

別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 ネット・ゼロ・エネルギー・ビルの持続的運用のための
性能評価指標および管理手法に関する研究

(Study on performance evaluation index and management
methods for sustainable operation of net Zero Energy Building)

氏 名 田中 拓也

論 文 内 容 の 要 旨

ネット・ゼロ・エネルギー・ビル (ZEB) の普及促進を目指し、建物のライフサイクル (計画・設計・施工・運用) の中で、特に運用段階において多くの課題があると考え、その課題解決のために本研究を行った。ZEB の運用段階における課題設定は、以下の3つである。

【ZEB の運用段階における課題】

課題①：ZEB の運用実態とエネルギー性能の把握

課題②：エネルギーセキュリティや系統連系のためのエネルギー自立性の評価

課題③：エネルギーマネジメント業務の高度化・効率化

上記課題解決のため、実建物として運用段階の ZEB を研究対象とし、その運用実態とエネルギー性能の分析を行うとともに、新たな評価・管理手法を提案・検証を行った。各課題への対応は以下の通りである。

課題①に対しては、年間エネルギー収支 0 運用下の ZEB 実証建物を対象に、ZEB の先行事例として、仕様の整理とエネルギー性能を分析を行い、エネルギー特性を定量的に把握した。また、運用段階における日常的なエネルギーマネジメントの成果として、実際に実施された不具合や運用改善の内容を分析した。その中から、運用段階におけるエネルギーマネジメントに

対する課題を抽出した。

課題②に対しては、ZEBのエネルギー自立性を評価するための新たな指標として「エネルギー自立率(SER : Self-reliance Energy Ratio)」を、エネルギー消費量に占める生成エネルギーの自家消費量の割合と定義して提案し、有用性を検証した。エネルギー自立率を用いることで、建物のエネルギー自立性の定量評価が可能となり、季節や日時ごとに異なる建物内のエネルギーフローの比較評価に有用であることを示した。さらに、エネルギー自立率の応用例として、蓄電池によるエネルギー自立性の向上検討を示した。本建物のエネルギー特性を前提とした場合、蓄電容量 100kWh 程度まではエネルギー自立率の調整効果が期待でき、エネルギー自立率は、0.35 から 0.57 まで向上する。蓄電池運用の最適化という課題に対して、従来から考慮されている正味のエネルギー消費量やピーク電力に加えて、エネルギー自立性を考慮することができるようになり、将来的なデマンドレスポンスなどの動的なエネルギー運用時に有用な指標となる。

課題③に対しては、機械学習を用いたエネルギー管理手法の提案として「パターン分析による不具合診断手法」を構築した。今後、AI や IoT などの技術革新と人材不足を背景としてクラウド BEMS による建物管理が進む中で、自然エネルギー利用と高度な制御を組合せた複雑な ZEB のエネルギー管理に対して、有用な支援ツールの開発につながる狙いである。具体的にはクラスタリングによるパターン分析を基本として、不具合診断手法を構築した。課題として、学習データ作成時の不具合データの除去方法、補助データの活用方法などがあり、これらの課題に対する改良を加え、精度の向上を図った。学習データ作成時の不具合データの除去方法に関しては、クラスタの大小（属するデータ数）に着目し、データ数の多いクラスタ（大クラスタ）に属するデータは不具合でないデータである可能性が高く、データ数の少ないクラスタ（小クラスタ）に属するデータは不具合である可能性が高いと仮定して、事前にクラスタ数を多めに設定したクラスタリング（本論ではプレクラスタリングと呼ぶ）を行い、小クラスタデータを除いて学習データを作成する手法が有効であることを検証した。また、BEMS データの中のエネルギーデータ以外の補助データを不具合診断に活用する方法として、各クラスタ内のデータのばらつき具合に着目し、ばらつきが少ない補助データはそのパターンの特徴をよく表しており、有効な補助データであると仮定することで、補助データの絞り込みを行う手法を検証した。

以下に本研究の成果をまとめる。

成果① : ZEB の先行事例として、ZEB 実証建物の ZEB として表記すべき建物仕様やエネルギー性能評価を行う際の項目を定め、実データにおいて評価を行った。

年間エネルギー収支 0 運用下における、建物のエネルギー特性を詳細に分析した。

成果② : ZEB のエネルギー自立性の評価指標として「エネルギー自立率」を提案し、エネルギー

ギー特性を把握する上で有効な指標であることを示すとともに、その応用例として蓄電容量の検証を行い、従来から考慮されている正味のエネルギー消費量やピーク電力に加えて、エネルギー自立性を考慮することができることを示した。

成果③：ZEB の日常的なエネルギーマネジメントにおける不具合診断手法として「パターン分析による不具合診断手法」を構築した。学習データの作成手法や補助データの活用方法を分析プロセスに加えることで、初期不具合診断としての汎用性と精度の両立を図った。

本研究により、年間エネルギー収支 0 の実績で運用される ZEB が増え、また、持続的なエネルギーマネジメントにより、その価値が高められていくことに貢献できれば、幸いである。