



# キリン・イノベーション～呼吸メカニズムとその応用～

## 東京工業高等専門学校

機械工学科 しみず あきひろ  
清水 昭博

### 1. はじめに

過去3回と同様に、セミコンジャパン2013プラチナスポンサーの㈱アドバンテスト様のブース内特設ブースに「キリン」にまつわる3名の卒業研究に関するポスターと2件の展示品の出展をさせて頂いたので、参加学生の生の感想も含めて報告する。

### 2. 出展内容と参加学生の声

#### 2-1 出展ブース「キリン・イノベーション～呼吸メカニズムとその応用～」

とても美しい図1のようなブースを㈱アドバンテスト様をご用意して下さいました。背景に見えるキリンの写真は、多摩動物公園の近所から通学している後述の林君が入園して1600万画素のデジカメで撮影した100枚の内から厳選した1枚のキリン写真を草原の写真と合成したものである。「キリン・イノベーション」も林君の発案で、ブース等のデザインは鈴木君が担当してくれた。



図1 参加学生とブース前で  
(左から石井君、林君、鈴木君、清水)

#### 2-2 卒研ポスター及び展示実演内容

##### 2-2-1 ポスター「溝付管内における間欠振動流中の炭酸ガスの有効拡散係数」

機械工学科第5学年 石井 涼

呼吸は気管を含む気道内を往復運動する振動流によって実現しているが、キリンの場合には、デッドスペースである気管が長過ぎるので、本当に換気できているのか、疑問

が生じる。そこで、肺胞から出てきた炭酸ガスを鼻から排出し、逆に生体が必要とする酸素を鼻から肺胞まで届ける際に、気管内面の軟骨による凹凸に物質移動促進効果がある、との仮説を立て、気管を模擬した管路で炭酸ガス移動実験を遂行したところ、溝効果の仮説が証明され、さらに正弦波状振動流を間欠振動流にすることでもっと物質移動が促進されることがわかった。そこで、今回は、死点でピストンが停止する時間を調整して、その長さの影響を調べた。その結果について報告した。

図2は気管内面形状を模して最も単純な機械的形狀として構成した溝付管を手にする石井君である。石井君はマニュアルや論文をしっかりと読んだ上で、じっくり時間をかけて実験装置の改良や調整をする慎重派である。正確な有効拡散係数を得るための実験装置をしっかりと調整して、再現性あるデータを取得した。プログラマブルコントローラ(以下、「PLC」と呼ぶ。)の基本を4月から独学でマスターし、さらにACサーボモータのPLCによる制御プログラム(ラダー図)を完成させ、間欠時間を自由に調整できるようにした。また、今回の展示品の内の後述する鈴木君の人工呼吸器の押しボタンスイッチをPLCに連結し、機能別の動作を可能にしてくれたので、鈴木君にとって石井君は恩人である。



図2 気管内面の凹凸を模したアルミ製溝付管のサンプルを手にするPLCエキスパートの石井君

石井君の感想：「私はプレゼンが苦手なので、今回のセミコンをきっかけに自分のプレゼン能力を見直そうと努めました。私の研究テーマはいわゆる基礎研究で、学術的な要素が多いため、初対面の方々に自分の研究内容をわかりやすく説明するのは困難を極めました。他高専や企業の方々のご意見を参考にしながら、三日間を通して最終的には納得のいくプレゼンができたと思っています。今回このような貴重な経験の場を提供して下さいました(株)アドバンテストの皆様にご心より感謝致しております。」

##### 2-2-2 ポスター「溝付管内における間欠振動流の可視化」

2. バッファ

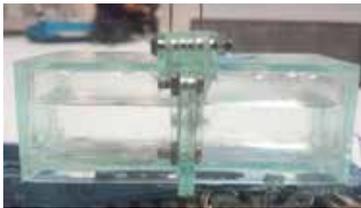
電解装置より生成した水素に含まれる水酸化カリウムのミストを除去する装置であり、純水で満たされており、パブリックすることでミスト分を除去する。

3. 燃料電池

パッシブ型の固体高分子形燃料電池 (PEFC) で、セパレータには SUS316L を金属射出成型法 (MIM) により製作し、表面は金メッキ処理している。6 セルスタックで、電極面は 20mm×20mm とした。



図3 電解装置・燃料電池搭載型鉄道模型



(a) 電解装置



(b) トラッパー



(c) PEFC

図4 燃料電池搭載型模型電車の構成要素

展示会では図3のように製作した模型電車を展示した。模型車両の貨物部に搭載した電解装置によって、水酸化カリウム水溶液を電解し、生成した水素を PEFC へ供給、酸素は大気中の空気を取り入れることにより発電する。展示1日目、展示開始直後は燃料電池の性能を確認するため、可搬型の純水素ポンペを用いて模型電車を動かした。同時に、電解装置は別で稼働させ、生成した水素は現在開発中

の丸型 PEFC を発電に用いることで展示した。ブースに来られる人が増えてくる時間は、電解装置を車両の貨物部分に搭載し、実際に電解装置で生成した水素を用いて鉄道模型を動かした。おおよそ、電解装置に5～6V程度の負荷をかけ、PEFCは4V強の発電性能が得られ、図3の車両がゆっくりと周回する様子をご覧いただいた。

2日目は展示に加え、フジキン様のブースにてパワーポイントを用いたプレゼンテーションを永野君が行った。また、初日より電解装置の液漏れが生じたため、2日目はその修復などを行いながら展示を続けた。

3日目は、燃料電池の発電量が3V代に低下し、鉄道模型がわずかに動く程度となった。この原因として、トラッパーで回収できなかった水酸化カリウム水溶液のミストが燃料電池の白金触媒を被毒させたためと考え、燃料電池を分解してセパレータを洗浄し、膜電極接合体 (MEA) を新品のものに交換後、組み立てを行った。出力は4Vまで回復したものの、常時鉄道模型を動かす出力が得られず、不安定であった。今回明らかになった課題としては以下の3点であり、これらを来年度までに改善する課題としたい。

1日目は電解装置の液漏れである。電解装置の水素に対するシール性向上による耐圧性能の改善に向けた装置製作である。2点目は、燃料電池の出力安定性である。これに関しては現在開発中の丸形の燃料電池にすることで、発電時に生成する酸性の水をうまく燃料電池外に排出することで、起動停止回数に依存する金属セパレータの腐食による導電性能の維持を図る。また、燃料電池中の触媒層は本校で合成を行い作成したものであるため、市販品ほど安定的に性能を維持することができなかったことから、今後はより安定な触媒層の作成を目指して研究を進めていきたい。3点目はトラッパー液種の検討である。今回は電解装置の耐圧性能不足により、複数のトラッパーを介した水素供給ができなかったことに加え、純水を用いたため十分な中和ができていなかった可能性があり、今後は中和に最適な液種を検討する。

—感想—

SEMICON JAPAN 2013に参加して

実験室では、純水素をマスフローコントローラーにより最適な運転条件下で PEFC の開発に取り組んでいるが、実際に電解装置と組み合わせることで、システム全体としての改善課題を見出す良い機会となりました。また、研究内容を来場者の皆様にご説明申し上げて、研究の意義をお伝えすることが専門分野の学会発表とは異なり、大変難しいと感じました。非常に貴重な経験をする機会を得ることができたことに感謝申し上げます。