

# 大学院教育支援機構（DoGS）海外渡航助成金 報告書

## Outcome report

計画名 Plan	化学工学的観点からの新規半導体ナノワイヤ分離技術の検討
氏名 Name	藤田 裕
研究科・専攻・学年 Graduate school/Division/Year level	工学研究科・化学工学専攻・修士2年
渡航国 Country	アメリカ合衆国
渡航日程 Travel schedule	2023年 10月 9日 ~ 2023年 12月 19日

- ページ数に制限はありません。No limits on the number of pages
- 写真や図なども組み込んでいただいて結構です。You can include pictures or illustrations.
- 各項目について具体的に記述してください。Please fill in each item specifically.
- 日本語または英語で記載ください。Please use Japanese or English.

### 渡航計画の概要 Outline of the travel plan

アメリカ合衆国ジョージア州アトランタに位置するジョージア工科大学で研究室を主宰する Michael Filler 教授のもとに2か月間滞在し、新規ナノワイヤ成長技術における分離工程の基礎的な検討を行った。Michael Filler 教授の研究室(以下、Filler's Lab とする。)は Chemical & Biomolecular Engineering department に属しており、日本では化学工学専攻に相当する。また、ジョージア工科大学は化学工学部門では全米トップレベルの競争力を有しており、アメリカ南部では最大級のクリーンルームを所有するなど研究環境が大変優れている。そして、Filler's Lab では主に Si をベースとした半導体ナノワイヤの成長および分離、集積をメインに研究が行われている。私は、その中でも Geode Process という Filler's Lab が開発した独自のプロセスについての研究プロジェクトに参加した。Geode Process は、中空構造を有するシリカマイクロ粒子の内部壁に Si などの無機半導体ナノワイヤを成長させた Geode を製造するプロセスである。これは、従来のボトムアップ合成に比べて、ナノワイヤ成長のために使用される基板の表面積が飛躍的に向上していることや、ナノワイヤの組成を自在にプログラミングできることから、ナノワイヤの大量合成プロセスとして有用であると考えられている。現在の Geode Process の研究の進捗としては、種々の組成のナノワイヤ成長は達成できているもののプロセス全体のスケールアップ、連続化、そして成長させたナノワイヤの分離工程などの点で未検討の内容が多かった。そこで私は、Geode Process におけるナノワイヤ分離工程に進歩をもたらすべく Geode に対するエッチング(酸やアルカリによる化学的処理)の検討を行った。

### 成果 Outcome

ジョージア工科大学の規定により、外部公開されていない技術情報については開示できないため詳細は報告できないが、以下に自身が取り組んだ課題において困難とされていた点とそれについてどのような検討を行ったか、そしてその成果の概要を示す。

#### 課題

- (1) Geode が流体内でどのようにふるまうのか(凝集するのか、流動するのかなど)がわかっていない。
  - (2) Geode のエッチング過程がどのように進むのかが観察および理解されていない。
  - (3) スケールアップのための鍵となる要因がわかっていない。
- これらの課題に対して、以下のアプローチからの克服を図った。

#### アプローチ

- (1) 流体内で単一の Geode だけを観察できるような実験系のデザイン
- (2) (1)の実験系を利用した、単一 Geode のエッチング過程の観察

(3) (2)の観察結果を利用した、一般化できる物理モデルの提案  
これらの、それぞれのアプローチに対して以下のような成果を得た。

#### 成果

- (1) スライドガラスなどの安価な材料のみで、光学顕微鏡のみによって流体内の単一 Geode を観察できる  
スモールバッチのチャンバーのデザインおよび観察手順の確立
- (2) 単一 Geode のエッチング過程(反応開始から反応終了まで)の捕捉および反応過程でのガス発生の確認
- (3) エッチングの反応過程におけるガス発生の物理モデルの提案

#### 今後の展望 **Prospects for the future**

Geode Process はスケールアップに向けてまだまだ多くの課題を抱えており、一つずつそれらの課題を解消していく必要がある。今回私が取り組んだ化学処理によるナノワイヤ分離についても、化学反応によるガス生成や、それに伴うガス及び Geode の流動のハンドリングがスケールアップにおいて重要な克服課題として理解された。そして、これらの物理現象を観察及び速度論的に解析したうえで、それらを制御する技術の開発および実験系の設計、改良が最も直近の課題になると考えられる。

末筆になりましたが、本渡航において大学院支援機構から助成金という形で資金援助をいただきました。本助成金によって日々の研究活動および生活において大きな不自由なく無事に終えることができました。厚く御礼申し上げます。