

## カーボンニュートラル賞

<b>受賞名称</b>
第12回カーボンニュートラル大賞選考委員会「選考委員特別賞」、第12回カーボンニュートラル賞 北信越支部
<b>カーボンニュートラル賞選考支部名称</b>
第12回カーボンニュートラル大賞選考委員会、第12回カーボンニュートラル賞選考委員会 北信越支部
<b>業績の名称</b>
清水建設株式会社 北陸支店新社屋
<b>所在地</b>
石川県金沢市玉川町5番15号

### 応募に係わる建築設備士の関与

清水建設株式会社	天田 靖佳
同上	北村 信之

### 応募者又は応募機関

代表応募者・機関	清水建設株式会社 北陸支店				
建築主	清水建設株式会社				
設計者	清水建設北陸支店一級建築士事務所				
施工者	清水建設株式会社 北陸支店				
建物管理者	清水建設株式会社 北陸支店				
建物利用者	清水建設株式会社 北陸支店				
検証者	金沢工業大学 建築学科 垂水弘夫研究室				
延床面積	4,224.46	m <sup>2</sup>			
階数	地上3階	地下1階	塔屋-階		
主用途	事務所				
竣工年月日	2021年 4月 28日				

### カーボンニュートラル大賞選考委員長講評

<p>本建築物は2022年4月から2023年3月までの1年間でNet Zero Energy Building (ZEB)を達成しており、カーボンニュートラル実現に向けて環境型オフィスを実現している。北陸の気候風土を活かし、様々な技術を導入している。カーボンニュートラル実現に向けた取り組みを「地域に根差したかたち」で発信するという目標意識を社員で共有して達成されたものであり、CASBEE Sランク、LEED ゴールド、WELLプラチナも取得しており、温熱環境における個人差を解消するために、「TABS併用タスク&amp;アンビエントフロアフロー空調」を活用するなど、環境建築と働き方やワークプレイスとの両立をアクティブ省エネルギー技術として実現している。太陽光発電の余剰電量を活用した「水素利用システム Hydro Q-Bic」を蓄エネ設備として日本初で建物内に導入しており、貯蔵してBCP用やデマンドレスポンスに利用しており、水素社会に向けた先駆けとなる実績である。</p>
--

### 支部選考委員長講評

<p>1. 本業績の概要</p> <p>本事業は建設業の支社ビルの建替えて、「未来へつなげる超環境型オフィスを北陸から」をテーマに、「地域に根差したかたち」、「持続可能な未来づくりへの貢献」を具現化し、発信するために計画された。様々な省エネ技術のほか、エネルギー自立型建築物を目指し、太陽光発電の余剰電力を活用した「水素利用システム Hydro Q-Bic」の蓄エネ設備を建物内に実装し、水素社会に向けた先駆けとした内容を含む事業である。</p> <p>2. 取り組みの実績と評価</p> <p>1) 省エネルギーへの取り組み・工夫</p> <p>(1) 採用した環境配慮技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>日射遮蔽を計画し、また、自然通風・自然採光を考慮しハイサイドライトを設置。</li> <li>地下水を利用した主熱源の水冷ヒートポンプチラー、地下水利用による躯体放射空調設備</li> <li>外気導入に地中熱を活用したヒート・クールチューブを設置。</li> <li>全熱交換器内蔵外気処理空調機、外気CO<sub>2</sub>制御</li> </ul> <p>(2) 優れている環境配慮技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地下水利用ヒートポンプチラー+温度成層型水蓄熱槽等</li> <li>躯体蓄熱放射空調併用フロアフロー+ファン付きパーソナル吹出し口空調</li> <li>太陽光発電140kwによる余剰電力を、水素に変換(水素吸蔵合金使用)して貯蔵し、建物の電力需要に応じて発電する設備を設置している。</li> </ul>
--

- 2) 低カーボンエネルギーへの転換
- 地下水利用ヒートポンプ熱源の設置。
  - 太陽光発電パネルの設置(140kw) + 水素利用システム。
  - ハイサイドライトの設置。
3. 一次エネルギー消費量、CO<sub>2</sub>排出削減量の実績結果
- 一次エネルギー消費量：基準値 1,737[MJ/年・㎡]に対し、実測値は 721.7[MJ/年・㎡]で 58%削減
  - CO<sub>2</sub>排出削減量：省エネルギーへの取り組み・工夫、再生可能エネルギー利用で 58%（なお、建設会社の自社ビルであり残業・休日出勤による時間外運転が長い。1日10時間、土日祝日を除いた場合の年間一次エネルギー消費量の実績値は 387.6[MJ/年・㎡]となり、78%の削減。CO<sub>2</sub>排出削減量も78%）
4. 総合評価
- 本業績は、地下水・地下熱を利用した熱源システムや躯体蓄熱空調設備等を有し、また、太陽光発電設備の余剰電力を水素に変換し水素吸蔵合金に吸着させて貯蔵し、必要に応じ発電する建物付帯型水素エネルギー利用システムを有する、低炭素社会を目指した事業である。以上のことから、本業績は省エネルギーへの取り組み・工夫、低カーボンエネルギーへの転換において非常に優れた成績を上げている。このことから、本業績はカーボンニュートラル賞として相応しいものとして選考する。

#### 関与した建築設備士の言葉

本施設は清水建設が金沢市にてリニューアルした支店社屋です。「未来につながる『超環境型オフィス』を北陸から」をテーマとし、ZEB実現のために金沢の歴史・気候・風土を利用した省エネと働き方改革・ウェルネスによる快適オフィスを目指して建築計画、設備計画を行いました。更に、この地で得られる再生エネルギーを最大限に活用するために「水素エネルギー利用システム (Hydro Q-BiC®)」を実装し、エネルギーの自立化・地産地消を目指しました。竣工後、継続的に消費エネルギー分析とチューニングを実施した結果、約3,300kWh/年のグリーン水素電力の消費とともに運用時の『ZEB』を確認しました。今後も、消費エネルギー分析・チューニング活動の継続とともに、本施設を通じてカーボンニュートラルの達成や環境課題について肌で触れて学べるよう発信を続ける所存です。

(天田 靖佳 北村 信之 : 清水建設株式会社)

業績の名称： 清水建設株式会社 北陸支店新社屋

■ 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 / 4

1. 未来へつなげる「超環境型オフィス」を北陸から — カーボンニュートラル実現に向けて —

1-1. はじめに

本計画は弊社が100年の営みを続けてきた石川県金沢市における支店社屋の建替え計画である。カーボンニュートラルの実現、ニューノーマルな働き方の実現といった様々な社会課題に対して「地域に根差したかたち」で具現化し発信していく、という想いを込め“未来へつなげる「超環境型オフィス」を北陸から”というテーマを据えた。新社屋では「持続可能な未来づくりへの貢献」を果たすために、金沢の伝統を継承と街並みとの調和を尊重しながら、この地で得られる自然の力を感じ、活用する高い環境性能を有するオフィスであることが求められた。更にエネルギー自立型建築物を目指し、太陽光発電設備の余剰電力を活用した「水素利用システム Hydro Q-BiC」を蓄エネ設備として日本初で建物内に実装し、水素社会に向けた先駆けとして、地方都市より全国へ発信した。



写真-1 建物全景

1-2. 建築概要・設備概要

1-2-1. 建築概要

用途：事務所、敷地面積：3,255.01㎡、延床面積：4,224.46㎡、階数：B1F-3F 構造：RC造（一部S造）、環境性能：BELS☆☆☆☆『ZEB』、CASBEE Sランク、LEED ゴールド、WELL プラチナ

1-2-2. 空気調和設備概要

熱源方式：地下水利用HPチラー＋温度成層型水蓄熱槽、空冷HPチラー、廃熱回収温水設備（Hydro Q-BiC廃熱）、空調方式：躯体蓄熱放射型TABS併用フロアフロー＋ファン付きパーソナル吹出口によるタスク&アンビエント空調、全熱交換器内蔵外気処理空調機、外気CO2制御、位置情報設備



写真-2 みんなの顔が見えるワンルームオフィス

1-2-3. 衛生設備概要

給水設備：2系統・加圧給水方式（雑用水は雨水利用）、給湯設備：自然冷媒HP給湯、排水設備：緊急排水槽（BPC用）、井戸設備：空調用＋散水融雪用、廃熱回収給湯予熱設備（Hydro Q-BiC廃熱）

1-2-4. 電気設備概要

照明設備：自然光と人工光のベストミックス制御、タスク&アンビエント照明、サーカディアン制御、水素利用システム：Hydro Q-BiC、スマートBEMS、中央監視設備：BACnet、建物OS：DX-Core



写真-3 屋上に設置した太陽光発電パネル

1-2-5. 再生可能エネルギー設備概要

自然採光：吹抜け上部ハイサイドライト＋格天井、自然換気：西面外気導入口開閉・南面自然吸気スリット開閉の自動制御運用＋手動操作開閉  
地下水利用：TABS＋暖房期は熱源水利用、地中熱利用：外気導入ダクトのアースチューブ、太陽光発電設備：単結晶型パネルを屋上・ハイサイドライト屋根面に設置（計140kW）

1-3. カーボンニュートラル実現に向けて

新社屋を計画するにあたっては、旧社屋における働き方に対する課題の調査を基に、具体的な改善事項について議論を重ね、“未来へつなげる「超環境型オフィス」を北陸から”というテーマを支店内の社員で共有した。これには、次世代技術や様々な取り組みを「地域に根差したかたち」で具現化し発信していきたいという想いも込められている。図-1に本業績で取り入れた各種環境設備（省エネルギー設備・創エネルギー設備・蓄エネルギー設備）の取組み断面図を示す。そして、本業績における評価項目としてカーボンニュートラルを実現するための3つのコンセプトを定めた。

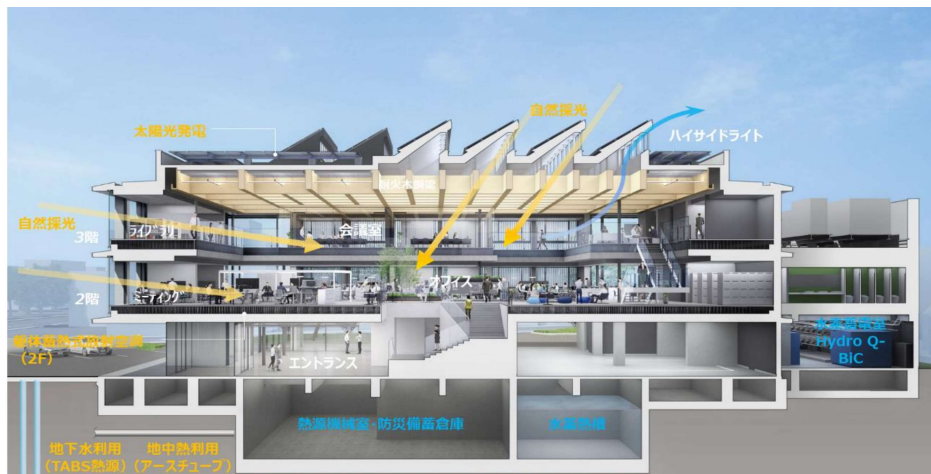


図-1 各種環境設備取組み断面図

1. 歴史・気候風土を活かした技術の継承 (パッシブ省エネルギー技術への取組み・工夫)
2. コミュニケーションを誘発する新たなワークプレイス (アクティブ省エネルギー技術への取組み・工夫)
3. カーボンニュートラルを見据えた『ZEB』の実現 (再生可能エネルギー技術＋蓄エネルギー技術への取組み・工夫)

業績の名称： 清水建設株式会社 北陸支店新社屋

■ 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

2/4

2. カーボンニュートラルを見据えた各種環境設備の取組み — カーボンニュートラル実現に向けて —

2-1. 歴史・気候風土を活かした技術の継承 (パッシブ省エネルギー技術への取組み・工夫)

(1) 歴史的建築様式により自然光を導き時間の移ろいを感じる —自然採光—

金沢は冬期に曇天が長く続くため、施設内に積極的に自然の光を導入しながら年間を通じて屋外の時間の移ろいが感じられるオフィス環境を目指した。軒高や壁面位置を旧社屋に倣い、南面のファサードはコンクリート打ち放しの壁柱と軒庇、カーテンウォールで構成して街並みとの調和の両立を実現した。軒庇や袖壁の寸法は、太陽の南中高度より導き出した。東西面のファサードは、近隣との見合いを避け、日射遮蔽を図りながら自然光を効率よく導入する上で、金沢の歴史的街並みに見られる「木虫籠(きむすこ)」と呼ばれる縦格子に着目し、「外からは見えにくい、内からの開放感が保たれる」という機能を継承しつつ、素材を改良した現代版「木虫籠(きむすこ)ルーバー」で再現した。空調負荷となる日射の侵入を防ぎ空調エネルギーに対する省エネを図りつつ、年間を通して安定した自然採光効果が期待できるよう、環境評価ツールであるShimz Explorerを介して統合し、膨大なパターンの中から可能性を絞り込んだ。自然採光の積極的利用によりオフィス内照度を補い、照明による消費エネルギーの削減を図り、自然光と照明による人工光との調和を図る省エネルギー照明システムとした。

また、オフィス中央の吹抜け上部には、県木である能登ヒバで構成した格子状の耐火木鋼梁越しにハイサイドライトを設ける計画とした。武家屋敷を想起させる木格子梁から均一に降り注ぐ自然の光を、ハイサイドライトは自然採光を内部へと導く「集光装置」、木格子梁は光を室内に拡散させる「配光装置」として捉え柔らかい光が届く形状を目指して検討を行った。

検討にはUDI解析と不快なグレアが発生しない事の検証を行い、グレアに関しては、自然採光による不快グレアを表すDGP (Daylight Glare Probability) を指標とし、これを評価に用いた。

奥行き深い深いオフィス中央部にも光を導き、冬期に曇天の多い金沢市においても自然が感じられる空間を実現した。



図-2 町家の木虫籠とその断面形状

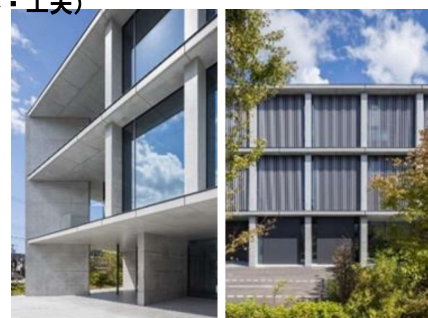


写真-4 南(左)と東西ファサード



写真-5 自然光が降り注ぐオフィス

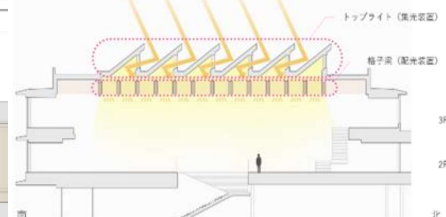


図-3 集光装置と配光装置

(2) 自然の風を感じられるオフィス —自然換気—

金沢の地で気候の良い春・秋の中間期において、オフィス内部に自然を感じることでできる風を積極的に取り込み、執務者のリフレッシュを図っている。建物形状を考慮した屋外気流シミュレーションに基づき、大きな風圧係数の発生頻度が高い東・西・南面に自動換気口と手動開閉サッシュを設けた。ハイサイドライトで風が抜けるような設えとし自動制御で自然換気を行いながら空調エネルギーの低減を図っている。



写真-6 自然換気給気口 (左) と排気口

(3) 伏流水を利用したオフィス —地下水のTABS・熱源水利用—

金沢では豊富な伏流水として得られる地下水を空調システムに活用可能である。採水温度は年間を通じて約15~16℃で安定して得ることができ水質も良好である為、雑用水利用と共に主熱源の水冷式ヒートポンプチラー熱源水(オープンループ方式)や2階オフィスのベース空調となる床躯体放射空調 (TABS: Thermo Active Building System) の冷熱源水(直接利用)として活用し、空調エネルギーの大幅な低減を図った。なお、空調熱源水利用後の地下水は還元井戸により地中に戻している。水冷式ヒートポンプチラーで製造する空調用冷水・温水は、気象予報データに基づいた予測AI制御と温度成層型水蓄熱槽の併用により、熱源機の運転時間を制御し、無駄の無い熱源運用計画を実施した。

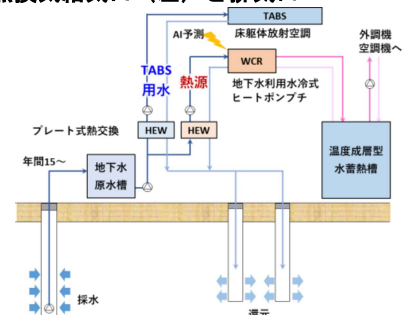


図-4 地下水の利用方法

(4) 地中の熱を利用したオフィス —アースチューブ—

空調設備における外気導入はヒートチューブ・クールチューブ方式とし、地中熱を活用した。建物から離れた位置に設置した給気塔から外気を取り入れ、地中埋設ダクトを経由して地下階に配置した外調機・空調機に導入している。外調機・空調機はそれぞれ、2・3階のオフィスエリア用の外気処理空調機とエントランスホール・カフェエリアの循環空調機である。外調機には全熱交換器を内蔵し、室内CO2濃度による外気供給風量制御を行っている。給気塔から外調機・空調機までの外気取入れダクトは、直径350A×3本と直径400A×3本の計6本のアースチューブとして地中との接触面積を多くとる工夫を行った。総延長は約188mである。アースチューブの材質は硬質ポリ塩化ビニルとし、地中埋設深さは2.0mとした。



写真-7 アースチューブ敷設状況

業績の名称： 清水建設株式会社 北陸支店新社屋

■ 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

3/4

2-2. コミュニケーションを誘発する新たなワークプレイス (アクティブ省エネルギー技術への取組み・工夫)

(1) 働き方改革を施行するオフィスの温熱環境

2階上部に吹抜けを有するオフィス中央部では夏期・冬期ピーク時でも快適な室内温熱環境の維持が求められることから、置換空調である「躯体蓄熱放射型TABS+床吹出し空調」によるアンビエント空調を採用した。居室へ供給する外気処理は全熱交換器を内蔵した専用外調機による潜熱顕熱分離空調により実施した。露点温度で制御した一次処理外気(SOA)をOAフロア内に供給し、躯体蓄熱放射型TABSの表面に接触させながら上部の居住域へ吹出すシステムである。OAフロア内にはファンコイルユニット(FCU)を設置し、レベル1~4の運転強度を自動制御しながらアンビエント空調を行い多様な負荷に対応する。また、ウェルネスオフィスを目指す本施設では、温熱環境における個人差を解消する為、個人の好みにより発停可能な「ファン付き吹出口(特許申請中)」を床面に設置し、タスク空調として実装した。

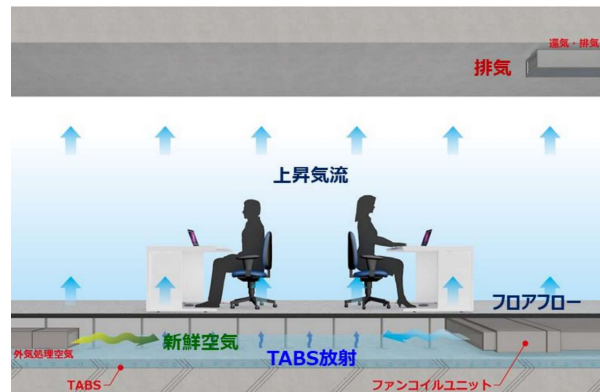


図-5 躯体蓄熱放射型TABS+床吹出し空調(アンビエント空調)

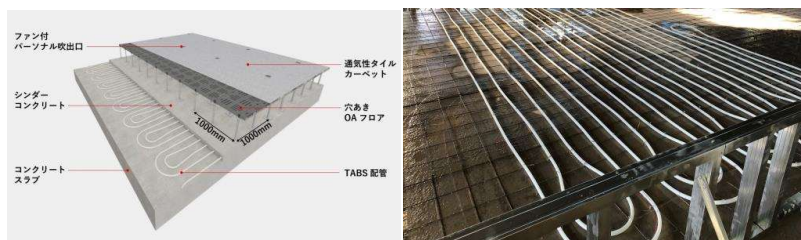


図-6 躯体蓄熱放射型TABS概念図

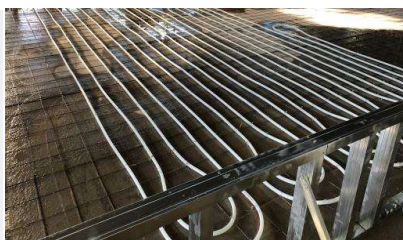


写真-8 TABS配管敷設状況



図-7 FCU運転強度(4段階)

写真-9 ファン付吹出口

(2) ウェルネスオフィスの健康的な光環境

本施設ではハイサイドライト、木質格天井、ファサードデザインからもたされる柔らかい自然光により、明るく開放的な執務空間を実現した。省エネルギーを狙いとして、LED照明器具によるタスク・アンビエント照明方式を採用し自然光と人工光を最適制御する計画とした。作業対象域：タスク照明と、作業周辺域：アンビエント照明に分けた照明方式であるが、全般照明方式に比べて大幅に建物消費エネルギーを低減できる。アンビエント照明の設計照度はJIS照明基準で推奨されている最低値の300lx(机上面)を採用した。なおタスク照明は直下平均(机上面)で200lx以上が確保可能な器具を実装した。この他、サーカディアン照明制御も導入し健康的な光環境を実現している。



写真-10 タスク&アンビエント照明

2-3. カーボンニュートラルを見据えた『ZEB』の実現 (再生可能エネルギー技術+蓄エネルギー技術への取組み・工夫)

(1) 水素社会を促進する水素利用蓄エネルギー

再生可能エネルギーの地産地消を目的に、太陽光発電の余剰電力の有効活用(以下「建物eco」)と停電時の事業継続のための電源自立(以下「建物BCP」)に対し、水素エネルギーを利用したシステムを実装した。今回のシステムは、産業技術総合研究所(産総研)福島再生可能エネルギー研究所(FREA)にて、当社と産総研が共同で開発・実証を行った建物付帯型水素エネルギー利用システム「Hydro Q-BiC」を基本システムとしている。特徴は、余剰電力を水素原子の形で長期保存する際の放電ロスが殆ど無い蓄エネシステムとなっている点である。そのため、余剰電力のシーズンシフト利用を行っても、効率が低下しない利点を備えている。従って本計画では、基本システムより蓄エネルギー容量や燃料電池の発電出力等のシステム規模を大きくすることで、建物eco機能に加えて停電時の建物BCP機能を付加させた。これにより太陽光発電設備を併用した建物付帯型の水素利用蓄エネルギーシステムを導入し建物内のエネルギーマネジメントを実施している。

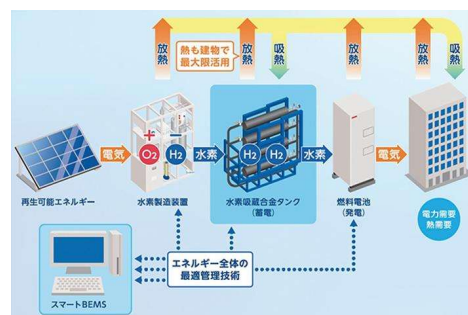


図-8 Hydro Q-BiC概念図

(2) カーボンニュートラルを支えるエネルギーマネジメント

建物OSとして実装したDX-Coreにより従業員の位置情報と照明制御やファン付吹出口の発停制御の連携を行い、タスク&アンビエント制御の設備運用を実施している。



図-9 建物OS: DX-Core 概念図



写真-11 Hydro Q-BiC外観写真

業績の名称： 清水建設株式会社 北陸支店新社屋

■ 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

3. 各種性能検証とエネルギー消費量実績 — カーボンニュートラル実現に向けて —

(1) ハイサイドライトによる自然採光・木虫籠ルーバーによる効果 —パッシブ省エネ—

中央吹抜け上部のハイサイドライト周りでは昼間：自然採光、夜間：人工照明により昼夜問わず光が差し込む空間とした。木虫籠ルーバー廻りでは、ルーバー設置窓面と設置していない窓面の両方に日射量計を配置して日射遮蔽効果の検証を行った。ルーバーの有無による比較より5月～10月の平均で日射量が約▲43.2%、省エネルギー効果は、約▲7,469 MJ/年と考察した。なお、冬期曇天日でも自然採光で50～100lxを確保しており、日射遮蔽と自然採光の両立の実現を検証した。

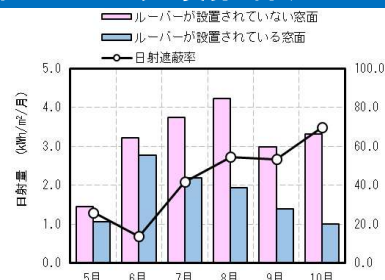


図-10 日射量測定結果

(2) 自然換気システムによる効果 —パッシブ省エネ—

自然換気による省エネルギー効果の評価として、パッシブ法で求めた自然換気風量に室内外の気温差を乗じて除去熱量を求めた。自然換気による除去熱量は6月が最も大きく、年間の合計では10GJの熱量が自然換気によって除去されていた。

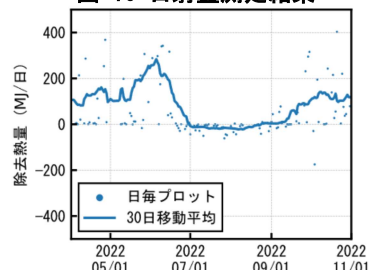


図-11 自然換気による除去熱量の時系列

(3) 地下水利用の効果 (TABS・熱源水) —パッシブ省エネ—

地下水は、夏期・中間期はTABSへの冷熱源、冬期は空調主熱源である水冷ヒートポンプチャラーの熱源水として利用した。TABSによるシステムCOPは最も効率的であることを検証するとともに、TABSにより年間で52GJ/年の熱利用実績を確認した。

(4) アースチューブによる効果 (地中熱利用) —パッシブ省エネ—

アースチューブにより空調機・外調機に導入する外気の予冷/予熱を行っている。これによる年間の外気負荷削減量は、冷房期間で26.3 GJ、暖房期間で68.3 GJ、合計で94.6 GJとなり、エネルギー消費の削減に大きく寄与していることを確認した。

図-12 ファン付き吹出口の稼働時間

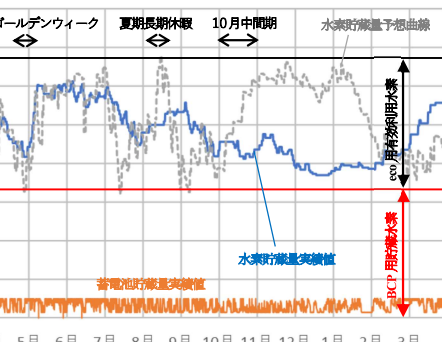
	6月	7月	8月	9月
稼働時間の合計 (h/月)	5,363	7,468	5,475	5,987
稼働時間が5h/月未満の割合	41	38	42	55
最大値 (h/月)	200	159	123	144
中央値 (h/月)	25	33	26	31
平均値 (h/月)	33	46	34	41

※中央値、平均値、最大値の計算には稼働時間が5h/月未満の吹出口を除外している。

(5) TABS併用タスク&アンビエントフロアフロー空調の効果 —アクティブ省エネ—

TABSの導入+負荷レベルに応じたFCUの4段階制御によるタスク&アンビエント空調の運転実態を分析した。最も処理熱量が小さく効率が高いレベル1 (内蔵FCUは停止・TABS及び外調機のみモード) の運転時間の割合は全空調時間の約31%であった。タスク空調であるファン付き吹出口の検証では、7月が稼働時間の最長であった。最大値と中央値・平均値に大きな乖離があることから、ファン付き吹出口は個人の好みに応じた温熱環境の形成に大きく寄与しているものと考えられる。

図-13 水素貯蔵量と蓄電池貯蔵量の年間推移 (2022)



(6) タスク&アンビエント照明による効果 —アクティブ省エネ—

アンビエント照明の設計照度はJISで推奨されている最低値を採用し、机上面で300lxとした。アンビエント照明はセンサーにより自動で調光制御され、自然光が入る日中は調光率を絞りを、夜間は調光率を上げて必要照度を確保する制御を行った。机上面照度が目標値を維持していたことを確認した。

(7) 水素利用蓄エネルギー利用実績 —創エネ+蓄エネ—

2022年度の水素貯蔵量と蓄電池貯蔵量の推移と燃料電池の月別発電量実績グラフより、水素貯蔵量の50%はBCP用に常時貯蔵している水素であるため、余剰電力貯蔵や買電電力量削減に利用できる水素の貯蔵範囲は675～1350Nm³であった。水素貯蔵に関して、ゴールデンウィークに貯めておいた水素を梅雨に、夏期長期休暇に貯めておいた水素を秋雨に、10月の中間期に蓄えておいた水素を冬期に、それぞれ水素利用蓄エネルギーシステムによる発電を使用したことと、余剰電力のシーズンシフトの実現を確認した。

また、季節間のエネルギーシフトに伴うロスも無く、水素によるエネルギーの長期貯蔵に対する有効性も確認できた。太陽光発電の全発電量は141,767kWh/年、うち約20%の28,577kWh/年が余剰電力であった。スマートBEMSにより余剰電力の約20%を水素、約30%を蓄電池に蓄エネし活用し、約50%を逆潮した。この他、本蓄エネシステムを利用し、行政からの夏期の節電要請によるDR対策にも対応することができた。

(8) 運用実績による『ZEB』の達成と評価

WEBプログラム計算にて算出した基準値、計画値、そして竣工後の2022年度実績値 (2022年4月～2023年3月) の数値を比較する。基準値に対し、2022年度一次エネルギー消費量の実績値が-19MJ/m²・年であることから、実運用においてもBEI=-0.018となる『ZEB』運用が実現できた。2022年度の一次エネルギー消費量の用途別比率を確認すると、空調設備のエネルギー比率が年間を通じて大きく、全体の約55%を占めている。特に空調負荷の大きい夏期7月、8月では全体の約58%、冬期1月、2月では全体の約63%がそれぞれ空調設備の月別エネルギー消費比率となっている。空調設備負荷を低減することがZEB実現に重要であることが分かる。

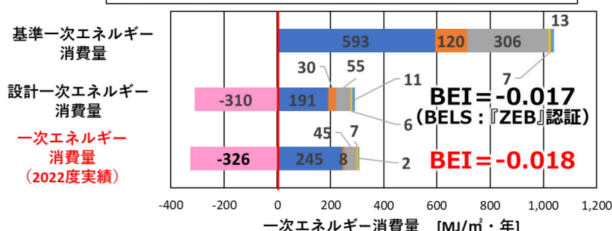


図-14 一次エネルギー消費量実績 (2022)

