

エネファームtype Sの普及に向けた取り組み

西村 理
Osamu Nishimura

概要

CO₂削減技術へのニーズが高まる中、当社は2012年にエネファームを市場投入し、2020年にはさらに省エネ性能を高めた新モデルの販売を開始した。近年では、停電発生時の電源確保や再生可能エネルギー普及に伴う送電網の不安定性回避の手段としても注目を浴びている。

1. はじめに

2015年、パリで開かれた気候変動に関する国際会議でパリ協定が採択され、途上国を含む全ての参加国と地域に、2020年以降の「温室効果ガス削減・抑制目標」を定めることが合意された。日本においては2018年に「第5次エネルギー基本計画」が発表され、2030年および2050年に向けての温室効果ガス削減のため、再生可能エネルギーの普及促進や省エネルギーの促進などが基本方針として示された。また、2020年には菅首相が所信表明演説の中で、温室効果ガスの排出量を2050年までに実質ゼロにする目標を新たに掲げた。

このように温室効果ガス削減の気運が高まる中、当社では家庭でのCO₂排出量を大きく削減できる家庭用燃料電池コージェネレーションシステム（以下、エネファーム）の新モデルを開発し、2020年4月に販売開始した。

2. エネファームについて

エネファームは、都市ガスやLPガスから水素を生成し、その水素と空気中の酸素とを化学反応させて、電力を作り出す。発電効率は、火力発電所の送電ロスを含めた発電効率（約40%）を上回り、加えて、発電の際に発生する熱も給湯用として有効利用するため、発電と給湯を合わせた総合効率は85%以上となり、家庭におけるエネルギー消費量を大幅に削減することが可能である。

エネファームは2009年より日本市場に投入され、その高い省エネ性能を背景に国の補助金を受けながら順調に販売台数を伸ばしてきた（図1）。

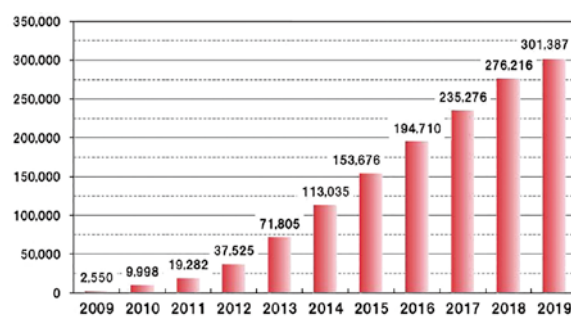


図1 エネファーム普及台数の推移¹⁾

現在市販されているエネファームの方式は、搭載している燃料電池の電解質の種類により2種類に大別され、高分子膜を電解質として70~80℃で運転する「固体高分子形燃料電池（PEFC）」とセラミックを電解質として700℃程度で運転する「固体酸化物形燃料電池（SOFC）」とがあるが、当社が製造・販売するエネファームtype SはSOFC方式で、PEFC方式よりも発電効率が高いことが特長である。当社では2012年4月より販売を開始し、2020年7月には累計出荷台数が10万台を突破した。

しかしながら、日本政府は前述のエネルギー基本計画の中でエネファームの普及目標を「2030年までに530万台」として、現状の出荷台数規模とは大きな隔りがあり、目標達成のためには、ユーザーに経済的なメリットをもたらす高い発電効率を持ち、日本の住宅の多くを占める狭小住宅や集合住宅への市場拡大が見込めるコンパクトな機器の開発が重要となる。

3. 20年モデルの開発

3.1 製品仕様

2020年4月に販売を開始した当社製エネファーム(以下、20年モデル)の外観図を図2に示す。

燃料電池ユニットで発生した熱はユニット内の貯湯タンクに温水として蓄えられ、ユーザがお湯を使用するときに給湯器を経由して供給される。給湯器は主要3メーカーに対応しており、燃料電池ユニットとセットで購入することもできるが、すでにユーザ宅に設置されている給湯器に燃料電池ユニットを追加設置することも可能である。



図2 20年モデル外観

表1は、20年モデルとその前モデルである18年モデルとの仕様比較表である。前モデルと比較し、発電効率は53.5%から55.0%へ向上し、機器サイズは約20%の小型化を達成している。また、設計寿命は従来の10年から12年へ2年間延長した。

表1 主要仕様の比較

	18年モデル	20年モデル
発電出力	50~700W	←
発電効率	53.5%	55.0%
総合効率	87%	←
寸法	780×330×1220 mm	600×330×1274 mm
乾燥質量	106kg	86kg
貯湯量	28 リットル	25 リットル
設計寿命	10年	12年

3.2 発電効率の向上

燃料電池の発電部であるスタックの温度と発電効率・耐久性との関係を図3に示す。スタックの温度上昇に伴い電気抵抗が低下するため、発電効率は向上する。一方で温度が高くなるほど構成部材の材料劣化が進行しやすくなり、耐久性は低下する。耐久性と発電効率を両立するにはスタック温度の分布を適切な範囲内で制御することが必要となるが、この温度分布をより小さい範囲でコントロールすることができれば、耐久性を損なうことなく発電効率を向上させることが可能となる。

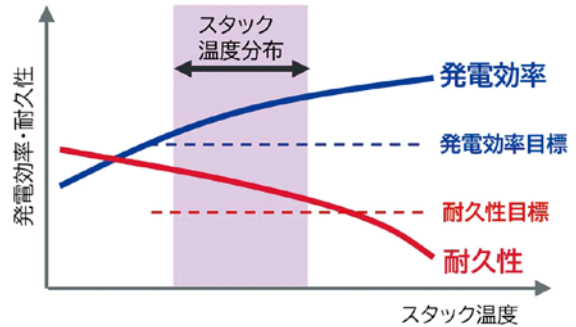


図3 スタック温度と発電効率・耐久性の関係

図4に、20年モデルで採用したスタックの温度分布低減のための構造設計例を示す。スタック高温部近傍のエア流路を絞ることにより、高温部でより多くの熱を奪い、奪った熱を低温部へ供給することで高温部と低温部との温度差を縮めている。

この他にも断熱を強化することによる放熱ロス低減や、燃料流量制御の緻密化によるロス低減などにより発電効率を改善し、世界トップレベルである55.0% (低位発熱量基準) を実現した。これによるCO₂削減効果は、戸建て住宅の4人家族の例で年間1.5tと試算している。

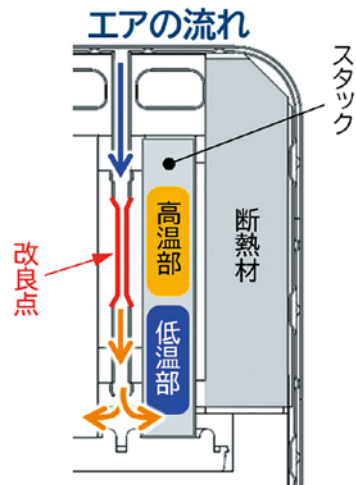


図4 スタック温度分布改善の設計例

3.3 小型・軽量化

VAによる補機の削減、部品の一体化、締結箇所への削減などを進め、部品点数を前モデルの749点から647点へ14%削減した。燃料電池による発電DC電力を、系統電力網と同じ交流へ変換する制御部（パワーコンディショナ）は、前モデルでは2枚の基板で構成されていたが、制御回路の高密度実装、トランスの多出力化などにより、これらを1枚の基板に統合し、面積比で36%の低減を果たした。これらに加え、エアブロー、ラジエータなどの補機の小型化や部品レイアウト改善による充填効率の向上などで、機器全体のサイズは前モデルの314リットルから252リットルへと20%削減し、横幅を前モデルの780mmから600mmにスリム化した。機器の設置面積が小さくなり、前モデルでは設置できなかった狭小地への設置を可能にした。

3.4 長寿命化

発電ユニットの主要デバイスであるセルスタックをはじめ、すべての部品について耐久性を検証し、必要箇所に関して改善を行うことで、前モデルまでは10年としていた設計寿命を12年に延長した。

3.5 IoTによる付加価値の拡充

インターネットに接続することで、スマートフォンから専用アプリで機器操作や機器運転状況の確認ができるようにした。また、インターネットを経由して遠隔地からの機器監視が可能となり、機器故障時に事前故障診断を行うことで現地での修理期間短縮、早期復旧に役立っている。

4. エネファームの新たな役割

4.1 レジリエンス性

2018年9月に近畿地方に上陸した台風21号では1,300本の電柱が倒壊し、220万世帯で停電が発生した。また、2018年9月に起きた北海道胆振東部地震では北海道全土で停電が発生し、日本で初めてとなるエリア全域におよぶ大規模停電を経験した。2019年には千葉県を襲った台風15号により2,000本の電柱が倒壊し90万世帯が停電して復旧までに最長2週間を要した。このように近年立て続けに自然災害による深刻な停電が発生しており、停電時にも系統電力から自立して発電を続けることのできるエネファームは、非常時の電源確保の手段として改めて注目を浴びている。

4.2 VPP（バーチャルパワープラント）

東日本大震災後、太陽光発電、風力発電といった再生可能エネルギーの導入が大きく進んだが、これらは天候など自然の状況に応じて発電量が左右されるため、

供給量を制御することができない。電力網における需要と供給のバランスが崩れると、周波数変動や大規模停電などの原因となるが、需給バランスを保つ役割は、これまで電力会社による大規模発電所の稼働によって担われてきた。今後さらなる普及が予想される再生可能エネルギーに対して需給バランスを取るための手段としてエネファームのような分散型電源とIoTによるエネルギー管理技術を用いて、分散型電源の集合体があたかも1つの大規模発電所であるかのように機能させる技術（VPP：バーチャルパワープラント）の導入が計画されており、すでに日本各地でエネファームを使った大規模実証試験が開始されている。

5. おわりに

当社が省エネ機器として2012年に販売を開始したエネファームは、その後、停電時の電源確保手段や再生可能エネルギー普及による送電網の不安定性回避などの新たな役割が加わり、ますますこれからの社会に不可欠な製品となりつつある。今後もこの社会的期待に応えられるような製品開発に努めていきたいと考える。

最後に、これまでのエネファーム開発にあたりご協力を頂きました、大阪ガスマーケティング株式会社、京セラ株式会社の皆様方をはじめ、関係者の方々に深く御礼申し上げます。

参考文献

1) エネファームパートナーズホームページより：https://www.gas.or.jp/user/comfortable-life/enefarm-partners/common/data/20191121_web.pdf

筆者



西村 理

L&E技術部 コジェネグループ
エネファームの開発に従事