

○ 全体概要

実証対象技術	北海道札幌市のアリガプランニング本社の ZEB における地中熱利用システム
実証申請者	株式会社アリガプランニング
実証単位	（A）システム全体
実証機関	特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会
実証期間	令和2年7月1日～令和3年2月2日（現地計測期間）

1. 実証対象技術の概要

1.1 原理

地中は外気よりも夏場は温度が低く冬場は温度が高いという特性を有するため、地中を熱源として空調に利用すると、外気を熱源とするよりも効率よく冷暖房を行うことができる。また夏場は冷房排熱を直接外気中に放出しないため、ヒートアイランド現象の抑制効果が期待できる。

1.2 実証対象技術の特徴

この地中熱利用システムは実証申請者の本社ビルの新築に際して 2018 年 3 月に完成したもので北海道内初のゼロエネルギービル（ZEB）である。このビルの一次エネルギー削減率は、創エネ含まずで 56%、創エネ含むで 106%である。創エネは太陽光発電である。この技術の特徴は次の通りである。

（1）ビル全体が ZEB で様々な省エネ設備のうち地中熱利用はアクティブ技術の一つ。

（2）地中熱利用は地中熱ヒートポンプを利用した冷暖房が主体であるが、ヒートポンプを利用しないフリークーリングや地中熱ヒートパイプによる融雪も行っている。

（3）地中熱ヒートポンプの熱源は、Uチューブを利用した地中熱源と、揚水井・還元井を使った井水熱源を併用している。

（4）冷暖房には、冷温風の床吹き出し空調、床冷暖房、ファンコイルユニット等を利用している。

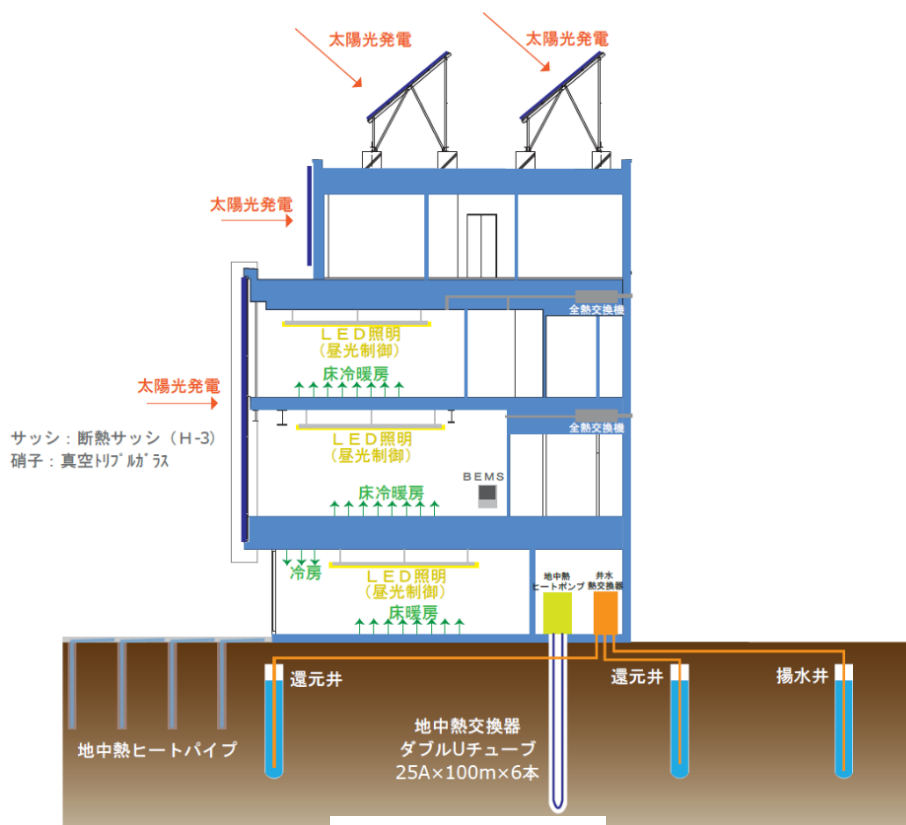


図 ZEB の全体図

1.3 実証対象技術の設置施設の環境

表 実証対象技術の設置施設の環境

施設の概要	施設名：株式会社アリガプランニング本社ビル（事務所ビル） 施設所在地：札幌市中央区南10条西12丁目2番23号
施設の規模と空調方式	S造（鉄骨構造）4階建て、空調面積439.7㎡。空調システムは地中熱対応水冷式ヒートポンプで冷温水を作って室内機に送る空調システム。
地質状況	試験場所付近の地質は第四紀扇状地の砂礫層からなっている。

1.4 冷暖房システムの全体と試験時のシステム構成

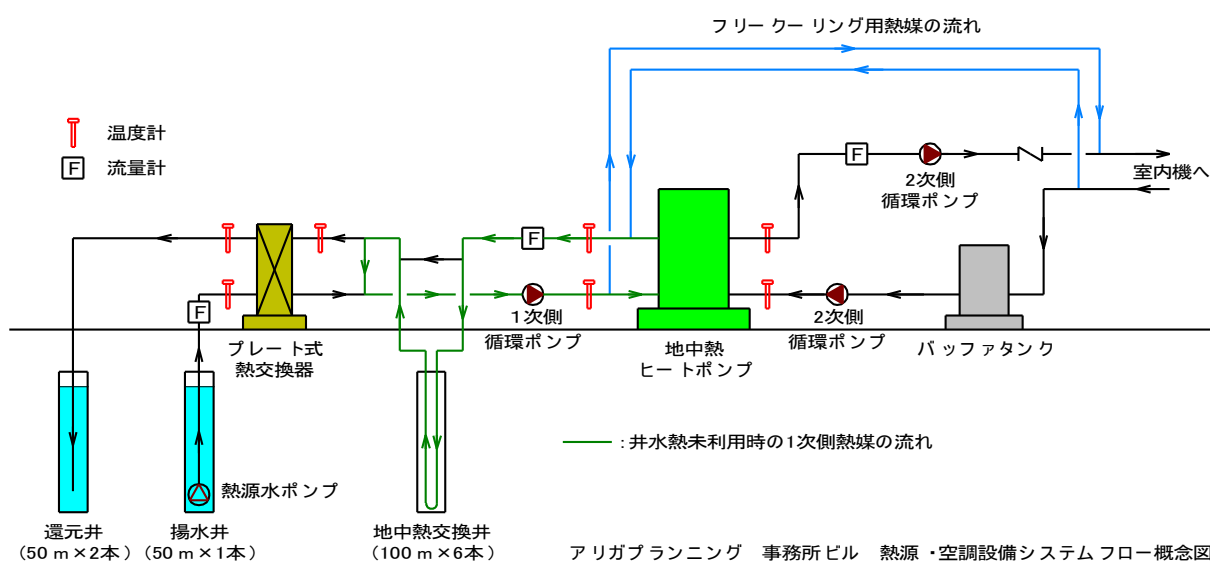


図 地中熱利用システムの全体の概念

表 実証対象技術の主なシステム構成

地中熱交換器 (ボアホール)	・ボアホール：掘削径179mm、深さ101.7m以上、6本 ・U字管：U字管長さ100m、呼び径25、WUチューブ6本 ・充填材：砂利
揚水井、還元井	・揚水：深さ50m、径100mm、1本、・還元：深さ50m、径150mm、2本
地中熱ヒートポンプ	・型式：ゼネラルヒートポンプ工業株式会社製 地中熱対応水冷式ヒートポンプチラー ZQH-15W15-R-C-INV 15HP ・消費電力：冷却7.4kW 加熱11.0kW、最大消費電力13.3kW ・冷却能力：38.0kW、平均COP：4.2・加熱能力：40.0kW、平均COP：3.8 ・冷媒：HFC-407C 台数：1台、インバータ制御
熱媒(1,2次側)	・GDブライン950P-40%、(株)ゴードー製、プロピレングリコール 37%
熱交換器	井水/1次側：プレート式熱交換器(SUS)、交換熱量44kW、1台

2. 実証の概要

2.1 実証の目的

実証対象技術の総合的な性能を実証することで、システム自体の性能及び設計、施工、運用に関する技術の高さを総合的、客観的に示すことを目的としている。

2.2 実証する性能

(1) 実証する性能

- 1) 暖房：暖房期間のシステムエネルギー効率（SCOP）を 0.8 以上とする。
- 2) 冷房：ヒートアイランド現象の緩和効果

(2) 比較対象技術

比較対象技術は従来機器として、「業務用空調ボイラ他（暖房）」とし、その暖房期間のシステムエネルギー効率は 0.8 とした。この 0.8 という数値は、環境省の地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック＜補助事業申請者用＞に示されている数値である。なお、北海道のような寒冷地では暖房用に空気熱源ヒートポンプはあまり使われておらず、また氷点下の条件でのエネルギー効率はメーカーも開示していないため、空気熱源ヒートポンプは比較対象技術にしていない。

3. 実証結果と考察

3.1 システム全体の实証結果

表 試験実施施設の空調システムの試験期間と使用状況

試験期間	試験期間：令和２年７月１日～令和３年２月２日 ・冷房期間：令和２年７月１日～令和２年９月３０日 ・暖房期間：令和２年１１月１日～令和３年２月２日
試験時の使用状況	事務所で実際に利用しているままの使用状況で試験した。

表 システム全体の实証項目の試験結果の要約

項 目			運転状態	実証結果
システム全体の 実証項目	必須項目	a. 冷房期間のシステムエネルギー効率	HP 運転	5.29
			FC 運転	15.45
			総合効率	6.52
		b. 冷房期間のシステム消費電力	HP 運転	858kWh
			FC 運転	118kWh
			合 計	976kWh
		c. 冷房期間の地中への排熱量	HP 運転	5,041kWh
			FC 運転	1,829kWh
			合 計	6,870kWh
	任意項目	d. 試験期間の平均システムエネルギー効率	HP 運転	3.60
			FC 運転	15.45
			総合効率	3.80
		e. 暖房期間のシステムエネルギー効率	HP 運転	3.35
		f. 暖房期間のシステム消費電力	HP 運転	5,908kWh
		g. 暖房期間の地中からの採熱量	HP 運転	14,100kWh

注） HP 運転：ヒートポンプ運転、FC 運転：フリークーリング運転、総合効率：期間中の HP 運転と FC 運転を総合した結果

性能の実証結果： 1) 本実証対象技術では実証する性能として、暖房期間のシステムエネルギー効率（SCOP）を 0.8 以上としたが、試験結果は 3.35 であったので、実証する性能を達成した。
2) 冷房期間のヒートアイランド現象の緩和効果は 5,770kWh であった。

3.2 その他の実証項目

実証単位(A)の実証では、実証単位(C)地中熱交換部の実証項目もあるが、これらは既存カタログなどを引用した参考項目なので、概要版では記載を省略した。

3.3 実証結果の考察

3.3.1 技術としての新規性

(1) ZEB で地中熱利用をする新規性

1) ZEB で地中熱を利用する有利性： ZEB では断熱性のすぐれた建築外皮を使用し、冬は太陽の熱を積極的に室内に取り入れているので暖房のためのエネルギーは ZEB でないビルと比べると少なくすむ。北海道での暖房は一般的に 2 次側熱媒温度が通常は 45～50℃以上必要だが、ZEB の効果で 40～45℃程度で十分快適な室内温度となり、1 次側熱媒温度と 2 次側熱媒温度の温度差を小さく保てるので、良好な SCOP が得られている。

2) 地中熱利用を ZEB に採用する有利性： 地中熱利用は ZEB での空調用一次エネルギー消費量の削減のためには非常に効果的な技術であることが示された。

3) ZEB と地中熱利用の相性の良さ： 上記のように、ZEB の側面から見ても地中熱利用の側面から見ても良好な結果が得られたことは、ZEB と地中熱利用は非常に相性のいい技術であることが示されたものと考えられる。

(2) 多種類の地中熱利用の複合利用の新規性： 本実証対象技術では地中熱の様々な利用方法を複合的に用いている。すなわち地中熱源と井水熱源、ヒートポンプ利用とフリークーリングであり、実証対象外であるが、融雪で地中熱ヒートパイプも利用している。

(3) フリークーリング (FC) の活用の新規性： 地中熱交換器や地下水熱交換器を利用した FC 冷房は消費電力が極めて少なく、SCOP が HP 冷房の 3 倍程度であり、将来性が高い。

3.3.2 期待される導入効果： 省エネや脱炭素、地球環境保全等に大きな効果が期待される。

3.3.3 比較可能技術に対する優位性： 北海道で多用される重油ボイラーより SCOP が非常に高く優位性が高い。

3.3.4 技術開発の可能性： 多様な地中熱利用方式を状況に応じて選択運転するソフト技術の開発は重要かつ効果的と考えられる。

3.3.5 実証事業としての意義： ZEB における初の ETV 実証で、ZEB と地中熱の相性の良さを示せたことは意義が大きい。

3.3.6 普及拡大に向けた課題： さらなるデータの蓄積と認知活動が課題であろう。

4. 実証対象技術の設置状況写真

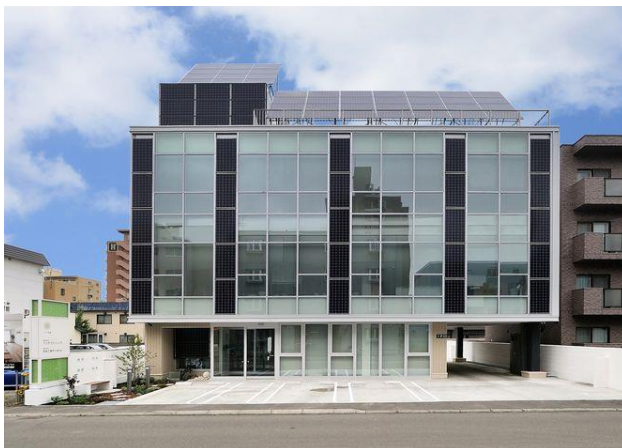


写真1 建物の全景



写真2 ヒートポンプ

（参考情報）

項目		実証申請者又は開発者 記入欄
実証対象技術名		北海道札幌市のアリガプランニング本社の ZEB における地中熱利用システム
製品名・型番		地中熱・地下水利用地中熱利用システム
製造（販売）企業名		株式会社 アリガプランニング
連絡先	TEL/FAX	011-520-3160
	ウェブサイト	http://ariga-group.com
	E-mail	h-ito@ariga-k.jp
設置条件		● 地中熱交換器の設置が可能であること。（クローズドループ式） ● 地下水が採水でき、熱利用後に還元が可能であること。（オープンループ式） ● 地中熱利用中の温度推移等を記録し、検証が可能であること。
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		● 揚水設備やプレート式熱交換器の定期的な点検等が必要である。 ● 本システムの熱媒はプロピレングリコールを使用しており、ヒートポンプ及びヒートポンプ 2 次側の発錆やスケール発生の恐れは少ないと考える。
施工性		● 地中熱交換用井戸及び揚水、還元井は、回転振動式の掘削機を用いて 50～100m を掘削した。回転振動式の掘削機はロータリー式と比べると掘削にかかる日数も短く、また搬入や設置も早い。
コスト概算		

○ その他実証申請者又は開発者からの情報

ZEB は脱炭素社会を実現するために重要な取り組みであると考えます。ZEB を実現するためには建築外皮性能を高めることによる空調負荷低減に基づく高効率空調システムの導入が大きなポイントであります。過去には寒暖差が大きい積雪寒冷地、特に北海道において ZEB を実現することは難しいと言われておりましたが、今回弊社社屋で『ZEB』（ZEB100%達成）を実現することにより、寒冷地での ZEB 普及の可能性について提示できたのではないかと考えております。

今回 ETV 実証事業において夏期・冬間・中間期（夏期のはじめ）のオープンループ式、クローズドループ式地中熱利用空調システム、フリークーリングの検証を行うことができたことで ZEB 実現には「地中熱利用」が空調システムに重要な役割を担っていることが実証できました。このことから地中熱利用は脱炭素社会実現には重要であると考えます。

今後も『ZEB』が継続的に実現できるよう、日々の運用状況の検証、運用改善を続けてまいります。

このページに示された情報は、技術広報のために実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省、及び実証機関は、内容に関して一切責任を負いません。

表 令和元年度の ZEB の実績値

	基準値	設計値	削減率	令和元年度 実績値	削減率
空調	457.34	218.31	52.2%	151.43	66.8%
換気	40.28	8.39	79.1%	8.43	79.0%
照明	219.34	71.87	67.2%	21.73	90.0%
給湯	4.58	5.81	-26.8%	5.86	-27.9%
昇降機	24.00	21.33	11.1%	7.26	69.7%
太陽光発電		-376.36		-343.9	
その他	120.38	120.38		114.64	
合計	865.92	69.73	91.9%	-34.54	103.9%
合計（その他除く）	745.54	-50.65	106.7%	-149.18	120.0%
合計（太陽光発電、その他除く）	745.54	325.71	56.3%	194.71	73.8%