

2025年度 交流助成 成果報告 (海外派遣)

2025年 7月 26日

所属：早稲田大学

氏名：寺嶋 真伍



会議等名称 第23回 固体センサー・アクチュエーター・
マイクロシステム国際会議 (トランスデュ
ーサーズ)

開催地 米国フロリダ州オーランド

期 日 2025/06/28～2025/07/04

1) 会議 (研究会) の概要

TRANSDUCERS は、2年に一度開催される国際会議であり、世界中のマイクロナノ技術コミュニティの集合的な知識を高め、コミュニティの成長を促進する。奇数年に開催されるこの国際会議には、大学、研究機関、産業界、政府機関から1,200名を超えるエンジニア、科学者、専門家が一堂に会し、講演、ポスター発表、最新の進歩と可能性に関するコラボレーションイベントが開催される。「TRANSDUCERS2025」では、「小さな世界のための TRANSDUCERS」というテーマを掲げ、多様な「小さな」技術がもたらす世界的な影響に焦点を当てている。マイクロナノテクノロジーを使用した電気、機械、光学、磁気、熱、生物センサ、アクチュエータ、システムにおける最先端進歩を紹介する学会である。

2) 会議 (研究会) で発表した研究テーマとその討論内容

発表題目：SELF-CLOSING KIRIGAMI GRIPPER FOR GRIPPING OF SOFT OBJECTS

本発表の内容は、極めて柔らかく小さな物体を、外部エネルギー無しに把持できる新規構造体「セルフクロージング型切り紙グリップ」の機能と有効性を実証することである。これにより、生体組織の操作や局所投薬を可能とする新規微小デバイスの基盤技術の確立を目指す。今回の発表では、「基材厚みと梁幅の最適設計により、液滴を変形させずに把持・配置に成功した研究成果」、および「把持力や開口幅の定量評価により、構造設計と機能発現の因果関係の解明」について発表した。

発表後には聴講いただいた研究者らと討論し、将来的にデバイスとして応用する際の「駆動方法」について多くの意見をいただいた。本切り紙グリップは医療用途と工業用途に分けられる。医療用途では、形状記憶合金の伸縮力を利用する想定であったが、形状記憶合金に電流を流した場合に、体内で生体組織に影響を及ぼすのではないかという反論があった。そのため、ワイヤー駆動なども検討する必要があると考え直すこととした。また、工業用途では、ロボットアームなどの先端に取り付け、サーボモーターでの駆動を想定していた。しかしながら、



図 1. 発表者と掲示した発表ポスター

切り紙グリップが小さい物体を把持する構造体であるにも関わらず全体が大きくなりすぎるという意見を取り入れ、小型モーター（直径 6 mm 以下の円柱状）を内蔵したペンタイプのを考慮に入れることとした。上記の通り、自身では想定できなかった応用先の問題点について具体化して考える良い機会となった。

3) 出席した成果（ご自身の研究のみならず、他の研究者との交流を通じて得たものがあれば具体的に報告して下さい。）

今回の TRANSDUCERS2025 においては、切り紙グリップにおける構造設計と機能発現の因果関係や、把持する際における駆動方法について多くの質問が寄せられ、研究の将来性を見直す上で有益なフィードバックを得た。

また、会期中にはマイクロニードルおよびアクチュエータに関する複数の発表を重点的に聴講した。今後の応用研究として切り紙グリップとマイクロニードルを統合することを構想している中で、特に以下のような最新知見が非常に参考となった：

- (1) フリーズドライ法により多孔質マイクロニードルを作製する技術に関する発表：最も好ましいマイクロニードル形状は、所望の薬剤量を通過させることが可能であるという観点から中空形状である。しかしながら、直径 500 μm 以下のマイクロニードル内部に中空部分を作製することは非常に困難である。一方で、この発表ではフリーズドライにより、1 本の中空構造を対象とするのではなく、自己組織化的に複数に蛇行しながら分岐する中空部分を作製するという革新的な手法が提案された。これにより薬剤の貯留量や放出量制御が可能になる点は、今後のドラッグデリバリー設計に大きな影響を

与える。

(2) 薬剤担持可能なスポット構造を設けたマイクロニードルに関する発表：上記(1)と同様に、現行のマイクロニードルにおいては、投薬可能な薬剤量が微量であるという問題が根底にある。この発表では、表面に比較的多くの薬剤を担持しておけるスポットを設けることで、投薬量の増加や制御を可能とした研究成果である。

(3) マイクロニードルを用いた体内センシングに関する発表：マイクロニードルはドラッグデリバリー用途のみならず、生体センサとして活用可能であるということを主張した研究成果であった。将来的に切り紙グリッパを具備したシステム化を目指す上での新たな応用可能性を見出すことができた。

以上のように、本学会は自身の研究成果を発信する場であると同時に、今後の構造制御や応用展開を深化させるための重要な情報を得る機会となった。

4) その他

人工筋肉を用いて蛇行させるマイクロロボットに関する発表があった。これまで提案されてきたアクチュエータの動きは直線的なものばかりであった。これに対して、リング状の人工筋肉を作製し、印加する電圧を調整することでリング人工筋肉の直径が変化する人工筋肉アクチュエータが提案された。本リング人工筋肉を切り紙グリッパに取り付けると、切り紙グリッパに求められる円弧状の運動も実現可能であると考えられるに至った。



図 2. バンケット会場であるケネディ宇宙センターにおいて研究者らと場内を見学する様子、および会食しながら交流する様子