

空気圧・シーケンス制御体験型実習装置の研究 (アシストスーツの製作)

静岡県立沼津工業高等学校

教諭 佐藤 克彦

1. 研究の目的

本科は、実践的なものづくり教育を通して学習の動機付けや確かな学力の確立、自己有用感(効力感)の育成、プレゼンテーション力やコミュニケーション力の向上の育成に取り組んできた。しかし、工業教育を取り巻く環境は厳しく、特にものづくりのすばらしさを継承していく工業高校生が、少子化や大学進学率の上昇、ものづくりに対する魅力の低下などにより減少し続けている。また、工業高校の施設や機器についても老朽化が目立ち、ものづくりに魅力を感じてほしい中学生に伝えることが難しくなっているのが現状である。

しかし、逆風の風潮の中でも工業高校の教員は、ものづくりの魅力継承と地域を支える人材育成を常に考えながらアイデアと発想を活かし、生徒の興味関心を広げて授業をおこなっている。今回、取り巻く環境が厳しい状況の中でアイデアや発想を活かした新しい教材として空気圧・シーケンス制御体験型実習装置を考えた。

この教材の製作を生徒と教員が共同でおこなうことで、①ものづくりに必要な技術・技能、マネジメントの育成、向上を図る。②実践的な教材製作という観点から研究機関である神奈川工科大学や静岡理科大学(岡山理科大学)、行政機関(医療・福祉分野)であるファルマバレーセンターの協力、さらにアシストスーツのロボット化を視野に入れた企業(岳南光機(株)芝浦機械(株))とのコラボレーションなど産学官の協力体制、③各団体との話し合いにリモートでの話し合いを増やし ICT 機器の活用や情報、制御系の知識など学科、系列を横断しながら製作現場の DX 化を進めることを目的とした。

2 アシストスーツ製作研究に求めるもの

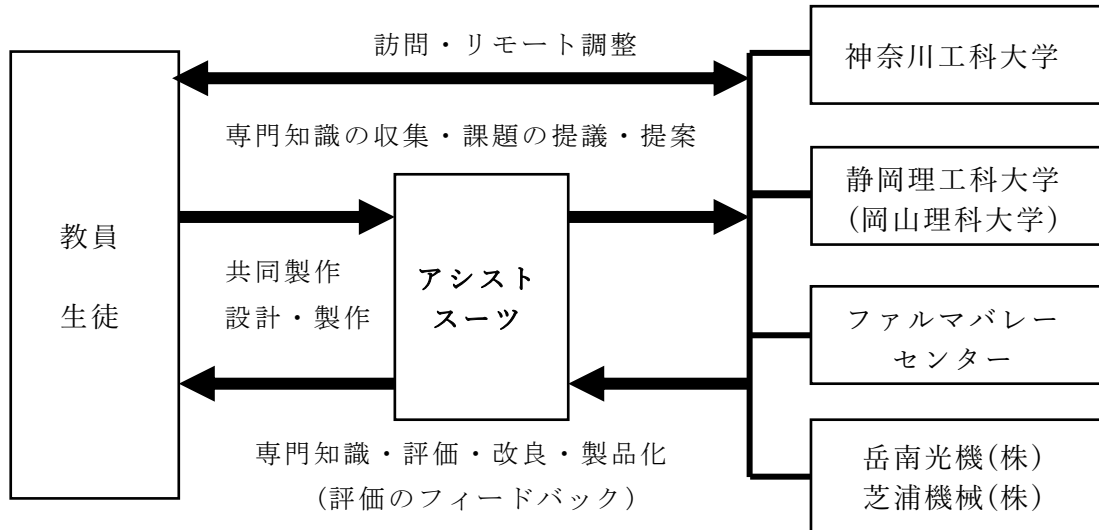
今研究を進めるに当たり学科として求めるものについて話し合いをおこないまとめた。①アシストスーツの製作を研究テーマにすることで、生徒や教員はシーケンス制御の基本原理を実際の応用例を通じて学ぶことができ、製作実践を通して設計(理論)と製品づくりの難しさを体感することができる。②ロボティクスや自動化技術が急速に進化している中で、アシストスーツはこれらの技術を活用した製品であり、制御実習に取り入れることで生徒のものづくり技術の向上に役立てることができる。③アシストスーツの製作は、機械工学、電子工学、ロボット工学、プログラミング技術など、多くの学習領域に関わっており、広域的に横断する知識と技能を習得するための機会になる。④アシストスーツは、重作業を要する場面での作業効率を向上させ、人間の肉体的負担を軽減するためのデバイスであり。このデバイスの制御を学ぶことは、実社会での問題解決への道を開くことに繋がる。⑤新しい技術やアイデアを実装したアシストスーツの開発は、革新的な発見や改良を生むきっかけとなり、生徒や教員が取り組むことで、新しい視点や発想(イノベーション)力を育成することができる。⑥アシストスーツは、高齢者や障害者の移動の支援、作業環境での安全性向上など、社会的なニーズにも対応する技術であり、設計・製作に取り組むことで社会貢献にも繋がってくる。⑦コロナ下の中で、従来の対面的なコミュニケーション力から ICT を活用したデジタルコミュニケーション力が求められている。機械科の教員と生徒のデジタルコミュニケーション力の育成を考え、リモートを多様化することでスキル、テクニック、ハウツーを学び新たなコミュニケーション力を身につけることができる。以上のことからシーケンス制御体験型実習装置としてのアシストスーツの製作は、教育的、技術的、社会的な側面から多角的に意義があり、生徒の自己肯定感や有用感の育成プレゼンテーショ

ンカや教員マネジメント力の育成、社会貢献はもちろん地域を支える技術者育成に繋がっていくと考える。

3 研究の概要

(1) 研究組織

本研究では、主に生徒主体の製作活動を進めながら、サポートする教員と神奈川工科大学と静岡理科大学(岡山理科大学)、ファルマバレーセンター、企業(岳南光機(株)芝浦機械(株))の連携がうまく進められるよう各団体と調整しながら継続的な意見交換を行った。



※製作を通して得たノウハウ・スキル(技術・技能)・ナレッジ(知識・知見)・テクニク(裏技・秘技)・ハウツー(方法)を共有する。

(2) 研究の手法と日程計画及び活動内容

アシストスーツの製作研究は、部品の調達や大学、企業の訪問日程等の調整、製品の技術的な問題などで当初のスケジュールから大幅に遅れてしまったために修正をしながら進めた。

4月～5月 アシストスーツの基本的な構成や空気圧制御を使用した理論についての研究をテーマに進める。基本的なコンセプトの決定。

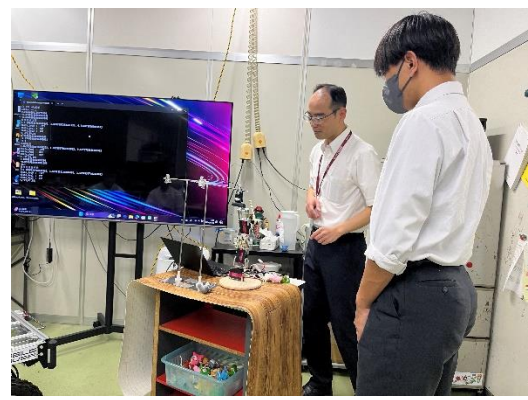
6月～11月 長期休み等利用して大学で研究しているアシストスーツについてリモートによる講義や意見交換、見学を行い具体的な設計、製作に入る。必要な機材の選定や購入を生徒と職員が調整しながら進める。ファルマバレーセンター主催の Made in Mt.Fuji ふじのくに医療・介護福祉機器展-富士山麓産学官金連携フォーラム 2024 に参加。11月を目途に動力伝達装置の完成を進める。

12月～2月 12月に大学と東部の4つの工業高校が中心となって開催する「未来の科学技術者フェスティバル」にパネル展示や研究発表などをおこない研究評価を行う。1月には、静岡県工業教育生徒研究発表会でアシストスーツの研究発表を行う。アシストスーツの改良、今研究のまとめ、空気圧・シーケンス制御体験型実習装置として次年度の教材として活用を計画する。

3. 研究成果の分析と考察

本研究を進めるに当たり、教員、生徒が話し合い、組織の中で自分の役割や活動内容についてそれぞれ確認して製作活動を進めていった。最初にアシストスーツとはどのようなものかと言うところから

スタートし、設計コンセプトとなるアシストスーツの視点を①シーケンス制御を前提とした制御機器、②アシストスーツ役割、機能を考えて身体機能を補助し、使用者の動きや疲労を軽減する機器という2点をまとめた。また、生徒たちが製作を進める中でより具体的な重要な要素として考慮しなければならない点についてもまとめた。①人間の動き(動作)・・・アシストスーツは、特定の動作(持ち上げる、歩く、座るなど)を補助するためこれらの動作にかかる力や関節の動きを詳しく調べる必要がある。②使用する材料の選定・・・軽量かつ高強度の素材(カーボンファイバー、アルミニウム、ナイロンなど)を選ぶことで、スーツの重さ抑えつつ強度を保つことが必要。③モジュール設計・・・様々な体系に対応できるように、調節可能なデザインやモジュール設計が必要。④駆動方法・・・電動モーターや空気圧シリンダーなど、使用者の動きに応じて適切な力を提供するための駆動システムを選定。⑤操作の簡易化・・・デバイスの設定や動作モードの選択を簡素化し、高齢者や障がい者でも容易に操作できるインターフェースが重要⑥テストや評価・・・初期段階でプロトタイプを製作し、実際に動かす中でフィードバックを繰り返しながら改良をおこなうなどの点について生徒と共に確認し進めていった。生徒たちは、製作研究の話し合いを進める中で自分たちの考えや意見をはっきり述べるようになり、製作に対する意識が高まっていることを実感した。製作を進めるにあたり、製作するアシストスーツに関する知識やメカニズム、アクチュエータの選定について詳しく知るために、事前の調査で決定していた神奈川工科大学と静岡理工科大学の2つの大学への訪問やリモート講義の日程を教員が調整をした。神奈川工科大学では、アシストスーツを研究している情報学部情報システム学科があり、そこで吉満教授からリモートによる講義や直接訪問する中で新旧のアシストスーツの作品見学をおこなった。静岡理工科大学では、機械工学科の飛田教授から音声認識と画像認識システム、見守りロボットについての講義を受けた。製作を通して両大学の学科や教授と協力の体制を確立することができた。また、静岡理工科大の紹介でアシストスーツの研究を行っている岡山理科大学の横田教授にもアシストスーツの製作についての協力を要請し、協力体制の輪を広げていった。




 神奈川工科大学(吉満教授)
 
 アシストスーツのモデル(ロボット)化

静岡理工科大学(飛田教授)
 音声認識と画像認識システム

生徒も含め製作に必要な部品調達や加工に大変苦労した。設計段階で部品となるものが生産中止になっていたり、形としては設計されているが、加工方法が難しく、精度的に高いものが必要だが、加工する機械がなかったりと、中々製作が進まなかった。部品加工については、創意工夫をこらした生徒のアイデアや教員の卓越した加工技術で乗り切ってきた。部品入手については、相当品や代替品で何とか対応したが、部品が大きくなったり、部品点数が増えたりして重量が増してしまった。装着するため重量が増すのは致命的であったが何とか装着できる範囲内に留めることができた。本来、装着するのであれば、風船の様に伸縮する人工筋肉(すでに購入済)を装着すれば良かったのだが、シーケンス制御実習装置を意識して、アクチュエータにエアシリンダを使用したため重量が増えてしまった。また、腕のアシスト力を伝えるアシストバーにユニバーサルな動きをさせるため部品点数が増えたのも重量増に起因していた。教員も生徒も設計段階で重量計算をして、部品にアルミ材を使うなど軽量化を意識して

製作を進めてきた。しかし、設計変更を受けて実際に製作すると、部品ひとつひとつは小さな重さでありながらアシストスーツの重量を増やしてしまうことを身をもって実感した。生徒も教員も対抗策としては、ひとつひとつの部品の必要性を確認しながら①設計変更で部品点数の削減、②穴あけをしてアルミ材の強度考えながら重さを減らす案で落ち着いた。この作業で生徒も教員もものづくりの難しさと奥深さを感じることができた。また、この課題の解決を通して生徒のコミュニケーション力や課題解決力が向上していることを強く感じた。実用的なアシストスーツを考えていく中で製品化を考えるようになった。そのため、評価と企業との協力体制を考え始めた。大学はもちろん他の研究機関や企業の評価を得るため、アシストスーツはまだ完成の域に達していなかったが、ファルマバレーセンター主催の Made in Mt.Fuji ふじのくに医療・介護福祉機器展-富士山麓産学官金連携フォーラム 2024 にパネル出展した。ファルマバレーセンター担当者や出展企業担当者から多くの評価をいただき、評価を製作に活かすことができた。また、未来の科学技術者フェスティバルパネル展示や学校行事と重なったため発表はできなかったが静岡県工業教育生徒研究発表会にアシストスーツの研究を論文発表することができた。その活動の中でアシストスーツの製作について報道関係(静岡新聞社)の取材があり、製作が大きく取り上げられた。高齢化社会や障がい者支援の観点から、人間にやさしい、社会に必要な技術、未来を考える高校生が製作したアシストスーツの意義を生徒も教員も感じることができた。また、企業見学を通してシーケンス制御についての知識や自動化の理解を深めることができた。



①アシストスーツ

アシストバー(腕)

腕部の動力接続



②アシストスーツ

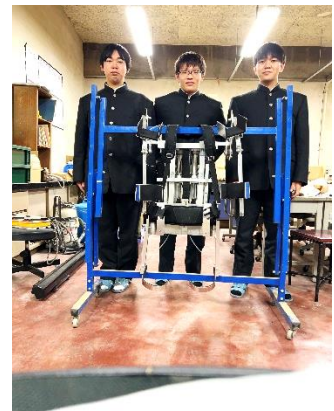
背面部シリンダー

(アシスト部配管なし)



③アシストスーツ

アシストバーリンク部



④アシストスーツ

完成品と製作者

4. 今後の課題と展望

今研究活動を通して生徒も教員も多くのことを学び、多くのスキルの育成を図ることができた。アシストスーツの実用化という点で、今後も企業と共同連携を図っていきたい。また、教材としての活用を考えて複数台のアシストスーツの製作を考えたい。評価という点では、今年度不十分だった評価について来年度は、福祉機器アイデアコンテスト(日本リハビリテーション工学協会主催)への出品や富士山麓産学官金連携フォーラム 2025 実物展示、静岡県工業教育生徒研究発表会で研究についてのプレゼン発表をおこなうなどの計画を立てている。この実践的な製作活動を通して得られた評価や改善点については、確実にフィードバックをおこない、より完成度の高い教材、製品製作を進めていきたい。また、今研究の目的である実践的なものづくりの活動を継続を進めるとともに生徒個々のプレゼンテーション力、課題解決力の育成、教員のマネジメント力の育成、学科の DX 化を今後も展開していきたい。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、公益財団法人天野技術研究所 理事長 川幡 長勝 様より多大なご支援を賜りました。深く感謝申し上げます。