カーボンナノチューブ広帯域光センサによる 医薬品のインラインイメージング

In-line Imaging of Medicines with CNTs Broadband Photo-sensors

M23海自9

派遣先 第23回ナノチューブおよび低次元材料の科学と応用に関する
国際会議(フランス・アルカション)

期間 2023年6月3日～2023年6月11日(9日間)

申請者 中央大学 大学院理工学研究科 電気電子情報通信工学専攻

博士課程前期2年 木下 祐哉

海外における研究活動状況

研究目的

非破壊検査は、多くの産業で必要不可欠な技術である。その中でも医薬品は患者からの選択肢が少なく、安全性の高いものを処方して使用する必要がある。医薬品検査には破損や汚染の心配が無い電磁波計測が有効であり、従来は分光器分析が用いられてきた。しかし分光器による計測は長時間を要し、装置も大型化するため製造ラインに組み込むことが難しく、工場のインライン検査では小型で高速な検出方式が望まれている。これを受け、申請者は独自技術のカーボンナノチューブ(CNT)フィルム型広帯域光撮像素子を用い、赤外・テラヘルツ・ミリ帯での各単波長レーザを用いた非侵襲・非接触でのインラインリアルタイム医薬品撮像による非破壊異物検査及び、簡易的な識別検査に取り組んだ。

海外における研究活動報告

1. 国際会議の概要

村田学術振興財団の援助を受け、フランスのアルカションで2023年6月4日から6

月9日まで開催された国際会議「THE 23RD INTERNATIONAL CONFERENCE on the Science and Applications of Nanotubes and Low-Dimensional Materials (NT' 23)」に参加し、ポスター発表を行った。内容は修士課程でのプロジェクトをまとめたものとした。

この国際会議ではカーボンナノチューブ(CNT)などの一次元材料及びグラフェンやMoS₂などの二次元材料に関して、材料成長から構造評価、デバイス等の応用分野まで幅広い分野の発表が行われており、カーボンナノチューブを含む低次元材料を対象とする研究者同士の情報交換、コミュニティー形成にとって最適な場であると言える。例年400名の参加者を集める大規模な国際学会であり、全体が参加する基調講演、招待講演、口頭発表と、ポスター発表が行われる。

申請者はポスター発表を通じて、海外の研究者の方と研究内容に関して情報交換をし、今後の研究に活かせる有益なフィードバックを得ることが出来た。また、口頭発表及び、ポスター発表でも分野ごとに様々な発表を聴講することができ、非常に興味深い学会であった。本学会は毎年開催されており、来年度の

第24回会議は仙台での開催が予定されている。

2. 発表内容について

申請者は、本会議で医薬品非破壊検査手法に関する発表を行った。近年、非破壊検査の需要は非常に高まっており、その代表的な例として医薬品の検査が挙げられる。医薬品検査には光学イメージングが有効であり、特に材料ごとに異なる透過特性を示す赤外光 (IR) やミリ波光 (MMW)、テラヘルツ光 (THz) の利用が有効である^[1]。これらの電磁波は高い透過性を持ち、X線とは異なり侵襲性がなく比較的安全に使用することができる。そこで申請者らは高感度IR-THzブロードバンドイメージング装置^[2]を用いて、これらの帯域を用いた医薬品のインライン非破壊検査を行った。これらの帯域では、カーボンナノチューブ (CNT) 膜の高効率吸収がよく知られている。このように、IR-MMWの広帯域で多波長センシングを行うことで、透過率の違いによる汚染検査や非金属材料の同定が可能となる。

研究では、可視光からミリ波まで複数の単一波長レーザとCNTフィルム型広帯域光撮像素子の間に錠剤を一方向で流すことにより、測定系を変更することなく、一度に複数の錠剤を検査した。この取得した2次元画像から異物混入検査及び、薬剤識別検査を行う。この画像は透過具合により濃淡が変わり、透過すると黒色、透過しないと白色となる。

まず異物混入検査では、内部にプラスチック片が混入している錠剤を用意し測定を行った。この異物入りの錠剤を目視で確認することは非

常に難しいが、赤外線による撮像を行った結果、異物箇所を可視化することに成功した。

次に薬剤識別検査では、3つの錠剤でインライン検査を行い、透過率を測定した。結果として波長ごとの透過率が異なり、この違いにより薬剤識別が可能であると実証された。

以上より、医薬品の異物混入、及び識別検査の時間短縮が達成された。また、質疑応答ではこの新たな検査手法について議論し、有益な知見が得られた。

3. 謝辞

この国際会議において、私の研究発表が幅広い研究者に向けて発信される機会を提供していただきました。また、CNT分野の多くの若手研究者や国際的に著名な先生方と議論を通じて多くの知見を得ることができました。このような貴重な機会を与えていただいた村田学術振興財団の御厚意に対して心から感謝を申し上げます。

参考文献

- [1] K. Li, *et al.* Nat. Commun. **12**, 3009, 2021.
- [2] K. Li, *et al.* Sci. Adv. **8**, 19, eabm4349, 2022.

この派遣の研究成果等を発表した 著書、論文、報告書の書名・講演題目

Y. Kinoshita, S. Hirokawa, K. Li, D. Sakai, Y. Matsuzaki, Y. Aoshima, R. Ota, D. Shikichi, Y. Kawano, IN-LINE BROADBAND PHARMA IMAGING WITH CARBON NANOTUBE SCANNERS, 23rd International Conference on the Science and Application of Nanotubes and Low-dimensional Materials (June, 2023, Arcachon, France, Poster)