

# スポットライト

～第6回「高校生・高専学生ポスター発表」優秀賞～

## マグネシウムとヨウ素を用いた二次電池開発

福島県立福島高等学校

岡部 和 松本大和  
松田汐良 飯塚遙生

私たちは、マグネシウムとヨウ素を用いて二次電池を作ることをテーマに研究を行っています。この研究<sup>(1)</sup>は2014年から開始され、私たちは一学年上の先輩から受け継ぎました。現在は二次電池の作製を行っています。

先行研究<sup>(1)</sup>では、負極に金属マグネシウム、正極に炭素棒を使用しました。負極室溶媒は炭酸ジエチル(DEC)と炭酸エチレン(EC)を等しい体積比で混合させた溶液(50 vol%  $C_5H_{10}O_3$ -50 vol%  $C_3H_4O_3$ ) (以下、混合溶液 A)にヨウ化カリウムを  $0.30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  になるように溶かしたものを、正極室溶媒は混合溶液 A (40 mL)にヨウ化カリウム(0.12 g)とヨウ素(1.5 g)を溶かしたものを使用しました。塩橋は混合溶液 A (2.5 mL)にヨウ化カリウム(0.12 g)を溶かし、ゲル化剤(N-カルボベンゾキシ-L-イソロイシルアミノオクタデカン)で固めたものを使用しました(以下、電池 1)(図 1, 表 1)。このとき電流をほとんど流さない状態で測った起電力が 1.67 V,  $1000 \Omega$  の抵抗につないだ時の電圧(以下、端子電圧)が 0.67 V, 電流は計測不可能(0.1 mA 未満)でした(この時の値は二電極法で計測しました)。内部抵抗を改善するために塩橋の断面積を拡大させたり、溶媒にアルゴンバブリングを施したりと改良を加え、起電力 2.09 V, 端子電圧 1.38 V, 電流 1.3 mA を記録しました。起電力上昇の理由は、アルゴン

バブリングにより総括反応が変化したことが考えられ、端子電圧と電流が変化した理由は、内部抵抗が減少したからだと考えられます。しかし、この段階の課題は、充電ができないこと、まだ内部抵抗が大きいこと、プラスチック板で作った塩橋が溶解してしまうことがあげられました。

本研究では、まず一次電池だったものを二次電池にすることを目標に研究を始めました。充電するためには、正極室に電圧を加えたときに電子を離すものが必要となりますが、私たちは塩化物イオンに注目し、塩素ガスを直接正極溶媒中にバブリングし、ヨウ化物イオンを酸化させることで、塩化物イオンを生成しました。そして、1日放電させた後に 3 V の電圧で充電をしました(以下、電池 2)。結果は、起電力が 1.70 V, 端子電圧が 0.89 V, 電流が 2.5 mA でした。また、さらに 1日放電すると端子電圧は 0.74 V まで低下しましたが、もう一度 3 V で充電すると 0.77 V に回復しました。次に私たちは、端子電圧を上げる工夫を考察しました。1つ目は支持電解質についての検討です。カリウムイオンを除去することを目的に支持電解質をヨウ化カリウムから塩化マグネシウム無水物に変えて実験を行いました。カリウムイオン除去の理由は、マグネシウムよりもイオン化傾向が高いカリウムが負極溶媒室にイオン化していると、マグネシウムがイオン化しにくくなる考えたためです。2つ目は塩橋についての検討です。塩橋材料としては極性が高く、難電気分解性で

表 1 先行研究<sup>(1)</sup>の電池の組成。

構成物質	正極室	負極室	塩橋
集電体/活物質/導電体	炭素棒	Mg 棒	ゲル(0.10 g)
溶媒	DEC+EC (40 mL)	DEC+EC (10 mL)	DEC+EC (2.5 mL)
溶媒添加物	I <sub>2</sub> (1.53 g) KI(2.0 g)	KI(0.50 g)	KI(0.12 g)

※DEC+EC とは炭酸ジエチルと炭酸エチレンを体積比 1:1 で混合させた溶液(50 vol%  $C_5H_{10}O_3$ -50 vol%  $C_3H_4O_3$ )

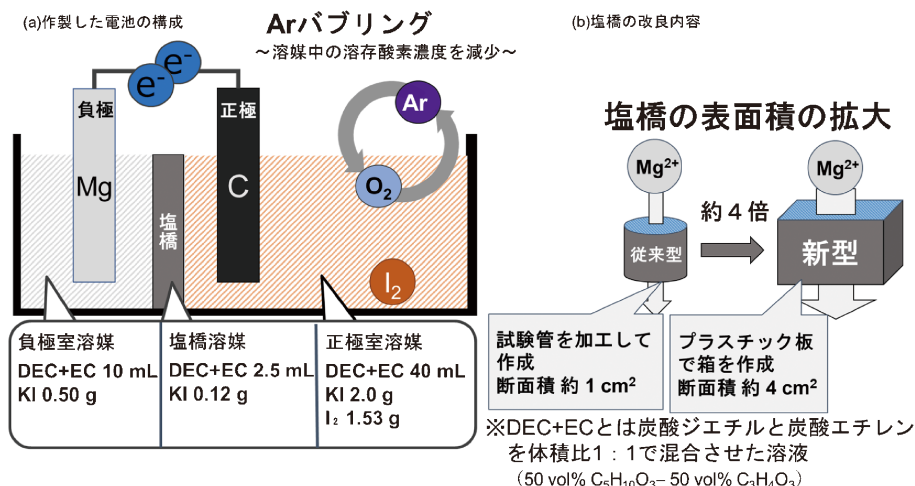


図 1 (a) 先行研究<sup>(1)</sup>の電池の構成, (b) 塩橋の改良内容。(オンラインカラー)

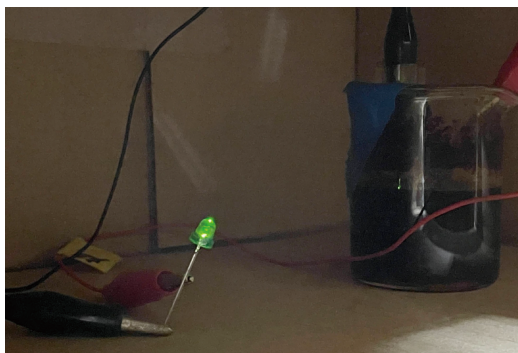


図2 作製したマグネシウム電池(電池3)により発光するダイオード。(オンラインカラー)

あるものが適しています。この2つの特徴を満たす、イオン液体に私たちは着目しました。そのイオン液体として、私たちは1-ブチル-3-メチルイミダゾリウムテトラフルオロボラートを使い、それを固めることのできるゲル化剤<sup>(2)</sup>、N-(L- $\alpha$ -アスパルチル)-L-フェニルアラニン-1-メチルエステルを使用しました(以下、電池3)。結果は、起電力2.23 V、端子電圧1.02 V、電流が1.5 mAでした。最後に、発光ダイオ

ード(起動最低電圧は1.0 V)を光らせることができた私たちの電池3の写真を載せます(図2)。

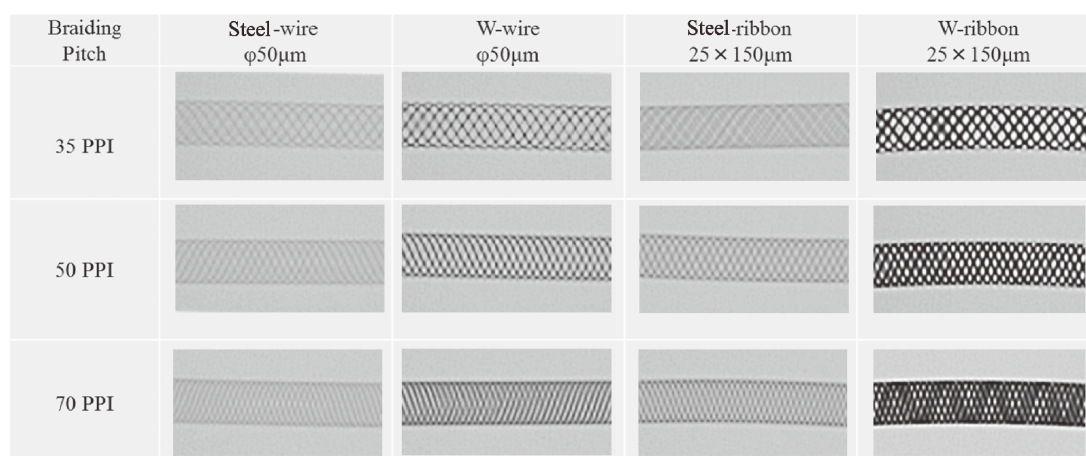
今年度は昨年度に引き続き多くの発表会がオンラインで開催され、発表の際、現地に行くことができずにもどかしい思いをしました。そこでパソコンでZOOMを利用した発表会を多く経験しました。そのような発表会を通して、改めてインターネットとパソコン機器の偉大さを感じました。そこで、我々の電池を作製することの重要性を再確認することができました。今回、多くの先生方に聴いていただき、数多くの助言をいただくことで新たな視点を得ることができました。それをもとにこれからの研究を発展させていきたいと思っています。

## 文 献

- (1) 菊地裕斗, 先崎啓太, 蓋尊哲, 金子温思, 菊田優菜, 三浦大翔, 齋藤優之介, 小野寺葵, 中村心音: 福島高校課題研究論文, (2019), 47.
- (2) 英謙二, 鈴木正浩, 白井汪芳, 福井啓朗: 化学工業, **55** (2004), 790-795.  
(2021年11月30日受理)[doi:10.2320/materia.61.172]  
(連絡先: 〒960-802 福島市森合町5-72)



## ~美しい金属の写真~



\*2PPI, picks per inch

Fig. 1 X-ray photographs of the steel mesh and W mesh.

<Ryojiro Hijikata, Takayuki Shiraiwa, Manabu Enoki, Kensuke Matsubara and Kei Tokumoto  
“Evaluation of Mechanical Properties of Catheter Shafts under Cyclic Bending”  
Mater. Trans., **58** (2017), 1049-1054 より転載>