

## 金属塩含浸カーボンフェルトを用いた液中プラズマによる 有機溶剤の直接分解法の開発

〈受託事業名〉 産学共同シーズイノベーション化事業（顕在化ステージ）  
 〈委託元〉 独立行政法人 科学技術振興機構  
 〈研究期間〉 平成18年度～平成19年度  
 〈採択テーマ名〉 金属塩含浸カーボンフェルトを用いた液中プラズマによる有機溶剤の直接分解法の開発  
 〈担当部室／担当者〉 重点プロジェクト推進担当／栗原英紀、技術支援室／白石知久  
 〈共同研究者〉 メテックスサンワ株式会社、埼玉工業大学  
 〈概要〉

### 1. 背景および目的

本研究の目的は、液中で発生するプラズマを利用して有機溶剤を直接分解する方法の開発である。処理対象は、大学等研究機関及び中小規模の工場で排出または保管されている有機溶剤である。例えば、ポリ塩化ビフェニル（PCB）、TCE等の有機塩素化合物、トルエン等の炭化水素等を想定する。本処理方法の開発は、有機溶剤の保管や運搬に伴う有害物質の紛失や飛散のリスクの低減という社会ニーズに応えるものであり、係る有機溶剤を使用する研究開発のインセンティブの維持にも繋がる。さらに、ポリ塩化ビフェニル（PCB）等残留性有機汚染物質については国際的な問題（残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約：2028年までにPCBを全廃する旨の定め）であり、国際的なニーズにもなっている。

### 2. 研究開発の目標

大学等の研究室等における有機溶剤の使用場所に設置して、電子レンジ感覚で無害化処理できる新しい製品開発を目標とする。処理量 10L/バッチ程度の装置を想定する。

### 3. 研究開発の内容

#### 1) 各種金属塩プラズマの生成確認

実験装置は図1を示す。カーボンフェルト（レーヨン2500度焼成品,日本カーボン：CF）を2%金

属塩水溶液に浸漬した後、80℃恒温槽で3時間乾燥して各種金属塩を含浸したカーボンフェルト（CF/metal salt）を調製した。金属塩には、NaCl等種々の物質を用いた。2ピースのCF/metal saltを石英試験管（内径16mm）内に設置した。プラズマ発光はフォトリックマルチチャンネルアナライザー(PMA-11 浜松フォトニクス)を用いて分析した。

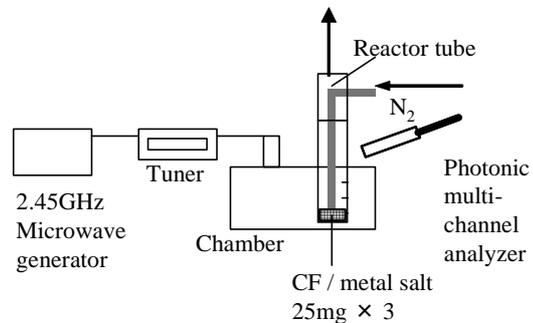


図1 発光実験装置

その結果、各種金属塩化物（NaCl、KCl、RbCl、MgCl<sub>2</sub>、CaCl<sub>2</sub>、SrCl<sub>2</sub>、AlCl<sub>3</sub>、GaCl<sub>3</sub>、InCl<sub>3</sub>、SnCl<sub>2</sub>、PbCl<sub>2</sub>、TiCl<sub>3</sub>、CrCl<sub>3</sub>、MnCl<sub>2</sub>、FeCl<sub>3</sub>、CoCl<sub>2</sub>、CuCl<sub>2</sub>、AgCl、ZnCl<sub>2</sub>、CdCl<sub>2</sub>、EuCl<sub>3</sub>）について発光スペクトルを測定した。ほとんどの金属塩化物において、大気圧大気中におけるマイクロ波プラズマ（APMP）による発光が確認された。

#### 2) レーザー干渉によるプラズマ診断

プラズマ発生装置は、図1と同様の構成で、発生したプラズマ中をレーザーが貫通するように除

き窓を開けた。金属塩は NaCl を用いた。レーザー干渉部は図2に示すように光学部品を配置した。レーザーは波長 532nm の YAG-SHG レーザー (CrystaLazer、GCL100s) を用いた。プラズマの干渉縞画像は CCD カメラ (東芝テリーCS8420i) を用いて撮像した。

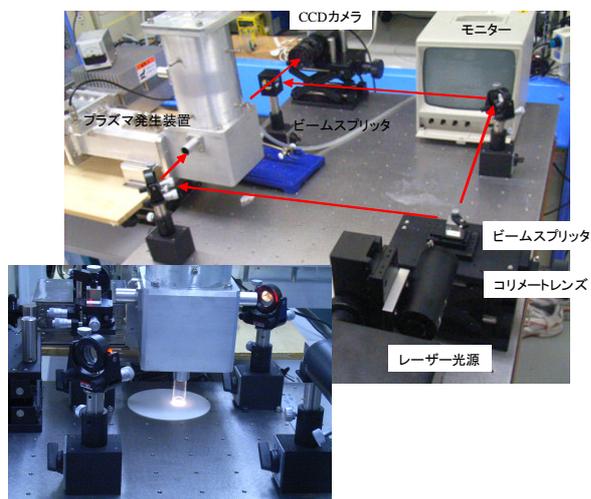


図2 レーザー干渉実験装置

得られた干渉縞画像を図3に示す。縞の濃淡は、プラズマまたは温度の差に起因するものである。この結果は、プラズマ密度および温度の分布に不均一であることを示した。すなわち、低圧でのプラズマと異なり、本プラズマは容器中一様ではなく、時間的及び空間的に揺らめきがあることを意味する。したがって、有機物の分解には、分解率の低い時間や空間ができる可能性がある。

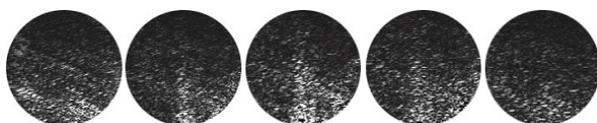


図3 プラズマのレーザー干渉縞像

3) 液体トルエンおよびメタノールの分解挙動  
 分解実験装置を図4に示す。25mg の CF/NaCl ピース 3 個と 10mL のトルエンまたはメタノールを試験管内に設置した。1.0L/min の流速で8分間窒素を流した。発生したガスは冷却水を通した冷却管を介して接続したトラップおよびガス捕集バッグに捕集した。未分解トルエンはトラップに、ガス生成物は最終的にガス回収バッグに完全

に回収される。

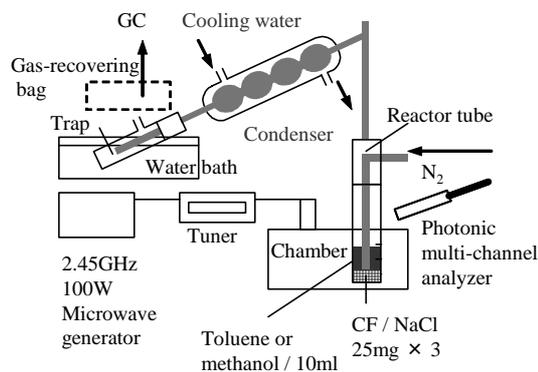


図4 分解実験装置

トルエンを用いた場合、反応管およびトラップからはトルエンのみが検出された。ガス回収バッグからは、水素およびトルエンが回収された。これに伴って、煤が反応管や配管の内壁に付着した。メタン、エタン等のほかの物質は検出されなかった。マイクロ波照射の前後における水素原子のマスバランスを検討した結果、分解挙動は以下のように結論付けられた。液体トルエンまたはメタノールは、蒸発及び分解が同時に起こった。トルエン及びメタノールにおける液中プラズマの生成挙動は、3段階に分けられた。第一段階では、液中での大気圧スパーク放電 (LPSPD) が発生し、液温が上昇した。第二段階では、液が沸騰後に、液中での大気圧マイクロ波プラズマ (LPAPMP) が生成し、トルエンの分解率が増大した。第三段階では、完全揮発後、大気圧マイクロ波プラズマ生成した。揮発と分解が同時に起こるので、揮発分を完全に処理する装置開発が課題となる。

外部発表 (論文)

- 1) 栗原英紀, 矢嶋龍彦, 表面技術, **57** (2006), 895.
- 2) H. Kurihara, T. Yajima, *Chem. Lett.*, **2007**, 526.
- 3) H. Kurihara, T. Yajima, *Chem. Lett.*, **2007**, 870.
- 4) H. Kurihara, T. Yajima, *Bull. Chem. Soc. Jap.*, **81** (2008), 656.