

京都大学教育研究振興財団助成事業
成果報告書

平成27年7月13日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団
会長 辻 井 昭 雄 様

所属部局・研究科 工学研究科

職名・学年 博士後期課程2回生

氏 名 足 立 善 信

助成の種類	平成27年度・若手研究者在外研究支援・国際研究集会発表助成		
研究集会名	The 20th international conference on Solid State ionics		
発表題目	Electrical Conductivity, Oxygen Diffusion Coefficient and Surface Exchange Coefficient of $\text{La}_4\text{Co}_3\text{O}_{10}$ by Electrical Conductivity Relaxation Technique		
開催場所	Keystone Resort and Conference Center, Keystone, Colorado, USA		
渡航期間	平成27年6月10日～平成27年6月21日		
成果の概要	タイトルは「成果の概要／報告者名」として、A4版2000字程度・和文で作成し、添付して下さい。「成果の概要」以外に添付する資料 無		
会計報告	交付を受けた助成金額	300,000円	
	使用した助成金額	300,000円	
	返納すべき助成金額	0円	
	助成金の使途内訳	交通費(航空券、シャトルバス運賃など)	239,970円
		宿泊費等	206,500円
		学会・チュートリアルセッション参加費	42,409円
(超過分は研究費にて補充しました。)			
当財団の助成について	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) この度は国際研究集会発表助成に採択頂き誠にありがとうございました。貴財団からの御支援のおかげで渡航に伴う費用賄うことができ発表が叶いました事大変感謝しております。今後も貴財団が研究支援を継続されることを願っております。		

成果の概要 / 足立善信

報告者は、京都大学教育研究振興財団の「国際研究集会発表助成・若手」を受け、The 20th International Conference on Solid State Ionics においてポスター発表を行った。以下にその概要を記す。

研究集会の概要

The 20th international conference on Solid State ionics は、世界中から固体のイオン伝導体を専門としている研究者が一堂に会して行われる学会である。参加者、及び発表者には、Sossina M. Haile 教授 (米) や Joachim Maier 教授 (独) など、固体イオン伝導体の大家とも呼ぶべき研究者たちも含まれ、さらに存命の固体イオン伝導体の研究者としておそらく最も権威のあるテキサス大学の John Bannister Goodenough 教授も Special plenary Speaker として参加した。

今大会では口頭・ポスター合わせて 600 件を超える発表が行われた。その中には、申請者が専門とする燃料電池のカソード材料やその電極特性に関する Keynote や Tutorial も含まれており、燃料電池材料への関心度は高く、非常に専門性の高い発表・議論が行われた。

報告の概要

ペロブスカイト型酸化物の一種である LaCoO_3 は電子と酸化物イオンの混合伝導体であるため、固体酸化物型燃料電池 (SOFC) のカソード材料として使用されている [1]。同じく La-Co-O 系に属し、層状ペロブスカイト型構造を有する $\text{La}_4\text{Co}_3\text{O}_{10}$ も結晶構造の類似性から混合伝導性を有する可能性がある。しかし、この物質は熱力学的安定酸素分圧の範囲が狭いため合成や緻密化が難しく、過去に作成された焼結体の相対密度は約 40% と非常に低かった [2]。その焼結の難しさから、導電率や電荷担体はほとんど調査されていない。そこで $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{Fe}_3\text{O}_4$ の平衡を利用し酸素分圧を $\text{La}_4\text{Co}_3\text{O}_{10}$ の安定領域内に制御しながら焼結を行うことで緻密体を作製し、その導電率や酸化物イオンの拡散係数 (D_{chem})、表面交換反応係数 (k) を評価した。

$\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{Fe}_3\text{O}_4$ の平衡を利用し酸素分圧を $\text{La}_4\text{Co}_3\text{O}_{10}$ の安定領域内に制御しながら 1400 °C で焼結を行った結果、最大で相対密度 97% の $\text{La}_4\text{Co}_3\text{O}_{10}$ 緻密体を得られた。得られた緻密体を用いて導電率を測定した結果、 $\text{La}_4\text{Co}_3\text{O}_{10}$ の導電率は温度や酸素分圧と共に上昇し、酸素分圧 0.2 atm の 700 °C で $\sim 200 \text{ S cm}^{-1}$ に達した。これは、燃料電池のカソード材料として実用的に用いる場合の導電率の目標値である 10^2 S cm^{-1} を上回る値であり、代表的なカソード材料である LSCF ($\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_3$) [3] や BSCF ($\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_3$) [3] に匹敵する高い値であった。

また、酸素分圧を 1 atm から 0.2 atm に切り替えて導電率緩和測定を行い酸化物イオンの拡散係数 (D_{chem}) と表面交換反応係数 (k) を評価した。その結果、 $\text{La}_4\text{Co}_3\text{O}_{10}$ の D_{chem} と k は代表的なカソード材料のである LSC ($\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_3$) [4] や La_2NiO_4 [5] に匹敵する可能性が示唆された。従って、 $\text{La}_4\text{Co}_3\text{O}_{10}$ は中温域型燃料電池のカソード材料として有望な候補である。

[1] J. Mizusaki et al., *J. Electrochem. Soc.*, **136**, 2082 (1989).

[2] G. Amow et al., *Solid State Ionics*, **177**, 1837 (2006).

[3] P. Ried et al., *J. Electrochem. Soc.*, **155**, B1029 (2008).

[4] S. Wang et al., *Solid State Ionics*, **140**, 125 (2001).

[5] Z. Li et al., *Solid State Ionics*, **206**, 67 (2012).

謝辞

今回、貴財団からの援助により国内外の研究者と交流・討論する貴重な機会を得ることができました。この機会に得た知識を今後の研究に役立てたいと考えております。最後に貴財団の援助に重ねて深く感謝申し上げます。