

令和3年2月8日

工学研究科委員長  
掛下 知行 殿

## 審査委員会報告書

審査委員	
(主査)教授	北上 眞二
教授	笠井 利浩
准教授	木森 義隆

学位論文提出者氏名  
木村 文昭

学位論文題目  
ビル管理のスマート化を実現する BEMS 連携型サービスに関する研究

学位申請受理年月日  
令和3年1月27日

1. 学位論文の内容の要旨  
別紙論文要旨のとおり。

2. 学位論文審査結果の要旨

筆者の企業が属するビル管理業界は、堅調な成長が見込まれるが、労働人口減少、都市部の大規模再開発の増加などにより、人手不足感が強まっている。また、省エネ法はオフィスビルへの適用が拡大されて省エネ規制が強化されており、ビルの省エネを推進する専門家が不足している。筆者は、ビル管理業務について詳細に調査分析を行った結果、ビル管理業務の人手不足と省エネ専門家の不足に対応するためには、ビルに係る様々なデータを活用するとともに、ビル管理や省エネに関するノウハウを継承する方式と仕組みが必要となるとの見識を得て、その方式と仕組みを確立するための研究を推進した。また、実使用されているビルのデータを用いて実証評価を行い、提案方式の有用性を明らかにした。本研究の成果は、ビル管理業界の人手不足を解消するだけではなく、ビルの快適性と省エネ性を向上させるものであり、社会的な意義が大きい研究であるといえる。

本論文は、4章より構成されている。第1章では、様々な統計データをもとに、ビル管理業界の現状を分析し、ビル管理業務の問題点を明らかにしている。また、本研究の目的と本研究により解決することを目指す4つの研究課題を提示している。

第2章では、4つの研究課題の内、①作業報告書データの分析・活用に関する課題と②ノウハウ伝承に関する課題を解決するための「ヒトとセンサー情報の紐づけによるビル設備管理業務の効率化方式」を提案している。具体的には、これまで活用がさ



れてこなかったビル管理の日報データに着目し、ビル内に設置された BEMS (Building and Energy Management System) だけでは検知することが困難なトラブル事象を、テキストマイニング手法や機械学習の技術を用いて日報データの自然文から抽出する。これをもとに、過去のトラブル事象を検索することによって、よりの確で迅速なトラブル対処が可能となる。また、トラブル事象の傾向を把握することによって、ビル利用者からクレームが上がる前に対処を行う予防保全が実現できる。本研究では、実際の大規模オフィスビルの日報データ 2 万件を使用して提案方式を評価した結果、96%以上の精度で日報データからトラブル事象を抽出できることを明らかにした。また、このデータを用いて、ビルのフロアごとの特性やトラブル事象の周期性を検出できることを確認し、研究課題①②が解決できることを示した。

第 3 章では、4 つの研究課題の内、③エネルギー使用量の無駄の発見できない課題と④投資対効果がある省エネ対策を立案できない課題を解決するために、「省エネバリアを超える BEMS 連携型省エネサービス」を提案している。具体的には、インターネット回線を用いて BEMS からビル設備の様々なデータを収集し、蓄積されたデータをもとにエネルギー分析および省エネ対策の立案を行うクラウド型省エネサービスを提案している。特に、このサービスの中核となるトレンドデータ特異点自動抽出機能は、ビル設備の異常を検出する 10 種類の分析シナリオを用いて、専門家であっても検出が困難なエネルギー使用の無駄を見つけることができる。本研究では、5 年間に渡って、実使用されている大規模／中規模／小規模ビルに提案サービスを適用し実証評価を実施した結果、5 年間で 17～22 件のエネルギー使用の無駄を発見することができた。また、この無駄を解消する省エネ対策を実施することにより、エネルギー使用量を 80%以上削減できることを確認し、研究課題③④が解決できることを示した。第 4 章では、本研究の成果をまとめるとともに、今後の研究の方向性について述べている。

以上の結果から、本論文は、ビル管理業界の人手／専門家不足を解消するための新規性のある方式とシステムを提案し、実データを用いた検証評価により、この提案方式／システムの有用性を明らかにしている。

上記の研究内容を審査委員会で慎重に検討した結果、本論文は博士（工学）の論文として、学術上、価値があるものと認める。なお、本論文の内容については、著者が所属する企業の社内規定に基づき、知的財産権、企業機密などについての社内承認手続きを完了しており、学術論文として公表について承諾が得られている。

### 3. 公聴会の日時

令和 3 年 2 月 8 日 12:40～13:50（オンライン開催）

### 4. 最終試験結果の要旨

令和 3 年 2 月 8 日の公聴会終了後、論文内容およびそれに関連した事項、公聴会での質疑に対する応答などについて諮問を行い、審議の結果、合格と認めた。

### 5. 審査委員会の所見

審査の結果および最終試験等を考慮して、申請者には博士（工学）の学位を授与される資格を有するものと認める。特に、申請者は、本研究成果をもとに、業界で初めて BEMS と連携するクラウド型ビル管理サービスを開発・商品化を推進し、所属企業における事業貢献と、ビル省エネ推進による社会貢献に資する研究を推進したものと認める。

以上