

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	①／乙第 号	氏 名	王 梓
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士(理学) 近藤 寛
	副査	慶應義塾大学教授	理学博士 中嶋 敦
		慶應義塾大学教授	博士(工学) 栄長 泰明
		慶應義塾大学准教授	博士(理学) 畑中 美穂
(論文審査の要旨) 学士(理学)、修士(理学) 王梓君提出の学位請求論文は「Development of Surface/Interface Sensitive <i>in situ</i> Soft X-ray Absorption Spectroscopy Techniques and Their Application to Studies on Photocatalytic System (表面・界面敏感 <i>in situ</i> 軟 X 線吸収分光法の開発と光触媒システムの研究への応用)」と題し、全 6 章より構成されている。 本論文では、軟 X 線吸収分光法 (sXAS) を用いた <i>in situ</i> (その場) 測定手法を開発し、作動している光触媒の活性表面への光誘起電荷移動の観測や光触媒関連材料と水との界面に特有な構造や電子状態の観測に応用した研究が述べられている。 第 1 章は序論であり、背景として、不均一触媒の反応メカニズムを調べるのによく用いられる放射光 X 線吸収分光が説明され、特に作動している触媒表面を直接観測する <i>in situ</i> sXAS の有用性が述べられている。一方で軟 X 線の透過力の低さゆえに応用への広がりには限定的で、不均一触媒の中でもエネルギー触媒として注目が集まる水分解光触媒への応用も限られている。このような背景の下、<i>in situ</i> sXAS の測定環境を水分解光触媒の実作動条件に近づけつつ、表面・界面感受性を高める高度化によって、作動環境に置かれた光触媒の基礎的性質や作動機構の理解を深めることに応用する本研究の目的が述べられている。 第 2 章では、本研究で使用する手法について述べられており、特に実験手法の基本になるシンクロトロン放射光、ビームライン、sXAS の各種測定モードについて具体的に説明されている。また、実験結果の解釈のために用いた密度汎関数理論や配位子場理論による計算シミュレーションについても簡潔に述べられている。 第 3 章では、光触媒の観測用に新たに開発した転換電子収量セルと測定に用いる SrTiO₃ (STO) 光触媒の合成・キャラクタリゼーションおよびそれらによる光触媒の <i>in situ</i> sXAS 観測について述べられている。この観測を通して、水分解酸素発生助触媒 (CoOOH) 表面に有効な光誘起ホールが移動するのに重要な要件が見出されている。 第 4 章では、固液界面の <i>in situ</i> sXAS を 4 種類の異なる検出モードで測定できるシステムを新たに製作し、金基板-水、金基板-トルエンをモデル系として系統的に測定を行った結果が述べられている。それらの結果の詳細な検討から、検出モードによって固液系の界面領域とバルク領域を選択的に解析できる能力が明らかにされている。 第 5 章では、4 章で述べられた固液界面用測定システムを用いて、水と接する STO および CoOOH の表面および界面の水の状態を調べるために行った <i>in situ</i> sXAS 測定の結果が示されている。これらの表面は液体環境下では、真空中とは異なる電子構造になることが見出されている。特に、CoOOH 表面は、真空中では Co が低スピン状態であるが、水中では表面近傍の Co が高スピン状態に変化することが初めて観測されている。また、界面の水の構造はバルク水とは大きく異なり、CoOOH との界面では水素結合していない OH 基がほとんど消失した水構造が見られ、STO との界面では氷に近い構造をとることが見出されている。 第 6 章では、本研究の主要な成果を総括し、本研究において開発した手法について、幅広い不均一触媒のメカニズム解明に展開できる可能性も含めて今後の発展の方向性が述べられている。 以上まとめると、本研究は、<i>in situ</i> sXAS を表面・界面に敏感かつ実作動条件に近い環境で測定できるように高度化し、それを作動環境に置かれた光触媒の基礎的性質や作動機構を調べる研究に応用した。本研究は、放射光軟 X 線分光の応用範囲を拡張すると共に、光触媒の作動機構の理解やそれを基にした新規光触媒の合理的デザインへの発展に貢献するものであり、放射光科学、触媒科学への学術的寄与は少なくない。 よって、本論文の著者は博士(理学)の学位を受ける資格があるものと認める。			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査委員会で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した。		