

令和5(2023)年度科学研究費助成事業(科学研究費補助金)
(研究成果公開促進費)「研究成果公开发表(B)」
(ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI)」
実績報告書(プログラム実施報告書)

課題番号： 23HT0057				
プログラム名： サイborgを作ろう ～世界最先端 人と機械の融合マシン技術～ シーズン XI				
所属 研究 機関	名称	横浜国立大学		
	機関の長 職・氏名	学長 梅原 出		
実施 代表者	部局	大学院工学研究院		
	職	准教授		
	氏名	加藤 龍		
開催日	受講対象者		交付申請書に 記載した 募集人数	当日の 参加者数
令和5年8月9日 ～8月10日	☐ 小学校5年生 ☐ 小学校6年生 ☐ 中学校1年生 ☐ 中学校2年生 ☐ 中学校3年生 ☒ 高校1年生 ☒ 高校2年生 ☒ 高校3年生		20人	22人
実施場所	横浜国立大学 理工学部講義棟 A棟 A101 室			
プログラムの目的 基盤研究(B)では、身障者が自己身体として強く感じることでできるサイborg技術の開発とその方法論を構築し、ただの使いやすい道具ではなく、より身体に近づいた自然な操作感を実現する次世代のサイborgデバイスの実現を目指している。 その主たる研究成果は、筋電などの生体信号から動作意図を推定する技術を用いた多くの動作を随意的に制御可能な装着型の医療福祉ロボット(筋電義手やパワーアシストデバイスなど)の実現である。そこで、本プログラムでは、開発した筋電義手やパワーアシストデバイスに直接触れてもらい、アナログな運動機能をロボットに還元することで、自分の身体機能を拡張する可能性があることを紹介する。またこれまで夢物語として描かれていたような技術を、科学研究を通じて現実化するプロセスを体感してもらい、より実践的に使える科学としての興味を持ってもらうことを目的とする。				

プログラムの実施の概要

本プログラムは、身体とロボットを融合するいわゆるサイボーグ技術を福祉応用した装着型福祉ロボットに直接触れ、模擬的にその開発プロジェクトの一員として参加することで、身体と総合科目としての理科について学んでもらうことを主な目的とする。令和5年度で11回目「シーズンXI」として、「手指切断者のための筋電義手開発」という内容で、2日間、高校生22名で開講した。

[1日目]

まず、サイボーグ技術に関する基礎知識と、世界的な研究事例を紹介する模擬講義「サイボーグ技術概論」を実施代表者が60分ほど実施した。次に当研究室で開発した「上肢切断者のための筋電義手」「5指型手術支援ロボット」「手指麻痺のためのアクティブ自助具」「拡張人工肢マニピュレータ」などを受講生にデモンストレーションと装着体験を実施した。体験した受講生は、生体信号で動くロボットを非常に興味深く操作しており、「体内挿入された手術支援ロボットハンドはどのくらいの力で臓器を把持するのか?」「アシスト装具によるアシストに慣れてしまうと本人が力を出さなくなってしまうのか」など興味を示すとともに、開発で取り組むべき問題の本質に関する多くの質問が挙がった。

次に、演習を実施した。本演習では、サーボモータでワイヤーを牽引することで動くロボット指を製作する。次に筋肉の活動電位である筋電信号を計測し、それを入力信号としてマイコンでモータを制御する。最後に、自分達で作成したロボット指と筋電制御システムを用いて多自由度筋電義手を構成し、実際の手指切断者に装着してもらい、その評価を行うといった流れである。演習では、実施協力者(大学生)8名を大学生研究員とし、大学生研究員2名に対して高校生5~6名を高校生研究員として計4グループを作り、模擬的な研究開発チームを作った。演習の前には、実施代表者から演習内容について簡単に説明をし、実際の指導は大学生研究員が行うPBL方式の演習である。

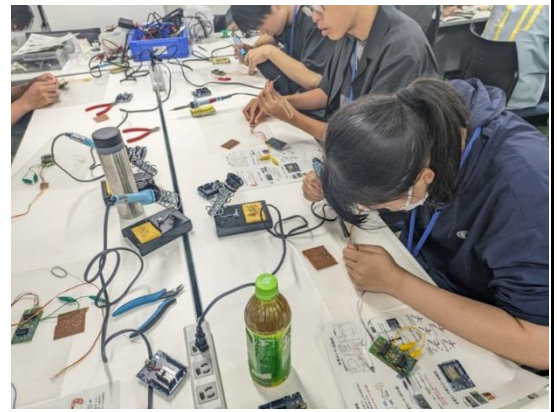


「演習1.人の指を模したロボット指を製作する～ロボット指を作ってみよう～」では、演習前にロボット製作に必要な、設計、加工、組立、調整、評価について概説した。特に新技術である積層造形(3Dプリンター)技術を紹介し、人の手指構造やそれを模倣しようとする従来のロボットハンド研究について紹介した。演習では、3Dプリンターで造形したロボット指パーツを組み立て、ワイヤーをモータでけん引することで指を動かす当研究室にて開発したワイヤー駆動型ロボット指1本の製作を実施した。モータがワイヤーを牽引すると3関節同時に屈伸するよう大学院生指導のもと受講生に組み立てさせた。本演習の目的は、実際に自分でロボットを組み立てることでものづくりの面白さと大変さを実感させること、また、身体を機械部品で表現し力学的な作用を考えることで物理学の大事さと科学への興味を深めてもらうことにある。受講生は、人の手の構造を理解しながら、外科手術のようなロボット指の組立作業に悪戦苦闘しながらも全員が組立に成功した。また、個人の能力により演習の進度に差が生じたが、進度の遅い受講生のいる班には指導する大学院生を増やし、また進度の早い受講生には、プロジェクトメンバーとして進度の遅い受講生のフォローを行わせたり、力強く指を曲げるにはどうすべきか?(トルク概念)など物理問題を考えさせる時間を設けたりなどの配慮を行った。



「演習2.生体信号を計測する～筋電を計測してみよう～」では、2つの電極の電位差の差分を増幅す

ることでノイズを増大せずに微弱な生体信号を計測する「差動増幅」の考え方を分かりやすく説明し、予め用意したアンプ回路とマイコンをワイヤー結線して筋電センサの組立を実施した。計測結果はPC上の表示アプリケーションで確認し、力をいれて筋収縮させると信号振幅が増大することを体験させた。本演習の目的は、実際に自分でセンサを組み立てることでものづくりの面白さを実感させること、自分自身の生体信号を計測することで身体についての理解を深めてもらうことである。受講生は大学生研究員の指導の下、センサの組立を実施し、自分で発した筋電信号の強弱を興味深く確認し、いろいろな身体部位で計測できることを体験していた。また、はんだづけなどの作業について不慣れな受講生が多かったが、簡単な講習を経て全員が完成させることができた。



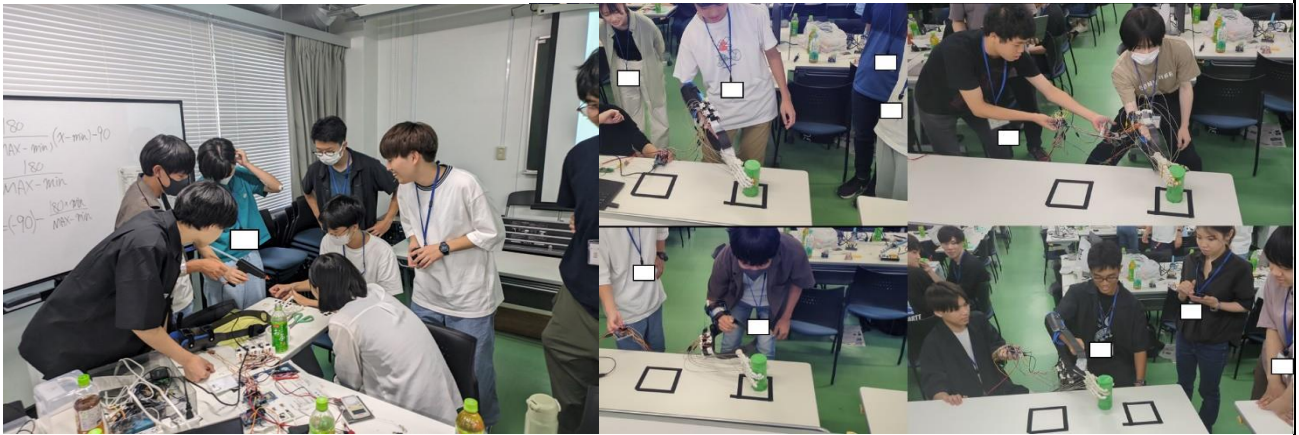
[2日目]

「演習 3.生体信号から何の動作を行いたいかを判断する」では、様々な手指動作に起因して変化する筋電の信号特徴を意識させ、特徴の違いから動作意図をどう読み取るかを説明した。また先に製作した筋電センサとマイコンを用いてロボット指(1本)を駆動するモータを制御させた。筋電信号の強度は力と相関があり、力の量に応じて角度を変化させるマイコンプログラム(C言語)を作成した。プログラムは、予め演習に必要な複数の関数(信号の積分計算やモータ制御)を用意しておき、パラメータ変更で簡単に作成できるように心がけた。本演習の目的は、実際に自分の筋電からモータを制御するプログラムを作成することで、ロボットの随意制御が実現できることを実感させること、また筋電信号の強度とモータ角度を線形に対応づけるとその関係は1次関数の形になり、自分自身で立式させることで数学が机上の理論ではなく、実際に役立つものを作る工学の基礎となっていることを実感させることである。受講生は、力の入れ具合と個人差のある筋電信号の信号強度を調べながら、それに応じたモータ角度を変化させるプログラムを作成し、受講生全員が自分で製作したロボット指の制御に成功した。また、腕だけではなく表情筋などにセンサを貼付し、表情を変えることでロボット指を制御するプログラムを作成する受講生もあり、創意工夫がみられた。



「演習 4.手指切断者の方が使えるような義手にするには？」では各グループに分かれ、グループ毎にこれまで製作した5本のロボット指を組み合わせ5指型筋電義手の模擬開発を実施した。各グループの大学生研究員をリーダーとし、グループごとに役割(義手製作担当、プログラミング担当、作業療法士役)と開発方針を決めさせて実際の筋電義手を製作した。また、当初の予定では、手指切断者に参加していただく予定であったが、交通事故によるケガのため急遽参加ができなくなったため、プログラムを「手指切断者の気持ちになって使える義手を作成しよう」に変更し、各グループの高校生1名を手指切断者役として開発した筋電義手の操作者役として演習を進めた。本演習の目的は、問題に向かってどう解決するかを議論しながらグループで成し遂げる Project Based Learning を実現すること、また実際の手指切断者に想定した使用を考えることで、このような技術を福祉応用するための難しさや

その意義を体感してもらうことである。切断肢を想定した腕に装着した1つのセンサから手の開閉を制御するグループや2つのセンサから得られる信号の強弱を比較し手を開閉するグループなどが存在し、創意工夫が垣間見られた。また制御方法を決定するのにグループ内での議論が白熱するなど真剣に取り組む姿勢が見られた。最終的には、全グループが筋電義手を完成させ、制御のしやすさには優劣はあったが全ての班で物体把持及び移動のタスクを行うことができた。上手く動かなかったグループに関しても開発の難しさや研究が失敗の連続であることを説明しフォローした。すべての演習が終了した後修了式(未来博士号の授与)を行った。



本演習を通じて、サイボーグ技術の医療・福祉応用への理解を深めるとともに、大学研究室で行う肢体不自由者への補助技術の研究開発の一連のプロセスを体験させることができたと思う。また事務関連とは密に協力体制をつくり、当日前後の準備、後始末、その他の各種書類の作成の協力をいただいた。また、広報活動として、本学オープンキャンパス時でのチラシ配布や本学ホームページでの告知など広報活動を精力的に行った結果、20名定員のところ40名を超える応募者があった。さらに、安全面に関しても参加者に事前の保険に加入していただいたこと、1グループ5-6名に分け大学院生が実習指導とともに細心の注意で安全対策に留意したことで、怪我ならび事故等などの発生がなかった。また今後の発展としては、題材として筋電義手だけでなく他の福祉機器への応用させることが可能であるため、実際に受講生に設計させる時間を設けるなども行っていきたい。以上、報告となるが、本プログラムを通じて終了後のアンケート結果をみても高校生の理系への興味を十分刺激できたのではないかと考える。