

## 論文要旨

論文題目 太陽エネルギーを利用したスマートハウスおよびスマートビル  
のエネルギー削減効果と最適運用方法に関する研究  
(A Study on Energy Reduction and Optimal Operation  
for the Smart House and Building with a Solar Energy System)

これまで多くの建築業者等から定置型蓄電池の代わりに電気自動車を蓄電池として有効活用するクールアースモデル住宅や電気機器の運転状態等の情報をサーバーに収集し、エネルギー利用の最適化を可能とするスマートハウスやゼロエナジービルが省エネルギーを目的に開発されてきた。しかし、これらのシステムは電力エネルギーのみの省エネルギーを重視しており、熱供給を電力供給に頼らないまたは電力と熱エネルギーを協調して供給する運転方法の有効性の検証例は少ない。したがって、更なるエネルギー削減および快適性保持の観点から電力と熱エネルギーを協調したシステムおよびその運用方法の提案が重要であると考えられる。これらの対策に対し本研究では下記のように取り組んだ。

まず、熱供給システムとして太陽熱利用給湯システム (SWH : Solar Water Heater) のエネルギー削減効果について検証し、日射量予測データおよび給湯需要データに基づく運用方法を提案した。提案手法の有効性は年間のエネルギー削減量、運用コストおよび投資回収年数等より示した。

次に、SWH と太陽光発電設備 (PV : PhotoVoltaic) を組み合わせた熱電ハイブリッドシステムを全電化住宅に導入した際のエネルギー削減効果および固定買取価格制度を適用した際の経済効果について検証し、その有効性をシミュレーションより確認した。

次に、直流給電される SWH、PV、蓄電池を備えた一戸建て住宅 (直流スマートハウス) において、日射量および熱・電力需要データを基に一日の運用コストが最小になる最適運用方法を提案した。最適化手法としてタブサーチを用いて各設備の運用を決定し、シミュレーション結果からその有効性を示した。また、想定した住宅において蓄電池容量およびインバータ容量の決定方法についても検証した。

次に、日射量予測誤差を考慮した直流スマートハウス群の最適運用方法を提案した。可制御負荷である蓄電池および給湯用ヒートポンプを用いて、連系点潮流をあるバンド幅の範囲で制御するような運用をタブサーチにより決定する。電力系統および需要家の相互間で協調的に需給制御することで、省エネルギーかつ安定した電力系統を構築できることをシミュレーション結果より示した。

最後に、オフィスビルに太陽熱利用デシカント空調システムを導入した際のエネルギー削減効果を検証した。空調用ヒートポンプと比較した際のエネルギー削減量、削減コスト、二酸化炭素削減量等から太陽利用デシカント空調システムがスマートビル構築のために有効であることを示した。

2013年8月12日

琉球大学大学院  
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 千住 智信



副査 浦崎 直光



副査 金城 寛



副査 上里 勝實



### 学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	専攻名 総合知能工学専攻 氏名 内田 晃介 学籍番号 118673G
指導教員名	千住 智信
成績評価	学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格 最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格
論文題目	太陽エネルギーを利用したスマートハウスおよびスマートビルのエネルギー削減効果と最適運用方法に関する研究 (A Study on Energy Reduction and Optimal Operation for the Smart House and Building with a Solar Energy System)
審査要旨 (2000字以内)	近年、化石燃料の枯渇問題や地球温暖化問題の解決が重要視されるなか、民生部門のエネルギー消費量は増大傾向である。先進国では二酸化炭素排出量全体の3~4割程度を住宅・建築分野が占めるため、低炭素社会実現のために住宅やオフィスビル等の省エネルギー化が急務となっている。

(次頁へ続く)

これらの問題を解決するために、これまで多くの建築業者等から定置型蓄電池の代わりに電気自動車を蓄電池として有効活用するクールアースモデル住宅や電気機器の運転状態等の情報をサーバーに収集し、エネルギー利用の最適化を可能とするスマートハウスやゼロエネルギービルが省エネルギーを目的に開発されてきた。しかし、これらのシステムは電力エネルギーのみの省エネルギーを重視しており、熱供給を電力供給に頼らないまたは電力と熱エネルギーを協調して供給する運転方法の有効性の検証例は少ない。したがって、更なるエネルギー削減および快適性保持の観点から電力と熱エネルギーを協調したシステムおよびその運用方法の提案が重要であると考えられる。これらの課題に対して本研究で達成された解決手法を要約すると以下の内容となる。

1. 熱供給システムとして太陽熱利用給湯システム (SWH : Solar Water Heater) のエネルギー削減効果について検証し、日射量予測データおよび給湯需要データに基づく運用方法を提案している。提案手法の有効性は年間のエネルギー削減量、運用コストおよび投資回収年数等より示している。
2. SWH と太陽光発電設備 (PV : Photovoltaic) を組み合わせた熱電ハイブリッドシステムを全電化住宅に導入した際のエネルギー削減効果および固定買取価格制度を適用した際の経済効果について検証し、その有効性をシミュレーションより確認している。
3. 直流給電される SWH, PV, 蓄電池を備えた一戸建て住宅 (直流スマートハウス) において、日射量および熱・電力需要データを基に一日の運用コストが最小になる最適運用方法を提案している。最適化手法としてタブサーチを用いて各設備の運用を決定し、シミュレーション結果からその有効性を示している。また、想定した住宅において蓄電池容量およびインバータ容量の決定方法についても検証している。
4. 日射量予測誤差を考慮した直流スマートハウス群の最適運用方法を提案した。可制御負荷である蓄電池および給湯用ヒートポンプを用いて、連系点潮流をあるバンド幅の範囲で制御するような運用をタブサーチにより決定している。電力系統および需要家の相互間で協調的に需給制御することで、省エネルギーかつ安定した電力系統を構築できることをシミュレーション結果より示している。
5. オフィスビルに太陽熱利用デシカント空調システムを導入した際のエネルギー削減効果を検証している。空調用ヒートポンプと比較した際のエネルギー削減量、削減コスト、二酸化炭素削減量等から太陽利用デシカント空調システムがスマートビル構築のために有効であることを示している。

上述のように本研究は再生可能エネルギー利用機器の有効活用に関する研究であり、得られた研究成果は当該対象地域に限らず、他地域でも普遍的に適用可能である。また、本学位論文の技術を汎用的に活用することが可能となれば、再生可能エネルギー利用機器の積極的な導入により二酸化炭素排出量の大幅削減が可能となり、地球温暖化防止技術として社会に貢献できうる。

したがって、本研究成果は工学的に有用であり、提出された学位論文は博士の学位論文に相当するものとして学位論文の審査を合格とする。また、論文発表会における発表ならびに質疑応答の結果、申請者は専門分野および関連分野の十分な知識ならびに琉球大学大学院博士後期課程修了者として十分な研究能力を有していることが確認できたので最終試験も合格とする。