

II 環境研究グループ

II-1 二酸化炭素排出抑制のための新エネルギーシステムならびに その住宅・建築への最適化技術の開発

Study on Optimum Technologies to Apply New Energy Devices to Houses and Buildings for Carbon Dioxide Reduction

(研究期間 平成 16～18 年度)

首席研究員
BRI Chief Fellow

坊垣和明
Kazuaki Bogaki

環境研究グループ
Dept. of Environmental Engineering

瀬戸裕直
Hironao Seto

足永靖信
Yasunobu Ashie

西澤繁毅
Shigeki Nishizawa

三浦尚史
Hisashi Miura

As people's concerns for environmental problems especially for climate change have risen in recent years, expectation for new technologies such as the fuel cell (FC), photovoltaic systems (PV) has been growing. However, when we use these new technologies as a stand-alone power supply, some electric storage systems are necessary because output by FC or PV cannot respond easily to a transient load change. In this project, we apply the new electric power storage system, "ECaSS", electric double layer capacitor system, to FC and PV, and simulate a hybrid power supply, FC-ECaSS & PV-ECaSS to meet the fluctuant domestic energy consumption.

[研究目的及び経過]

民生分野は、わが国の二酸化炭素排出の1/3を占めることから、環境影響対策への取り組みが強く求められている。

近年、新しいエネルギー技術としての太陽光発電やコージェネが一般化しつつあるが、必ずしも強力な経済的メリットや省エネ効果が認められないため、普及の足取りははかばかしくないのが実状である。新たに加わることが期待される燃料電池についても同様の懸念がある。したがって、これら新技術の経済性や二酸化炭素排出抑制効果を画的に改善する技術・システムの開発が急務である。

本研究では、建築ストック全体の環境影響の最小化に資するため、ライフサイクルを通じて二酸化炭素排出の抑制に寄与するエネルギーシステムに係る先進的かつ画的な基盤技術・要素技術の開発ならびにそれらの住宅・建築への最適な統合化システムの開発を目的とする。

本研究においては、既存の技術シーズのレビューを行うとともに具体的なエネルギーシステムとして、太陽光発電、燃料電池等に蓄電システム(電気二重層キャパシタ)を導入することにより大幅な二酸化炭素排出抑制を可能とする住宅・建築用エネルギーシステムを開発し、実用化のめどを立てることとした。ここでは、蓄電装置を組み込んだ住宅用エネルギーシステムの開発結果を報告する^{1) 2) 3)}。

[研究内容]

(1) 住宅における負荷の実態

実際の住宅での負荷は極めて大きく変動し偏在する。

そのため、通常のコージェネシステムでは負荷への追従が難しく、太陽光等による自然エネルギー発電では需給のタイミングがほとんど合わない。このことによる系統電力への依存が省エネルギー性の向上を阻害していると考えられる。一時的に大きいピークや負荷の偏在を蓄電によって平準化できれば、系統への依存を大幅に削減でき、省エネルギー効果の改善が期待される。本課題では、検証実験やシミュレーションを実在した負荷データで行うこととし、時系列の電力と熱負荷データを収集した。日本建築学会と都市再生機構のデータを入手し使用した。

(2) システムの概要・プロトタイプ製作

2.7kWh の蓄電容量を持つキャパシタ蓄電装置を核として、燃料電池、太陽光発電等の電源装置、負荷発生装置、および、全体の制御システムで構成される。

事前の検討に基づいて、蓄電装置を組み込んだ住宅用エネルギーシステムの設計を行い、プロトタイプを製作した。プロトタイプは、蓄電容量 2.7kWh の蓄電装置を持ち、燃料電池(最大出力 800Wh)ないしは太陽光発電(定格 3.0kW)、商用電源等から供給される電力を適宜蓄電・放電しながら負荷発生装置(最大 5kWh、1A 単位で制御可能)で実態に応じたエネルギーを消費する構造となっている。

これは、実用レベルの蓄電容量を持つ世界で初めての住宅用システムである。

(3) 住宅用蓄電装置の開発

従来の電気二重層キャパシタは、主として車載用として開発されたものであり、特性の異なる住宅には向かないことから、住宅用としてより効果的に使用できるよ



写真 1 太陽光発電装置 (定格 3 kw)

うにバンク設計を行い、住宅用蓄電装置を開発し、これをプロトタイプに使用した。

(4) 検証実験とシミュレーション

蓄電と新エネルギー技術を組み合わせた場合の省エネルギー効果等について、プロトタイプによる検証実験とシミュレーションによる検証を行った。検証は電力負荷のみを扱い、電源側要素技術として、平成17年度には燃料電池、18年度には太陽光発電を対象とした。

[研究結果]

(1) 燃料電池と蓄電の組合せ(平成 17 年度)

- ①2.7kWh の蓄電容量に対して 75%の有効蓄電量を設定した。(有効蓄電量の最大は 94%であるが安全率を考慮)検証実験では、設定通りの約 2.0kWh が実際に有効に利用できており、住宅用として利用可能なことを確認した。
- ②実測結果による充電および放電の効率は、各々約 90%、83%であった。したがって、充放電の総合効率は約 75%となった。
- ③燃料電池との組み合わせによる検証実験は、逆潮を可能とするシステムのみについて行ったが、逆潮ありの場合には蓄電を用いることの効果は認められなかった。すなわち、逆潮は充電並びに放電の効率が 100%の蓄電装置と等価と見なせるものであり、充放電効率が 75%の蓄電装置では逆潮を上回ることは難しいことがわかった。

(2) 太陽光発電と蓄電の組合せ(平成 18 年度)

- ①検証実験中のある 1 週間における太陽光発電による電力削減率は 33%であったが、これが蓄電の導入により 39%に向上した。
- ②同じ期間における太陽光発電の直接利用率(利用電力/発電可能電力)は 57%であった。蓄電の導入により自家利用率は 11%向上し 68%となった。



写真 2 キャパシタバンク

- ③電力需要が少ない住宅(約3000kWh/年)では、日照が少ない時期に買電が発生し、買電量は総需要の約 15%となった。しかし、年間の 2/3 以上の期間で買電は不要であり、自立システム構築の可能性は高いことがわかった。
- ④この時の最大必要蓄電量は 20~40kWh であり、この効果を得るには 3~5 日分の電力需要量の蓄電が必要がある。
- ⑤電力需要の多い住宅(約6~9000kWh/年)の場合は買電が不可欠(買電無しでは巨大な蓄電装置が必要)であるが、蓄電された電力は短時間に利用されるため、放電ロスが小さく効率的な利用が可能であった。

(3) 今後の予定

検証実験の期間が限られており、必ずしも蓄電の最も効果的な運用方法が設定できていないことから、引き続き最適システム構築への検討を進めるとともに、適用対象を各種建築へ拡大し、数年後の実用化を目指したい。

なお、本課題の一部は、建築研究開発コンソーシアムをベースとした(株)パワーシステムとの共同研究によるものであり、また、国土交通省による「平成17年度及び18年度住宅・建築関連先導技術開発助成事業」に採択されて実施したものである。

[参考文献]

- 1) MITSUI Katsuji, SHIMIZU Masahiko (Powersystems co.Ltd.), BOGAKI Kazuaki, A study on a supply-demand simulation model for the stand-alone hybrid power supply consisting of fuel cell and energy capacitor systems, SB05 Tokyo Abstracts, Sep.2005
- 2) 坊垣、三井、蓄電装置を組み込んだ住宅用エネルギーシステムの開発、日本建築学会大会学術講演梗概集、2006年9月
- 3) 坊垣、三井、太陽光発電と蓄電装置を組み込んだ住宅用エネルギーシステムの開発、日本建築学会大会学術講演梗概集、2007年8月(発表予定)