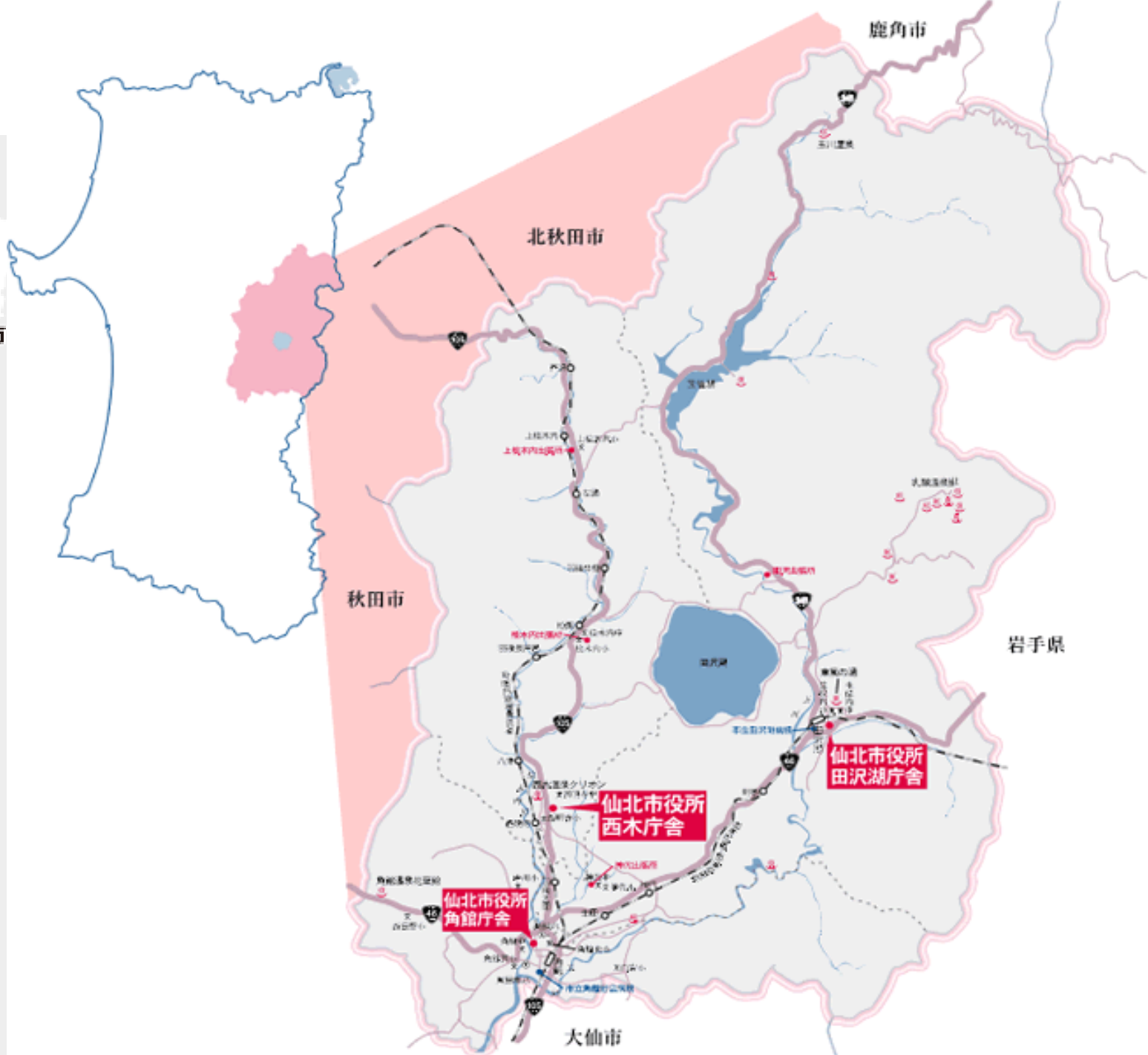


秋田県仙北市役所角館庁舎での 地中熱利用システム導入事例

秋田県仙北市役所
総務部角館市民センター
地域振興班長 富木 弘一

1.仙北市の概要



2.自然・地理的条件

平成17年9月20日に旧田沢湖町、旧角館町、旧西木村の2町1村が合併して「仙北市」が誕生しました。

令和7年7月1日現在

人口 22,526人

世帯数 10,235世帯

仙北市は、秋田県の東部中央に位置し、岩手県と隣接している地域です。

ほぼ中央に水深が日本一である田沢湖があり、東に秋田駒ヶ岳、北に八幡平、南は仙北平野へと開けています。地域の約8割（892.05平方キロメートル）が森林地帯で、奥羽山脈から流れる河川は、仙北地域の水源となっています。

気候は、冬季には全地域で平均気温が氷点下を下回る厳しい寒さですが、地域の南北間では気候、降水量とも差があります。

総面積は、1,093.64平方キロメートルで、秋田県全体の9.4パーセントを占めています。



3. 角館の特徴



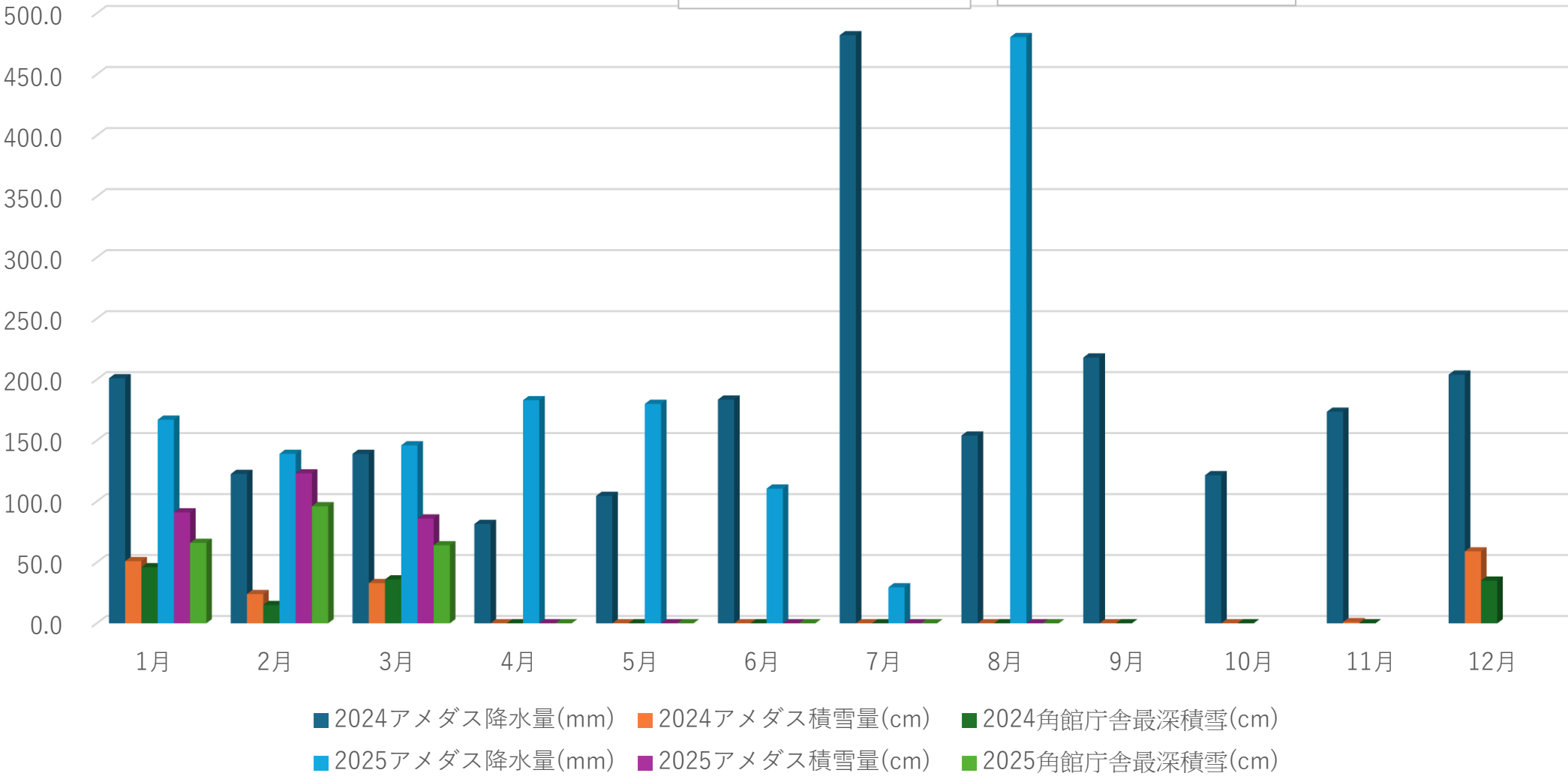
- ・ 伝統的建造物群保存地区
武家屋敷 6 軒公開
- ・ シダレザクラ163本
国天然記念物指定
- ・ 桧木内川堤ソメイヨシノ
2キロの桜並木
国指定名勝
- ・ 角館祭りのやま行事
(9月7日～9日開催)
ユネスコ無形文化遺産
国指定重要無形民俗文化財

角館の降水量と最深積雪量

アメダスデータと角館庁舎計測データ

2024/7月 降水量
482.0mm1日最大482mm

2025/8月 降水量
480.5mm1日最大113.5mm



4.地中熱導入の理由



地中熱読本

地中熱とは何か？

■夏は冷たく、冬は温かい地中熱

深さ10mくらいの地中温度（地温）は、その土地の年平均気温にはほぼ等しくなっています。四国九州の南部で20℃、北海道で10℃、東京や大阪では17℃程度です。もちろん深くなれば地温は上昇しますが、100m程度の深さでは温度の上昇は2～4℃程度です。一方、四季のある日本では、冬と夏に地上と地中との間で10℃から15℃もの温度差が生じています。つまり、温度が一定である地中は冬には温かく夏は冷たいです。地中熱利用ではこの温度差に着目して、効率的に熱エネルギーを利用しています。

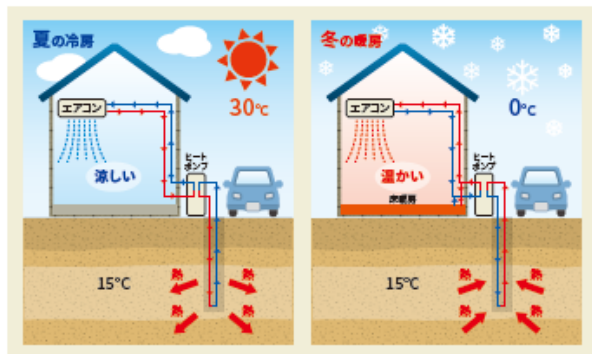
（出典）参考文献23



■地中熱ヒートポンプを使って、夏涼しく冬温かい家へ

地中熱ヒートポンプとは、大地とヒートポンプを組み合わせた冷暖房・給湯システムです。年間を通して温度が一定の地中を利用し、夏は外気より温度の低い地中に熱を放熱し、冬は外気より温度の高い地中から熱を採熱します。ヒートポンプとは、熱を温度の低い所から高い所に移動させる機械です。

（出典）参考文献23

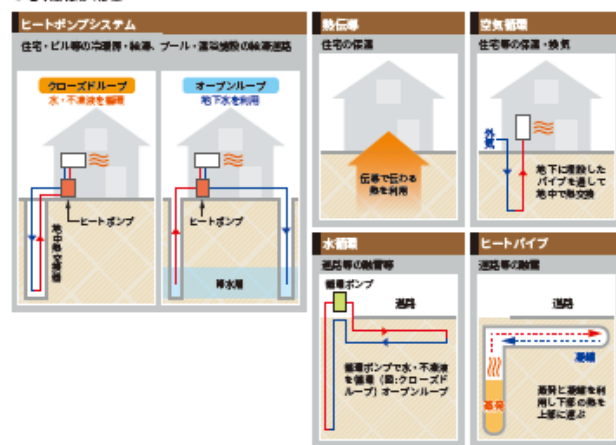


■場所や利用方法に合わせて選択できるシステム

大地と熱を交換する方法は数種類あります。最も一般的なものは、地中にパイプをループ状に挿入し、その中で不凍液等を循環させるクローズドループです。そのほかに、地下水の熱を直接利用するオープンループ等があります。

（出典）参考文献23

●地中熱利用の形態



■実は身近な地中熱

地中熱は地面がある場所にはどこにでも存在する、比較的利用しやすいエネルギーであり、人々の生活の知恵と結びついて、古来から利用されてきました。たとえば、温度変化の小さい地中の特性を利用し、地中の空間に野菜等を保存する「窖（むろ）」が作られてきました。また、私たちの先祖にあたる縄文人の竪穴（たてあな）式住居も、地中熱を巧みに生活空間に取り入れたものといえます。

（出典）参考文献23

コラム 地中熱の魅力と、他の再生可能エネルギーとの違い

自然エネルギーというと天候に左右されたり、利用できる時間帯が限られていると見られがちですが、地中熱は安定的にいつでも利用できる自然エネルギーです。また、地中熱の場合、日本中どこでも利用できることも大きな利点です。

（出典）参考文献23

	地中熱	太陽光	風力	水力	バイオマス	地熱
自然エネルギー	なし	なし	なし	なし	なし	なし
再生可能エネルギー	なし	なし	なし	なし	なし	なし
自然エネルギー	なし	なし	なし	なし	なし	なし
再生可能エネルギー	なし	なし	なし	なし	なし	なし
自然エネルギー	なし	なし	なし	なし	なし	なし
再生可能エネルギー	なし	なし	なし	なし	なし	なし
自然エネルギー	なし	なし	なし	なし	なし	なし
再生可能エネルギー	なし	なし	なし	なし	なし	なし
自然エネルギー	なし	なし	なし	なし	なし	なし
再生可能エネルギー	なし	なし	なし	なし	なし	なし

5. 補助金の活用



再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業 (一部経済産業省・農林水産省連携事業)

2019年度予算(案)
5,000百万円(5,400百万円)

大臣官房環境計画課
ほか

背景・目的

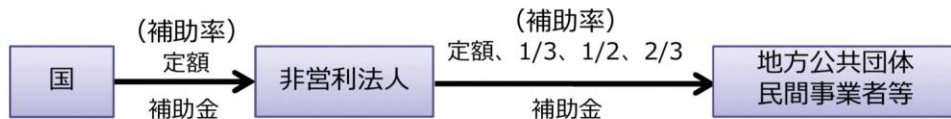
2016年5月、我が国の2030年度の温室効果ガス排出削減目標を2013年度比で26.0%減とする「地球温暖化対策計画」が閣議決定され、これを実現するための対策として、再生可能エネルギーの最大限の導入が盛り込まれた。

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・地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。

事業スキーム

実施期間：平成28年度～32年度(2020年度)(最大5年間)



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、営農を前提とした農地等への再生可能エネルギー発電設備の導入を中心とした取組、蓄エネ等の導入活用事業等について、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。

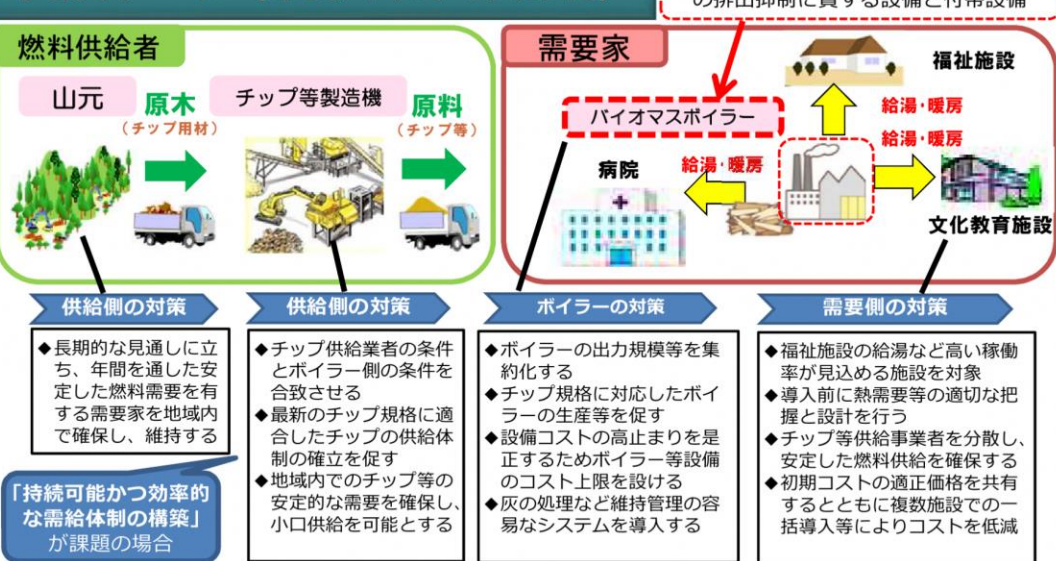
期待される効果

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。

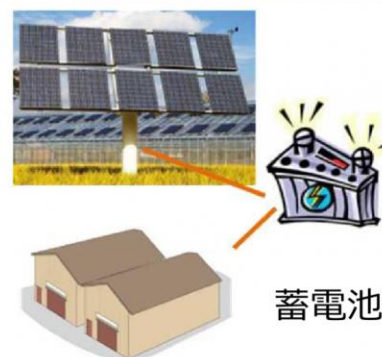
また、営農地における地域の実情に応じた、再生可能エネルギーの普及拡大を図るための方策が確立され、段階的なCO₂削減を図ることが可能となる。

さらに、地域特性に応じた蓄エネ等技術の導入方策が確立され、段階的CO₂削減が可能となる。

事業イメージ(木質バイオマスの例)

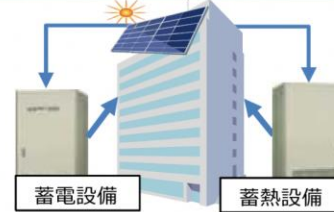


(営農前提の導入例)



農地周辺に存在する農林漁業関連施設・地方公共団体の設備(動力設備、冷蔵冷凍設備)等への供給

(蓄エネ等の例)



(離島・海洋再エネの例)



6.角館庁舎建築概要



【所在地】

秋田県仙北市角館町中菅沢 8 1 番地 8

【竣工年月】 令和 2 年 1 2 月

【敷地面積】

1 5, 5 3 1. 1 9 m²

角館庁舎 + 第 1 駐車場 7, 1 4 4. 0 1 m²

公用車車庫棟 + 第 2 駐車場 8, 3 8 7. 1 8 m²

【角館庁舎】

建築面積 2, 3 2 9. 3 7

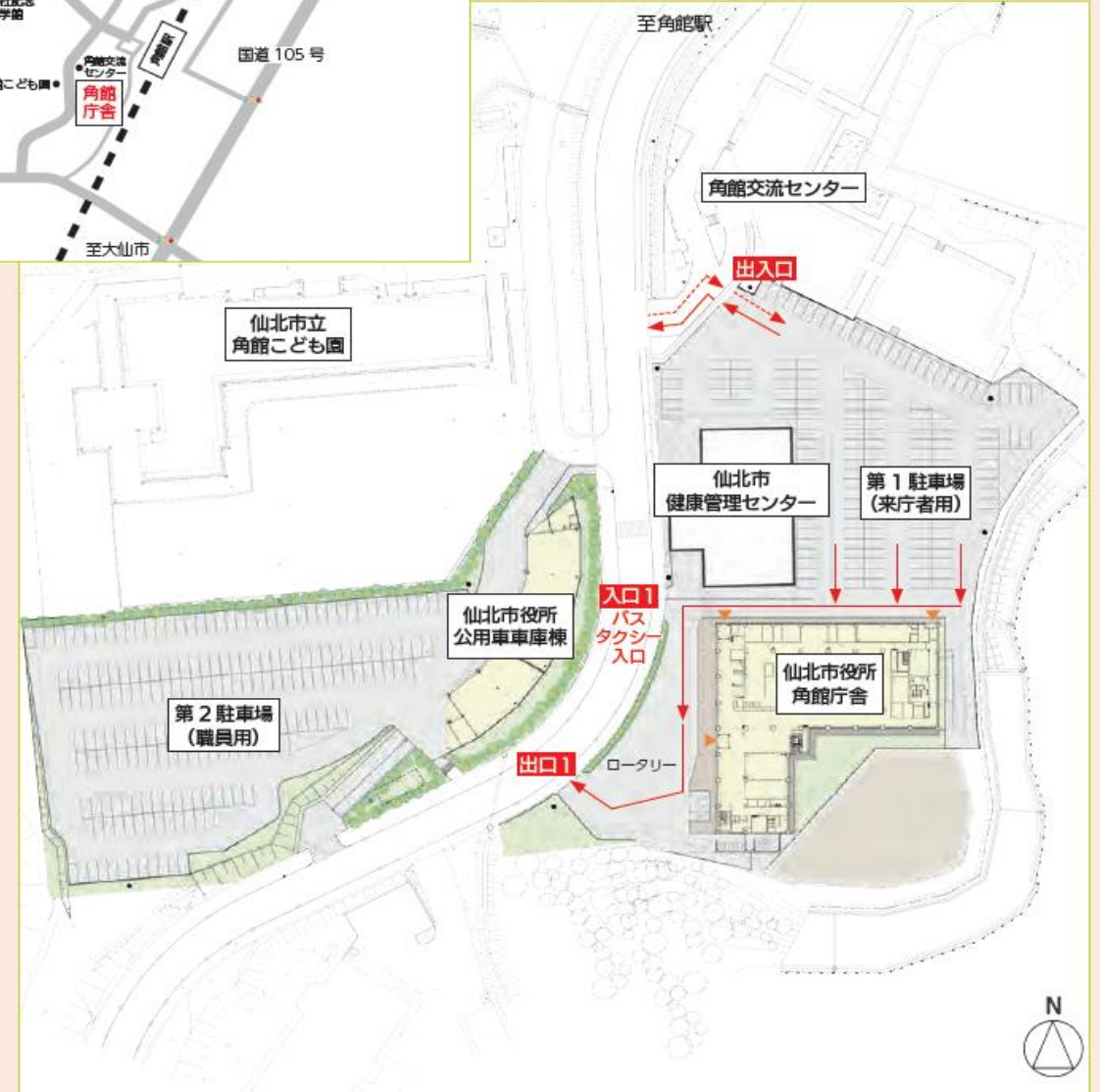
延床面積 4, 0 7 1. 6 5

構 造 地上 2 階 + 塔屋

鉄筋コンクリート造 一部鉄骨造

アクセス

Access



庁舎コンセプト Concept

みちのく小京都・角館の武家屋敷の風景をモチーフとする
市民が安心して訪れ、利用できる「仙北市役所角館庁舎」

①市民が利用しやすい庁舎

行きたい場所がわかりやすく、市民が立ち寄りたくなる庁舎としました。

②市民が集い、親しみやすい庁舎

市民活動が周辺施設やまちへと連続し、市民が集う庁舎としました。内装材に木を使い温もりあるデザインにより、居心地の良さ、親しみやすさが溢れる庁舎としました。

③防災拠点としての庁舎

あらゆる災害を想定したBCP庁舎（万全の事業継続型庁舎）としました。

④行政需要の変化に対応できる庁舎

行政組織の変化・市民協働の充実にも柔軟に対応できる平面計画としました。

⑤角館らしさを生かした環境や景観に配慮した庁舎

自然エネルギーを活かし、人や環境にやさしい計画としました。屋根や庇を活かした自然光の利用と制御や換気計画、地中熱を利用した路面融雪や冷暖房を整備しました。

⑥徒歩による来庁者に配慮した庁舎

幅が広く連続する庇により、雪や雨でも安全・安心にアプローチできる計画としました。



1階 窓口

- ・構材を使用した窓口カウンター。
- ・正面出入口近くの分かりやすい場所に位置し来庁者を案内します。



1階 待合スペース

- ・木質内装により木の温もりある待合。
- ・市民開放スペースとして、市民協働活動の場になります。



2階 窓口

- ・傾斜した高天井のある窓口エリア。
- ・大開口窓とトップサイド窓からの自然採光により、明るい来庁者ゾーンとなります。



2階 市民スペース

- ・明るく開放的な市民スペース。
- ・市民スペースと会議室はロールスクリーンにより、間仕切りできます。

秋田県 仙北市
仙北市役所角館庁舎 空調・歩車道融雪

自家発電で災害時も冷暖房できる BCP 庁舎

消費電力を抑え CO₂ と維持コストを低減

仙北市は角館庁舎を事業継続型（BCP）庁舎として建設し、消費電力の少ない地中熱ヒートポンプで冷暖房と歩車道融雪を行う。災害時は自家発電機の稼働で、市民の避難場所として安全を市民に提供。



切妻屋根や格子をイメージするデザインの仙北市役所角館庁舎外観

秋田県仙北市は県東部に位置する人口約 2 万 5 千人の都市で、2005 年に仙北郡角館町、田沢湖町、西木村の 2 町 1 村が合併し発足した。2015 年に農業・医療ツーリズムで国家戦略特区にも指定されるなど先進的な市として知られている。角館は桜の名所としても有名で、国の天然記念物の枝垂れ桜や、約 2km にわたる松木内川堤の桜並木などに国内外から多くの観光客が訪れる。

新庁舎は JR 角館駅近くの市有地に 2020 年 10 月に新設されたもので、2015 年に新設計画がスタートし、新角館総合病院や仙北警察署、角館消防署などが至近なことから災害時の連携を取りやすく、高台のため洪水被害などにも強くレジリエンスのある庁舎となった。

基本コンセプトのひとつは「環境や景観に配慮した庁舎」で、環境負荷低減とランニングコスト

縮小などを考慮しながら、災害時への対応を重要視した事業継続型（BCP）庁舎として計画した。とくに夏期や冬期の災害発生を想定し、市民の避難場所として安全確保を優先し、停電時も稼働できる冷暖房設備を重要視した。そこで非常用自家発電機を設置し、外部からの電力供給が一時的に途絶えても空調を行えるようにした。

ただエアコンなど従来の設備では消費電力が多く効率的な運転にならないため、電力消費を抑えられる地中熱ヒートポンプを導入した。ランニングコストを抑えながら冷暖房を安定的につくれるようになり、降雪時の来庁者の安全を確保する路面融雪も底のある玄関前の歩道で行った。

一方、景観への配慮から庁舎の外観は、角館の武家屋敷に見られる切妻屋根や格子をイメージするデザインを採用し歴史ある街並みと一体化させ、壁面を開く格子は木目調のルーバーとし

て活用し、夏の直射日光をさえぎりながら自然光を十分に取り込むようにした。

建物規模は、延べ床面積 4071.65㎡、鉄筋コンクリート造・一部鉄骨造、地上 2 階 + 塔屋。建物内は木質の内装で 1、2 階ともカウンターを挟んだ執務スペースとなっており、会議室は 7 室配置されている。地中熱交換器は、玄関前のロータリーと庁舎南側敷地の下に深さ 100m のボアホールを 60 基設置し、ダブル U チューブで採熱する。地中熱ヒートポンプは冷暖房能力 150kW と同 200kW を各 1 台ずつ。冷暖房と路面融雪のすべてを地中熱ヒートポンプで賄っている。



停電時も冷暖房できる特色スペース



災害時でも対応できる執務空間



市民スペースは災害時の避難場所にもなる



地中熱を「見える化」したインフォメーション

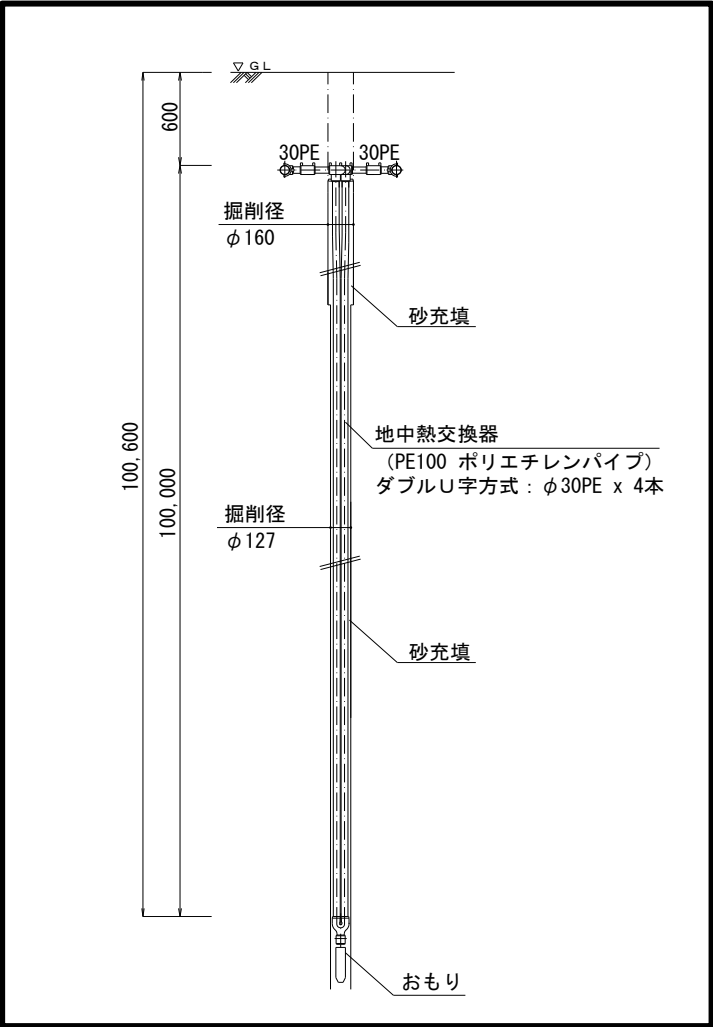
市総務部企画政策課係長の田口雅行氏は「地域の地中データが乏しく実際に地中熱を利用できるか不明でしたが、環境省の補助事業の活用で地中データを得ることができ、設計に活かすことができました」とする。また、地中熱利用は地域周辺の住民や関係者らによく知られていないため、市の広報誌などを通して情報提供も行った。今後は「見える化」モニターの設置でさらに認知度を高めたいという。



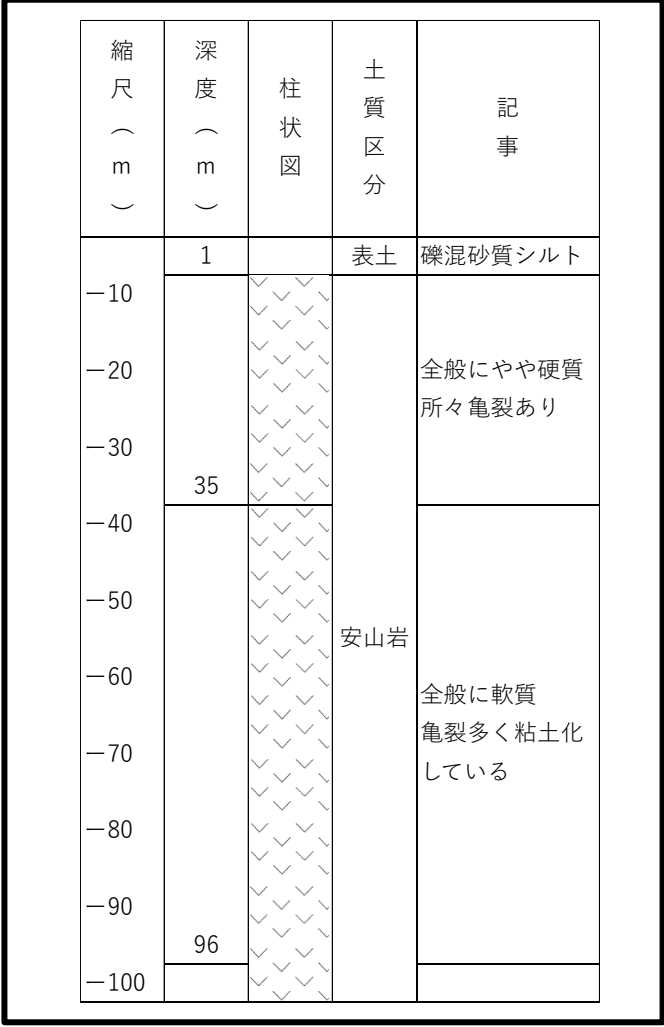
地中熱交換器の設置

7.事前調査結果

地盤・地温状況

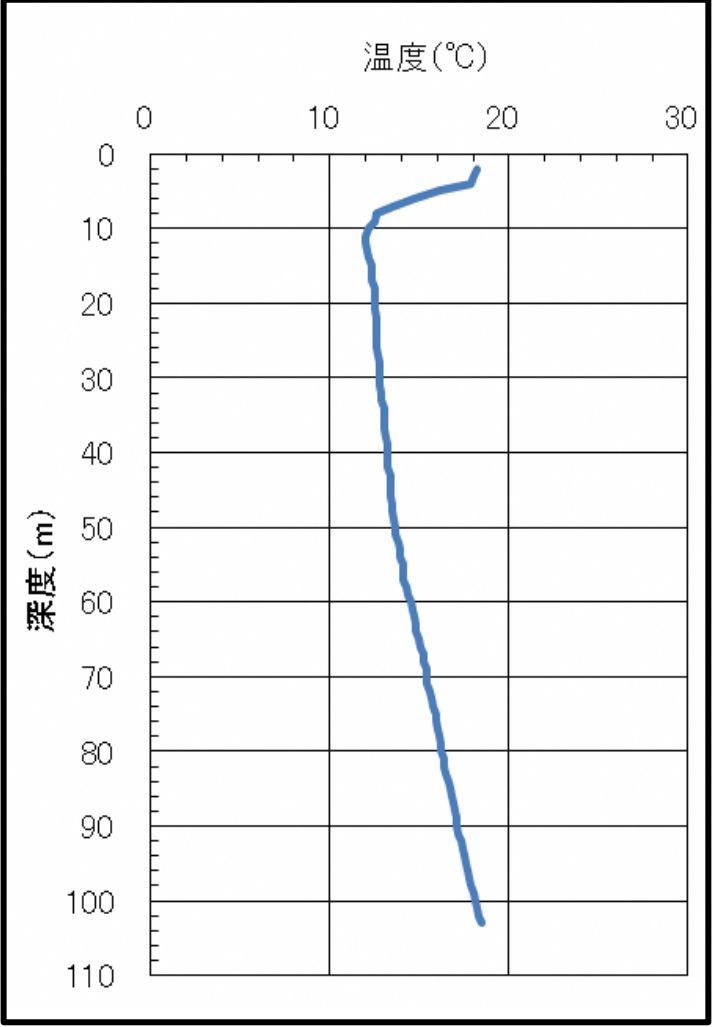


地中熱交換器設置図



地質柱状図

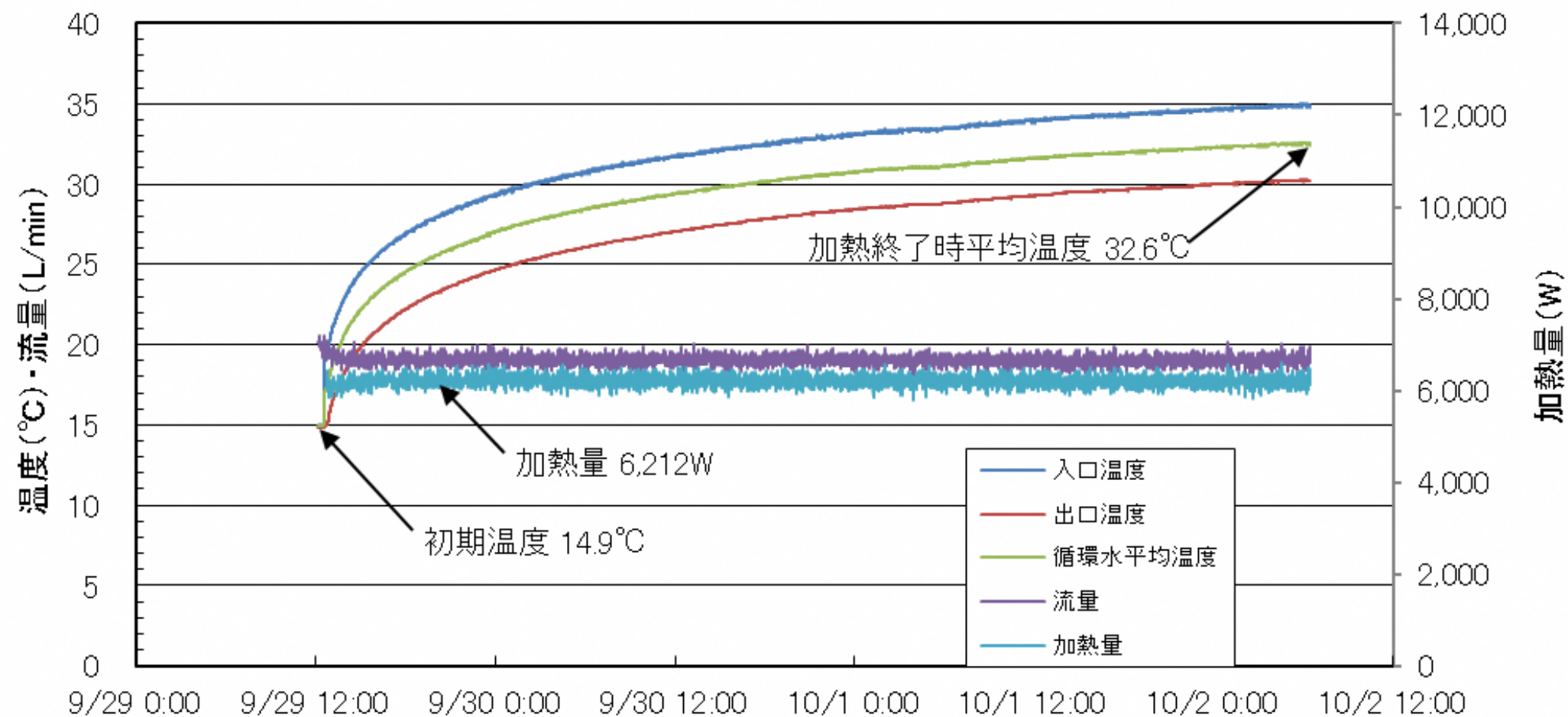
平成30年9月29日測定



地温分布図

事前調査結果

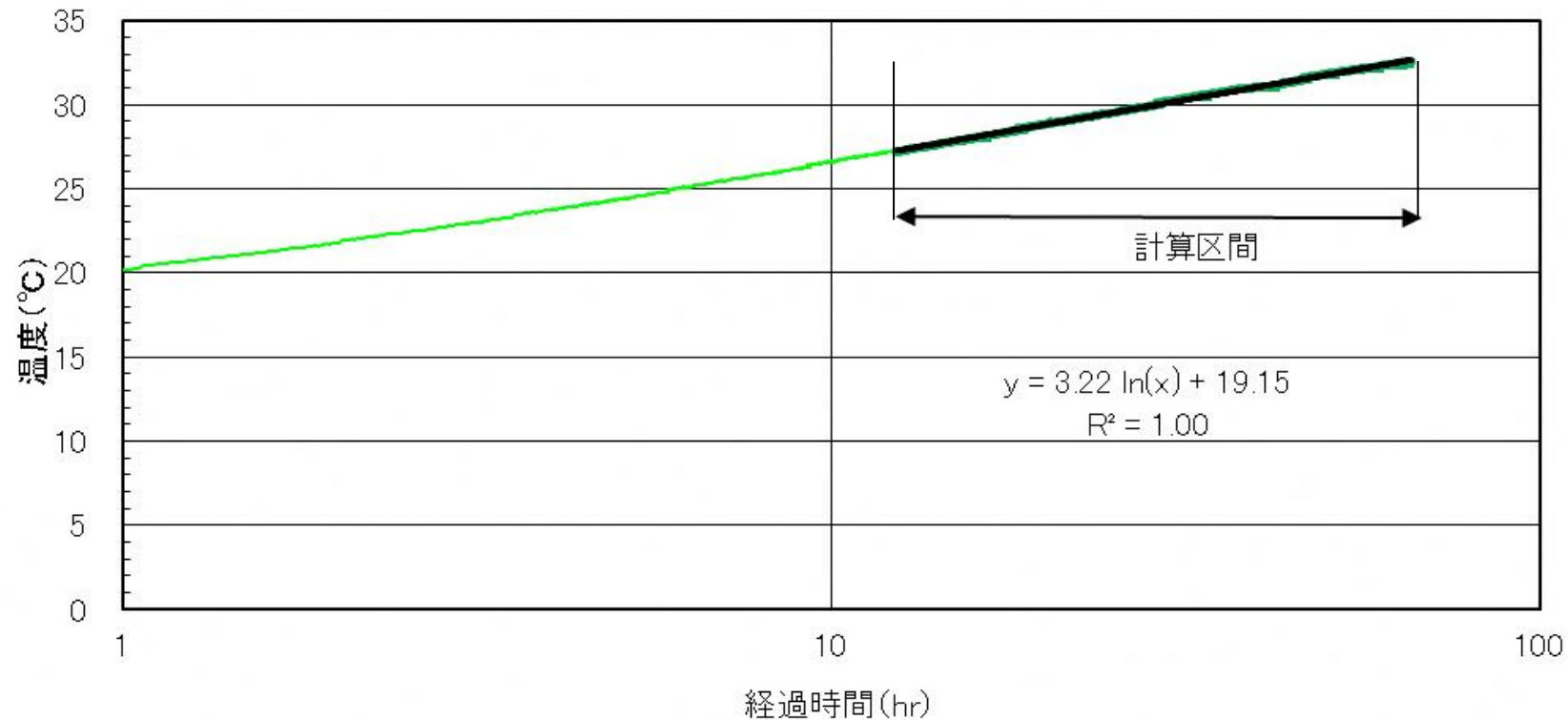
TRT結果：ヒータ加熱循環



TRT結果(循環時法)

事前調査結果

TRT結果：ヒータ加熱循環



$$\lambda = \frac{q}{4\pi m} = \frac{60.2}{4 \times \pi \times 3.22} = 1.49$$

λ : 地盤の有効熱伝導率 (W/(m·K))
 q : 深さ1m当りの加熱量 (60.2W/m)
 m : グラフの傾き (3.22)

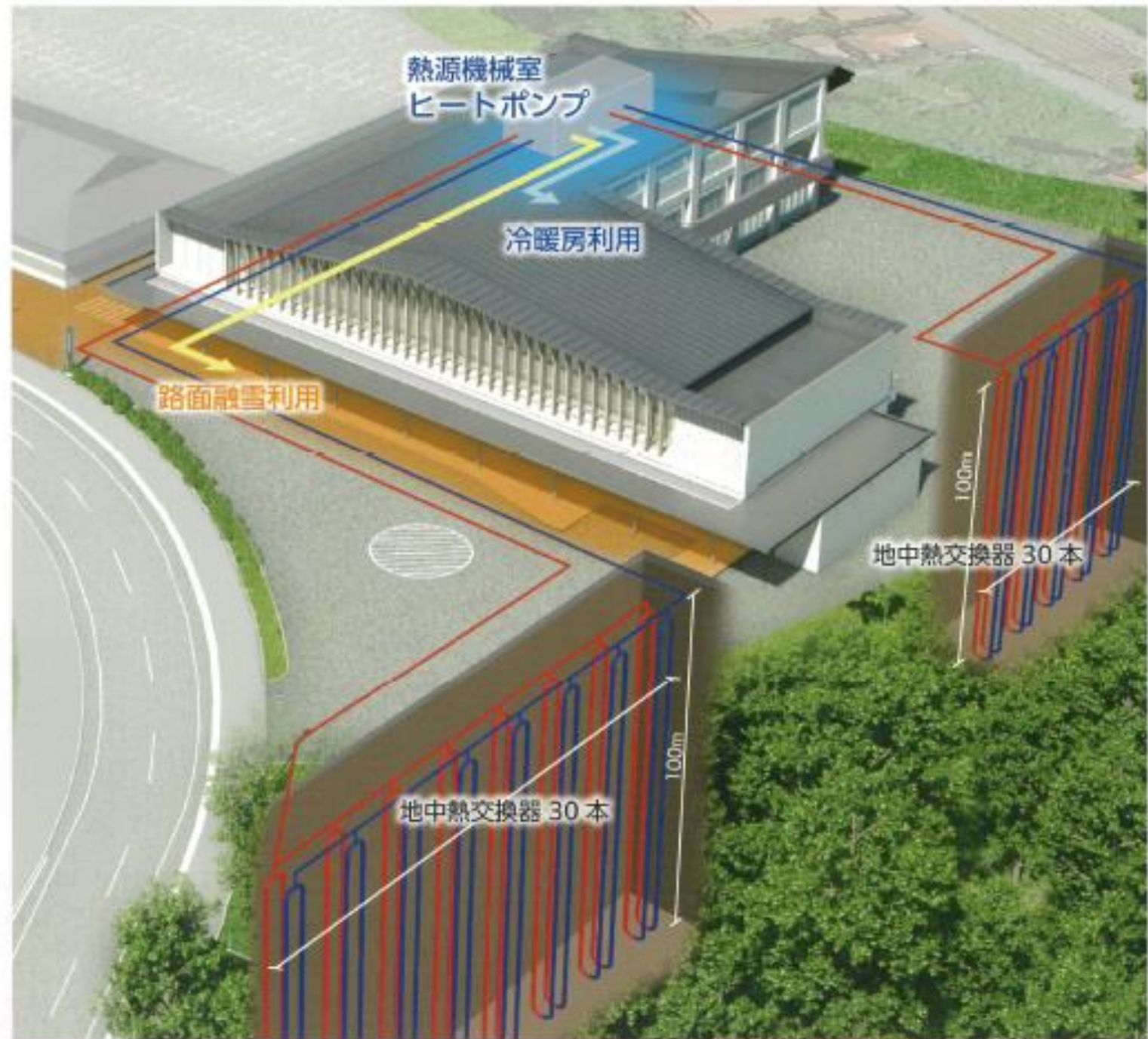
有効熱伝導率の解析図

有効熱伝導率 $\lambda = 1.49 \text{ W (m} \cdot \text{K)}$
熱抵抗 $R_b = 0.085 \text{ m} \cdot \text{K/W}$

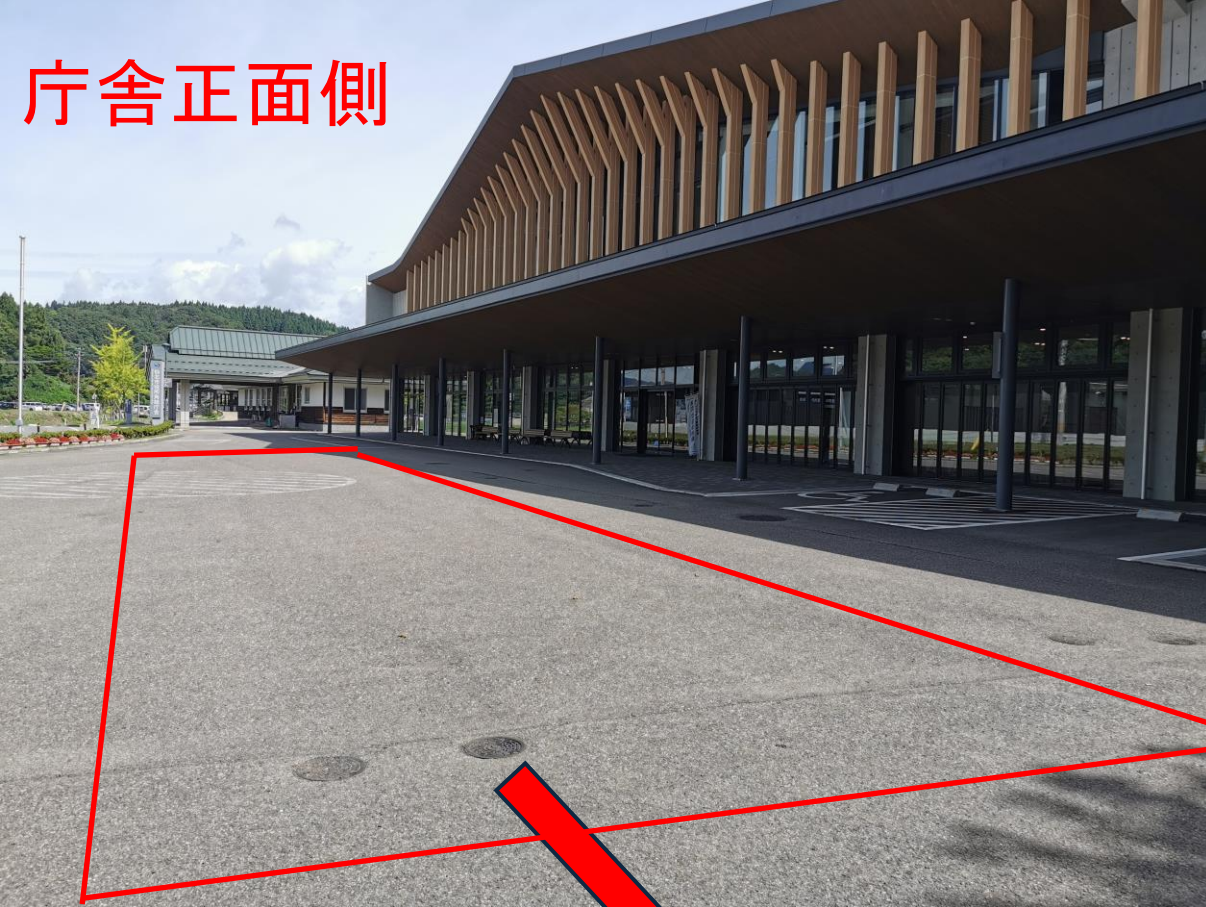
8.地中熱システム の規模と用途

地中熱とは、地表から地下200mの深さまでの地中にある熱のことをいいます。深さ10mより深い所の地中温度は、季節に関わらずほぼ安定していて、夏は外気より冷たく、冬は外気より暖かい性質を持っています。角館庁舎の地下100m付近の地中温度は通年で14.7℃となっています。この安定した熱エネルギーを地中から取り出し、冷暖房や融雪などに効率よく利用することを「地中熱利用」といいます。角館庁舎ではヒートポンプシステムと水循環の二つの方法で熱エネルギーを利用します。

地中熱を利用することで節電・省エネによるCO₂削減、燃料の削減が可能となり環境への負荷低減につながります。



庁舎正面側



庁舎正面側に30本の
熱交換器が入ってい
る。
正面入口は融雪シス
テムが敷設されてい
る。

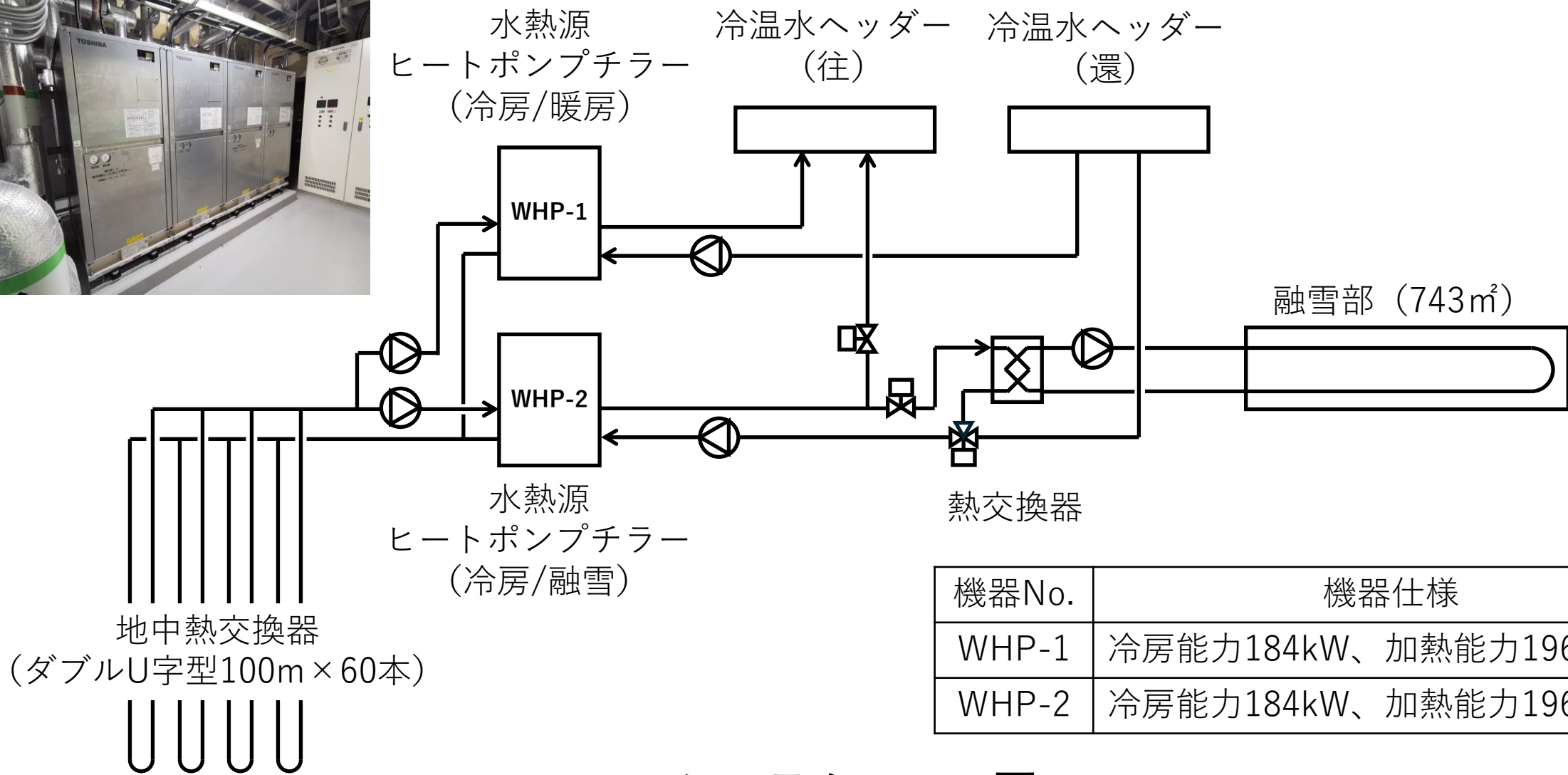


庁舎裏側



庁舎裏側に30本の熱
交換器が入っている。

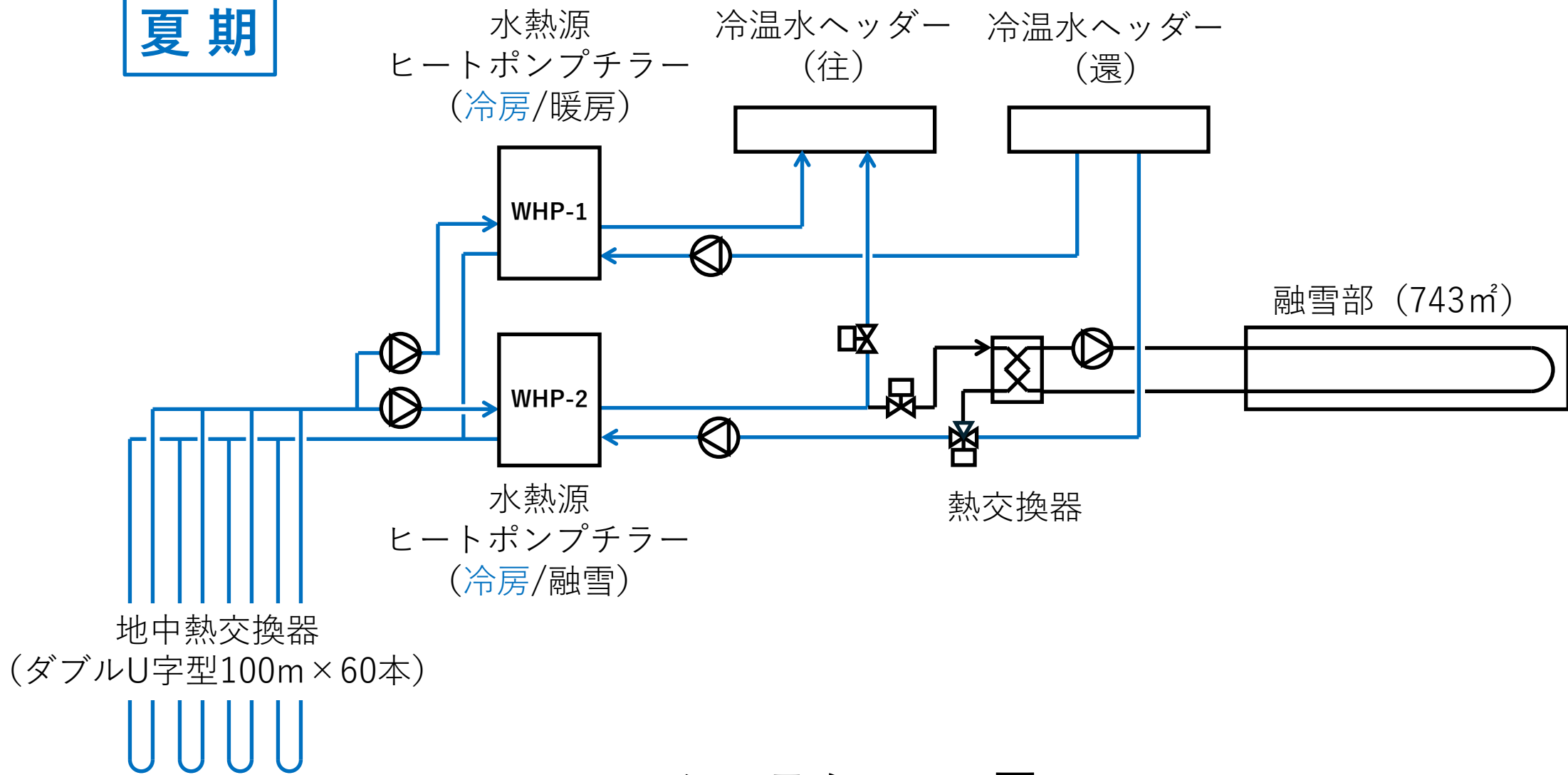




機器No.	機器仕様
WHP-1	冷房能力184kW、加熱能力196kW
WHP-2	冷房能力184kW、加熱能力196kW

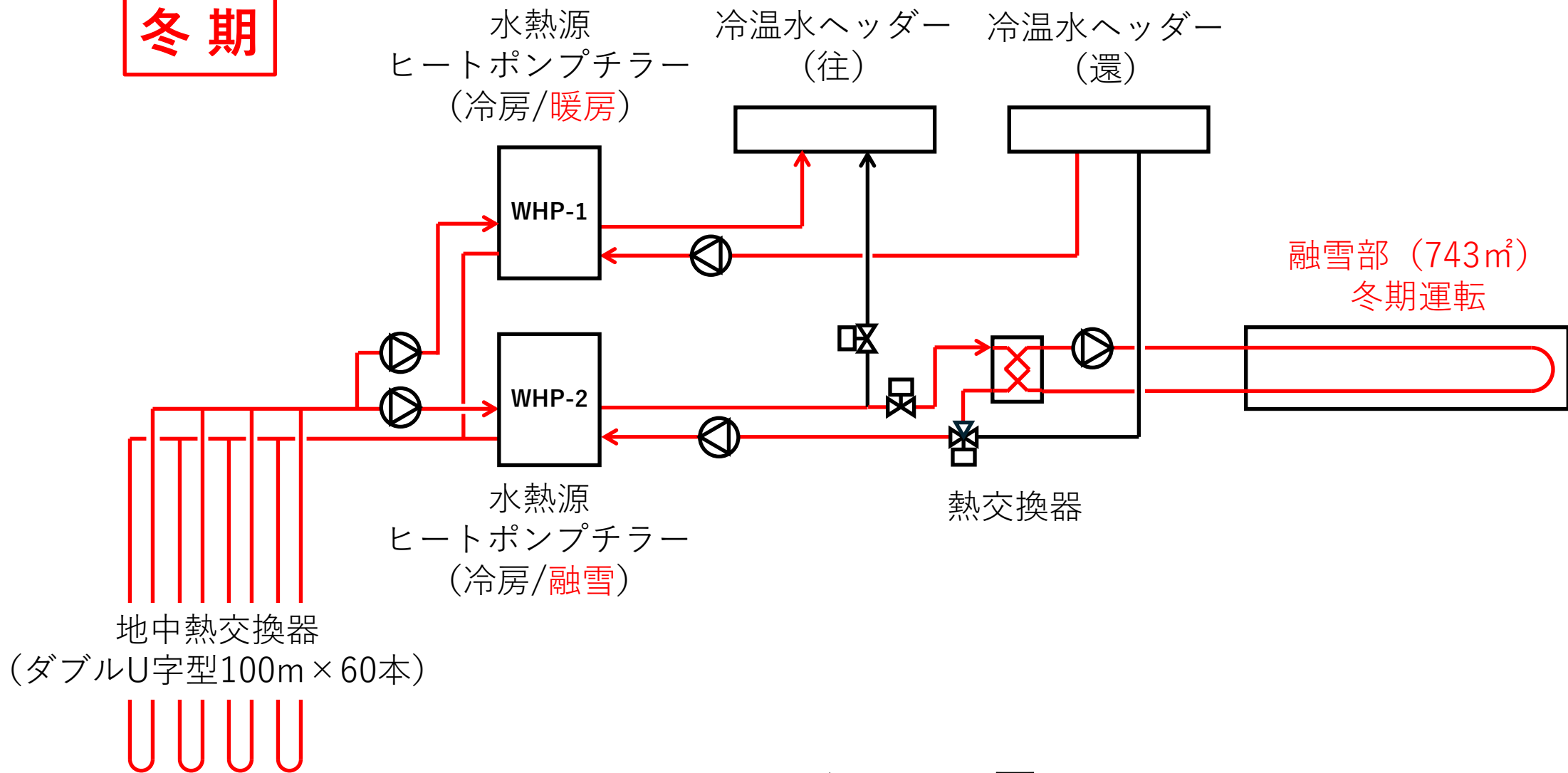
システムフロー図

夏 期



システムフロー図

冬 期

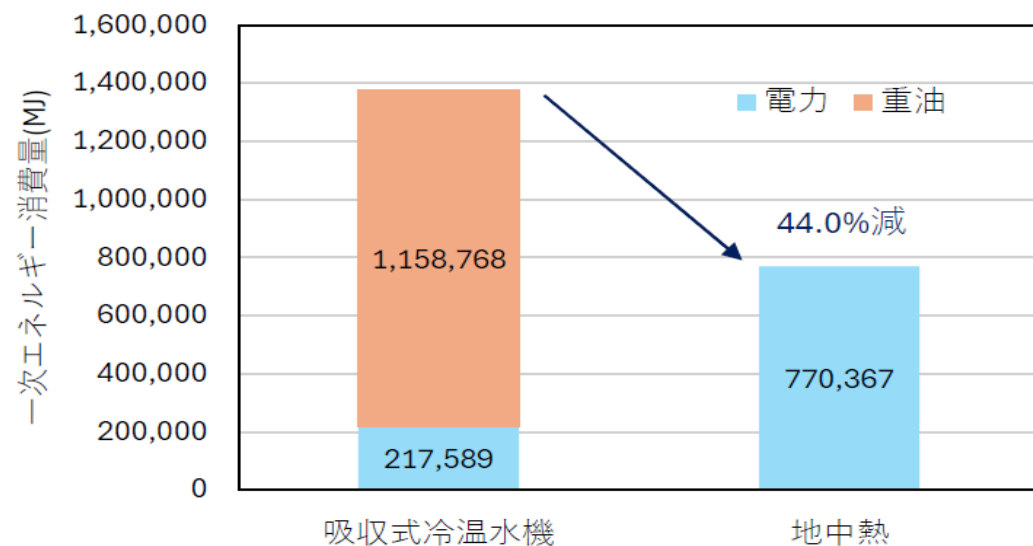


システムフロー図

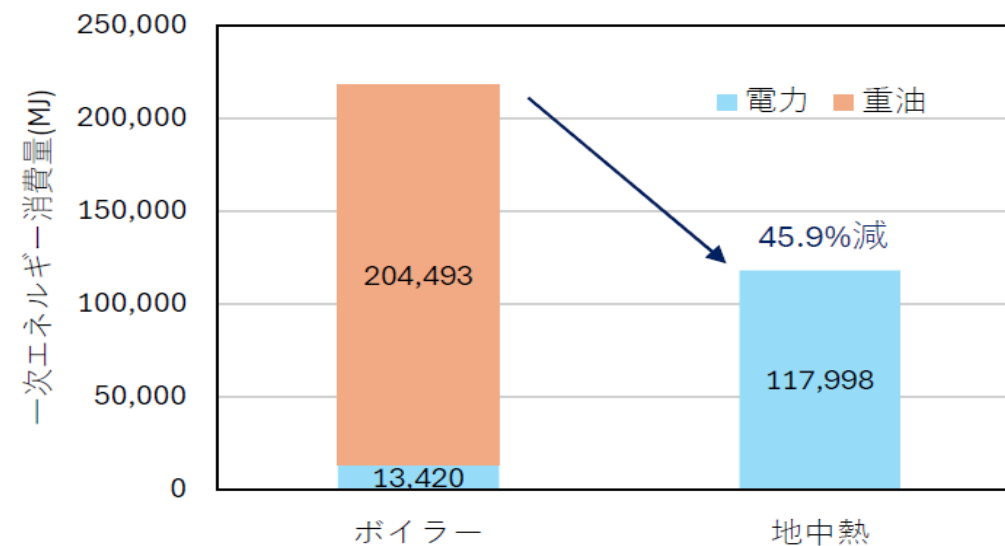
9.地中熱利用設備省エネ効果・省Co2効果

仙北市角館庁舎 地中熱利用設備省エネ効果・省Co2効果

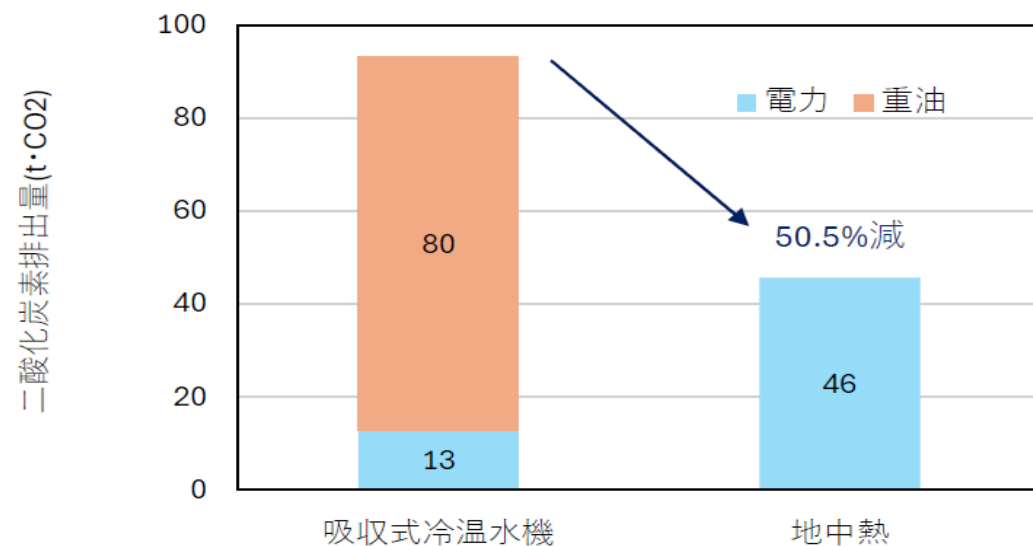
空調：一次エネルギー消費量



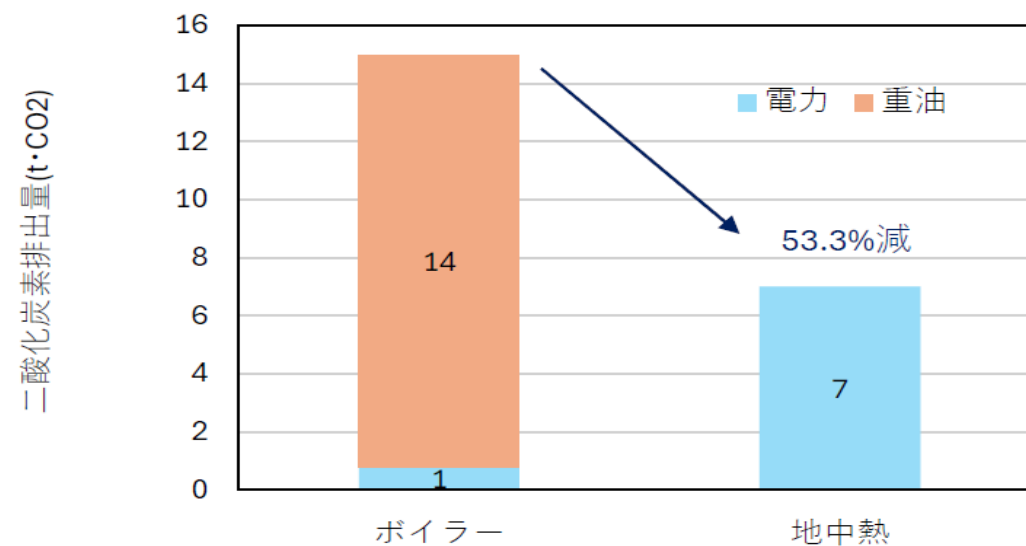
融雪：一次エネルギー消費量



空調：二酸化炭素排出量



融雪：二酸化炭素排出量



10.広報・見える化



路面融雪・冷房利用 ヒートポンプ

運転状況 **停止**
COP 4.51

冷暖房利用 ヒートポンプ

運転状況 **停止**
COP 0.00

融雪範囲

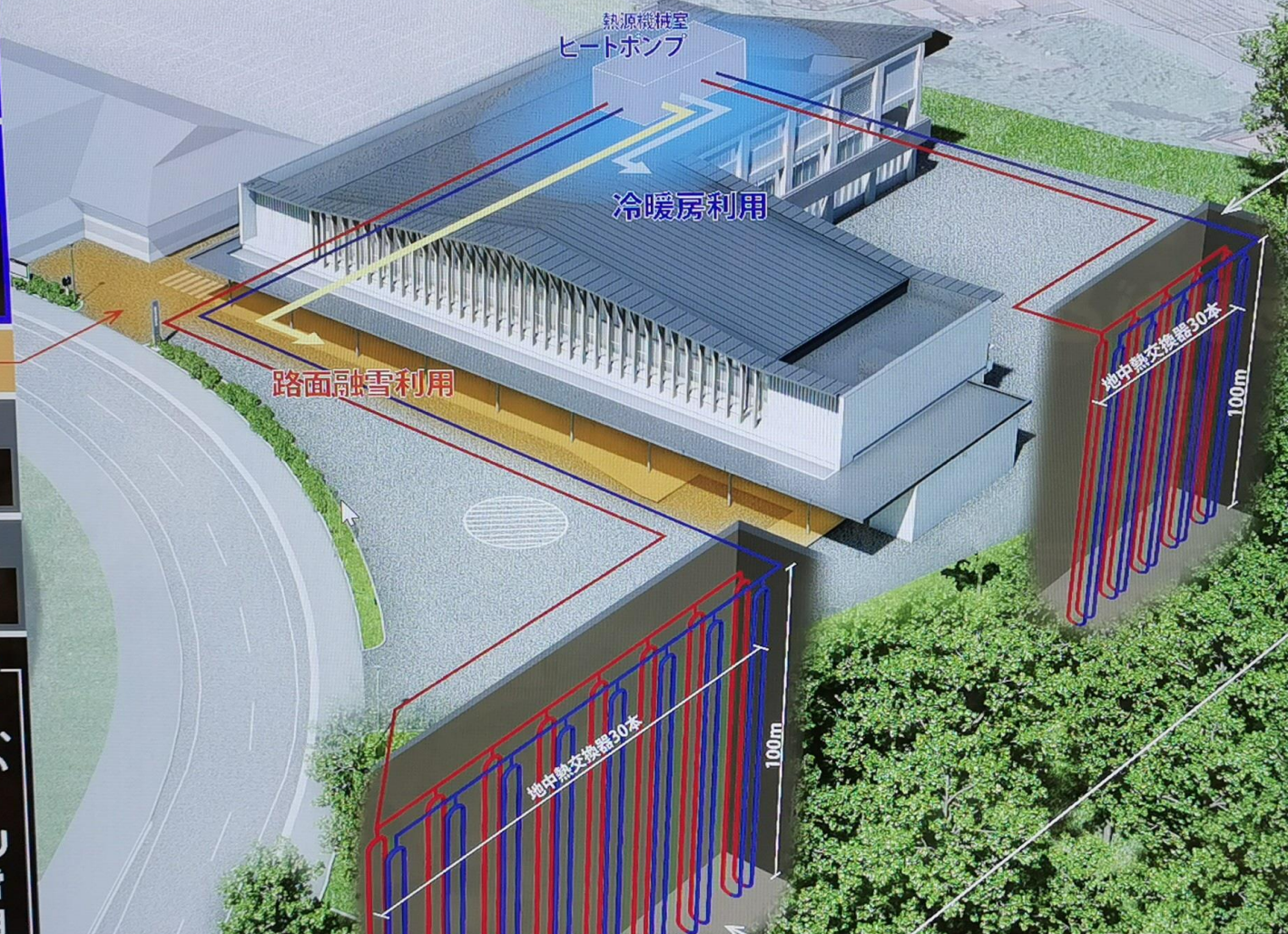
外気温度
31.1℃

路面温度
25.7℃

地中熱利用とは？

夏は外気より冷たく、
冬は外気より暖かい
性質をもつ地中の
熱エネルギーを取り
出し、冷暖房や融雪
などに効率よく利用

仙北市役所角館庁舎 地中熱利用システム



地中温度

-20m 32.8℃

-60m 0.0℃

-100m 0.0℃

採放熱量 2145kW

地中熱往温度

02.4℃

地中熱還温度

30.4℃

地中温度

-20m 0.0℃

-60m 23.0℃

-100m 20.9℃

採放熱量 304kW

地中熱往温度

53.0℃

地中熱還温度

11:04
2025/08/28

検索するには、ここに入力します

この地中熱利用設備は、公益財団法人日本環境協会より交付された環境省間接補助事業である令和2年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（再生可能エネルギー・電気・熱自立的普及促進事業）により整備されたものです。

令和2年11月

ご清聴ありがとうございました。



毎年9月7日～9日に行われる角館祭りのやま行事(角館のお祭り)は江戸時代から400年以上続く国指定重要無形民俗文化財で2016年にはユネスコ無形文化遺産に登録されています。

(写真上)丁内3箇所を設置される大置山。江戸時代はこの大置山を担いでいました。
(写真左)18丁内の曳山が神明社、薬師堂への参拝、佐竹北家当主への上覧、町内を賑やかします。曳山には囃子方と秋田おばこの踊り子が乗り手踊りを披露しながらねり歩き、8日から9日に掛けては通行の優先権をめぐりやまぶっけが行われます。