

【研究要旨】	マグネシウム空気電池の改良	ステージ部門
愛媛県立西条高等学校	副島 彩七、鎌田 結衣、日下 夏実、青井 美早紀	
<p>1. 研究の背景と目的 現在、さまざまな分野で電池の開発が求められている。災害の多い日本において、非常用電源の確保は喫緊の課題である。自然災害に対応できる電池として、マグネシウム空気電池がある。この電池は、電解質水溶液として海水を用いて以下の反応が進行する。 負極：$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$ 正極：$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$ これまでの研究から、マグネシウム空気電池の性能が劣化する主な原因は、負極の極板表面に生じる不動態の$\text{Mg}(\text{OH})_2$であるといわれている。1) そこで、本研究では、これまで開発されてきたマグネシウム空気電池をもとに、電解質水溶液と電極材の改良による高電圧化を研究目的とした。</p> <p>2. 電池の構造と実験方法 (1) マグネシウム空気電池の構造 電池の構造は、負極のMg板、電解質水溶液を染み込ませたる紙、セロハン(セパレーター)、ティーバック、顆粒状活性炭と正極材の銅メッシュまたはカーボンシートを用いた。1) また、顆粒状活性炭を10g使用し、電解質水溶液はさまざまな濃度や試薬の条件を変えた。</p> <p>(2) 実験方法 電解質水溶液については、0.10mol/LのNaCl水溶液15mL、NH₄Cl水溶液15mL、pHを10に調整したNH₃-NH₄Cl緩衝溶液10mLとEDTA水溶液5mLの混合溶液を用いた。2) また、作成したマグネシウム空気電池を導線クリップで電圧計につなぎ、抵抗値：30Ωのときの端子電圧を10分ごとに測定した。次に、電圧計・電流計・可変抵抗器を用いて、抵抗を変えながら電流と電圧を10分ごとに測定して内部抵抗を求めた。</p> <p>3. 実験結果と考察 (1) 正極材：銅メッシュとカーボンシートの比較 正極に銅メッシュを用いたものとカーボンシートを用いたものを比較すると、銅メッシュを用いた場合は電圧の降下がより早く生じていることが多かった。また、NH₄Cl水溶液は銅メッシュが青色に変化して極板が劣化したことが原因であると考えられる。以上から、先行研究と同様に、正極材にカーボンシート、電解質水溶液にNH₄Cl水溶液を用いた電池が最も高い性能を示した。</p> <p>(2) EDTAを添加した電解質水溶液の効果 pH 10の緩衝溶液と0.03mol/LのEDTAの混合溶液を用いた場合、高い性能を示したNH₄Cl水溶液の条件よりも電圧が高かった。これは、放電後に生成するMg^{2+}がEDTAとキレート化して、不動態の生成が抑制されているためであると考えられる。ただし、0.01mol/Lや0.10mol/Lでは期待される効果が得られなかった。これは、EDTAの濃度が低すぎるとキレート錯体が形成されるMg^{2+}が少なく、高すぎるとpHが10を大きく下回ってMg^{2+}とキレート化されにくいためであると考えられる。また、内部抵抗も従来の55%に抑制することができていた。以上から、適切なEDTAの濃度に調整することで、内部抵抗を抑えて高い電圧に保ち、従来法よりも高い性能を示す電池を作成することができた。</p> <p>4. まとめと今後の課題 マグネシウム空気電池の性能向上を目指して、電解質水溶液の改良に取り組んだ。電解質水溶液としてpHを10に保ったNH₃-NH₄Cl系緩衝溶液とEDTAの混合溶液を用いることで、内部抵抗が低く保たれて高い電圧を保つことができ、従来の電池を上回る性能を示すことが明らかになった。今後の課題として、正極材の活性炭の賦活を行い、さらに高性能の電池を作っていきたい。</p> <p>5. 参考文献 1) 濱野柊歩 第61回日本学生科学賞作品(2017) 新型Mg空気電池の開発 2) 東京理科大学 I 部化学研究部(2016) マグネシウム空気電池における電解液の検討</p>		