

平成 30 年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」

調査研究報告書(公開版)

【研究題目】

CNTとMEMS技術のソフトアクチュエータ搭載型調節可能眼内レンズへの応用

【整理番号】

TK18-035

【代表機関】

筑波大学医学医療系

【調査研究代表者(氏名)】

三橋俊文

【TIA内連携機関：連携機関代表者】

産業技術総合研究所関西センター 無機機能材料研究部門
堀内哲也

【報告書作成者】

三橋俊文

【報告書作成年月日】

2019年3月23日

【連携推進(具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等)】

1. (研究会)カーボンナノチューブの生体安全性について

場所 産業技術研究所筑波センター

日時 2018年10月18日

参加者 産総研安全科学研究部門 藤田克英, 小倉勇
産総研関西センター 安積欣二, 堀内哲也,
筑波大眼科 三橋俊文, 星崇仁

課題・討議内容

- (1) CNTを眼内に挿入することは可能か。毒性はどれくらいで、最終的にはどれだけの眼内暴露防止が必要かの調査
- (2) 細胞や血管の無い眼内に構造物の成分としてCNTを利用することは可能
- (3) ヒトへの応用時には本格的な安全性試験が必要とされる。その際には藤田先生と小倉先生に協力をお願いする

2. (海外調査出張)英国における調節可能IOLなどの研究状況

訪問先 Aston University James Wolffsohn 教授
大学発ベンチャー EYOTO の見学

日時 2018年11月19日～23日

出張者 筑波大眼科 三橋俊文

Wolffsohn教授との情報交換

- (1) 他のグループにおける調節可能IOLの開発状況(4社が開発中)
- (2) 我々の調節可能IOL技術に欠けていたソフトレンズ(人工水晶体)について、関連企業から実験用材料の提供を受けることができることになった
材料は既に入手済み。実験準備を進めている。
- (3) 2019年度以降、Wolffsohn教授とソフトレンズ企業と共同研究を推進する

EYOTO見学と代表のJonathan Dean氏との情報交換

- (1) Wolffsohn教授の率いるアカデミアから派生した大学発ベンチャー
- (2) 新方式のレンズメータ(眼鏡店向け)を製品として開発中：
我々の調節可能IOLと比較して、非常に現実的なテーマであるが、2014年の立ち上げか

ら 2018 年度には商品化を行うまでに成長しており、同一業界での funding を含めロールモデルになり得る。

3. (国内調査出張)大阪大学感覚機能形成学講座訪問

訪問先 大阪大学感覚機能形成学講座 不二門尚教授
大阪大学統合生理学教室 三好智満助教

日時 2019 年 1 月 9 日

出張者 筑波大眼科 三橋俊文

不二門教授との情報交換

- (1) 能動型の調節可能 IOL で必要とされる生体と電気的な制御について、人工網膜研究をリードしている不二門教授と三好助教の意見をきいた
- (2) 筑波大眼科と産総研には研究的な電気生理的な経験や装置が無いため、2019 年度以降、三好助教との共同研究を進める。

4. (研究会)他の方式のアクチュエータ技術の検討

第 1 回

場所 電気通信大学 新竹純助教研究室

日時 2019 年 3 月 1 日

参加者 電通大 新竹純, 産総研 堀内哲也, 筑波大 三橋俊文

内容 新竹助教から、電気接着に技術関する紹介があった

第 2 回 筑波大学眼科

日時 2019 年 3 月 22 日

参加者 電通大 新竹純, 産総研 堀内哲也
筑波大眼科 三橋俊文, 岡本史樹, 星崇仁

電気接着悪アクチュエータと眼科領域の情報交換

- (1) 第 1 回で新竹助教から紹介を受けた技術について、眼科応用について討論した
- (2) 新竹助教の電気接着技術は、眼科医療における課題を解決できるツールになりうるものであり、本プロジェクトの調査研究を継続することで大きく発展させることも可能と考えられる。

【調査研究内容（実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果）】

米国シカゴで開催された American Academy of Ophthalmology での業界調査、および新潟で研究代表者三橋自らが主催した日本眼光学学会において産総研堀内・筑波大眼科三橋・岡本・星が共同発表を行った。

眼光学学会における発表内容

- (1) 2018 年度に行った調節可能 IOL の動物眼への埋植実験の可能性評価について発表した。動物眼への調節可能 IOL の埋植方法として、強膜固定方式を提案し、調節可能 IOL モックアップ・摘出豚眼を利用した評価を行った。
- (2) 調節可能 IOL の眼内での固定が可能であること、また、その他の機能も実現可能であることを確認した。

特許出願

AMED-A 研究での成果になるが、調節量の制御方法を考案し、産総研の堀内、安積、筑波大眼科の岡本、星、三橋の連名で特許出願した。

【今後の活動予定】

2018 年度に構築できた共同研究先、また得られた情報に加え、2018 年度は開発に終始した物理的な材料(ソフトレンズとそれ使う実験系、また開発中の制御回路等)を使った非動物系、あるいは動物を使った実験を行っていく。

また、予算的、時間的に 2018 年度に開催できなかったワークショップを、James Wolffsohn 教授の来日予定に合わせて開催したい。

電通大の新竹助教との共同研究では、探索段階ということから電気接着に特化した、あるいはソフトアクチュエータとしての調査研究を行えればと考える。眼科や生体制御分野で大きな発展が期待できる技術である。

1. 実験的な研究計画

下記の 3 つの課題を、それぞれ独立にではなく、ひとつの実験プラットフォームにより評価する。

- (1) ソフトレンズの評価
- (2) CNT を使った電極の評価
- (3) 電気的な制御系の評価

これらを非動物系のモデルと、動物眼（当初は摘出豚眼、実験が進んだ場合は家兎眼）を実験プラットフォームにして研究を進める。

2. ワークショップ

Aston 大の James Wolffsohn 教授は 2019 年 9 月の国際近視学会参加(IMC)のために来日予定である。IMC 前に筑波大学において調節可能 IOL や眼科用ソフトマテリアルのワークショップの開催し、Wolffsohn 教授の口演や、日本と英国の最先端の IOL や調節再生についての議論を行いたい。

3. 電気接着の探索的な研究

電気接着に関しては、学会発表や特許の申請をしていないので具体的なアイデアの開示はできないが、調査研究の予算申請等で具体的なアイデアを紹介し、研究を進める。

以上