

燃料電池を用いた電動車いすに関する研究

長岡技術科学大学・工学部・電気系 齋藤和夫

概要 本研究では、燃料電池を電源とする電動車いすを開発し、特有な運転を提示した上で、エネルギーの管理とその有効利用について考究する。そのため、まず実験により燃料電池の特性を分析し、それに基づいた有効な制御法を検討する。続いて、各種運転モードに対して、新設計のモータ駆動回路による最適な駆動方式を確立する。更には、エネルギー・フローに基づく考察より、この電動車いすシステムの優位性を検証する。

1. 研究の背景

近年、地球環境問題や化石燃料枯渇の危機が大きなトピックとなっており、その対策の一つとして燃料電池への期待が膨らんでいる。一方、わが国では既に高齢化社会が始まりつつあり、今後ますます車いすの需要が高まると予想される。

このような社会的背景の下で、電動車いすへの燃料電池の適用は、時機を得たものと考えられる。他の研究機関での試作例も僅かあるが、エネルギー管理という観点での研究は見当たらない。

2. 燃料電池を用いた電動車いす

写真1に現有の電動車いすを示すが、元々この電源にはリチウム・イオン電池が用いられていた。また、本研究で用いる電源装置を写真2に示す。前方が固体高分子型燃料電池（出力：約200W）、後方に見えるのが燃料の水素を貯える水素吸蔵合金（吸蔵容量：約5000l）である。

図1に本システムにおける主要デバイスの信号とエネルギーの相関を示す。運転者がジョイスティックの操作で運転モード（前後進、左右回転、ピボット動作、等）を指示し、それに応じて左右輪のモータが駆動される。

エネルギー・バッファである大容量の電気二重層キャパシタ（EDLC）はエネルギーの授受を司り、通常は燃料電池から充電し、モータ回生動作時はその発電電力を充電する。一方、燃料電池のみではパワーが不十分な重負荷時には、EDLCより放電を行ない、モータ駆動をアシストする。

モータ駆動回路は新規に開発した4象限チョップ回路であり、各運転モードに対して、左右輪の操舵を自在に制御することができる。



写真1 電動車いす

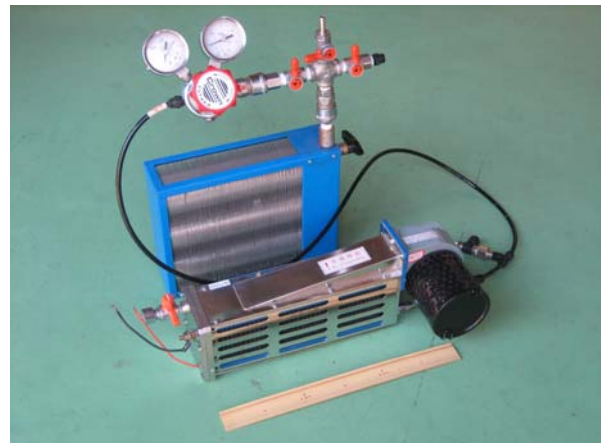


写真2 燃料電池と水素吸蔵合金

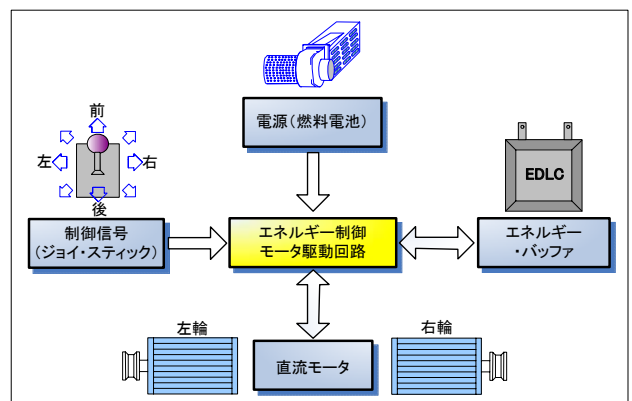


図1 主要デバイスの相関

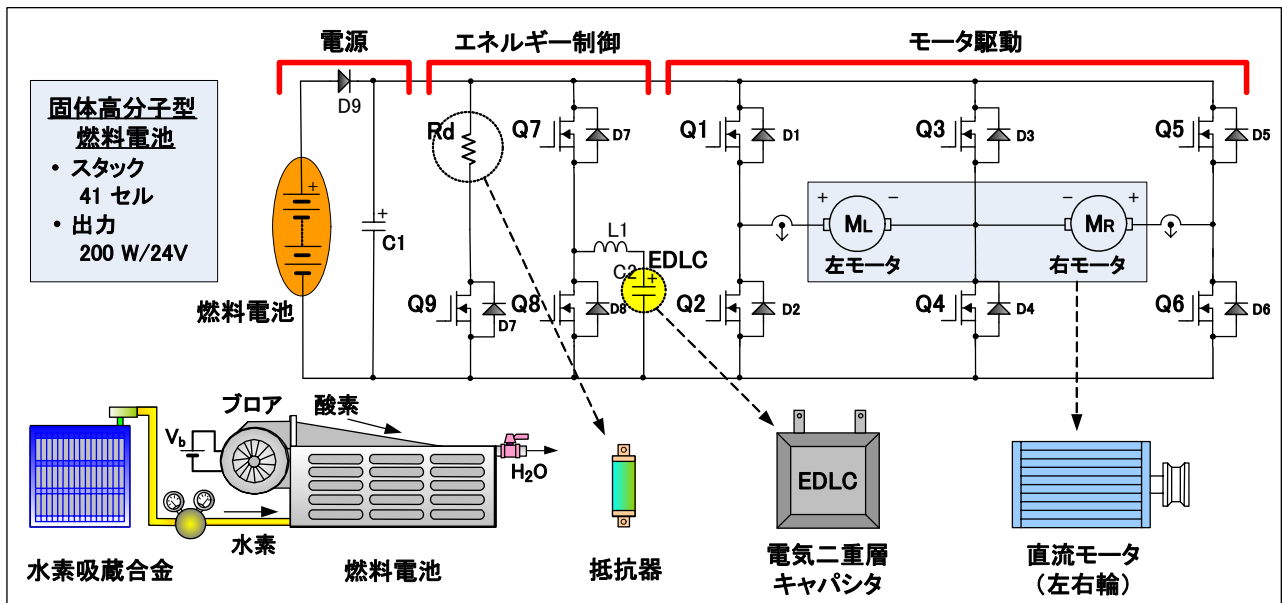


図2 電動車いすシステムの回路構成

3. 研究計画

図2に電動車いすシステムの回路構成を示す。燃料電池の基礎特性ならびにモータ駆動部の基本的動作については、既に確認済みである。しかし、燃料電池の水素ならびに酸素の供給も電子的に制御する計画であるため、以下の手順で研究を進めていく予定である。

- ① 水素と酸素（ブローを用いて空気中より吸入）の供給量をどのようにするのが最適であるか、さまざまな条件下で実験を行ない検証する。
- ② 左右輪のモータは独立自在に正逆転制御ができるが、特に左右回転時における適切な運転条件（車いすの回転半径、速度、等）を実験結果に基づいて考察する。
- ③ エネルギー授受に際しては、EDLCをバッファとして使用するため、その電気的特性の解析と最適な活用法を検討する。
- ④ 燃料電池／EDLC／モータ間のエネルギー・フローについては、多種類のモードが考えられる。その一つ一つに対する最適条件を考察し、各モードに応じた制御法を実現する。
- ⑤ それぞれのデバイスを実装した上で、電動車いすに要求される本質的な性能を充足するかどうかを検証する。

なお、本システムではSHマイコンが総ての制御に関わっているため、そのプログラムの改善はいずれの段階でも重要な課題となる。

ここで参考までに、図3(a),(b)に各デバイス間における典型的なエネルギー・フローを例示する。

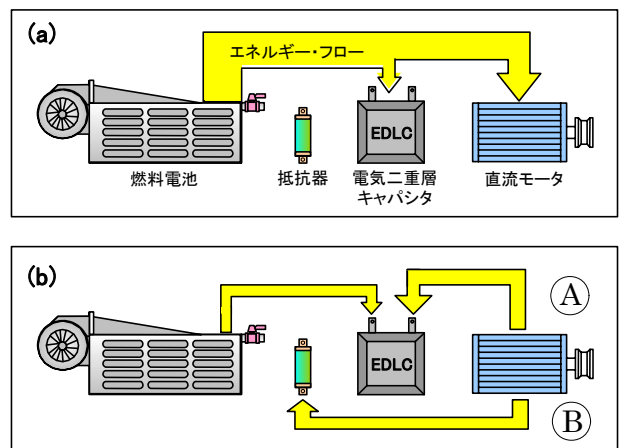


図3 エネルギー・フローの例

図3(a)より、燃料電池がモータ駆動用のパワーを供給すると共にEDLCを充電の様子が分かる。また同図(b)に示すように、制動時にはモータ再生動作によってEDLCを充電するが（Case A）、これがフル充電の場合は、抵抗器によってエネルギーが消費されることになる（Case B）。

4. まとめ

本研究では、燃料電池を用いた電動車いすシステムを開発し、更にエネルギーの有効利用に関する考察を行なう。加えて、車いすの乗り心地や安全性に関する検討も重要と考えている。

得られた成果が、電動車いすの設計指針に一石を投げ、またエネルギー諸問題に対し、多少なりとも貢献できることを期待している。