

## 国土交通省 住宅・建築関連先導技術開発助成事業

### - 1 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

#### Development of Energy Supply System for house installed with Electric Storage Device

(研究期間 平成 17 年度)

首席研究員  
BRI Chief Fellow

坊垣和明  
Kazuaki Bogaki

Abstract Electricity storage technology is indispensable for making the most out of renewable energy, such as photovoltaic systems, fuel cell power generation systems, etc. Among many methods of electricity storage, the electric double layer capacitor is drawing attention recently as a new electricity storage device as innovations are made. We applied such electric double layer capacitor as a means of energy storage to a fuel cell power generation system for household use, developed a prototype of it, and carried out experiments. As a conclusion, we found that such electricity storage system worked effectively in household use and as a stand alone system.

#### 【研究目的及び経過】

住宅ではエネルギー負荷の変動が極めて大きいため、燃料電池や太陽光等の新エネルギーの効果的な利用を難しくしている。すなわち、燃料電池等コージェネの定常発電量では負荷ピークに対応できない、太陽光や風力等の自然エネルギー発電は不安定でかつ住宅の負荷発生のタイミングと一致しない、などのため系統電力に依存する割合が高く、効率的な利用には至っていない。これらを有効に利用するためには、ピーク移行による負荷平準化が不可欠である。

本研究開発は、安全で高効率な蓄電装置を開発し、それを導入したエネルギーシステムを構築することによって負荷を平準化し、燃料電池等の新エネルギー技術の利用効率の向上を図ろうとするものである。これは、燃料電池等新エネルギー発電の普及や、深夜の余剰電力の活用に向けて一層の省エネ効果向上を実現しうる手段の一つとして、極めて重要な技術と考えられる。

そこで、最近性能向上が著しい電気二重層キャパシタを組み込んだ住宅用エネルギーシステムを共同開発することとした。キャパシタは安全で極めて耐久性に優れた次世代の蓄電システムであり、住宅用として優れた特性を有していると考えられる。もちろん、現状では蓄電容量とコストの課題があり、実用化に向けてこれらの課題をクリアする必要がある。この共同開発は、建築研究開発コンソーシアムをベースとし、国土交通省による「平成 17 年度住宅・建築関連先導技術開発助成事業」に採択されたものである。平成 17 年 12 月にプロトタイプが完成し、その効果の検証を行った。

#### 【研究内容】

##### (1) 住宅における負荷の実態

実際の住宅での電力負荷は極めて大きく変動する。そのため、通常のコージェネシステムでは追従が難しく、系統電力に依存せざるを得ない部分が多い。燃料電池コージェネの省エネルギーに関する試算によると、その効果が従来システムと比較して最大 15%程度にとどまっているのは、系統への依存割合が高いことによると考えられる。一時的に大きなピークが出現するものの、ピークは比較的短時間でその積算電力量はさほど大きくない。したがって、ピーク発生時に必要な電気を貯めることができれば、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。

##### (2) システムの概要・プロトタイプの製作

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）、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、負荷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うにバンク設計を行い、蓄電容量 2.7kWh の住宅用蓄電装置を開発した。これをプロトタイプに使用した。

【研究結果】



写真 プロトタイプ概観（黒箱がキャパシタバンク）

(1) プロトタイプによる効果の検証結果

検証実験は、収集した実態データに基づくエネルギー消費パターンにしたがって負荷を発生させ、燃料電池等による電力の供給と蓄電を行って、その省エネルギー効果や効率的運用方法などを明らかにしようとするものである。なお、検証実験は電力負荷のみについて行った。その結果、以下のようなことが明らかになった。

2.7kWh の蓄電容量に対しプロトタイプでは 75% の有効蓄電量を設定した。（本来、有効蓄電量として最大 94% が設定可能であるが、プロトタイプでは安全率を考慮し 75% とした。）検証実験では、設定蓄電量通りの約 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であることを確かめた。

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することは難しいことがわかった。ただし、実験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、その見直しにより効果を生み出す余地は残されていると考えられる。さらに、逆潮無しの自立型システムにおいてより大きい効果を発揮すると考えられる。

短時間に大きな消費電力を生じる電子レンジやドライヤー等によるピークカットには極めて有効で、これらの負荷の平準化には効果的であることが確認された。

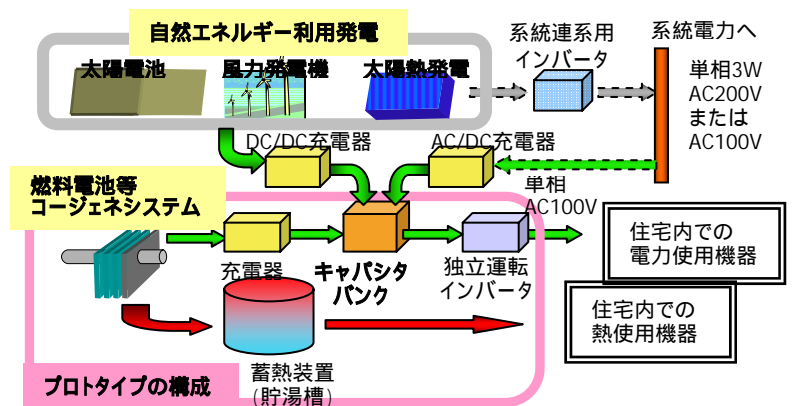


図2 蓄電装置を用いたエネルギーシステム概念図

太陽光や風力による発電では、電力供給と需要のバランスを取る上で蓄電が効果的であることから、これらと組み合わせたシステムでの効果を検証する必要がある。むしろ、当面はこれらと組み合わせた「自立型システム」における効用を明確にし、開発・実用化の方向を見定めるべきであると考えられる。

(2) 今後の予定・見込み

作成したプロトタイプにおけるキャパシタバンクは、約 1.5m 立方の大きさがあり、中型の冷蔵庫 4 個分に相当する。実用化・市場化するには、キャパシタのサイズの縮小と低コスト化が不可欠である。現在開発が進んでいる次世代キャパシタでは、サイズとコストを 3~5 年程度で 1/5 程度に圧縮することが可能と予測されており、これをめどに実用化・市場化を目指したい。

ただし、その場合に有効な市場とそこで要求される性能やそれに見合ったシステム構成を明確にすることが不可欠であり、引き続き最適なシステム構築に向けた開発が必要である。

キャパシタ蓄電装置が有効な市場として、離島や僻地などの自立型システムが有効な地域、災害時の自立性が求められる場合、太陽光・風力・燃料電池等の新エネルギー発電の有効利用、深夜電力利用、などが想定される。また、将来、新エネルギーシステム等による逆潮が受け入れられない状況になったとき、蓄電は不可欠な技術となり市場は大きく拡大する。

平成 18 年度には、太陽光や風力などの自然エネルギー発電と組み合わせた自立型システムとして、その可能性の検証やシステムの最適化を検討する予定である。

【参考文献】

- 1) 坊垣和明、三井克司「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、2006.9（発表予定）