

燃料電池と自然・未利用エネルギーによるエネルギー自律住宅の検討

小原 伸哉 [苫小牧工業高等専門学校機械工学科／助教授]

背景・目的

燃料改質装置を伴う固体高分子膜型燃料電池システムは、輸送機械用のほかに、次世代の個別住宅や集合住宅用の分散型エネルギープラントとして注目されている。一方で我が国の寒冷地住宅では、石油を直接燃焼して熱源とするストーブの普及が著しく、排ガスの浄化や省エネルギーの対策については不十分な状況にある。そこで、エネルギー消費量の多い寒冷地での個別・集合住宅での小型燃料電池コジェネレーションシステムの導入の可能性を検討し、外部からエネルギー供給を要しないエネルギー自律住宅のシステム開発を目的とする。

内容・方法

燃料電池を用いた住宅用コジェネレーションシステムについて、土壤熱源ヒートポンプ、太陽光発電、太陽光集熱、蓄熱槽、補助ボイラなどの他のエネルギー機器の一部または複数を組み合わせて運転する際の、運転動作とエネルギー出力特性については、いまだ未開拓である。そこで新規にこのような複合エネルギーシステムの解析プログラムに学習アルゴリズム（遺伝的アルゴリズム）を導入し、これを制御器に組み込むことを考える。特に本研究では、土壤熱源ヒートポンプと燃料電池コジェネレーションの複合システムについて着目し、目的関数を運転コストの最小化と炭酸ガス排出量の最小化として、北海道地方での平均的な住宅でのエネルギー消費パターンに導入し、エネルギー自律を実現するための機器容量と運転動作の最適化について明らかにする。

結果・成果

複数のエネルギー機器からなるエネルギープラントの最適運転の解析方法については、伊東ら（1998）の研究が代表的である。しかし、個別・集合住宅では頻繁に生じるであろう、エネルギー機器の部分負荷運転時でのエネルギー効率低下への対応策や、負荷変動に伴うエネルギーシステムの運転コストの解析などについては調査が至っておらず、本研究により、それらを高精度で設計するための調査を実施した。さらに本研究では、①太陽光発電による水電気分解で発生する水素・酸素を貯蔵して、任意時間に燃料電池に供給して発電すること、②土壤熱源ヒートポンプを併用して未利用エネルギーの活用を行うことを調査し、この結果、Fig.1に示すような燃料電池と未利用・自然エネル

ギを寒冷地個別住宅で複合利用する際に、協調して最適化するような制御アルゴリズムを提案した。

さらに、東京都や札幌市の戸建て住宅5棟に、燃料電池ネットワークを導入してエネルギー供給を行う場合の燃料コストの見積もりを行った。さらに、燃料電池を可逆的に利用して水電解運転を行い、そこで生成した水素・酸素をネットワークを介してボンベに貯蔵して、これらを時間シフトして燃料電池の発電時に使うという方法で、部分負荷に対応するときの効果について調査した。

本研究による発表論文

- 1) 小原伸哉、工藤一彦、水電解が可能な住宅用燃料電池のネットワーク化による部分負荷運転時の効率向上に関する検討、第38回空気調和・冷凍連合講演会講演論文集、pp.93-94.
- 2) 小原伸哉、工藤一彦、発電または水電解の運転選択が可能な複数燃料電池のネットワーク運用計画、空気調和・衛生工学会論文集、第94巻、7月号

今後の展望

住宅や小・中規模の建築物に燃料電池システムが普及するためには、燃料電池本体、改質器、蓄熱槽及び補助熱源の設備コストを低減する必要がある。そこで本研究の今後の展開として、分散配置された複数の燃料電池の燃料系統（水素配管と酸素配管）及びエネルギー系統（送電線と温水配管）を結び、改質器や蓄熱槽、補助熱源などの共通する補機を1つの機械室に集約したエネルギーネットワークの運用計画を行うことで、システムトータルでの高効率化について検討する。

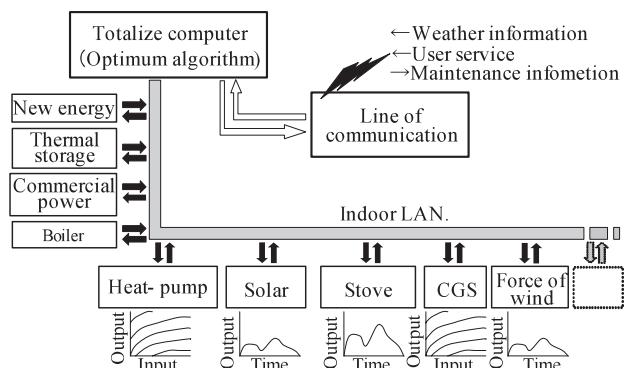


Fig.1 Cooperative control of energy equipments for individual cold region houses