

環境配慮型事務所建築に関する研究

(第 2 報) エネルギー消費量分析と空調運用実績

STUDY OF ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY OFFICE BUILDINGS

Part2 Energy consumption analysis and air conditioning operation results

竹中 優揮^{*1}, 村江 行忠^{*2}, 栗木 茂^{*1}, 伊藤 優^{*3}, 浅野 涼太^{*3}, 市川 勇太^{*4}
 Yuki TAKENAKA, Yukitada MURAE, Sigeru KURIKI, Yu ITO, Ryota ASANO and Yuta ICHIKAWA

With the aim of reducing CO₂ emissions over a building life cycle, including non-energy factors, the Green Office Building, which began operation last July, is equipped with various environmentally friendly technologies, including wall greening units, geothermal heat utilization, latent/sensory heat-separating type air conditioning, and task ambient air conditioning. The building has been in operation for one year.

This paper analyzes and reports on the performance of energy-saving designs, indoor temperature and humidity and power consumption during the heating and cooling periods, the effect of geothermal heat on the use of air conditioner coils, the power consumption of air conditioning equipment, and the amount of electricity generated and total energy consumption of the building.

As for the building's ZEB operation results, energy consumption was -26% of the ZEB design value, and achieved the goal "ZEB." As a future project, we will continue to study establishment of indoor environments, including energy-saving measures and comfort improvement.

Keywords : Carbon-minus, Net Zero Energy Building, Wall Greening, Utilization of geothermal heat, Task & ambient air conditioning, t
 カーボンマイナス, ネットゼロエネルギービル, 地中熱利用, タスク・アンビエント空調

1. はじめ

エネルギー以外の要素を含めた、ライフサイクルでの CO₂ 収支をマイナスにすることを目指し、昨年 7 月から運用を開始したグリーンオフィス棟 (写真 1) には、壁面緑化ユニット、地中熱利用、潜熱分離空調、タスクアンビエント空調など種々の環境配慮技術を導入している。(図 1)

本稿では、運用後 1 年経過した時点での、エネルギー消費量分析と空調運用実績について報告する。

2. 平面プラン・座席レイアウト

本建築の平面プラン、座席レイアウトを図 2 に示す。

事務室面積は 1, 2 階併せ約 365 m² で、執務席数 41 席の他、来客用打合せスペース 2 か所、執務スペース内打合せスペースを 4 か所、集中席 2 席、web 会議用のブース 2 か所他、社内来訪者用執務席も 6 席配置している。

執務席については、1 階は固定席、2 階はフリーアドレス席としている。運用後、1 年間の平均出勤者数は約 20 人/日であった。

3. 設計省エネ性能

2021 年 2 月に設計時点でのエネルギー省性能計算プログラム (非住宅版) による計算を実施した。設計一次エネルギー消費量: -6.7GJ/年 (-9.94MJ/m²・年), BEI: 0.00 (-0.008) という算定結果となり、『ZEB』の認証を取得した。但し、当時の計算プログラムでは、オープン



写真 1 建物全景

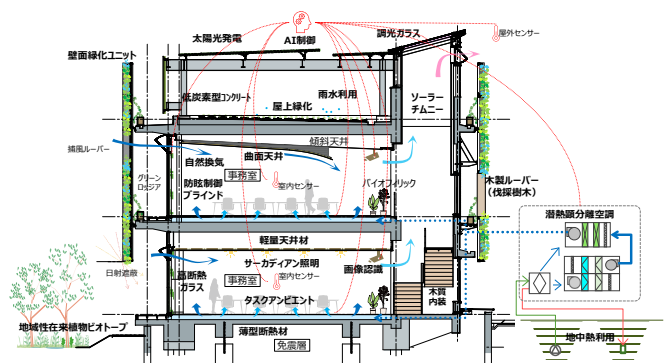


図 1 環境配慮技術のイメージ図

*1 戸田建設株式会社 技術研究所
 *2 戸田建設株式会社 技術研究所 工学修士
 *3 戸田建設株式会社 技術研究所 修士 (工学)
 *4 戸田建設株式会社 建築設計統轄部 修士 (工学)

Technology Research Institute, TODA CORPORATION
 Technology Research Institute, TODA CORPORATION, M.Eng
 Technology Research Institute, TODA CORPORATION, M.Eng
 Architectural Design Department, TODA CORPORATION, M.Eng

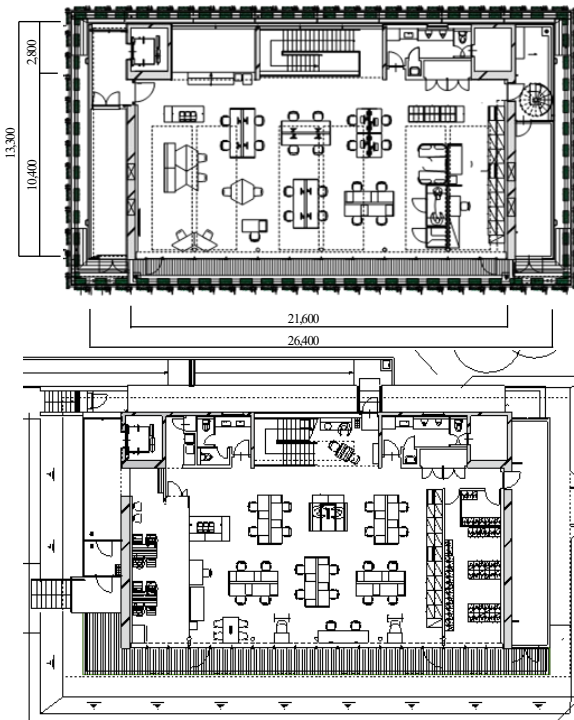


図2 平面プラン・座席レイアウト
(下:1階 上:2階)

ループ式中熱チラーには非対応であり、空冷ヒートポンプチラーによる算定となった。

その後、2021年4月にプログラム改訂により、オープンループ式中熱利用の計算が可能となり、新プログラムでの算定を実施した。再計算結果により、空調設備の一次エネルギー消費量は326.42GJ/年(484.03MJ/m²・年)から312.58GJ/年(463.51MJ/m²・年)と4%低減され、BEIは0.02となった。計算結果のグラフを図3に示す。

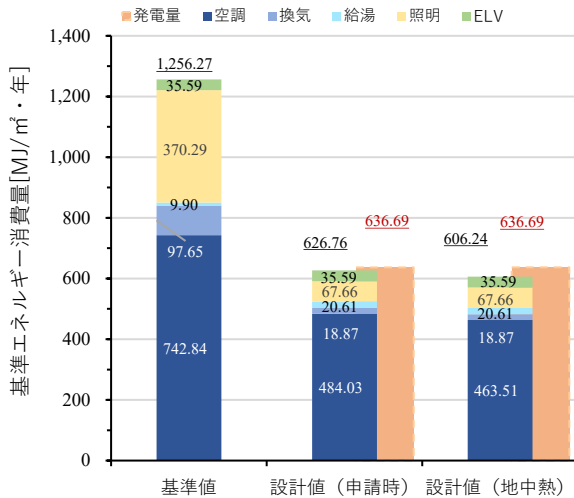


図3 ZEB 計算結果

4. 一日の室内温湿度と空調設備の消費電力推移

表1に空調の設定を、図4に夏期代表日(2021年8月11日)、図5に冬期代表日(2021年12月14日)の2階室内中央(FL+1500)の室内温湿度と空調設備消費電力の推移を示す。

表1 空調設定

項目	冷房	暖房
運転時間	06:00 ~ 19:00	
空調制御内容	天井サーモによる床吹出風量制御	
設定温度	26°C	22°C
設定露点温度	16°C	14°C
タスク吹出	有	無

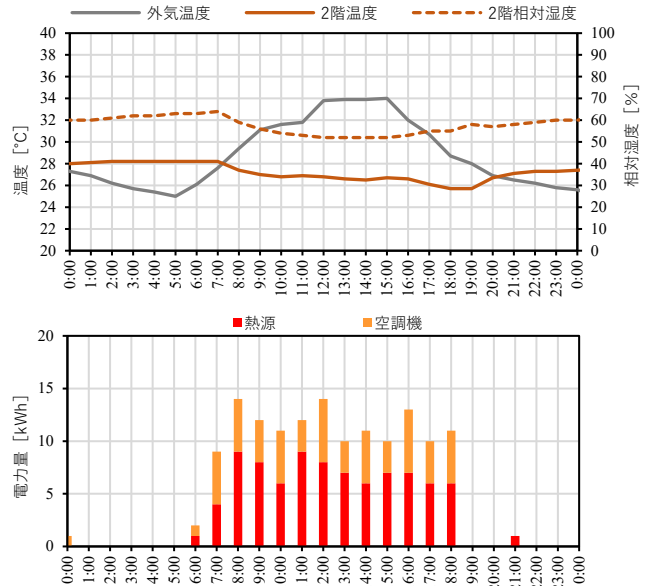


図4 夏期代表日室内温湿度データ(上)と空調消費電力量(下):2021年8月11日

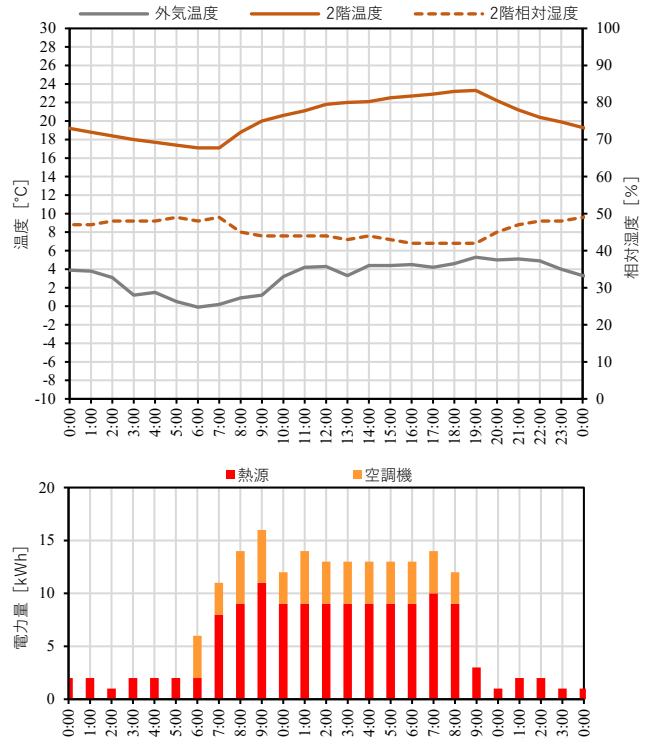


図5 冬期代表日の室内温湿度データ(上)と空調消費電力量(下):2021年12月14日

室内側の温度制御は、タスクアンビエント空調用にAIを用いた新しい制御方式の実証期間も設けたが、測定期間中は主に、天井に

12 m²毎に配置したサーモにより、床吹出風量を可変させる制御で運用を行った。

夏期室内温度では、午前中は 26.0~26.5℃で推移し、負荷が減少する夕方に、設定温度以下に変化している。これは高負荷日に共通する傾向であった。

冬期室内温度でも、午前中は設定温度以下で推移し、夕方に設定温度以上に変化する傾向であった。

空調設備の消費電力量では、夏期は空調立上時がピークであり、低負荷外装の効果が確認出来た。又、冬期に関しては、夜間の凍結防止運転のための電力が消費されていた。

夏期、冬期共、温湿度環境について改善する余地が有り、本データを踏まえ、今後は制御サーモの位置、運転時間（ウォーミングアップ時間設定含む）等を見直す。

5. 地中熱の空調機コイル利用における冷房時の効果

空調機には冷温水コイルとは別に地中熱を直接利用するコイル（以下、井水コイル）を設けている。図 6 に夏期高負荷日（2021 年 8 月 11 日）と低負荷日（2021 年 8 月 17 日）冷水コイルと井水コイルの処理熱量を示す。

両データ共、空調立上時に井水コイルで優先的に負荷処理がされ、制御がある程度良好に行われている事が確認出来る。又、低負荷日では井水コイル主体で熱量が処理されていた。

図 7 に月別の空調機の処理熱量を、図 8 に夏期冷房期間の処理熱量の合計を示す。

月別では負荷が高い 7 月、8 月は冷水の処理熱量の方が多くなっていたが、負荷が少なくなる 9 月、10 月では井水の処理熱量の方が高くなっており、効率的な冷房運転が行えていた。夏期冷房時の処理熱量の割合では、井水コイルで処理熱量全体の 47.3%を処理出来ており、チラーの運転時間低減につながっている。

6. 空調設備の使用電力

図 9 に空調設備の月別使用電力量を、図 10 に使用電力量の割合を示す。

使用電力のピークは 1 月となった、関東北部という地理条件や小規模建築という事も有り、年間で見ても暖房負荷の割合が高くなっている。井戸ポンプ、ポンプ類（熱源用 1 次、2 次ポンプ）についても冬期に電力量が上昇しているのは、外気温度が-5℃で稼働する凍結防止運転の影響であった。配管内の温度データを確認し、対象の温度と設定値を変更する事で、凍結防止運転時間の低減が図れると考えている。

図 10 の使用電力割合では、空調機の割合が高く、中間期に風量を絞る設定や運転時間の設定変更も選択肢としてある。

7. 発電量と全使用電力量

月別電力量と年間エネルギー量について、ZEB 対象、全エネルギー対象別に図 11、12 に示す。

図 11 に関しては ZEB 計算で算出された使用エネルギーを電力量換算し、月平均のラインを示している。初年度の運用実績として、『ZEB』については達成出来た。実績値データでは、消費エネルギー

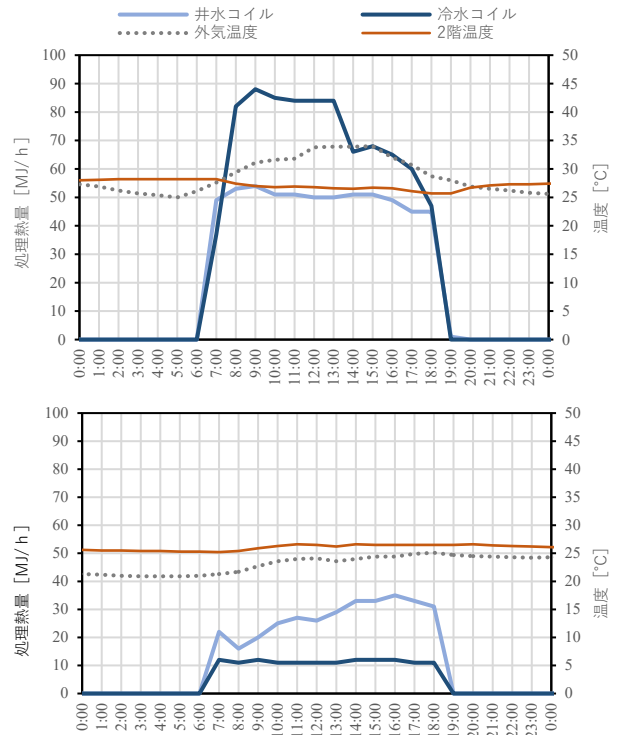


図 6 夏期高負荷日（上）と低負荷日（下）の空調機処理熱量

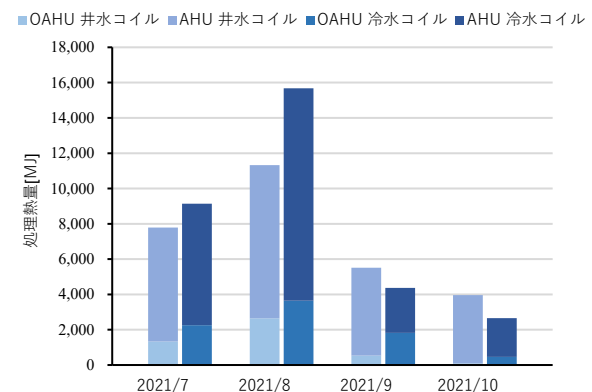


図 7 月別空調機の冷水、井水コイルの処理熱量

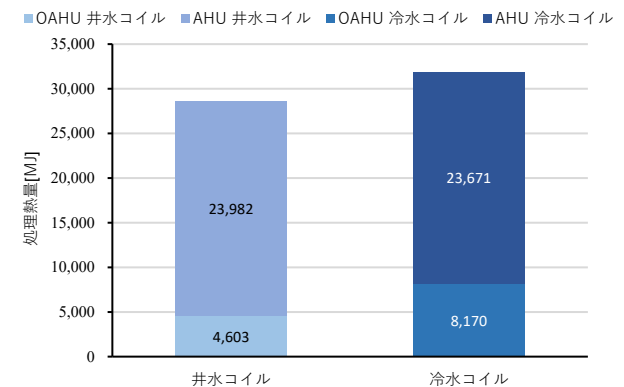


図 8 空調機の冷水、井水コイルの処理熱量合計

に関しては、ZEB 設計値に対し-26%程度、空調の消費エネルギーは25%程度低減出来た。ZEB 対象の消費エネルギーは459.39MJ/m²・年という結果になった。

図12ではコンセント電力量の占める割合が大きくなっており、年間では設計値より増加している。これは建物内で行っている各種実証に関わる電力量（150～180kWh/月）が加算されている事も要因である。

しかし、本建築はカーボンマイナスをコンセプトとしており、創エネと全消費エネルギーの年間バランスとしてもマイナスにする事を指標としている。

今後も運用上の設定を変更し、さらなる省エネ施策を講じる。

8. おわりに

運用を開始した実証オフィスの消費エネルギー、空調運用実績についてのデータを示した。

運用開始後1年経過し、実際に設備を稼働させ、あるべき設定・運用を把握しつつあると同時に、課題も見えてきている。

エネルギー消費に関しては、目標に対して実績値はかなり差がある状態ではあるが、新技術の実証等も行い、快適性の向上も含めた、高次元の室内環境構築と省エネ性能を志向する。

参考文献

- 1) 竹中他：環境配慮型事務所建築に関する研究（第1報），戸田建設技術研究報告第48号,2021.11
- 2) 竹中他：カーボンマイナスを目指した環境配慮型オフィスに関する研究（第2報），空気調和・衛生工学会学術講演梗概集（神戸），2022.9
- 3) 浅野他：カーボンマイナスを目指した環境配慮型オフィスに関する研究（第3報），空気調和・衛生工学会学術講演梗概集（神戸），2022.9

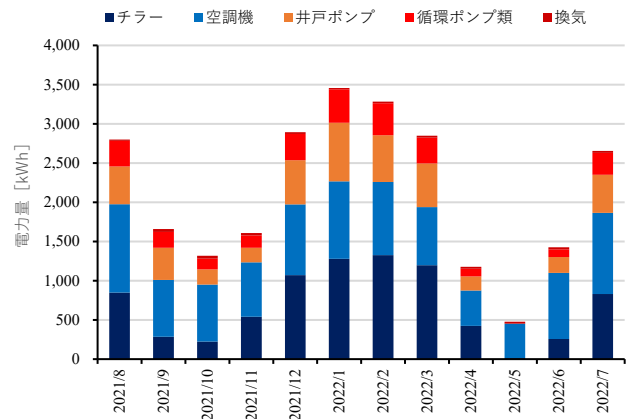


図9 空調設備の月別使用電力量

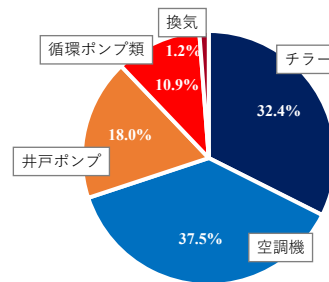


図10 空調設備の年間使用電力量割合

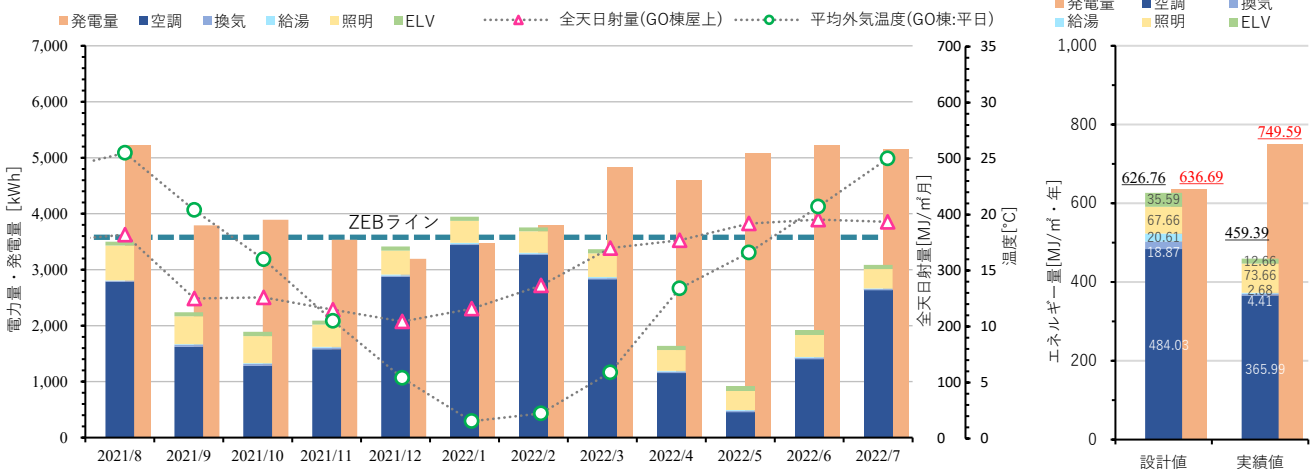


図11 月別発電量と消費電力量（左）と年間エネルギー量（右）【ZEB対象エネルギー】

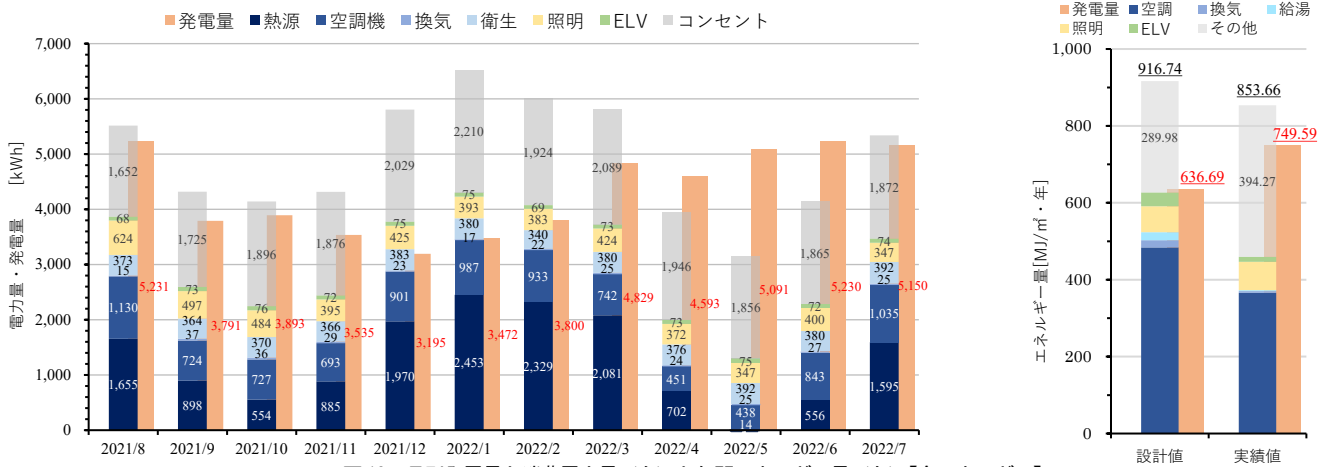


図12 月別発電量と消費電力量（左）と年間エネルギー量（右）【全エネルギー】