



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	寒冷地における家庭用熱電併給システムの導入効果に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	武田, 清賢
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11898号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58851
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Kiyotaka_Takeda_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 武田 清賢

審査担当者 主 査 教 授 濱田 靖弘
副 査 教 授 長野 克則
副 査 教 授 羽山 広文

学位論文題名

寒冷地における家庭用熱電併給システムの導入効果に関する研究

(Study on introducing effects of residential combined heat and power systems for cold regions)

改正省エネルギー法(エネルギーの使用の合理化に関する法律の一部を改正する法律)では、住宅の省エネルギー性能の判断基準として基準一次エネルギー消費量が示され、その達成率の報告が求められる。さらに、これまでの断熱・気密性能などに加え、暖冷房・給湯など住宅設備の機器効率を踏まえた評価が必要となる。住宅における省エネルギー化は、近年増加傾向にある民生部門のエネルギー消費量を削減する上で重要である。このような状況から、給湯・暖房用のボイラは潜熱回収型が普及しつつあり、さらに高い省エネルギー性・環境保全性を有するガスエンジン、燃料電池などの家庭用熱電併給システムが注目されている。寒冷地区である北海道は、家庭部門における一人当たりのエネルギー使用量が全国平均の約 1.5 倍程度であり、住宅の省エネルギー化が喫緊の課題である。

このような背景より、本論文では負荷追従型ガスエンジン・固体高分子形燃料電池・固体酸化物形燃料電池を寒冷地の戸建住宅に導入する際の効果について評価した。また、住宅性能・世帯人数および居住者の行動等より電力・給湯・暖房負荷を予測し、各家庭用熱電併給システムの一次エネルギー削減効果を予測することで、最適システムの導入を支援するツールを作成した。

本論文は 10 章より構成され、各章の概要は以下の通りである。

第 1 章では、日本のエネルギー需要について概説するとともに、家庭用熱電併給システムを導入する利点を明らかにした。

第 2 章では、家庭用熱電併給システムにおける国内外動向について概説するとともに、各家庭用熱電併給システムの特徴を示した。

第 3 章では、寒冷地向け負荷追従型ガスエンジン家庭用熱電併給システムの部分負荷効率などの基本性能を明らかにした。また、測定した基本性能特性データより、シミュレーションプログラムを作成した。さらに、既存の定格型ガスエンジン家庭用熱電併給システムを比較対象とした解析を実施し、当該負荷追従型ガスエンジン家庭用熱電併給システムの優位性を確認した。

第 4 章では、負荷追従型ガスエンジン家庭用熱電併給システムのフィールド実測試験を実施した。冬期代表週および年間の運転状況の評価を通じ、本システムの省エネルギー性・経済性を明らかにした。

第 5 章では、負荷追従型ガスエンジン家庭用熱電併給システムの更なる高効率利用を目的として、新たな排熱利用方法について検討した。フィールド試験にて、排熱を換気用の外気の加熱に利用するシステムを実測し、導入効果を明らかにしたうえで、通常の排熱利用方式と比較し高い一次エネルギー削減効果を示すことを明らかにした。

第 6 章では、寒冷地における家庭用固体高分子形燃料電池熱電併給システムの導入効果を明らかにすることを目的として、一年間のフィールド実測を行い、一次エネルギー削減量の実績を纏めた。さらに、一次エネルギー削減量と電力・給湯負荷の相関性が高いことを示した。

第 7 章では、寒冷地における家庭用固体酸化物形燃料電池熱電併給システムの導入効果を明らかにすることを目的とした。まず、負荷変動特性・起動停止特性・部分負荷特性の実験室実験の結果を示し、シミュレーションの妥当性を確認した。さらに数値解析を行い、寒冷地戸建住宅における通年の一次エネルギー削減効果を明らかにした。

第 8 章では、簡易なアンケートにより、寒冷地における新築戸建住宅のエネルギー使用量を予測し、寒冷地向け家庭用熱電併給システムの一次エネルギー削減効果を予測する手法を示した。アンケートにおいては、各世帯の延床面積・テレビの視聴時間・世帯人数・一週間ににおける入浴回数・建築年度・暖房設定温度を問うことで、通年の電力・給湯・暖房負荷をそれぞれ 14.3%・21.1%・30.6% の平均誤差で予測した。さらに、本予測負荷より簡易に各熱電併給システムの一次エネルギー消費量を試算する手法について述べ、実測負荷より最適運転時間を求める詳細シミュレーションに対し、何れの熱電併給システムでも 2 割弱の誤差になることを示した。

第 9 章では、集合住宅およびコミュニティ内で熱電併給システムの発電電力および排熱を融通する際の導入効果について解析を行った。負荷追従型ガスエンジン熱電併給システムにおいて、個別設置方式と比較して、融通方式における一次エネルギー削減量が高くなることを確認した。

第 10 章では、本研究で得られた結果を要約して述べた。

これを要するに、著者は、寒冷地の住宅における一次エネルギー消費量削減に資する家庭用熱電併給システムを総合的に評価するとともに、新たな排熱利用方法および電力・熱融通など次世代型利用形態について知見を得たものであり、エネルギー利用工学、建築環境工学に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。