

長距離巡航型 AUV 用次世代燃料電池の開発

○百留 忠洋・中谷 武志・吉田 弘（海洋研究開発機構）
谷 俊彦・伊藤 栄基・杉原 洸貴（三菱重工業株式会社）

海中・海底の調査や探査において、有人潜水船・無人探査機・海底ステーション等の海中機器は必要とするデータを効率的に取得するための重要なツールである。これらの機器の移動や観測装置の操縦は電子制御により行われ、これには電力を供給するための動力源が必要となる。このため海中機器の開発において動力を確保することが重要な要素技術となる。海洋は天候により調査の動向が左右されやすいため、無人探査機等の移動式機器は長時間電力を供給可能な動力源を得ることでより長期的な調査や探査が期待できる。この動力源については、運用性や稼働時間の観点から可能な限り軽量・省スペースが望まれる。海洋研究開発機構では、海中用動力源としてのさまざまな技術課題に応えるために高効率の燃料電池システムの開発を行っている。

当機構では、高発電効率や高エネルギー密度を有する燃料電池に着目し、将来の海中機器用の電源として供しうるものにするため 1991 年から研究開発を進めてきた。その結果、無人の深海巡航探査機「うらしま」の電源として閉鎖式燃料電池システムを開発し、2005 年には海中航走の世界記録となる連続航続距離 317km を達成した。しかしながら、燃料電池の発電において、未反応ガスを再利用するための循環装置や、安定発電のための適正な湿潤状態を確保する加湿装置が必要であり、システム全体が大型であるという課題や、それら周辺機器の自己消費電力量が大きいという課題があった。特に循環装置は長時間の使用において故障原因となるリスクが大きく発電停止を引き起こす可能性があった。さらには発電に至るまでの起動に要する時間の長さも課題であった。

本稿では、上述した課題を新たな発想で解決し高効率・小型化を実現した閉鎖式 HEML (High Efficiency Multi Less) 燃料電池について紹介する。閉鎖式 HEML 燃料電池システムの最大の特長は、未反応の水素ガスおよび酸素ガスを循環させるための装置を使用しない (Blower-Less)、水素ガスおよび酸素ガスを加湿するための装置を使用しない (Humidifier-Less)、水素を系外にリークしない (Leak-Less) ことである。もう一つの特長は完全な閉鎖式システムである。海中では陸上とは異なり周囲から酸素を取り込むことができない。また、発電により生成する水を海中、特に深海に放出するためには環境との圧力差があるため多大なエネルギーを必要とする上に、質量と浮力のバランスを崩すことになる。このため、海中で使用する燃料電池システムは、外界からの供給および外界への放出をしない閉鎖式である必要がある。

燃料電池システムは、300W 級を試作し HEML 方式の発電性能試験により陸上、水中で確認した後に、2kW 級へと規模を拡大した。2Kw 級 HEML 燃料電池システムの外観を図 1 に、発電スタックの仕様を表 1 に示す。陸上での 100 時間発電試験時の電圧と電力の時系列を図 2 に示す。

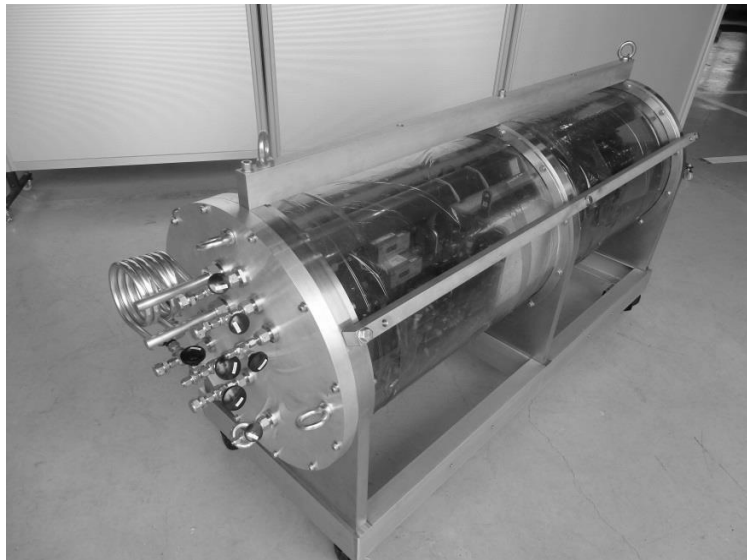


図1 2 kW級HEML燃料電池の外観

表1 燃料電池発電スタック仕様

項目	仕様	備考
燃料電池形式	固体高分子形	
スタック出力	1 kW 以上	1 スタックあたり
スタック定格電圧	30 V	1 スタックあたり 2 スタック直列の場合約 60V
定格電流	最大 40 A 程度	1 スタックあたり
発電効率	55 %以上	

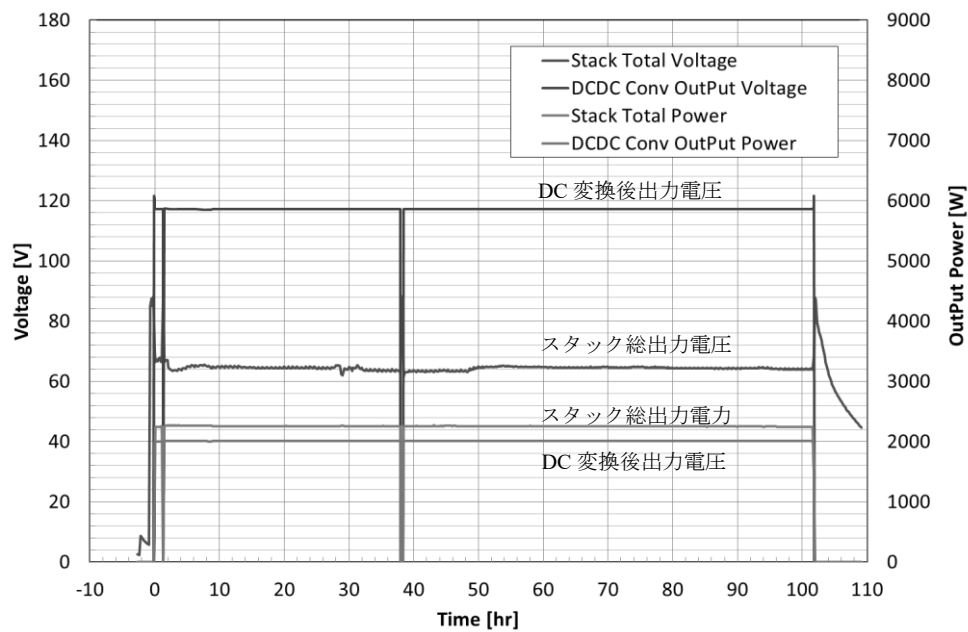


図3 陸上100時間発電時の電圧・電力時系列