

大阪ガス新情報発信拠点の計画 ～地域社会への貢献と先進エネルギーシステムの具現化～

The Planning of Osaka Gas's New Information Transmission Center

-The Contribution to the Local Community and The Embodiment of Advanced Energy Systems-

大阪ガス株式会社
Osaka Gas Co., Ltd.
中嶋俊介
Shunsuke Nakajima

キーワード：社会貢献 (Social Contribution)、環境教育 (Environmental Education)、コージェネレーションシステム (Cogeneration System)、再生可能エネルギー (Renewable Energy)、エネルギーマネジメント (Energy Management)、見える化 (Visualization)、防災力 (Resilience)

1. はじめに

本建物「hu+gMUSEUM (ハグミュージアム)」は、大阪ガス株式会社の新しい情報発信拠点として2015年1月にグランドオープンした。大阪府内に点在していた既存の複数のショールームを集約し、一体的で魅力溢れる情報発信活動を行うことが計画された。

本建物が立地するのは、大阪ガス発祥の地であり、現在はドーム球場、事務所・地域冷暖房プラントビル、ショッピングセンター、ホームセンターといった大規模な施設が建ち並ぶ熱供給事業地区となっている。さらに、2011年に要件緩和された特定電気事業の許可を受け、プラントビルでの発電電力に大阪ガス泉北製造所等からの系統電力を加え、地区内の施設への電力供給も行われている。

このような経緯を踏まえ、本建物は、「地域との交流を通じた社会貢献」と「先進エネルギーシステムの具現化」を推進・発信するエネルギー事業者の拠点となることを目指し、建築計画や設備計画、展示計画の検討が行われ、建設された。

そして、施設オープン後は、次世代の人材育成の場の提供という新しい情報発信の形を体現し、その活動をCSR報告書をはじめとする様々な媒体を通して発信している。また、先進エネルギーシステムは、運転エネルギーデータの分析などによる検証を行い、学会や専門誌、講演等でその取り組みと成果を積極的に発信している。



写真1 北東外観

人とガスが出会うと
ぬくもりが生まれる。
未来が生まれる。



hu+gは「human+gas」、
人とガスを結ぶミュージアムです。
ガスが本来持つ価値である、
人を幸せにする「ぬくもり」と、
その先にあるあたたかな「未来」を、
実現する場所になります。

建築概要

建築名称：hu+gMUSEUM（ハグミュージアム）

建築主：大阪ガス（株）、大阪ガス都市開発（株）、
（株）オーグスポーツ

設計：（株）安井建築設計事務所

施工：（株）竹中工務店

建設地：大阪市西区千代崎三丁目

用途：集会所（展示施設）

地域地区：商業地域

敷地面積：3,867 m²

建築面積：2,966 m²

延床面積：10,149 m²

構造・階数：鉄骨造・地上5階

工事期間：2013年1月～2014年12月

開業：2015年1月



図1 平面図・断面図

2. 地域との交流を通じた社会貢献

「Daigas グループは、自らの企業活動を世の中に正しく理解していただくため、情報を積極的に公開し、経営の透明性を高めるとともに、社会とのコミュニケーションを推進します。また、良き企業市民として、地域社会に貢献するよう努めます。」と宣言し（Daigas グループ CSR 憲章Ⅲ）、「事業活動で培ってきた資産を活かし、「エネルギー環境教育」や「食育活動」「火育・防災教育活動」等を通じた次世代育成など、社会とのコミュニケーション活動に継続的に取り組んでいます。」と報告している（図 2-1）。

2-1. 活動拠点としての hu+gMUSEUM（図 2-2）

本建物は、この CSR の取り組みを推進する場として、2015 年 1 月のグランドオープン以降、多くの方々にご来館いただき、来館者数は累計約 90 万人（2017 年度末時点）に達した。

1F は、都市ガスの環境性・省エネルギー性や安全・安心の取り組みを発信することを目的に、ガス導管や緊急車両などの実物を見て、触れる展示コーナーとしており、ガラスのカーテンウォール越しに外からも賑わいを感じ取れるよう工夫している ①。2F には高天井を利用した 2 階建てのスマートハグハウスを設置 ②、3F の体験フロアや 5F の業務用厨房「涼厨」体感ルーム等もあわせ、都市ガスを利用した快適で便利な暮らしを体感できる体験コーナーとして充実を図っている。さらに各階 EV ホール付近に館内省エネルギーの見える化モニタを設置し、エネルギーや環境、防災について考えるきっかけ作りを行っている。

□見学ツアーの取り組み（全館）

展示・体験コーナーを専属ガイドが分かりやすく紹介する館内見学ツアーや、高効率なコージェネレーションシステム、ガス熱源、再生可能エネルギー利用設備等を見学し、より高度な知識の取得を目指すエネルギーシステム見学ツアーを設け、来館者への「エネルギー環境教育」に活かしている。

□環境配慮への取り組み（全館）

2016 年度には設計段階での高い省エネルギー性能を評価され、BELS の 5 つ★認証を取得した ③。また、イベント単位のエネルギー計量により、国のカーボンフットプリント認証を受け、CO2 排出量を実質ゼロにするなどカーボンオフセットにも取り組んでいる ④。

2-2. 次世代の人材育成の場の提供（図 2-2）

さらに、本建物では多様な体験型プログラムを建築・設備に落とし込むことで、小学生を中心とした次世代の人材育成の場の提供にも力を入れている。

□エコ・クッキング※（4F キッチンスタジオ）

※エコ・クッキングは東京ガス（株）の登録商標です。

「エコ・クッキング」は地球環境のことを考えながら、買い物・調理・食事・片づけなど、食に関する一連の行動を学ぶことができる体験学習で、4 階に設置した最大 100 名を収容可能なキッチンスタジオで開催している ⑤。調理台毎に使用した水や都市ガス消費量を計測し、ごみの量とあわせて CO2 排出量として表示する仕組みは、子どもたちが互いの行動を見比べ、自らの行動を見つめ直す機会となっている ⑥ ⑦。



図 2-1 CSR レポート 2016（抜粋）



エコ/クッキングの様子 (4F)



キッチンのガス・水の計量メーター



スマートハグハウス (2F)



展示コーナー (1F)



火おこしの様子 (1F)



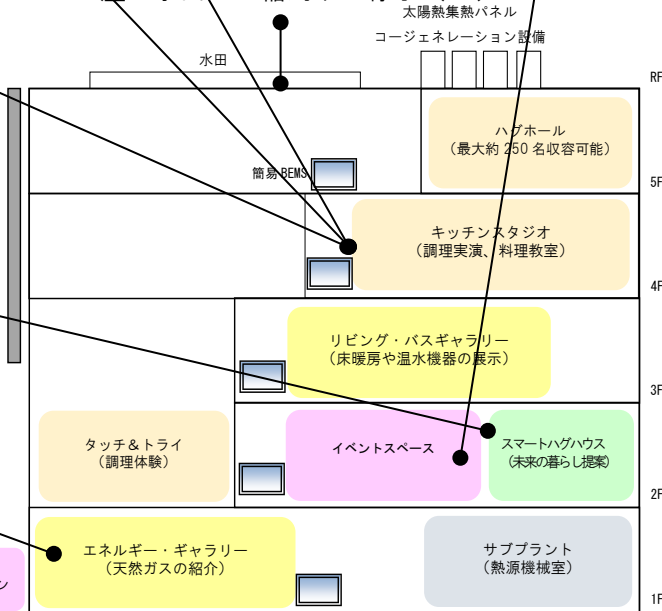
5つ星を取得した BELS 認証



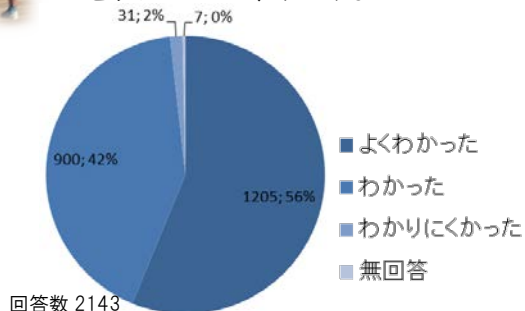
カーボンフットプリント認証



屋上水田での稲刈りの様子 (RF)



10 地球環境を守るためどのようなことをすればよいか、わかりましたか 火・エネルギーについてわかりましたか



子どもたちへのアンケート結果

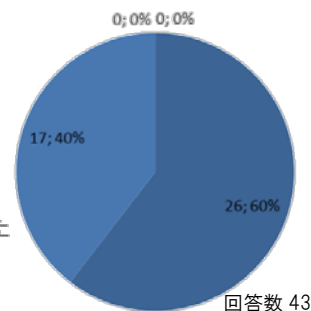


図 2-2 hu+gMUSEUM での地域貢献活動

□食育・生物多様性教育（RF 水田・畑他）

屋上に設けた約 100m²の水田と約 12m²の畑では、近隣の小学生を対象にした「食育」活動を行っている。田植えから稲刈り・脱穀・炊飯試食までの「農作物を食物にする」過程を体験でき、約 45 kgのお米が収穫された ⑧。さらに水田に生息する生物を観察する自然観察会も開催し、「生物多様性」について考える場にもなっている。

□火育・防災教育（1F デッキ・展示コーナー、4F キッチンスタジオ他）

その他、火おこしできる外部デッキ ⑨、キッチンスタジオ等を活用した「火育」や「防災教育」など体験を通じて豊かな心を育み、生きる力を高めるプログラムを提供している。

これら教育プログラムの開催にあわせて実施している子どもたちへのアンケートでは、地球環境の保護や火・エネルギーについての理解度が非常に高まったという結果が得られた ⑩。普段当たり前のように使っているエネルギーの大切さを実感し、「電気やガスの無駄遣いをなくす」「ごみを減らす」といった具体的なエコ行動も多く回答されており、子どもたちにとっての気づき場の提供に寄与している。

3. 先進エネルギーシステムの具現化

本建物は、エネルギー会社の展示施設として、先進性を表す意匠や、展示内容更新のフレキシビリティを確保するとともに、高い環境性能や防災性能を有することを目指した。後述する取り組みにより、高度な省・創エネルギー、レジリエンスを社会に展開するトップランナーとしての役割を担っている。

4. 省エネルギーを目指す建築計画

4-1. 建物配置と平面計画

本計画では、展示施設の特性を踏まえて建物全体として意匠計画と環境・設備計画の統合を目指した。

最寄り鉄道駅から建物へのアクセス経路に当たる、北・東面は、賑わいや活動が外部へ発信できるよう、ガラスのカーテンウォールによる吹抜け構造としており、様々な映像を表示するハグビジョンが透けて見えるとともに、北面からの自然採光を利用することで照明負荷の削減を図っている。東面には木の外装部材と壁面緑化により親自然を表現し、北面には金属外装パネルを配して先進性を表す外観としている（写真 4-1）。この金属外装パネルは「ウォールダクト」と名づけ、換気装置としての役割も持たせている（4-2. 参照）。建物構造は鉄骨造で、約 15m のロングスパンとすることで展示施設としてのフレキシビリティを確保している。南面には、建物コアを配置して夏期の冷房負荷を抑制する計画としている。また、展示用設備の更新が容易となるように、設備バルコニーを配置し、主にバスルーム体感や温水床暖房のための給湯器が設置されている。

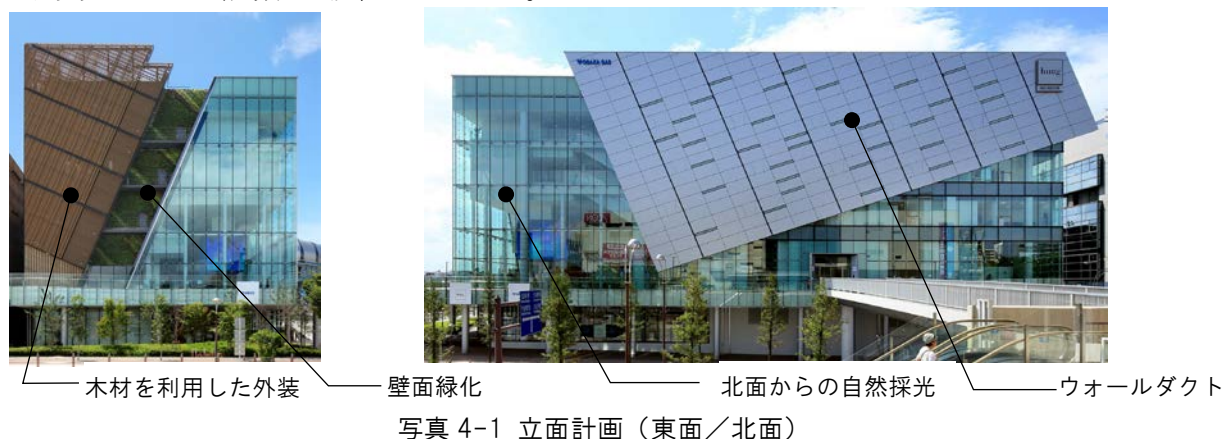


写真 4-1 立面計画（東面／北面）

4-2. 金属外装パネルによる換気システム

4-2-1 計画主旨とシステムの概要

ウォールダクトは、建物外壁の外側に通気層と外装アルミパネルを設置し、外部からの流入熱（あるいは流出熱）を抑制する狙いがある。また、建物外壁と外装アルミパネル間の通気層に空調された室内空気を室内排気口より排出することで、外気よりも室内温度に近い空気層を形成し、空調負荷を低減することを狙って計画した。図 4-1 に、ウォールダクトのシステム概要（断面図）、図 4-2 に、ウォールダクト内部の各排気口の位置を示す。室内からの排気は機械換気によりウォールダクト内に供給されており、ウォールダクト頂部からの排気はダクト排気口から自然流出されている。

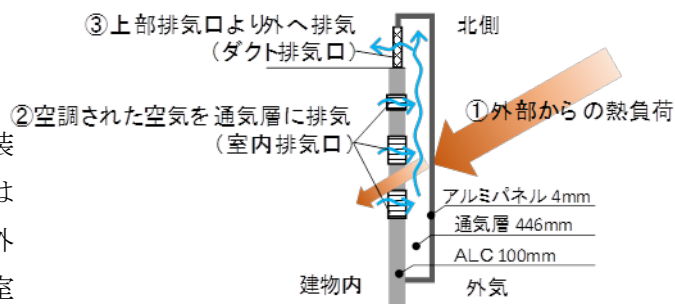


図 4-1 ウォールダクトの概要

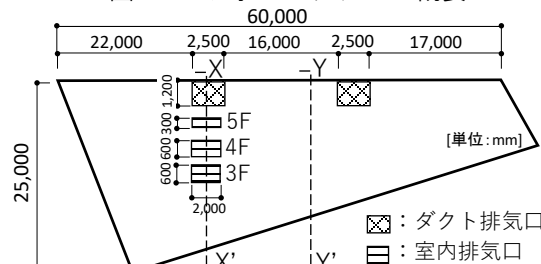


図 4-2 ウォールダクト排気口の配置

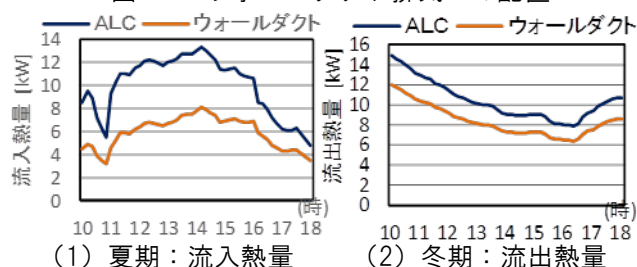


図 4-3 ウォールダクトの有無による比較

4-2-2 実測による断熱効果の検証

夏期の実測は 2015 年 8 月 5 日～26 日にかけて行った。図 4-3 に、現状の外装アルミパネルを設置した場合と設置しない想定で ALC のみとした場合の 1 日の断熱による流入・流出熱量の算定値を示す。夏期の室内への流入熱量差は最大 5.4kW であり、中央監視データによる熱源システム COP 2.1 で除することで消費エネルギーを比較すると、ウォールダクトの断熱性により約 44%の省エネルギー効果があった。冬期も同様の手順で消費エネルギーを算出すると、最大約 20%の省エネルギー効果となった。熱貫流率は、ALC のみの場合は 1.3 W/(m²・K)、ウォールダクトがある場合は 1.1 W/(m²・K)である。相当外気温度は実測の日射量と外気温度より算出し、室内温度は建物内壁の壁温度の実測値を用いた。

5. 高度な省エネ・創エネ設備

5-1. コージェネレーション設備を中心とした

電力・熱ネットワークの構築

5-1-1 計画主旨とシステムの概要

本建物では、屋上に自立分散型電源として非常用発電機兼用のコージェネ CGS-1（発電出力 210kW×1 台）、系統電力のデマンド抑制用としてマイクロコージェネ MCGS-1（同 31kW×7 台）を設置し、発電電力の建物内利用と排熱の空調利用・地域内融通を計画した。発電により発生する排熱と隣接するホームセンターからの排熱は温水として回収し、1 階プラントの排熱投入型吸収冷温水機 300RT×3 台で空調用冷水の製造に利用される。建物熱需要が少なく冷温水機で利用しきれない場合は、地域熱供給用の熱導管に送水し地域内メインプラントでの有効利用を図る。冬期で建物暖房需要がある場合は、空調用温水の熱源として利用する（図 5-1）。

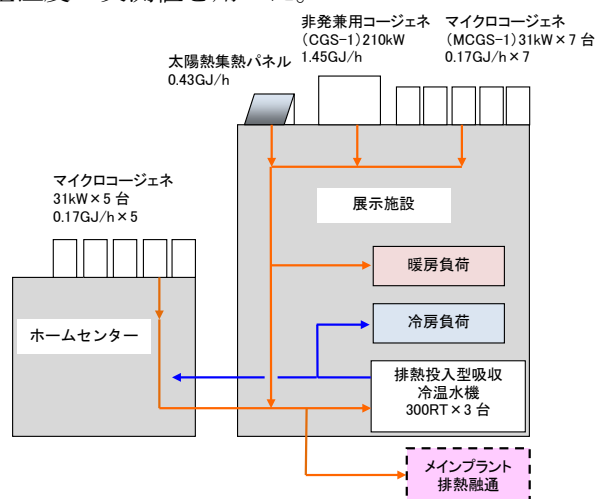


図 5-1 本建物の排熱利用の概念図

5-1-2 コージェネレーション設備の効果の評価

本建物の実績値（コージェネ設備を運転した場合）と、コージェネ設備を運転しない場合（コージェネの代わりに一般受電を行い、空調負荷はガス吸収冷温水機により処理したと仮定）を比較評価した。

□一次エネルギー消費量

2015-2016 年度における一次エネルギー消費量の推移を示す（図 5-2）。コージェネによる発電と排熱の空調利用による一次エネルギー消費量は、2015 年度ではコージェネを運転しないと想定した場合と比べて、95%に相当した。月ごとに比較すると、暖房利用を行い排熱融通が本格化した 2015 年 12 月以降でエネルギー消費量の削減割合が高くなっている。2015 年の 5 月～7 月の運用開始当初はコージェネをほぼ定格で運転して発電を行ったため、冷温水機で利用できる能力を上回る排熱量が発生して効率が上がらなかったが、8 月からは発電量を抑えることで排熱量をコントロールして効率を改善した。また中間期の 10 月、11 月は CGS-1 の運転を停止して排熱量を抑制している。

2016 年度はコージェネを運転しないと想定した場合と比べて 87%となった。隣接するホームセンターからの排熱の受け入れを優先し、建物側の熱需要を考慮して CGS-1 を停止、MCGS-1 の運転台数を減らした結果、2015 年度と比べ、夏期、中間期に省エネ効果が現れた。一方で、冬期は、CGS-1 も稼働させた方が省エネルギーとなることが確認できた。

□CO2 排出量

コージェネによる発電と排熱の空調利用による CO2 排出量は、コージェネを運転しないと想定した場合と比べて毎月削減されており、年間で 86～87%に相当している（図 5-2）。

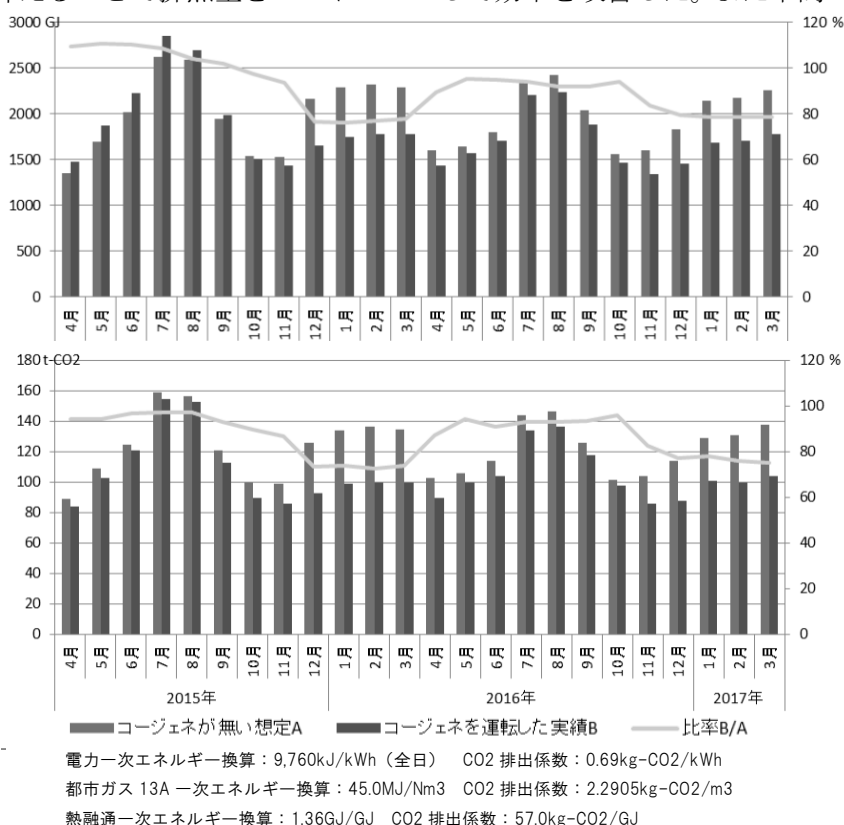


図 5-2 一次エネルギー消費量（上）と CO2 排出量（下）

5-2. 太陽熱の空調・給湯カスケード利用

5-2-1 計画主旨とシステムの概要

自然エネルギーである太陽熱を空調用熱源水と給湯器の給水予熱に利用する省エネルギーシステムを導入した。屋上設置の集熱パネルで得られた温水は貯湯槽に貯留し、88℃以上で利用できる場合は空調熱源（排熱投入型吸収冷温水機）へ供給し、給湯器の給水予熱にもカスケード利用できる配管系統とした。集熱温度が 88℃より低い場合は給湯器の給水予熱のみに利用する制御とした（図 5-3）。

5-2-2 太陽熱集熱量と利用量の評価

2015 年 8 月以降の太陽熱利用量の実績を図 5-4 に示す。8～10 月は集熱量が大きく空調利用ができる温度の温水が得られるため、空調利用熱量が大きくなった。11 月以降は集熱量が小さく、空調利用できる温度の温水が得られないため、給湯利用量が大きくなった。太陽熱利用率は空調利用が大きい 8 月と

10月で最も高く52%であった。給湯利用が中心となる12月～3月の太陽熱利用率は夏期より小さくなり、20～30%で推移していた。期間平均の太陽熱利用率は37%であった。

また、冬期には貯湯槽水位を低く変更することで、貯湯槽内温度が低くなりすぎないようにし、気温が低く日射量が小さい冬期でも、給湯予熱利用量を確保した。

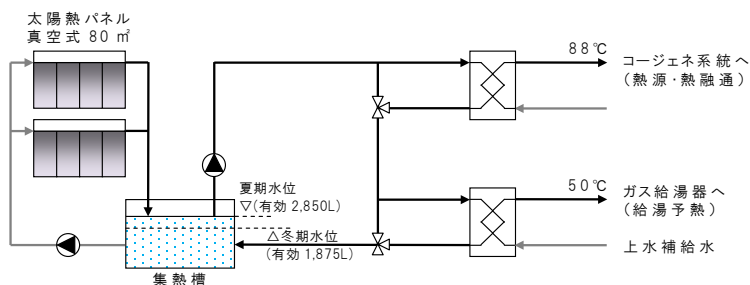


図 5-3 太陽熱利用概要図

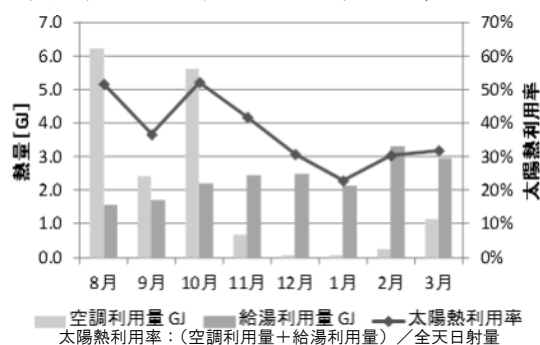


図 5-4 太陽熱利用量と利用率

5-3. 地中熱を利用した床輻射冷房システム

5-3-1 計画主旨とシステムの概要

キッチン性能を体験できる2階タッチ&トライコーナーに地中熱を利用した床輻射冷房システムを計画した。ヒートポンプなどの熱源機を介さず、仮設杭と共に埋設されたポリエチレン配管とポンプを用いて地中熱を採熱し、床パネルに埋設された配管に直接通水させるシステムである（写真 5-1）。

5-3-2 システムの検証

夏期（2015年7月1日～9月30日）の外気温、冷水の往還温度、冷水流量、床表面温度のデータを抽出して分析を行い、定常時の往還温度差は平均2.6℃であることを確認した。また、休館日（8月26日）に外調機を停止させ、通水開始の11時と定常時の15時にサーモカメラにより床表面の熱画像を撮影し、地中熱輻射冷房のみの性能を検証した（図 5-5）。通水開始時には冷房エリアと非冷房エリアで床表面温度差はほとんど見られないが、定常時には明らかにエリア間の床表面温度に差がみられた。



写真 5-1 対象空間（タッチ&トライ）

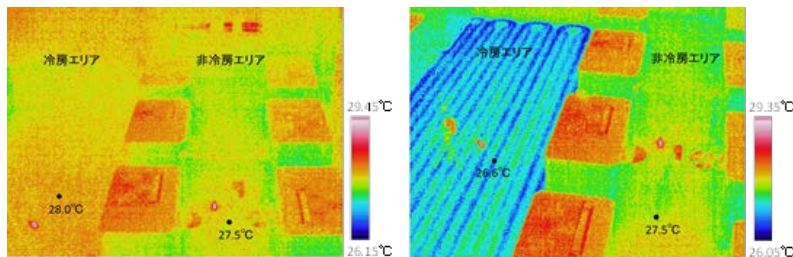


図 5-5 床表面温度分布 左:通水開始時(11時)右:定常時(15時)

6. エネルギーマネジメント

6-1. 在室者検知空調制御システム

6-1-1 計画主旨とシステム概要

展示施設は、日・時間によって来館者人数が大きく変動する特徴がある。本建物では、来館者による見学行動に着目し、快適性を確保しながら省エネルギー性を高めるため、在室者人数に応じて空調・換気量を制御するシステムを導入試行した。4階展示エリアでは、天井に人検知センサを設置し、その検知個数に応じて

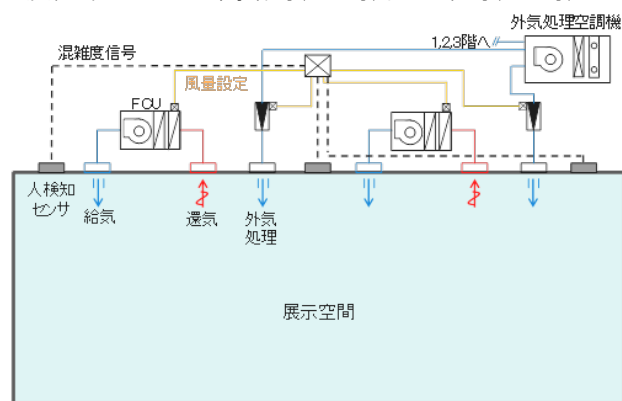


図 6-1 在室者検知空調システム概要

混雑度を判定し、ファンコイルユニット及び外気処理空調機系統の風量制御（強・中・弱）を行っている。システム概念図を図 6-1 に、展示エリアの平面図を図 6-2 に示す。

6-1-2 システムの検証

4 階展示空間のエリア 1～4 を対象として、在室者検知制御なし（2015 年 8 月 24～25 日）と制御あり（2015 年 8 月 27～28 日）の 2 ケースの比較を行った。

エリア 1～4 の FCU 電力量の合計日積算値の比較を図 6-3、外気処理風量の日積算値の比較を図 6-4 に示す。FCU 電力量は、制御ありの 8 月 27 日、28 日が、制御なしの 24 日に比べて両日とも 33% 小さい値となり、外気処理風量は、制御なしに比べて 22～23% 少ない値となった。混雑度に応じて外気導入風量を制御することにより外気処理熱量及び外気導入ファン電力量を低減でき、省エネルギー効果が高いと考えられる。

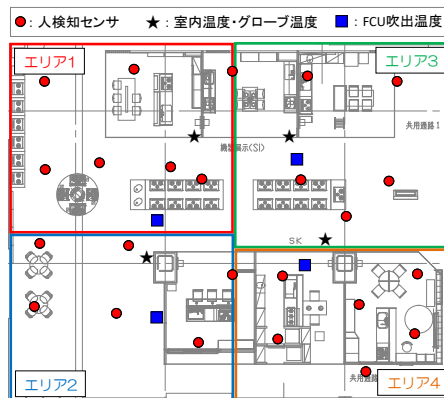


図 6-2 展示エリア平面図

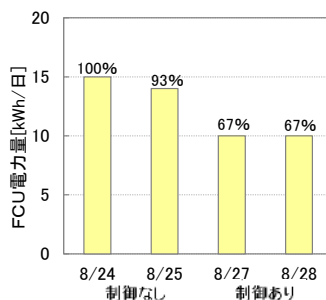


図 6-3 FCU 電力量の比較

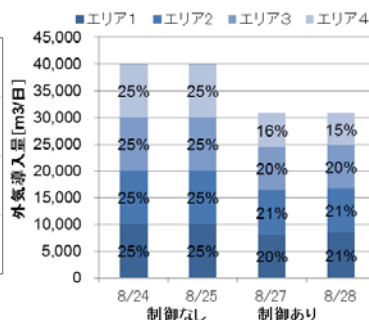


図 6-4 外気処理風量の比較

6-2 エネルギー見える化・分析評価

6-2-1 計量システムと見える化の概要

本建物では、設備機器の監視、記録を行う中央監視設備の他に、約 700 点の計測ポイントを持つ BEMS を導入し、エネルギー使用状況分析ができるようにしている。さらに得られたデータを簡易 BEMS へ提供し、現在のエネルギー使用量や発電量の把握、前日との比較、フロア毎の比較などを各フロアでモニタに掲示することで、来館者への環境教育や運用者の啓発に役立てている（写真 6-1）。



写真 6-1 簡易 BEMS による見える化

6-2-2 一次エネルギー消費量

2015 年度と 2016 年度における建物全体の一次エネルギー消費量の推移を図 6-5 に示す。なお、メインプラントへの排熱融通、ホームセンターへの冷水融通は差し引いて評価している。年間の一次エネルギー消費量の合計は 2015 年で 22,567GJ/年（2,224MJ/m²・年）、2016 年で 21,404GJ/年（2,109MJ/m²・年）であり、レファレンス※1に対して 8% 減、13% 減、本建物の設計時点における目標値※2に対しては +6%、±0% となっており、オープン 2 年目から、目標通りのエネルギー削減を達成した（図 6-6）。なお、運転管理者は定期的に運用状況を確認して、継続的にエネルギー消費量の削減を図っている。

※1 一次エネルギー消費量原単位（その他物販）：非住宅建築物の環境関連データベース（日本サステナブル建築協会）地域区分 J、面積区分 4（10,000 m²以上 30,000 m²未満）、2,411MJ/m²・年

※2 平成 25 年度住宅・建築物省 CO2 先導事業応募時の検討における一次エネルギー消費削減量をレファレンスより差し引いて想定した。

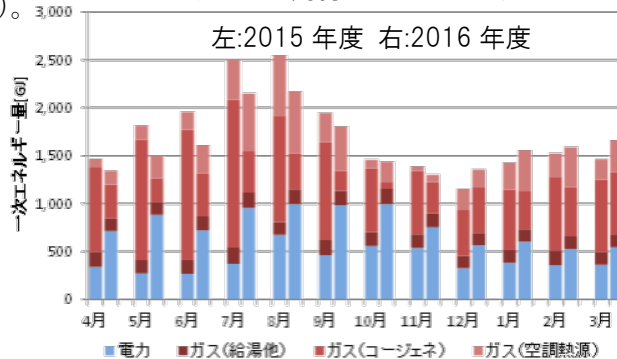


図 6-5 一次エネルギー消費量

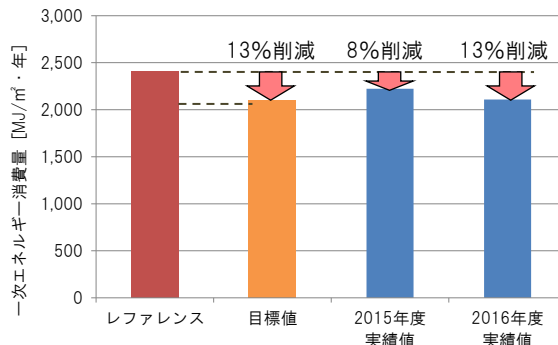


図 6-6 年間一次エネルギー消費量原単位

7-1. 計画主旨とシステムの概要

屋上に設置された非常用発電機兼用コージェネ（CGS-1）は特別に耐震性能を評価した防災認定ガス導管より都市ガス供給が行われ、消火ポンプや排煙機などの防災負荷の電源となっている。また、マイクロコージェネ（MCGS-1）は停電対応型を採用して、地震等による停電時にも蓄電池により起動して電力を供給することができ、エレベーターや非常用コンセントなどの保安負荷の電源となっている。

7-2. 一時避難施設としての機能維持

このように都市ガスを中心とした様々な設備システムを実際に設置し、それらを用いて一時避難施設の機能を確保することで、エネルギー事業者が実現するレジリエンスを社会に発信している。

本建物は、エネルギー会社の新しい情報を発信する拠点として建設され、2015年1月のオープン以降、約90万人の来館者（2017年末時点）に対して、展示や体験を通してエネルギー、環境、防災について考えるきっかけを提供している。さらに、火育、防災、食育などのプログラムを提供し、次世代の人材育成の場として地域の方々と共に歩んでいる。

また同時に、建築と設備を一体的に計画することで、意匠性に優れ、かつ省エネルギー性能の高い建築とした。設備面ではガスコージェネレーションを中心とした電力・熱ネットワークにより高い省エネルギー性能を確保している。建物全体の運用では、レファレンスに対して 2015 年度で約 8%、2016 年度で約 13%の一次エネルギー消費量の削減を達成しており、竣工後に取り組んだ BELS 認証では、BEI=0.61、BPI=0.72 で 5 つ★を取得した。

今後も運用方法の改善に努め、更なる省エネルギー化を推進していく所存である。

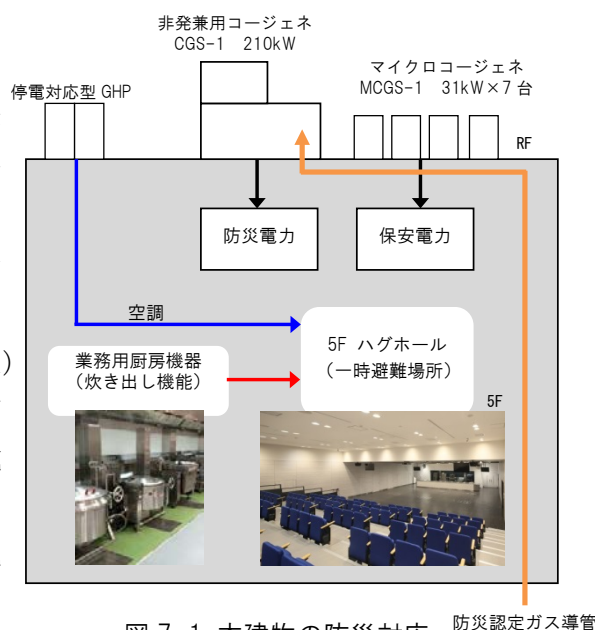


図 7-1 本建物の防災対応



停電対応型マイクロジョーシ 停電対応型 GHP