

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

その5 全国4地域の20年間におけるライフサイクルコスト・CO₂に関する検討

ZEB 太陽光発電 燃料電池
学校建物 ライフサイクルコスト ライフサイクル CO₂

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

1 研究目的

前報（その4）では、2018年の新潟市の気象データと対象建物（小・中学校）の電力消費量を基に、燃料電池、蓄電装置を導入したIsZEBの最適なシステム構成や投資回収年数の検討を行った。

本報では、まず新潟市の20年間（2000年から2019年）の気象データを基に、システム構成の検討を行う。さらに、札幌、東京、福岡の3つの地域において対象建物が立地した場合の電力消費量を20年間の気象データから推定し、4つの地域において最適なIsZEBシステム構成とライフサイクルコスト・CO₂の比較・検討を行う。

2 研究概要

2.1 20年間の電力消費量の推定方法：図1に対象建物（概要は既報^{※1}）における2018年の日積算電力消費量と日平均外気温の関係を示す。2018年の日積算電力消費量を対象建物の行事予定カレンダーを用いて、授業日、授業がない出勤日、休日の3つに分けて、それぞれ

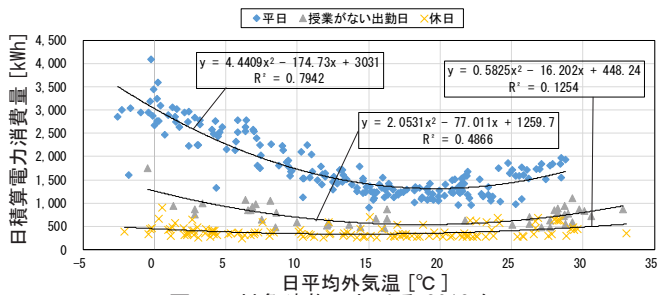


図1 対象建物における2018年の日積算電力消費量と日平均外気温の関係

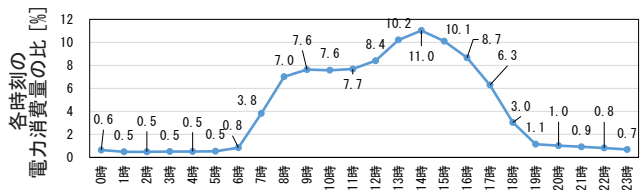
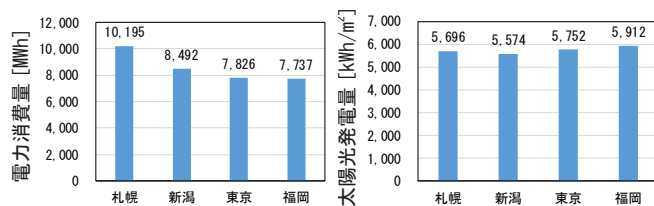


図2 日積算電力消費量に対する各時刻の電力消費量の比 (2018年1月10日：授業日)



(a) 20年間の推定電力消費量 (b) 20年間の太陽光発電電力量
図3 各地域における20年間の推定電力消費量と単位面積あたりの太陽光発電電力量

最小2乗法により電力消費量と日平均外気温の近似式を求める。求めた近似式を基に、各地域における20年間の日平均外気温から日積算電力消費量を推定する。

図2に例として日積算電力消費量に対する各時刻の電力消費量の比（2018年1月10日：授業日）を示す。推定した日積算電力消費量に対し、各時刻の電力消費量の比を用いて、1時間あたりの電力消費量を求める。

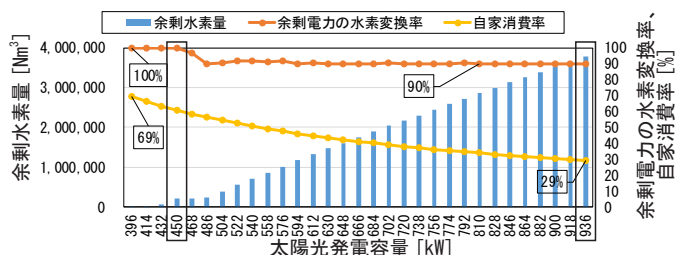
2.2 4つの地域における電力消費量と太陽光発電量の比較：図3に各地域における20年間の推定電力消費量と単位面積あたりの太陽光発電量を示す。20年間の電力消費量の最大値は札幌で約10,200[MWh]となる。東京と福岡は同程度で4つの地域の中で比較的少なく約7,800[MWh]となる。太陽光発電量はどの地域でも同程度で約5,500~5,900[kWh/m²]となる。

表1 各電力会社の業務用電力料金プラン

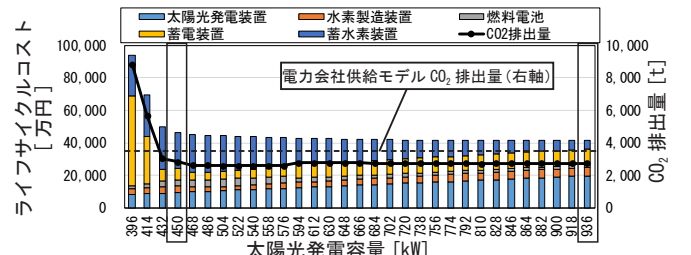
	東北電力	東京電力	北海道電力	九州電力	
基本料金[円/kWh]	2031.7	1814.37	2547.6	2142.78	
従量料金[円/kWh]	夏季	32.97	23.84	33.24	15.85
	他季	31.77	22.68	33.24	14.92
再生エネルギー促進賦課金単価[円/kWh]	3.49				
燃料調整費[円/kWh]	0.5				

表2 4地域における電力会社供給モデルの20年間の電力料金とCO₂排出量

		札幌	新潟	東京	福岡
20年間の電力料金 [百万円]	燃料調整費0 [円/kWh]	729	490	348	338
	燃料調整費5 [円/kWh]	780	533	387	377
20年間のCO ₂ 排出量	CO ₂ 排出量 [t]	5,454	3,906	2,943	3,675



(a) 各太陽光発電容量における最少ライフサイクルコスト設備構成の余剰水素量と余剰電力の水素変換率、自家消費率



(b) 各太陽光発電容量における最少ライフサイクルコストとCO₂排出量
図4 各太陽光発電容量において最少ライフサイクルコストとなるIsZEBの設備構成と余剰水素量、余剰電力の水素変換率、CO₂排出量（新潟）

2.3 対象建物・各設備の概要：研究対象建物の概要は既報（その1）、各設備の価格・CO₂ 排出原単位は前報（その4）と同様である。

2.4 電気料金と投資回収年数の算出方法：表1に各電力会社の業務用電力プラン^{*1}、表2に4地域における電力会社供給モデルの20年間の電力料金とCO₂ 排出量を示す。電気料金は前報（その4）と同様に各地域の電力会社の電力料金プランから算出する。投資回収年数は各モデルのライフサイクルコストを電力会社供給モデル（従来）の年間電力購入料金で除すことで求める。

3 解析結果

3.1 最適なシステム構成の検討：図4に各太陽光発電容量において最少ライフサイクルコストとなるIsZEBの設備構成と余剰水素量、余剰電力の水素変換率、CO₂排出量(新潟)を示す。太陽光発電容量450[kW]の場合、ライフサイクルコストは約4.7億[円]、CO₂排出量は約2,800[t]、余剰電力の水素変換率は約99[%]、20年間の余剰水素量は約22万[Nm³] (年間約11,000[Nm³])となる。このシステム構成はライフサイクルコストが比較的安く、余剰エネルギー量が少なくなる組み合わせである（最適条件①）。太陽光発電容量936[kW]の場合、ライフサイクルコストは約4.2億[円]、CO₂排出量は約2,700[t]、余剰電力の水素変換率は約90[%]、20年間の余剰水素量は約379万[Nm³] (年間約19万[Nm³])となる。このシステム構成は、ライフサイクルコストが最も少ないが余剰電力利用率が比較的安く、余剰水素量が多くなる組み合わせである（最適条件②）。但し、余剰水素を販売することが出来れば、さらにライフサイクルコストを低下させることが可能となると考えられる。

3.2 各地域における最適条件①・②のシステム構成のライフサイクルコスト、CO₂ 排出量、投資回収年数の比較：図5

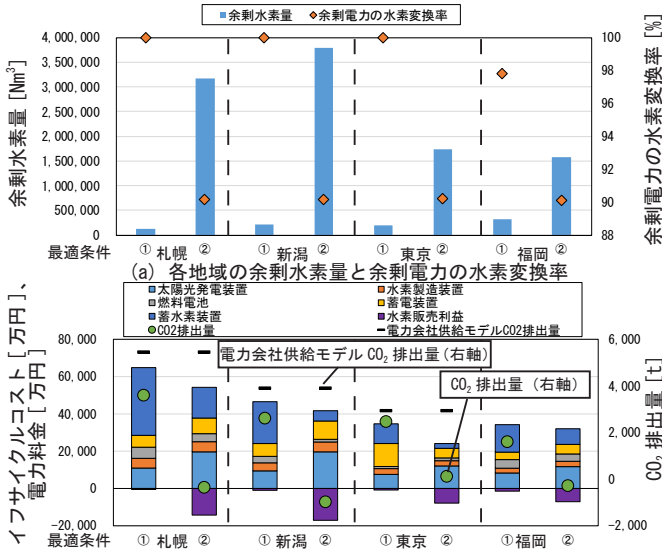


図5 最適条件①、②における設備構成と20年間の余剰水素量、水素販売利益、余剰電力の水素変換率、ライフサイクルコスト、CO₂

に最適条件①、②における20年間の余剰水素量、水素販売利益、余剰電力利用率、ライフサイクルコスト、CO₂ 排出量を、図6に各地域のライフサイクルコストと投資回収年数を示す。最適条件①の場合、燃料調整費5[円/kWh]では、札幌のライフサイクルコストが最も高く約6.5[億円]、投資回収年数は約16.5年となる。新潟のライフサイクルコストは約4.7[億円]、投資回収年数は約17.1年となる。東京では約3.5[億円]、投資回収年数約17.5年となる。一方、燃料調整費0[円/kWh]の場合、東京・福岡で投資回収年数はそれぞれ19.5、19.4年となる。最適条件②の場合、水素が全て販売できると仮定し^{*2}、販売利益をコストから差し引くと各地域のライフサイクルコストは約22[%]~41[%]減少し、投資回収年数は約8.4年~13.2年となる。

3.3 IsZEBの検討結果：図7にIsZEB検討結果のフローチャート(新潟)を示す。これまでの検討結果をまとめると、逆流、余剰電力、水素販売の有無によって、(A)太陽光発電のみ、(B)蓄電池+太陽光発電、(C)蓄電池+太陽光発電+燃料電池、(D)蓄電池+太陽光発電+燃料電池+水素販売の4パターンとなる。どの場合でも、新潟においては系統電力接続の従来モデルよりコストが低くなる。

4 まとめ

最適条件①の場合、各地域のライフサイクルコストは約3.3[億円]~6.4[億円]、投資回収年数は約17.1年~19.5年となる。最適条件②(水素販売利益含む)の場合、各地域のライフサイクルコストは約1.6[億円]~4.0[億円]、投資回収年数は約8.4年~14.7年となる。

注釈
 ※1 2024年1月時点
 ※2 水素販売利益、CO₂ 排出削減量の計算方法は前報（その4）を示す。
 参考文献
 文1) 赤林:「Independent-smart Zero Emission Building (IsZEB)に関する研究 その1」、日本建築学会学術講演梗概集、2023年

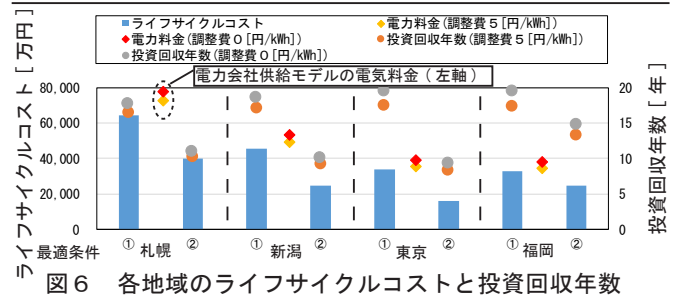


図6 各地域のライフサイクルコストと投資回収年数

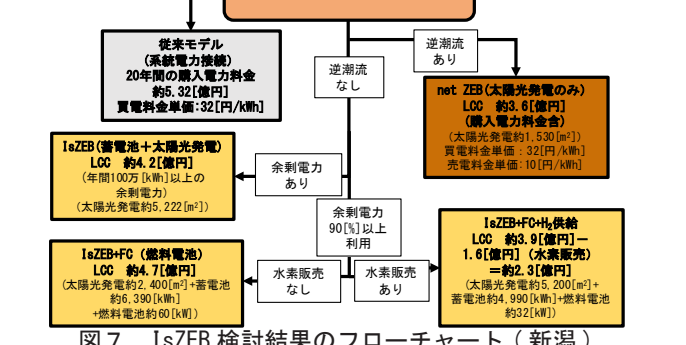


図7 IsZEB 検討結果のフローチャート (新潟)
 *1 Graduate Students, Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ.
 *2 Emeritus Professor, Niigata Univ., Dr.Eng
 *3 Assistant Professor, Architecture program, Faculty of Eng. Niigata Univ., Dr.Eng

*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)