

研究タイトル：

## レーザープロセスによる機能性ナノ構造体の創製



氏名： 吉田 岳人 / YOSHIDA Takehito E-mail: takehito@anan-nct.ac.jp

職名： 教授 学位： 博士(工学)

所属学会・協会： 応用物理学会, レーザー学会, ナノ学会

キーワード： ナノ材料・創製プロセス, 気相レーザーアブレーション, 可視光応答型光触媒, 自己組織化

 技術相談  
 提供可能技術：
 

- ・レーザープロセス, 半導体プロセス
- ・真空・薄膜技術
- ・無機材料評価技術

### 研究内容：

持続的発展が可能な工業社会を実現するためには、環境保全が最優先である。しかしながら、エネルギー源を埋蔵燃料に依存している限りは、枯渇と汚染放出から逃れることはできない。その汚染は、CO<sub>2</sub>を中心とした温室効果ガス排出、NO<sub>x</sub>/SO<sub>x</sub>による酸性雨、有害粒状物質の排出、放射性廃棄物の生成・拡散等々、地球環境保全を脅かす深刻なものである。有害物質の除去において不可欠な機能材料が触媒粒子である。またエネルギー供給を持続的かつクリーンに行うシステムの構築は、東日本大震災以降、喫緊の最重要課題であることが再認識された。多元系酸化物材料を用い可視光誘起で、メタノールのみならず水を分解することで、クリーンエネルギー(燃料:H<sub>2</sub>)を継続的に供給することのできる光触媒が、世界で初めて報告されて以降(In<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>TaO<sub>4</sub>: Z. Zou et al., Nature 414, 2001)、この分野の研究が注目されてきた。

研究代表者は、ナノ構造機能材料の創製法として、いち早く気相パルスレーザーアブレーション(PLA)法の開発に着手し、Siナノ結晶の生成と可視光発光性を実証するとともに、1次ナノ結晶の凝集構造を、稠密な薄膜から柱状構造を経て、カリフラワー/ファイバーといったポロシティの高い構造まで制御できることを検証した(T. Yoshida et al., Appl. Phys. Lett. 68, 1996., T. Yoshida et al., J. Appl. Phys. 83, 1998)。またPLAプロセスにおいて発生する衝撃波を活用することで、非酸化性雰囲気中であっても、化学量論組成の金属酸化物ナノ結晶の低温基板成長が可能であることを解明した(Y. Yamada et al., J. Vac. Sci. & Technol. A.18, 2000)。

その後、非化学量論組成多元系金属酸化物半導体であるIn<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>TaO<sub>4</sub>のナノ単結晶(平均粒径: 4.5nm, 酸素欠損なし)の生成(T. Yoshida et al., Appl. Phys. A 93, 2008)、及びこれへのNiドーピング(NiとInの骨格置換)による可視光応答性の発現の確認をしている(T. Yoshida et al., Appl. Sur. Sci. 255, 2009)。さらに有力な助触媒とされる、NiO<sub>x</sub>のナノ結晶薄膜の生成においても、良質な結晶性と半導体特性としての明瞭な光吸収端の確認をしている。一方、窒化物としてその光触媒機能が注目されているGa<sub>2</sub>Nについても、安定で安価な純N<sub>2</sub>を反応性ガスとすることで、シングルナノ結晶化することに成功している(T. Yoshida et al., Appl. Phys. A 104, 2011)。

最近では、TiO<sub>2</sub>ナノ結晶の生成において、簡単なプロセスパラメータの調整で結晶構造(アナターゼ/ルチル)の制御が可能であり、これが非熱平衡性の気相PLAプロセスにおける冷却速度から説明できること、及び結晶性回復により、光触媒活性が向上することを実証した。現在は、気相反応性PLAを用い、その非熱平衡性によるナノ構造制御性、特に2次凝集体の自己組織化構造の形成を試みている。すなわち下層の主触媒ナノ結晶凝集膜(酸化サイト)とその上層の助触媒ナノ結晶の自己組織化網目状凝集体(還元サイト)からなり、幾何学配置が制御された複合ナノ構造を導入することで、電子-正孔対の電荷分離促進を期待している。可視光応答型光触媒としての機能を評価することで、本構造における電荷分離の促進が、光触媒活性の向上にもたらす効果を検証している。

### 提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)	
レーザードップラー振動計測計, CLV-800(ポリテック)	
レーザー散乱粒度分布測定器, SPR-7140(日機装)	
キセノンランプ光源(光学系含), SX-UID501XAMQ(ウシオ電機)	
ガスクロ質量分析器, JMS-Q1050GC(JEOL)	
レーザーアブレーションプロセス装置, 独自設計品	