

2017年11月28日
神奈川県主催
スマートエネルギーセミナー

地中熱の魅力について

NPO法人地中熱利用促進協会
笹田 政克

プレゼンの内容

1. 地中熱とは
 - 地中熱は再生可能エネルギー
 - どこでも利用できるエネルギー、温熱と冷熱の利用
2. 地中熱の魅力
 - 多様な熱利用の用途がある魅力
 - 快適な環境が省エネで実現できる魅力
 - 省エネ性・環境性に優れている魅力
 - ランニングコストが安く、ライフサイクルで経済性がとれる魅力
3. 地中熱を利用するには
 - 設計と施工
 - 省エネ基準
 - 補助金の利用
4. 地中熱の仕事をするには
 - 地中熱の業態
 - 技術基準と資格
 - 地中熱情報の収集

1. 地中熱とは

地中熱は再生可能エネルギー—
温熱と冷熱の利用

地中熱は再生可能エネルギー

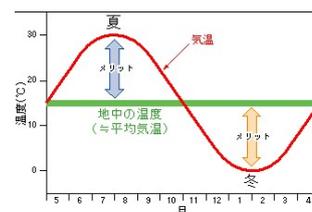
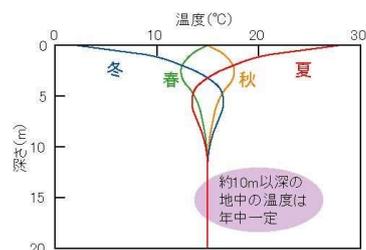
4

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℃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。



日本では昔から地中熱を利用していた

5



荒船風穴(世界遺産 富岡製糸場絹産業遺産群)
写真は下仁田町のホームページから

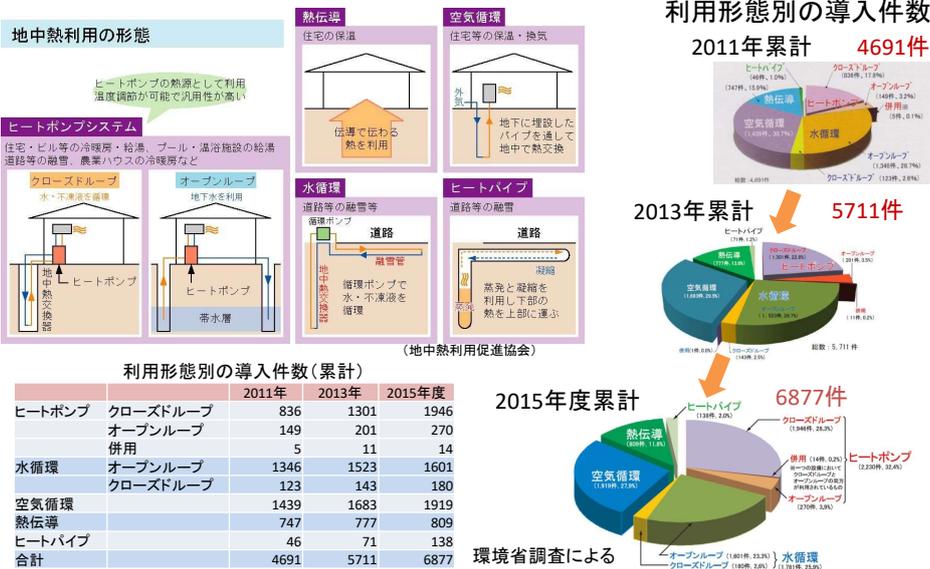
地中熱は いつでも どこでも 利用できる

6

(再生可能エネルギーの比較)

		地中熱	地熱	太陽熱	太陽光	風力	小水力	バイオマス	雪水
場所の制約		なし	火山・温泉の近傍	なし	なし	風況調査が必要	落差のある河川	(要搬送)	積雪地(要搬送)
時間の制約		なし	なし	昼間	昼間	風の吹く時間帯	渇水期以外	(要搬送)	(要搬送)
エネルギー利用形態	電気	—	主に事業用発電	主に事業用発電	自家用発電 事業用発電	事業用発電 自家用発電	主に事業用発電	主に事業用発電	—
	熱	冷暖房 給湯 融雪	暖房 給湯 融雪	給湯 (冷)暖房	—	—	—	(冷)暖房 給湯	冷蔵 冷房

地中熱利用の現状



2. 地中熱の魅力

- 多様な熱利用の用途
- 快適な環境が省エネで実現できる
- 省エネ性、環境性に優れている
- ランニングコストが安く、ライフサイクルで経済性

9

多様な熱利用の用途

- 温熱と冷熱が利用できる再エネ
- 住宅やオフィス、店舗やホテル、病院や福祉施設で快適な冷暖房
- 室内プールの温度管理や温泉の加温
- 工場での冷温水利用、施設園芸でイチゴや胡蝶蘭、養殖漁業では鰻
- 積雪地では道路、駐車場の融雪

10

地中熱ヒートポンプの導入状況

普及状況を示す日本列島の図は環境省(2017)による



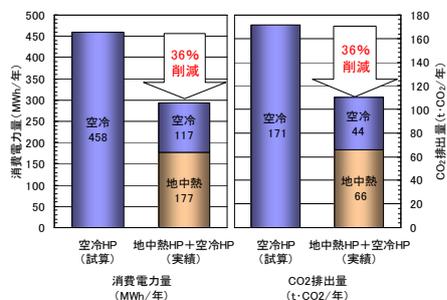
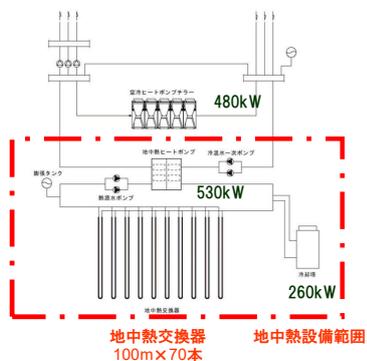
神奈川県内の導入施設 (公表されている主な施設)

11

- 南河原こども文化センター(川崎市)
- 森村学園幼稚園ホール・室内プール(横浜市)
- ローソン店舗(海老名市)
- 横浜市泉区総合庁舎
- 神奈川大学横浜キャンパス
- 鈴廣蒲鉾新本社(小田原市)
- 横浜市金沢区総合庁舎
- 横浜市中区庁舎

大規模商業施設への地中熱の導入 IKEA福岡新宮(クローズドループ)

12



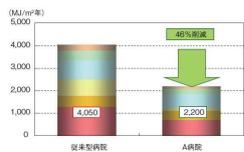
資料提供: (株)ミサワ環境技術

病院への地中熱の導入事例 足利赤十字病院(栃木県)

13



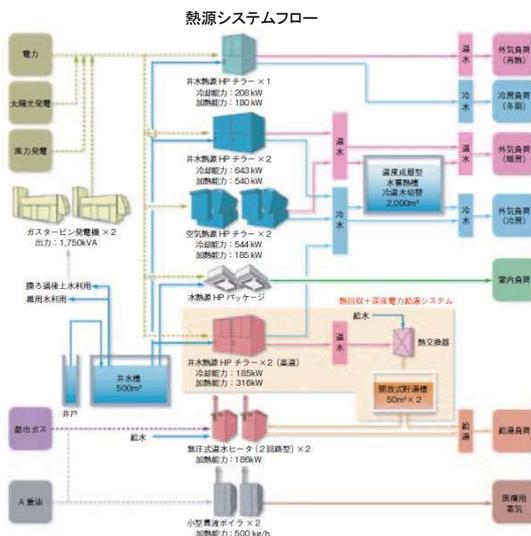
足利赤十字病院(延床51804㎡、病床数555)



一次エネルギー使用量原単位比較

機器	冷房	暖房	台数	備考
井水熱源 HP チラー	284.0kW	340.2kW	2	貯湯用
井水熱源 HP チラー	621.4kW	530.0kW	2	夏期冷水・冬期温水
井水熱源 HP チラー	386.0kW	339.3kW	1	手術室専用 夏期温水 冬期冷水
空気熱源 HP チラー	544.0kW	412.0kW	2	夏期冷水・冬期温水
無圧式温水ヒータ	-	186.0kW	2	給湯追いかけ・暖房補助
熱源(井水)水槽	(500m³)		1	熱源水・雑排水給水系統兼用
蓄熱槽	16282kW(2,000m³)		1	温度成層型

熱源機器概要



(塚見史郎ほか, 2013 ヒートポンプとその応用no.86)

学校への導入事例 福岡大学附属大濠中学校・高等学校

14



地中熱利用では、7m×84本の基礎杭を採熱管とし、冷房43kW、暖房49kWのヒートポンプを用い、床冷暖房により空気の加熱。夏は結露のない程度の床冷房をしており、ひんやりした床を体感できる。

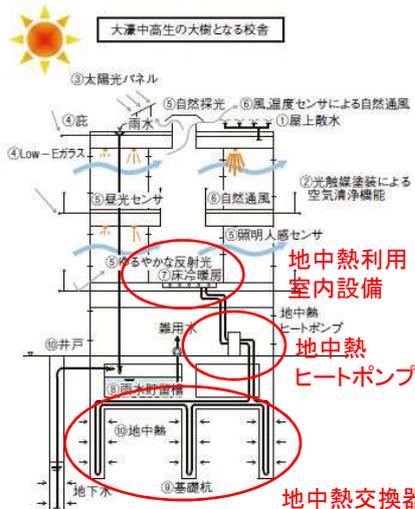


図-1 大濠高校環境技術概念図 (日本設計 若山尚之)

震災復興に地中熱を活用 南三陸町役場 2017年9月

19

東日本大震災で甚大な被害を被った宮城県南三陸町は、被災した役場の建て替え工事を行い、地中熱設備を導入した新庁舎が2017年8月に完成。9月から業務開始。



南三陸町公式ブログ「南三陸なう」より

新庁舎は標高60mの高台に再建。エネルギーの地産地消を目指して、太陽光のほかにもこれまで未利用であった地中熱を採用。

新庁舎整備の5つの柱(基本方針)のうち

- ・ 防災対策の拠点としての町役場
- ・ 人と地球環境に優しい町役場に地中熱が取り上げられており、防災、環境、エネルギー対策として地中熱が利用されている。

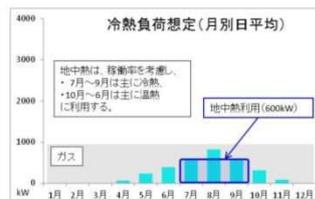
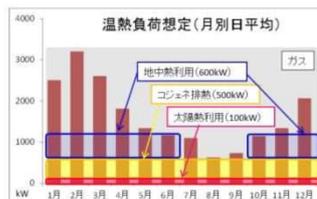
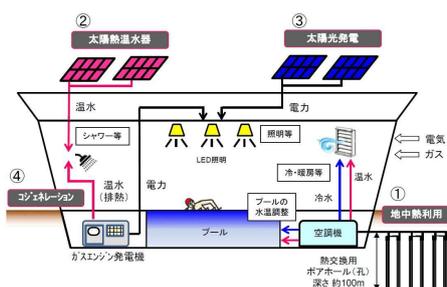


地中熱利用促進協会
ニュースレター no.291

南三陸町新庁舎の地中熱システム概要 (南三陸町庁舎パンフレット(ミサワ環境技術㈱提供)より)

東京五輪 アクアティクスセンター

20



(東京都の資料)

21

快適な環境が省エネで実現できる魅力

- 床暖房、放射空調との相性がよい
- 全館空調(ダクト方式)での快適な環境
- 室外機からの外気への放熱がない
- 安定的な暖房ができる(除霜運転が不要)
- 室外機のファン騒音がない

22

床暖房の導入事例

茨城県 U邸(新築)

W造 2階建て
292.6㎡
2015年12月落成



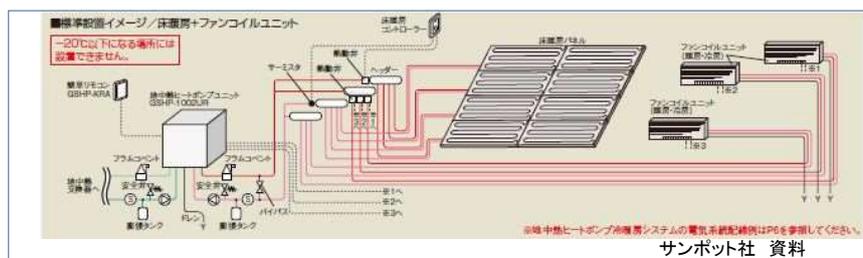
地中熱ヒートポンプ



床暖房のリビング



壁埋込み型の吹き出し口



放射冷房の導入事例

東京大学理想の教育棟

23

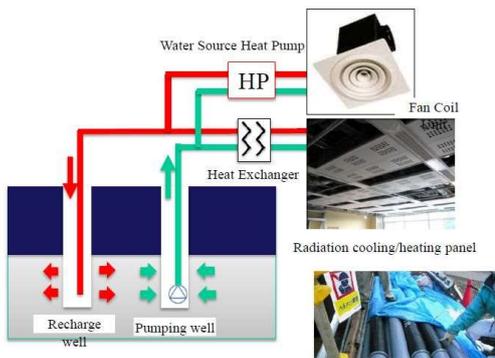


住所: 東京都目黒区駒場3-8-1 駒場 I キャンパス
 用途: 教育施設、ホール、カフェテリア
 建築面積: 942.48㎡, 延床面積: 4,477.76㎡
 構造: S, RC造, 階数: 地上5階、地下1階
 設計: 類設計室, 施工: [建築]安藤建設
 竣工: 2011年5月



天井放射パネルと可動ルーバー(窓の外)

地中熱/地下水利用ヒートポンプシステム



GSHP: 100m×10 boreholes with single U-tube are installed. Capacity is 50kW.
 GWHP: 2×2 wells (pumping and recharge) are installed. Capacity is 70kW.

Copyright(C) 2011. Tomonari Yashiro & Ryoza Ooka, TUUniv. of Tokyo. All rights reserved
 Copyright(C)資料を富山県地中熱利用普及啓発セミナーで使用することについては、著作者より許可をいただいています。

(大岡龍三: NEDO 省エネルギー技術フォーラム2011発表資料 より)

地中熱全館空調の家

水戸市 2015年 ヒートポンプ5kW×2台

24



全館空調の邸宅



ヒートポンプ(天井裏)



地中熱交換器と横引き配管の接続部

面積: 1階 144㎡ 2階 51㎡
 ヒートポンプ 5kW × 2
 空調: ダクト方式による全館空調
 コンセプト: ネット・ゼロ・エネルギー
 (GBEC 資料)



居室の吹出し口

25

省エネ性・環境性に優れている魅力

- 再エネ熱が利用できるので、大きな省エネ効果がある。
- 省エネなのでCO2削減効果大きい。
- 夏の冷房と冬の暖房で、ピーク時に大きな電力ピークが生じないので、電気の需要の平準化に役に立つ。
- 地中で熱交換するので、冷房廃熱が大気中に放出されず、ヒートアイランド現象の抑制に効果がある。

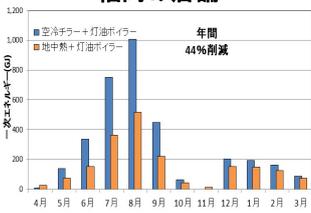



26

省エネ効果の実績

— エネルギー消費量の比較 —
地中熱(橙色)と在来システム(青色)

福岡の店舗

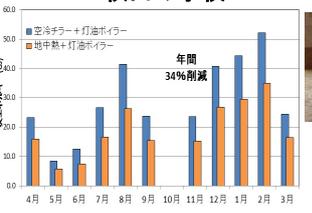


年間 **44%削減**



44% 削減

秋田の学校



年間 **34%削減**



34% 削減

東京の事務所ビル

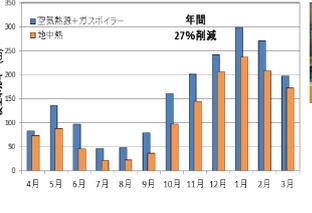


年間 **49%削減**



49% 削減

横浜のプール



年間 **27%削減**



27% 削減

(地中熱利用促進協会にてデータを収集、ホームページに掲載)

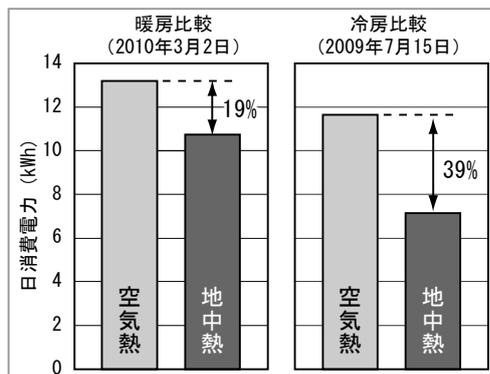


GeoHPAJ
地中熱利用促進協会

地中熱ヒートポンプは節電効果大 電気の需要の平準化に役立つ

27

- ・ 地中熱ヒートポンプを利用した冷暖房システム(エアコン)は、年間通して温度が一定の地中を利用。
- ・ 夏の冷房では大気より低い温度の地中に放熱し、冬の暖房では高い温度の地中から採熱。
- ・ 夏冬とも自然界にある温度差が利用できるため、空気熱を利用する通常のエアコンより、高い効率で稼働。
- ・ つまり、節電効果、省エネ効果が極めて高いエアコン。
- ・ 地中熱ヒートポンプ利用のエアコンは、特に冷房の効率がよいので、夏の電力消費量を小さく抑えることができる。
- ・ まさに、暑い夏のピークカットに最も効果のある空調設備であり、電気の需要の平準化に役に立つ。

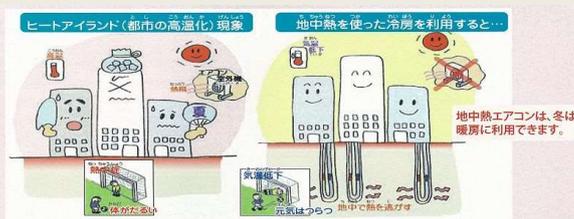


(資料提供：JFE鋼管株式会社)

地中熱利用でヒートアイランド対策

28

- ・ 地中熱ヒートポンプシステムでは、冷房排熱を大気中に放出せず、地中に吸収させる。
- ・ 従って、都市圏でのヒートアイランド現象の緩和に寄与する。
- ・ ヒートアイランド現象の緩和により、さらなるエネルギー消費量が削減される。



(環境省資料)

- ・ 東京都中央区日本橋地区をモデルとした試算によると、オフィスビルで使用しているエアコンをすべて地中熱システムに換えた場合、最高気温が1.2℃低下する結果になっている(玄地, 2001)。

28

ランニングコストが安く、 ライフサイクルで経済性がとれる魅力

29

- 地中熱交換器が長寿命(50年)。
- ランニングコストが安い。
- 導入コストはまだ高い水準にあるが、熱需要の大きな施設に導入すれば、投資回収年数を短縮できる。
- ESCO事業、ESP事業が導入できれば、初期コストがゼロで地中熱が利用できる。

地中熱交換器

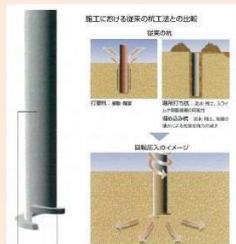
30

垂直型のボアホール方式・杭方式

ボアホール方式



杭方式



鋼管杭(新日鉄エンジニアリング資料)



PHC杭
(日本設計資料)



場所打ち杭
大成建設資料)

31

地中熱利用におけるコストの捉え方

- 初期コスト
 $\text{初期コスト} = (\text{地中熱交換器}) + (\text{ヒートポンプ}) + (\text{室内機})$
 導入補助金は初期コストの低減させる。
- ランニングコスト(年間)
 $\text{ランニングコスト} = (\text{電力料}) + (\text{メンテナンス費})$
 CO2クレジット、グリーン熱証書(現状ではまだ認証されていない)は、ランニングコストを低減させる。
 住宅用などの小規模システムでは、ほとんどメンテナンスフリーである。
- 初期コスト(投資)回収期間(Pay back time)
 $\text{初期コスト回収期間} = (\text{初期コストの増分}) / (\text{ランニングコストの減少分})$
 地中熱利用システムは従来型のものに比べ、初期コストが高いが、ランニング時での電気代が従来型の燃料費/電気代に比べて安いので、ある期間経過すると、初期投資が回収できる。

32

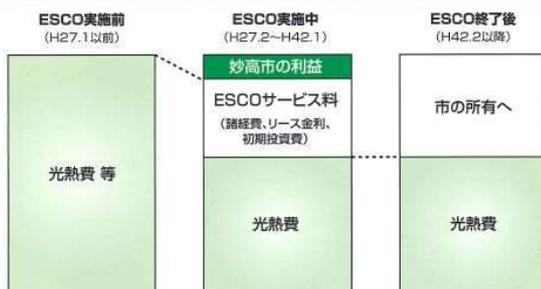
拡大が期待される需要側の種別

需要側の種別	拡大が期待される内容
病院 福祉施設 温浴施設 ホテル 商業施設	大きな熱需要
融雪施設・プール・ 農業施設	地中熱に近い温度の熱需要
学校 公共施設	環境・エネルギー教育 省エネ・地球温暖化対策の普及
住宅	快適な住生活・地球環境への貢献 ネット・ゼロ・エネルギー住宅(ZEH)
オフィスビル	省エネ・地球環境への貢献(CSR) ネット・ゼロ・エネルギー・ビル(ZEB)

地中熱のESCO事業—初期投資ゼロ 33

新潟県妙高市「水夢ランドあらい」

経費の比較と配分



ESCO実施中は、光熱費等の削減分でサービス料を賄い、市の利益も生まれます。

ESCO事業による今回のリニューアルポイント

- ①地中熱ヒートポンプシステムの導入（熱源、給湯の省エネ化）
- ②高効率ボイラーへの更新（既存80万kcal/hのものを50万kcal/hに更新）
- ③プールろ過システムの高性能化（珪藻土ろ過式に更新）
- ④LED照明への更新（光熱費、維持管理費を削減）
- ⑤換気熱回収システム導入（屋外排出熱を回収、暖房エネルギーの削減とプール水の放熱を抑制）
- ⑥窓断熱による放熱ロスの削減（窓からの放熱を防止、暖房のロスを少なくする。）



プロジェクトのESCOの共同事業者
 三菱UFJリース株式会社(ESCO事業計画・調整)
 ミサワ環境技術株式会社(地中熱設計
 施工・掘削、計測、計量管理システム)
 ミウラ化学装置株式会社(プール水ろ過装置)
 スミダ工業株式会社(屋内配管機器設
 備・電気設備)(地元業者)

(ニュースレター 229号)

3. 地中熱を利用するには

設計と施工
省エネ基準、ZEH・ZEB
補助金の利用

35

地中熱ヒートポンプを導入するには

- **計画:** 導入計画、事前調査
- **設計:** 地中熱ヒートポンプシステムの設計
熱応答試験*
- **施工:** 地中熱交換器の設置
横引き配管
ヒートポンプの設置
室内機の設置

冷房の場合

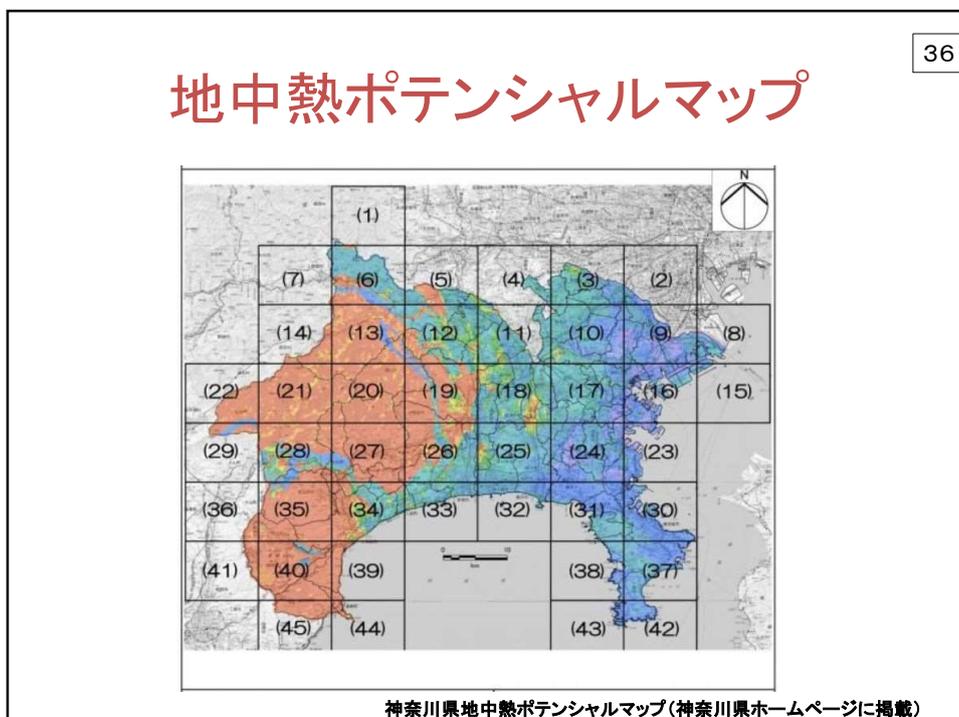
暖房の場合

注) 図中の温度はすべてイメージです。

外気温(気象条件)	→ 建物の熱負荷 →	ヒートポンプの能力	→ 地中熱交換器 長さや配置
建物の床面積 外皮平均熱貫流率 照明等の内部発熱		ヒートポンプのCOP	
冷暖房利用時間			
地盤の有効熱伝導率 地温(年平均気温)			

< 地中熱交換器の設計 >

*: 熱応答試験は地盤の有効熱伝導率を求めるために行う試験で、ポアホールが必要。
小規模なシステムの場合は、熱応答試験を行わずに、文献値から有効熱伝導率を求めることが多い。



地中熱交換器の設置工事

37

ボアホール方式

杭方式

群馬県 W邸



掘削機



孔口



Uチューブ挿入



けい砂充填

資料提供 和田信彦氏



杭打機



資料提供 旭化成ホームズ(株)

H25 省エネ基準

38

建築物の一次エネルギー消費量基準の考え方

・評価対象となる建物において、建物の条件(室の構成、各室の床面積、階高等)と採用する外皮・設備の仕様を入力することにより、設計一次エネルギー消費量を算出する。一定の計算条件(室用途ごとの使用時間、内部発熱、換気量等)のもと計算が行われるため、建物の運用状況(使い方)によらない一次エネルギー消費量の値が算出される。

・建物全体の基準値については、上記と同様の建物条件、計算条件のもと、外皮・設備に標準仕様を採用した場合のエネルギー消費量を基準一次エネルギー消費量として算出する。



(国土交通省資料)

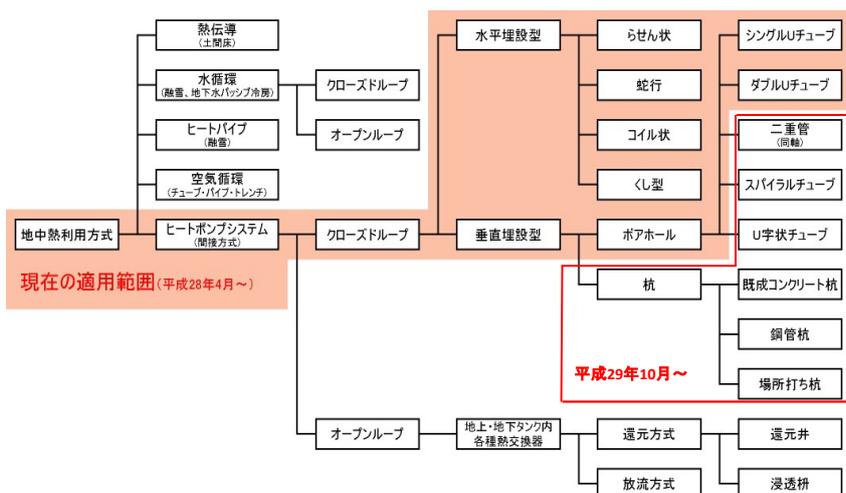
省エネ基準(非住宅)に地中熱追加

H25省エネ基準に基づくプログラムからH28省エネ基準に基づくプログラムへの主な変更点

非住宅	住宅
共通 ○建築物省エネ法で規定された基準値に変更 ○BEI(設計一次エネルギー消費量/基準一次エネルギー消費量)の定義の変更 ○ラベル生成機能の追加	エネルギー消費性能計算プログラム(住宅版) ○全体 ・建築物省エネ法で規定された基準値に変更 ○外皮関係 ・ q, m_e, m_h 値入力から、外皮面積の合計、および $U_A, \eta_{AH}, \eta_{AC}$ 値の入力へ変更 ○暖冷房関係 ・暖冷房エネルギー消費量の計算方法を変更 ・ダクト式セントラル空調機の入力項目を増やし、出力補正の有無、消費電力量補正、定格能力、定格消費電力が入力できるよう変更 ○給湯関係 ・給湯専用型ガス石油を従来型と潜熱回収型に分け、それぞれに効率を入力しない場合のデフォルト値を設定 ・給湯設備(水栓)がない場合の選択肢を追加。併せて、浴室等がない場合の選択肢を追加 ・石油・ガス給湯機の効率の入力方法を追加 ・太陽熱給湯の集熱面積の入力方法を追加 ○照明関係 ・LED照明の評価を追加 ○太陽光発電関係 ・パワーコンディショナーの効率の入力方法を追加 ・コージェネレーションシステム関係 ・コージェネレーション設備の性能の試験方法が作成されたことを受け、パラメータを直接指定できる方法を準備 ※ただし、試験結果から得られる仕様を直接入力するのではなく、住宅性能評価・表示協会において試験結果に関する情報を管理し、本プログラムからは型番を選択することで間接的に試験結果から得られる仕様が評価に反映するような仕組みを構築。
エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版) ○計算ロジックの調整 ・外皮・開口部の評価法変更(建具込の窓性能で評価) ・空調-全熱交換機の評価法調整 ・空調-地中熱ヒートポンプの評価法追加 ・空調-蓄熱槽効率を選択式に変更 ・換気-換気代替空調機の評価法調整 ・給湯-節湯器具の評価法調整 ・効率化設備-太陽光発電の評価法調整 ○データベース ・建材、窓の物性値データベースの更新 ・負荷計算パラメータの更新 ・給湯の室用途別湯使用量に関するデータベースを追加 ○入力シート ・燃源機種等の名称を更新(JIS等へ合わせるもの) ・照明制御の選択肢変更	
モデル建物法入力支援ツール ○中央式熱源の評価ロジックを追加 ○モデル建物を追加(8用途から15用途へ) ○評価ロジックの調整 ・非空調コア比率が空調一次エネルギーに与える影響を反映 ・空調面積あたりの熱源容量を入力	

(建築研究所資料)

Webプログラム(エネルギー消費性能計算プログラム)による計算の適用範囲



平成29年度の補助事業

事業名		H29 予算
経済産業省	地域の特性を生かしたエネルギーの地産地消促進事業費補助金 ・再生可能エネルギー熱事業者支援事業 ・分散型エネルギーシステム構築支援事業	63
	地中熱などの再生可能エネルギー熱利用のコスト低減に向けた技術開発事業	8
	省エネルギー投資促進に向けた支援補助金 ・ZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス)支援事業 ・ZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)実証事業 ・エネルギー使用合理化等事業者支援事業	672.6
環境省	再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業	80
	廃熱・湧水等の未利用資源の効率的活用による低炭素社会システム整備推進事業	22
	業務用施設等における省CO2促進事業	50
	賃貸住宅における省CO2促進モデル事業	35

(単位:億円)

地域の特性を活かしたエネルギーの地産地消促進事業費補助金 平成29年度予算額 63.0億円 (45.0億円)

資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部
①新エネルギーシステム課 03-3580-2
②新エネルギー課 03-3501-4

事業の内容

事業目的・概要

- 従来の大規模集中電源に依存した硬直的なエネルギー供給システムを脱却するとともに、急速に普及する再生可能エネルギーをはじめとした分散型エネルギーを安定的かつ有効に活用していくため、地域に存在する分散型エネルギーを地域内で効率的に活用する「エネルギーの地産地消」が注目を集めています。
- エネルギーの地産地消を進める上では、エネルギー設備の導入等に要する初期費用に対し、十分なエネルギーコストの削減を確保できる効率的な設備形成が求められます。こうした効率的な設備形成を行うためには、地域のエネルギー供給の特性に応じて設備導入を進めることが重要です。
- そこで、本事業では、地域の実情に応じ、①先導的な地産地消型エネルギーシステムを構築する事業、②木質バイオマスや地中熱等を利用した再生可能エネルギー熱利用設備を導入する事業等に対して支援を行うことで、エネルギーの地産地消を促進します。

成果目標

- 平成28年度から平成32年度までの5年間の事業を通じて、省エネ効果20%以上の達成等を可能とする先導的な地産地消型のエネルギーシステムの構築を目指します。

条件 (対象者、対象行為、補助率等)

補助 (3/4, 2/3, 1/2, 1/3)

国 → 民間団体等 → 民間事業者等

事業イメージ

①分散型エネルギーシステム構築支援事業

- 民間事業者等による先導的な地産地消型のエネルギーシステムの構築に対し、補助を行います。
- (1) 事業化に向けた計画策定に対する支援 【補助率3/4以内】
事業化可能性調査やマスタープランの策定を支援
- (2) エネルギーシステムの構築に関する支援 【補助率2/3, 1/2, 1/3以内】

エネルギー設備をエネルギー管理システムを用いて制御し、エネルギーを面的に利用する地産地消型エネルギーシステムの構築を支援
※「固定価格買取制度」で設備認定を受けない設備が補助対象

②再生可能エネルギー熱事業者支援事業

- 民間事業者による再生可能エネルギー熱利用設備導入に対して補助を行います。【補助率1/3以内】
- ※地方公共団体から指定・認定を受けて実施する先導的な事業については、2/3以内を補助する場合があります。

バイオマス熱利用 地中熱利用 太陽熱利用

【再生可能エネルギー熱利用設備の内訳】 太陽熱利用、温度差エネルギー利用、雷水熱利用、地中熱利用、バイオマス熱利用、バイオマス燃料製造

※地方公共団体等への補助・民間事業者への発電設備の補助は、環境省が実施。なお、平成28年度「再生可能エネルギー事業者支援事業費補助金」で採択した発電設備導入事業及び地方公共団体等の事業は、平成29年度以降も経産省が補助を行います。

H29執行団体：環境共創イニシアチブ

再生可能エネルギー・電気・熱自立的普及促進事業 (経済産業省連携事業)

平成29年度予算(案) 8,000百万円 (6,000百万円)

43

背景・目的

平成28年5月、我が国の2030年度の温室効果ガス排出削減目標を2013年度比で26.0%減とする「地球温暖化対策計画」が閣議決定され、これを実現するための対策として、再生可能エネルギーの最大限の導入が盛り込まれた。

一方で、再生可能エネルギーについては、固定価格買取制度の利用拡大が困難となる中、持続可能かつ効率的な需給体制の構築、事業コストの低減、社会的受容性の確保、広域利用の困難さ等に関する課題が生じており、地域の自然的社会的条件に応じた導入拡大は必ずしも円滑に進んでいない状況にある。

このため、こうした状況に適切に対処できる、自家消費型・産地消型の再生可能エネルギーの自立的な普及を促進する必要がある。

事業概要

地方公共団体及び民間事業者等の再生可能エネルギー導入事業のうち、地方公共団体等の積極的な参画・関与を通じて各種の課題に適切に対応するもの等について、事業化に向けた検討や設備の導入に係る費用の一部を補助する。

支援の対象とする事業は、固定価格買取制度に依存せず、国内に広く応用可能な課題対応の仕組みを備え、かつ、CO₂削減に係る費用対効果の高いもの等に限定する。

事業目的・概要等

再生可能エネルギーの課題に適切に対応する、費用対効果の高い優良事例を創出することで、同様の課題を抱えている他の地域への展開につなげ、再生可能エネルギー・電気・熱の将来的な自立的普及を図る。(本事業によるCO₂排出削減見込量は838,188t-CO₂)

事業スキーム

実施期間：平成28年度～32年度(最大5年間)

※熱利用設備に対する民間事業者への補助は経済産業省(資源エネルギー庁)が実施。
(系統連系されていない離島を除く。)

導入拡大への課題と対応の例

課題と具体例	課題対応の例
持続可能かつ効率的な需給体制の構築	バイオマス、小水力、地熱・温泉熱等の持続可能な調達・利用、需要施設とのマッチング
事業コストの低減	供給元から需要家までの供給一貫体制の構築、まちづくりと一体となった需要と供給の一致・調整
社会的受容性の確保	周辺住民の理解の醸成、農林水産業者や温泉事業者等との調整
自然環境との調和	太陽光発電、風力発電、地熱発電の導入に伴う景観の保全

事業イメージ (木質バイオマスの例)

設備補助対象は、エネルギー起源CO₂の排出抑制に資する設備と付帯設備

燃料供給者	需要家
<p>山元 原木 (チップ原料)</p> <p>チップ等製造機 原料 (チップ等)</p>	<p>バイオマスボイラー</p> <p>病院 福祉施設</p> <p>学校 福祉施設</p> <p>文化教育施設</p>

●長期的な取組に立ち、早期を過ぎた安定した燃料需要を有する需要家を地場的で確保し、維持する

●チップ供給業者の条件とボイラー側の条件を合致させる

●原料のチップ規格に適合したチップの供給体制の確立を促す

●燃料でのチップ等の安定的な需要を確保し、小口供給を可能とする

●ボイラーの出力規模等を集約化する

●チップ規格に対応したボイラーの生産等を促す

●設備コストの電化をより正確にするためボイラー等設備の立上りを検討する

●炭の処理など補給管理の円滑なシステムを導入する

●福祉施設の給湯など高い稼働率が必要となる施設を対象

●導入前に熟慮等の適切な把握と検討を行う

●チップ供給業者等を分散し、安定的な燃料供給を確保する

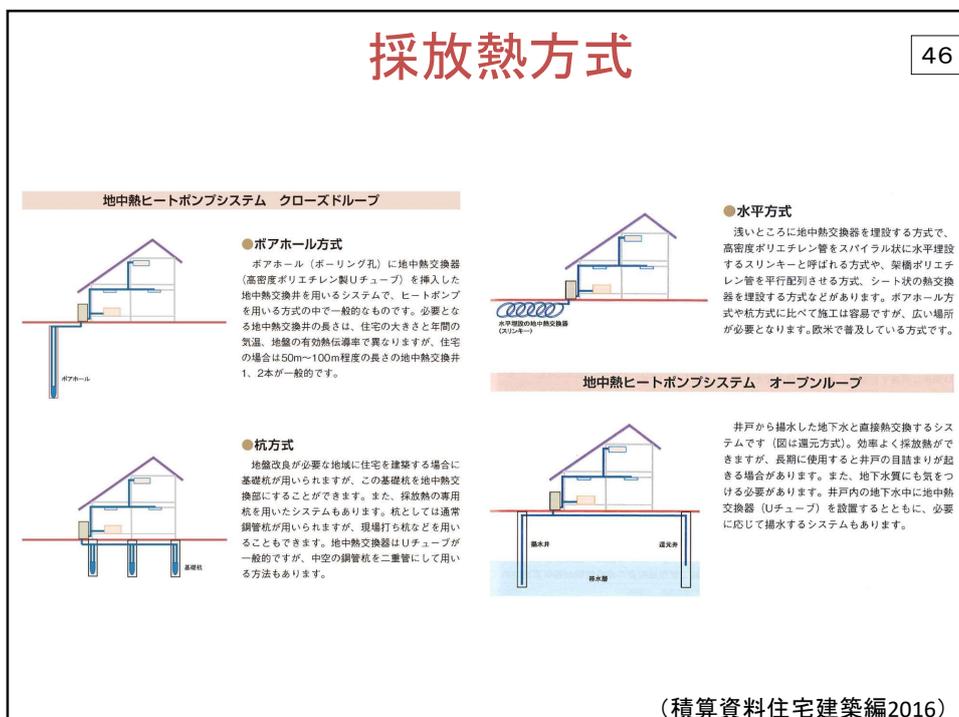
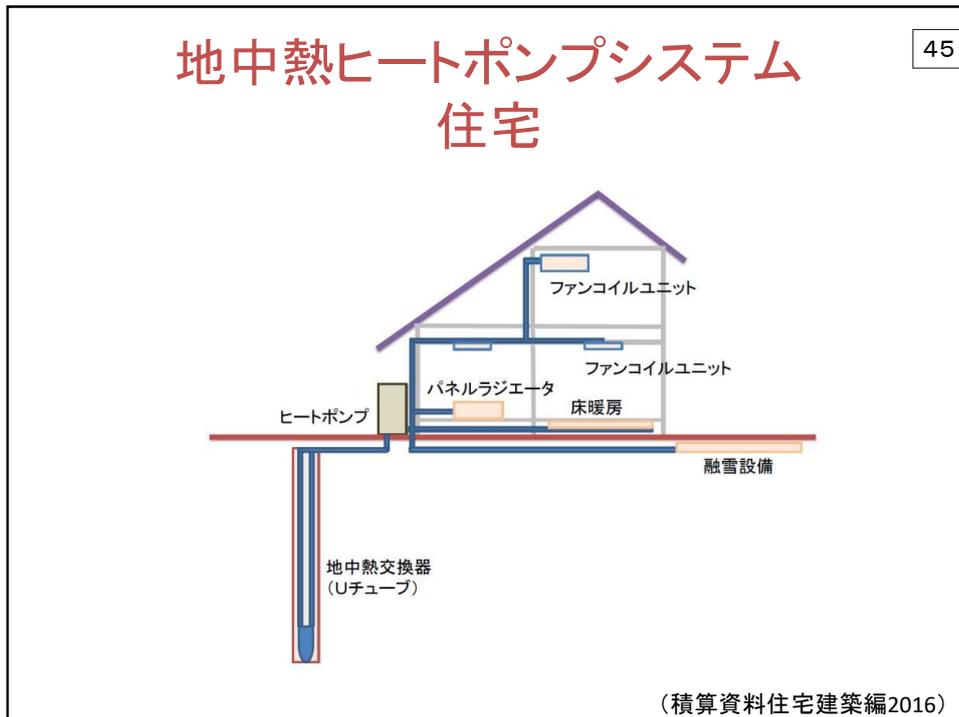
●初期コストの適正価格を共有するとともに福祉施設での一括導入等によりコストを低減

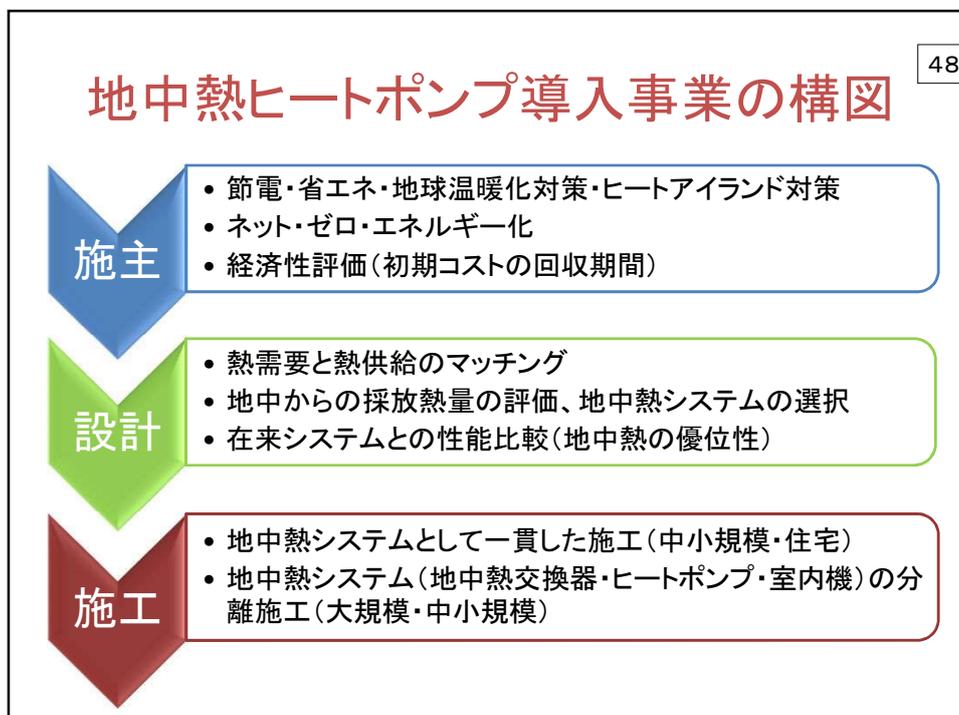
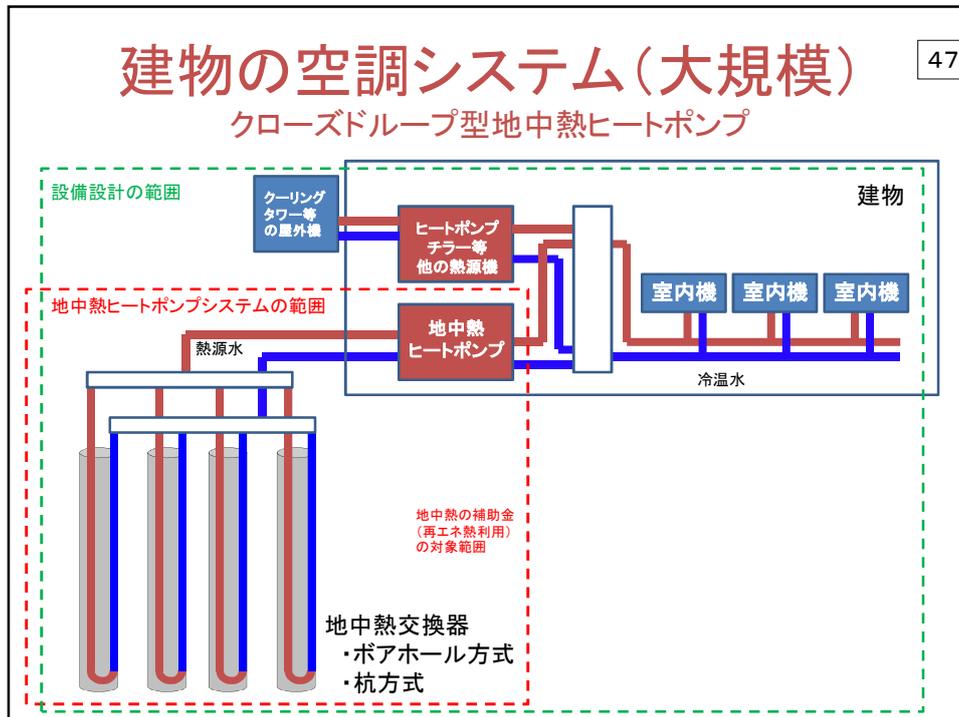
H29執行団体：日本環境協会

4. 地中熱の仕事をするには

地中熱の業態 技術基準と資格 地中熱情報の収集

22





49

地中熱事業のプレイヤー

施主	<ul style="list-style-type: none"> • オーナー • ディベロッパー
設計	<ul style="list-style-type: none"> • 設計会社 • コンサルタント(熱応答試験ほか)
施工	<ul style="list-style-type: none"> • ゼネコン・設備会社・ハウスメーカー • 施工/掘削会社(地中熱交換器ほか)

• ヒートポンプメーカー

• 管材メーカー

• 熱媒メーカー

50

設計基準・標準仕様書・導入ガイドライン

国土交通省官庁営繕部

国土交通省大臣官房官庁営繕部設備・環境課監修
「建築設備設計基準」平成27年版
第4編 空調設備
第3章 顕熱潜熱分離空調システム等
第7節 地中熱利用システム

国土交通省大臣官房官庁営繕部監修
「公共建築工事標準仕様書(機械設備工事編)」
平成25年度版、平成28年度版
第7編 さく井設備工事
第3章 地中熱交換井設備



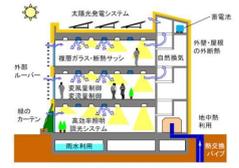

国土交通省大臣官房官庁営繕部設備・環境課
「官庁施設における地中熱利用システム導入ガイドライン(案)」
平成25年10月22日公開
国土交通省ホームページの「官庁営繕のQ&A」コーナー



石巻港湾合同庁舎
(国土交通省石巻海事事務所ホームページから)

2014年5月31日完成
延床面積2043m²
鉄筋コンクリート5階
建(一部鉄骨造)

地中熱ヒートポンプ
(冷房28kw 暖房
31.5kw) 2台
地中熱交換井
(100m) 16本



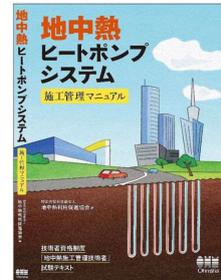
【ゼロエネルギー庁舎(イメージ図)】
官庁施設のゼロエネルギー化
モデル事業(2012-2013)

51

技術基準の整備

◇ 地中熱ヒートポンプシステム施工管理マニュアル 2014年

このマニュアルでは、これまでもっとも施工件数の多いクローズドループ・ボアホール方式の地中熱ヒートポンプシステムを対象にして、事業者が導入の検討を始める段階から、事前調査、設計、施工、試運転を経て、事業者を引き渡されるまでのプロセスと、その後の維持管理や、モニタリングによるシステムの評価、改善について記述するとともに、施工管一般に関する事項について記述している。（オーム社刊）



地中熱ヒートポンプ施工管理マニュアル
地中熱利用促進協会編

第1章 序論
第2章 計画提案と設計
第3章 地中熱交換井
第4章 配管
第5章 ヒートポンプ(熱源機)と熱源
補機
第6章 試運転と維持管理
第7章 モニタリングとシステム評価
第8章 施工管理一般

平成26年12月20日発行
オーム社

◇ 地中熱ヒートポンプシステムオープンループガイドライン 第1版 2017年

このガイドラインは、オープンループの還元方式と放流方式の基本的なシステムを取り上げ、それらの計画、設計、施工、運用について記述している。水循環基本法と基本計画の考え方を前提にして記述しており、環境省のガイドラインと整合的な内容になっている。（協会ホームページで公開）

52

省エネ基準・TRT

◇ 地中熱Webプログラム(非住宅)

未利用熱利用タスクグループで検討。2016年4月にクローズドループ地中熱ヒートポンプシステムのボアホール方式と水平方式がWebプログラムにより評価できるようになり、2017年10月に杭方式が加わった。

◇ 地中熱Webプログラム(住宅)

地中熱ヒートポンプタスクグループで検討。住宅用の地中熱ヒートポンプシステムのWebプログラムでの評価法の検討を進めている。

◇ TRT装置認定

地中熱を利用した建築物の建築確認申請をする際に、そこで必要となる有効熱伝導率(λ)をTRTを実施して求める場合、業界規格である「一定加熱・温水循環方式熱応答試験(TRT)技術書」の基準に適合したTRT装置で測定を行う必要がある。協会は、第三者認証機関として、申請のあったTRT装置についてその技術基準適合性を判断し、TRT装置認定書の発行を行う。

53

地中熱講座

基礎 設計 施工管理 空調設備

◇ **基礎講座（15回開講 受講者 517名）**
 ■目的: 地中熱利用に関する基礎的な知識の習得
 ■内容: 地中熱ヒートポンプの基礎知識、システムを構成する各部（地中熱交換器、ヒートポンプ、冷暖房システム）、設計、導入例と運転実績、経済性・環境性評価と将来展望などの概説

◇ **設計講座（6回開講、受講者 278名）**
 ■目的: 地中熱ヒートポンプシステムの適切な設計ができる技術者の育成
 ■内容: 地中熱利用及び空調の基礎と設計方法の講義、性能予測ツールを用いた設計演習

◇ **施工管理講座（4回開講、受講者 288名）**
 ■目的: 地中熱設備の施工における品質確保のため、適切な施工管理が行える技術者の育成
 ■内容: 「地中熱ヒートポンプシステム施工管理マニュアル」をテキストとし、導入の検討段階から事前調査、設計、施工（地中熱交換器、掘削、配管、循環流体、品質管理など）、試運転、維持管理、システム評価・改善までを体系的に講義

◇ **地中熱技術者のための空調設備講座（本年度開講）**
 ■目的: 地中熱利用に関する空調システムの設計方法を理解し、省エネ基準Webプログラムを使用して計算のできる人材を育成する。
 (2017年10月23日 現在)



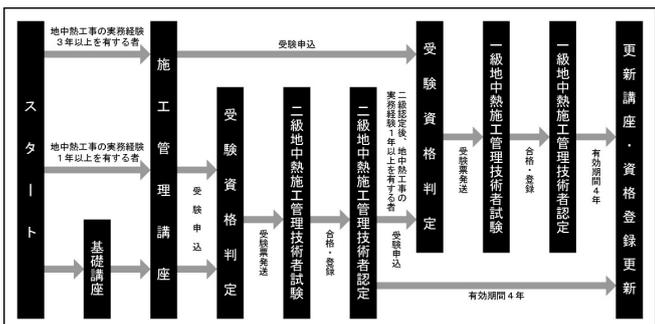
西日本工業大学 成田樹昭教授



北海道大学 長野克則教授

54

地中熱施工管理技術者資格制度



一級地中熱施工管理技術者

地中熱利用の設備工事(地中熱源からヒートポンプまでの施工範囲をいう)の施工管理責任者として必要な施工管理能力及び知識を有し、一級地中熱施工管理技術者としての登録を受けた者。
【登録者数(平成29年10月31日現在) 100名】

二級地中熱施工管理技術者

地中熱利用の設備工事の施工管理責任者を補助する者として必要な施工管理能力及び知識を有し、二級地中熱施工管理技術者としての登録を受けた者。
【登録者数(平成29年10月31日現在) 56名】

地中熱の本



「地中熱ヒートポンプシステム」
平成19年9月25日 第1版 発行
著者：北海道大学 地中熱利用システム工学講座
定価：3000円＋税 発行：オーム社
《ご案内》
本書は、平成16年10月～平成19年9月の3年間に、北海道大学大学院工学研究科内に設立された地中熱利用システム工学講座の活動の一環としてまとめられたもので、地中熱ヒートポンプシステムに関する基礎知識、設計手順、および導入事例などについて、建築設備技術者の実務に直接役立つように解説しています。



地中熱利用ヒートポンプの基本がわかる本
横浜産業新聞副編集長 内藤春雄 著
地中熱利用促進協会 監修
B5サイズ165頁
平成24年10月25日 発行
オーム社



地中熱ヒートポンプ施工管理マニュアル
地中熱利用促進協会編
第1章 序論
第2章 計画提案と設計
第3章 地中熱交換井
第4章 配管
第5章 ヒートポンプ(熱源機)と熱源補機
第6章 試運転と維持管理
第7章 モニタリングとシステム評価
第8章 施工管理一般
平成26年12月20日 発行
オーム社



事例に学ぶ地中熱利用ヒートポンプシステム
横浜産業新聞副編集長 内藤春雄 著
地中熱利用促進協会 編集協力
A4サイズ191頁
平成26年12月20日 発行
オーム社

まとめ

- 地中熱は再生可能エネルギーで、温熱としても冷熱としても利用できる。
- 地中熱の魅力は、冷暖房・給湯・冷温水・融雪など多様な用途に利用でき、省エネ性・環境性に優れている。
- 地中熱利用をするには、利用側の熱負荷のデータだけでなく地盤情報が必要。
- 地中熱を仕事にする環境は整ってきており、東日本大震災以降、市場参入する会社が増えている。