

## エチレン除去触媒の反応機構解析 A Mechanistic Studies on the Catalysis of Ethylene Removal for Food Freshness

原 賢二<sup>a</sup>, 石戸 信広<sup>a</sup>, 南部 宏暢<sup>b</sup>, 笠間 勇輝<sup>b</sup>, 清水 一雄<sup>b</sup>  
Kenji Hara<sup>a</sup>, Nobuhiro Ishito<sup>a</sup>, Hironobu Nanbu<sup>b</sup>, Yuuki Kasama<sup>b</sup>, Kazuo Shimizu<sup>b</sup>

<sup>a</sup>北海道大学, <sup>b</sup>(株)太陽化学  
<sup>a</sup>Hokkaido University, <sup>b</sup>Taiyo Kagaku Co., Ltd.

果物、野菜、花の鮮度を保って保管や輸送を行う際に、低温下においてエチレンを除去できる技術の開発は重要である。我々は、メソポーラスシリカに担持した白金ナノ粒子が非常に高い効率でエチレンを除去する触媒となることを見出した。触媒の作用機構の解明のために、XAFS(X-ray absorption fine structure)測定を計画した。本課題では、予備的検討として、中間体と想定される一酸化炭素の反応条件下での測定を行った。

キーワード： エチレン、XAFS、食品、白金、触媒

### 背景と研究目的：

果物や野菜など様々な植物から放出されるエチレンの量は微量ではあるが、果物、野菜、花の腐敗を進める作用をもつために効率的な除去方法の開発が求められてきた。特に、低温下で果物、野菜、花の鮮度を保って保管や輸送を行う社会的な要請は大きいため、0°C などの低温下においてもエチレンを除去できる技術の開発は重要である。我々は、近年、数ナノメートルの細孔を有するメソポーラスシリカの中に固定化した白金のナノ粒子が非常に高い効率でエチレンを除去する触媒として機能することを見出した(図 1)[1]。この触媒を用いると、0°C の低温下で 50 ppm という低濃度のエチレンでも完全に除去することが可能である。

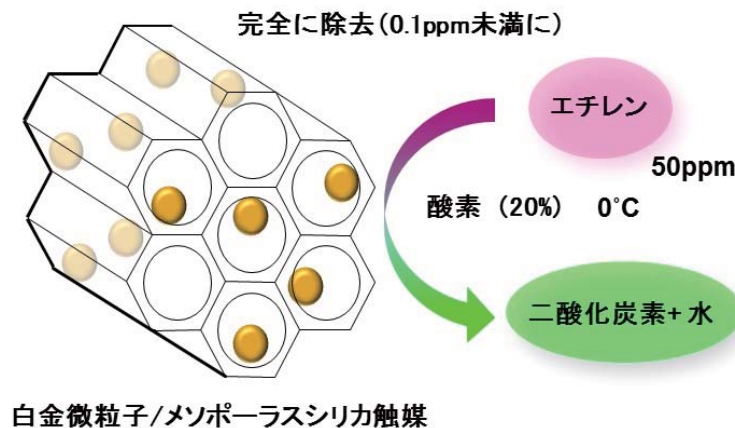


図 1. メソポーラスシリカ担持白金ナノ粒子触媒による低濃度エチレンの低温における除去

本課題では、この特異なエチレンガス分解性能を有する触媒の作用機構を明らかにすることを目的とした。これにより、さらに高いエチレン除去機能を得るための指針が得られるものと期待され、冷蔵・輸送技術としての食品関連産業への大きな波及効果が見込まれる。

これまでに反応中の白金ナノ粒子上の化学種の観測を赤外分光法により行ったところ、エチレンの分解過程に一酸化炭素が存在することを確認している。そこで本課題では、エチレンの酸化的分解反応の中間体と想定される一酸化炭素の酸化反応条件下における本触媒の白金の構造を明らかにするための XAFS 測定を実施した。

### 実験：

含浸法にて作製した白金ナノ粒子を担持したメソポーラスシリカ(1 wt% Pt/SiO<sub>2</sub>、粉末をペレット成形)を試料とした。ビームライン BL14B2 付設のガス供給排気装置を利用して前処理(水素気流下 200°C で 50 分間加熱)を行った触媒に反応ガス(0.5% CO, 20% O<sub>2</sub>, 79.5% He, 40 mL/min)を室温で導入し、4.5 °C/min で 200°C まで昇温した。この際の Pt-L<sub>III</sub>(11.5 keV, Si(311))吸収端の XAFS 測定をガスフロー型イオンチャンバー透過法で行った。触媒反応のガスの分析は質量分析装置により同時に行った。

### 結果および考察：

質量分析より、一酸化炭素の酸化は 140°C から 160°C の間まで昇温された際に開始した。140°C および 160°C ガスにおける Pt-L<sub>III</sub> 吸収端の測定結果を図 2 に示す。

酸化反応の開始温度の前後で、触媒上の白金が金属状態からより酸化された状態に顕著に変化することが明らかとなった。本触媒上での一酸化炭素の酸化は部分的に酸化された白金上で進行することを示唆する結果である。

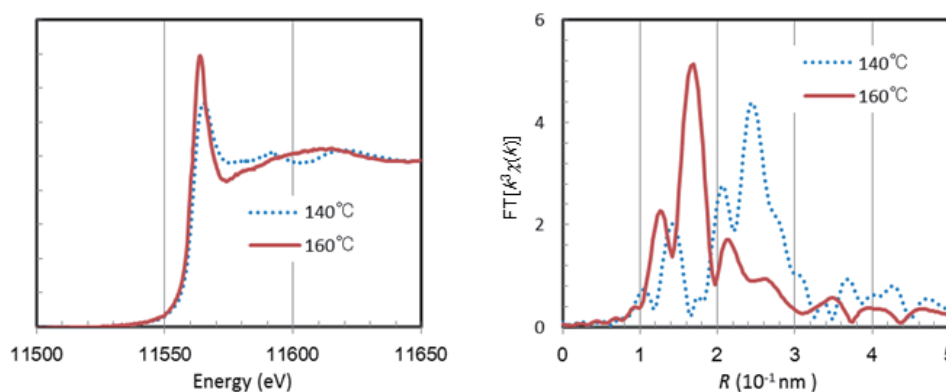


図 2. 一酸化炭素の酸化反応条件下における Pt ナノ粒子を担持したメソポーラスシリカの Pt-L<sub>III</sub> 吸収端 XANES スペクトル(左)および動径分布関数(右)

### 今後の課題：

中間体と思われる一酸化炭素を用いた今回の測定を予備的検討として、次回はエチレンを用いた酸化反応条件下での測定を実施する予定である。

### 参考文献：

[1] C. Jiang, K. Hara, A. Fukuoka, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **52**, 6268 (2013).