

2024年度中国人留学生研究奨励賞 授賞式並びに研究発表会  
2025年1月10日（金） 於KKRホテル東京11F 桜の間

授賞式

13:00～13:30

開会の辞 須賀 唯友 選考副委員長  
会長挨拶 山脇 道夫 会長  
賞状授与 山脇 道夫 会長  
来賓祝辞 中国大使館 祝学華公使参事官  
受賞者答辞 尹 朦 氏

研究発表会

13:30～14:30

指導教員による研究内容の解説 13:30～13:40

鈴木 研教授（東北大学 グリーンクロステック研究センター）

受賞者の研究発表と質疑 13:40～14:30

尹 朦 氏（東北大学大学院工学研究科ファインメカニクス専攻・  
博士課程在学中 D2）

研究テーマ：「歪み制御化学抵抗性ガスセンサーとその応用」

閉会の辞 岩田 修一 選考委員長



左より 山脇会長、 尹 朦 氏



岩田副会長、山脇会長、陳会員、須賀理事



尹 朦 氏 鈴木教授 祝学華公使 王方氏



祝学華公使の挨拶



尹 朦 氏挨拶 鈴木教授



鈴木教授 講演



岩田選考委員長質疑



永崎業務執行理事、岩田副会長、山脇会長、尹 朦 氏 祝学華公使 鈴木教授 須賀理事 王方氏

## 受賞者

尹 朦 (Yin Meng) 1998 年 6 月 18 日生

### 研究テーマ：「歪み制御化学抵抗性ガスセンサーとその応用」

東北大学大学院工学研究科ファインメカニクス専攻 博士課程 在学中 (D3)

指導教員：鈴木 研 (東北大学 グリーンクロステック研究センター教授)

推薦者：陳迎 (東北大学大学院工学研究科 先端材料強度科学研究センター教授)

## 受賞者答辞

皆様、こんにちは。現在、東北大学博士3年生の尹 朦と申します。この度は、このような輝かしい賞を賜り、心より感謝申し上げます。名誉ある賞をいただき、大変光栄に存じます。

私がこの賞を受賞できたのは、決して私一人の力ではありません。日々、私を支えてくださる多くの方々のおかげであり、ここに深く感謝申し上げます。特に、私の研究生活を通じて熱心にご指導いただきました鈴木研教授、陳迎教授に、この場を借りて心から感謝の意を表します。先生方からいただいたご指導や励ましは、私にとってかけがえのない財産であり、研究の壁にぶつかったときも、何度も前に進む力となりました。

また、この賞は、私が取り組んでいる研究テーマの重要性や可能性を認めていただけた結果だと感じております。私の研究はまだ道半ばではありますが、今回の受賞を励みに、さらに精進し、研究に対する情熱を持ち続けたいと思います。そして、得られた成果を社会に還元し、この分野の発展に少しでも貢献できるよう尽力してまいります。

研究生活は時に孤独で厳しいものですが、多くの方々の支えがあるからこそ続けられるものだと実感しております。家族、友人、そして日頃一緒に研究を進めている研究室の仲間にも、感謝の気持ちを伝えたいと思います。

最後に、この場を設けていただいた日中科学技術交流協会の皆様、審査員の皆様、そして会場の皆様に、改めて感謝申し上げます。本当にありがとうございました。

## 受賞者の研究報告概要

### 「歪み制御化学抵抗性ガスセンサーとその応用」

高齢化社会における高額医療費対策として、低コスト・高品質の医療を提供できる手法確立は不可欠である。最近の研究により、人間の呼気ガスの成分を分析することで、病気の指標を早期発見する新たな予防医学のツールとして利用できるようになってきた。例えば、健康な人の呼気中のアセトン濃度は 0.8 ppm 未満であるのに対し、糖尿病患者の濃度は 1.76 ppm 以上と高い。また、呼気中のアンモニア濃度の上昇は腎臓病のマーカーとなる可能性を示している。しかし、人間の呼気には 870 種類以上のガス分子が含まれており、その濃度は 1~5000 ppb の間で変動範囲が大きい。このような背景から、人間の健康を継続的に監視・追跡し、医療システムの負担を軽減できる、高感度・高選択性のマルチガスセンサーが必要とされている。我々は通用性のあるガスセンサーの設計・開発指針を確立するために、2D 材料のグラフェンや金属 酸化物半導体  $WO_3$  を含めて色々な化学抵抗性ガスセンサーに関する研究を始めた。そこで、私は「第一原理計算に基づきガス吸着特性の予測とデバイス設計指針の確立により人間の呼気分析に適用する高感度・高選択性マルチガスセンサーの開発」という最終目標に向けて、3つのサブテーマで研究を行っている。

#### 1) グラフェン上のガス分子吸着特性に及ぼす歪みの影響の第一原理解析

数種類ガス分子に対してグラフェン表面の吸着特性の第一原理計算を行った。グラフェンセンサーはどのガスに対しても高感度であるが、特定のガスに対する選択性は弱い。この問題を解決するために、機械的な歪みによってグラフェンへのガス分子の吸着挙動を制御するという斬新なコンセプトを提案し、第一原理計算を用いてグラフェンのガス吸着特性のメカニズムを調べた。理論研究と並行に実験も行い、歪みがグラフェンガスセンサーの性能を効果的に制御できることを検証した。これらの研究は、国内外の学会で発表されて、日本機械学会 2021 年度若手研究者賞を受賞された。学術論文としても発表された。

#### 2) 欠陥グラフェン表面へのガス分子吸着特性に及ぼす歪みの影響の第一原理解析と実験研究

グラフェンの実生産過程で欠陥の発生は避けられず、欠陥はガス吸着に無視できない影響を与える。NO<sub>2</sub>の吸着特性に対する欠陥と歪みの複合効果を調べた結果、欠陥の種類や歪みによって吸着エネルギーや電荷移動が大きく変化した。さらに、清華大学の Prof. Wangyang Fu との共同研究で、CVD 法により作製した単層グラフェンに欠陥を導入し、柔軟な基板に転写して機械的応力を加えた実験を実施した。欠陥が有するグラフェンは、完璧なグラフェンより応力に対して大きな応答を示し、欠陥がガ

センサー性能の向上に寄与することを確認した。これらの研究は国内外の学会で発表され、学術論文として近日に投稿予定。

### 3) WO<sub>3</sub> ガスセンサにおける歪みの影響の第一原理解析と実験研究

歪みによる材料表面でのガス吸着挙動の制御可能性を探るため、化学抵抗性センサーでよく使用されている WO<sub>3</sub> を着目して研究を展開した。2024 年 4 月から 12 月までの 9 ヶ月間で、私は ETH、Zurich の Prof. A.T. Güntner の研究グループで客員博士研究員として在籍し、WO<sub>3</sub> 化学抵抗性ガスセンサーの実験に参加しつつ、呼吸分析に適した新規センサーの開発を目指して WO<sub>3</sub> のガス吸着特性の理論計算を行った。これらの研究は、東北大学機械科学国際共同大学院プログラムおよび日本学術振興会 JSPS-DC1 からの支援を受けている。第一原理計算により、歪みが WO<sub>3</sub> 表面のガス吸着エネルギーや電子移動に大きな影響を与え、特に重元素の d-軌道とガス分子のエネルギー準位との相互作用を調整できることを確認した。実験では、異なる基板上で WO<sub>3</sub> を成長させることで効果的に歪みが導入され、最終的に実際の環境（人の呼気ガス）での性能テストが可能であることが示された。