

# 大気下加熱によるイオン液体中での遷移金属元素のナノ粒子形成過程の理解

○ 渡邊 美紀<sup>a)</sup>、碓 智徳<sup>b)</sup>

<sup>a)</sup>宇部工業高等専門学校 技術室、<sup>b)</sup>宇部工業高等専門学校 電気工学科

## 1. はじめに

カーボンナノチューブ(CNT)は、次世代の高性能エネルギー貯蔵デバイスや電子機器の小型化及び省電力化などで求められる材料特性である機械的強度や軽量性、導電性、柔軟性などに優れる。また、その特性から様々な分野への応用を目指した研究やその合成技術に関する研究が進められている。本研究では、化学気相成長(CVD)法でのCNTの合成に用いられる金属触媒及びそのナノ粒子化に寄与するイオン液体(IL)に着目し、金属ナノ粒子を用いたSiC表面分解法によるCNTの形成過程の解明を目指している。これまでの研究で、真空環境下での加熱によるSiCのイオン液体(IL)中の金属ナノ粒子形成とナノカーボン材料の形成過程で、イオン液体分子と遷移金属元素の挙動がIL/SiC表面上の各表面構造(Si-richまたはC-rich)で異なる可能性を得ている。ナノ粒子の形状は、ナノカーボン材料の特性に影響を与える可能性がある<sup>[1]</sup>。そのため、遷移金属元素によるナノ粒子形成過程の理解とその形状制御技術は重要である。これまで、ナノ粒子形成を真空環境下で行ってきたが、プロセスの単純化を目指し、本研究では、大気下でイオン液体をナノ粒子形成の反応場として、Si-richな表面に注目して実験を行った。大気下加熱におけるイオン液体表面での遷移金属元素の挙動と基板表面におけるナノ粒子形成の状態を調べた。

## 2. 方法

イオン液体には、イオン伝導性、熱的・化学的安定性、不揮発性などの優れた特性がある。また、イオン液体は化学反応場として利用できることが知られている。金属ナノ粒子はイオン液体中に遷移金属元素をスパッタリングすることにより合成することができる<sup>[2]</sup>。触媒としての遷移金属ナノ粒子はCVD法によりナノカーボン材料を形成できることが知られている。ナノ粒子形成の基板には、Si(100)を用いた。イオン液体には、1-エチル-3-メチルイミダゾリウムビス(トリフルオロメタン)スルホンイ

ミド([EMIm][Tf<sub>2</sub>N])を選んだ。マグネトロンイオンスパッタ装置を用いてPt膜厚を10 nmから40 nmまで変化させて蒸着した。このPt/[EMIm][Tf<sub>2</sub>N]/Siを抵抗加熱による加熱で設定温度到達から10分間の加熱を行った。加熱後のPt/[EMIm][Tf<sub>2</sub>N]表面のPtの蒸着量と加熱温度の変化に伴うPtの挙動とその表面に形成される粒子の物性を走査型電子顕微鏡(SEM)/エネルギー分散型X線分光法(EDS)を用いて調べた。

## 3. 結果

図1にSi(100)基板の上に[EMIm][Tf<sub>2</sub>N]を滴下し、20 nmの膜厚でPtを蒸着し、大気中200°Cで10分間の加熱を行った表面のSEM観察画像を示した。イオン液体を滴下した表面では粒子状の濃淡があることを確認した。この表面のEDS観測では、全体がイオン液体で覆われた表面中にPtが分散されていることが分かった。イオン液体の滴下量は共通として、Pt膜厚を10 nmから40 nmの膜厚で変化し、同時に基板加熱も異なる条件で同様の観測を行った。発表では、Ptの蒸着量と加熱温度の変化に伴う挙動の変化について報告する。

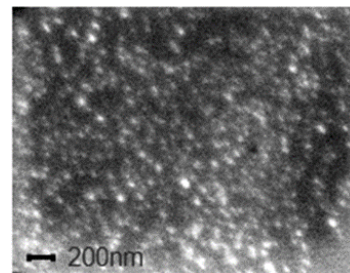


図1 Pt20 nm/[EMIm][Tf<sub>2</sub>N]/Siの加熱による表面上のナノ粒子のSEM観察画像

## 参考文献

- [1] 上村一平等, 表面科学, 31(10), 551-553 (2010).
- [2] 桑畑進等, Electrochemistry, 81(8), 635-640 (2013).

## 謝辞

本研究は、令和6年度宇部工業高等専門学校校長裁量経費(研究推進経費)の助成により実施しており、ここに深くお礼申し上げます。