

カーボンニュートラル賞

受賞名称
第12回カーボンニュートラル賞 近畿支部
カーボンニュートラル賞選考支部名称
第12回カーボンニュートラル賞選考委員会 近畿支部
業績の名称
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
所在地
和歌山県新宮市春日1番1号

応募に係わる建築設備士の関与

関西電力株式会社	山口 弘雅
ミサワ環境技術株式会社	駒澤 昭彦
東北文化学園大学（当時：国立大学法人福島大学）	赤井 仁志

応募者又は応募機関

代表応募者・機関	株式会社佐藤総合計画 関西オフィス				
建築主・企画・運用管理	新宮市役所				
計画・設計・監理	株式会社佐藤総合計画 関西オフィス				
運用性能評価	関西電力株式会社				
地中熱計画・設計支援	ミサワ環境技術株式会社 福島営業所				
地中熱施工	株式会社福島地下開発				
性能検証・評価	東北文化学園大学 建築環境学科 赤井 仁志（当時：福島大学）				
延床面積	6,839.94	m ²			
階数	地上7階	地下-階	塔屋-階		
主用途	官公庁				
竣工年月日	2017年 3月 27日				

支部選考委員長講評

省エネルギーへの取り組み・工夫として、一般的ではあるが、高断熱、庇、遮光ルーバーを採用している。南からの日射は庇で遮り、東西面は開口部を少なくしパンチングによるルーバーにより日射抑制を行っている。徹底的に外部からの空調負荷侵入を遮断して、建物のエネルギー消費の削減に努めている。自然通風、LED照明などの省エネルギーの取り組みも漏れなく採用している。

脱炭素燃料の利用や、カーボンクレジットの利用は無い。

地域の特徴である熱交換効率の良い岩盤の特性を利用し、地中熱ヒートポンプシステムを採用している。熱応答試験を実施、地盤熱特性データを取得しながら丁寧に設計を進めている。

免振ピットを利用したアースチューブ方式により外気を導入、地中熱効果にて外気負荷を低減している。地域の特徴を把握し、地中熱というキーワードにスポットをあて、再生可能エネルギーの利用を行っている。

エネルギーマネジメントを導入し、省エネルギー目標を設定している。月単位で建物のエネルギー性能を評価し、継続的な省エネPDCAサイクルを推進している。機器運転の見える化にてエネルギー消費量の改善を行っている。熱源シミュレータにより、地中熱ヒートポンプとガス吸収式冷温水発生機を負荷に応じて台数制御を行い、エネルギー消費量の最小化を図っている。

エネルギーマネジメントの取り組みを通じて、建物のエネルギー消費量の特性を把握し、各種の運用改善が繰り返されることになって、一次エネルギー消費量の基準値に対して46%削減という省エネルギー建物を実現した。

省エネルギー手法、再生可能エネルギーの利用など、バランスよく考えられており、近畿支部としてカーボンニュートラル賞に推薦する。

受賞者の言葉

本庁舎は台風の通り道で災害頻度の高い地域に位置することから、安心安全の要となる施設創りを目指しました。高い敷地の強固な地盤の上にあった既存庁舎の場所に建設しました。この強固な地盤が優れた熱特性を有することから、熱源にボアホール方式の地中熱ヒートポンプシステムを採用しました。事前に熱応答試験を行い、土壌の有効熱伝導率が $2.13\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ という高い熱交換性能であることも確認しました。免震装置の地下ピットを介して空調機の外気導入を行う間接方式アースチューブの採用による外気負荷の低減、執務室の床吹出空調、市長室の天井放射空調など静寂で快適な執務空間を実現しました。

運用時は、エネルギーマネジメントシステムを構築して、設備用途別やフロア別のエネルギー消費量を容易にデータ分析・評価ができるようにしました。専門技術者が不在であっても、設備運用の最適化や室内環境の改善を実現することができました。

(小泉 公利 : 株式会社佐藤総合計画 関西オフィス)

業績の名称： 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

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの説明

1. 建築概要

新宮市庁舎は、市街地のほぼ中心に位置しており、和歌山県南部のJR新宮駅に近く、敷地が高く地盤が強固な既存庁舎の位置に建設した。計画時のコンセプトとして、次の項目を掲げた。

- ①防災拠点となる安心安全の要となる庁舎
- ②分かりやすい見通しのよいオフィス構成
- ③地域性・建築・設備が一体となった徹底的な省エネルギー

省エネルギー性とエネルギーのベストミックス、地域特性を生かした熱源システムを構築する観点から、高断熱、庇、遮光ルーバーを採用し、熱負荷の低減を図った。東西軸の建物配置として、南からの日射は庇で遮り、東西面は極力開口部を少なくして、パンチングによる遮光ルーバーにより日射抑制を行った。



図1.1 建物外観

この地域の特徴である熱交換効率の高い岩盤地盤を利用し、ボアホール方式の地中熱ヒートポンプシステムを採用した。また、免震装置の地下ピットを介して空調機の外気導入を行うアースチューブ方式により、地中熱効果で外気負荷を低減した。外気は、外気冷房が可能となるように、全風量分を給気できるように計画した。

執務室の空調方式は床吹出し方式を採用し、居住域空調による意匠性、静寂性、快適性に配慮した。市長室には省エネルギー性と快適性の観点から、天井放射空調を採用した。さらに、竣工後にエネルギーマネジメントを行うことが可能なように適正な監視点と測定ポイントを設けた。

図1.1に建物外観、図1.2に配置図、図1.3に建物断面図、表1.1に建物概要を示す。

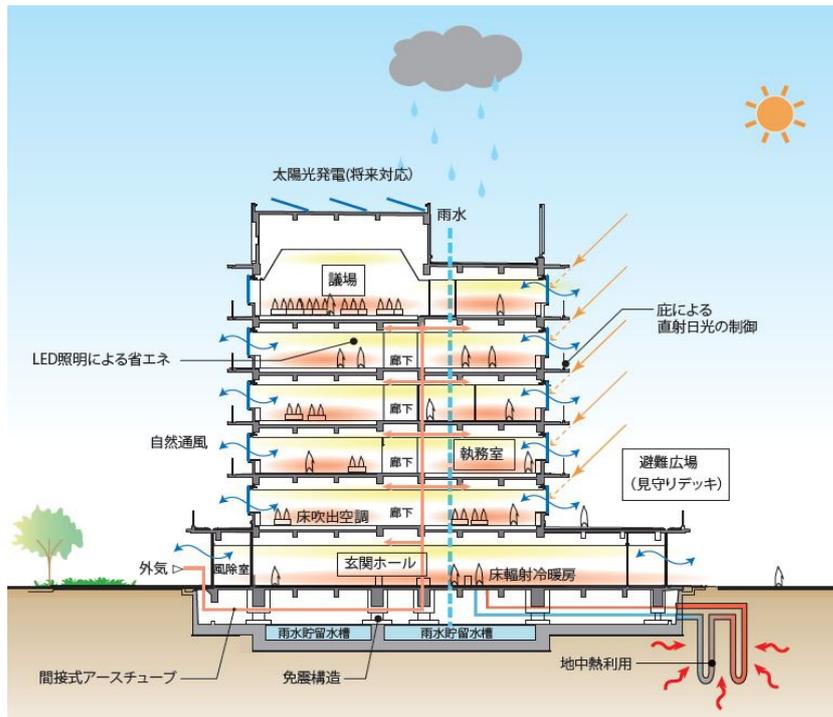


図1.3 建物断面図

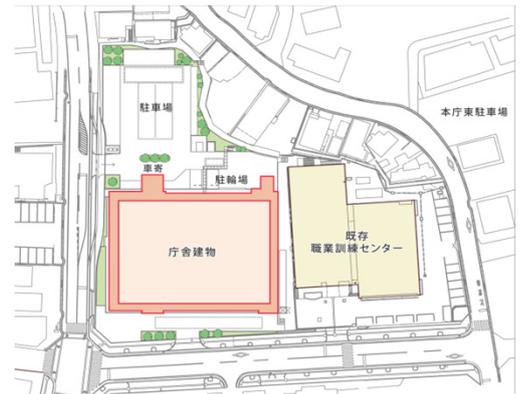


図1.2 配置図

表1.1 建物概要

建物名	: 新宮市庁舎
建物用途	: 市庁舎
敷地面積	: 4,351.58m ²
建築面積	: 1,720.67m ²
延床面積	: 6,839.94m ²
階数	: 地上7階
構造	: RC造
最高高さ	: 29.329m

2. 本業績における主眼点

① 地域特性を考慮した地中熱ヒートポンプシステムの計画と評価

建設地の地質・地下水賦存状況より、優れた熱特性を有する地層であることを考慮し、和歌山県内の公共施設として初めて地中熱ヒートポンプシステムを採用した。熱応答試験を実施し、地盤熱特性データを取得して設計を進めた。和歌山県内のモデル事例となり、今後の再生可能エネルギー熱利用の普及促進の一助になることが期待される。運用時においても地中温度や生成熱量に応じた詳細な分析を行い、四季を通じて最適な運用計画に反映した。

② エネルギーマネジメントによる継続的な省エネルギー化と良好な室内環境の両立

エネルギーマネジメントシステムを構築して、設備用途別やフロア別のエネルギー消費量をデータ分析した。建物担当者への月報報告を通じて、建物利用者への省エネルギー意識の高揚を図るとともに、専門技術者が不在にもかかわらず、設備運用の最適化や室内環境の改善を実現した。

3. 主な省エネルギーと環境配慮システム

熱源は、大規模災害時のリスク分散にも配慮し、電気、ガス熱源のベストミックス方式とした。電気熱源は、地盤特性を利用した地中熱ヒートポンプを採用し、バックアップとして空気熱交換器も設置した。空調機は、各階と南北の方位別に系統分けして設置、1階エントランスは冷温水を用いた床放射冷暖房、各階は床吹き出しによる居住域空調、議場や会議室系統は空冷ヒートポンプパッケージ方式とした（表3.1、図3.1）。

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で、熱交換効率の高い敷地条件であることから、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した（表3.2）。地中熱工事施工の前年に実施した熱応答試験で、 $2.13\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ の地盤有効熱伝導率を得て、高い熱交換性能を発揮できることを確認した。

必要な地中熱交換器の長さは、地盤有効熱伝導率と想定した空調負荷条件を地中熱利用システム設計用ソフトウェア（Gaia Geothermal社のGround Loop Design）に入力し計算した。この結果、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効果を見込んだ。地中熱ヒートポンプシステムの採用により、二酸化炭素の排出量を $8\text{t}\text{-CO}_2/\text{年}$ 削減でき、地球環境の保全に寄与する。

表3.1 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	空冷ビル用 マルチエアコン	10系統 300kW/300kW

表3.2 地中熱ヒートポンプシステムの概要

(地中熱交換器 利用時)	【冷房時】 能力：106kW 消費電力：27.9kW 参考COP：3.97 冷水流量：304L/min 冷水条件：12℃→7℃（熱源水条件：25℃→30℃）
	【暖房時】 能力：108.5kW 消費電力：32.8kW 参考COP：3.14 温水流量：311L/min 温水条件：45℃→50℃（熱源水条件：10℃→5℃）
熱交換器仕様	ボアホール方式 高密度ポリエチレン管 (ダブルU字管) 深さ100m×16箇所(4.5m間隔) 空気熱交換器と切り替え可能

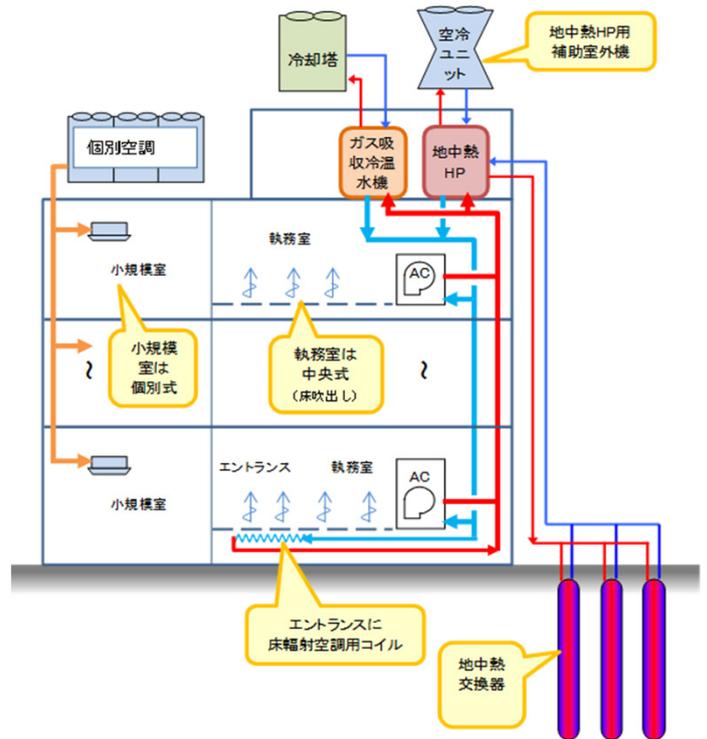


図3.1 熱源・空調システムイメージ図

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し、各階空調機の外気を供給する計画とした。地下の安定した温度により、夏期・冬期の外気負荷の約21%削減を見込んだ。アースチューブの方式には、ピット内に直接外気を導入して冷却・加熱する「直接方式」と、ピット内にダクトを通して間接的に熱交換を行う「間接方式」がある。ピット内の結露やカビ等の発生リスクを考慮して、「間接方式」を採用した（図3.3～図3.5）。

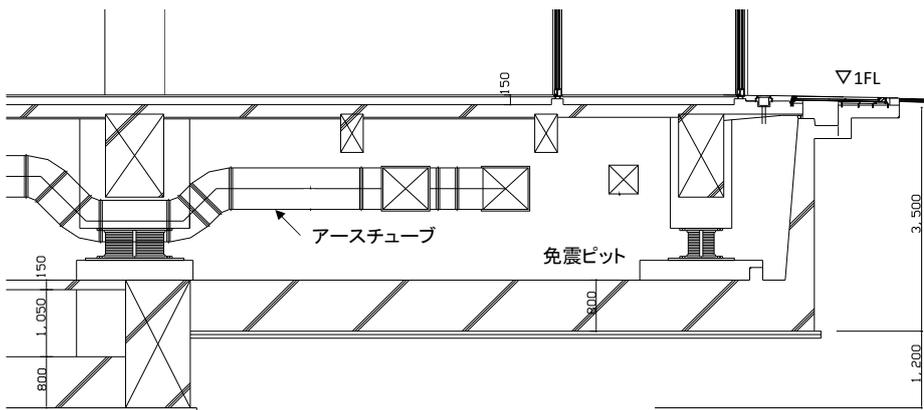


図3.4 アースチューブ設置断面

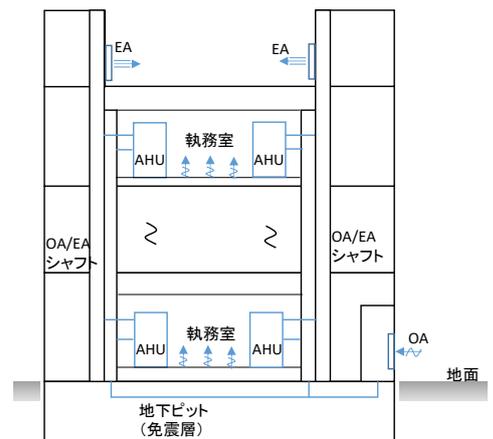


図3.3 概略ダクト系統図



図3.5 アースチューブ設置状況写真

- ③ 遮光ルーバー等による日射抑制
高断熱、庇、遮光ルーバーを採用し、熱負荷の低減を図った。東西軸の建物配置は、南からの日射は庇で遮り、東西面はパンチングによる遮光ルーバーにより日射抑制を行った(図3.6～図3.7)。



図3.6 南側庇



図3.7 東西部パンチング遮光ルーバー

- ④ 床吹き出し空調システム

執務室の空調システムは、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き出し方式を採用した。このシステムにより、夏期・冬期とも足元と頭の温度差が2°C以内となり、快適性を確保できる。この基本レイアウトに対して、机や棚の配置を踏まえて、吹出口の配置を最終決定した。

一方、足元の冷えによる不快感を防止するため、冷房時の空調機吹出温度に下限値を設定するとともに、二重床の床下空間に均等な静圧が得られるよう、設計時の検証と施工時の試運転調整を行った(図3.8)。

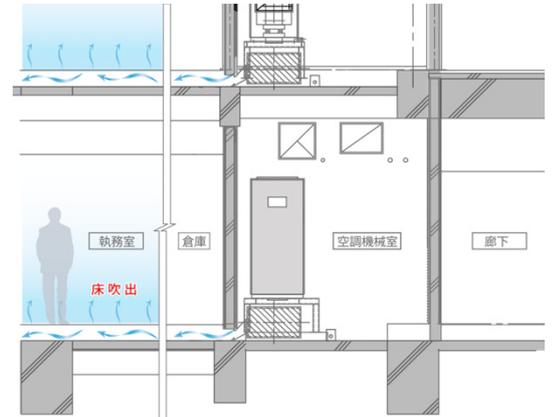


図3.8 空調機械室断面図

- ⑤ 天井放射空調システム

市長室には天井放射空調を採用した。室内温度の均一化、ドラフト感の解消、静寂性と意匠性に優れたシステムとした。

- ⑥ エネルギーマネジメントの導入

本庁舎では、省エネルギー目標を定めるとともに、月単位で建物のエネルギー性能を評価して継続的な省エネPDCAサイクルを推進するエネルギーマネジメントを導入した(図3.9)。

本活動では、エネルギーマネジメント月報によりエネルギーの使用状況が見える化し、設計者とエネルギー会社の専門技術者が、建物利用者である新宮市の建物担当者とコミュニケーションを図りながら、省エネ対策を立案・実施し、効果の検証も行っている。また、機器運転状況の見える化は、設備初期不具合の早期発見や原因究明・改善にも役立っている(図3.10)。

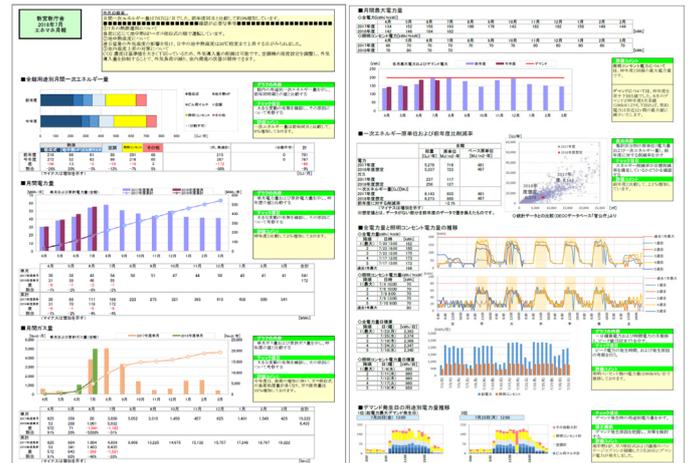


図3.10 エネルギーマネジメント月報の例

- ⑦ 熱源シミュレータによる運転計画の立案

本建物の中央熱源システムは、地中熱ヒートポンプとガス吸収冷温水機からなり、負荷に応じた最適な台数制御により、エネルギー消費の最小化を図る。

そこで、設計段階でLCEM(ライフサイクルエネルギーマネジメント)ツールを用いた熱源シミュレータを構築し、負荷に応じて熱源システム全体での電力消費量・ガス消費量を評価することにより、最適な運転方法を立案することとした。

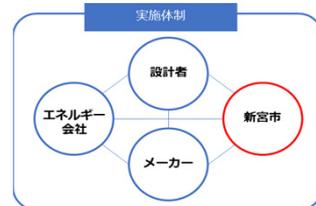


図3.9 エネルギーマネジメント実施体制

4. 年間エネルギー性能評価結果

エネルギーマネジメントの取り組みを通じて、2017年度、2018年度の2年にわたり各種運用改善を継続的に実施した。初年度12ヶ月の一次エネルギー消費量は898MJ/(㎡・年)と、基準値と比較して50%以上の削減を達成した。2018年度には、災害対応等で休日や残業時間帯の利用が多く見られたため、電灯コンセントの電力消費量が対前年度比で12.9%増加した。熱源も、冬期室内温度設定の緩和による暖房負荷の増加や、夏期の猛暑の影響で若干増加したが、一次エネルギー消費量は954MJ/(㎡・年)と、基準値と比較して47.5%の削減実績を上げることができた。2019年度以降も随時、データの解析と評価を継続している(図4.1)。

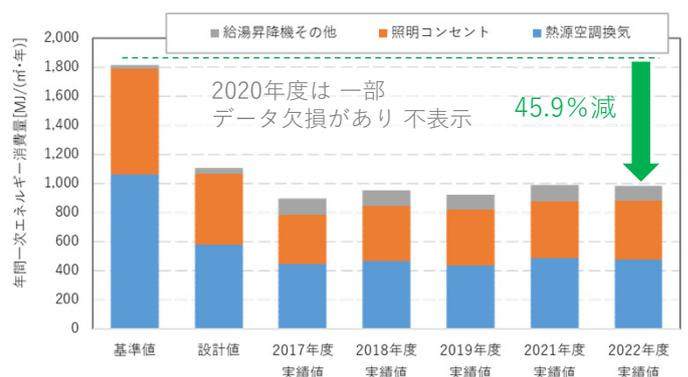


図4.1 一次エネルギー消費量実績の推移

5. 再生可能エネルギー熱利用とエネルギーマネジメントによる省エネルギー手法 普及と啓発のための実績

本建物で実施した再生可能エネルギー熱（地中熱ヒートポンプ、アースチューブ）利用とエネルギーマネジメントによる省エネルギー手法を普及させ、カーボンニュートラルへ資することを目的に、空気調和・衛生工学会の振興賞技術振興賞への応募、建築設備技術者協会や空気調和・衛生工学会等の機関誌への寄稿等を行った。

① 授賞業績

件名：空気調和・衛生工学会 第34回振興賞技術振興賞
業績名：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

受賞者：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 福島大学 赤井 仁志

掲載ホームページ：<https://www.city.shingu.lg.jp/info/1081>
(図5.1)

② 機関誌への寄稿

- 土岐達美：事例研究・新宮市庁舎のコミッションング報告事例について、建築設備士（建築設備技術者協会誌）、2019年1月
- 土岐達美ほか：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（空気調和・衛生工学会誌）、2020年7月
- 土岐達美・山口弘雅：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、建築とエネルギー（建築エネルギー懇話会誌）、2020年12月

③ 学会大会での発表

- 空気調和・衛生工学会大会 学術講演会〔5報発表〕
 - i. 土岐達美ほか：計画概要と省エネルギー手法、高知工科大学、2017年9月
 - ii. 土岐達美ほか：竣工後1年間の運用実績評価、大同大学、2018年9月
 - iii. 岸本卓也ほか：地中熱ヒートポンプシステムとアースチューブの分析・評価、大同大学、2018年9月
 - iv. 土岐達美ほか：竣工後2年間の地中熱ヒートポンプシステムの分析・評価、北海道科学大学、2019年9月
 - v. 岸本卓也ほか：竣工後2年目の室内環境改善結果とエネルギーマネジメント活動報告、北海道科学大学、2019年9月
- 日本建築学会大会 学術講演会〔5報発表〕
 - i. 土岐達美ほか：建物計画概要、東北大学、2018年9月
 - ii. 赤井仁志ほか：空調設備計画における省エネルギー手法の概要、東北大学、2018年9月
 - iii. 片山真理子ほか：エネルギーマネジメントの概要と竣工後約1年間のエネルギー消費実態評価結果、東北大学、2018年9月
 - iv. 山口麻有ほか：地中熱ヒートポンプシステムの運転性能評価、東北大学、2018年9月
 - v. 岸本卓也ほか：間接式アースチューブの運転性能評価結果、東北大学、2018年9月

④ 講演会、パネルディスカッション等での講演等

- コーディネータ：赤井仁志、パネリスト：土岐達美ほか：福島県・公益財団法人福島県産業振興センターほか主催、ふくしま地中熱利用情報交換フォーラム、福島県ハイテクプラザ（郡山）、2017年9月
- コーディネータ：赤井仁志、パネリスト：土岐達美ほか：NPO法人地中熱利用促進協会主催、全国地中熱フォーラム2019～持続的社會と地中熱最新動向、品川区立総合区民会館「きゅりあん」、2019年11月
- 土岐達美：空気調和・衛生工学会近畿支部主催、環境工学研究会（大阪）、ドーンセンター・特別会議室、2020年7月
- 土岐達美：空気調和・衛生工学会近畿支部主催、第11回国際学生交流会（第26回留学生懇親研修会）、Zoomによるオンライン開催、2020年11月

⑤ 見学会

- 一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター 地下熱利用とヒートポンプシステム研究会（主査：北海道大学大学院 長野克則教授）、2019年10月3日、見学者21名
- 市内の小学校3校（小学3年生）、見学者 毎年 約200名
- 市外の小学校（小学生）、2021年度 田辺市、2022度 那智勝浦町、見学者 各 約20名

以上

新宮市庁舎が振興賞を受賞しました

新宮市庁舎が公益社団法人空気調和・衛生工学会主催の第34回振興賞を受賞しました。



この図、新宮市庁舎が取り組んでいるエネルギーマネジメントが公益社団法人空気調和・衛生工学会主催の振興賞を受賞しました。

※エネルギーマネジメント（EMS）

エネルギー管理システムとも呼ばれ、情報通信技術（ICT）を用いて、家庭やオフィスビル、工場などのエネルギー（電気・ガス等）の使用状況を把握及び管理し、最適化する「省エネ」を行うシステム

※振興賞

空気調和・衛生工学と工業の振興および新進の研究者、技術者を育成することを目的として、特に優秀な大学の学生、高校教員に携わる者の論、論文、会員の技術に関する業績に対して贈られる賞

業績名：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

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	福島大学 赤井 仁志

掲載内容に関するお問い合わせはこちら

総務課

住所：647-8555 和歌山県新宮市春日1番1号
TEL：0735-23-3336
E-Mail：こちらから

図5.1 新宮市ホームページ（空気調和・衛生工学会 振興賞 授賞報告）