

家庭用燃料電池と発電機の非常時電力融通システムの開発

株式会社竹中工務店 石崎 翔

横山 喜宜

原田 健治

1. はじめに

東日本大震災以降も線状降水帯などの様々な災害が多発する中、避難所における共同生活に関する問題が顕在化している。ハード面では、居住スペース不足や劣悪な衛生環境、及びこれらに起因する感染症の危険性、ソフト面では、避難生活の長期化による心理的健康の悪化や人間関係トラブルなどが挙げられる。これらを背景として近年、自宅を避難所とする「在宅避難」という考え方が注目されている。特にマンションは、居住者の多さや構造的信頼性の高さなどから、生活継続計画(LCP)を充実させることにより、有効な「在宅避難」先となることが期待されている。

本報告では、環境負荷低減の観点から注目されている家庭用燃料電池¹と非常用発電機の系統連系により、それぞれが発電した電力を非常時に建物全体で利用することを可能とした、停電時における避難生活の質向上を実現した非常時電力融通システムを開発したので報告する。

¹ 都市ガスから取り出した水素と空気中の酸素を化学反応させ、電気と熱(お湯)を作るコーポレーションシステム。

2. 本論

現状のマンションの LCP は共用部の一部のみを避難時利用エリアとし、停電時の電力供給先も給水ポンプや共用廊下照明などの共用部の一部のみに限定し、非常用発電機により供給されることが一般的である。家庭用燃料電池を設置しているマンションであれば、各住戸に設置の家庭用燃料電池により住戸内へ電力が供給されるが、停電時専用コンセントのみで、且つその容量が 700W と小さいため、ルームエアコンをはじめとする大型家電は利用できない。避難生活の質向上のためには、住戸内への電力供給量の増加と供給時間の長期化が必要であるが、そのために非常用発電機やオイルタンクの容量を増加させることは、機器の設置スペースやイニシャルコスト、オイルタンクの入替等の維持コストの面から有効でない。

そこで、ガスインフラが健全である限り電力供給が可能であり、不在等により稼働率が低い家庭用燃料電池を停電時の電源として活用することにより、非常用発電機やオイルタンクの容量増加を抑えつつ、住戸内への更なる電力供給を行うことで、避難生活の質向上を図る。具体的には、住戸部の家庭用燃料電池と共に部の非常用発電機を系統連系させ、相互に電力融通するシステムを開発し、住戸内へ十分な電力供給を行うことにより、充実した LCP を備えた「在宅避難」先を実現する。



図1 非常時電力融通システム概略図

3. システム構成

3.1 家庭用燃料電池と発電機の系統連系(周波数変動)

日本国内には家庭用燃料電池を非常用発電機に系統連系させて運用した事例が無く、非常用発電機の様に、商用電源に比べて周波数変動が相対的に大きい電源と家庭用燃料電池を接続した場合、家庭用燃料電池の系統保護機能が作動し停止する恐れがある。

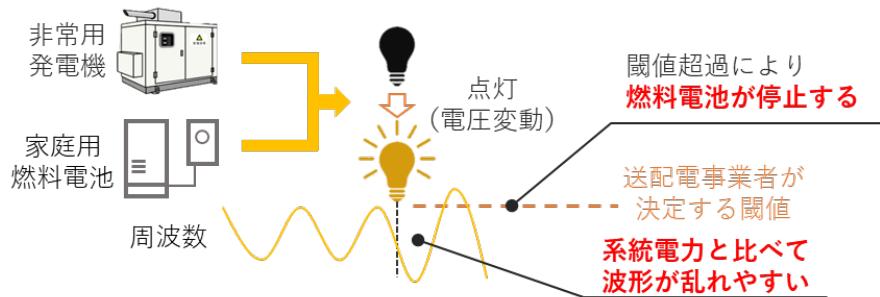


図2 系統連系による周波数の変動

商用電源に家庭用燃料電池を接続する場合、系統保護機能の設定値は送配電事業者との協議により決定され、非常用発電機と系統連系するには厳しい値となっている。そこで、マンション全体で電気をまとめて契約する一括受電方式²を採用することにより、系統保護は住戸部から建物引込部の受電点近くの単独運転検出装置が行うシステムとした。そうすることで家庭用燃料電池の系統保護機能の設定値は非常用発電機との連系を考慮して決定することが可能となる。非常用発電機の周波数変動範囲に応じた家庭用燃料電池の系統保護機能設定値は、それぞれの実機を用いた系統連系試験により確認し、設定値の上下限値を 63.6Hz・56.4Hz と定めた。

² マンションなどで各戸が個別に電気契約をするのではなく、マンション全体で一括して電気契約を行う配電方式のこと。保安責任は一括受電サービス提供会社が行う。

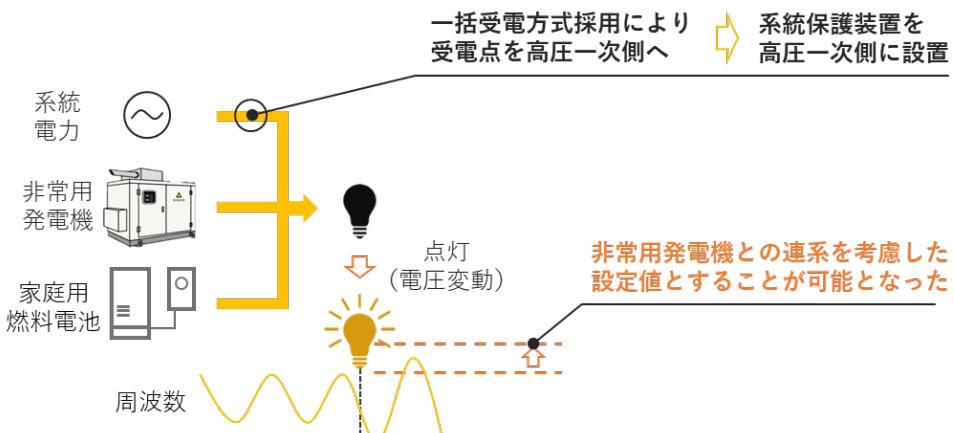


図3 系統連系実現イメージ図

3.2 不在等により停止している家庭用燃料電池の発停方法

家庭用燃料電池は長期間お湯の利用が無い場合に自動で停止するシステムを有している。マンション全体での総発電量を増やし、充実した電力を確保するうえで、不在等の理由により停止している家庭用燃料電池を遠隔で強制起動させるシステムが必要である。そこで、「気象予測システム」と「給湯器の IoT システム」を活用した遠隔起動システムを開発した。給湯器 IoT システムは、給湯器をインターネット接続することで、給湯器の利用状況の確認や、床暖房などの遠隔 ON/OFF などが可能なシステムである。本開発ではこの 2 つのシステムを組合せ、気象予測システムにて停電の要因となる台風の到来を予測し、インターネット経由で家庭用燃料電池に遠隔起動指示を行うようにした。指示を受けた家庭用燃料電池は 10 日間の発電待機モードに入り、実際に停電が発生した際には自動で発電を再開。停電が発生しなければ 10 日経過後に自動で待機モードを終了する。

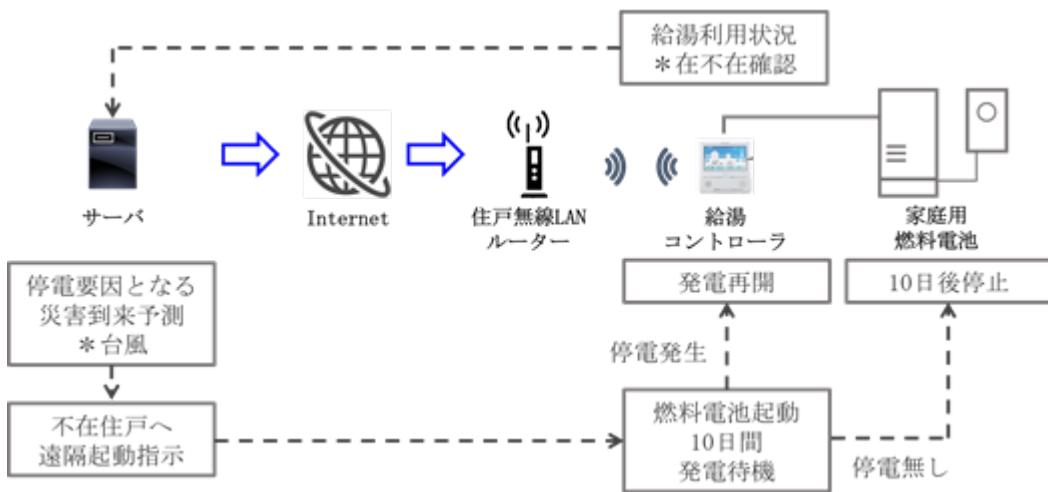


図 4 遠隔起動システム概略図

3.3 家庭用燃料電池の点検頻度(電気事業法上の規定)

借室電気室³のあるマンションや戸建て住宅の家庭用燃料電池は一般電気工作物であるため、電気事業法に点検頻度の規定はなく、販売者であるガス事業者により他の家庭用ガス機器との同時点検(1回/4年)を行うことが一般的である。また、一括受電方式を採用するマンションの場合、家庭用燃料電池は自家用電気工作物となるが、住戸から上位側に電力を逆潮流しない場合のみ特例にて点検頻度を1回/4年とされている。非常時電力融通システムでは合計接続容量が50kW(≈72台)を超えており、設備区分が発電所となるため、1回/月の点検が必要であるが、毎月住戸内に点検業者が立ち入ることは入居者の負担が大きくなる課題があった。

一方で電気事業法上、電気工作物の保安点検を外部委託とする場合は点検頻度が細かく規定されるが、自主保安とする場合は規定が無く、事業者が自由に決定することができる。そこで、各住戸の家庭用燃料電池をガス会社が提供するエネルギーサービスの対象とし、所有者を入居者ではなくガス事業者とした。これにより家庭用燃料電池は、主任技術者による自主保安に含まれることを近畿経済産業局に確認のうえ、点検頻度を4年に1回とすることを実現した。

³ 需要家から提供された場所に電力会社所有の変電設備を設ける配電方式のこと。保安責任は電力会社が持つ。

表1 電気事業法 電気工作物の点検頻度について

建物区分	種別	出力 (kW)	設備区分	点検頻度
低圧受電マンション 専有部：借室電気室 (低圧受電) 共用部：高圧受電	一般電気工作物	単機<10	小出力発電機	規定なし
高圧受電 マンション	自家用電気工作物	出力によらず逆潮流しない場合	特例適用	1回/4年
		単機<10 合計<50	小出力発電設備	1回/月～ 1回/6月
		合計≥50	発電所	1回/月

3.4 使用電力が少ない時間帯の発電機への逆流電流

家庭用燃料電池はあらかじめ定められた発電量で常に発電を行う定格出力機能を有している。マンションでは多くの世帯が同一の建物で生活を行う性質上、建物全体で消費される電力は、人々の生活リズムに近似しており、出勤などにより外出するまでの朝の時間帯と、帰宅時間帯から就寝までに高まる傾向を示す。この場合、家庭用燃料電池が常に同じ発電量で発電していると、時間帯によっては、建物全体で必要とする電力を発電電力が超えてしまい、非常用発電機に逆流する恐れがある。非常用発電機に電気が逆流すると発電機は故障により停止してしまう。

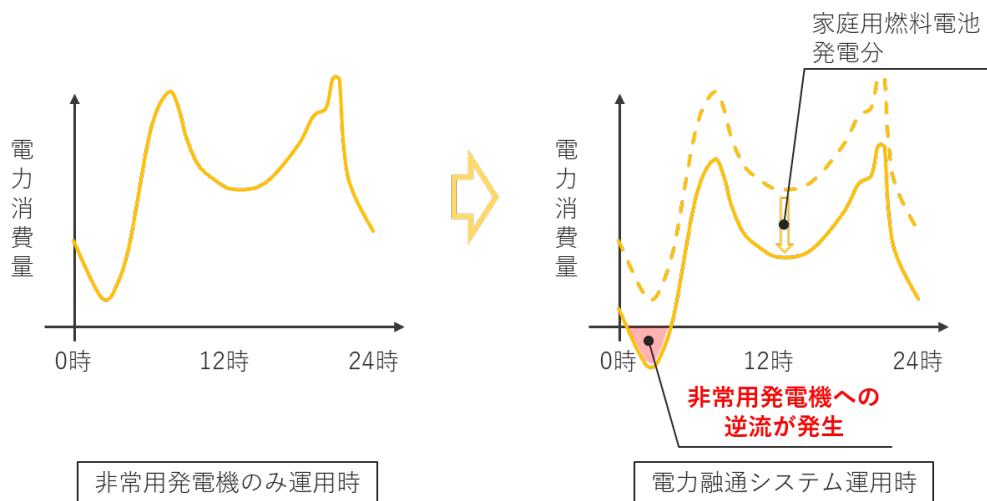


図5 共同住宅の電力消費量の傾向と非常用発電機への逆流

しかしながら、各住戸内での消費電力は世帯毎の生活に依存しているため制御することが難しい。そこで人々の生活リズムに依存しない、共用廊下や衛生設備などの共用設備への電力供給を制御することで建物全体の電力消費量を制御するシステムを開発した。システムは、共用設備への電力供給を制御可能な中央監視設備にて構築した。発電機の出力値(発電量)を24時間監視の上、その数値に応じて余剰設備へ順次電力供給を行う。家庭用燃料電池の発電電力に対して、常に建物全体の電力量が超えないようにすることで、システムの停止を防止する。

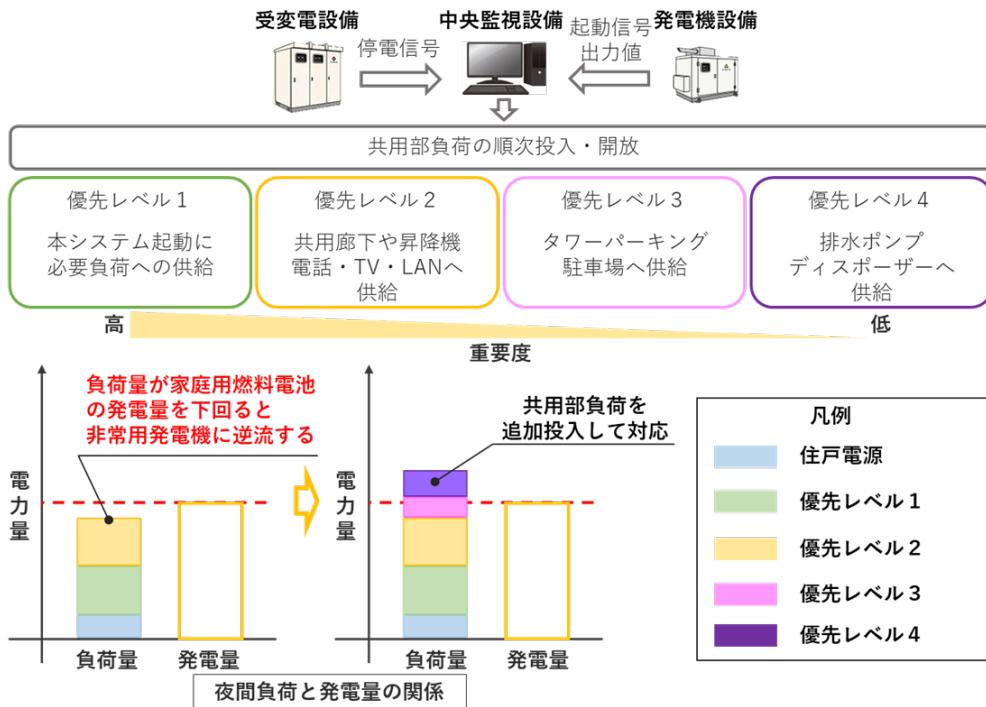


図 6 システム構築概略図

4.まとめ

本報告では、停電時において家庭用燃料電池と非常用発電機の系統連系による電力融通により、建物内で利用されていなかった発電設備の有効利用を実現することで、住戸内においてルームエアコンを含む大型家電の利用を可能としたシステムの開発概要について報告した。本システムは、住戸数: 約500戸、非常用発電機容量: 約1,125～1250kVA、家庭用燃料電池: 定格700W、約500台の建物に導入済みであり、避難生活の質を向上させ、充実したLCPを備えた「在宅避難」先としてのマンションを実現した。今後は本システムの物件適用を推進していくことで、災害時において健全な避難生活を行うことの出来る共同住宅を実現し、都市の防災機能の向上に寄与していく。