



高専／高校セミコンジャパン出展報告②

燃料電池搭載型模型電車の開発

大阪府立工業高等専門学校

エネルギー研究室

12月1 - 3日の3日間、幕張メッセにおいてSEMICON JAPAN 2010が開催された。今回、「The 高専@SEMICON」に参加し、株式会社フジキン様のブースをお借りして、私たちの研究を発表する機会を得た。

今回出展した燃料電池搭載型模型電車は、大阪府立高専エネルギー研究室で行っている燃料電池の研究と燃料電池の燃料である水素製造の研究を1つのシステムにして模型電車に搭載し、実用化へのアプローチとして提案するとともに、単体研究のみでは発見できない新たな研究課題を発見することを目的として開発している。この燃料電池搭載型模型電車のシステムを図1に示す。このシステムでは、まずアンモニアの電気分解により水素を取り出し貯蔵する。貯蔵した水素を固体高分子形燃料電池（PEFC：Polymer Electrolyte Fuel Cell）に供給することで発電し、この発電した電気でモーターを駆動して模型電車が走行する。このシステムの使用例として想定していることは、電車内のトイレで排出されるし尿中のアンモニアを電化区間で電気分解する。ここで生成した水素を貯蔵し、非電化区間においてPEFCに供給して発電し、この電気をモーターの駆動用や、車内照明として利用することを考えている。

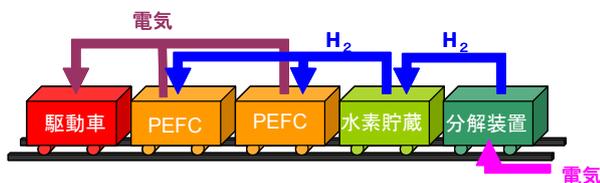


図1 燃料電池搭載型模型電車のシステム図

固体高分子形燃料電池（PEFC）は、水素と酸素の化学反応により電気を取り出す燃料電池であり、電解質にプロトン交換膜を使用する。このプロトン交換膜は単独で使用されず、膜の両側に燃料および酸化剤の電離を促す白金触媒層と、反応の一様化を図るためのガス拡散層（GDL：Gas Diffusion Layer）が熱圧着されている膜電極接合体（MEA：Membrane Electrode Assembly）として使用される。そして、ガス流路と一体化したカーボン製のセパレータによりMEAを挟んだ状態で単セルを構成している（図2）。模型電車に搭載するPEFCは、小型である必要があ

るため新たに図3のようなステンレス製PEFC（発電面積：4 cm²）を製作した。燃料電池は単セルの場合、発電量が少ないため通常は直列に積層するスタック化により必要発電量を得る。このため、模型電車を走行させるために必要な発電量を確保するため5セルスタックとした。PEFCに供給する水素は、今回は市販されている水素ポンペから供給することとしたが、今後は模型電車に搭載できるようにアンモニア電気分解装置を開発する予定である。

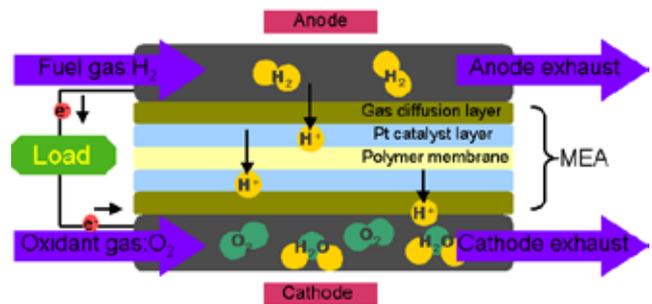


図2 PEFCの発電原理



図3 5セルスタックPEFC

展示会では図4のように製作した模型電車を展示し、模型車両の貨物部に搭載した水素ポンペからPEFCへ燃料供給し、酸素は大気中の空気を取り入れることにより発電する。しかし、このPEFCは酸素が通る流路が狭いため、水素を過剰に供給すると反応が活発になり過ぎて、PEFC内部の酸素が欠乏し、走行が止まる現象が起きる。このため

展示会初日は、ドライヤーやうちわを使用して空気（酸素）を強制的に送り、発電状態を維持した。このパフォーマンスがむしろお客様の関心を引く結果となったので、発電原理の説明という意味では非常に効果があったように思える。2日目以降は水素の最適な供給量が把握できたため、ニードルバルブで流量を調整し、低速ながらも安定して走行できるようになった。



図4 製作した模型電車

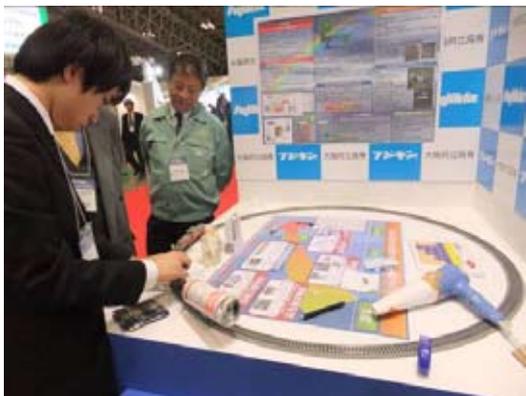


図5 展示会の様子

今後は、酸素極側の流路を広げるなどPEFCの改良が必要であると同時に、この酸素が足りない場合はファンを取り付けるなどして安定的に走行できるようにしていきたいと考えている。

—感想— セミコン JAPAN2010に参加して

本科 機械システムコース5年 ^{いし}石間 ^{ゆうた}裕太

今回初めてSEMICONに参加させていただきました。多くの企業がブースを展示する中、卒業研究で取り組んだ成果を展示させていただくということで非常に不安がありました。来場された様々な専門分野の方から、ここはどうなっているのか？などの意見をいただき卒業研究を少し違った視点でとらえる機会になったと思います。また、企

業とはどのようなものか？ということを感じることができたと考えています。展示を通じて非常に貴重な体験をさせていただいたと思います。この場をお借りしてお礼申し上げます。

本科 ^{いっしき}メカトロニクスコース5年 ^{はるき}一色 春樹

この燃料電池搭載型模型電車に搭載しているPEFCが完成したのはSEMICON JAPAN 2010開催の数日前ということで、期間中うまく動作するかとても心配でした。当日までには何とか動かすこともでき、低速ながらも安定的に動作できる状況に持っていったので良かったです。また、多くの企業の方から、貴重なお話を聞くことができ、他高専の学生とも交流ができたのでとても良い経験ができました。

専攻科 ^{あずき}機械工学コース2年 ^{ざわ}小豆澤 ^{しょう}翔

今までに何度も学会発表や展示会を経験しましたが、セミコン Japan のような大きな展示会では初めてだったのでとても緊張しました。初めはどうなるか心配でしたが、自分の研究に興味を持って発表を聞いて下さる方々の存在に支えられ、何とか乗り切ることができました。また、他高専の方の発表・展示はとても良い刺激になり、自分の研究へのモチベーションが上がりました。2日目の懇親会は企業の方々が来られるので硬いものだと想像していました。しかし、ビンゴゲームや壇上でのスピーチなどで大変盛り上がり、心から楽しむことができました。また、意気投合した他高専の学生さんと交流会ができたことは良い思い出になりました。

メカトロニクスコース ^{やまうち}准教授 ^{まこと}山内 慎
機械システムコース ^{すきゅうら}教授 ^{まみひろ}杉浦 公彦

本研究室では、各種燃料電池の基礎研究を行ってききましたが、研究室紹介用としての研究展示物を作りたいという思いがありました。ちょうど1年前のセミコンに出展を依頼されましたが、基礎研究用の実験装置を展示することは難しいことから、今回の出展を目指して4月当初よりセミコンで実演展示するための燃料電池システムを製作することにしました。これまでの研究成果をすべて取り入れ、すべての物品がそろったのが展示1週間前というぎりぎりの時間でしたが、3日間フルに展示し終えることができ、達成感を味わうことができました。このようなすばらしい研究成果発表の場および高専について紹介させていただける機会を与えて下さり、厚く御礼申し上げます。来年以降もこの様な機会を利用して、高専と我々の学生の素晴らしさを知っていただくとともに、この経験を更なる学生の能力向上に繋げていければと思います。