非電力：熱利用など（電化、水素、メタネーション、バイオマス）
- ・炭素除去：最終的なCO2排出分をオフセット（植林、DACCS）



出典：経産省他、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」2021年6月18日

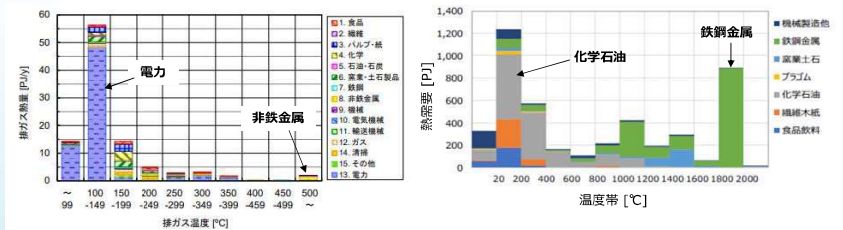
日本のエネルギーバランスフロー



産業部門の業種別・温度別の排熱と熱需要

排ガス熱量の合計は743PJ/y
そのうち76%にあたる565PJ/yは200℃未満の排熱

熱需要は低温域から高温域まで多岐にわたる
低温域：食品飲料、繊維木紙
高温域：鉄鋼業、窯業土石



民生・家庭・業務部門のエネルギー需要の40%以上は100℃以下の熱（約2EJ）

カーボンニュートラルへの熱利用の寄与

2030年度におけるエネルギー需給の見通しのポイント①

- 今回の見直しは、2030年度の新たな削減目標を踏まえ、徹底した省エネルギーや非化石エネルギーの拡大を促進する上で、需給両面における様々な課題の克服を野心的に想定した場合に、どのようなエネルギー需給の見直しとなるかを示すもの。
- 今回の野心的な見直しに向けた施策の実施に当たっては、安定供給に支障が出ることのないよう、**施策の強度、実施のタイミングなどは十分考慮する必要**。(例えば、非化石電源が十分に導入される前の段階で、直5に化石電源の削減率を調じることになれば、電力の安定供給に支障が生じかねない。)

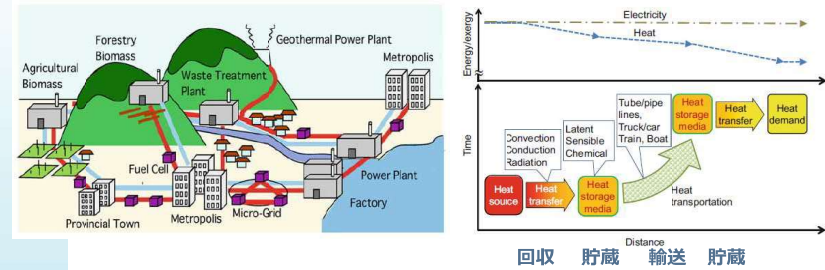
第6次エネルギー基本計画 の省エネルギー目標

(2019年度 ⇒ 旧ミックス)		2030年度ミックス (野心的な見直し)	
省エネ	(1,655万kl ⇒ 5,030万kl)	6,200万kl	
最終エネルギー消費(省エネ前)	(35,000万kl ⇒ 37,700万kl)	35,000万kl	
電源構成			
再エネ	(18% ⇒ 22~24%)	太陽光 6.7% ⇒ 7.0% 風力 0.7% ⇒ 1.7% 地熱 0.3% ⇒ 1.0~1.1%	36~38%* ※現在取り組んでいる再生可能エネルギーの研究開発の成果の活用・実装が進んだ場合には、38%以上の高みを目指す。
水素・アンモニア	(0% ⇒ 0%)		1% (再エネの内訳)
原子力	(6% ⇒ 20~22%)	水力 7.8% ⇒ 8.8~9.2% バイオマス 2.6% ⇒ 3.7~4.6%	20~22% 太陽光 14~16% 風力 5% 地熱 1% 水力 11% バイオマス 5%
LNG	(37% ⇒ 27%)		20%
石炭	(32% ⇒ 26%)		19%
石油等	(7% ⇒ 3%)		2%
(+ 非エネルギー起源ガス・吸収源)			
温室効果ガス削減割合	(14% ⇒ 26%)	46% 更に50%の高みを目指す	

出典：資源エネルギー庁、「第6次エネルギー基本計画の概要」2021年10月

熱エネルギー利用の課題

- 需要/供給間の、空間的・時間的・質的な違い
- 経済性ー熱は安い
- インフラの未整備
- 電力に比べて政策的な位置づけ・支援が未整備
- 熱機利用機器の性能向上
- 熱移動、熱輸送に関する機器や材料の開発・性能向上
- 熱利用システムの普及
- 新たな用途の開発



図出典：Y. Kato et al. "Energy Technology Roadmaps of Japan", Springer(2016)

未利用熱の推定利用可能量

現在の技術を用いて回収・利用できる熱エネルギーは、工場排熱、ゴミ焼却排熱などの都市・産業排熱だけで年間に0.9~1.5 EJと見積もることができる。これは日本の年間一次エネルギー消費量約20 EJの5~8%に相当する。現在、地域熱供給事業者によって利用されている排熱量は0.03 EJで、利用可能量の1/200程度。

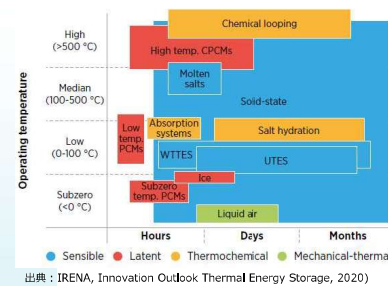
排熱の種類	利用システム	実用化レベル	利用可能量 [EJ/年]
工場排熱	工場排熱発電	△	0.40 ~ 1.03 (熱)
	熱回収ヒートポンプ	○	
都市排熱	熱回収ヒートポンプ	○	0.03 (熱)
	ゴミ焼却発電	○	
ゴミ焼却排熱 (一般廃棄物処理場のみ)	排熱空調・給湯システム	○	0.20 (熱)
	熱回収ヒートポンプ	○	
下水熱	汚泥焼却排熱発電	○	0.004 (電気)
	排熱空調・給湯システム	○	
	熱回収ヒートポンプ	○	

実用化レベル： ◎普及段階、○実用化段階、△実証試験段階、研究開発段階

エネルギーと科学技術に関する分科会・熱エネルギー利用の社会実装基盤小委員会報告書(2017)より
省エネルギーセンター「工場群の排熱実態調査」(2002)、経済産業省「未利用エネルギー面的活用熱供給導入促進ガイド」(2007)、
環境省「一般廃棄物処理事業実態調査」(2015) 矢野経済研究所「未利用熱エネルギーの事業化可能性調査」(2016)など先行研究より木村誠一郎委員が算出

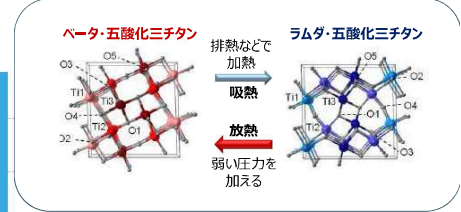
蓄熱技術

蓄熱技術の現段階



出典：IRENA, Innovation Outlook Thermal Energy Storage, 2020

- 顕熱：水、熔融塩、煉瓦、岩石、駆体
- 潜熱：氷、パラフィン、無機塩、エリスリトール
- 熱化学：臭化リチウム(吸収)、ゼオライト(吸着)、塩化カルシム(ケミカル)

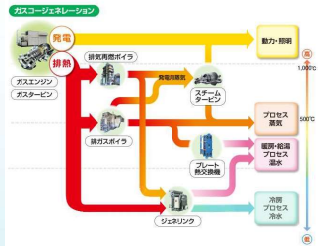


- 全固体蓄熱材
 - ・弱い加圧によって放熱するセラミック蓄熱材(東大・大越真一)
 - ・固体相変化材を金属を分散させた蓄熱材(産総研)
 - ・固体相変化材をガラスと複合化した蓄熱材(東北大・藤原巧)

放熱なく長期保存が可能
液-固変化がなく利便性が向上
早い応答

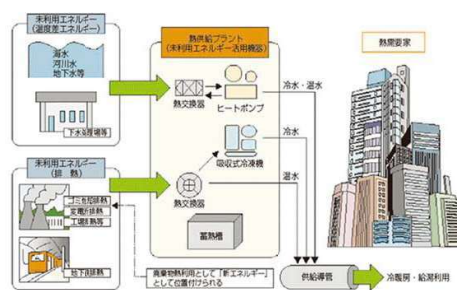
熱利用システム

個別利用者での熱のカスケード利用



出典：大阪ガスホームページ
<https://ene.osakagas.co.jp/product/cogeneration/gas-cogeneration/whats.html>

熱の面的利用：企業間・エリアでの熱利用

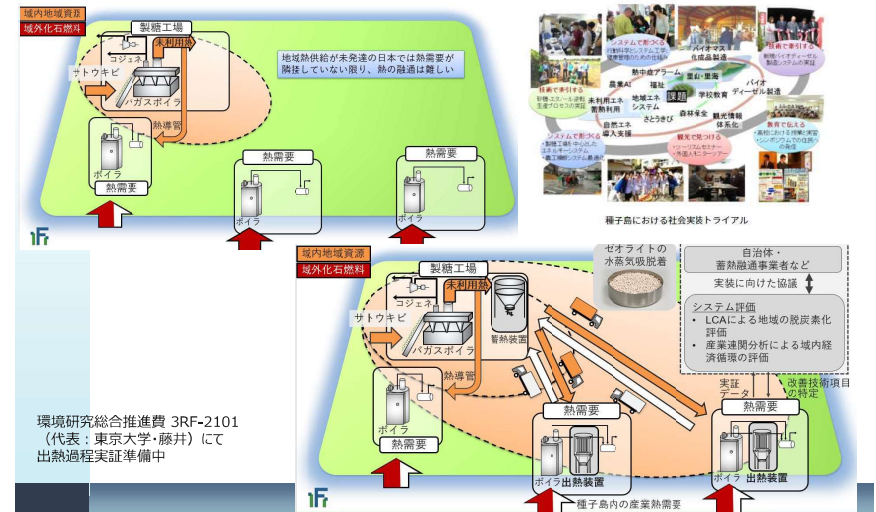


出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書2021」

地域熱供給、コンビナートの熱利用

社会実装が期待される熱利用システム – 地域との共生

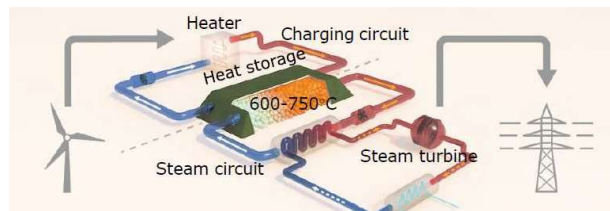
未利用熱融通の時空間的拡充による地域資源の有効利用
 (種子島・サトウキビ製糖工場未利用熱の事例)



環境研究総合推進費 3RF-2101
 (代表：東京大学・藤井) にて
 出熱過程実証準備中

社会実装が期待される熱利用システム – 蓄熱発電

- 再生可能エネルギーの電力を熱にして蓄え、需要時に発電し、再生電力を平準化する。
- 稼働停止した石炭火力などの設備 (タービン) を使える。
- 蓄電池より安価で、長期貯蔵できるのが利点、ただし応答性は低い。
- ヨーロッパ、アメリカで多くの実証プラントが運営中で、2024年に商用大規模設備が稼働する予定。



出典：Siemens社ホームページ

熱エネルギー利用拡大のために

- 蓄熱・熱輸送技術、熱利用装置の性能向上
- 熱を効果的に利用できるシステム
- 熱エネルギー需要と供給についての情報
- 政策的支援、長期計画
- 技術にとどまらない、未来のエネルギー社会のビジョン創成と共有

ヨーロッパの熱分野戦略

EU, "An EU Strategy on Heating and Cooling", 2016

英国, "Future of Heating; a strategic framework for low carbon heat in the UK", 2012

"The Future of Heating; meeting the challenge", 2013

