

IRES²プロジェクト研究計画書(2024 年度)

系・センター名 電気・電子情報工学系

氏 名 稲田 亮史

☐新規 ☒継続

研究課題	ラマン分光法による酸化物系全固体電池材料の状態解析		
研究目的	(IRES²・VBL の研究テーマとの関連、および施設・設備使用目的を明らかに) 化学的安定性が高くハンドリングが容易なイオン伝導性酸化物を電解質とする全固体電池は、安全性に優れた次世代型蓄電デバイスとして、近年開発研究が加速している。電極－固体電解質を一体化する際の成型プロセス（焼結温度・時間・雰囲気等）や実際の電池動作時に電池性能の劣化が生じることがあるが、その原因として、巨視的スケールでは電極活物質の結晶構造の変質や固体電解質との界面での反応生成物が挙げられる。しかしながら、X線回折法等の現状の分析手法では粒子内部まで分析され、材料表層や界面近傍のミクロな構造変化を捉えることが困難であり、劣化要因の精査を阻害している。 本研究では、局所的な構造解析が可能な多波長ラマン分光装置を用いて、酸化物系全固体電池材料に特有の振動モード解析を行い、成型プロセス条件や実際の充放電時の性能劣化要因を特定する。共鳴ラマン散乱強度はレーザー波長に依存し、電池構成材料によってラマン活性が異なるため、特定材料の局所構造解析が可能になると考えられる。		
研究計画及び方法	(過去の経過、研究準備状況等) ラマン分光装置を用いて、置換元素・組成を変化させた酸化物固体電解質単体の分析を行った。得られたラマンスペクトルより、結晶骨格内のリチウムサイトの占積状態が置換元素・組成により変化することを確認し、イオン伝導特性への影響の可能性を示唆する結果を得ている。また、加圧焼結により電極－固体電解質複合体を作製・電気化学特性評価を系統的に行い、今後の研究の基盤となる各種データを収集している。 (今後の研究計画及び方法、利用希望設備など、IRES²教員と打合せている場合はその状況) 電極活物質および酸化物固体電解質から成る電極複合体を種々のセラミックス成型プロセス（加圧焼結、コールドシンタリング、等）を用いて作製している。作製試料のラマン分光測定を行う際に、構成材料の局所構造や結合状態を同定するために、固有振動モードが観測される領域でラマンスペクトル測定およびラマンマッピング測定を行う。得られた結果と電気化学特性の相関関係を精査し、電池特性支配因子の特定に結び付ける。		
IRE ² ・VBL 内で研究プロジェクトを行う理由	多波長レーザーを用いることで、電池材料の分極率の違いにより共鳴ラマン散乱強度を増大させることができることに加え、レーザー波長を変えることで、固有振動モードの倍音や結合音が強く観測されることが期待できる。これにより、電池材料の構造解析の他に、電極表面や電極－固体電解質界面におけるミクロ構造変化や生成異相の同定等につながる。装置に付随しているラマンマッピング測定機能を用いることで、複数のスペクトル強度比の解析から電極内構成材料の均一性を評価することも可能となる。以上のように、多波長ラマン分光装置を所有している EIIRIS 内で研究を行うことで、酸化物全固体電池材料（特に電極－固体電解質複合体）の特性支配要因の解明を行うことができると考えられる。また、EIIRIS/VBL は、材料分析に関して他研究分野の研究者からの助言や支援が得られる環境にあり、同施設内で研究を実施する意義は高いと考える。		
研究組織	研究者氏名	所属・職名	役割分担
	(研究代表者は氏名の後ろに◎を付す) 稲田 亮史 ◎ 倉橋 莞朋 村元 優太 浅井 淳希 大泉 寛太 堀 晟生	2 系・教授 2 系・博士前期 2 年 2 系・博士前期 2 年 2 系・博士前期 1 年 2 系・博士前期 1 年 2 系・博士前期 1 年	研究総括・実験計画・実験指導を担当 実験実施・解析・評価を担当 実験実施・解析・評価を担当 実験実施・解析・評価を担当 実験実施・解析・評価を担当 実験実施・解析・評価を担当
研究期間: 令和 4 年 4 月 ～ 令和 7 年 3 月(原則として3年間)			
(研究期間の始期は、研究を開始した年を記入する。終期は原則として、開始した年から3年後を記入する。)			

