

C. 附属資料・補足資料

〔附属・補足〕1. 先進的事例視察

1.1 北海道

1.1.1 概要

福島県スマートコミュニティ構築支援事業の一環で、福島大学での再生可能エネルギー熱利用を中心とした事業検討として、北海道内で先進的事例を用いている施設等の視察を行った。

視察は、平成30年1月23日～25日までの3日間、北海道内で実施した。

参加者は表-1.1.1(敬称略)、見学先と住所は表-1.1.2の通り。

表-1.1.1 参加者名簿

福島大学	
施設課	佐藤 秀樹
施設課	渡部 一徳
再生可能エネルギー寄附講座	赤井 仁志
再生可能エネルギー寄附講座	小野 勇人
福島県地中熱利用技術開発有限責任事業組合	
新協地水(株)	谷藤 允彦
福島コンピューターシステム(株)	遠藤 敏夫
ミサワ環境技術(株)	中元 秀則
(株)福島地下開発	宮田 弘幸
(株)アーク (一般社団法人福島県設備設計事務所協会)	池田 俊幸
ゼネラルヒートポンプ工業(株)	谷藤 浩二
ゼネラルヒートポンプ工業(株)	斎藤 一成
ゼネラルヒートポンプ工業(株)	田尾 政敏
古川電気工業(株)	
東北電力(株)	尾形 安則
東北電力(株)	早瀬 訓
(株)ユアテック	高田 裕一郎
(株)ユアテック	阿部 良道
特定非営利活動法人地中熱利用促進協会	笹田 政克
福島県地中熱利用促進協議会	藤田 龍之介
空気調和・衛生工学会 再生可能エネルギーと多熱源利用調査小委員会	
(株)四国総合研究所 (四国電力(株)から出向)	天野 雄一朗

表-1.1.2 先進的事例施設調査の見学先と住所

日にち	見学場所	住所
平成30年1月23日(火)	1. アプレ植物工場	亀田郡七飯町字東大沼175-1
平成30年1月24日(水)	2. 夢元 さぎり湯	登別市登別温泉町60
	3. 登別地獄谷 展望台公衆トイレ	登別温泉町地獄谷
	4. 赤平オーキッド	赤平市百戸町西6丁目26番地
	5. 赤平消防署	赤平市大町1丁目5
	平成30年1月25日(水)	6. コンチネンタルシルマー(株)
	7. 北海道大学	札幌市北区北8条西5丁目

1.1.2 地中熱・地下水熱・温泉熱ヒートポンプによる冷暖房(アプレ植物工場)

アプレ植物工場は生薬栽培を全国で展開しており、30 数種類の野菜を栽培し、函館市内のデパートに専用売り場を確保している他、通販も実施しており、既にブランド野菜になりつつある。

当施設では、温室の冷暖房は、温泉熱・地下水熱を利用したヒートポンプによる冷温水を用いて輻射および冷温風でおこなっている。また、栽培に必要な外気の加温・冷却を地中熱ヒートポンプで行っている。

従来のエアコンと灯油利用の場合の光熱費、約 8,000 万円に比べ、当該システムの光熱は約 4,300 万円となった。年間およそ 3,700 万円の削減となる。見学の様子を写真-1.2.1 に示す。平成 30 年 1 月 23 日時点のヒートポンプ熱源系統図を写真-1.2.2 に示す。



写真-1.2.1 施設内見学の様子

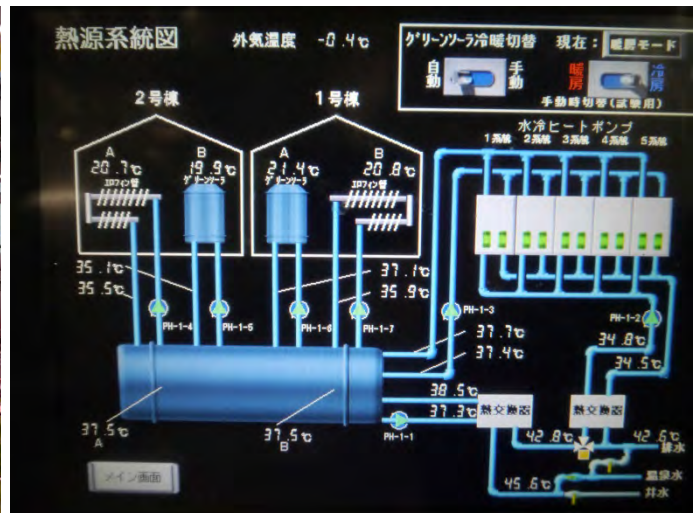


写真-1.2.2 熱源系統図

1.1.3 温泉排湯熱ヒートポンプによる温泉施設の給湯(夢元 さぎり湯)

源泉は約 70℃と高温なため、給湯系統にはプレート式熱交換器で予熱した給水を灯油ボイラで沸かす方式を採用していたが、源泉は温度のバラツキがあって安定しないこと、また灯油価格の高騰により、年間での費用が上乗せされていた。

現在は従来の方式から、約 38℃の排湯から排湯槽内に環状のポリエチレン製間接熱交換器で採熱しつつ、ヒートポンプで沸かす方式であり、一年中一定の温度を保った約 12℃の地下湧水を約 65℃のお湯に沸きあげている。

給湯は、主に浴場のシャワー・カラン・ジャグジーに使用し、一日で約 15~16 t 使用するが、厳冬期においても湯切れすることなく、安定した運用ができています。また、登別の温泉は硫黄分の多い源泉で、硫化水素の対策も懸念されたが、メンテナンスの不具合や大きなトラブルの発生もなく、順調に稼働している。

施設外観を写真-1.3.1、ヒートポンプを写真-1.3.2 に示す。

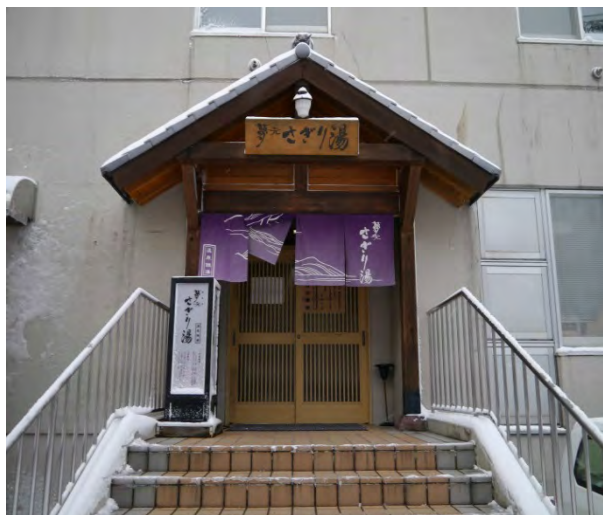


写真-1.3.1 夢元 さざり湯外観



写真-1.3.2 ヒートポンプ設備外観

1.1.4 地中熱ヒートポンプによるトイレの床暖房・給湯(登別地獄谷 展望台公衆トイレ)

当施設では地熱が高いため垂直ボアホールではなく融雪同様の水平配管のパイピング工法で採熱されている。

施設外観を写真-1.4.1に、施設内展示パネルを写真-1.4.2に示す。



写真-1.4.1 展望台公衆トイレ外観



写真-1.4.2 施設内ヒートポンプ展示パネル

1.1.5 地中熱ヒートポンプによるハウスの冷暖房(赤平オーキッド)

胡蝶蘭の通年栽培施設として地中熱ヒートポンプを導入し、寒冷地で安定的に栽培可能となったのが赤平オーキッドである。設備概要を図-1.5.1に示す。

1棟約450㎡が12棟あり、温室の冷暖房として利用されている。従来の灯油ボイラだけの利用と比べ、ランニングコストは約66%の減少、CO₂は約71%の減少となっている。イニシャルコストはおおよそ2億円かかったとされるが、設備投資の回収は約8年と見込まれる。

施設内見学の様子を写真-1.5.2～写真-1.5.3に示す。

システム概要図

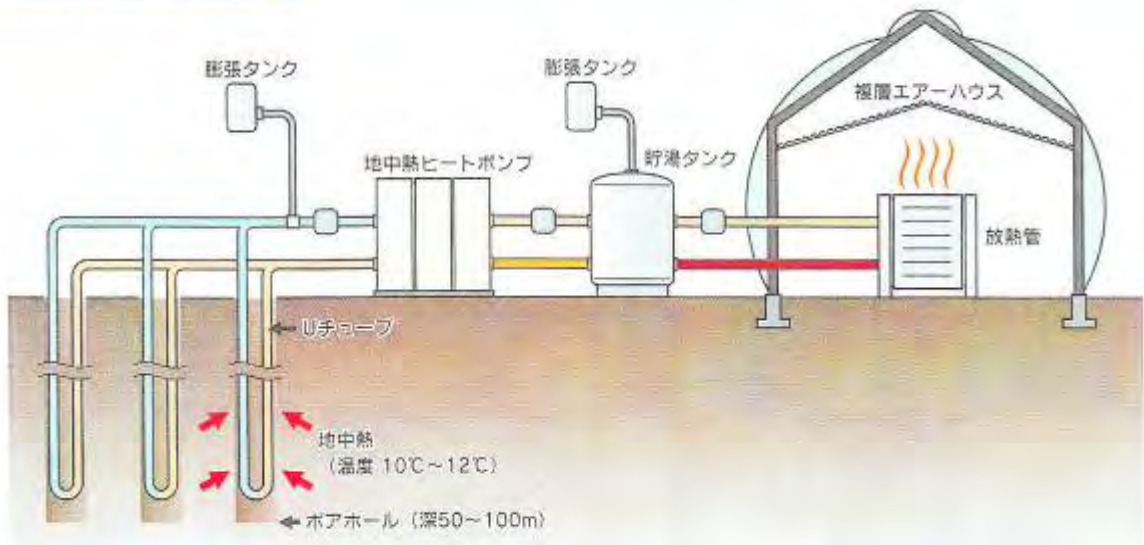


図-1.5.1 赤平オーキッドの設備概要



写真-1.5.2 施設内見学の様子



写真-1.5.3 施設内見学の様子

1.1.6 地中熱ヒートポンプによる空調・床暖房(赤平消防署)

環境省による「地熱・地中熱等の利用による低炭素社会推進事業(地熱・地中熱等利用事業のうち地域面的地中熱利用推進事業)」の採択事業として、地中熱ヒートポンプによる冷暖房設備を導入したのが赤平消防署である。

導入された設備はヒートポンプチラー {93.6kW(36 馬力)} とビル用マルチヒートポンプ {暖房能力 55 kW 冷房 56kW(10 馬力+12 馬力)} の 2 基である。

ヒートポンプシステムの導入により、従来の EHP と灯油ボイラの使用に比べ、年間ランニングコストは約 220 万円の削減、CO₂ は 123 t、削減率にして 57%となる

施設外観を写真-1.6.1、施設内見学の様子を写真-1.6.2、施設内ヒートポンプを写真-1.6.3、補給水ポンプを写真-1.6.4 に示す。



写真-1.6.1 施設外観



写真-1.6.2 施設内見学の様子



写真-1.6.3 ヒートポンプ設備



写真-1.6.4 補給水ポンプ

1.1.7 地下水熱利用フリーヒーティングによる融雪と KHK シルマーの実験装置(コンチネンタルビル)

撮影時の平成 30 年 1 月 25 日午前 8 時過ぎのコンチネンタルシルマー(株)駐車場の様子を写真-1.7.1 に示す。連日の大雪の影響で、当日の朝、気温が -10°C 以下で、朝 6 時から 7 時頃までの積雪が 7cm 程度あったが、周辺道路と比較すると積雪は少ない。蓄熱槽使用の融雪装置の概要は図-1.7.5～図-1.7.6 に示す。

KHK シルマーの説明を受ける様子を写真-1.7.2、KHKシルマー(高性能気水分離器)写真-1.7.3～写真-1.7.4 に示す。



写真-1.7.1 ロードヒーティング



写真-1.7.2 設備説明講演の様子



写真-1.7.3 KHKシルマー(高性能気水分離器)の実証試験の様子



写真-1.7.4 KHKシルマー(高性能気水分離器)の実験モデル

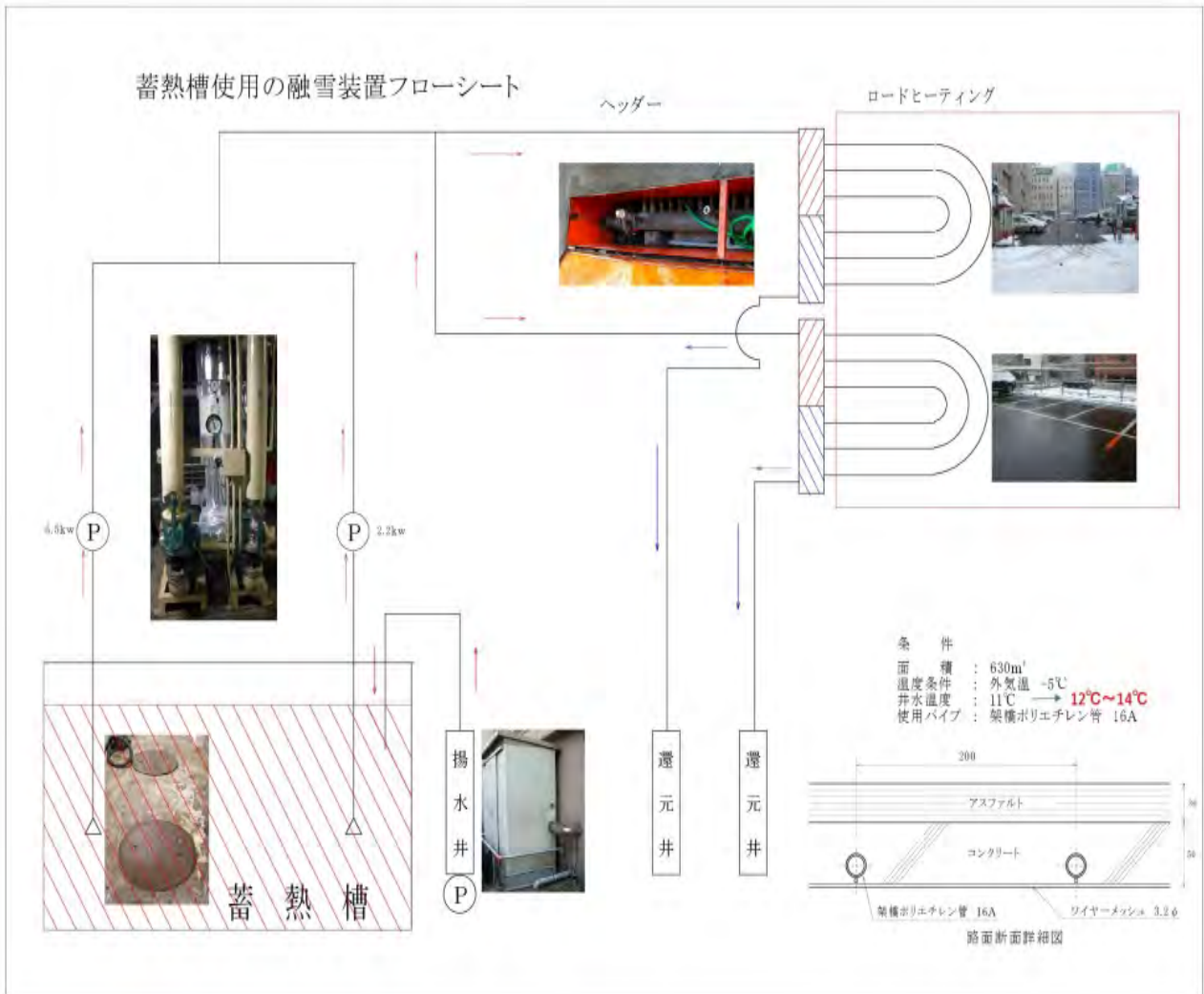
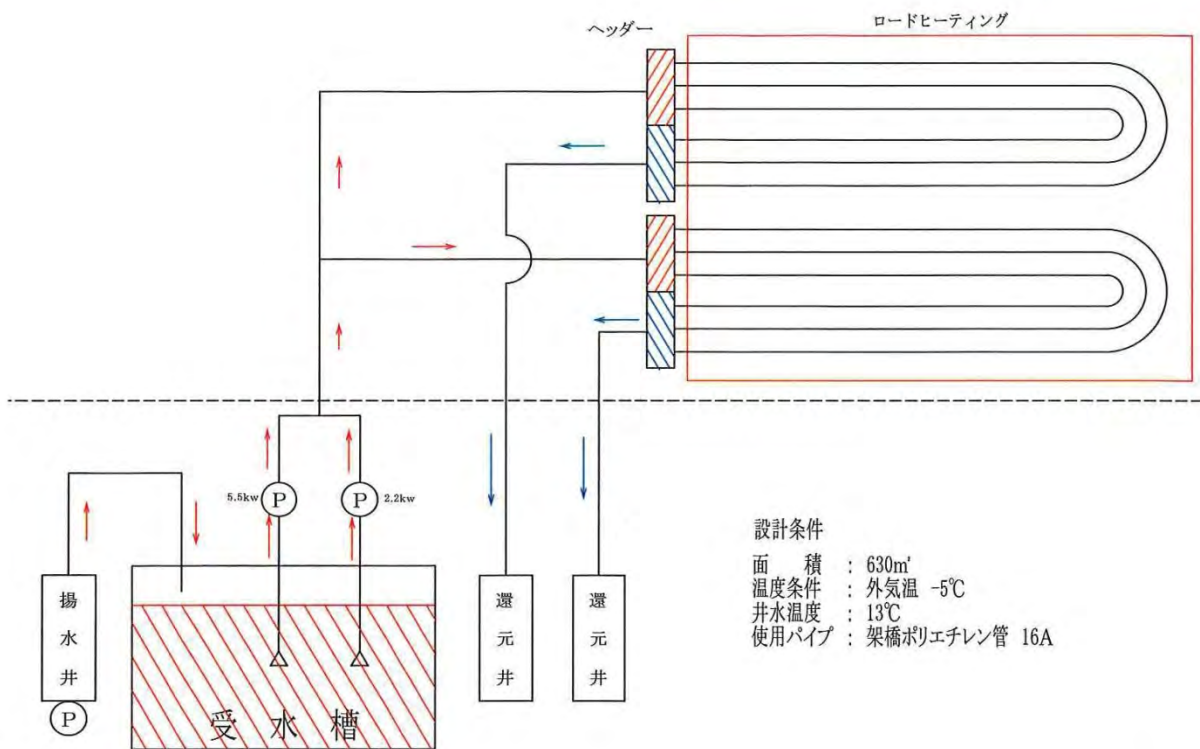


図-1.7.4 融雪装置フローシート



受水槽使用の冷房フローシート

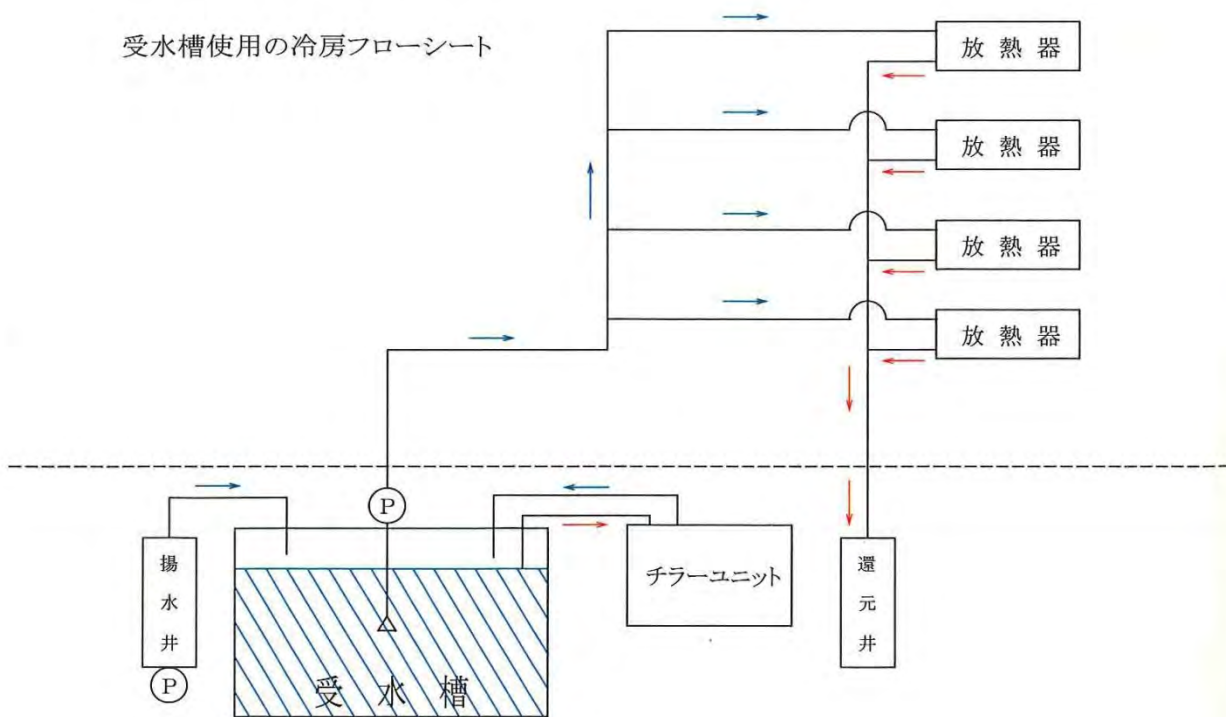


図-1.7.5 受水槽使用のフローシート

1.1.8 地中熱利用ヒートポンプシステム(北海道大学)

北海道という気候にあった建築のあり方を化石エネルギーの大量消費という力づくで行うのではなく建築自体と設備が一体化したシステムによる冬季の熱取得、夏季における熱遮蔽を両立させるために様々な省エネ配慮がされている。その中でも、クールチューブ、ヒートチューブによる地中熱利用の視察を行った。

北海道大学工学研究科共用実験棟には地中熱交換機 65mが 4 箇所、80mが 2 箇所埋設されている。ヒートポンプ設備見学の様子を写真-1.8.1～写真-1.8.2 に示す。



写真-1.8.1 ヒートポンプ見学の様子



写真-1.8.2 ヒートポンプ設備

参考・文献

- 1) データ公開協力 登別温泉(株)
- 2) 資料提供 (株)日伸テクノ
- 3) 資料提供 ゼネラルヒートポンプシステム工業(株)
- 4) 資料提供 コンチネンタルシルマー(株)
- 5) 資料提供 北海道大学
- 6) 資料提供 赤平オーキッド(株)
- 7) 資料提供 (株)テスク資材販売
- 8) 資料提供 (株)アプレ

1.2 仙台周辺の視察調査報告

1.2.1 概要

福島県スマートコミュニティ構築支援事業として、再生可能エネルギー熱利用を中心とした事業検討のため、先進的事例見学会を行った。参加者は表-1.2.1.1の通りである。(敬称略)

表-1.2.1.1 参加者名簿

福島大学	
施設課	渡部 一徳
再生可能エネルギー寄附講座	赤井 仁志
	小野 勇人
	佐藤 吏
福島市 環境課 ※	
福島県地中熱利用技術開発有限責任事業組合	
福島コンピューターシステム(株)	遠藤 敏夫
ミサワ環境技術(株)	中元 秀則
ジオシステム(株)	高杉 真司
(株)三本杉ジオテック	丹治 安則
(株)福島地下開発	須藤 明德
新協地水(株)	添田 常吉
(株)アーク(一般社団法人福島県設備設計事務所協会)	池田 俊幸
ゼネラルヒートポンプ工業(株)	谷藤 浩二
(株)ユアテック	佐藤 正佳
	加藤 龍宏
	阿部 良道
	阿部 拓也

※ 高橋克典が、急遽欠席

先進的事例施設調査の見学先と住所

- 1,(株)ユアテック 宮城支社 仙台南営業所 (仙台市宮城野区榴岡4丁目1-1)
- 2,東北大学 カタールサイエンスキャンパス(仙台市青葉区荒巻青葉6-6)
- 3,東北大学 未来科学技術共同研究センター(仙台市青葉区荒巻青葉6-6-10)
- 4,(株)ユアテック 人材育成センター 安全啓発センター(富谷市成田9丁目3-5)

1.2.2 (株)ユアテック 宮城支社 仙台南営業所

(株)ユアテック仙台南営業所は地中熱利用ヒートポンプシステムと災害時対応型蓄電池併用太陽光発電設備を導入している。

施設外観を写真-1.2.2.1、講習の様子を写真-1.2.2.2に示す。



写真-1.2.2.1 (株)ユアテック仙台南営業所の外観



写真-1.2.2.2 仙台南営業所での講習の様子

太陽光発電の導入

太陽光発電設備は、地球温暖化対策として注目されている設備の一つである。

国では導入拡大を図るために、従来からの設備費用補助制度に加えて、平成 21 年 11 月より、太陽光発電の余剰電力を従量料金のほぼ 2 倍の価格で電力会社を買取る制度を発足させた。

一方で東北地方、特に宮城県においては宮城県沖地震が近い将来に必ず発生するといわれており、今後はこれらの災害に備えた設備の導入検討も増えると思われる。

なお、通常の太陽光発電は昼間のみ発電し、系統停電中は自身も停止させるシンプルな設備が主流である。よって、災害時対応設備には、系統停電時でも発電可能であることや、雨天や夜間にも電力を供給できるよう蓄電池を併設した設備が求められる。

これらの設備を実際に導入し運転データを収集して、提案活動における資料や詳細設計を行う際の有効なデータを得ることを目的としている。

施設内の蓄電池を写真-1.2.2.3 に示す。地中熱採熱ポンプ盤を写真-1.2.2.4、見学の様子を写真 1.2.2.5 に示す。



写真-1.2.2.3 仙台南営業所の蓄電池



写真-1.2.2.4 仙台南営業所の地中熱採熱ポンプ盤



写真-1.2.2.5 仙台南営業所の地下熱利用ヒートポンプ視察の様子

低導入型コスト型システムの検討

日本では地中熱交換器を埋設するための費用が高いことや、地中熱専用のヒートポンプユニットの市場が未成熟であることが地中熱ヒートポンプ導入の障害となっている。

そこで、導入コストの低減検討を目的に実際に低導入コスト型のヒートポンプを導入した。

1.2.3 東北大学 カタールサイエンスキャンパス

カタールサイエンスキャンパスで使用されているヒートポンプ機器の概要を表-1.2.3.1に示す。見学の様子を写真-1.2.3.2に示す。ヒートポンプモニターを写真-1.2.3.3～写真-1.2.3.4に示す。

表-1.2.3.1 カタール内に導入されている設備

使用機械	名称・形式	性能	台数	備考
ヒートポンプ	冷温水式地中熱ヒートポンプ ZQH-12.5W12.5-R-C	冷房 33.2kW 暖房 39.1kW	1	ゼネラルヒートポンプ工業製 東北大学実証試験向けインバータ特別仕様
一次側循環ポンプ	PE2-405-0.75	40A 0.75kW	1	熱交換井用
二次側循環ポンプ	PE2-405-0.4T	40A 0.40kW	1	ファンコイル用
二次側循環ポンプ	PE2-405-0.5T	40A 0.40kW	1	パuffersタンク用
ファンコイルユニット	DHP-50MCH-260F	43.2kW	2	多目的ホール用 天井隠蔽型
温度成層式蓄熱パuffersタンクユニット	KT500-7/13 SUS444	500L	1	亀山鉄工所製 蓄熱用



写真-1.2.3.2 カタールサイエンスキャンパス見学の様子



写真-1.2.3.3 カタール内のヒートポンプモニター(1)

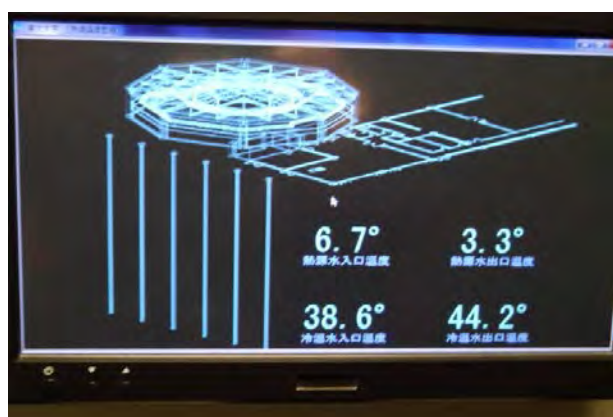


写真-1.2.3.4 カタール内のヒートポンプモニター(2)

1.2.4 東北大学 未来科学技術共同研究センター(NICHe)

東北大学は、日本の特徴である多い降水量と多層の地盤条件を逆に、地中熱探熱管の単位長さ当たりの採放熱量を多くする方法を考案して実用化した。図-1.2.4.3に示す。

熱交換部を写真-1.2.4.1～写真-1.2.4.2に示す。



写真-1.2.4.1 NICHe 地中近郊の熱交換部(1)



写真-1.2.4.2 NICHe 近郊の地中熱交換部(2)

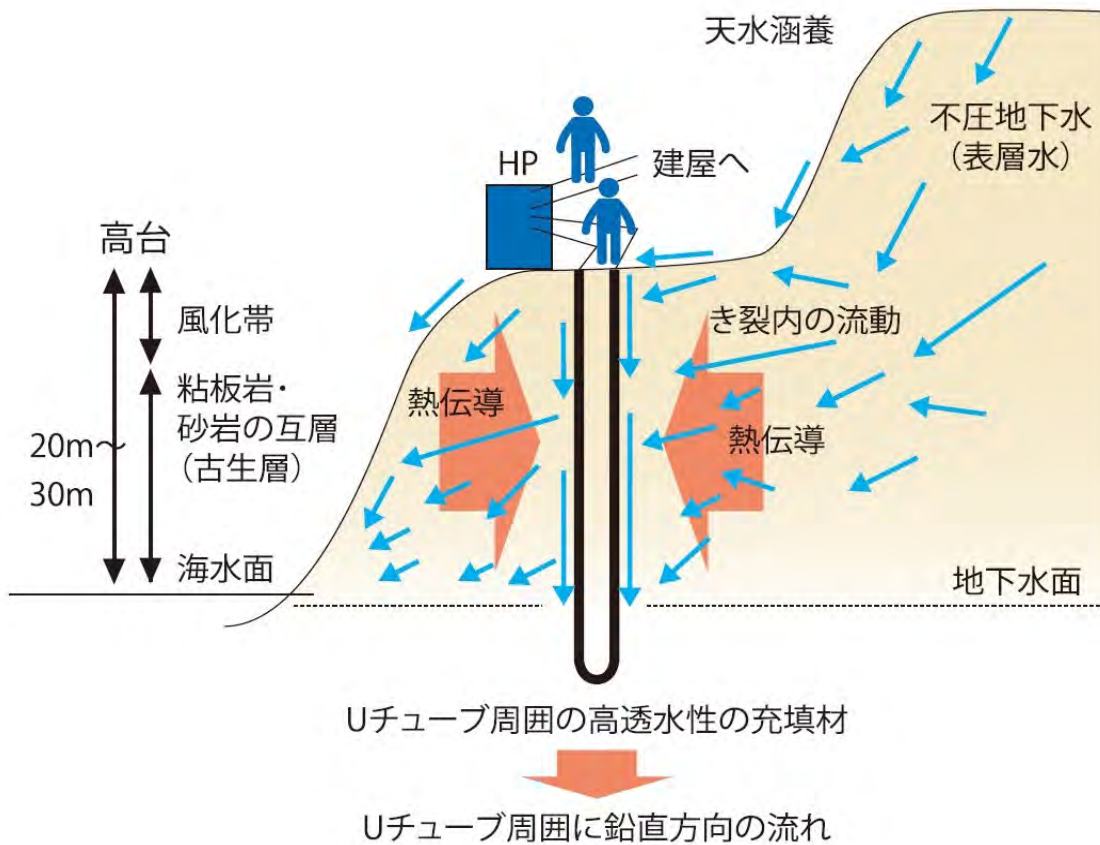


図-1.2.4.3 自然水活用型の概念

震災からの復興への貢献可能性

寒冷地・積雪地で、高い効率で冷暖房や給湯ができるヒートポンプシステムの導入で、スマートグリッドやスマートコミュニティの需要側のエネルギーが効果的になる。

津波被災地の高台移転や市街地の再生等の地域で、上下水道や電力等のインフラストラクチャを復興すると同様に、各エリアに地中熱利用のボアホールを設置することも視野に入れて、スマートコミュニティを円滑に進めることも考慮されている。図 1.2.4.4 に全直膨式の概要図を示す。

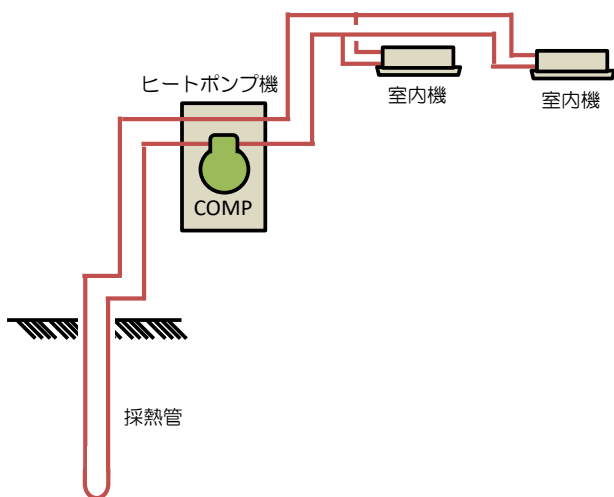


図-1.2.4.4 地中熱利用ヒートポンプの熱媒形態 「全直膨式」の概要

「全直膨式」ヒートポンプの長所

- ・循環ポンプがなく、搬送動力の削減
- ・地中採熱の能力が大きい
- ・熱交換器がなく、放熱器の要求温度で直接熱媒を循環させることが可能
- ・採熱管の掘削口径が細いため。小型の機械で掘ることができ、施工コストが低減

1.2.5 (株)ユアテック 人財育成センター 安全啓発センター

地中熱利用ヒートポンプシステムは、冷房排熱を地中に棄てる。このために、空気熱源ヒートポンプの屋外機から出る高温の排熱が身体にあたり不快になるようなことがない。また、排熱を大気に放出しないことから、都市のヒートアイランド現象の緩和につながる。

日本のほとんどの地域で、空気熱源ヒートポンプにより暖房をすると、屋外機の熱交換用コイルに霜が着く。霜を融かすのに、冷房回路に切り替えてデフロスト運転（除霜運転）をしなければならず効率が悪くなる。湿度の高い地域は、デフロスト運転が頻繁に起きる。また、多雪地帯では、雪氷が屋外機の熱交換器用コイルに付きやすく、さらに不利になる。地中熱利用ヒートポンプシステムは、着霜や着雪・着氷がなく効率の低下がない。

これらのことから、冷暖房やロードヒーティングの熱源に、地中熱利用ヒートポンプを使ったシステムは、空気熱利用ヒートポンプによるシステムに比べて、省エネルギー効果が高い。

しかし、地中熱利用ヒートポンプシステムは、空気熱源ヒートポンプシステムにない地中への熱交換器の埋設工事が必要なことから、インシヤルコストが高い。80～100m まで地中熱交換器を埋設する専用の掘削埋設機は大型で、トレーラーに載せて運搬しなければならないことや、普及していないために出張による工事になるために高額な導入費用につながっている。そこで、配電工事用建柱車を活用して、10～20m 程度の浅い層の土壤に地中熱交換器を埋設すれば、建柱車が自走できること、全国どこにでもあることから埋設費用の軽減ができると考え、配電工事用建柱車を利用して、浅層土壤部に螺旋状地中熱交換器を埋設する工法の開発に取り組んでいる。施設外観を写真-1.2.5.1 に、見学の様子を写真-1.2.5.2 に示す。



写真-1.2.5.1 安全啓発センターの外観



写真-1.2.5.2 斜度角度の異なる太陽光パネル 実証試験装置見学の様子

参考・文献

- 1) 東北電力(株)・(株)ユアテック・(株)イノアック住環境・赤井仁志・葛隆生：空気調和・衛生工学会 第32回振興賞審査資料 配電工事用建柱車による螺旋状地中熱交換器埋設技術の開発
- 2) 草刈洋行・赤井仁志・佐藤寿実・濱田靖弘：地中熱・空気熱源利用ヒートポンプシステムに関する実証試験に関する報告書 (2010) pp.153~154
- 3) (株)ユアテック：災害時対応型太陽光発電設備の建設および実証試験結果についての報告書
- 4) (株)ユアテック：技術的課題と課題解決に資するシーズ プレゼンテーション資料