

庁舎への地中熱導入事例

和歌山県新宮市庁舎 & 青森県五所川原市庁舎

第2回 再生可能エネルギー熱「地中熱」に関する懇談会

2025年2月27日 東京コンベンションホール 中会議室



東北文化学園大学

特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会 顧問

東北文化学園大学 工学部 建築環境学科 客員教授

元 福島大学 特任教授 / 元 北海道大学 大学院 工学研究院 客員教授

赤井 仁志

博士（芸術工学/九州大学），空気調和・衛生工学会 技術フェロー
技術士（衛生工学部門，総合技術監理部門）

1

庁舎への地中熱導入事例

① 和歌山県新宮市庁舎

② 青森県五所川原市庁舎



TOHOKU BUNKA GAKUEN UNIVERSITY
東北文化学園大学

新庁舎建設にあたり

➤ 新宮市地球温暖化対策実行計画

- ✓ 2011年度から2015年度に
「第1次新宮市地球温暖化対策実行計画」を策定
地球温暖化問題に対して取り組む
- ✓ その実績を受けて 2016年度からの5年間で
「第2次新宮市地球温暖化対策実行計画」に取り組む

➤ 地球温暖化対策実行計画に基づく 新庁舎建設

- ✓ 省CO₂を目指した設備システムの構築が必須
- ✓ 特有の岩盤地質による有効熱伝導率の高さから
CO₂とランニングコストの削減に優れた 地中熱システムを提案
- ✓ 新宮市として一般住宅を除く施設への初の導入
- ✓ 和歌山県下の公共施設では初の導入



土岐達美（当時・佐藤総合計画）：新宮市庁舎の空調設備計画と
エネルギーマネジメントの取り組み、空気調和・衛生工学 2020年7月

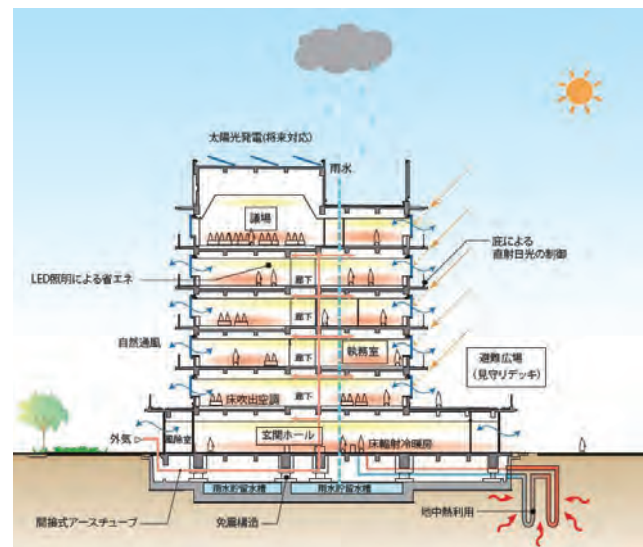


東北文化学園大学

建物概要と環境計画

➤ 建物概要

- ✓ 建物名：新宮市庁舎
- ✓ 建物用途：市庁舎
- ✓ 敷地面積：4,351.58 m²
- ✓ 建築面積：1,720.67m²
- ✓ 延べ面積：6,839.94m²
- ✓ 階数：地上7階
- ✓ 構造：R C造
- ✓ 最高高さ：29.329m



計画時のコンセプト

➤ 計画時のコンセプト

- 防災拠点となる安心・安全の要となる庁舎
- 分かりやすく見通しのよいオフィス構成
- 地域性・建築・設備が一体となった徹底的な省エネルギー



赤井仁志(東北文化学園大学)：再生可能エネルギー熱利用とマネジメントによる省エネルギーを実現した新宮市庁舎の取り組み, 建築設備技術者協会近畿支部 2024年11月7日

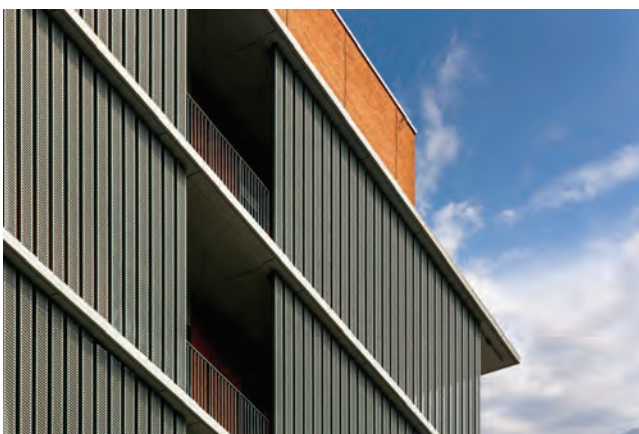


東北文化学園大学

計画時のコンセプト

c. 地域性・建築・設備が一体となった徹底的な省エネルギー

- 高断熱 庇 遮光ルーバーを採用し 熱負荷の低減
 - ✓ 東西軸の建物配置
- 日射抑制：東西部パンチング遮光ルーバー 南側庇(ひさし)



東西部パンチング遮光ルーバー



南側庇(ひさし)



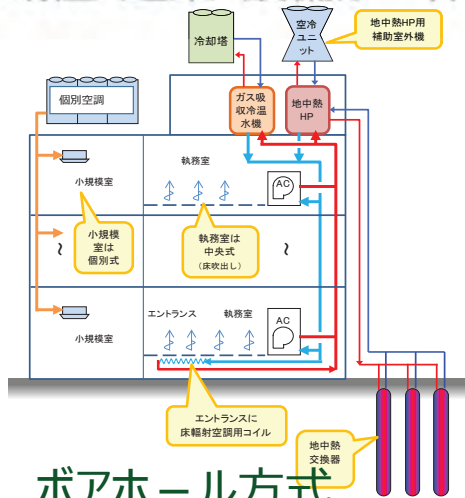
赤井仁志(東北文化学園大学)：再生可能エネルギー熱利用とマネジメントによる省エネルギーを実現した新宮市庁舎の取り組み, 建築設備技術者協会近畿支部 2024年11月7日



東北文化学園大学

計画時のコンセプト

c.地域性・建築・設備が一体となった徹底的な省エネルギー



ボアホール方式
地中熱ヒートポンプシステム
熱交換効率の高い
岩盤地盤利用



アースチューブ方式
免震装置の地下ピット利用
地中熱効果で外気負荷低減



赤井仁志(東北文化学園大学)：再生可能エネルギー熱利用とマネジメントによる省エネルギーを実現した新宮市庁舎の取り組み, 建築設備技術者協会近畿支部 2024年11月7日



空調設備概要

➤ 熱源

- ✓ 熱源は大規模災害時のリスク分散にも配慮
- ✓ 電気とガス熱源のベストミックス方式
- ✓ 電気熱源機器は地盤特性を利用した
地中熱ヒートポンプを採用
- ✓ バックアップとして空気熱交換器も設置

➤ 空調方式

- ✓ 空調機：各階 南北の方位別に系統分けして設置
- ✓ 1階エントランス：冷温水を用いた床放射(輻射)冷暖房
- ✓ 各階：床吹出しによる居住域空調
- ✓ 議場や会議室系統：空冷ヒートポンプパッケージ方式



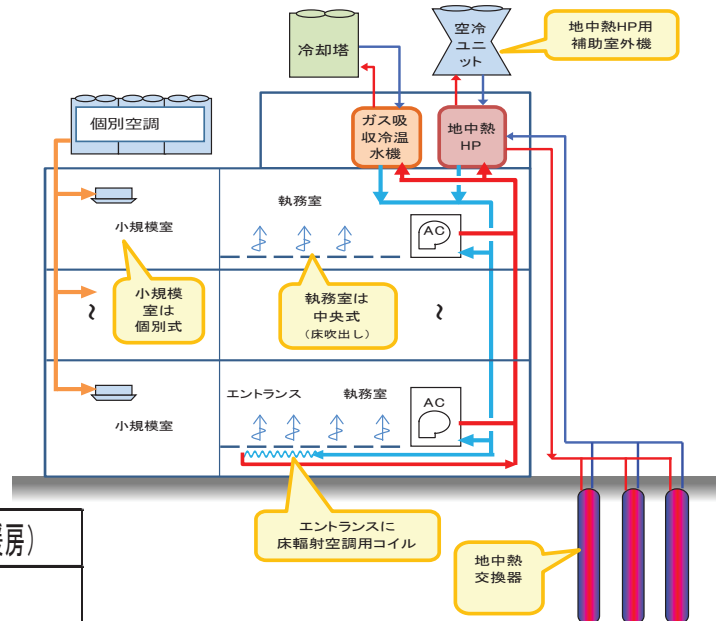
赤井仁志(東北文化学園大学)：再生可能エネルギー熱利用とマネジメントによる省エネルギーを実現した新宮市庁舎の取り組み, 建築設備技術者協会近畿支部 2024年11月7日



空調設備概要

熱源設備概要

用途	対象系統	機器	容量（冷房/暖房）
熱源 空調	執務室	ガス吸収冷温水機	280kW/230kW
		地中熱ヒートポンプ	106kW/108kW
	小規模室	ビル用マルチエアコン	10系統 300kW/300kW

熱源・空調システム
イメージ図

赤井仁志(東北文化学園大学)：再生可能エネルギー熱利用とマネジメントによる省エネルギーを実現した新宮市庁舎の取り組み, 建築設備技術者協会近畿支部 2024年11月7日



空調設備 (1)地中熱ヒートポンプシステム

- 本建物の周辺地盤は岩盤
 - ✓ 熱交換効率の高い敷地条件で
地中熱ヒートポンプシステムを採用
 - ✓ ボアホール方式熱交換井を隣地・市駐車場に敷設
- 地中熱工事施工の前年に実施した熱応答試験
 - ✓ 地盤の有効熱伝導率が $2.13\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
 - ✓ 一般的な熱源システムと比較して
約22%の年間熱源エネルギー消費量の削減
 - ✓ 2018年度CO₂削減量：9.12t-CO₂/年削減実績



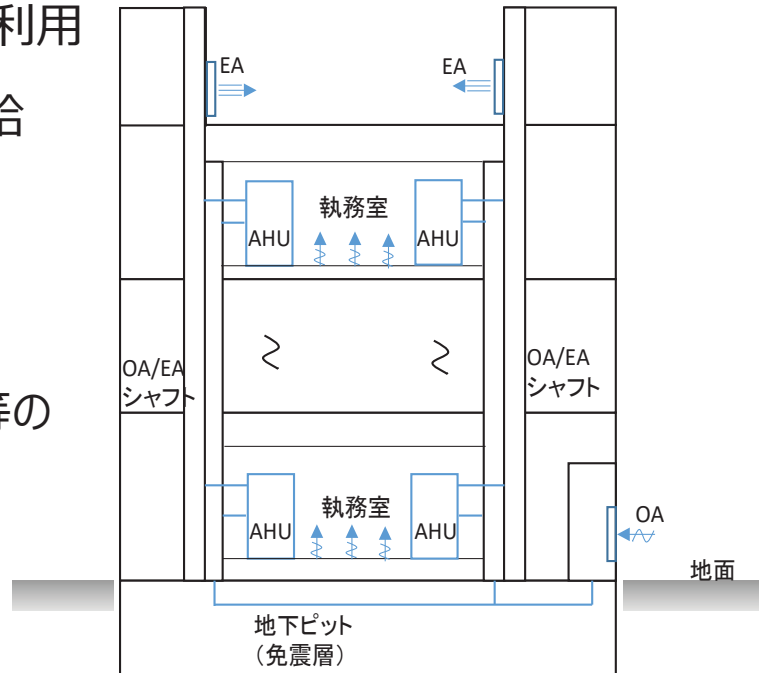
駒澤昭彦(ミサワ環境技術)：再生可能エネルギー熱利用とマネジメントによる省エネルギーを実現した新宮市庁舎の取り組み, 建築設備技術者協会近畿支部 2024年11月7日



空調設備 (2)アースチューブ方式

- 免震ピットをダクトルートに利用
- 各階空調機の外気を供給
- **直接方式**
(ピット内に直接外気を通す方法) も検討
 - ✓ ピット内の結露やカビ等の発生リスク考慮

⇒ **間接方式**
(ダクトによる間接方式)を採用



概略ダクト系統図



駒澤昭彦(ミサワ環境技術)：再生可能エネルギー熱利用とマネジメントによる省エネルギーを実現した新宮市庁舎の取り組み, 建築設備技術者協会近畿支部 2024年11月7日

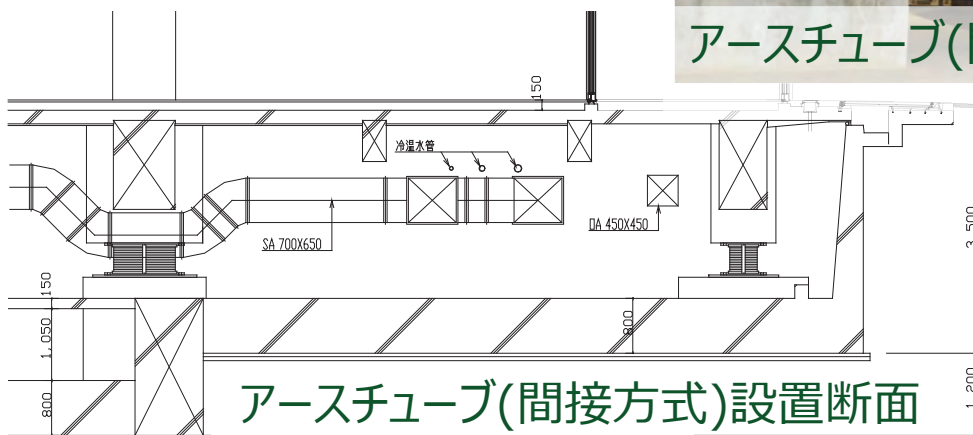


東北文化学園大学

空調設備 (2)アースチューブ方式



アースチューブ(間接方式)写真



アースチューブ(間接方式)設置断面



駒澤昭彦(ミサワ環境技術)：再生可能エネルギー熱利用とマネジメントによる省エネルギーを実現した新宮市庁舎の取り組み, 建築設備技術者協会近畿支部 2024年11月7日

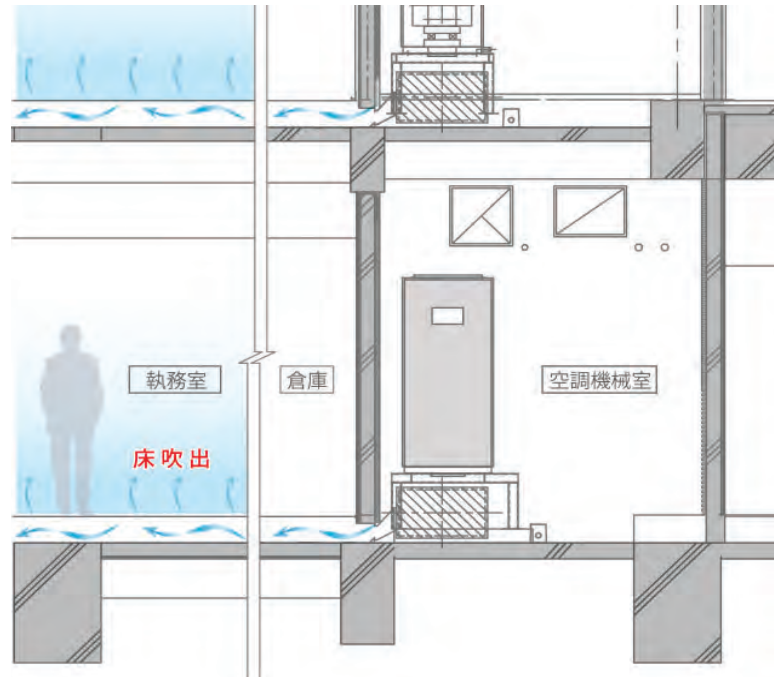


東北文化学園大学

空調設備 (3)床吹出し空調システム

➤ 執務室の空調システム

- ✓ 省エネルギー性の観点から居住域付近の温湿度調整を重点的に行う床吹出し方式を採用
- ✓ 夏期・冬期とも足元と頭の温度差が2℃以内
- ✓ 快適性を確保



空調機械室断面図

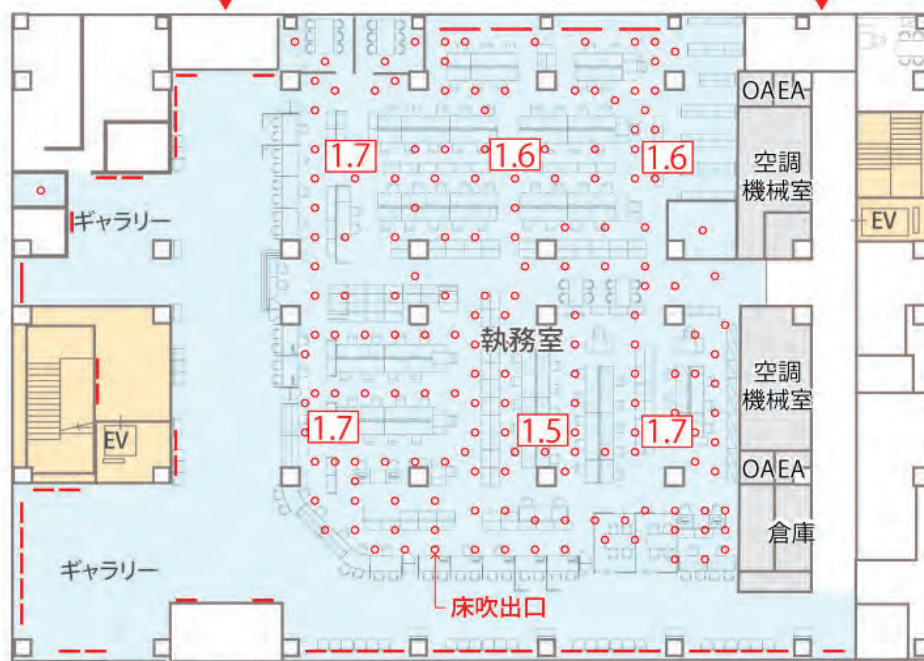


駒澤昭彦(ミサワ環境技術)：再生可能エネルギー熱利用とマネジメントによる省エネルギーを実現した新宮市庁舎の取り組み, 建築設備技術者協会近畿支部 2024年11月7日



東北文化学園大学

空調設備 (3)床吹出し空調システム



1階執務室における風速測定結果



駒澤昭彦(ミサワ環境技術)：再生可能エネルギー熱利用とマネジメントによる省エネルギーを実現した新宮市庁舎の取り組み, 建築設備技術者協会近畿支部 2024年11月7日



東北文化学園大学

空調設備 その他の省エネルギー・環境配慮システム

(4)天井放射空調システム

- ✓ 市長室：空気式天井放射(輻射)空調
- ✓ 室内温度の均一化 ドRAFT感の解消 静寂性と意匠性

(5)エネルギーマネジメントの導入

- ✓ 月単位で建物のエネルギー性能を評価
- ✓ 継続的な省エネPDCAサイクルを推進する
「**エネルギーマネジメント**」導入

(6)熱源シミュレーターによる運転計画の立案

- ✓ CEMツールを用いた熱源シミュレーターを構築
- ✓ 最適な運転方法を立案



駒澤昭彦(ミサワ環境技術)：再生可能エネルギー熱利用とマネジメントによる省エネルギーを実現した新宮市庁舎の取り組み、建築設備技術者協会近畿支部 2024年11月7日

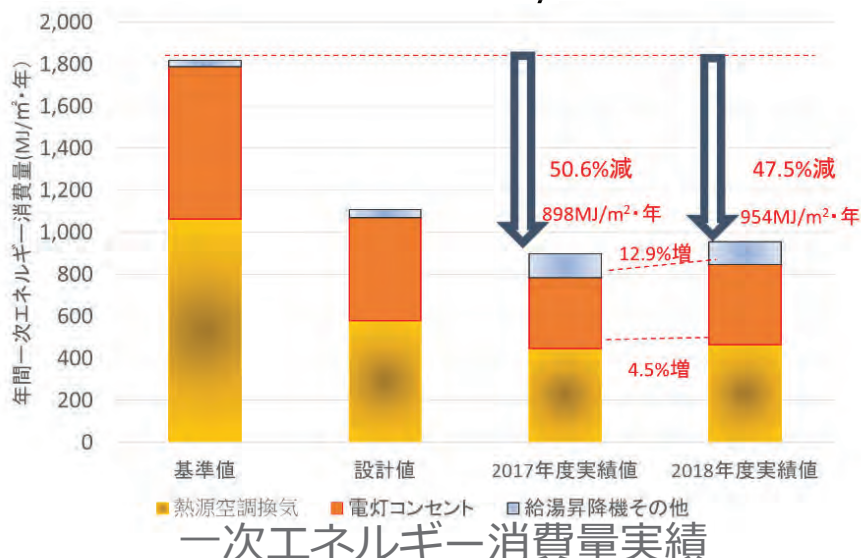


東北文化学園大学

年間エネルギー性能評価結果

➤ 年間エネルギー性能評価結果

- ✓ 2年にわたりエネルギーマネジメントと運用改善を継続的に実施
- ✓ 一次エネルギー消費量は $898\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{年}$ （50.6%削減）



駒澤昭彦(ミサワ環境技術)：再生可能エネルギー熱利用とマネジメントによる省エネルギーを実現した新宮市庁舎の取り組み、建築設備技術者協会近畿支部 2024年11月7日



東北文化学園大学

空気調和・衛生工学会 振興賞技術振興賞 受賞



➤ 空気調和・衛生工学会 振興賞 技術振興賞 受賞

- ✓ 計画・設計・監理：
(株)佐藤総合計画 関西オフィス
- ✓ 企画・運用管理：新宮市役所
- ✓ 運用性能評価：関西電力(株)
- ✓ 地中熱計画・設計支援：
ミサワ環境技術(株) 福島営業所
- ✓ 地中熱施工：(株)福島地下開発
- ✓ 性能検証・評価：
赤井仁志 (福島大学)

新宮市 ホームページ



建築設備技術者協会 カーボンニュートラル賞 受賞

➤ 建築設備技術者協会 カーボンニュートラル賞 受賞

カーボンニュートラル賞 近畿支部



- ✓ 建築主・企画・運用管理 新宮市役所
- ✓ 計画・設計・監理 (株)佐藤総合計画 関西オフィス
- ✓ 運用性能評価 関西電力(株)
- ✓ 地中熱計画・設計支援
ミサワ環境技術(株) 福島営業所
- ✓ 地中熱施工 (株)福島地下開発
- ✓ 性能検証・評価
赤井 仁志(東北文化学園大学(当時：福島大学))
- ✓ (建築設備士)
山口 弘雅(関西電力(株))
駒澤 昭彦(ミサワ環境技術(株))
赤井 仁志(東北文化学園大学(当時：福島大学))



庁舎への地中熱導入事例

① 和歌山県新宮市庁舎

② 青森県五所川原市庁舎



TOHOKU BUNKA GAKUEN UNIVERSITY
東北文化学園大学

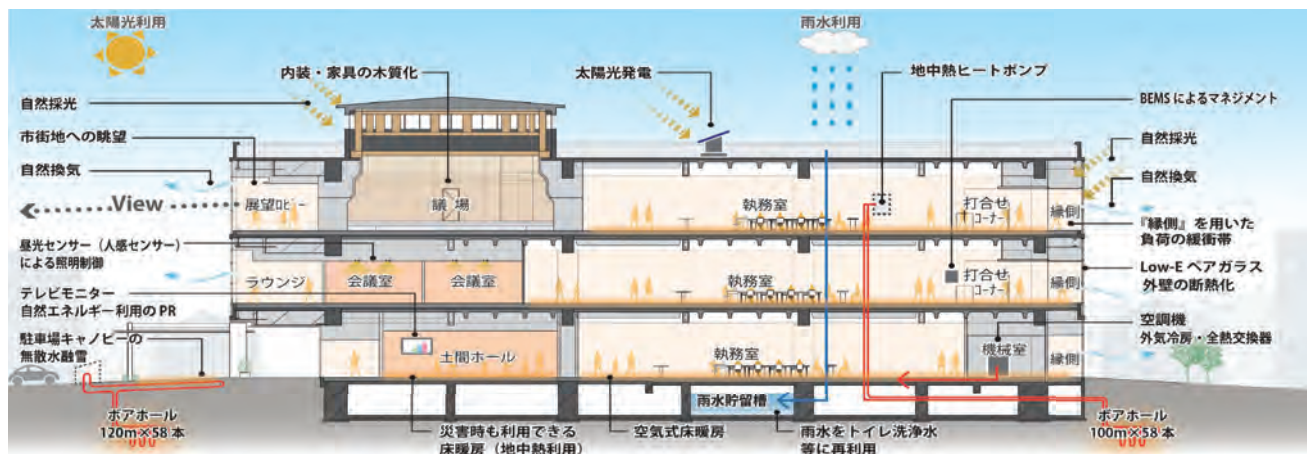
青森県五所川原市庁舎

34

建物概要と環境計画

➤ 建物概要

- ✓ 建物名：五所川原市庁舎
- ✓ 建物用途：市庁舎
- ✓ 敷地面積：18,854.52 m²
- ✓ 建築面積：3,355.37m²
- ✓ 延べ面積：9,344.50m²
- ✓ 階数：地上3階
- ✓ 構造：SRC一部S造



建物概要と環境計画

➤ 五所川原市の位置



計画時のコンセプト

➤ 計画時のコンセプト

- a. 市民が利用しやすく地域の核となる庁舎
- b. 簡素で機能性と経済性に優れた庁舎
- c. 防災拠点として安心と安全を確保した庁舎

➤ 省エネルギーへの配慮

（建物全体の消費エネルギーの5割を占める空調計画）

- ① 必要となる空調エネルギー自体を抑制
 - ➡ 外皮断熱性能の向上 外気負荷の低減
- ② 高効率機器・空調方式の採用
 - ➡ 地中熱ヒートポンプチャラー 床冷暖房
- ③ 自然エネルギーの活用
 - ➡ 太陽光発電 地中熱 雨水利用 自然通風

計画時のコンセプト

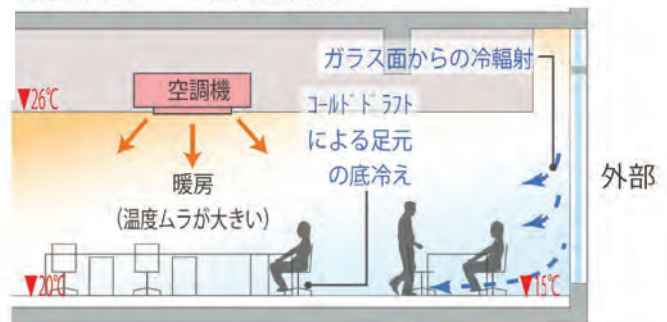
b. 簡素で機能性と経済性に優れた庁舎

- ✓ 高効率な空気式床冷暖房と縁側(えんがわ)による熱負荷低減

○縁側あり 居住域空調を採用



×縁側なし 一般的空調方式



渡邊 森（佐藤総合計画）：地域特性を活用した自然と共生する庁舎
・五所川原市庁舎, セカンダリ技術研修会 2024年12月18日



東北文化学園大学

計画時のコンセプト

b. 簡素で機能性と経済性に優れた庁舎

- ✓ 高効率な空気式床冷暖房と縁側による熱負荷低減



斜陽館 2階平面図



渡邊 森（佐藤総合計画）：地域特性を活用した自然と共生する庁舎
・五所川原市庁舎, セカンダリ技術研修会 2024年12月18日

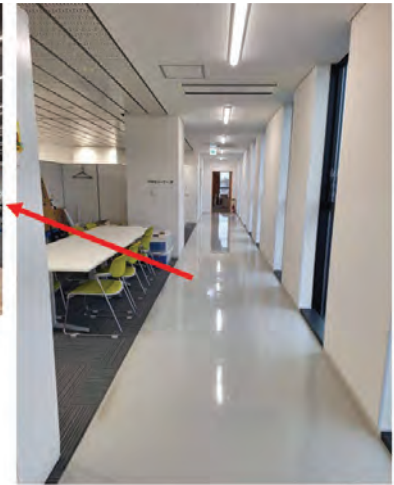


東北文化学園大学

計画時のコンセプト

b.簡素で機能性と経済性に優れた庁舎

- ✓ 高効率な空気式床冷暖房と縁側による熱負荷低減



出典：青森県観光情報サイトHP

AXS
AXS SATOW INC.

渡邊 森（佐藤総合計画）：地域特性を活用した自然と共生する庁舎
・五所川原市庁舎, セカンダリ技術研修会 2024年12月18日



東北文化学園大学

地中熱ヒートポンプシステム利用のメリット〔主に 寒冷地・積雪地〕

- 地中熱HPは低外気温度化でも高効率運転を継続可能
 - ✓ 空冷式HPは 外気温度低下時は能力・効率が低下する特性を有する
 - ✓ 地中熱HPは 熱源水温度が一定範囲になる設計で能力・効率低下が少ない
 - ✓ 地中熱HPは デフロストがなく 一時的な停止・能力低下なし
- ヒートポンプ本体は 屋内設置が可能で雪害が無い
 - ✓ 豪雪地域では 空気式HPは 様々な雪対策が必要
 - ✓ 室外機の防雪フードの設置
 - ✓ デフロスト排水の凍結対策
 - ✓ 積雪時のメンテナンス動線の確保 など
- 冷房時 地中温度が低く 高効率運転が可能

AXS
AXS SATOW INC.

渡邊 森（佐藤総合計画）：地域特性を活用した自然と共生する庁舎
・五所川原市庁舎, セカンダリ技術研修会 2024年12月18日



東北文化学園大学

空調・融雪システム

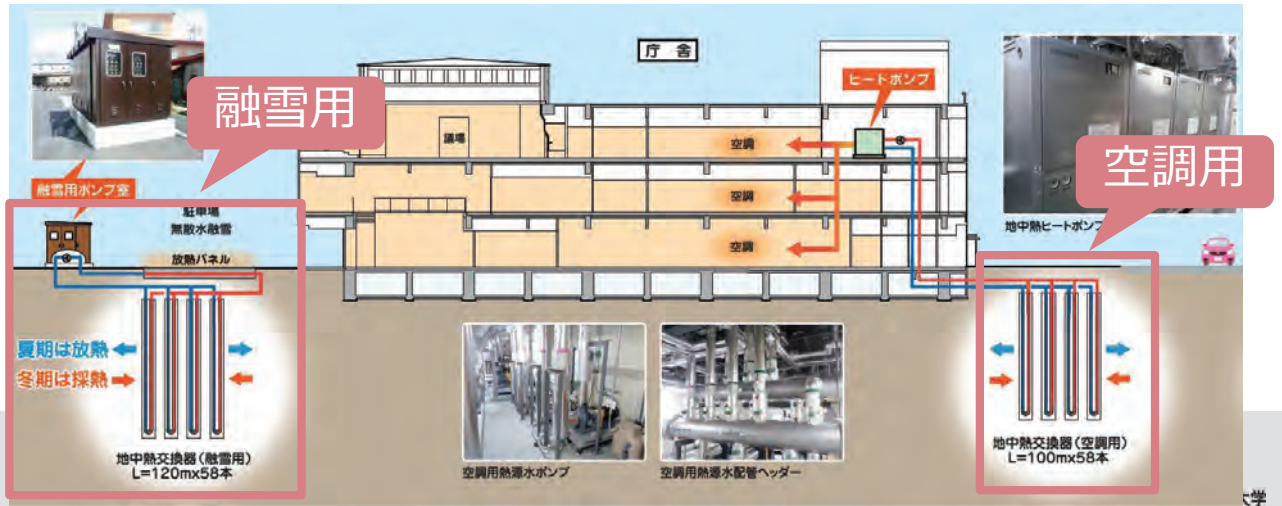
冷温水発生機:563.2kW

➤ 融雪システム

- ✓ 地中熱直接循環方式
(フリーヒーティング)
- ✓ 地中熱交換器：
ダブルU字型120m×58本

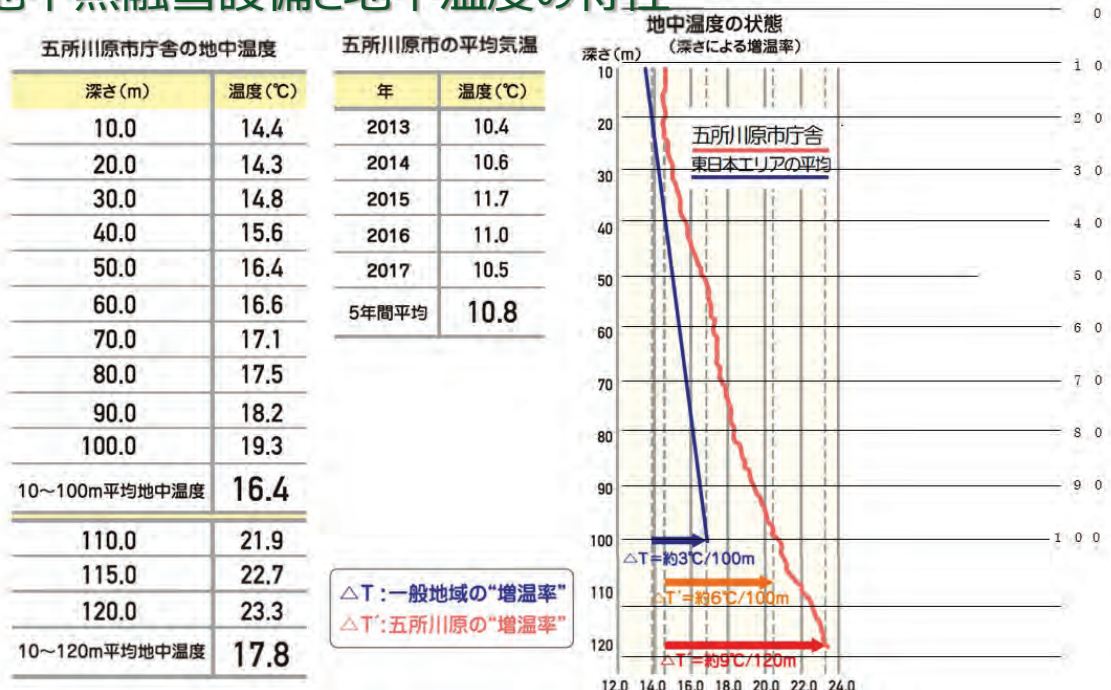
➤ 空調システム

- ✓ 冷温水発生機:80USRt×2台
- ✓ 地中熱HP:冷却能力 368kW
加熱能力 360kW
- ✓ 地中熱交換器：
ダブルU字型100m×58本



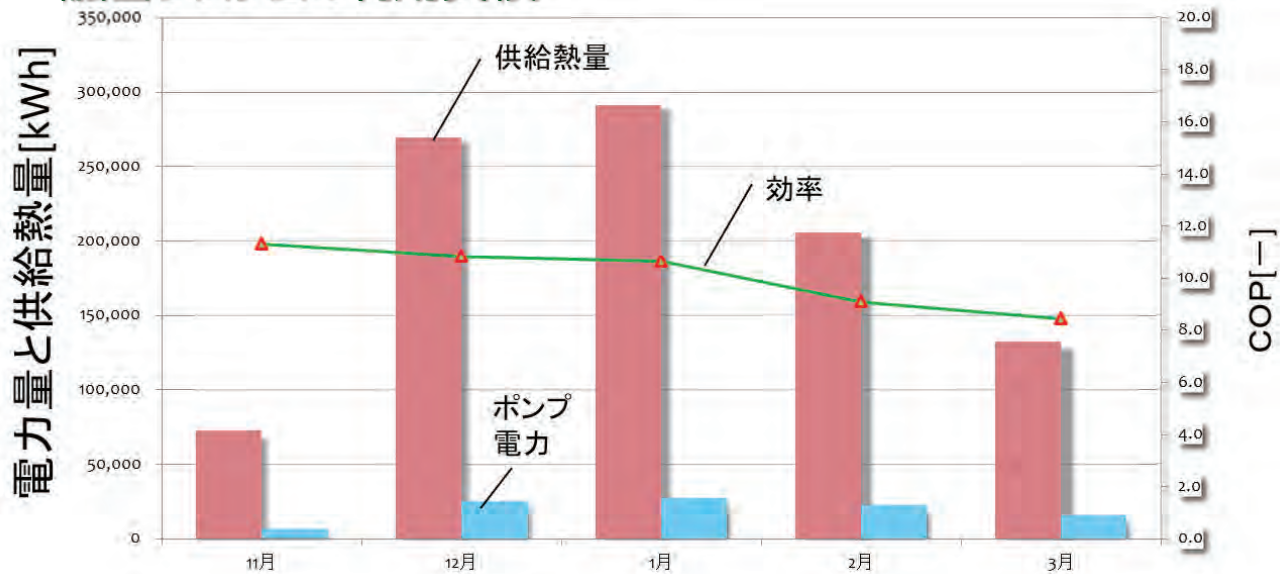
空調・融雪システム

➤ 地中熱融雪設備と地中温度の特性



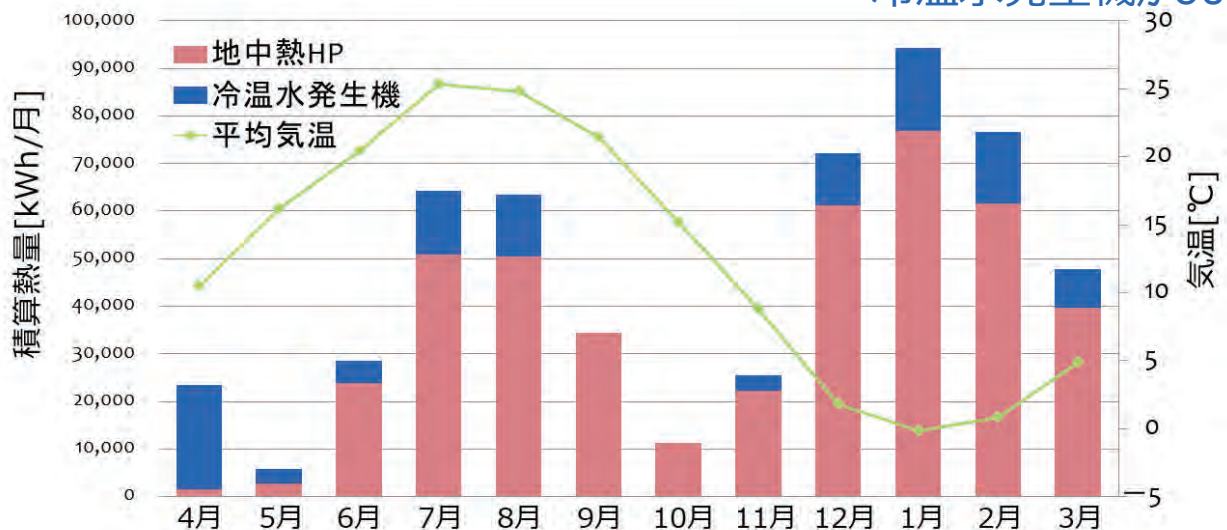
空調・融雪システム

➤ 融雪システムの利用実績



- ✓ HP不要でポンプ動力のみで季間 $COP=10$ と非常に高効率
- ✓ 3月に向けて効率の低下は 地中熱の飽和が要因と推察

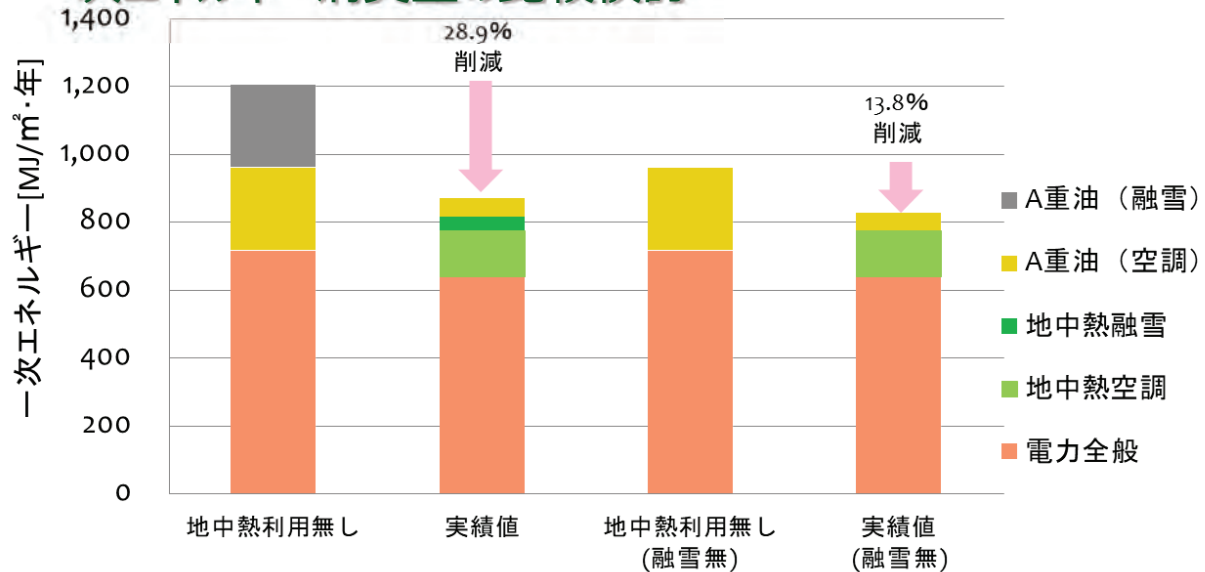
空調・融雪システム

 ➤ 空調システムの利用実績
 熱源機器容量 地中熱が40%
 冷温水発生機が60%


- ✓ 稼働比率 地中熱が80% 冷温水発生機 (A重油) が20%
- ✓ 9月 10月は 地中熱HPのみで運用

空調・融雪システム

➤ 一次エネルギー消費量の比較検討



- ✓ 地中熱を導入しない場合融雪をふくめると28.9%の削減
- ✓ 融雪を除いた場合は13.8%のエネルギー削減

建築設備技術者協会 カーボンニュートラル賞 受賞

➤ 建築設備技術者協会
カーボンニュートラル賞 受賞

カーボンニュートラル賞 東北支部

- ✓ 建築主 五所川原市
- ✓ 計画者 (株)佐藤総合計画 東北オフィス
- ✓ 地中熱利用設備全般 ミサワ環境技術(株)
- ✓ 検証者 赤井 仁志
(東北文化学園大学 当時・福島大学)
- ✓ 建築設備士
渡邊 森 (株)佐藤総合計画 東北オフィス
内沢 拓尚 (株)佐藤総合計画 東北オフィス
赤井 仁志 (東北文化学園大学)
駒澤 昭彦 (ミサワ環境技術(株))



建築設備技術者協会
カーボンニュートラル賞〔2023年度〕

