

ゼロウォータービルディングに関する研究及び調査  
第3報 実在研究施設におけるZWB化の可能性

正会員 ○小野菜月\* 正会員 大塚雅之\*\*  
正会員 青井健史\*\*\* 正会員 井野勇斗\*\*\*\*

ZWB 実測調査 雨水利活用  
節水 排水再利用 レジリエンス

1. はじめに

第2報<sup>1)</sup>より、わが国におけるZWB検討事例は既存の大学キャンパスを対象にしたものが多く、雨水利用や井水利用等の代替水利用を行っているもののZWB評価には還元水量の影響が非常に大きい。しかし、ZWB評価100%を達成したキャンパスには雨水浸透施設等はなく、またZWBを念頭においた建築計画がなされた事例はない。

本報では、第1報<sup>2)</sup>で提示した5軸の評価方法の内、ZWB軸に主眼を置き計画設計した研究施設において、実測結果よりZWB軸の評価を試みる。加えて、その他の評価軸における本建物での取り組みを挙げ、総合評価へ向けた前段とする。

2. 対象研究施設の概要

本報では、東京都昭島市に水処理に関わる研究施設を対象にZWB化を計画した。研究施設の建築概要を図1に示す。建物は道路を跨いで北と南の2棟に分かれており、北研究棟は研究所とその附属諸室、南複合棟は会議室や食堂等の複合施設として利用されている。

3. ZWB計画

3-1. 給排水設備計画

図2に研究施設の給排水設備システムの概要を示す。多量に使用する研究用水や設備機器より排出された排水は排水処理され、地下から汲み上げた井水とともに純水処理を施したのちに再度研究用や冷却水やスクラバー等の設備機器に供給され、可能な限り施設内で水循環させ有効利用する計画である。また、対象敷地では雨水の地下浸透が原則として定められており、敷地内に降った雨は地下浸透施設を設置し、それを介して地中に還される。

3-2. 計画段階におけるZWB評価予測

第2報より、評価方法は米国エネルギー省が定めている定義より式(1)、LEED Zeroが定めている定義より式(2)とし、この2式を用いて評価をすることとした。また、上水使用の削減量を把握するため、式(3)より上水代替率を算出する。本来は1年を通して評価を行う必要があるが、本報では実測期間が運用を開始してからの9ヶ月間であるため、1ヶ月ごとの評価率を算出し、その推移を示す。

計画段階で各使用水量を予測、算定した結果を表2に示す。これより、あくまで計画段階におけるZWB評価は式(1)より92.6%、式(2)より353.4%となり、高いZWB評価率となると試算した。また、上水代替率は94.5%と井

項目	北研究棟 (N棟・E棟)	南複合棟
階数	5階 (N棟) 2階 (E棟)	3階
用途	研究所 附属諸室	複合施設
敷地面積 [㎡]	21,845	8,537
建築面積 [㎡]	9,724	4,039
延床面積 [㎡]	29,500	8,895



図1 研究施設の建築概要

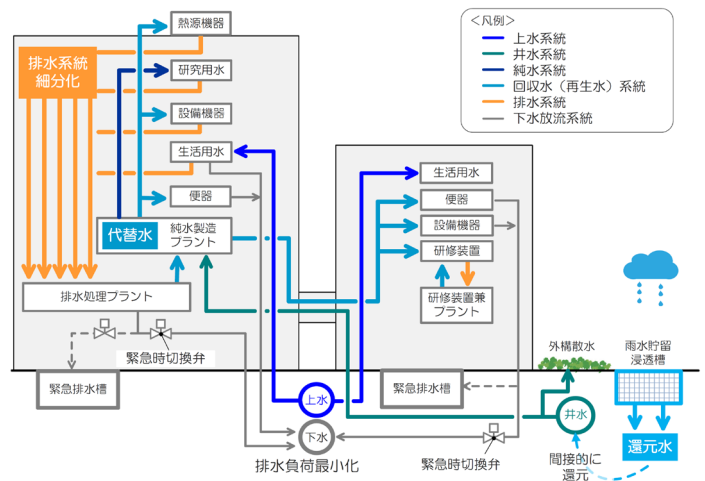


図2 各給水系統概要

表2 計画段階の予測給水量とZWB評価

	給水先	[m <sup>3</sup> /d]	稼働日	[m <sup>3</sup> /年]	小計 [m <sup>3</sup> /年]
上水	北棟 生活用水	18	300	5,400	12,330
	南棟 生活用水	23.1	300	6,930	
井水	北棟 研究用水	150	300	45,000	45,900
	南棟 外構散水	2	300	600	
純水	北棟 設備機器	86	300	25,800	164,010
	南棟 設備機器	3.2	300	960	
回収水	北棟 トイレ	5.1	300	1,530	720
	南棟 トイレ	2.4	300	720	
還元水	北棟	-	-	30,041	41,781
	南棟	-	-	11,740	
式(1)よりZWB評価(米国エネルギー省)					92.60%
式(2)よりZWB評価(LEED Zero)					353.40%
式(3)より上水代替率					94.50%

米国エネルギー省より  

$$\frac{\text{代替水量(再生水、雨水利用)} + \text{還元水量(雨水浸透量)}}{\text{総使用水量(上水+井水+代替水)}} \times 100 \dots \text{式(1)}$$

LEED Zeroより  

$$\frac{\text{代替水量(再生水、雨水利用)} + \text{還元水量(雨水浸透量)}}{\text{総使用水量(上水+井水)}} \times 100 \dots \text{式(2)}$$

上水代替率  

$$\frac{(1 - \text{上水})}{\text{総使用水量(上水+井水+代替水)}} \times 100 \dots \text{式(3)}$$

水と代替水で多量の上水消費を賄うことができる計画となっている。

### 3-3. 実測結果から ZWB 評価の検討

図3に各種給水量の推移を示す。初年度はチューニング期間となるが、上水や純水、回収水は予測値と近い値となり、毎月の給水量も安定しているが、井水の給水量と降水量に大きく左右される還元水量は、月によってばらつきがある。今後の井水の給水量の安定化や還元水量の変化を把握するため、継続的な実測を行う必要がある。図4に算出式ごとの評価率を示す。式(1)(米国エネルギー省)のZWB評価率は61.2%~102.0%となり、平均して72%程度になると考えられる。これは、第2報より既往文献における複合事務所の19%より大幅に高い評価率となっており、敷地条件、建物用途、目的に違いはあるがZWBの取り組みは有効であったことが確認できる。一方、式(2)(LEED Zero)では121.7%~256.7%と全ての月において100%を超え、米国エネルギー省と比較して著しく高い結果となった。LEED Zeroでは総使用水量に代替水が含まれないため、本研究施設のように代替水を多く利用する施設について評価する場合、評価率が高く算出される。上水代替率は92.2%~97.1%と、上下水の使用量は大幅に削減されており、上水インフラの負荷削減に寄与していると考えられる。

### 4. その他の評価軸における評価

第1報で示した5軸評価において、ResReal<sup>5)</sup>軸(R軸)のスコアリング項目には給排水遮断時の対策として井水・雑用水の利用や断水時に利用可能なトイレの設置、雨水貯留槽の有無等がある。また、国土交通省の防災拠点等となる建築物に係る機能継続ガイドライン<sup>6)</sup>には、建築設備に対する要求項目としてインフラ途絶時の水源の確保、冗長性を基本とした指針を示している。当該研究施設では、多量の研究用水を使用するため貯水量も多く、非常時の水源としても活用可能と考えられる。また、災害後でも早期に研究活動を再開させるために最低限の水質を維持する機能を備えたBCP計画がなされている。南複合棟は災害対策本部を置くことを想定し計画しており、衛生器具には1Lの洗浄水量で排水できるレジリエンストイレを採用するなど、少量の水量で生活が可能となる計画である。国総研総合技術開発プロジェクト<sup>7)</sup>においても排水の排除を考慮した排水設備の提案がなされ、北研究棟には緊急排水槽を設置し、下水遮断時には南複合棟の排水も合流させて一時的に貯水することができる排水設備を有しており、BCPにおける定量的評価は普及していないが、これらの取り組みをR軸として評価に加えることを検討している。

CASBEE ウェルネスオフィスについては、自主評価であるが、Sランク相当が取得可能であると試算している。

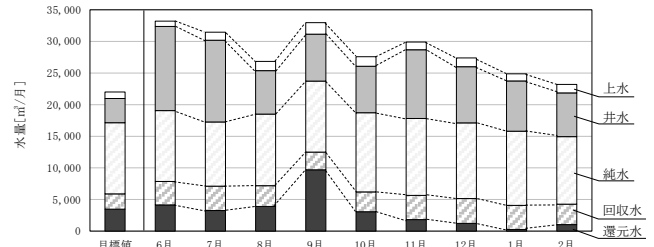


図3 各給水量の月別変化 (2022/6~2023/2)

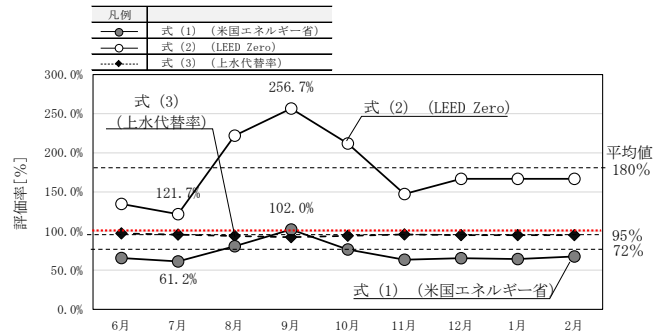


図4 各評価率の月別変化

ZEB に関しては、排水系統を細分化することで排水処理にかかるエネルギーを最低限におさえ、省エネ化を図っている。

### 5. まとめ

本報ではZWB達成を目指し計画した研究施設において、実測によってZWBの達成可能性を算出した。その結果、9か月間の平均は米国エネルギー省の定義で約72%となり、100%の達成には至らないもののZWB用実設備を装備した建物として高い達成率であることが確認された。しかし、前述のとおり本実測は運用開始から9か月間の成果であるため、今後も継続した実測を実施していく。

また、第1報で提示した総合的な環境評価手法より、本報はZWB評価軸に焦点を当てて報告した。今後は各評価軸における取り組みより、CASBEEやウェルネス、レジリエンス性能、ZEB等も含めて総合的に当該研究施設の評価をしていく予定である。

### 謝辞

本研究を行うにあたり、「Kurita Innovation Hub」の情報提供の他、栗田工業株式会社の関係者に多大な協力をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。また、本実測は関東学院大学大塚研究室の卒業研究の一環で行ったもので、当時卒業研究生の矢崎聖佳氏に感謝申し上げます。

### 参考文献

- 井野勇斗,大塚雅之,小野菜月,青井健史;ゼロウォータービルディングに関する研究および調査 第2報 各種評価方法の検討と課題の整理, 日本建築学会大会学術講演会(近畿), 2023.9 投稿中
- 青井健史,大塚雅之,小野菜月,井野勇斗;ゼロウォータービルディングに関する研究および調査 第1報 ZWB 導入時の環境評価について, 日本建築学会大会学術講演会(近畿), 2023.9 投稿中
- U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, LEED Zero Program Guide, April 2020, Last updated January 2020
- Federal New Buildings Handbook for Net Zero Energy, Water, and Waste./Prepared for the U.S. Department of Energy Federal Energy Management Program
- 一般財団法人日本不動産研究所/ERS/株式会社建設技術研究所: ResReal, <https://resreal.jp/>
- 国土交通省: 防災拠点等となる建築物に係る機能継続ガイドライン, <https://www.mlit.go.jp/common/001292547.pdf>
- 国土技術政策総合研究所: 災害拠点建築物の設計ガイドライン(案), <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1004.htm>

\*1 株式会社山下設計 (元関東学院大学)

\*2 関東学院大学建築・環境学部建築・環境学科 教授 工博

\*3 株式会社日建設計

\*4 関東学院大学建築・環境学部建築・環境学科 博士前期課程

\*1 YAMASHITA SEKKEI LTD (Former Graduate school of Engineering, Kanto Gakuin Univ), M.Eng)

\*2 Prof. Kanto-Gakuin University

\*3 NIKKEN SEKKEI LTD

\*4 Master's degree. Kanto-Gakuin University