

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		高効率な二酸化炭素還元反応のためのイオン液体反応場の開発			
研究テーマ (欧文) AZ		Development of Reaction Field using Ionic Liquid for Efficient CO ₂ Reduction			
研究氏 代表 者	カタカナ CC	姓) イノマタ	名) トモヒコ	研究期間 B	2017 ~ 2018 年
	漢字 CB	猪股	智彦	報告年度 YR	2019 年
	ローマ字 CZ	INOMATA	TOMOHIKO	研究機関名	名古屋工業大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		名古屋工業大学 大学院工学研究科 生命・応用化学専攻・准教授			
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>イオン液体は CO₂ 還元反応に有用であることが判明しているが、製造コストが高く、大規模に工業利用することが難しい材料である。我々は、イオン液体の CO₂ 還元に対する興味深い性質に着目し、電極の表面に嵩高いイオン液体を修飾し、修飾されたイオン液体間に生成する反応場を CO₂ 還元を利用することを着想した。これにより、必要最小限のイオン液体を用いて CO₂ 還元反応を行うことができる。本研究では、この電極上に修飾されたイオン液体で構築された反応場（イオン液体反応場）に CO₂ 還元を触媒、あるいは促進する分子を固定化し、高効率での CO₂ 還元反応可能な材料の開発を目指した。</p> <p>まずサイズの異なる複数の電極修飾用イオン液体を設計・合成し、それらを修飾して構築したイオン液体反応場の性質を評価した。表面赤外分光測定から、イオン液体のサイズが小さい（アルキル鎖が短い）ものは、反応場中でアルキル鎖が伸張する傾向にあることが判明した。一方、サイズの大きい（アルキル鎖の長い）イオン液体で構築された反応場では、イオン液体のアルキル鎖が屈曲する傾向が観測され、イオン液体間の空間が狭くなることが示唆された。実際に各イオン液体反応場に外来性分子を固定化した場合の固定化量を比較すると、サイズの大きいイオン液体で構築された反応場ほど、固定化量が小さくなる傾向が観測された。これらの結果より、固定化する触媒あるいは反応促進化合物の構造やサイズに合わせて、イオン液体反応場を設計することが重要であると考えられる。</p> <p>つづいて、イオン液体反応場に触媒分子である[Ni(cyclam)]を固定化し、CO₂ 還元反応を行ったところ、溶液中での[Ni(cyclam)]を用いた CO₂ 還元反応に比べて、その反応の過電圧が大きく減少した。また反応促進分子であるイミダゾールを固定化したイオン液体反応場を用いて CO₂ 還元反応を行った場合、同様に過電圧の低下、および高効率でのメタノールの生成が観測された。CO₂ 還元反応中の時間依存および電位依存表面増強赤外吸収スペクトル測定結果から、これらの現象はイオン液体の効果により、触媒分子、あるいは反応促進分子が影響を受け、反応の活性化に繋がったものと推察される。</p>					
キーワード FA	イオン液体	CO ₂ 還元	触媒材料	反応活性化	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

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	論文標題 ^{GB}	CO ₂ Reduction Promoted by Imidazole Supported on a Phosphonium-Type Ionic-Liquid-Modified Au Electrode at a Low Overpotential							
	著者名 ^{GA}	G. Iijima <i>et al.</i>	雑誌名 ^{GC}	ACS Catalysis					
	ページ ^{GF}	1990 ~ 2000	発行年 ^{GE}	2	0	1	8	巻号 ^{GD}	8
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

An ionic liquid (IL) is one of the suitable materials for CO₂ reduction reaction. However, it is difficult to apply ILs to industrial CO₂ reduction processes because of their high production cost. We have developed the reaction field based on ILs, which is consisted of the electrode modified by bulky IL molecules. The reaction field is formed among the IL molecules modified on the electrode is usable for CO₂ reduction reaction. In this case, we can minimize the use of ILs for CO₂ reduction reaction. In this study, we have performed the efficient CO₂ reduction reaction using the reaction field based on ILs.

First, we have synthesized several ILs that have disulfide sites for surface modification. We have modified these ILs onto the electrodes and evaluated their properties. From surface FT-IR absorption measurements, ILs with short alkyl chains were tend to extend in the reaction field. On the other hand, ILs with long alkyl chains were tend to bend and shrink in the reaction field, forming the small reaction field. Thus, the amount of entrapment molecules in the reaction field based on the IL with long alkyl chains is smaller than that with short alkyl chains. This result indicates the importance of the size of the reaction fields suitable for the entrapping catalysts or promoters.

Next, we have applied the reaction fields based on ILs to CO₂ reduction reactions. When we have entrapped [Ni(cyclam)] complexes as the catalyst for CO₂ reduction reaction in the reaction field, its overpotential has quite improved compared with the reaction in the homogeneous solution. Furthermore, in the case of using the IL-modified electrode entrapped with imidazole molecules, we have observed the decrease of the overpotential of CO₂ reduction reaction and the efficient MeOH production. The surface-enhanced IR absorption measurements have indicated that ILs modified on the electrode activate CO₂ reduction reaction by the interaction with catalysts and/or promoters in the reaction field.