

地中熱利用の現状と課題

—地域熱供給への導入に向けて—

地中熱利用促進協会
笹田政克

プレゼンの内容

- **地中熱利用の現状と課題**

- 利用の現状

- 省エネ性・環境性

- オープンループの新展開

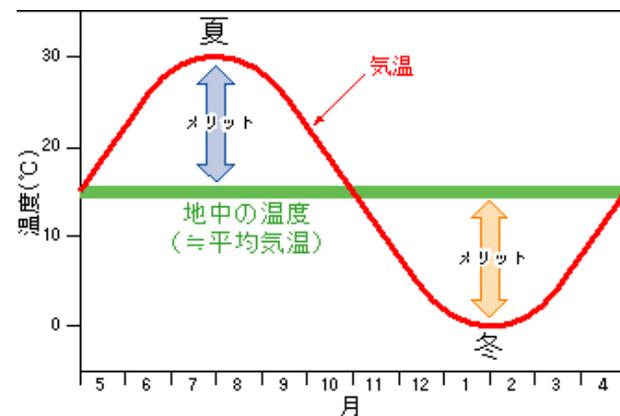
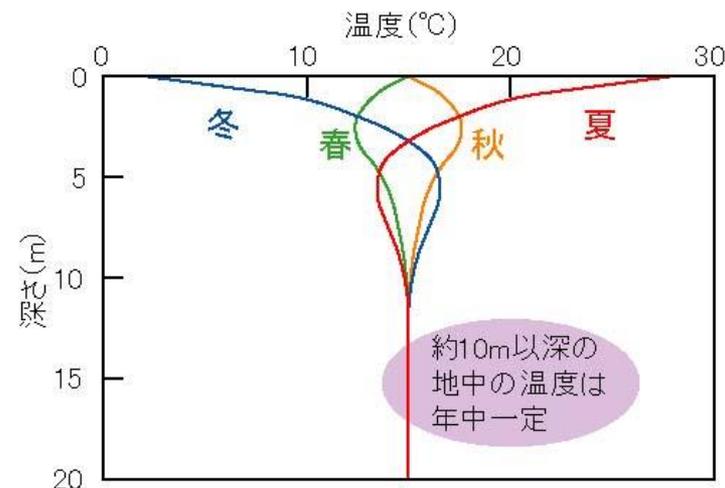
- **地域熱供給と地中熱**

- 地域熱供給での地中熱利用(事例)

- 熱源水ループ(第5世代地域熱供給)

地中熱は再生可能エネルギー

- 地中熱は、太陽及び地球内部からの熱に由来する**再生可能エネルギー**である。
- 地表近辺では気温の影響により地温は変化するが、地下10~15mの深さになると、年間通して地温の変化が見られなくなる。
- その温度はその地域の平均気温とほぼ等しい。それより深い場所の温度は、一般に100mにつき2~3°C程度の割合で上昇するが、地温は安定した状況にある。
- 地中熱は、日本中どこでも利用でき、しかも天候等に左右されず安定的に利用できる。



地中熱利用の形態

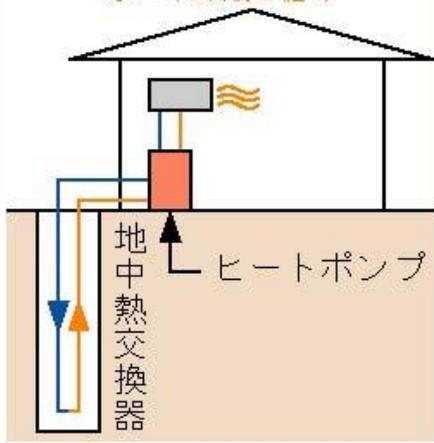
ヒートポンプの熱源として利用
温度調節が可能で汎用性が高い

ヒートポンプシステム

住宅・ビル等の冷暖房・給湯、プール・温浴施設の給湯
道路等の融雪、農業ハウスの冷暖房など

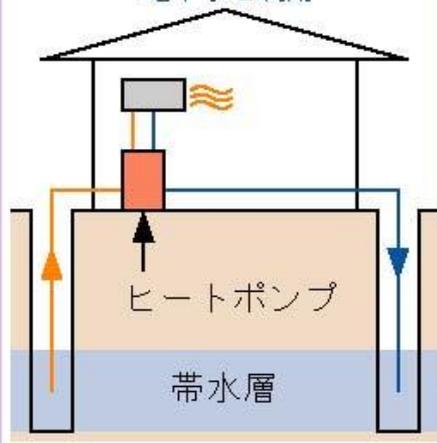
クローズドループ

水・不凍液を循環



オープンループ

地下水を利用



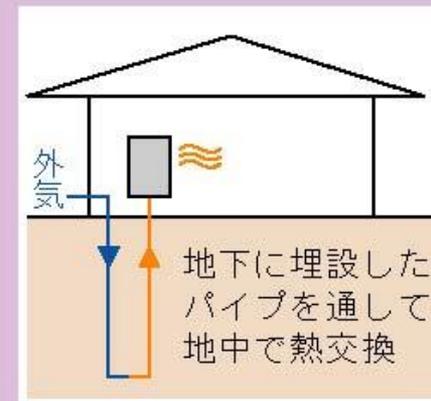
熱伝導

住宅の保温



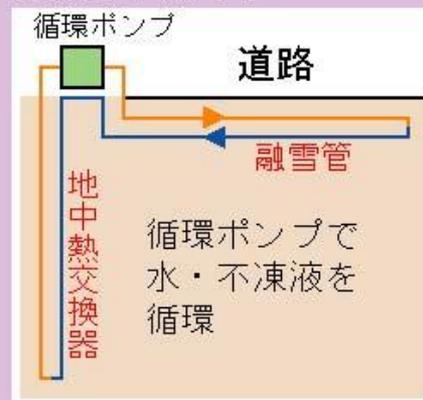
空気循環

住宅等の保温・換気



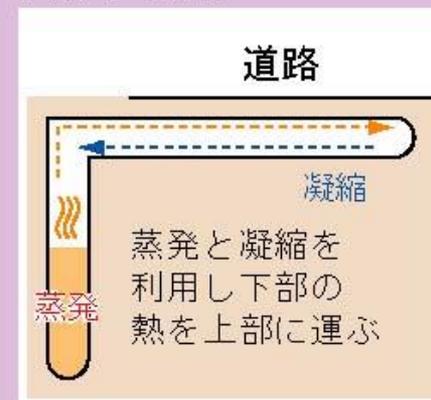
水循環

道路等の融雪等



ヒートパイプ

道路等の融雪

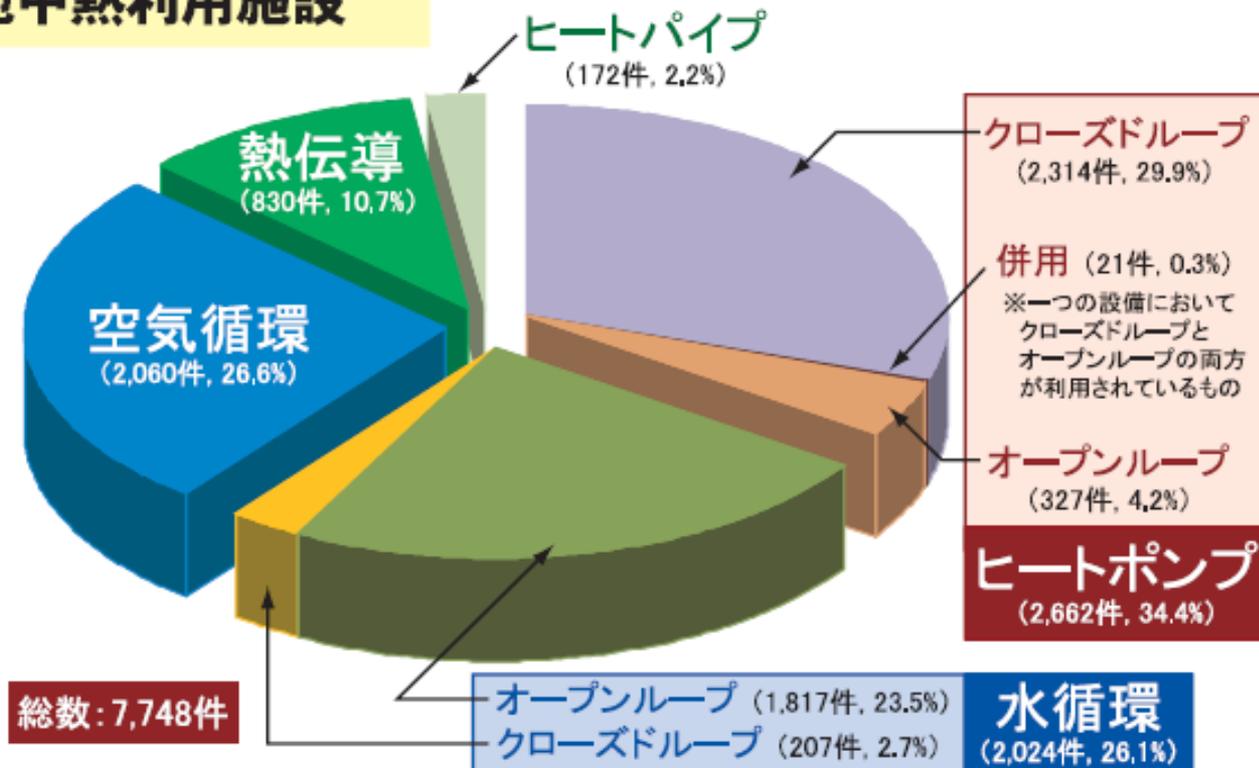


利用方法別の設置件数

2017年までの累計

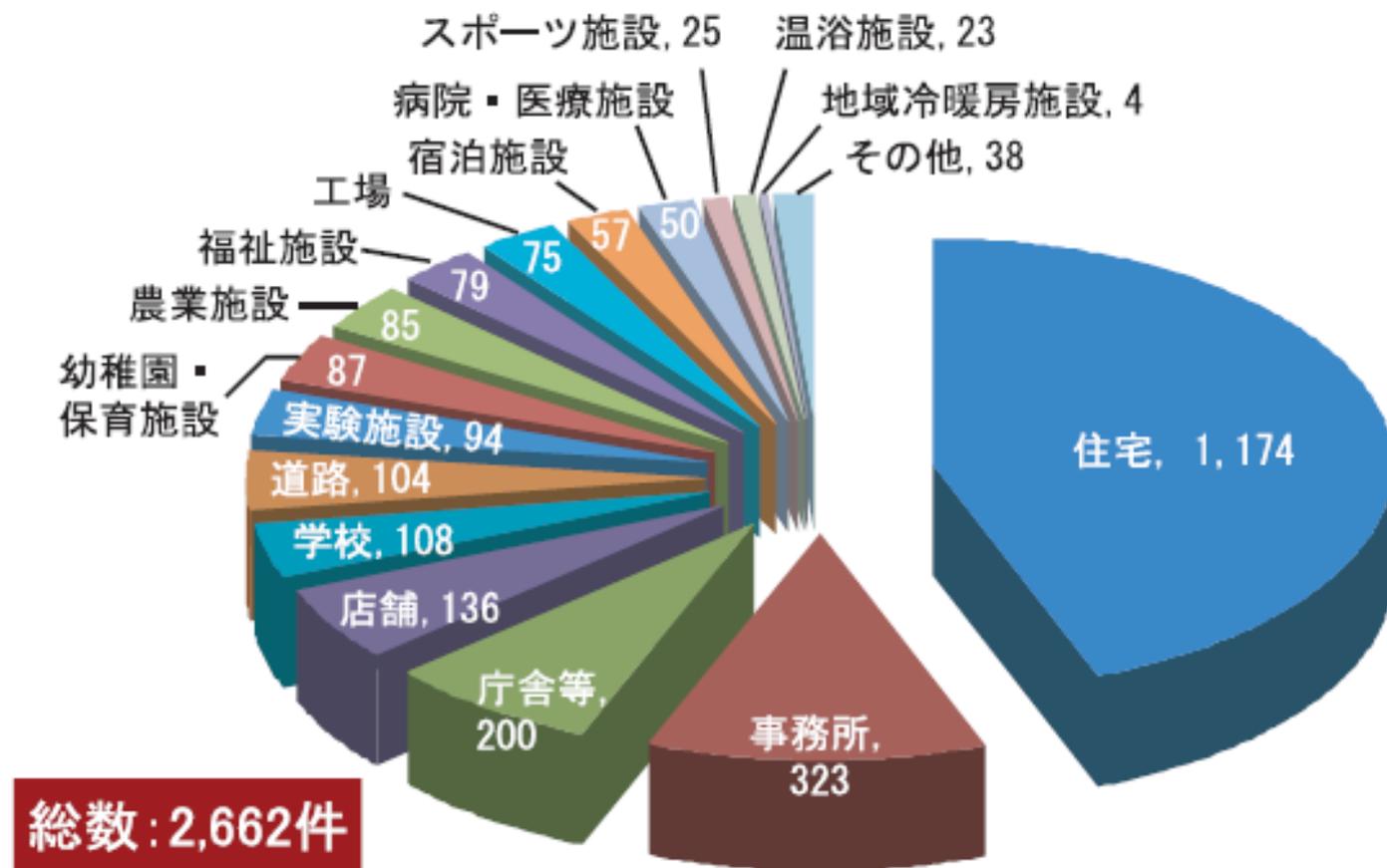
全国で7,748件の地中熱利用施設

環境省が2018年度に実施した調査^{注)}によると、2017年度末までの地中熱利用システムの設置件数は合計7,748件であり、利用方法別ではヒートポンプシステムが最も多く2,662件（34.4%）、次いで、空気循環の2,060件（26.6%）、水循環の2,024件（26.1%）となっています。



すべての地中熱利用システムの設置件数（2017年度末）

地中熱ヒートポンプの施設別件数 (1981年～2017年)



地中熱ヒートポンプシステムの導入箇所別設置件数 (2017年度末)

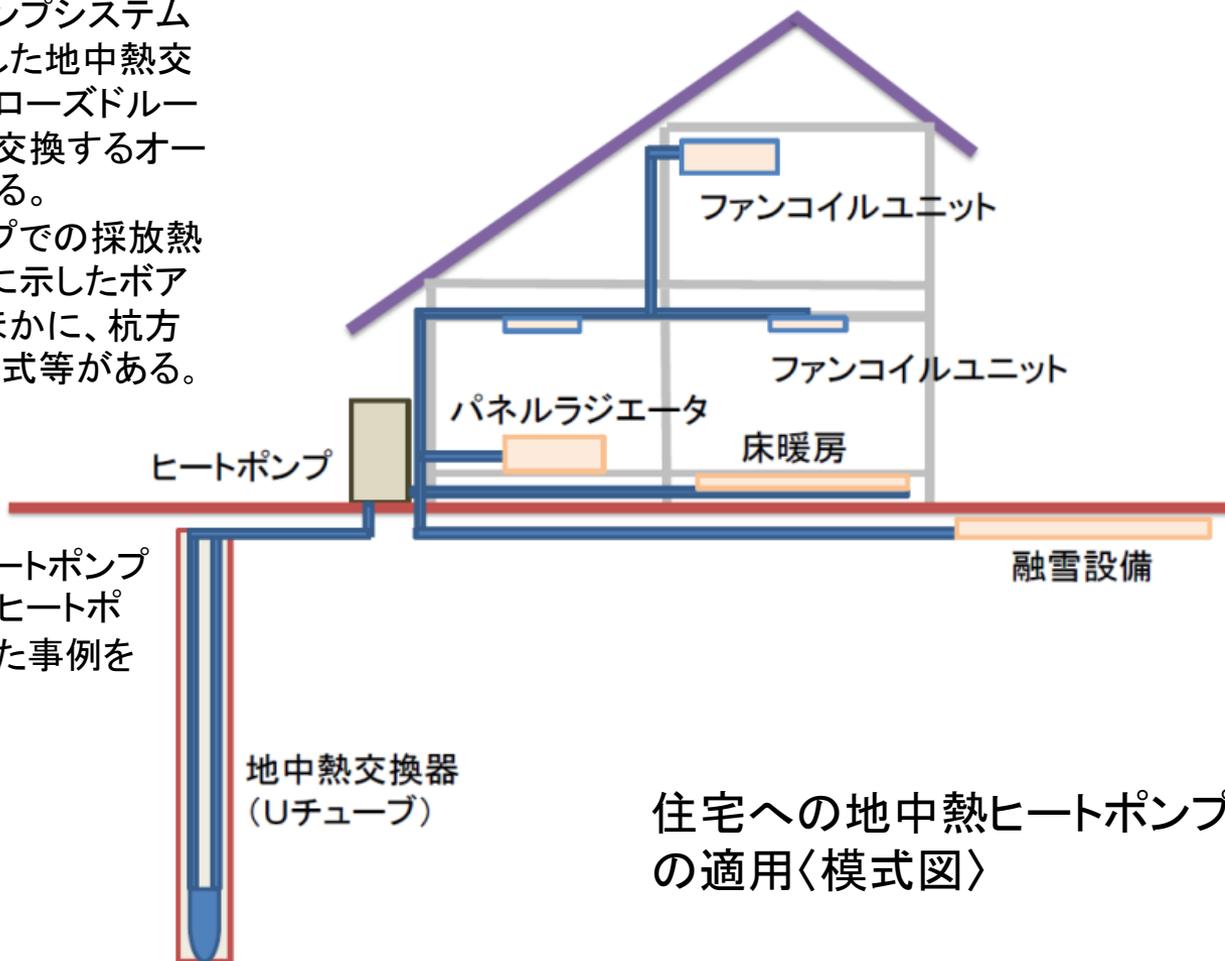
地中熱ヒートポンプシステム

クローズドループ・ボアホール方式の例

地中熱ヒートポンプシステムには、ここに示した地中熱交換器を用いるクローズドループと地下水と熱交換するオープンループがある。

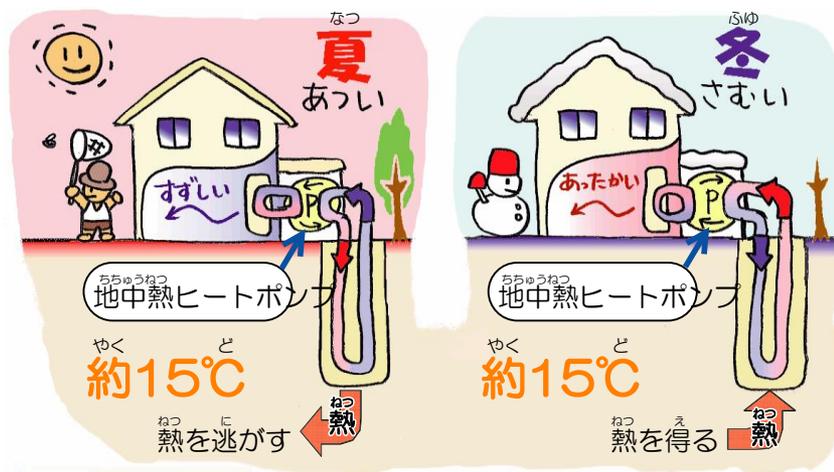
クローズドループでの採放熱方式には、ここに示したボアホール方式のほかに、杭方式、水平埋設方式等がある。

ここではヒートポンプに、水-水ヒートポンプを使った事例を表示。



住宅への地中熱ヒートポンプシステムの適用〈模式図〉

地中熱ヒートポンプの優れた点



温度差の活用

- 省エネルギー
- 節電
(電気需要の平準化)
- CO₂排出量の削減

地中の再生可能エネルギー

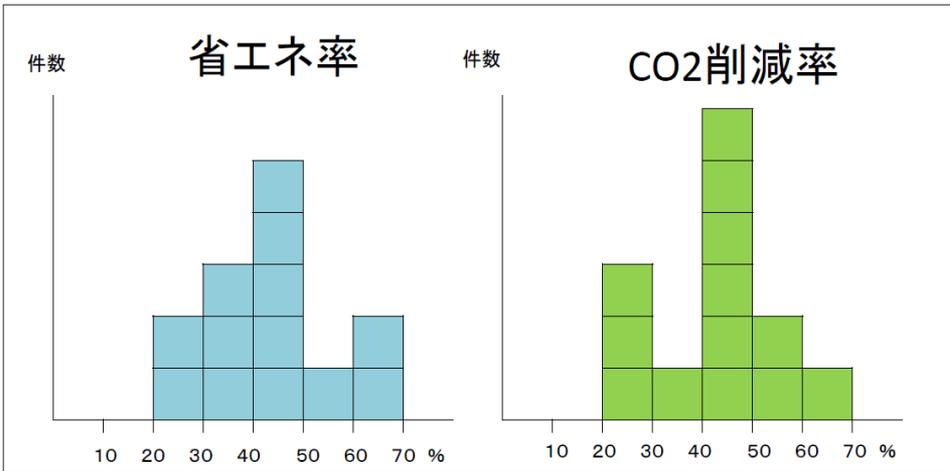
- いつでもどこでも利用可能
- 安定的利用

地中での熱交換

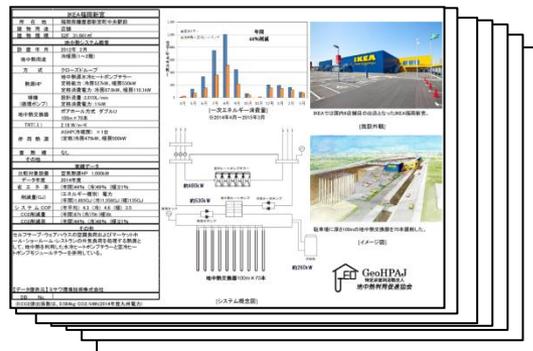
- ヒートアイランド現象抑制

地中熱ヒートポンプの省エネ効果

地中熱利用促進協会の公開データシート13件
(年間の省エネ率・CO2削減率)

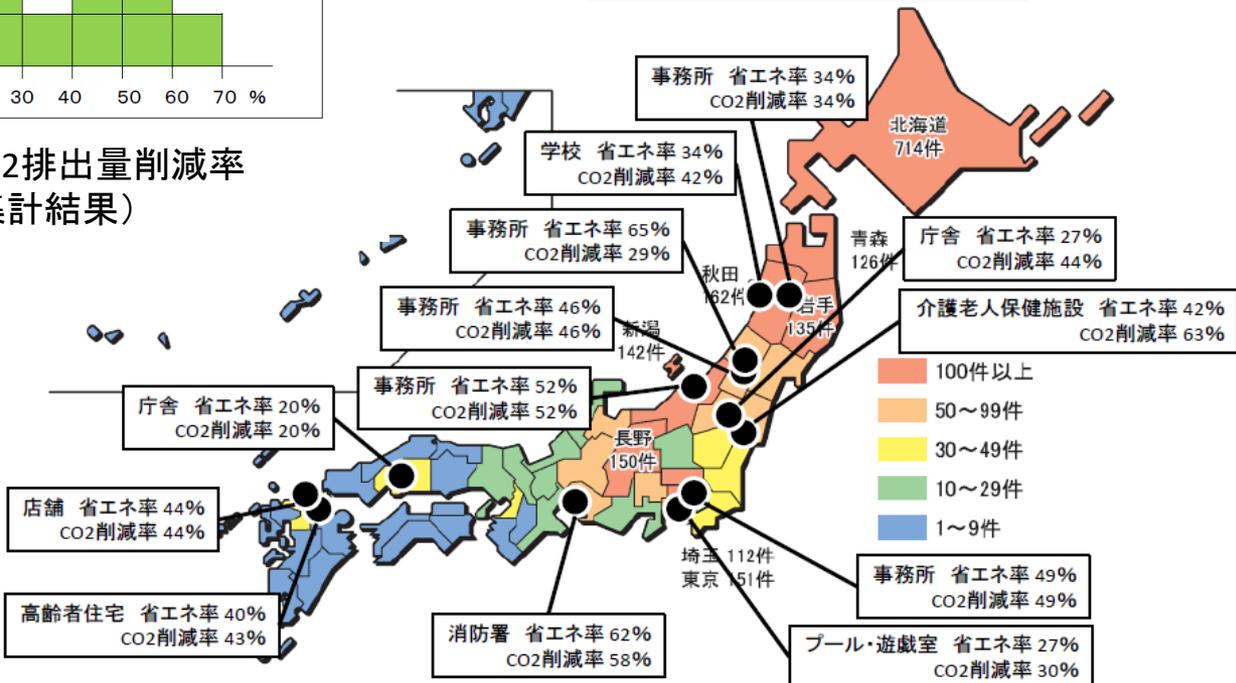


地中熱ヒートポンプの省エネ率とCO2排出量削減率
(実績データシート13件の集計結果)

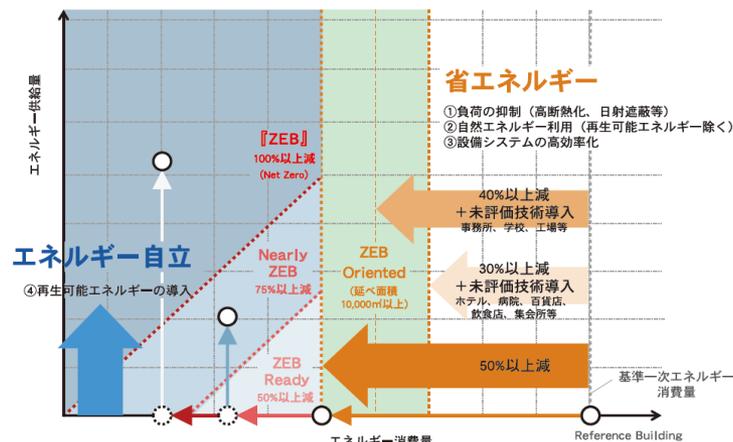


実績データシート
(協会ホームページ)

都道府県別の地中熱ヒートポンプの導入件数は環境省(2019)による



ネット・ゼロ・エネルギー・ビル(ZEB)



ZEBの定義(経済産業省資料)

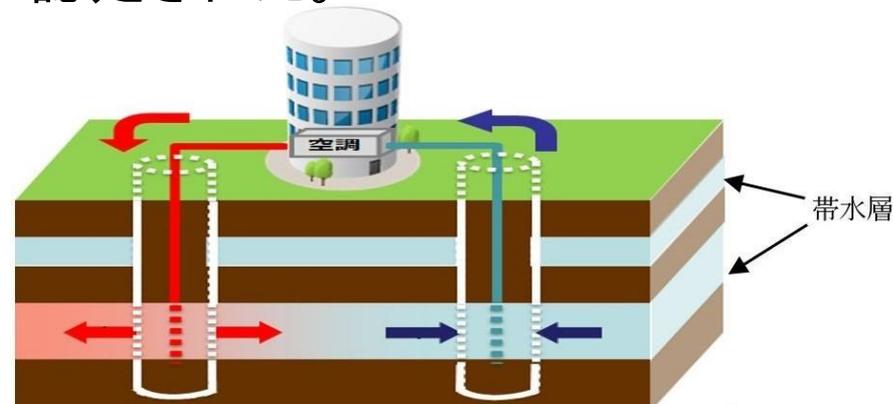
ZEB ランク	建築物の名称	建物用途	都道府県	地中熱利用					一次エネルギー削減率	
				空調	換気	給湯	パッシブ	備考	創エネ 含まず	創エネ 含む
『ZEB』	藤崎建設工業(株)本社ビル	事務所等	茨城県	○				井水熱HP	52%	108%
	(株)アリガプランニング事務所ビル	事務所等	北海道	○				地中熱HP・井水熱HP	56%	106%
	ダイダシ(株)四国支店 エネフィス四国	事務所等	香川県	○			○	地中熱HP・クールチューブ	53%	101%
	MK-Tオフィスビル	事務所等	茨城県	○			○	井水熱利用高効率統合熱源システム	51%	100%
Nearly ZEB	竹中工務店	事務所等	千葉県	○				地中熱HP	56%	85%
	大和ハウス佐賀ビル	事務所等	佐賀県	○				井水熱利用空調システム	52%	81%
	開成町新庁舎	事務所等	神奈川県	○				地中熱HP	55%	79%
	金山精機製作所本社ビル	事務所等	京都府		○			地中熱利用	54%	77%
	東急コミュニティ技術研修センターNOTIA	事務所等	東京都	○				地中熱	69%	75%
	白鷺電気工業(株)本社ビル	事務所等	熊本県		○			地中熱利用換気システム	54%	75%
ZEB Ready	テラル(株)本社事務所棟	事務所等	広島県	○		○		井水利用システム	53%	75%
	江別 蔦屋書店C棟	物販店舗等	北海道	○				地中熱利用	67%	69%
	下地島空港旅客ターミナル	集会所等	沖縄県	○			○	井水熱利用空調・クールトレンチ	68%	68%
	札幌SBビル	事務所等	北海道	○				井水利用システム	60%	67%
	ダイダシ(株)九州支社・スマートエネルギーラボ	事務所等	福岡県				○	クールトレンチ	52%	67%
	愛知学院大学名城公園キャンパス事務棟	学校等	愛知県	○				地中熱利用空調システム	56%	63%
	清水建設(株)四国支店社屋	事務所等	香川県	○				地中熱HP	55%	63%
	ゆめタウン廿日市	物販店舗等	広島県	○				地中熱HP	58%	59%
	すばる保育園	学校等	福岡県		○			地中熱利用換気システム	54%	60%
	特別養護老人ホーム愛の村	病院等	沖縄県				○	クールチューブ	52%	55%
	特別養護老人ホームかりゆしぬ村	病院等	沖縄県				○	クールチューブ	52%	54%
	やえせAssemble Garden	病院等	沖縄県	○				地中熱利用(クールチューブ)	52%	52%
	介護老人保健施設オー・ド・エクラ・介護付有料老人ホームオー・ド・エクラ	病院等	宮城県	○		○		地中熱HP	51%	51%

ZEBリーディング・オーナーとして公開されている地中熱の導入事例 (笹田, 2019)

オープンループの新展開

—帯水層蓄熱—

- 帯水層蓄熱利用は、地下水を熱源利用し、建物の冷暖房を効率的に行う技術(下図)。
- 2016～18年度にうめきた2期地区で行った実証実験は、地盤沈下を生じることなく、従来システム比35パーセントの省エネ効果を確認。
- 大阪市は2018年8月に、地下水の熱利用の際、汲み上げた地下水を全量還元する場合に限り地下水採取を許可できる特例措置を国に提案。
- それを受けて、2019年8月に**国家戦略特区**における新たな特例措置が公布・施行。同年9月にうめきた2期地区における帯水層蓄熱利用の区域計画が認定された。



帯水層蓄熱の概念図(大阪市報道発表資料, 2018)

地域熱供給(地域冷暖房)事業とは

地域熱供給(地域冷暖房)は、冷水や温水等を一箇所でまとめて製造し、供給するシステム。

”まとめて”製造・供給することによって省エネルギーや省CO2など様々なメリットを実現。

熱供給事業法の適用を受ける場合(以下の要件を全て満たす場合)

要件

需要： 一般の需要

規模： 加熱能力21GJ(ギガジュール)／時以上

供給数： 複数の建物

事業者： 需要家と資本関係のない第三者または、自家使用にならない事業者

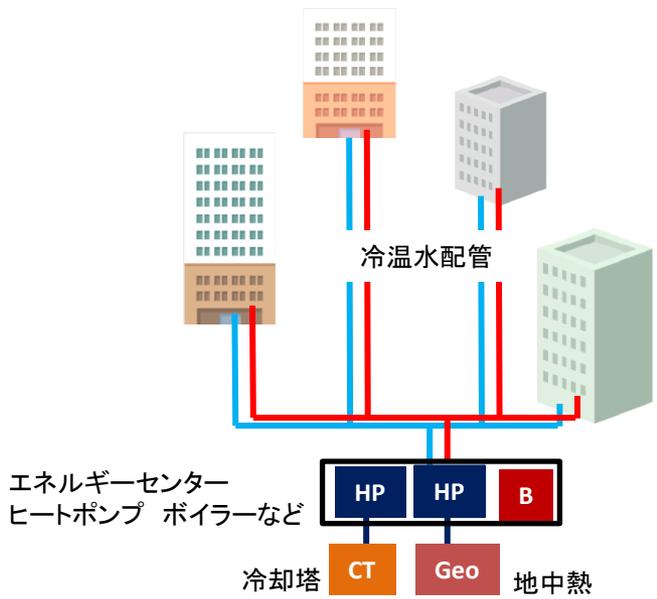
(日本熱供給事業協会)

地域熱供給での地中熱利用の実績

	高崎市中央・ 城址	高松市番町	東京スカイツ リー	田町駅東口北
熱供給事業者	東京都市サービス (株)	四国電力(株)	(株)東武エネ ルギーマネジ メント	東京ガスエネ ルギーソル 루션ズ(株)
延べ床面積	100,000m ²	150,107m ²	182,479m ²	1,207,500m ²
供給開始年	1993年	1997年	2012年(メインプラント)	2014年
概要	60m以深の地下水脈から揚水した地下水を利用した水熱源ヒートポンプ及び空気熱源ヒートポンプ(熱回収型)等を導入し、これと蓄熱槽(1,290m ³)を組み合わせた「蓄熱式ヒートポンプシステム」	地下水等の未利用エネルギーを活用した地域熱供給事業。ヒートポンプと6,430m ³ の蓄熱槽を組み合わせ。	メインプラントにターボ冷凍機・ヒーティングタワー・ヒートポンプ・水熱源ヒートポンプならびに大規模蓄熱槽(約7千トン)、サブプラントにターボ冷凍機、温水ボイラーを設置	熱・電気を効率的に供給するために、再生可能エネルギー・未利用エネルギーを積極活用します。コージェネレーションシステム(CGS)を導入
地中熱利用方式	オープンループ (地下水)	オープンループ (地下水)	クローズドループ (ボアホール方式、 杭方式)	オープンループ (地下トンネル水)

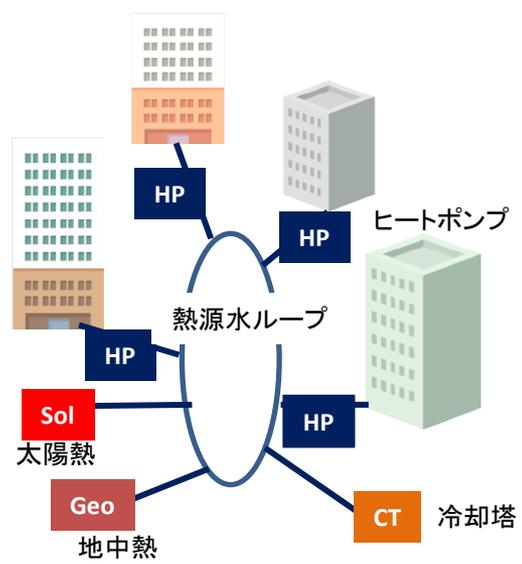
従来型地域熱供給と熱源水ループ

従来型(セントラル方式) 地域熱供給



地域熱供給(高崎・スカイツリー・田町駅東口・高松)で地中熱が利用されているのはすべてセントラル方式。地中熱は熱源の一つとして利用されており、エネルギーセンターにあるヒートポンプで温水・冷水が作られる。

熱源ループ方式 地域熱供給(再エネルギー利用)

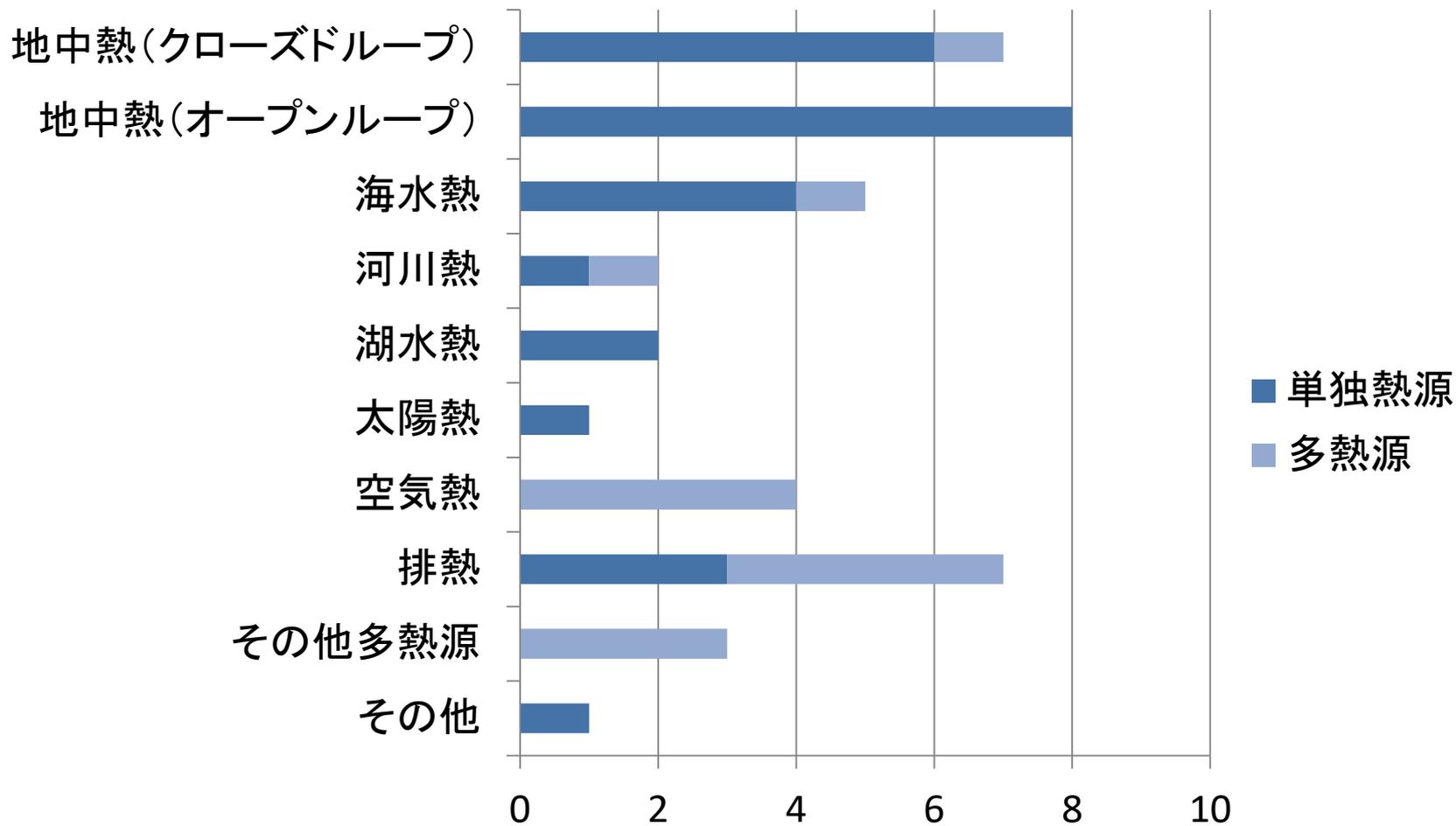


わが国に熱源水ループ方式の地域熱供給はないが、ヨーロッパでは40のシステムが稼働しており、地中熱のほか、太陽熱、河川熱、海水熱、湖水熱、建物からの排熱などが利用されている(Buffaほか, 2019)。

国内の熱源水ループ

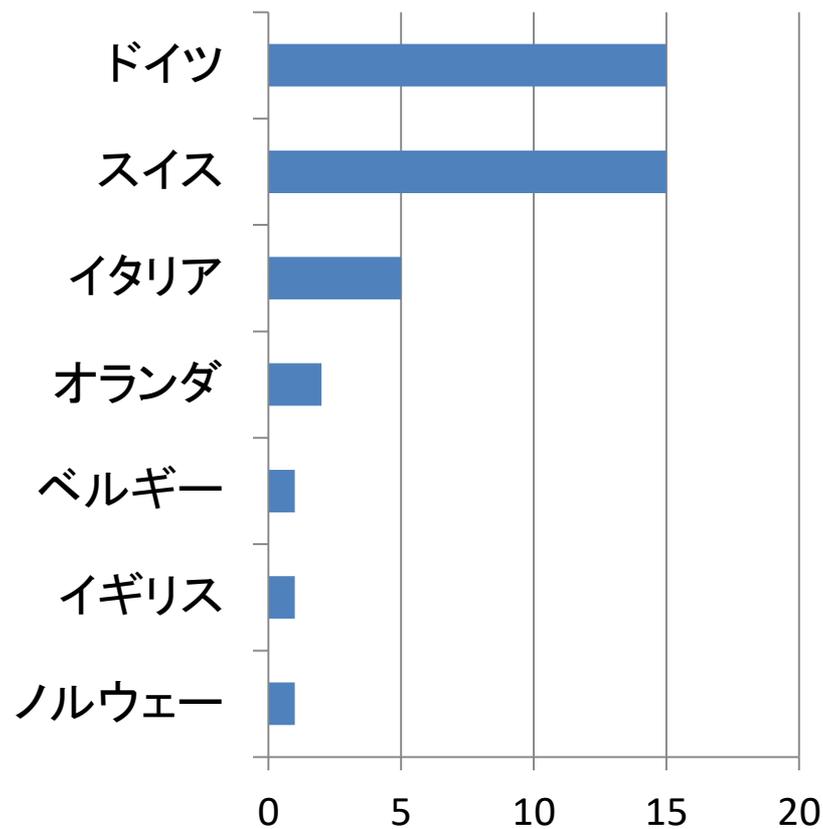
施設名	日鉄エンジニアリング 北九州寮	立命館中学校 高等学校長岡 京キャンパス	杏林製薬 わたらせ創薬 センター	岡谷市民病院
竣工年	2012年	2015年	2015年	2015年
利用用途	空調・給湯	空調	空調・給湯	空調
熱源	地中熱・太陽熱・冷却塔・空気熱給湯	地中熱・太陽熱・冷却塔・補助熱源	地中熱・冷却塔・冷凍機排熱・補助熱源	地中熱・冷却塔
システム	<p>地中熱交換器 杭方式</p>	<p>地中熱交換器 杭方式</p>	<p>地中熱交換器 杭方式</p>	<p>地中熱交換器 ボアホール方式</p>

欧州の熱源水ループ (第5世代地域熱供給)



Buffa et al. (2019) に収録されている40の事例を熱源別に集計

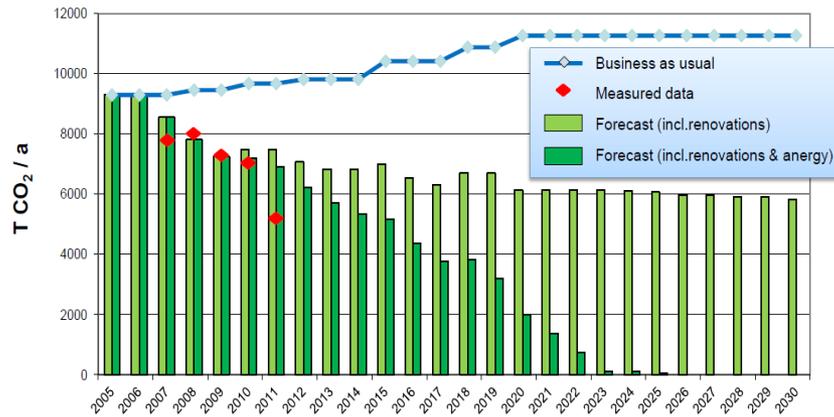
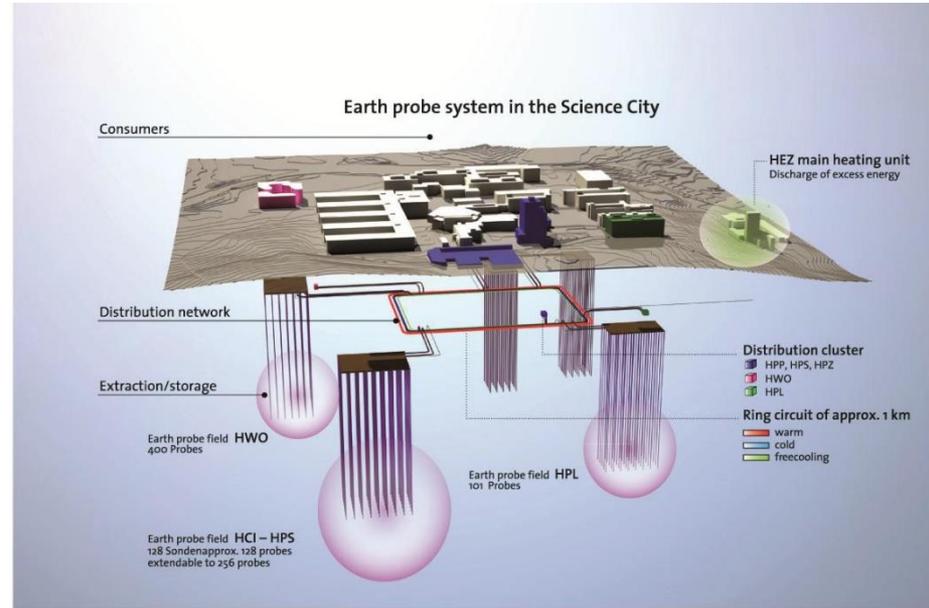
欧州の熱源水ループ (第5世代地域熱供給)



Buffa et al. (2019) に収録されている40の事例を国別に集計

熱源水ループの導入事例

スイス連邦工科大学チューリッヒ校



(ETH資料)