

## 高専と県立工業高校との共同研究委員会による取組

－時代に対応した環境教育と新エネルギー活用に関する実践－

沼津工業高等専門学校と静岡県立工業高等学校の研究委員会  
顧問校長（静岡県立沼津工業高等学校長） 成田 優

### 1. はじめに

地球温暖化は、全世界共通の懸案事項であり、世界の国々が総力を上げて取り組むべき最重要課題の一つとなっている。そのため、次世代を担う子供たちが学習活動や生活体験を通じてクリーンエネルギーに対する理解を深める必要があるが、太陽光発電以外の学校への導入例が少ないことから、多様な新エネルギーが存在し、利用可能であることを学ぶ機会は少ない。

これらのことから、環境関連知識を将来のスペシャリストにとって必須の知識と位置付け、クリーンエネルギーに関する実践的なものづくり教育を推進することを目的に、本共同研究委員会を発足したものである。

### 2. 各種連携による研究体制の構築

研究の推進にあたっては、燃料電池に関する先進的な取組を行っている高専、大学、企業、公的団体、県外高校と連携することで高度化を図っている。

#### (1) 沼津高専との共同研究

平成22年度より静岡県工業教育研究会第3部会（工業化学）の中で、沼津高専物質工学科から指導助言を受けながらのクリーンエネルギーに関する研究が開始された。その後、燃料電池自動車の研究へシフトする流れの中で部会から独立。静岡県工業高等学校長会の委員会として、部会横断型の高専との共同研究委員会となり、本年度が8年目である。令和を迎えた元年度からは、より幅広い研究へ向け、新たに機械工学科から指導助言を受けることが決まった。

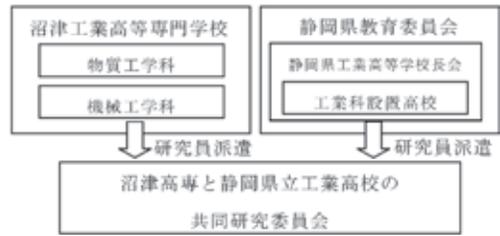


図1 共同研究委員会の組織

#### (2) ㈱明電舎との燃料電池解析に関する連携

燃料電池は、連続的に電力を発生するものであるが、時間の経過とともに不可逆的な性能の低下が発生することがある。これを燃料電池の劣化と呼び、効果的な対策が必要となる。そこで、燃料電池スタックの劣化原因を究明するために、㈱明電舎研究開発本部基盤技術研究所解析センターに分析を依頼し、走査型電子顕微鏡及び電子線マイクロアナライザによる解析を受け、その解析結果を研究の参考にした。



写真1 断面元素分布像観察結果

#### (3) WEM及び秋田工業高校視察

WEM（ワールドエコムーブ）燃料電池自動車部門及び同大会で連続優勝を果たしている秋田工業高校の視察を行った。この視察では大会レギュレーションや出走車両の構造把握ができ、水素供給源として水素を金属に吸着させて

保存する水素吸蔵合金キャニスター(以下キャニスターと呼ぶ)を活用するきっかけともなった。



写真2 WEM 視察 写真3 秋田工業視察

### 3. 研究経過

#### (1) MgH<sub>2</sub> (水素化マグネシウム)に関する取組

平成22・23年度の研究は、燃料電池に供給する水素供給源としてMgH<sub>2</sub>を活用する研究を中心に行った。このMgH<sub>2</sub>は、海水中に無尽蔵に含まれるマグネシウムを原料として利用可能であり、また非常に安定した物質であるため、気体としての水素に比べて貯蔵や持ち運びも容易であることから研究対象とした。既存の静岡県エコラン大会へ燃料電池に関する新部門の設置という目標もこの研究初動段階で設定された。

#### (2) キャニスター活用に関する取組

当初は水素供給源としてMgH<sub>2</sub>に特化していたが、キャニスターを供給源として活用する方式を並行して研究することとした。その研究過程では、高圧水素ポンペを活用した燃料電池発電も実践することで、安定した走行実験へと繋がった。以下に機器構成図を示すが、燃料電池とキャニスター間の熱交換が重要となっている。

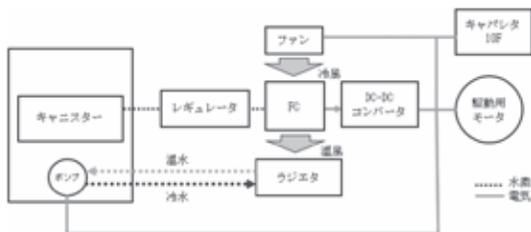


図2 燃料電池エコラン自動車構成図

### 4. 研究成果

#### (1) MgH<sub>2</sub> 活用燃料電池車の運用方法を確立

MgH<sub>2</sub>を用いた水素ガスの生成方法には、お

もに加熱による脱離反応による方法と加水分解反応による方法があるが、水素発生量の制御を考慮し加水分解による方法を採用した。課題としては、発生させた水素に含まれる不純物の除去及び、走行想定時間に渡って安定的に水素を生成することであったが、試行錯誤を繰り返した結果、水素ガス生成容器を工夫し、不純物除去フィルターを設置することで、1時間走行のための最適システムを構築することが出来た。

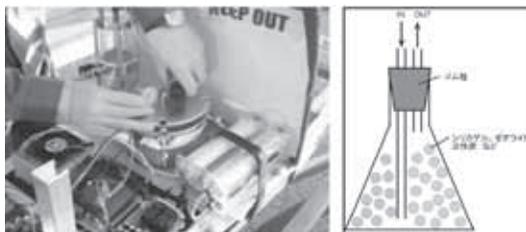


写真4 水素反応炉の搭載 図3 除去フィルター

#### (2) キャニスター活用燃料電池車の運用方法を確立

新部門設置を目指す、静岡県高校生エコラン大会を成果発表の場として位置付け、オープン参加した結果、以下の成果を残すことができた。

- ① 水素供給源 [高圧水素ポンペ] で出走し、平均31 km/h (走行距離75周+100m)で完走。
- ② 水素供給源 [キャニスター] で出走し、平均17 km/h (走行距離41周+265m)で完走。
- (3) 成果発表による情報発信

静岡県事業「2017県民運動ふじのくにエコチャレンジTRY」へ応募し、最上位賞であるグランプリを受賞、及び「エコチャレンジCUP」での大賞受賞を果たした。また、地球温暖化防止対策に関する全国大会である「低炭素杯2019」へ静岡県代表としての出場を果たした。



図4 エコチャレンジCUP 広報 写真5 表彰式の模様

#### (4) 「燃料電池自動車作成テキスト」の編集

新たに燃料電池自動車の制作を行う団体への情報提供として、燃料電池及び水素の活用に関する情報も含めた作成テキスト（61ページ）を編集し、これを公表した。その内容を以下に抜粋するが、燃料電池の基礎から車両制作までを網羅した実践的なものとなっている。

- ・第3章 燃料電池の具体的な活用方法
- ・第4章 燃料電池の劣化対策
- ・第5章 制御回路の実際
- ・第6章 水素の活用
- ・第9章 燃料電池エコラン大会出走車両の特徴

#### (5) 地球温暖化防止への啓蒙活動推進

昨年度で7回目を迎えた高大連携企画「科学と技術のひろば」に以下の内容にて継続的に出展し、地域住民に対し、地球温暖化防止に関する啓蒙活動を行っている。

- ・制作した燃料電池自動車の展示
- ・ $MgH_2$  活用の燃料電池搭載ミニ四駆走行体験
- ・燃料電池ミニ電車及びミニ自動車乗車体験



写真6・7・8 地球温暖化防止に関する啓蒙活動

また、制作した燃料電池車両の展示や、燃料電池を体験するブースでの活動を以下のイベントでも積極的に実践し、新エネルギー活用推進や地球温暖化防止に関する啓蒙への一助とした。

- ・ふじのくに実学チャレンジフェスタ（静岡市）
- ・DoLight フェスタ（富士市）
- ・富士のふもと産業教育交流フェア（富士市）

#### (6) 燃料電池自動車エコラン大会の開催

第25回静岡県高校生エコラン大会「新エネルギーによる競技の部」として「燃料電池自動車エコラン大会」を新規に開催した。この燃料電池に特化したエコラン大会は、国内初開催で

あり、世界的に見ても他に例がないものと思われる。開催にあたっては、先進技術を学ぶために一般チームを受け入れ、同時にソーラーカーのトップチームのデモ走行と技術交流会を開催した。この大会への参加は5チームとなり、同様の大会であるWEM燃料電池部門の4チームを上回り、国内最大規模となった。

大会の概要は以下のとおりである。

##### ① 事業目的

・発電時に水のみしか排出しないクリーンな燃料電池を活用したエコラン大会を、広く参加者を募り実施することで、地球温暖化対策に関する啓蒙とする。

・自動車関連産業の多い静岡県の工業教育として、ガソリン自動車よりも効率が良く、電気自動車よりも航続距離が長く、発電しながら走行する燃料電池自動車に関するものづくり教育を推進する。

##### ② 事業内容

この大会はクリーンエネルギーの有効利用をテーマとする燃料電池自動車走行記録会である。出場チームが創意工夫を凝らして製作した燃料電池自動車を走行させ、技術交流を行うとともに、公式に記録を測定することにより研究の成果を確かめ、技術の向上を図る。

③ 主催：静岡県工業高等学校長会

④ 共催：静岡県教育委員会

⑤ 後援：静岡県、沼津市教育委員会、静岡新聞社・静岡放送、日刊自動車新聞社、日本自動車教育振興財団、静岡県自動車教育推進協議会

⑥ 協賛：神奈川工科大学、静岡理工科大学、沼津工業高等専門学校、静岡県地球温暖化防止



写真9 技術講演会の模様 写真10 技術交流会の様



写真11 燃料電池車両の展示 図5 大会パンフレット  
活動推進センター、静岡ガス株式会社、鈴与商事株式会社、株式会社FC-R&D、株式会社東部自動車学校

#### (7) 既存大会への新部門設置

平成28・29年度と継続した提案が実を結び、平成30年度から新部門「新エネルギーによる競技の部」の設置を果たすことができた。これは平成22年度から9年間の継続した取組による大きな成果である。新設に関して大会事務局へは以下の内容を強調したが、独自開催した燃料電池自動車エコラン大会の成功や、新規参入を促す「燃料電池自動車作成テキスト」の編集と公開が大きく後押ししたものと思われる。

##### ① 新エネルギーによる競技の部 新設の意義

- ・次世代を担う工業科生徒へ、発電時に水のみしか排出しないクリーンな燃料電池を身近に感じさせる取組は意義深い。

- ・エネルギーシフトの流れの中で、ガソリン自動車よりも効率が良く、電気自動車よりも航続距離が長く、発電しながら走行する燃料電池自動車に関するものづくりを推進することは、自動車関連産業の多い静岡県の工業教育として有意義である。

- ・燃料電池自動車部門の新設は、「ものづくり県しずおか」としての工業教育を広くアピールできる。

- ・静岡県産業教育審議会答申にある、「静岡県高校生エコラン大会については、(中略)時代の要請に合致した開催方法や内容になるよう改善を図ることが望まれる」に対応が可能な取組となる。

##### ② 水素の安全性

- ・水素供給源として活用するキャニスターの安全性は高く、火の中に投じても爆発しないため、航空機への持ち込みも認められている。

- ・水素は軽く拡散スピードが非常に速いため、適切な滞留防止を行えば爆発的燃焼は生じない。また水素のもつエネルギー量はプロパンガス等と比較するととても小さい。

##### ③ 燃料電池自動車によるエコラン大会の実情

- ・国内で唯一開催されている燃料電池自動車エコラン大会(秋田県開催WEM)は、2003年から開催されており、その実績によるレギュレーションを参考にできる(視察を実施した)。

- ・静岡県高校生エコラン大会でも、燃料電池自動車はオープン参加を行ってきたが、H28・29年度大会では水素吸蔵合金キャニスターでの走行を行い、結果を示した。

- ・H29年度新たに開催した燃料電池自動車エコラン大会でも、5台出走し5台完走。全車平均時速14km以上という結果を示した。

## 5. まとめ

グローバル化の進展や、製造業での新興国台頭等、産業界を取り巻く変化への対応は、ものづくり県である静岡にとって大きな課題となっている。加えて、少子高齢化が進む中での労働人口の減少とそれに伴う税収の低下が、年金・医療・介護などの社会保障機能の低下や道路等の社会資本維持管理の問題へと拡大することが日本社会の懸案事項となっている。

このような背景の中、本研究会が実践している、燃料電池に関する研究は、時代の求めに応じた、たいへん意義深いものと考えている。

令和元年度からは研究を拡大し、静岡県立沼津技術専門校とも連携を行うことが決まった。この新たな枠組の中で、企業連携や市町との連携を推進し、燃料電池に関わる研究に加え、新たな価値の創造に資する取組を実践し、教員個々が資質能力を高めながら、工業教育の振興に向けて邁進していく所存である。