

Independent-smart Zero Emission Building (IsZEB) に関する研究

その3 水素製造装置と燃料電池を導入した IsZEB のシステム概要

ZEB 太陽光発電 水素製造装置
燃料電池 学校建物 蓄電装置

正会員 ○赤林伸一 *2 同 有波裕貴 *3
同 HU JIAMING *1 同 鈴木 空 *1

1 研究目的

図1にIsZEBの検討フローチャートを示す。前報(その2)^{文1)}で示した太陽光発電と蓄電装置によって構成されたIsZEB(IsZEB①)では最少のライフサイクルコスト時において約100万[kWh/年]の余剰電力が生じた。本報(その3)と次報(その4、5)では、既報(その1、2)と同様に新潟大学附属小・中学校を対象とし、水素製造装置、蓄電装置、燃料電池を導入し、余剰電力を水素変換するIsZEB(IsZEB②)を検討する。まず本報ではIsZEB②の概要を述べる。また、装置稼働率及び余剰電力の利用効率を向上させるため、翌日の余剰電力を推定し、蓄電容量を確保するために夜間に電力の水素変換を行う手法(一日平均法)の検討を行う。

その4では、1年間のエネルギー収支を検討し、IsZEB②の最適なシステム構成について検討を行う。また、IsZEB②のライフサイクルコストと電力会社供給モデル(従来)の買電料金の比較を行い、投資回収年数を算出する。さらにその5では、新潟、東京、札幌、福岡の4つの地域を対象に20年間に最適なシステム構成、ライフサイクル

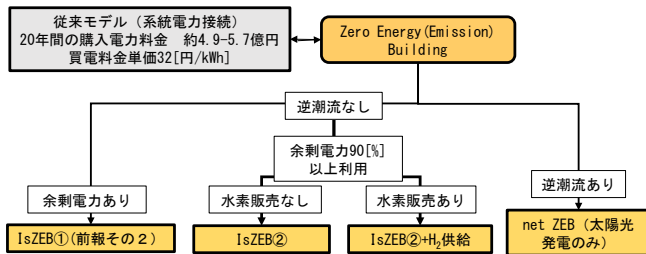


図1 IsZEBの検討フローチャート

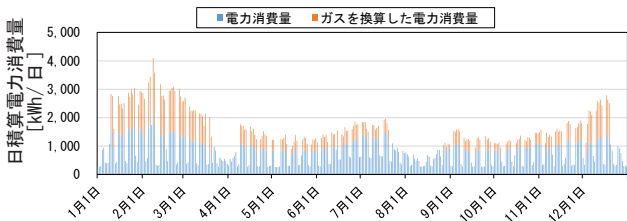


図2 ガス消費量を電力消費量に換算した合計電力消費量^{*1}

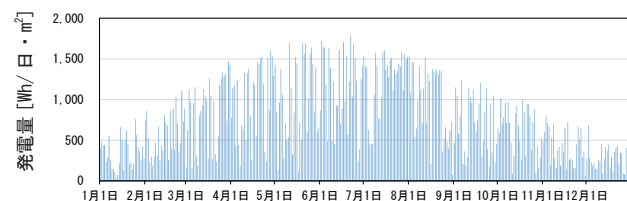


図3 単位太陽光パネル面積あたりの日積算発電量

コスト・CO₂と投資回収年数について検討を行う。

2 対象建物及び設備構成の概要

2.1 対象建物の電力消費量と太陽光発電量：図2に新潟大学附属小・中学校においてガス消費量を電力消費量に換算した合計電力消費量^{*1}、図3に単位太陽光パネル面積あたりの日積算発電量を示す。太陽光発電量の計算方法、研究対象建物の概要、蓄電装置の仕様は既報(その1)と同様である。太陽光パネルの発電効率は20[%]とし、設備利用率は約17.1[%]となる。

2.2 水素製造装置・燃料電池・蓄電装置を導入したIsZEBの概要：図4に水素製造装置・蓄電装置・燃料電池を導入したIsZEBシステム(IsZEB②)の概要を示す。既報(その1)で提案したIsZEB①は比較的大規模な蓄電装置を設置し、系統電力から独立した状態で太陽光発電のみで電力を自給する。本報は蓄電装置だけではなく、燃料電池、水素製造装置、水素蓄蔵装置を設置して、系統電力から独立した状態で電力自給と水素生産・蓄蔵が出来る建物を検討する。

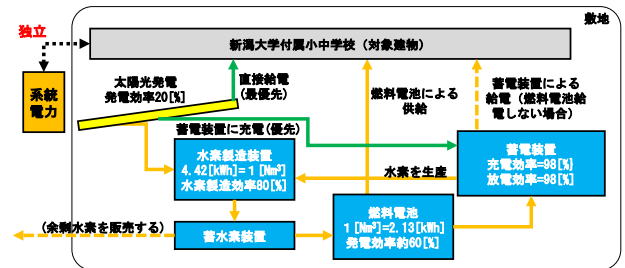


図4 水素製造装置・蓄電装置・燃料電池を導入したIsZEBシステム(IsZEB②)の概要

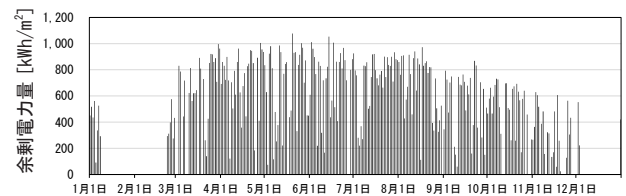


図5 一時間あたりの余剰電力量の年変化(太陽光発電容量936[kW](5,200[m²]))

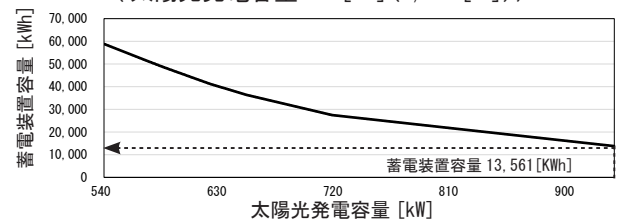


図6 IsZEB①における各太陽光発電容量と対応する蓄電装置容量

3 装置稼働率及び余剰電力利用率を向上させるための手法（一日平均法）の検討

IsZEB ①^{*2}において、太陽光発電量が対象建物の電力消費量より多い状況で、蓄電装置が満充電の場合、余剰電力が発生する。そのため主に夜間において次の日の余剰電力を推定し、蓄電電力を予め水素変換することで、余剰電力分の蓄電容量を確保する手法（一日平均法）を検討する。

4 解析結果

4.1 一日平均法を利用した場合の余剰電力利用率の比較：図5に例として太陽光発電容量936[kW] (5,200[m²])とした場合の1時間あたりの余剰電力量の年変化、図6にIsZEB ①における各太陽光発電容量と対応する蓄電装置容量を示す。太陽光発電容量936[kW]はIsZEB ①のライフサイクルコストが最少となるシステム構成時の容量である。このシステム構成では1時間あたりの余剰電力量の最大値は約1,070[kWh]となる（図5）。その余剰電力をすべて水素に変換するためには1,070[kWh]の水素製造装置が必要となる。一方、太陽光発電装置容量936[kW]において、IsZEB ①とするために必要な蓄電装置容量は13,561[kWh]となる（図6）。

図7に一日平均法の有無による水素製造用電力の変化と蓄電装置残量の変動を示す。一日平均法なしの場合、蓄電装置の残量がほぼ上限の13,561[kWh]付近を推移している。水素製造用余剰電力量は最大で約1,000[kWh]となり、これに対応する水素製造装置容量が必要となる。一方、一

日平均法ありの場合、蓄電装置の残量は6,000[kWh]から12,000[kWh]まで比較的大きく変動する。この期間における水素製造用の余剰電力量は最大で約330[kWh]となり、一日平均法なしの場合と比較して約1/3となる。一日平均法により水素製造装置の容量が大幅に削減できるため、全体的なシステムコストも減少する。

図8に一日平均法の有無による蓄電装置残量の年変化^{*3}を、図9に一日平均法の有無による余剰電力量の利用率を示す。一日平均法により、蓄電装置の稼働率が向上する（図8）水素製造装置容量が330[kW]において、一日平均法ありの場合、余剰電力の水素変換率がほぼ100[%]となる。一方、一日平均法なしの場合、余剰電力の水素変換率は約60[%]となる。どの水素製造装置容量でも、余剰電力の水素変換率は一日平均法を利用した場合に高くなる。

5 まとめ

水素製造装置及び燃料電池を導入した場合のIsZEBの概要を示した。一日平均法により余剰電力量の利用率を大幅に改善することが可能となる。余剰電力量を水素に変換するために必要な水素製造装置容量を大幅に削減でき、全体的なシステムコストが削減できる。

注釈
 ※1 計算方法は前報（その1）と同様である。2018年は灯油を使用していない、ガス消費量を電力消費量に換算する際、給食用ガス機器の熱効率を0.45[-]、IH調理器の熱効率は0.9[-]とする。給湯用ガス機器の熱効率は0.9[-]、エコキュートのCOPを3[-]とする。ガス暖房機器の熱効率を0.8[-]、経年劣化による効率低下を10[%]とし、エアコンのAPFを4.8[-]とする。
 ※2 システム構成は蓄電装置と太陽光パネルのみである。
 ※3 一年間の助走計算を行っている。
 参考文献
 文1) 赤林ら：「Independent-smart Zero Emission Building(IsZEB)に関する研究 その1、2」、日本建築学会学術講演梗概集、2023年

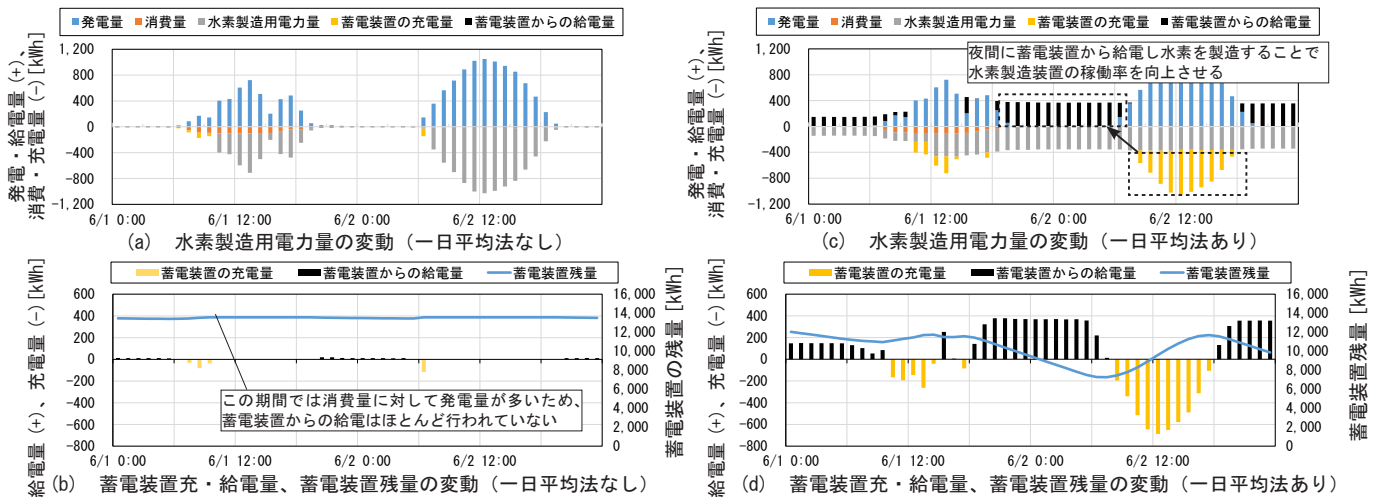


図7 一日平均法の有無による水素製造用電力の変化と蓄電装置残量の変動 (6/1(金)から6/2(土)、太陽光発電容量936[kW] (5,200[m²]))

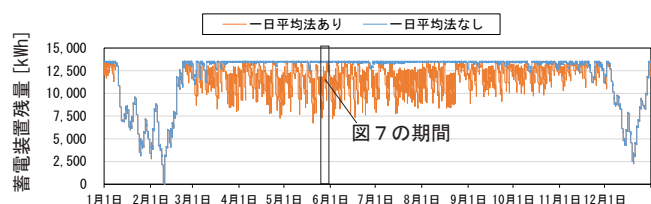


図8 一日平均法の有無による蓄電装置残量の年変化^{*3} (太陽光発電容量936[kW] (5,200[m²]))

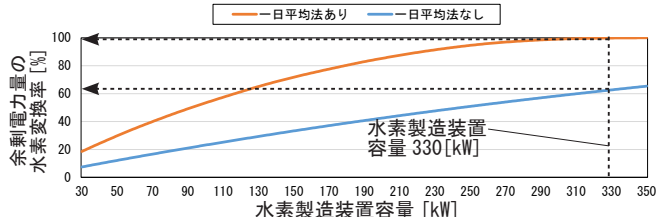


図9 一日平均法の有無による年間の余剰電力量の利用率 (太陽光発電容量936[kW] (5,200[m²]))

*1 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生
 *2 新潟大学 名誉教授 工学博士
 *3 新潟大学工学部建築学プログラム 助教 博士 (工学)

*1 Graduate Students, Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ.
 *2 Emeritus Professor, Niigata Univ., Dr. Eng
 *3 Assistant Professor, Architecture program, Faculty of Eng, Niigata Univ., Dr. Eng.