

高温作動型 PEFC の特性評価

富村哲也* , 源寄晃司*

Evaluation of High-Temperature PEFC

Tetsuya TOMIMURA and Koji GENZAKI

1. はじめに

エネルギー、地球温暖化、環境問題等の解決のために新エネルギー技術の開発が積極的に進められている。その技術のひとつとして注目されているのが燃料電池および水素関連技術である。これまでリン酸形燃料電池 (PAFC) などは普及にまでは至らなかった。しかしながら、2009 年に家庭用の固体高分子形燃料電池 (PEFC) システム「エネファーム」が市場投入された。これを機に今後さらなる燃料電池の普及が期待されている。しかしながら、燃料電池は、コスト、耐久性などまだ多くの課題も残されている。

例えば、自動車や定置用として開発が進められている PEFC (室温~80 程度で作動) に用いられている電解質膜は、フッ素系や炭化水素系のものが主流である。この電解質膜に関する研究においても、高温化 (~120) や低加湿への改良が進む。一方、耐熱性のある樹脂 (例えばポリエーテルエーテルケトン (PEEK) , やポリベンゾイミダゾール (PBI) など) を用いた高温型の電解質膜の研究も進められている¹⁾。作動温度を高温 (100 以上) にすることにより、従来の PEFC システムに比べ廃熱の利用の増加や加湿器等が不要になることでシステムの簡略化により低コスト化がはかれる可能性が見込まれている。しかし、高温型 PEFC の電解質膜として有望な PBI 膜にはリン酸が含まれており、そのリン酸が溶出することによりセル性能の低下が懸念される。しかしながら、昨年度は PBI 系電解質膜を用いた高温作動型の PEFC による 300W 級のシステムの構築に成功し、この高温作動型 PEFC システムの可

能性を確認することができた²⁾。

本研究事業では溶出したリン酸によるセル劣化メカニズムの解明と劣化対策を目的として進めている。本報告は、基礎となるデータを取得するために、高温作動型 PEFC の発電特性評価とリン酸溶出量の評価手法について検討した。

2. 実験方法

2.1 発電試験

高温作動型 PEFC 用の膜電極接合体 (MEA: 電解質膜の両側に白金等の触媒が塗布されその上にガス拡散層により一体化されたもの) は、市販の PBI 系の電解質膜を用いた。セパレータ等の単セルホルダーは JARI 標準セルを用いた。但し、反応面積は 20.25cm² である。反応ガスは、水素および酸素を無加湿で供給した。供給ガスの利用率は、アノード・カソードそれぞれ 70%・40%とした。

燃料電池の特性評価は、長期発電試験における電圧安定性および定期的に I-V 特性、CV 評価、交流インピーダンス (EIS) とした。

長期発電試験は DSS (Dairy Start and Stop) 方式で行った。手順は以下に示すとおりである。

発電装置に単セルを設置後、アノード・カソード共にドライ窒素ガスを流しながら昇温

セル温度が規定温度に到達後、アノードに水素、カソードに酸素を供給し、開放電圧 (OCV) が安定したことを確認した後、120 秒かけて負荷電流値を 5A まで上昇

負荷電流 5A (一定) で発電

発電終了後ドライ窒素によりパージを行いセル内の水分を除去した後ドライボックス内でセルを保存

* 電子・機械研究課

2. 2 リン酸溶出量の評価

本研究で用いた高温作動型の MEA にはリン酸が含まれているため、発電中に MEA に含まれるリン酸がセル外に溶出することが懸念される。そのため、図 1 に示すような測定系によりアノード・カソード両極の排気側からセル外に排出される残ガスを純水トラップに通すことにより溶出されるリン酸を捕らえることとした。

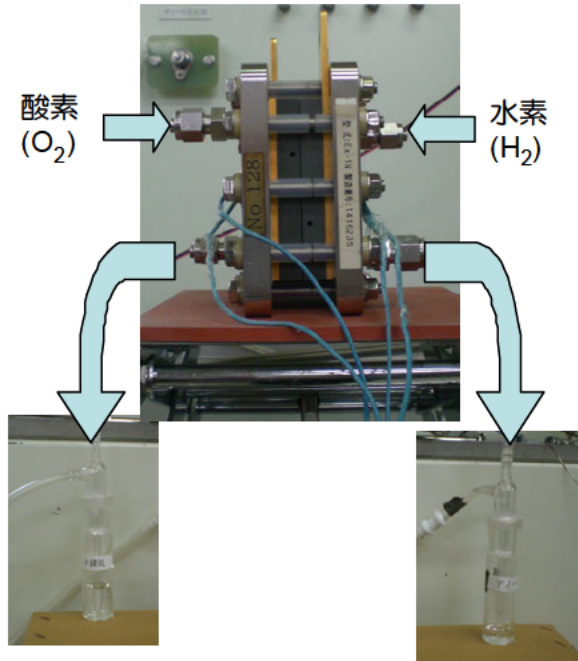


図 1 高温作動型 PEFC の実験系イメージ

回収したトラップ水は ICP 発光分光分析装置を用いてリン濃度を測定した。但し、発電に伴い反応により生成水がセル内で発生するため、トラップ水の量は時間経過に伴い増加する。そのため、発電量を一定にすることで理論的に計算される生成水が水蒸気等の状態でセル外に残ガスと共にすべて排出されると仮定し検討を進めた。

3. 結果および検討

図 2 にセル温度 140°C における定電流 (5A) 発電時の電圧安定性を示す。なお、200 時間の発電試験は DSS 方式で 35 日かけて行った。図 3 は、50 時間毎の I-V 特性を示す。最初 (0h) の I-V 特性は、低い性能を示したが、エージングの効果により 50 時間以降の I-V 特性は安定していることが判る。また、負荷電流 5A における電圧安定性についても、DSS 方式で試験を行っているため若干ばらつきがあるが

顕著な電圧低下はこの時間領域では見られない。また、電圧安定性試験中の排気ガスをトラップした水を 50 時間毎に ICP 発光分光分析装置を用いてリン酸濃度を測定したが、すべてのサンプルで測定限界

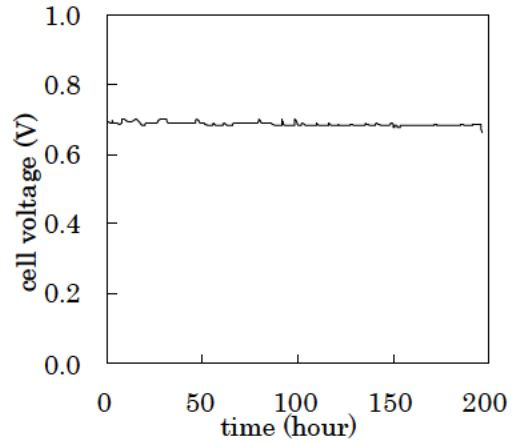


図 2 電圧安定性 (セル温度 140°C)

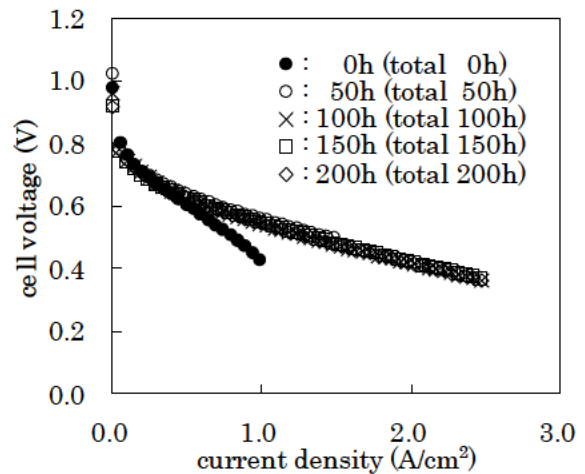


図 3 I-V 特性 (セル温度 : 140°C)

以下という結果であった。

次にセル温度 100°C における定電流 (5A) 発電時の電圧安定性を図 4 に示す。なお、試験に用いたセルは分解せず 140°C 200 時間の発電を終えた MEA をそのまま用いた。セル温度 140°C の場合と同様に 200 時間の発電試験は DSS 方式で 30 日かけて行った。図 5 は、50 時間毎の I-V 特性を示す。

セル温度 140°C の時 (図 2) に比べ、負荷電流 5A 時におけるセル電圧は、40mV 程度低い値ではあるが時間経過に伴う顕著な電圧低下は確認できず安定して 200 時間発電していた。また、電圧安定性試験中の排気ガスをトラップした水を 50 時間毎に ICP

発光分光分析装置を用いてリン酸濃度を測定したが、すべてのサンプルで測定限界以下であった。

今回設定したセル温度条件は、実際に定常状態として考えられる 100 以上の液体として水が存在

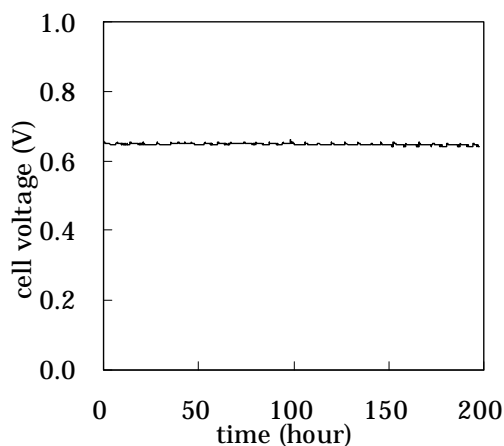


図4 電圧安定性 (セル温度 100)

しない温度領域である。そのため、200 時間程度の発電においては、安定した性能でありリン酸溶出も確認できなかった。しかしながら、セル温度を 70 にして発電試験を行った場合、数時間で非常に顕著な電圧低下とリン酸溶出が確認できた。そのためセル温度および負荷電流値の影響 (反応による生成水の影響) とリン酸溶出量の関係も含め今後検討を進める必要がある。

4. 結論

高温作動型燃料電池の電解質膜として有望なポリベンズイミダゾール (PBI) 系の膜電極接合体 (MEA) を用いたセルを対象として、セル劣化メカニズムの解明につながる基礎データ取得のために、

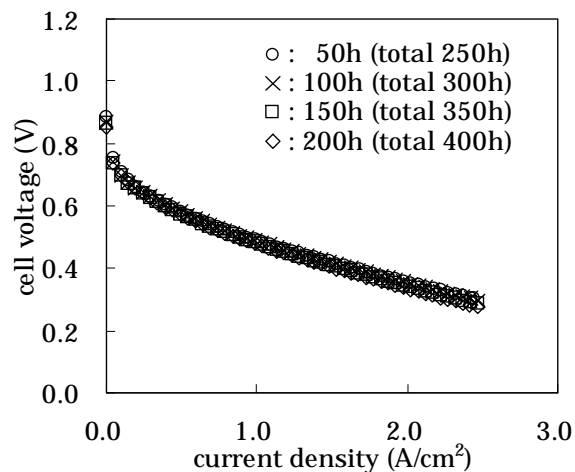


図5 I-V 特性 (セル温度: 100)

高温作動型 PEFC の発電特性評価とリン酸溶出量の評価手法について検討した。

その結果、100 以上のセル温度であれば安定した発電性能を示し、リン酸溶出も確認できなかった。しかしながら、セル温度 70 では非常に顕著な性能低下を示しリン酸溶出も確認した。そのため、セル内に存在する生成水の影響が非常に影響していることが推測される。

参考文献

- 1) 宗内篤夫ほか：“中温形 PEFC の必要性和意義”。燃料電池, 7, p76-79 (2007)
- 2) 庄山昌志ほか：“300W 級中温燃料電池スタックの開発”。三重県工研報, 34, p6-13 (2010)

(本研究は法人県民税の超過課税を財源としていません)