

ZEB オフィスの創エネルギーを含めたエネルギーバランス調査 金沢に立地する ZEB オフィスの温熱環境・エネルギー性能検証 第2報

Energy Balance Survey of the ZEB Office including Energy Generation

Verification on thermal environment and energy performance of the ZEB office in Kanazawa, Part 2

加藤 創* Hajime Kato 渡 陽* Akira Watari 垂水 弘夫** Hiroo Tarumi
宮村 泰至*** Yasushi Miyamura 天田 靖佳*** Yasuyoshi Amada 山本 ミゲイル*** Miguel Yamamoto 長谷部 弥**** Hisashi Hasebe

Keywords: ZEB, Delivery energy, Exported energy, Energy generation, Energy consumption
ゼロエネルギービル、配送エネルギー、逆走エネルギー、生成エネルギー、消費エネルギー

1. はじめに

2050 温暖化ガス排出ゼロという国際公約実現に向け、建築分野では nZEB の実現、普及が急がれている。企業の建屋においても省エネや創エネの検討が行われているが、研究所建屋などを除き、商用での nZEB オフィスについて、年間運用結果としてのエネルギー消費を公開した報告はほとんど見当たらない。

図 1 に研究概念図を示す。本研究では、北陸初の nZEB として 2021 年 5 月に竣工した S 建設北陸支店社屋を対象に実態調査を行う。生成エネルギー量、消費エネルギー量、再生可能エネルギー利用による消費削減効果を定量的に明確にする。一次エネルギー収支に基づき、当該社屋が設計値だけでなく、運用値及び WEBPRO(建築物のエネルギー消費性能計算プログラム)による評価項目を用いた運用値による nZEB 達成度の推定を目的とする。昨年度の調査対象期間は、2021 年 8 月から 2021 年 12 月とする。

2. 実測概要

2.1 建物の概要

図 2 に研究対象と各装置を示す。本研究は、石川県金沢市の S 建設北陸支店社屋を対象とする。延床面積 4224 m²、地下 1 階、地上 3 階建ての RC 造(一部 S 造)であり、2 階と 3 階を繋ぐ吹抜け空間を設けている。

図 3 に木虫籠ルーバー、図 4 に木虫籠ルーバーの平断面詳細図を示す。本社屋は「金沢の歴史・伝統との融和」をコンセプトの 1 つとしており、金沢で古くから取り入れられている木虫籠をルーバーとして活用している。木虫籠ルーバーの寸法は、屋外側は 110mm、屋内側は 30mm となっており、屋外と屋内それぞれ 40mm、120mm 間隔となるように配置されている。木虫籠ルーバーの設置によって、室内の明るさを保った上で有効的な日射遮蔽、空調負荷削減効果が期待される。

2.2 調査方法

BEMS により生成エネルギー量、消費エネルギー量、配送エネルギー量、逆走エネルギー量について一分毎に計測を行う。運用上のデータをもとに一次エネルギー消費収支についての調査と再生エネルギー源の活用による消費削減効果の推定を行い、運用上の nZEB を達成しているか評価を行う。

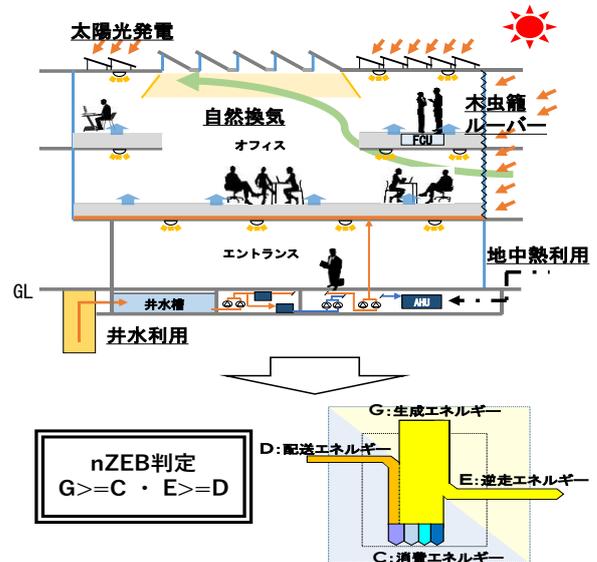


図 1 研究概念図



(1) S 社北陸支店外観

(2) S 社北陸支店内観



(3) 太陽光パネル



(4) 地下水熱源空気調和システム

図 2 研究対象と各装置

* 金沢工業大学大学院建築学専攻 大学院生

** 金沢工業大学建築学部 教授・工博

*** 清水建設株式会社

**** 清水建設株式会社 博士(工学)

Graduate School, Dept. of Architecture, Kanazawa Institute of Technology

Prof., Dept. of Architecture, Kanazawa Institute of Technology, Dr. Eng.

Shimizu Corporation

Shimizu Corporation, Dr. Eng.

3. 実測結果

3.1 太陽光発電量

図5に2021年7月から12月の太陽光発電量と日積算全天日射量のグラフを示す。太陽光発電量及び全天日射量は右肩下がりになっている。7月と8月、10月と11月、12月は大きく減少した。6ヶ月間の日平均太陽光発電量は334kWh/日で、7月から10月は日平均値を上回っていた。6か月間の合計太陽光発電量は61653kWhであった。

3.2 用途別電力収支

表1に2021年8～12月の月積算電力量の内訳を示す。月積算電力量は夏期に最大値を、冬期に最小値をとる傾向がある。また、売電電力量は10月が最も多く1350kWh/月であり、これは水素貯蔵タンクの空きが少なくなりグリーン水素ビルシステムを稼働させなかったことが要因として挙げられる。

図6に夏期、中間期、冬期の時刻別供給・需要電力量(2021年8月20～22日、10月21～24日、12月9～12日)を示す。夏期において、平日の日中と夜間の供給電力量にはほとんど差がみられない。これは0時から6時の間で地下水熱源空調システムのポンプが必要以上に稼働しており、空調・換気による消費電力量が大きくなったためである。日中の消費電力量を太陽光発電量が上回る時間帯には、平日はリチウムイオン電池、休日にはグリーン水素ビルシステムでの蓄電が行われている。

中間期は夏期と比較して、空調・換気による消費電力が減少した。特に夜間の減少が顕著にみられ、夏期の0時から6時には常に50kWhを超えていたのに対し、中間期では50kWhを超えた時間はなく、25kWhに満たない時刻もみられた。休日の日中などの太陽光発電量が所内消費電力を上回る時間帯に売電が行われた。実測期間内において売電量が最大となったのは2021年10月24日で251kWh/日であった。

冬期は、夏期・中間期と比較して太陽光発電量が大幅に減少したが、空調・換気、照明による消費電力が減少したことにより、買電電力量も減少した。

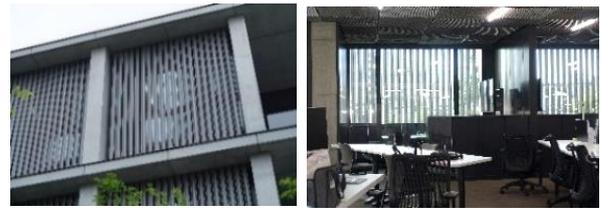
図7に2021年8月から12月における月積算生成・消費電力量を示す。消費電力量を生成電力量で除した値は12月が最も高く、8月から11月との差が大きい。11月と比較して太陽光発電量が半減したが、消費電力量が変化していないためであると考えられる。8月から12月の5か月間の生成電力量40621kWhに対し、消費電力量は198840kWhであった。

3.3 木虫籠ルーバーによる日射遮蔽効果

図8に日射量計測機の設置位置を示す。屋内のガラス面内側の木虫籠ルーバーがある箇所(箇所S1)とない箇所(箇所S2)の2点における日射量を比較する。

図9に10月13日～31日の各箇所の鉛直面推定日射量を示す。測定期間におけるS1の最大値は0.024kWh/m²、S2の最大値は0.066kWh/m²、S1の平均値は0.057kWh/m²、S2の平均値は0.0013kWh/m²であった。

図10に10月13日～31日で平均した日射量の日変動パターンを示す。日射量計は西面に設置されていたため、日射量のピークは16時ごろとなった。木虫籠ルーバーがある箇所の方が木虫籠ルーバーがない箇所よりも日射量が小さくなっている。したがって、木虫籠ルーバーによって日射負荷を削減できていることが確認できた。1日の積算日射量は、木虫籠ルーバーがない箇所では91Wh/(m²日)、木虫籠ルーバーがある箇所では



(1) 木虫籠ルーバー外観 (2) 木虫籠ルーバー内観



(3) 木虫籠ルーバー1階部分 (4) 木虫籠ルーバーカットモデル

図3 木虫籠ルーバー

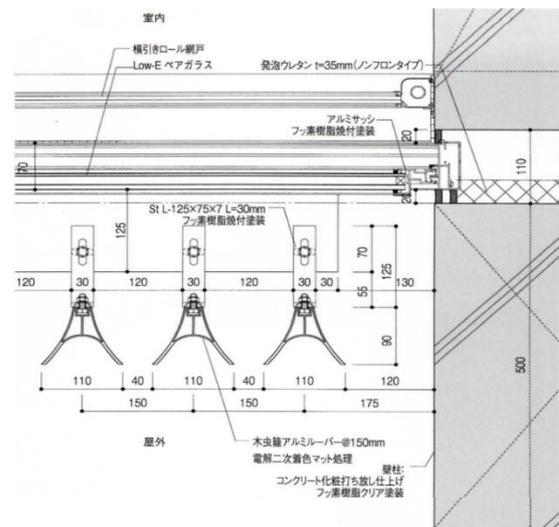


図4 木虫籠ルーバーの平衡面詳細図

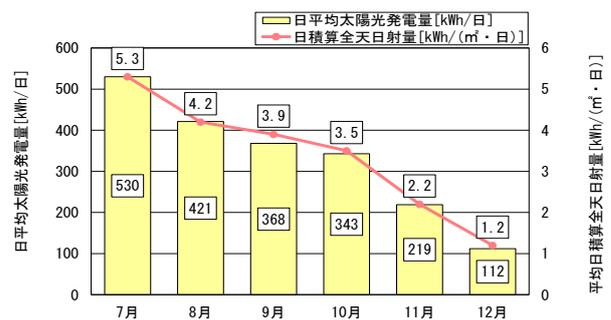


図5 2021年7月～12月の太陽光発電量

表1 月積算電力量内訳

| 月積算電力量 [kWh/月] | 燃料電 消費電 量 | Li-ion 放電 量 | 太陽光 発電 量 | 買電 | 空調・換 気 | 照明 | コンセン ト | ELV | 衛生 | Li-ion 充電 量 | 水素・ FC | 一次側 回路 | 売電 |
|----------------|-----------------|-------------------|----------------|-------|-----------|------|-----------|-----|-----|-------------------|-----------|-----------|------|
| 8月 | 0 | 1262 | 13051 | 34370 | 27180 | 5839 | 13657 | 172 | 387 | 1296 | 1666 | 29 | 588 |
| 9月 | 199 | 1531 | 11424 | 34018 | 26130 | 5178 | 13872 | 159 | 448 | 1524 | 1764 | 24 | 360 |
| 10月 | 38 | 1488 | 10651 | 28913 | 19868 | 4924 | 13300 | 162 | 484 | 1570 | 530 | 41 | 1350 |
| 11月 | 0 | 1148 | 6581 | 25849 | 17064 | 4380 | 9444 | 158 | 573 | 1181 | 467 | 37 | 832 |
| 12月 | 85 | 989 | 3485 | 30318 | 16398 | 3485 | 9722 | 161 | 761 | 985 | 328 | 48 | 35 |

※月別最大値を赤字、最小値を緑字で表示

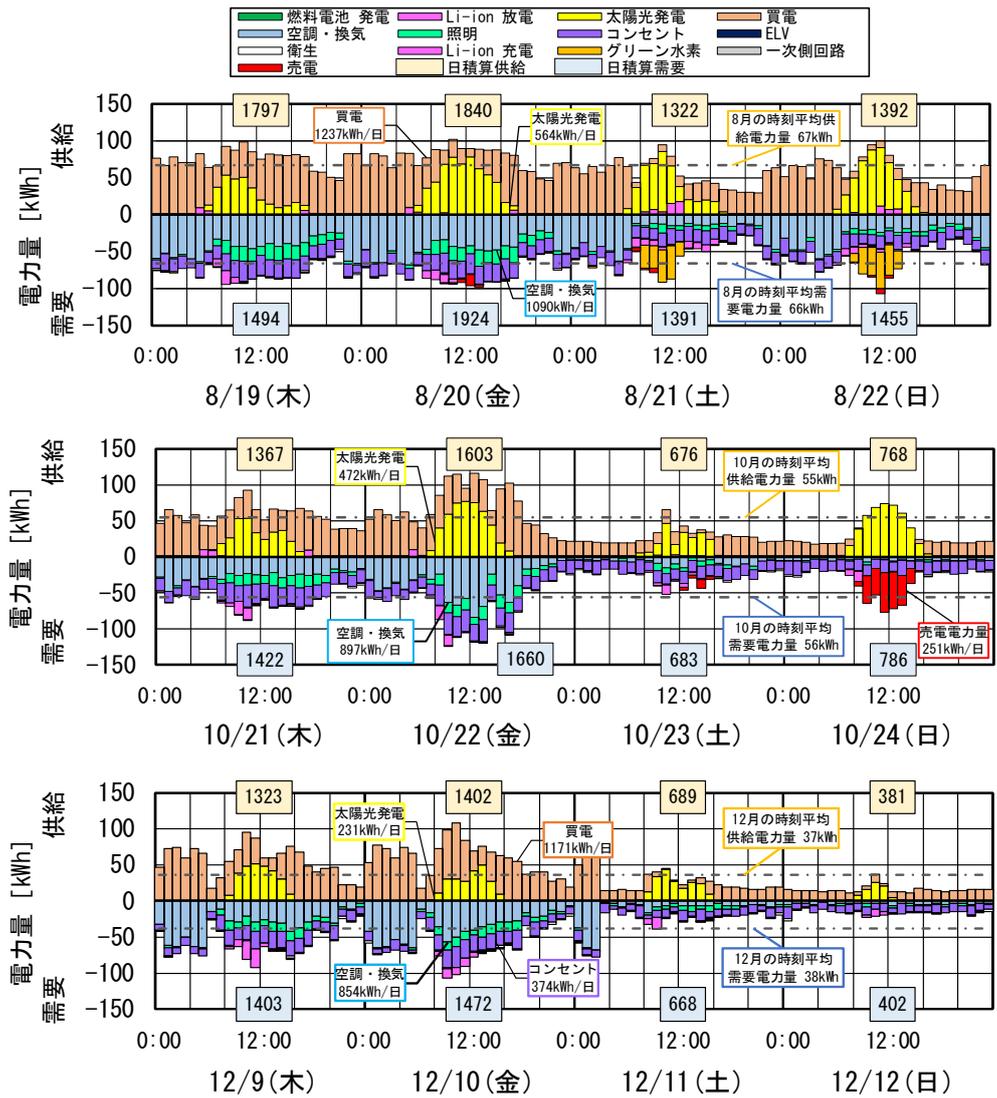


図6 各季節の用途別電力収支(2021年8月19~22日、10月21~24日、12月9~12日)

25Wh/(m²日)であり、木虫籠ルーバーによって日射負荷の73%を削減できた。

4. エネルギーバランスチャート (EBC)

図11に2021年8から12月の5か月間におけるコンセントありの場合となし場合のEBCを示す。EBCにおいては、供給側にD:配送エネルギー(売電電力量)とG:生成エネルギー(太陽光発電電力量)が配置され、需要側にC:消費エネルギー(各種用途別消費電力量)とE:逆走エネルギー(買電電力量)が配置される。

(2)のコンセントなしの図は、WEBPROで評価を行う際にコンセント系の消費電力が無視される(コンセント系の消費電力は、建築設備による消費電力ではないため)ことから、これを除外して再評価を行ったものである。

2021年8~12月のコンセントなしの図からは、太陽光発電電力量が45192kWhであるときに、売電量6798kWh、買電量98046kWhとなっており、nZEBとするために今後、空調・換気システムや照明システムの運用制御におけるチューニングが必要であると示された。

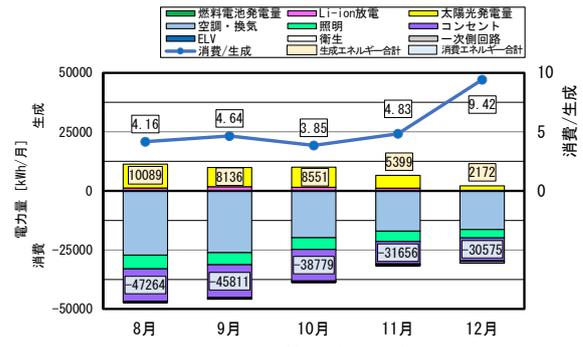


図7 各月の月積算生成・消費電力量

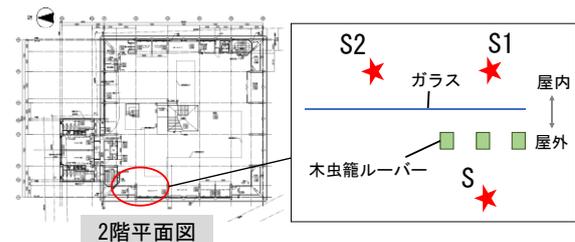


図8 日射量計測機設置位置

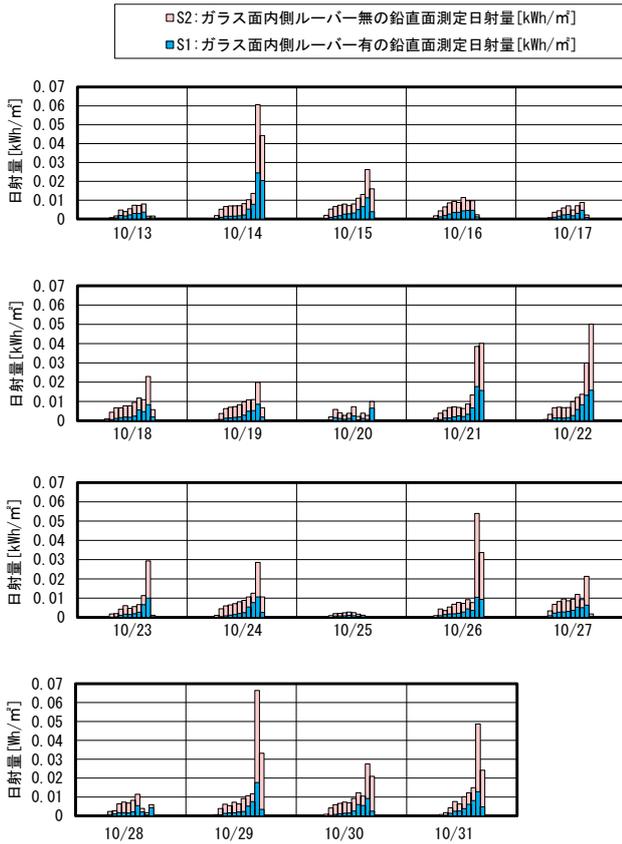


図9 各箇所における鉛直面測定日射量

5. まとめ

- 1) 当該社屋のエネルギーバランス把握のために買電、太陽光発電、所内用途別消費電力、売電の各電力量を2021年8月以降、毎日毎時刻のデータとして捕捉し、nZEB化に寄与する売電電力の発生条件を確認した。
- 2) 木虫籠ルーバーの日射負荷削減効果を2021年10月後半のデータ分析により求めたところ、73%前後であることが確認された。
- 3) エネルギーバランスチャートによる約半年間の評価からは、売電量/買電量が6.93%となっている状況を明示した。今後、空調・換気システムのチューニングを実施して行く中で、数値の上昇を確認する予定である。

参考文献

- 1) 鶴飼真成, 高橋満博, 村上宏次, 雨宮沙耶, 野部達夫:S ビルにおける室内温熱環境調査と執務者の必要性に関する考察, 日本建築学会環境系論文集, 第81巻, 第724号, pp.535-543, 2016.6
- 2) 大田瑞希, 三宅真生:S 社nZEB オフィスの運用面からみた一次エネルギー収支に関する調査研究 ビル生成エネルギーと用途別エネルギー消費間のバランス評価, 金沢工業大学, プロジェクトデザインIII, 2021.3

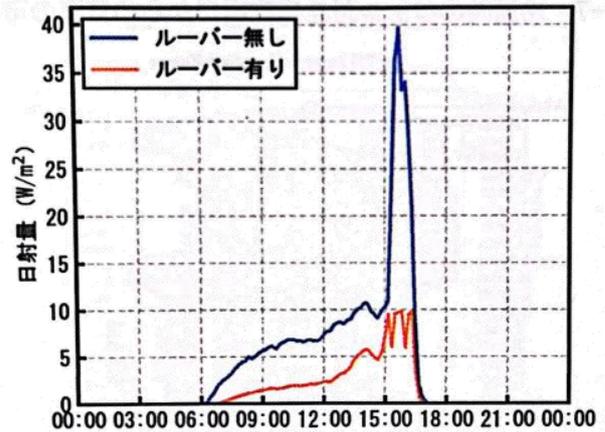
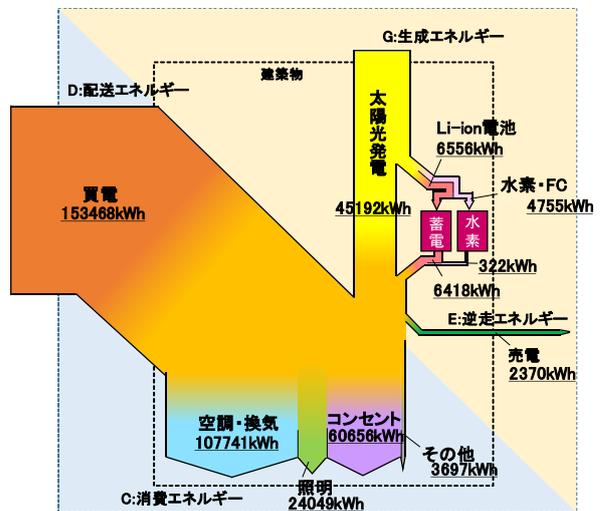
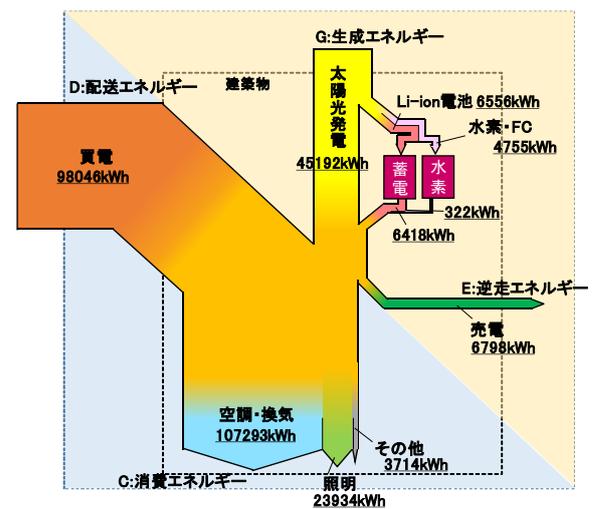


図10 日射量の日変動パターン
(2021年10月13日~31日の平均)



(1) コンセントあり



(2) コンセントなし

図11 2021年8~12月におけるエネルギーバランス