

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		光エネルギー変換を指向した銅(I)含有酸化物光触媒の開発			
研究テーマ (欧文) AZ		Development of Cu(I)-based oxide photocatalysts aiming at photon energy conversion			
研究氏 代表名 者	カタカナ CC	姓)カトウ	名)ヒデキ	研究期間 B	2014 ~ 2015 年
	漢字 CB	加藤	英樹	報告年度 YR	2015 年
	ローマ字 CZ	KATO	Hideki	研究機関名	東北大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		東北大学多元物質科学研究所・准教授			
<p>概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)</p> <p>本研究では太陽光エネルギー変換を指向して、可視光応答性を有する Cu(I)含有チタン系酸化物光触媒開発を行った。光触媒に適するチタン系の Cu(I)含有酸化物はこれまでに未報告であったため、チタン酸ストロンチウム(SrTiO₃)など既知のチタン系光触媒への Cu(I)置換を検討した。Zn₂TiO₄に Cu(I)を置換すると可視領域の波長の光を強く吸収する物質が得られたが、残念ながらこの物質は光触媒活性を示さなかった。一方、チタン酸リチウム(Li₄Ti₅O₁₂)への Cu(I)置換を試みたところ、Li₄Ti₅O₁₂とは結晶構造が全く異なり Cu(I)を含有する新物質が形成されることを見出した。合成条件を検討することで新物質の相純度を向上させることに成功し、ほぼ純粋な新物質を合成することに成功した。X線回折、元素分析などの結果から、得られた新物質が Cu(Li_{1/3}Ti_{2/3})O₂の組成からなる新規のデラフォサイト型化合物であることを突き止めた。これまでに Ni²⁺や Co²⁺など d¹⁻⁹電子配置のイオンを含まない Cu(I)含有チタン系酸化物は報告されておらず、本研究において d¹⁻⁹電子配置のイオンを含まない Cu(I)含有チタン系酸化物の合成に初めて成功した点は特筆すべき点である。</p> <p>一般的なチタン系酸化物はバンドギャップが 3eV よりも大きく可視光を吸収しないのに対して、Cu(Li_{1/3}Ti_{2/3})O₂のバンドギャップは 2.1eV であり、約 600nm までの幅広い可視光を吸収した。Cu(Li_{1/3}Ti_{2/3})O の可視光吸収は、Cu(I)が浅いポテンシャルの価電子帯を形成したことに起因している。Cu(Li_{1/3}Ti_{2/3})O₂の光触媒特性について調べた結果、白金微粒子を水素生成のための助触媒として担持した試料が、メタノールを還元剤とする水素生成反応に対して活性を示すことを見出した。そして、Cu(Li_{1/3}Ti_{2/3})O₂中の Cu(I)が光照射下においても安定であり、水素生成が長時間定常的に進行することが確認された。このように、本研究において水素生成能を有する新規可視光応答性光触媒 Cu(Li_{1/3}Ti_{2/3})O₂の開発に成功した。</p>					
キーワード FA	光エネルギー変換	光触媒	銅(I)含有酸化物	チタン酸塩	

(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}	Discovery of Novel Delafossite-type Compounds Composed of Copper(I) Lithium Titanium with Photocatalytic Activity for H ₂ Evolution under Visible Light							
	著者名 ^{GA}	H. Kato et al.	雑誌名 ^{GC}	Chem. Lett.					
	ページ ^{GF}	973~975	発行年 ^{GE}	2	0	1	5	巻号 ^{GD}	44 [7]
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

Development of new Ti-based visible-light-driven oxide photocatalysts containing Cu(I) has been conducted with the aim of solar energy conversion in this research. No Cu(I) containing titanates have been reported, therefore, substitution of Cu(I) for known titanates such as SrTiO₃ was examined. Although Cu(I)-substituted Zn₂TiO₄ exhibited strong absorption of visible light, this did not show activity. It has been revealed that a new Cu(I)-containing compound was formed when Cu(I)-substituted for Li₄Ti₅O₁₂ was examined. The new Cu(I)-containing compound was obtained with high phase purity through examining synthesis conditions. X-ray diffraction and elemental analysis revealed that the new compound is a new delafossite-type compound with Cu(Li_{1/3}Ti_{2/3})O₂ composition. All of Cu(I)-containing titanates reported possess d¹⁻⁹ ions such as Ni²⁺ and Co²⁺, therefore, it is noteworthy that new Cu(I)-containing titanate without any d¹⁻⁹ ions has been synthesized in this research.

Cu(Li_{1/3}Ti_{2/3})O₂ possessing 2.1 eV of band gap absorbs visible light up to 600 nm of wavelength. This is absolutely different nature from usual titanates lacking visible light absorption. The absorption of visible light by Cu(Li_{1/3}Ti_{2/3})O₂ is due to a shallow valence band consisting of Cu3d. Pt-cocatalyst modified Cu(Li_{1/3}Ti_{2/3})O₂ showed photocatalytic activity for H₂ evolution even under visible light in the presence of methanol as an electron donor. Cu(I) ions in Cu(Li_{1/3}Ti_{2/3})O₂ were very stable even under irradiation, resulting in steady H₂ formation for long time. Thus, new visible-light-driven photocatalyst Cu(Li_{1/3}Ti_{2/3})O₂ capable of H₂ formation has been developed in this research.