

# 可視光応答性光触媒材料の評価

## ー 博士前期課程におけるセカンドメジャー科目の課題として ー

総合理工学研究科 准教授 古南 博  
(東大阪モノづくり専攻 マテリアルズ分野担当)

### 1 はじめに

本プログラムは、1) 長期・実践型 (第三世代) の産学連携教育, 2) セカンドメジャー制度導入による専門分野外の基礎知識と幅広い視野の養成, 3) 社会人力や社会感覚の養成, 国際性の涵養, 倫理・コンプライアンス教育, MOT 教育などを含む総合的な研究者・技術者教育, 4) スキルレベルの定義による目標の明確化, を含む斬新なプログラムである。プログラムの概要については、すでに紹介済みなのでここでは触れず、ここでは、2) のセカンドメジャー制度 (セカンドメジャー科目) の導入に絞って報告する。

### 2 東大阪モノづくり専攻におけるセカンドメジャー科目の設定

従来の博士前期および後期課程では1名の教員による、深く絞り込んだ課題に関する研究を中心とした専門教育が行われてきた。これが学位取得後に活躍できる分野を制限してきた面もある。一方、本プログラムでは教員、SS&SE および参画企業の技術者が連携して教育を行うので、学生は多様な価値観をもつ複数の指導者と接触する。さらに、一分野にとらわれない多様な基礎知識と研究能力が養われるように、専門の分野以外の演習科目の取得を義務づけ、専門分野以外の基礎教育を実施した (セカンドメジャー制度)。博士後期課程においては、4つの東大阪モノづくり演習 (マテリアルズ, 計測・制御, メカトロニクスおよび品質経営) を設け、セカンドメジャー科目2科目の取得を義務づけた。セカンドメジャー科目は指導教員以外の教員が担当し、専門分野以外の基礎教育 (修士レベルの知識と研究能力の修得) を実施した。また、博士前期課程においても、平成21年度より、東大阪モノづくり特別演習 (必修科目) をセカンドメジャー科目とし、専門分野以外での学士レベルの知識と研究能力を修得させた。博士後期課程における東大阪モノづくり演習の実施状況は前項で述べられているので、ここでは、東大阪モノづくり専攻博士前期1年の大学院生 (専修科目: 映像計測技術特論) に対して実施した東大阪モノづくり特別演習 (博士前期課程科目) の結果をまとめた。なお、本人の出身学科は社会環境

工学科であるため、古南が彼に対して、化学系の演習を実施することになった。

### 3 東大阪モノづくり特別演習

#### 3.1 到達目標

以下の到達目標を設定した。

- 1) 基本的な化学に関する知識を修得している。
- 2) 基本的な実験技術を修得している。
- 3) 基本的な分析技術を修得している。
- 4) 化学に関する応用事例や最新トピックスを理解できる。
- 5) 実験結果を考察し、まとめることができる。

#### 3.2 テーマの設定

テーマとして、「可視光応答性光触媒材料の評価」を設定した。理由は以下の通りである。

- 1) 専門外の学生も取り組みやすい、わかりやすい。トピックス性が高い。
- 2) 本やインターネットの情報が豊富にある (初心者から専門家まで)。
- 3) 物質系工学専攻の大学院生による支援が可能である。



Fig. 1 光触媒を取り巻く化学の基本分野

1)については、興味を持って取り組んでもらうことが重要であると考えたからである。さらに、大学院生が、将来、製品開発の際に何かしらのヒントになるかもしれない、という淡い期待も込めている。2)については、限られた時間で効率よく情報を収集するため、情報の豊富さや収集の容易さも重要であると考えた。3)については、光触媒を研究している大学院生(古南研究室)による実験のサポートやアドバイスが必要不可欠であるからである。

光触媒という機能性材料そのもの、および、その機能やその評価は、化学の分野において重要な4つの基本分野(物理化学、無機化学、有機化学、分析化学)の内容を多く含んでいる(Fig. 1)。つまり、「光触媒がわかれば、化学がわかる」ということになる。

また、光触媒に関連する専門知識を Fig. 2 にまとめた。

## 可視光応答性光触媒材料の評価

光触媒に関連する専門知識

- 無機化学: 光触媒材料、無機結晶
- 有機化学: 化学反応
- 物理化学: 熱力学、酸化還元反応、分光、光吸収、吸着、触媒
- 分析化学: 定量分析、物質収支、化学量論

Fig. 2 光触媒に関連する専門知識

これから明らかなように、光触媒に関連する基本分野のなかには様々な専門知識が含まれており、光触媒の評価を通じて多くの化学に関する専門知識を学ぶことができる。

### 3. 3 実施方法

- (1) 講義(座学): 化学反応, 触媒, 酸化還元反応, バンドギャップ励起, 分析手法など
  - (2) 調査・レポート報告(2回): 光触媒について, 可視光応答性光触媒の現状と課題について
  - (3) 実験・解析: 新規可視光応答性光触媒による環境汚染物質の分解反応, ガスクロマトグラフによる分析
  - (4) ディスカッション: 結果のまとめ方, 参考資料
  - (5) 追加調査, 報告書: 12月下旬
- (2) ~ (5)を通して, 達成度を評価した。なお, (3)の実験では, 事故の可能性や化学物質の危険性について十分に説明し, かつ, 事故がないように十分に注意して実施した。

### 3. 4 達成度の評価

到達度は口頭試問ならびにレポート提出により行った。概ね課題に沿った適切なレポートが提出され, 受講生は到達目標を達成したと判断した。

## 光触媒


太陽や蛍光灯などの光が当たると、その表面で強力な酸化力が生まれ、接触してくる有機化合物や細菌などの有害物質を除去することができる環境浄化材料です。

**原理**

①紫外線を当てる  
光触媒(二酸化チタン)に光(紫外光)が当たると、その表面から電子が飛び出します。

伝導帯

価電子帯



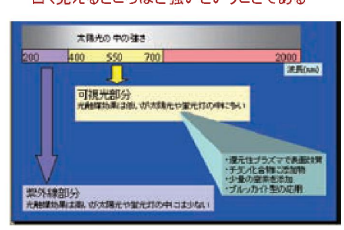
光触媒  
(TiO<sub>2</sub>)

模式図

Fig. 3 大学院生が作成したスライド(1)(アニメーションのため、図が不完全にみえる)

地球に届く太陽光が持つエネルギーの強さの概略

白く見るところほど強いということである



- 太陽光は紫外線領域では余り強くなく、大体3%程度と言われている
- 可視光領域ではエネルギーが強いので、可視光応答型光触媒の開発が行われている

Fig. 4 大学院生が作成したスライド(2)

## 可視光応答型光触媒

酸化タングステン(WO<sub>3</sub>)  
 酸化インジウムニオブ(InNbO<sub>4</sub>)  
 酸化インジウムメタルタンタル(InMTaO<sub>4</sub>)  
 (M=Cu, Ni, Co, Fe, Mn),  
 バナジウム酸ビスマス(BiVO<sub>4</sub>)など

新たな可視光応答型光触媒材料として、  
 酸化インジウム(In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)に注目した

Fig. 5 大学院生が作成したスライド(3)

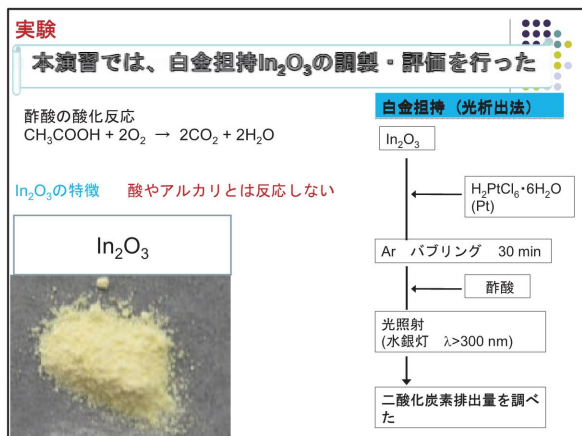


Fig. 6 大学院生が作成したスライド (4)

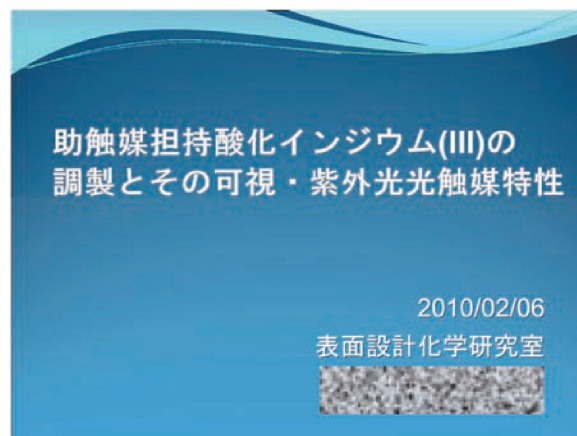


Fig. 8 卒業研究で使用したスライド (1)

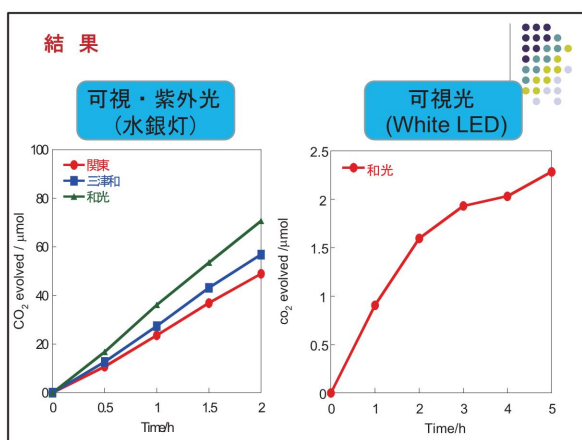


Fig. 7 大学院生が作成したスライド (5)

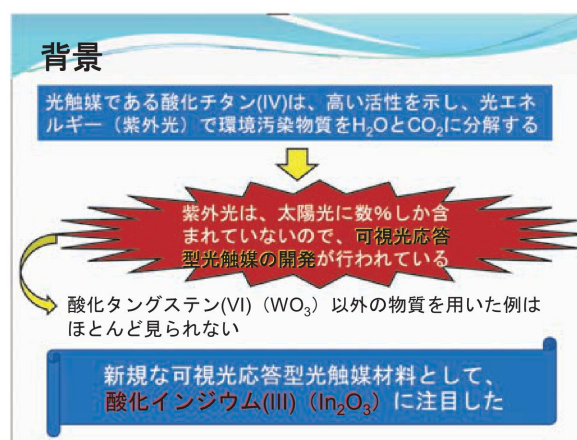


Fig. 9 卒業研究で使用したスライド (2)

### 3. 5 報告会

本プログラムの中間報告会兼第1回外部評価委員会(平成22年2月26日実施)において、古南がセカンドメジャー科目の実施内容を説明した。また、そのあとに、本科目を受講した大学院生が演習の結果報告を行った。Fig. 3~Fig. 7にそのときに使用したスライドの一部を示す。

### 4 その後の展開

昨年度の本演習科目で実施した内容および得られた結果は、化学系の研究対象として学術的に十分興味深いものであった。一方で、応用化学科古南研究室の4回生が行っていた研究テーマがあまり進展しなかったため、本人のテーマ変更の必要性が生じていた。そこで、本演習科目で得られた成果を発展させることを当該4回生の研究テーマとした。本人の努力も実り、研究が大きく展開し、最終的に4回生の卒業研究としてまとまるに至った。本人が作成した卒業研究発表会のスライドの一部をFig. 8~Fig. 10に示す。これは、本演習科目にて学士レベルの知識を修得す



Fig. 10 卒業研究で使用したスライド (3)

るといふ、セカンドメジャー制度の目的が達成されていることを明確に示すものである。

## 5 平成 22 年度の実施状況

平成 22 年度は、機械工学を専門とする大学院生 3 名を担当することになり、現在、本演習科目を実施している(原稿脱稿時)。平成 21 年度は該当者が 1 名であったが、今年度は調査報告(プレゼンテーション)に対して、相互に質疑応答(ディスカッション)ができるため、知識や情報の共有が行いやすいという利点がある。一方、古南研究室は 20 名近い学部生と大学院生が毎日実験を行っており、反応装置や分析装置の空き時間はほとんどない。新たに、本演習科目の 3 名が加わり、同時に実験を行う余裕はない。したがって、3 名は日にちをずらして、実験する予定である。