

令和 2 年度 学内研究助成金 研究報告書

研究種目	<input type="checkbox"/> 奨励研究助成金	<input type="checkbox"/> 研究成果刊行助成金
	<input checked="" type="checkbox"/> 21 世紀研究開発奨励金 (共同研究助成金)	<input type="checkbox"/> 21 世紀教育開発奨励金 (教育推進研究助成金)
研究課題名	次世代産業のための革新的バッテリー材料の開発	
研究者所属・氏名	研究代表者： 産業理工学部・岡 伸人 共同研究者： 生物理工学部・西川 博昭、産業理工学部・松本 幸三、 牟田 浩司、湯浅 雅賀、春田 正和	

1. 研究目的・内容

日本産業が今後も持続的に発展するために求められる不可欠な技術のひとつとして、高容量の革新的なバッテリー技術があげられる。本プロジェクトでは、現在のリチウムイオン電池と比較して 2 倍以上の放電容量を目標に、2 種類のバッテリー技術（リチウムイオン電池、金属-空気電池）により高容量化に必要な材料を開発する。

2. 研究経過及び成果

① リチウムイオン電池：高容量の新奇正極材料の開発

電極活物質として一般的に「結晶材料」が使用されている。例えば正極活物質である LiFePO_4 は約 $160 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ の放電容量を有する。本プロジェクトではガラス（非晶質）材料による新しい正極材料を開発している。

2019 年度は酸化バナジウムを主成分とするバナジン酸塩ガラス正極活物質を開発し、 250 mAh/g （測定電圧 $4.2 \sim 2.0 \text{ V}$ ）を上回る放電容量を実現した。さらに 2020 年度は、このバナジン酸塩ガラスに適切な熱処理を施してガラスセラミック（結晶化ガラス）とすることで、 300 mAh/g （測定電圧 $4.2 \sim 2.0 \text{ V}$ ）程度の放電容量を達成した。但し、充電・放電を繰り返すことで電池容量が大きく劣化したため、今後さらなる検討を要する。

② 金属-空気電池：新規空気極触媒の開発

次世代バッテリーとして注目される金属-空気電池は、大気中の酸素を正極活物質とするため、その放電容量は理論的にはリチウムイオン電池をはるかに上回る。但し金属-空気電池を二次電池として使用するためには、空気極上で酸素還元・酸素発生を行うための二元機能触媒が不可欠である。本研究では、金属極に亜鉛を用いた「亜鉛-空気電池（水溶液系電解質）」へ応用するための二元機能触媒を開発した。

● 「ガラス」触媒

酸化バナジウムを主成分とし（2019 年度）Ni や Mn、（2020 年度）Co を添加した新たなバナジン酸塩ガラス触媒を開発し、空気極触媒性能の向上に成功した。さらに 2020 年度からは触媒表面における酸素還元反応メカニズムを解明するために、反応に係る電子数の評価を進めている。

● グラフェンなど先端ナノカーボン材料による触媒など

ベンゼンを原料に、液中プラズマ法によりカーボンナノ材料を合成した。さらに溶媒中に不純物として（2019 年）B 源や N 源、（2020 年度）P 源を添加することで、空気極触媒性能の向上に成功した。

3. 本研究と関連した今後の研究計画

引き続き 2 種類のバッテリー技術（リチウムイオン電池、金属－空気電池）に注目し、高容量化に必要な材料を開発する。

① リチウムイオン電池

本プロジェクトで開発したガラス正極活物質のさらなる高容量化に向けて検討を進める。さらに放電・充電を繰り返したときの電池容量の劣化要因を 解明し、電池性能（サイクル特性や電池容量）を向上させる。

② 金属－空気電池

本プロジェクトで開発した触媒材料のさらなる高性能化に向けて検討する。さらに触媒表面における酸素還元反応メカニズムの解明（2020 年度より開始）や亜鉛－空気電池（フルセル）の開発を進める。

4. 成果の発表等

発表機関名	種類（著書・雑誌・口頭）	発表年月日(予定を含む)
化学工学会第 51 回秋季大会 (オンライン)	口頭発表：3 件	2020 年 9 月 24 日 (2 件)・25 日 (1 件)
第 81 回応用物理学会 秋季学術講演会 (オンライン)	口頭発表：2 件	2020 年 9 月 8 日 (2 件)
第 10 回 CSJ 化学フェスタ 2020 (オンライン)	口頭発表：1 件	2020 年 10 月 20 日
第 30 回日本 MRS 年次大会 (オンライン)	口頭発表：2 件 ポスター発表：2 件	2020 年 12 月 9 日 (ポスター 2 件) 11 日 (口頭 2 件)
第 58 回化学関連支部合同九州大会 (オンライン)	ポスター発表：3 件	予定:2021 年 7 月 3 日 (3 件)