

研究成果報告書

研究テーマ (和文)	キラリティを有するスピン偏極電流による電気化学的不斉合成の実現		
研究テーマ (英文)	Realization of asymmetric synthesis using chiral spin-polarized current		
研究期間	2019 年 ~ 2020 年	研究機関名	自然科学研究機構分子科学研究所
研究代表者	氏名	(漢字)	須田 理行
		(カタカナ)	スダ マサユキ
		(英文)	Masayuki Suda
	所属機関・職名	自然科学研究機構分子科学研究所・助教	
共同研究者 (1名をこえる場合は、別紙追加用紙へ)	氏名	(漢字)	
		(カタカナ)	
		(英文)	
	所属機関・職名		

概要 (600字~800字程度にまとめてください。)

電気化学反応とは電子の持つ「電荷」の自由度を利用した化学反応である。一方、電子はもう一つの自由度として「スピン角運動量」を持っている。しかしながら、スピン角運動量を制御した電流、すなわち「スピン偏極電流」による電気化学反応に関する研究はほぼ未開拓である。電子の運動方向と平行および反平行方向のスピン角運動量を有するスピン偏極電流は互いに「キラル」であり、スピン偏極電流は「キラリティを有する電流」と定義することも可能である。そこで本研究では、「スピン偏極電流による電気化学的不斉合成」の実現を目指した。

本研究の実現には、室温でスピン偏極電流を生成可能な電極の創製が必要である。本研究では、キラル分子トンネル過程によるスピン選択制、Chiral-induced spin selectivity(CISS)効果を応用し、複数回のキラル分子トンネル過程、すなわち多重 CISS 効果による高スピン偏極率の実現という手法を着想し、キラル分子による Au ナノ粒子ネットワークを作製し、金属伝導性と室温で 80 %を超える高いスピン偏極率を併せ持つ電極を作製することに成功した。

作製した複合電極を作用電極として用い、10-camphorsulfonic acid(CSA) から 10-sulfonic acid borneol へのエナンチオ選択的還元反応を行った。スピン偏極電流を用いた還元反応における鏡像異性体過剰率を定量するため、D-dithiothreitol の層数を 0、1、5、7 層それぞれ積層した電極を作用電極として還元反応を行った後、キラルカラムを用いた高速液体クロマトグラフィーにて分離・定量した結果、層数が増加するに従って異性体過剰率が次第に増加する傾向が観測され、最終的に 25 %程度の異性体過剰率が得られた。この値は、強磁性 Ni 電極により報告されている異性体過剰率 11.5 %を大きく上回る結果である。

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）						
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	

英文抄録（100語～200語程度にまとめてください。）

Spin-polarized current with the angular momentum oriented parallel or antiparallel to the direction of electron propagation has chirality. In this study, the novel electro chemical asymmetric synthesis by use of “chiral spin-polarized current” has been developed.

Firstly, the novel chiral electrodes composed of the layer-by-layer structure of chiral-dithiol molecules and gold nanoparticles that can create highly-spin-polarized current have been created. This electrode utilizes multiple chiral-induced spin selectivity (CISS) effects and the spin-polarization rate over 80 % was realized even at room temperature.

By use of this novel electrodes, asymmetric reduction of 10-camphorsulfonic acid(CSA) was performed. The enantiomeric excess estimated by the high performance liquid chromatography analysis equipped with a chiral column increased by increasing the number of chiral layers. Finally, the enantiomeric excess of 25 % was realized that was much higher than reported value (11.5 %) realized by ferromagnetic Ni electrode.