

ゼブニアリーゼブ ZEB (Nearly ZEB) の取組について

小久保 誠一 加藤 尚巳 吉田 幸男

1 はじめに

愛知県は 1972 年 3 月に竣工し老朽化が著しい愛知県環境調査センター・愛知県衛生研究所本館・研究棟のリニューアルにあたり、「環境首都あいち」にふさわしい全国モデルとなる新エネルギー・省エネルギー施設とすることを基本方針の一つに掲げた。2016 年 10 月に大成建設グループが設立した PFI 事業者と契約、事業を進める中、2018 年 10 月に「建築物省エネルギー性能表示制度 (BELS)」^{ベルス}において、建物の設計段階の一次エネルギー消費量 (建物で使用される電力、ガスなどの量を合算して示すエネルギー量) を 85%削減し、公共施設で全国トップクラスの ZEB (Nearly ZEB) *¹ の認証を取得した。

新施設は、2019 年 4 月から省エネルギーにおける ZEB の運用を始めた。2020 年 4 月には太陽光発電設備の稼働が始まったことから創エネルギーにおける ZEB の運用も始めた¹⁾。

2020 年の運用実績を取りまとめたところ、運用段階においても ZEB (Nearly ZEB) を達成したので、本施設における最先端技術を導入した ZEB の取組について紹介する。なお、本報では、2019 年度 (本格運用前) 及び 2021 年度上半期運用実績についても紹介する^{2) 3)}。

*1 ZEB とは、自然エネルギーの積極的な活用や高効率な設備システムの導入等の省エネルギー技術と太陽光発電等の創エネルギー技術を組み合わせ、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロにすることを目指した非住宅の建築物のことで、Nearly ZEB は、基準建築物からの一次エネルギー消費量を 75% 以上削減するものである⁴⁾。

2 新施設の概要

- (1) 名称 愛知県環境調査センター・愛知県衛生研究所
- (2) 所在地 名古屋市北区辻町字流 7 番 6
- (3) 延床面積 8,147.46 平方メートル (新本館・研究棟 地上 4 階建て)
- (4) 事業期間 2016 年 10 月～2020 年 3 月 (実施設計・建設期間)
- (5) 事業者 あいち ZEB サポート株式会社
(大成建設グループが設立した特別目的会社)



図1 新施設の外観

3 ZEB (Nearly ZEB) 認証

(1) 建築物省エネルギー性能表示制度 (BELS)

建築物省エネルギー性能表示制度とは、国土交通省告示に基づく第三者認証制度として、新築・既存の建築物において、第三者評価機関が設計段階の省エネルギー性能を評価し認証する制度である。通称「BELS(ベルス)」(Building-Housing Energy-efficiency Labeling System)と呼ばれており、建築物の竣工前に認証を受けることができる。性能に応じて5段階で☆表示がされ、最高ランクの☆☆☆☆☆の中で、建築物(非住宅)については、省エネルギー率に応じたZEBの表示をすることもできる。

(2) ZEB

自然エネルギーの積極的な活用、高効率な設備システムの導入等の省エネルギー技術と、太陽光発電等の創エネルギー技術を組み合わせ、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した建築物(非住宅)のことであり、以下の4区分となっている。

表1 ZEBの区分

区分	定義
『ZEB』	以下の①②の全てに適合した建築物 ①再生可能エネルギーを除き，基準一次エネルギー消費量*2から50%以上の一次エネルギー消費量削減 ②再生可能エネルギーを加えて，基準一次エネルギー消費量から100%以上の一次エネルギー消費量削減
Nearly ZEB	以下の①②の全てに適合した建築物 ①再生可能エネルギーを除き，基準一次エネルギー消費量から50%以上の一次エネルギー消費量削減 ②再生可能エネルギーを加えて，基準一次エネルギー消費量から75%以上100%未満の一次エネルギー消費量削減
ZEB Ready	再生可能エネルギーを除き，基準一次エネルギー消費量から50%以上の一次エネルギー消費量削減
ZEB Oriented	延べ面積が10,000 m ² 以上で以下の①，②の定量的要件を満たす建築物 ①該当する用途毎に，再生可能エネルギーを除き，基準一次エネルギー消費量から規定する一次エネルギー消費量を削減すること A) 事務所等，学校等，工場等は40%以上の一次エネルギー消費量削減 B) ホテル等，病院等，百貨店等，飲食店等，集会所等は30%以上の一次エネルギー消費量削減 ②「更なる省エネルギーの実現に向けた措置」として，未評価技術（WEBPROにおいて現時点で評価されていない技術）を導入すること

*2 基準一次エネルギー消費量：建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（国土交通省，2016年4月1日施行）に基づき，建築物の種類や室用途等に応じて計算される年間の一次エネルギー消費量。国立研究開発法人建築研究所が公開している計算支援プログラム（Webプログラム）で計算する。

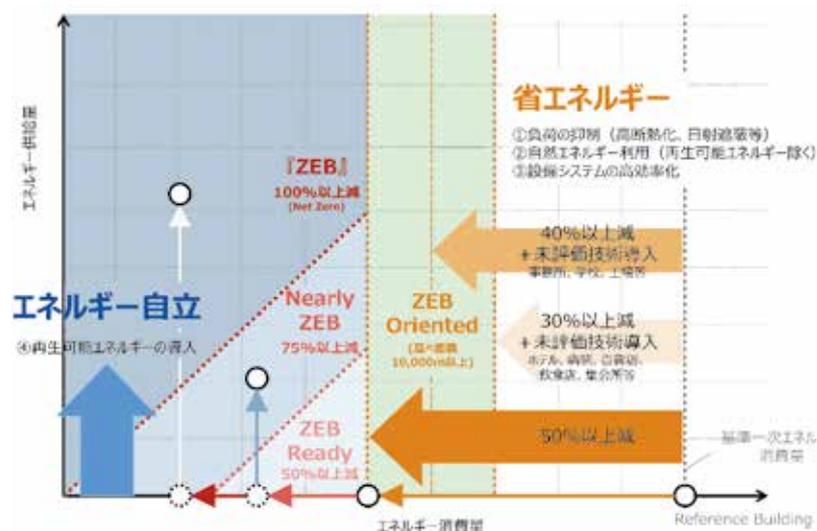


図2 ZEBの定義（イメージ）

ZEB ロードマップフォローアップ委員会とりまとめ（資源エネルギー庁 2019年3月）

(3) 建築物省エネルギー性能表示制度 (BELS) の評価結果

新施設は、様々な省エネルギー・創エネルギー技術を導入することで基準建築物から一次エネルギー消費量を 57%削減、太陽光発電による 28%の創エネルギーにより、計 85%の一次エネルギー消費量削減を図る計画で、公共施設で全国トップクラスの ZEB (Nearly ZEB) の認証を取得した。

表 2 評価結果

制度運用主体	一般社団法人 住宅性能評価・表示協会
新施設の省エネルギー性能	☆☆☆☆☆ (最高ランク) Nearly ZEB (省エネルギー率 75 %以上 100 %未満) (高断熱ガラスや自然光などによる省エネルギーと、太陽光発電による創エネルギー (発電容量 304kW) による省エネルギー率 85 %)
評価年月日	2018 年 10 月 25 日

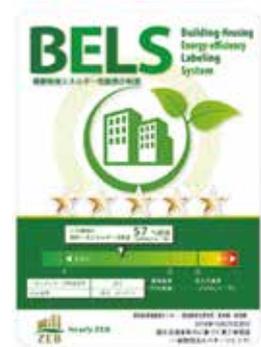


図 3 認定書

4 ZEB を支える創エネルギー，省エネルギー技術

新施設の ZEB を支える創エネルギー・省エネルギー技術は次のとおりである。

<太陽光発電設備>

屋上や地上，南外壁面の一部に発電効率の高い単結晶型の太陽光発電パネルを 902 枚，南外壁面の一部にシースルー型の太陽光発電パネルを 450 枚採用し，304kWの発電容量を確保するとともに，各部屋からの眺望や採光の確保，意匠性にも配慮した建物を実現している。



写真 1 太陽光発電パネル

<自然エネルギーを最大限に活用した超高効率熱源システム>

温度帯や流量の異なる2種類の廃温水を1台で効率的に回収可能な「2温水回収ジェネリンク」を採用し、太陽熱とガスマイクロコージェネレーションからの廃温水を別系統で回収し、各々の運転に合わせて個別に制御することで、必要なガス燃料消費量の削減を図っている。また、豊富な井水（地下水）を「2温水回収ジェネリンク」「ヒートポンプチラー」「ビル用マルチエアコン」の熱源水としてカスケード利用（多段利用）することで、井水熱を最大限利用している。

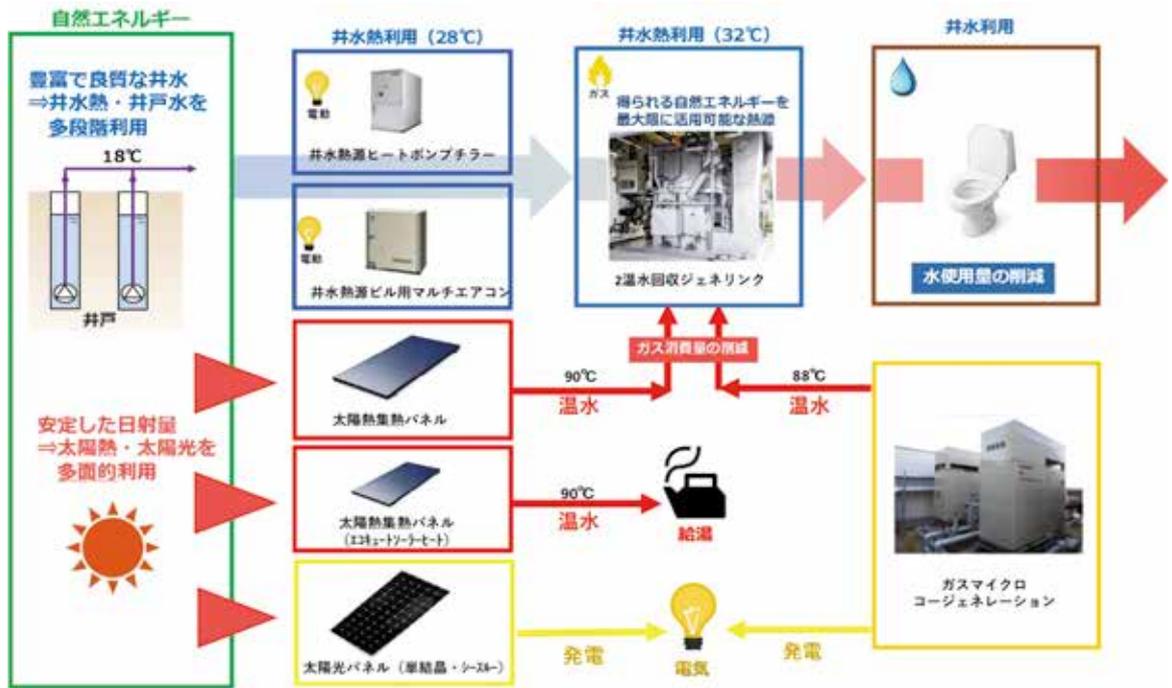


図4 エネルギー削減システム

<既存残置躯体を利用したクールピット*3>

旧棟の地下ピットを一部残置し、ピット内を通った安定した温度の外気を1階事務室等の外調機へ取り入れ、冷暖房エネルギー消費量の低減を図っている。



図5 クールピットのイメージ

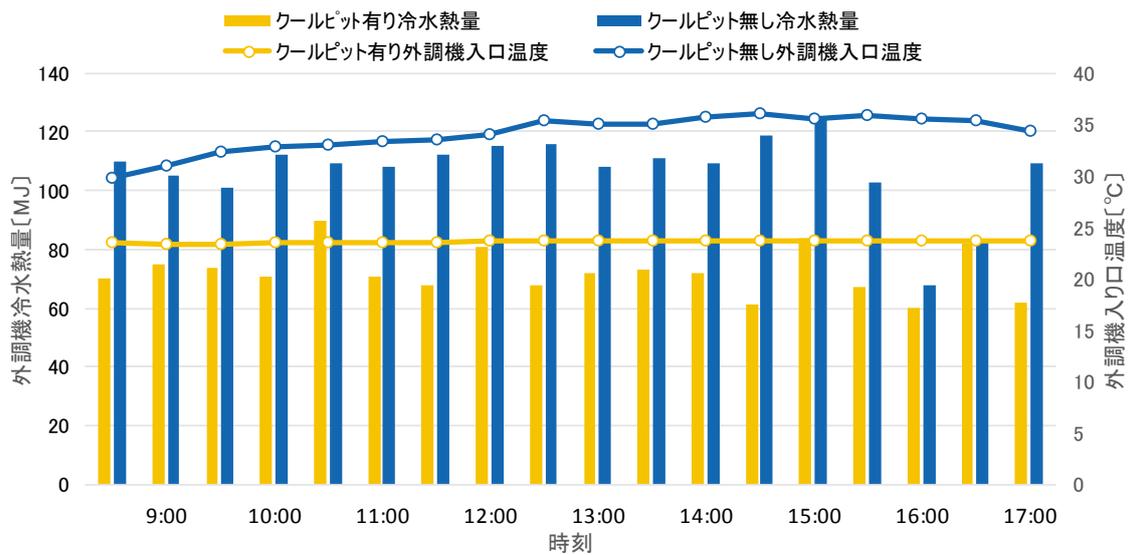


図6 クールピット有・無の場合の冷水熱量の比較

(8月5日クールピット有り・8月12日クールピット無し)

*3 安定した温度の地中熱を利用して取入外気の予冷・予熱を行い、冷暖房負荷を低減するシステムであり、クール・ヒートトレンチ、クール・ウォームピット等とも呼ばれる。

<次世代人検知センサに基づく照明・換気制御>

パソコン等の熱と人体の発熱を識別する高機能な「次世代人検知センサ」を利用して、人の在・不在情報をもとに、適正に照明の減光・調光制御や換気風量制御を事務室等で実施することにより、大幅な省エネルギーの実現に寄与している。

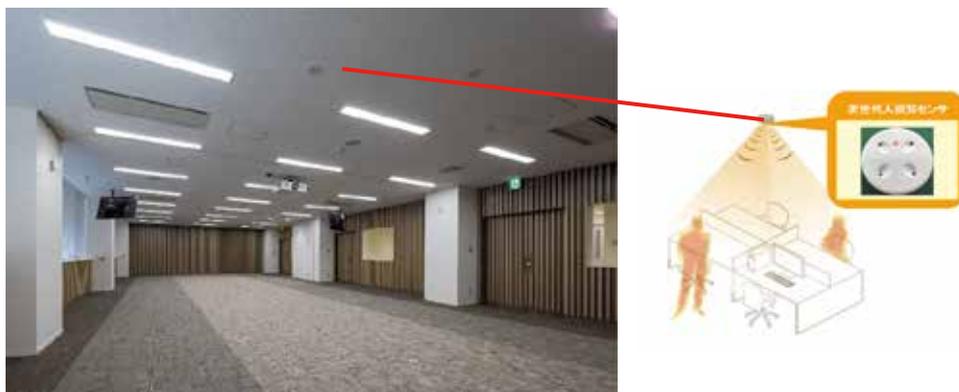


写真2 次世代人検知センサ



BEMS(ビル・エネルギー管理システム)

建物内のエネルギー使用状況や設備機器の運転状況を把握し、最適な運転制御を実施

照明設備等

LED照明 照明・換気によるエネルギー消費量を削減
人の在席状況を人の動作でなく、熱でリアルタイムに検知する次世代人検知センサを使って、照明や換気を自動制御
照明器具は、全てにLED照明を採用

空気調和設備

2温水回収ジェネリク

太陽熱とガスマイクロコージェネレーションの2種類の廃温水を1台で同時に回収可能

井水利用

(ヒートポンプチャラー、ビルマルチエアコン) 年間を通して安定した水温の地下水を空調の熱源として有効利用

ガスマイクロコージェネレーションシステム

ガスエンジンにより発電し、その燃発生する熱を捨てずに温水として空調システムの熱源として利用

太陽熱集熱システム

太陽熱集熱器により温められた温水を空調システムの熱源として利用

クールビット (地中熱利用)

旧様の地下躯体を一部残して、外気に比べ安定した温度の地中の空気を新棟内に取り込み、空調負荷を低減

太陽光発電設備

発電効率の高い単結晶型太陽光発電パネルを本施設の屋上と地上、南外壁面の一部に敷設
また、南外壁面の一部には、シースルー型太陽光発電パネルを採用しており、発電量を確保しつつ、眺望や採光、デザイン性にも配慮

今後普及が期待される環境技術

2つのプリズムバー
100mm
太陽光採光システム放光部
光ダクト採光部(プリズム)
薄型水平光ダクト
光ダクト放光部
太陽光
ライトシェルフ
自動温度調整太陽光採光システム

太陽光採光システム
集光器で太陽光を集め、光ファイバーケーブルを通して、専用の照明器具から照射

ライトシェルフ
窓面の庇により、太陽光直射を遮断しつつ、庇の上部から反射した光を室内の奥まで伝達

薄型水平光ダクト
内面を反射膜としたダクトにより屋外の自然光を建物奥まで伝達

有機EL照明
軽くて薄い素材で次世代の光源面で発光し、眩しさが抑えられているので光が柔らかいのが特徴

図7 ZEBを支える新エネルギー・省エネルギー技術

5 2020 年度運用実績

2020 年 4 月からの施設の全面供用開始に伴い、太陽光発電設備の稼働が始まったことから、2020 年度の運用実績を評価した。

(1) BELS 評価におけるエネルギー消費量

BELS 評価は、2016 年省エネルギー基準に基づく建築物の運用にかかる評価項目、評価対象時間を定め、それぞれの一次エネルギー消費量を算出し、基準建築物における一次エネルギー消費量と比較して評価するものである。

BELS 評価における本棟の年間一次エネルギー消費量は、3,219GJ(ギガジュール)(エネルギー消費量を表す際の発熱量単位(1GJ=原油 0.0258kl 換算))であり、基準値 9,652GJ に対して 67%削減されるとともに、太陽光発電による 31%の創エネルギーにより、計画値(85%削減)を大幅に上回る計 98%の削減となり、運用実績においても Nearly ZEB を達成していることが確認できた。

表 3 2020 年度 ZEB の達成状況

区分	項目	評価時間	基準値 (GJ)	計画値 (GJ)	実績値 (GJ)	計画値/ 基準値	実績値/ 基準値
省エネ ルギー	空調	熱源	6,060	2,095	2,107	/	/
		空調		753	673		
	換気	524	595	155			
	照明	2,915	562	226			
	給湯	1年間の全時間帯(注1)	14	25	37		
	昇降機	平日の7:00~21:00	139	111	20		
	計	-	9,652	4,141	3,219		
	削減率	-	-	-	△57%	△67%	
創エネ ルギー	太陽光発電	1年間の全時間帯(注2)	(9,652)	2,783	3,078	0.288	0.319
	削減率	-	-	-	△28%	△31%	
削減率合計		-	-	-	-	△85%	△98%

(注1) 夜間に電力を使用する貯湯式のため全時間帯を対象とする。

(注2) 発電量の計画値は省エネルギー法で定められた WEB プログラムによる計算値。

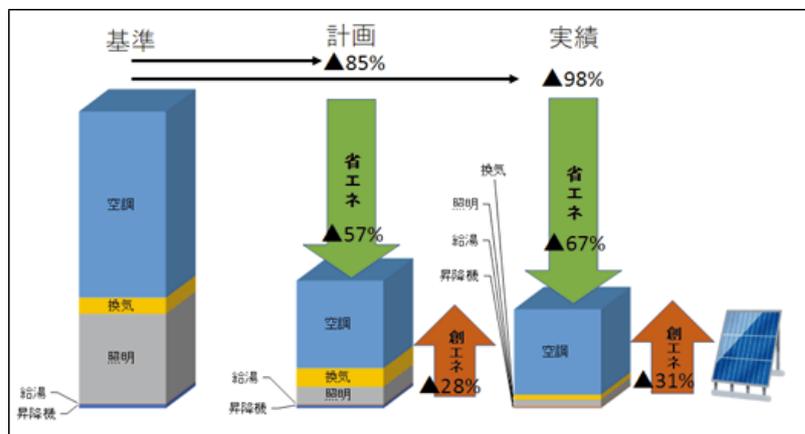


図 8 一次エネルギー消費量の削減状況

その理由は、「高性能な人検知センサによる照明換気制御」、「クールピットを利用した地中熱利用」等の省エネルギー技術により空調・換気・照明の省エネルギーが想定以上となり、さらに、創エネルギー技術である太陽光発電量が計画値を上回ったためと考えられる。図9-1, 2は在所率^{*4}実測値と人検知センサによる照明、外調機の電力消費量の時刻変動を示したグラフであるが、在所率の変化に伴い電力消費量変動していることがわかる。

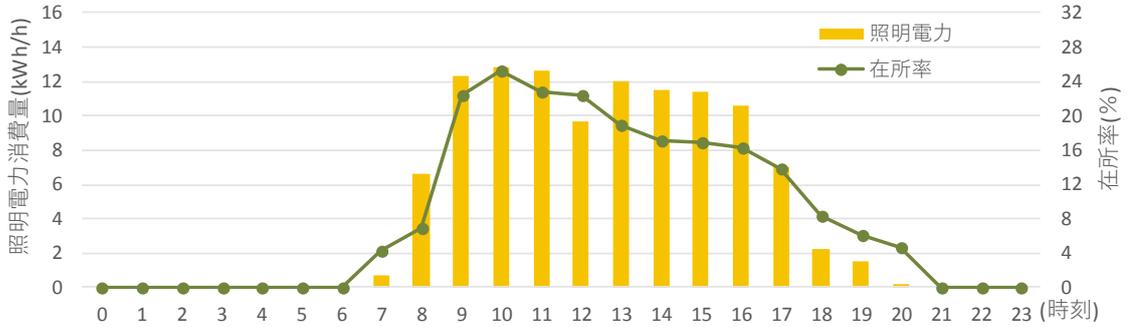


図9-1 在所率実測値と人検知センサによる照明電力消費量(2020. 9. 17)

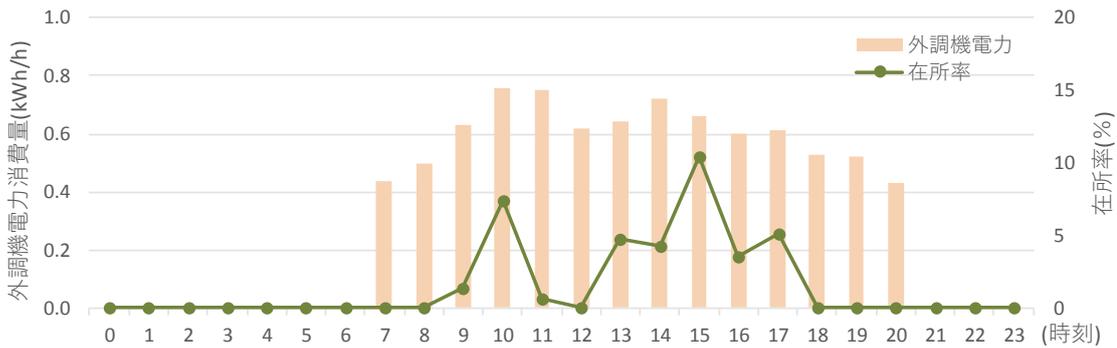


図9-2 在所率実測値と人検知センサによる外調機(1階エリア)電力消費量(2020. 8. 27)

*4 室内天井面に設置された人検知センサのうち、人を検知したセンサの数を、設置センサの総数で除した値。

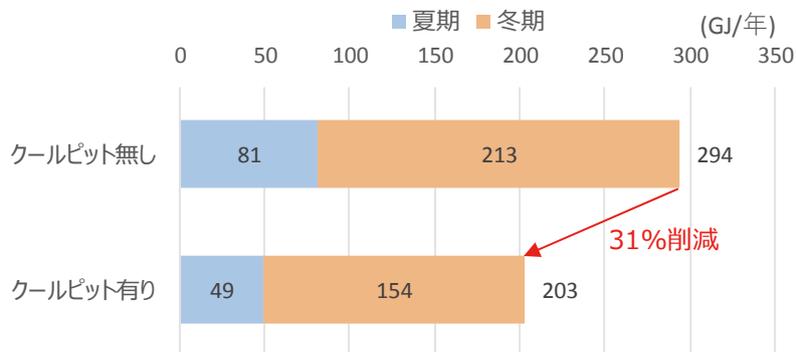


図10 クールピットによる外気負荷の削減効果(2020 年度実績)



図 11 太陽光発電実績 (2020 年度)

(2) 施設全体のエネルギー消費量

本棟の BELS の対象となっていない時間や調査研究のための分析機器、さらに別棟も含めた施設全体の年間一次エネルギー消費量は、15,514GJ（単位面積当たり：1.50GJ/m²）であった。

これは、リニューアル前の 2017 年度の消費量 23,549GJ（単位面積当たり：2.40GJ/m²）に比べ 34%（同：38%）の削減となった。

表 4 リニューアル前後の一次エネルギー消費量の比較

区 分	リニューアル後の実績 2020 年度	リニューアル前の実績 2017 年度	増 減
一次エネルギー消費量	15,514GJ	23,549GJ	△34%
電 気*5	1,168,023kWh	1,863,640kWh	△37%
うち ZEB 対象設備	300,544kWh	996,161kWh*6	△70%
ガ ス	91,415 m ³	119,108 m ³	△23%
うち ZEB 対象設備	53,173 m ³	80,866 m ³ *6	△34%
CO ₂ 排出量*7	785,780kg-CO ₂	1,193,686kg-CO ₂	△34% 102 世帯*8

*5 電気事業者からの購入量。2020 年度は省エネルギー技術や創エネルギー技術（太陽光発電やコジェネ発電の自家消費）により削減

*6 実績値がないため推計値

*7 電力の CO₂ 排出係数 0.497kg-CO₂/kWh (CASBEE2016)
都市ガスの CO₂ 排出係数 2.2455kg-CO₂/m³ (CASBEE2016)

*8 2019 年度の家庭からの CO₂ 排出量 約 3,980kgCO₂/世帯 (出典：国立環境研究所)

6 2019 年度（本格運用前）及び 2021 年度（上半期）運用実績

(1) 2019 年度運用実績

新施設の太陽光発電稼働前の 2019 年度における運用実績を参考として評価した。

BELS 評価における本棟の年間一次エネルギー消費量は、3,052GJ であり、基準値 9,652GJ に対して 68%削減され（太陽光発電による創エネルギーを除く）、省エネルギーにおいては計画値（57%削減）を上回る削減であった。

2020 年度の一次エネルギー消費量の実績値 3,219GJ と比較して、167GJ 少ない結果であった。

表 5 2019 年度 ZEB の達成状況

区分	項目		評価時間	基準値 (GJ)	計画値 (GJ)	実績値 (GJ)	計画値/ 基準値	実績値/ 基準値
省エネ ルギー	空調	熱源	平日の 7:00~21:00	6,060	2,095	1,971		
		空調			753	727		
	換気			524	595	114		
	照明			2,915	562	184		
	給湯		1年間の全時間帯(注1)	14	25	35		
	昇降機		平日の 7:00~21:00	139	111	21		
	計		-	9,652	4,141	3,052		
削減率		-	-	-	-	△57%	△68%	
創エネ ルギー	太陽光発電		1年間の全時間帯(注2)	(9,652)	2,783	-	0.288	-
	削減率		-	-	-	-	(△28%)	-
削減率合計		-	-	-	-	-	(△85%)	-

2020 年度に一次エネルギー消費量が増加した理由としては、環境調査センターにおいて、「あいち環境学習プラザ」が東大手庁舎から移転し、リニューアルオープンしたこと、衛生研究所において新型コロナウイルス感染症拡大に伴う検査体制の強化により在所率が増加したこと、また、新型コロナウイルス感染症対策のため事務室等の換気を励行したことなどが考えられる。

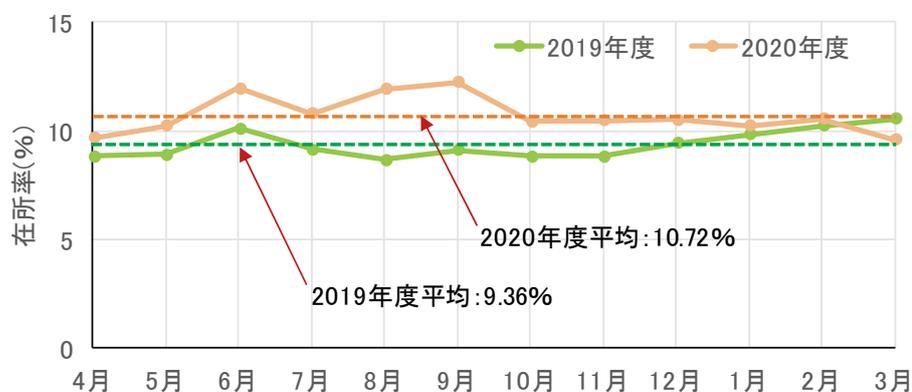


図 12 月別在所率 (2019 年度, 2020 年度)

(2) 2021 年度（上半期）運用実績

本格運用 2 年目となる 2021 年度の上半期（4～9 月）までの運用実績を 2019 年度及び 2020 年度と比較した。

2019, 2020 年度は、夏期（7～9 月）における熱源のエネルギー消費量が大きくなっていましたが、2021 年度は、ヒートポンプチャラーによる低負荷対応運転を積極的に行い、一次エネルギー消費量を大きく削減することができた。各年度の上半期における、太陽光発電の供給を考慮しない一次エネルギー消費量は、2019 年度が 1,686GJ, 2020 年度は 1,903GJ, 2021 年度は 1,605GJ となっており、2021 年度が最も低くなっている。

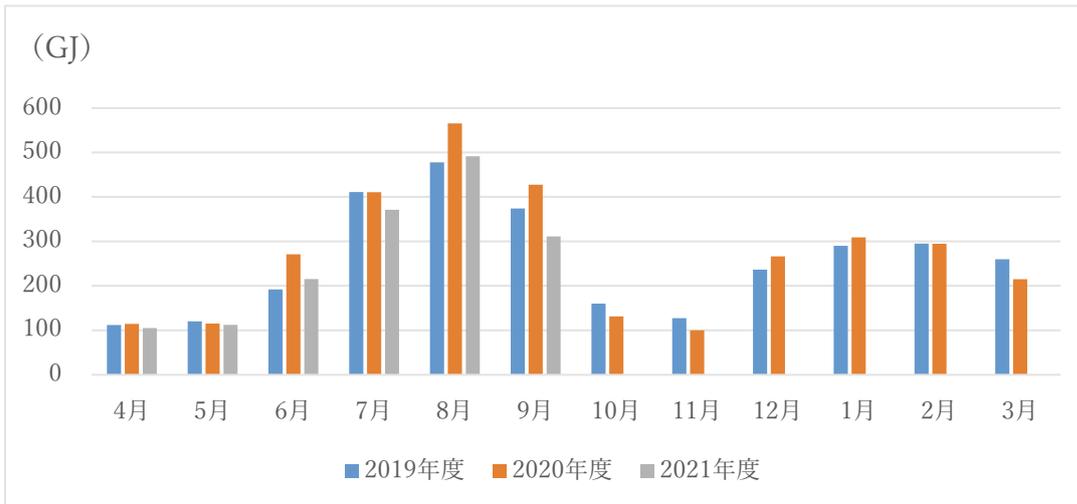


図 13 2019 年度～2021 年度上半期の月別一次エネルギー消費量の推移

創エネルギーについては、2020 年度上半期の太陽光発電量が 1,647GJ, 2021 年度の上半期が 1,536GJ となっており、2021 年度の方が低くなっている。

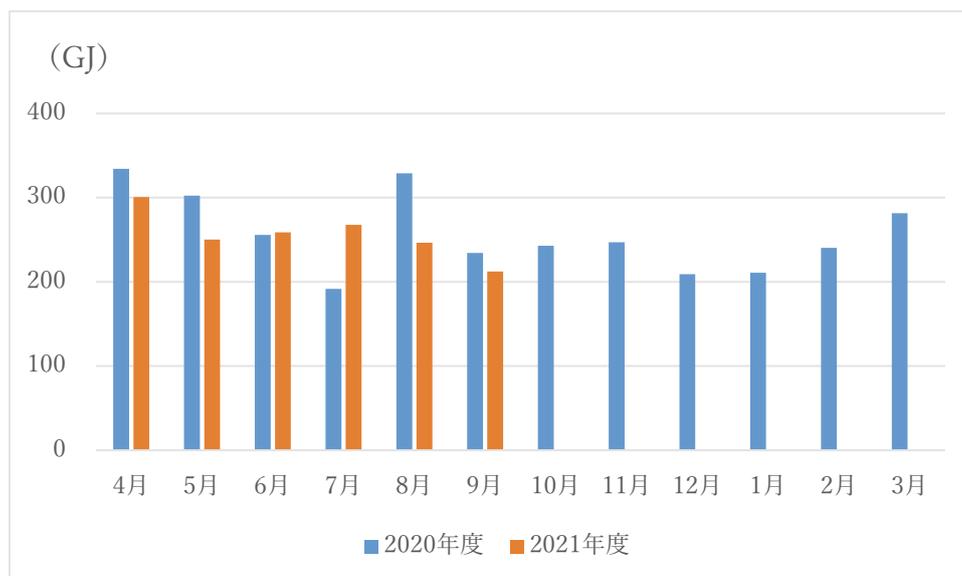


図 14 2020 年度～2021 年度上半期の月別創エネルギーの推移

7 まとめ

2020年度におけるエネルギー消費量の実績は、計画段階でBELS評価認証された削減率85%を上回る約98%となった。要因としては、BELS評価基準では省エネルギー効果が計算できない「高性能な人検知センサに基づく照明換気制御」、「クールピットによる地中熱利用」等の省エネルギー技術による設備機器のエネルギー消費量の削減、また、太陽光発電によるエネルギー供給量が計画値に比べて増加したためと考えられる。

熱源の一次エネルギー消費量実績は2,107GJ/年であり、評価対象の全エネルギー消費量3,219GJ/年の約65%を占めている。このため、熱源設備の省エネルギー運用が、ZEBの運用上、最も重要と考えられる。

熱源設備については、省エネルギーにおけるZEBの運用を開始した2019年度以降、ZEB推進会議を中心として、快適性と省エネルギー性を両立させる運用改善を検討、実施してきた。具体的には、ヒートポンプチャラーの低負荷モード運転によるエネルギー削減、外調機給気温度の低下による湿度環境の改善、冬期の暖房設定温度の適正化などがあげられる。

今後も適切な施設管理により、ZEBの運用を行っていく。

また、環境調査センター内の「あいち環境学習プラザ」では、学校や団体の社会見学を積極的に受け入れており、施設に採用されている新エネルギー・省エネルギー技術やZEBの運用実績を紹介することにより、ZEBの普及・啓発を行っていく。

謝 辞

ZEB取組及びこのレポートの作成については、大成建設株式会社設計本部設備設計岩村室長様、信藤様、エネルギー本部ZEB・スマートコミュニティ部村上様に多大なる御協力いただきました。深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 愛知県環境局環境政策部環境政策課：特集2 愛知県環境調査センターのリニューアル、令和2年版環境白書、11-15（2021）
- 2) 愛知県環境調査センター企画情報部：愛知県環境調査センター・愛知県衛生研究所のZEB（Nearly ZEB）の2020年度運用実績について、愛知県環境情報紙環境かわら版、302、6-7（2021.7）
- 3) 愛知県環境調査センター総務課：ZEB（ゼブ）（Nearly ZEB）（ニアリー ゼブ）の運用実績、<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/kankyo-c/zeb.html>（2022.2.8）
- 4) 国土交通省：建築物のエネルギー消費性能の表示に関する指針、国土交通省告示第489号（2016）