

可搬型FC発電機「H₂ LIFE GEAR」の開発 ～水素発電をもっと身近に、ストレスフリーな暮らしへ～

1. はじめに

現在、カーボンニュートラル社会の実現が地球規模の課題となっており、解決策の1つである水素活用について30年以上前からアイシンにおいても、水素を燃料に発電する燃料電池の開発に取り組んできた。

トヨタ自動車の燃料電池車「MIRAI」や家庭用燃料電池「エネファーム」などの登場により、今では燃料電池は身近な存在となっている。



図1 燃料電池車「MIRAI」、家庭用燃料電池

2. アイシンのこれまでのFC※1開発の取り組み

アイシンでは1991年に自動車用燃料電池の研究開発をスタートした。開発当初は研究者3人、場所は2畳半のガレージを実験室替わりに設備や開発費用もままたらない中、燃料電池をほとんどゼロから学び、電解質(固体高分子膜)や水素の供給装置である改質器の開発に心血を注いだ。

燃料電池スタックや燃料改質器など主要部品の開発を続け、藤岡試験場(愛知県豊田市)に新実験棟を建設し、1998年には悲願のメタノール改質式燃料電池自動車を自社開発し、テスト走行を実施するまでに開発を進めた。

1999年頃から、トヨタグループを挙げての燃料電池開発が本格化し、2002年トヨタ自動車から限定販売されたFCEV※2)にはアイシンで開発した水素と空気の給排気系統用の制御バルブや加湿器等、多くの補機部品も搭載された。

※1:「Fuel Cell」(燃料電池)の略

※2:「Fuel Cell Electric Vehicle」(燃料電池自動車)の略

その後、市販された量産FCEVに於いて、アイシンは初代MIRAIから主要部品を、さらに第2世代MIRAIでは

重要部品である「気液分離器」と「FCスタックケース」の供給を行っている。

気液分離器は、水素と酸素の化学反応で生成される水粒子を水素循環ガスから分離し、回収する役割を担っており、分離後の水素は発電用として再循環される。気液分離器内部で循環ガスを渦状に流し、水粒子の慣性力を利用して回収する仕組みで、分離率90%以上を達成している。回収した水はアイシン独自の排出弁の開閉により、循環系から外部に排出することができる。

また、FCスタックケースは、数百セルにも及ぶFCセルの積層体を5トン以上の荷重で高精度に締結する部品で、1つ1つのFCセルの発電性能を確保する為には欠かせない重要な部品である。アイシンの最も得意とする技術の一つである大型アルミ鋳物を接合する技術を生かし、高い強度と小型化を実現し、発電出力密度向上や車両への搭載性向上に大きく寄与している。

また、アイシンの機能部品は乗用だけでなく、商用FCバスや、産業用FCフォークリフト向けにも開発、供給するなどFCシステム全般の普及に貢献している。



図2 気液分離器,FCスタックケース



図3 FCバス(SORA),FCフォークリフト

3. 可搬型FC発電機の開発

これまで培った技術を地球温暖化防止や昨今の地震等の災害対応に活かすことで社会に貢献するべく、未だ世の中で出回っていない小型のFC発電機に着目

し、2023年5月に新たに開発プロジェクトを発足させた。そこから生まれた可搬型FC発電機「H₂ LIFE GEAR」は、水素で発電する燃料電池を搭載しており環境に優しく、小型軽量で人手でも簡単に運ぶことが可能である。静かで排ガスが出ない為、夜間でも屋内でも必要な時に必要な場所で使える全く新しい発電機である。

開発着手して半年が過ぎた頃、2024年1月に能登半島沖地震が発生、FC発電機は未だ初期開発段階で完成していなかったが、完成していれば被災された方々の役に立ったかもしれないと歯がゆい思いをした。

本機の名称の由来でもあるが、水素で“人々の生活と命”(LIFE)を守るために役立つアイテムとして少しでも早く世に出せるよう製品化を目指し、開発を進めている(図4)。



図4 可搬型FC発電機「H₂ LIFE GEAR」外観

燃料電池本体のセル(MEA)には“究極のエコカー”と言われるトヨタMIRAI(FCEV)と同じものを使用しているが、これによりクリーンで長寿命な発電システムを実現する。また制御の最適化と補機類の損失低減により高出力密度・低騒音を達成している。冷却方式には空冷式を採用することでコンパクト化を実現している。

可搬型FC発電機の詳細な採用技術を以下に記載する。

1. 気液分離器・エアバルブ: MIRAIに採用される技術の流用により、低温始動性/小型/長寿命
2. 水素ポンプ・水素インジェクター: エネファームに採用の要素部品を流用し、低コスト/高信頼性
3. FC-ECU: 保有技術を応用し内製

ここで可搬型FC発電機とエンジン発電機との比較を図5に示す。

項目	AISIN製 可搬型FC発電機	Gas エンジン発電機	ガソリンエンジン発電機
冷却方式	空冷	水冷	空冷
出力(kw)	2.0	2.2	2.0
容積W×L×H(mm)	496×654×512	480×547×618	527×419×461
出力密度(kw/L)	0.0120	0.0133	0.0196
定格連続発電容量(kW)	1.7	1.0	4
燃料消費率(kWh/kg)	(水素10g使用時)	(プロパン100g使用時)	(ガソリン1kg使用時)
質量(kg)	40 (燃料外付け)	55 (燃料外付け)	32 (燃料タンク36.4)
① 排ガス	なし	あり	あり
② 騒音(dB@3/4負荷時)	67	88	87.5
使用期間(温度℃)	-10~40	-10~40	10~40
使用燃料	水素ガス	プロパンガス	ガソリン(長期保管)
使用燃料オイル	なし	1L/2ヶ月/定期交換	1L/2ヶ月/定期交換
③ 耐久性(h)	10,000~	~1000	~1000

図5 発電機仕様比較

特に①排ガス、②騒音、③耐久性の各項目で他の発電機に対して優位性を確保している。

本技術については技術開発のみでなく、これまで各種展示会やイベントで自治体や企業への製品紹介や発電デモを行うなど積極的に水素利活用の訴求活動も行ってきた。

自治体では災害時の停電に備えてエンジン発電機を長期間保有している事が多いが、いざ使う時に使えないケースも少なくないという課題を抱えているとのことであつた。また、一般的には燃料劣化等による故障を防ぐ為に点検を兼ねた試運転を高頻度で行っている。大規模自治体に於いては多くの発電機を出入れする為、手間が掛かる。一方、FC発電機はガソリンやオイルを使用しない為、殆ど劣化する所がなく長期保管にも適している。

この可搬型FC発電機「H₂ LIFE GEAR」は、複数の発電機をスタッキング出来る構造である為、自治体倉庫保管や輸送時、避難所使用時の省スペース化も期待できる。



図6 メッセナゴヤ展示、収納・運搬・使用状態

4. 各種イベントでの技術周知活動

第65回中日クラウンズ試合会場の名古屋ゴルフ倶楽部和合ゴルフコース内のギャラリープラザに於いて開催されたトヨタ自動車による水素関連実証に共同参加させていただいた。会期中4日間に渡り可搬型FC発電機「H₂ LIFE GEAR」の社外初実証を実施した。2025年5月4日には愛知県大村知事が視察され、視察後のマスコミ取材では愛知県の水素活用の施策や関連企業と連携し、水素社会実現に向け取り組みを進めることを述べられた。

大阪・関西万博2025会場に於いて開催されたテー

マウィーク「水素パーク!!」に出展を行った。水素関連製品を開発している日本国内の企業が一堂に集結し、水素を身近に感じて頂く場を提供した。来場者からは防災意識の高まりも感じられ、FC発電機「H₂ LIFE GEAR」の早期販売を期待する多くの声を頂いた。



図7 各種イベントの様子

5. 今後の取り組み

5.1 開発における現状想定される課題

開発を始めてから間もない為、性能・コスト・品質などの課題もまだまだ多いが、可搬型FC発電機はこれまで培った技術を活用してしっかりと開発を進めれば必ず達成できると感じている。

ただし、発電には燃料となる水素が必要であるため、その水素をいかに安価に効率良く入手できるかが鍵となる。可搬型FC発電機の開発だけでなく、法改正や水素の供給方法もセットで考える必要がある。これからも水素関連の企業各社と連携しながら水素普及に向けた活動を進めていきたい。

5.2 課題の解決策

水素ガスは、研究用や工業用など特定の領域では普通に使われているが、暮らしの中では未だ身近に使われていない。既に研究機関や工場のように普段から水素ガスを使用している現場であれば、水素ガスを使う事に対する障壁も少ないと思われる為、まずはそういった所から排ガスの出ないFC発電機を使い始めることで、すぐにもCO₂排出量低減に貢献できると考える。

そして、徐々に水素ガスの需要が増え、例えばプロパンガスのように街や人々の暮らしの中で身近な存在になれば、FC発電機はきっと世の中で役立つものになると信じている。

5.3 商品展開等今後の展望

従来の電源がどのような環境や用途で使われているか、どのような課題があるかを調査するが、実際に使用している現場を巡ったが、エンジン発電機やポータブルバッテリーを思いうる様に使えない現場もあった。FC発電機は従来の電源が使えない所でも使える“第3の電源”と呼んでもらえるような、既存領域だけでなく、新領域でも使える新しい電源として作り上げていきたい。

また、内蔵するFC電源モジュールは、発電機としての

用途だけでなく、将来的には産業車や小型モビリティ等に搭載する電源としても展開していき、地球全体のカーボンニュートラルに貢献していきたい。



図8 燃料電池技術将来展望

6. おわりに

2025年2月に開催されたH₂&FC EXPO2025での初公開以降、数々の展示会に出展してきたが、各種業界からの反響も大きく、可搬型FC発電機の可能性を強く感じている。

米国加州に於いては、自動車の排ガス規制と同様に、今後は小型エンジン機器の排ガス規制(草刈機、発電機等を対象としたCARB規制)が2028年から執行される。自動車のCO₂排出量は電動化シフトなどの努力により減少傾向であるが、エンジン発電機等はこれまで野放し状態で大量のCO₂を排出し続けているが、販売規制が掛かることで徐々に他の電源に置き換わっていくと思われる。

水素社会の到来には、まだまだ時間が掛かるかもしれないが、今、出来ることから取り組み、“水素”を地球温暖化防止のためだけでなく、人々の生活にもっと身近でもっと便利なものとして広め、色んな姿形の「H₂ LIFE GEAR」も提供することでストレスフリーな暮らしを現実のものにできるよう開発を進めていく。

筆者



梶尾 克宏

先進開発部
CN化ソリューション開発室
燃料電池発電システム開発に従事