

制御教材として開発された2軸直交ステージの3軸への拡張 および共同教育での活用試行

三谷祐一朗*¹

Extension of a Two-Axis Orthogonal Stage Developed as a Control Engineering Educational Apparatus to a Three-Axis System and Trial Application in Collaborative Education MITANI Yuuichiroh*¹

Abstract: A compact three-axis orthogonal stage was developed by remodeling the two-axis stage originally designed for cultivating hands-on control engineers. Since 2012, an educational collaboration between Omron Corporation and KOSEN has been conducted for 13 years. The two-axis stages, controlled by PLC (Programmable Logic Controller), have been widely used as control targets in training camps and contests for KOSEN students. To expand their applications, more advanced control systems—such as an inverted pendulum system and a pick-and-place system with a vision sensor—were also developed. However, these systems were large and heavy, making them difficult to transport to other locations for educational events, therefore miniaturization of the apparatus was strongly desired. In this paper, the detailed assembly procedure of the compact three-axis stage is shown, and several expansion plans are introduced which will be designed to facilitate the learning of mathematics and feedback control engineering, both of which are essential for practical applications in the manufacturing industry.

Key Words: Three-axis stage, Educational collaboration, PLC, Pick & place system

1. 緒言

2011年度, 高専機構はオムロン株式会社(以下, オムロンと称す)との共同教育プロジェクトを開始した. 具体的には, 全国高専生を対象とした, 高専の夏季休業期間に実施する, オムロンの新型 PLC (Programmable Logic Controller) を活用した製造業における制御技術者の育成を目指した教育である. 全国高専より参加学生を募って合宿形式にて実施したことから, 「制御技術教育キャンプ」と呼ばれた[1]. それに加えて翌2012年度には, 高専教員とオムロン社員との人材交流を始めた. これは, 高専教員がオムロン社内にて, オムロンの社員として勤務し, それと同時に, オムロン社員が高専にて, 制御教育を担う非常勤講師を務めるという試みである[2]. なお, オムロンにて勤務するのは毎年異なる教員であったが, オムロンの社員は継続して勤務していた. これらの取組により, PLCを用いた教育活動が高専内に広まり, 工業高校や大学では得られない, 高いレベルの PLC 制御技術者を育成できるようになった. 残念ながら人材交流は5年で終了

したが, 共同教育プロジェクトは2025年現在も継続中である.

人材交流の初年度である2012年度, 仙台高専の佐藤拓教員は, オムロンの東京事業所内の 세미나・教育課に所属し, その課が実施する制御教育のためのセミナーをサポートすると共に, 主として高専を対象とした制御教材をオムロン社員と協力して開発した. 開発した教材は, 新型 PLC を用いた高精度なモーション制御技術を学ぶための「2軸直交ステージ」である. 開発後にその教材は20セット余り増産され, 翌2013年度より共同教育プロジェクトに活用されると共に, オムロン社内の新人教育や社外向けの技術者教育にも利用された.

その2013年度, 佐藤教員に続き著者が人材交流としてオムロンの業務に携わった. その際, 2軸直交ステージに鉛直軸および視覚センサを追加し, アライメントが可能な3軸直交ステージに拡張した. その後, この3軸直交ステージも増産され, 高専の学生や教職員, オムロン社員の教育等に広く活用された[3][4]. しかし, この共同教育プロジェクトは2016年度, オムロン社内にて毎年実施している韓国の大学生向けのインターンシップと合同での日韓合同制御技術教育キャンプを実施したのを境に, 高専が運営全体に携わり, オムロ

*1 機械工学科 Department of Mechanical Engineering

ンは、本教育活動への技術的な助言役と変化した[5]。その際に、それまでオムロンにて開発したモーション制御機器は、高専機構内の企業共同プロジェクトに寄贈されることとなり、2025 年現在、共同教育プロジェクトの拠点校である沼津高専の事務局にて管理、運用している。

その後 2017 年度以降も、制御技術教育キャンプは継続されたが、新型コロナウイルス感染症が拡大した 2020 年度に遠隔での実施に変更して以降、徐々に学生の応募が減少し、2023 年度、活動内容の見直しのために一時的に休止するに至った。そこで著者は、オムロンより寄贈された機材を活用した新しい教材を考案し、翌 2024 年度にかけて物品購入、部品の製作、教材の試作および活用テストを経て、2025 年度、「制御技術教育キャンプ」を「制御技術活用セミナー」に名称変更して再開することとなった。ここでは、試作した制御教材の説明および、その教材を利用した制御技術活用セミナーの実施内容について紹介する。

2. 2軸直交ステージの概要と活用事例

図 1 に、2012 年度に開発された 2 軸直交ステージを示す。この機材は、使用場所まで輸送し、そこで開封して短時間で設置できるように作られている。図の、PLC や制御盤などがある側（制御装置本体）と、X、Y 軸がある側（XY ステージ）とがコネクタで接続されており、コネクタを切り離せば、それぞれ取っ手の付いた専用のアルミボックスに収納できる。図は、アルミボックスから出して、コネクタを接続した状態を示す。直交ステージには 2 個の AC サーボモータが取り付けられており、ベルト駆動にてステージを左右に動かすことができる。各軸の左右には限界センサがあり、ステージが物理的に移動できる両端に近づいたことを検知し、衝突する前に自動的に動作を停止する役目を持つ。制御盤にあるボタンやランプ類は拡張 IO ユニットに接続されており、各種操作を PLC に伝えたり、PLC からの命令を操作盤に伝えたりすることができる。つまり、リレー・シーケンス制御の基礎学

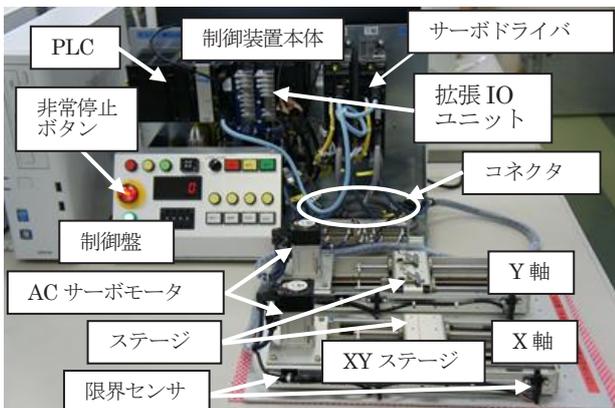


図 1 2012 年度に開発された 2 軸直交ステージ

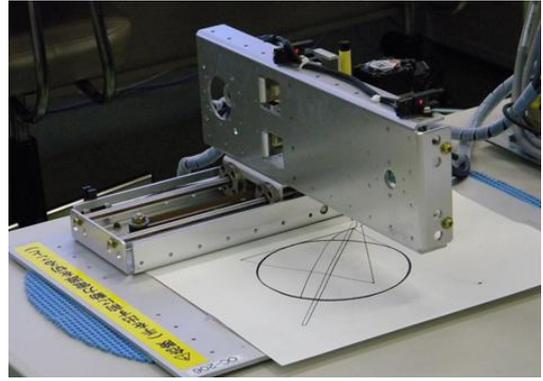


図 2 2016 年度 公開講座

習も、本教材で実施することができるような構成となっている。

図 2 に、本装置を使って沼津高専にて企業技術者を対象に行った公開講座「PLC を用いたサーボ制御 ～シーケンス制御の基礎から 2 軸位置決めまで～」の、機材を用いた実習の実行結果および実施の様子を示す。図 1 に示した Y 軸のステージにねじ止めし、Y 軸のステージにペンを取り付けることで、図 2 の上側のように、任意の図形を描画することが可能である。これは、複数軸に対する同期制御と呼ばれる、生産ラインにおいて必須の制御技術となる。参加者が、この実行結果のような動作を最終目標とした、PLC におけるモーション制御技術を学ぶことができる機材である。

3. 3軸直交ステージの概要と活用事例

図 3 に、2013 年度に開発された 3 軸直交ステージを示す。前述した 2 軸直交ステージの制御装置本体はそのままとし、図 2 の上図に示した、X 軸のステージにねじ止めする Y 軸を立てずに設置し、Y 軸のステージに、X、Y 軸と同タイプで短いステージを Z 軸（鉛直軸）として設置した。さらに Z 軸のステージに、ソレノイドにより開閉するチャックを取り付け、ワークを把持したり置いたりすることができるようにした。また、XY ステージの可動域内にターンテーブルを設置し、ターンテーブルの回転動作により、置かれたワークの位置が変化する機構を追加した。ターンテーブルの上部には視

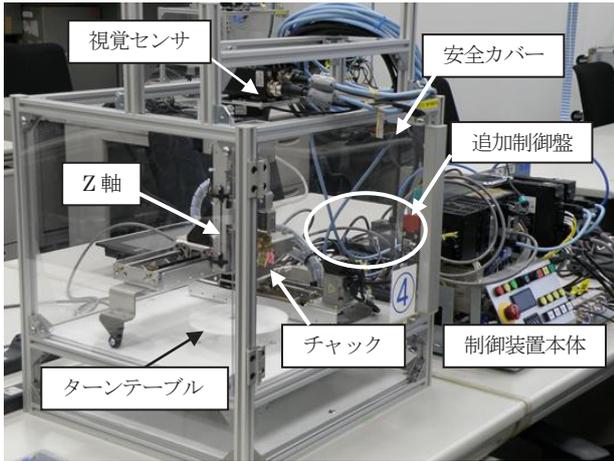


図3 2013年度に開発された3軸直交ステージ

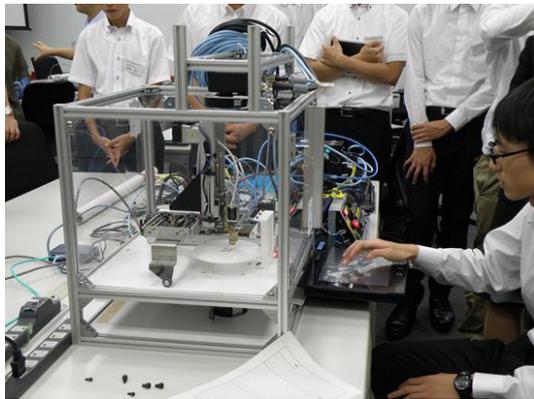
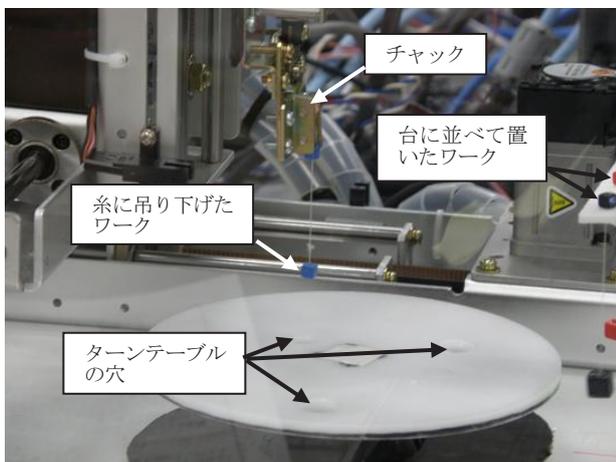


図4 2015年度 制御技術教育キャンプ

覚センサを設け、ワークの位置や個数、種類等を認識できるようにした。2軸直交ステージに対する、これらの拡張により、生産現場にて重要な作業の一つであるアライメントの実習が可能となり、教材としての活用の幅が飛躍的に向上した。

図4に、この3軸直交ステージを活用して2015年度に実施した制御技術教育キャンプ「ゆれピタッ！プロジェクト Mission：『ゆれ』を制して高速で搬送するロボットを開発せよ！」における実施の様子を示す。上図は、台に並べて置かれた、長さの異なる糸に吊り下げられた3つのワークの一つを把持し、ターンテーブル上に搬送している様子である。こ

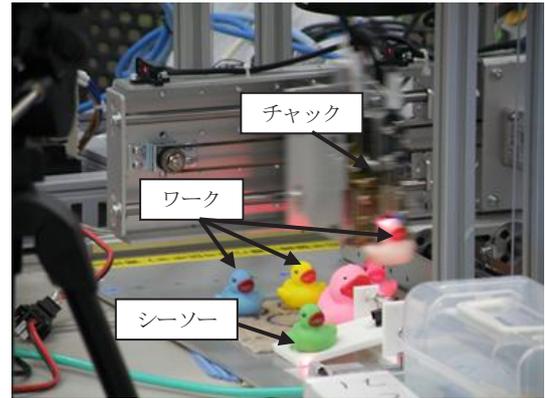


図5 2016年度 制御技術教育キャンプ

こでの課題は、このワークを、回転するターンテーブルの決められた穴に落として入れることであった。この課題を成功させるためには、振子の制振技術、回転運動に伴う座標変換、自由落下するワークの位置座標の計算等、制御以外に、物理や数学を応用する必要がある。高専で学ぶ学習の意義を理解するための教材として、非常に有効であった。下図は、作成した課題用プログラムを使って、参加学生が実演している場面である。

もう1件、活用事例を示す。図5は、翌2016年度に実施した制御技術教育キャンプ「～日韓合同インターンシップ～」の様子である。ここでは、外見の同じ異なる重さの、ランダムに並べられたアヒルの玩具を、シーソーを用いてなるべく短時間に重さ順に並べ直すという課題が与えられた。重さを調べるアルゴリズムを考え、効率の良いステージの動きも考慮したプログラミング技術が要求され、生産現場での効率化を模擬した良い例であった。これ以降、2015年度から2017年度にかけて、同様の制御教育のイベントに活用された実績を持つ。

4. 2軸直交ステージの小型3軸ステージへの拡張

ここで紹介したプロジェクトは、オムロンと高専との共同教育であるが、他にも高専との共同教育を実施中の企業がいくつか存在しており、沼津高専は、そのような企業と高専との共同教育の、主として事務処理を担当する「拠点校」とな

っている。オムロンが組織としての、高専との連携教育を終了した 2016 年度に、それまで使用していた機材の多くが高専機構に寄付され、拠点校にて管理している。寄付された機材は主に、2 軸直交ステージと視覚センサであり、およそ 20 セットである。本プロジェクトを休止した 2023 年度、2 軸直交ステージの 3 軸への拡張を検討した。図 4 に示すように、これまでのプロジェクトにて活用した 3 軸直交ステージは、大きく重いものであり、運搬のための専用のボックスがあったものの、二人でようやく運搬できるサイズであった。また、搬入して機材をセットするためにも、二人以上を要した。そこで、一人でも運搬や設置が可能な小型の 3 軸直交ステージを製作することとした。以下に、2 軸直交ステージの 3 軸への拡張について、今後拠点校が移動し、担当者が変わってもここでの作業内容が把握できるように詳細に紹介する。

まず、3 軸目のサーボドライバを、2 軸直交ステージの制御装置本体に取り付けた。図 6 にその様子を示す。上図が増設前、下図が増設後である。上図に示すように、制御装置本体にはサーボドライバが増設できるスペースがあり、ネジ穴が 2 個開いていた。そこに別の 2 軸直交ステージ（以下、補充用ステージと称す）より取り外したサーボドライバを、下図のように取り付けた。

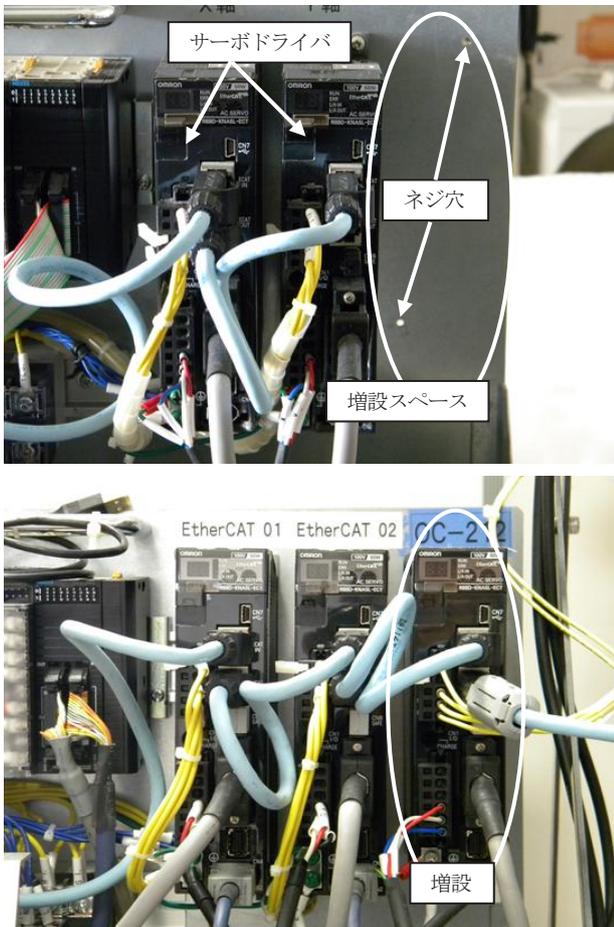


図 6 サーボドライバの増設

次に、それぞれの軸に取り付けられてある、限界センサ用の端子台（コネクタ端子台変換ユニット）を増設した。図 7 にその様子を示す。図 6 と同様、上図が増設前、下図が増設後である。この端子台は土台にねじ止めされた DIN レールに固定されており、DIN レールの両端には、端子台が横滑りしないためのエンドプレートがネジ止めされている。このエンドプレート 2 個を取り外し、2 個の端子台を左端まで移動して、できた右側のスペースに、サーボドライバ同様、補充用ステージより取り外した端子台を、下図のように取り付けた。このとき、端子台の両端にはエンドプレートをねじ止めするスペースは無いが、端子台に付いている DIN レール用ロックにより、多少の力では滑ることが無いことを確認した。また、端子台右側がわずかに土台右端よりはみ出すが、2 軸直交ステージ用収納ケースに入ることを確認した。

続いて、Y 軸のステージに Z 軸（鉛直軸）を設置し、そこへ、以前のプロジェクトにて利用していたチャックの代わりに電磁石を取り付けた。その様子を図 8 に示す。X、Y 軸のベルト駆動と異なり、将来的に電磁石を高精度に上下運動させることを想定して、Z 軸には剛性の高いボールねじを用いた。なお、限界センサは他の軸と同様に設けて図 7 に示した端子台に接続し、ステージが物理的な上下限に衝突する前に

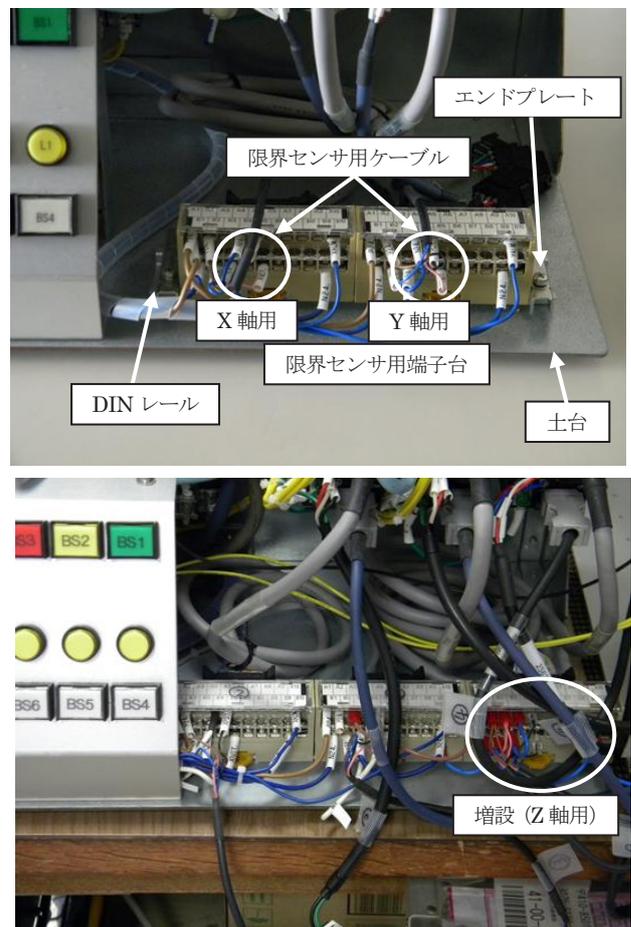


図 7 限界センサ用端子台の増設

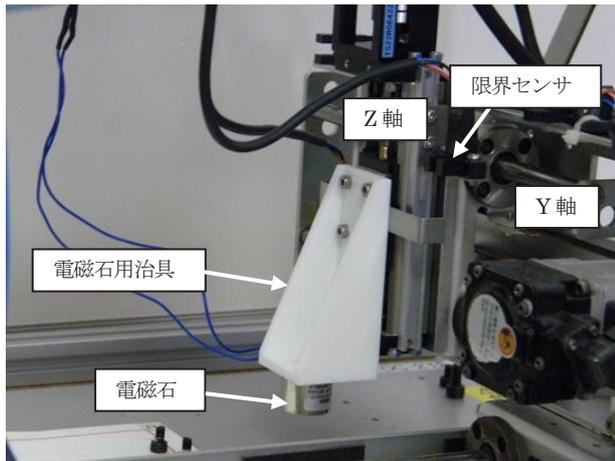


図8 Y軸に取り付けたZ軸と電磁石

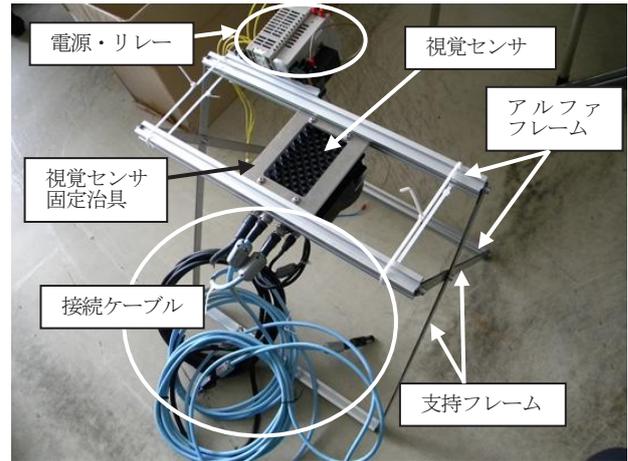


図10 視覚センサ・電源固定用フレーム

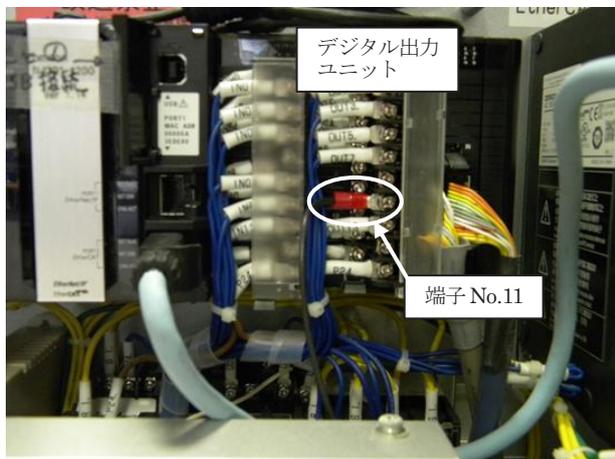


図9 デジタル出力ユニットへの配線

自動停止できるようにした。この限界センサは、軸の原点を決める際に必要となる。なお、Z軸のステージに電磁石を固定する治具は、3Dプリンタを用いて製作した。

さらに、電磁石に対してON/OFFの動作を行うために、制御盤における信号処理用としてPLCに接続されている、デジタル出力ユニットの未使用端子を利用した。図9に、端子No.11に赤い圧着端子にてケーブルを接続した様子を示す。これにより、ラダープログラムからこの端子に割り当てられた変数をTrueとすることで信号が出力され、この先に接続したリレーを介して電磁石を駆動することができる。

図10に、視覚センサおよび電源（パワーサプライ）類を固定するためのフレームに取り付けた様子を示す。床に接する部分および上部の平行棒にアルファフレームを用い、その端面にネジを切って、クロスした支持フレームをネジ止めした。視覚センサ上面にある4個のネジ穴に、製作した固定治具をネジ止めし、その治具の両端をアルファフレームの溝に差し込んで、視覚センサを挟んで支える構造とした。これにより、視覚センサをアルファフレームの溝に沿ってスライドできるので、設置後に位置の微調整が可能である。図11には、フレ



図11 フレームに取り付けた視覚センサ

ームに取り付けた視覚センサを下から撮影した様子を示す。視覚センサには専用の照明が必要であり、それらを固定する治具は、共同教育プロジェクト開始時に製作されたものをそのまま利用した。ただし、視覚センサに取り付けたレンズは、装置を小型化したことにより、視覚センサから対象物までの距離が以前より短くなったので、プロジェクトにて使用していたレンズを、距離に合った適切なものに交換した。

図10に示した電源・リレー部に必要な配線を行い、正面から見た様子を図12に示す。ここに示した制御機器は、アルファフレームにネジ止めしたDINレールに固定している。電磁石用リレーには、図9の端子No.11からのケーブルが入力側につながっている。2個の電源に供給するAC100Vは、必要な個数だけ連結できる端子台を用いて分岐し、それぞれに接続した。なお、電磁石の定格電圧はDC12V、視覚センサおよび電磁石用のリレーの定格電圧はDC24Vである。

図13に、図12中のAC100V端子台に接続したAC100V供給源を示す。供給源は、制御装置本体にあるブレーカを経由したPLCの電源ユニットのAC100V端子を利用し、直接接続した。ここで2軸直交ステージのサーボドライバは、コン

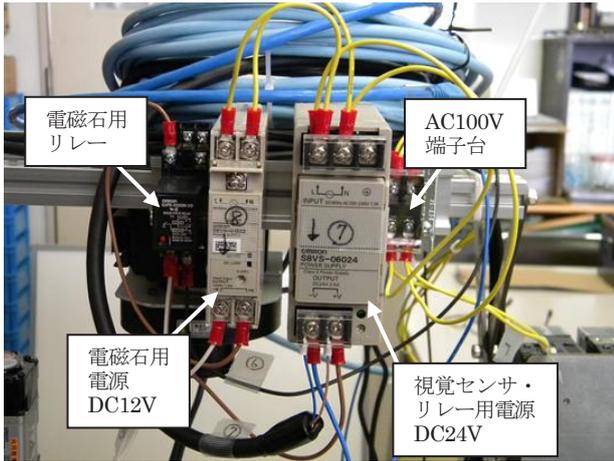


図 12 追加した電源とリレー

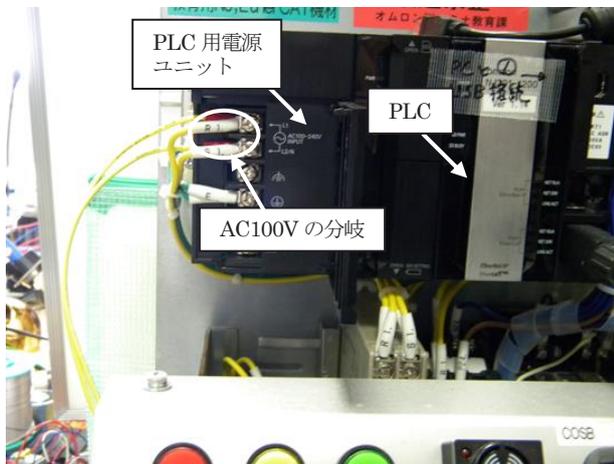


図 13 AC100V を PLC 用電源ユニットより分岐

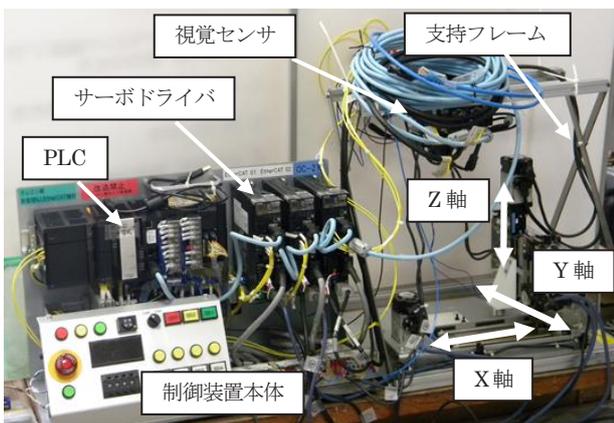


図 14 製作した小型 3 軸直交ステージ

タクタを経由して AC100V が供給されており、制御装置本体の制御盤に設けられた非常停止ボタンを押すと、電源供給が停止する仕組みになっている。3 軸に拡張する際に、残念ながらそのコンタクタは利用できず、Z 軸や視覚センサには、直接 AC100V が供給されており、非常停止ボタンではそれらを停止できない不備が残った。ただし、Z 軸の最高速度は秒速 5 cm であり、現状のままでも、それほど危険はないと判断した。

図 14 に、組付けが完了した 3 軸ステージ全体を示す。図 1 に示した 2 軸ステージと比較して、図の右側半分に見える視覚センサ類を固定するフレームおよび Z 軸が、主として増設した部分である。支持フレームはネジを外すと容易に分解して折りたためるので、2 軸ステージを収納していたケース 2 個に加えて、もう一つ用意した片手で楽に持てる程度のケースに収納、または、制御装置本体を収納するために別に用意した大きめのケースをプロジェクト予算にて購入済みであり、そこへ一緒に収納した。Z 軸については、Y 軸を図 1 のように X 軸と同様の位置に戻せば、Z 軸を Y 軸から外さずに 2 軸ステージ収納ケースに入れることができた。以上の製作により、2 軸ステージと同様に、小型の 3 軸ステージを他高専に送付して利用することが可能となった。

5. 3 軸直交ステージのセミナーにおける利用(試行)

2024 年度、前述した 3 軸直交ステージの活用を試みた。まず、2024 年度の、共同教育プロジェクトにおける制御部門のメンバー 3 名の教員（福井高専、有明高専、奈良高専）へ向けて 8 月下旬に、今後のプロジェクト全体の予定を事務局より伝えた。その後、著者より 3 軸直交ステージの活用方法について、動作を撮影した動画を用いて詳細に説明した。3 校の教員の、それぞれの PLC やモーション制御についての経験や現在の実施状況を把握した後、同年 9 月下旬に、それぞれの教員宛に 3 軸直交ステージ一式を事務局より送付した。その際、組付け方のマニュアルおよび、機材の制御プログラム作成に参考にできる資料 2 件（以前のプロジェクト活動にて作成したテキストファイル）を合わせて送付した。同年 10 月中旬頃に、2 校の教員より無事、組付けを終えたとの連絡を受け、10 月下旬には、オンラインにてその動作確認および質問に対する回答やアドバイス等を著者より行った。その結果、年末から年始にかけて、1 個のワークに対するアライメント作業ができるようになったとの報告を受けた。

その翌年の 2025 年 1 月に上記 3 名の教員に、「3 軸直交ステージを用いたアライメント」（試行運用）として、学生の募集を依頼した。その際、実施期間は 3～4 日程度とし、参加学生の都合に合わせて日程の設定を依頼した。また、実施内容としては、教員の方々に試行を依頼した、1 個のワークに対するアライメントを必須とし、可能ならば学生自身が設定した何らかのアイデアや工夫を盛り込んだ課題を行うこととした。同年 2 月の下旬頃、有明高専より 2 名、福井高専より 6 名の学生の参加が決定した。なお、奈良高専からの参加が無かったが、沼津高専より 1 名参加し、合計 9 名の学生による試行を実施した。その結果、必須としたアライメント作業は 3 校とも完成した。また、学生の自主的な課題については、2 校が完成に至った。以上の試行を通じて、ここで製作した 3

軸ステージの、以前のプロジェクトにおける活用と同レベルの有効性が確認できた。

年度が改まった2025年の4月、試行にて積極的な学生の参加があった有明と福井高専に加え、新たに佐世保高専の教員が、共同教育プロジェクト制御部門に加わることとなった。すなわち、沼津を含めた4高専の教員にて、従来実施していた高専の夏季休業中の、「制御技術教育キャンプ」に代えて、制御技術を学ぶことに重点を置いた「制御技術教育セミナー」の運営を行うことを決定した。なお上述した、3月に施行した際のように、各校の都合に合わせて異なる日に実施するのではなく、各高専の夏季休業期間を確認して調整し、同一日に実施することとした。ただし、従来は学習や準備を含めて5日間実施していたが、ここでは成果発表会のみを日程調整し、遠隔での実施とした。制御技術教育キャンプと同様式の募集要項を作成し、5月中旬に全国高専に送付した。しかし、2020年度の実施を最後に4年間実施されなかったイベントへの募集にエントリーは無く、やむなくプロジェクトメンバーが所属する4高専の学生を対象に実施することとなった。なお参加した学生は、教員が無理強いをしたのではなく、具体的な内容を含めて学生にアナウンスした結果、自ら参加を希望した。このことから、教員から直接その魅力や意義を具体的に伝えることで、学生は集まると期待できる。今後は、学生に直接募集要項を示すだけでなく、協力頂ける教員を増やすことが、本教育の拡大の近道であると考えられる。

日程調整の結果、成果発表会は2025年9月5日の14時～15時と決定した。7月上旬、新規に参加が決まった佐世保高専へ3軸直交ステージを送付し、実施課題を参加4校に提示した。成果発表会までの約1か月間を準備期間とし、8月上旬には、各高専の都合に合わせて、遠隔での開会式を行った。主催者から、実施の意義や実施方法、課題の説明および、今後のスケジュールを伝えた。提示した課題は、以下のとおりである。

(1) アライメントの基礎

赤枠の任意の場所に置かれた1個のワークを、決められた場所（右下の角）に置く。

(2) アライメントの応用

赤枠の任意の場所に置かれた異なる2種類の、3個ずつワークを、決められた場所に整列させる。

(3) ピラミッド

複数のワークを積み重ねて、ピラミッドを作る。ワークの大きさや形、ピラミッドの重ね方は自由とする。

(4) 糸でつながったワークの糸の長さの認識

2個のワーク（強磁性体）を、赤枠（画像センサが認識できる範囲）の一片（8cm）より長い、異なる長さの糸でつながれたものを、長さの順に並べよ。

(5) 自由課題

3軸ステージ&画像センサを利用した、「電磁石ならではの作業または何らかの動作を達成せよ。

各校の進捗状況を把握するために、開会式同様、各校の都合に合わせて、8月下旬から9月上旬にかけて、中間報告会を遠隔にて実施した。最も進捗が得られた高専は、上記課題(3)番まで終了したとの報告がある一方で、まだ機器の設定を行っている高専もあった。それぞれの高専に対して、進捗状況に応じて助言や注意事項等を伝えた。そして9月5日、成果発表会を遠隔にて実施した。発表時間は、質疑応答を含めて1高専15分とした。達成度は、課題2個程度からすべて完成まで、高専間にかかなりの差があった。参加学生からは、達成度を気にする声があったが、主催者として、制御技術を自ら学び、多少なりとも完成できたことがあれば、それで目的は達成であると伝えた。なお、成果発表会にはオムロンの社員からも講評を頂いた。できない時に、どこに課題があるのかを常に考えながら進めていた点が評価されていた。企業では、短時間に低コストで作ることが求められ、そこに役立つ経験であるとのコメントがあった。参加学生の中には、完成に至らなかったことに対する不甲斐なさや悔しさを感じた者が居たようだが、それも以前実施していた本イベント終了後に、学生に感じてほしい事の一つであった。本セミナーは概ね成功であったと言える。

6. ターンテーブルの設置および非接触搬送機能の追加

生産現場において、ベルトコンベアにて搬送されているワークを把持し、動作中の別のベルトコンベアへ移動する類の作業は、多くの場面で行われる重要な作業の一つであろう。そこで、過去のプロジェクトにおける装置にも設置されていたターンテーブルを設け、動くワークを把持して、動くテーブルの決められた場所へ置く作業も行えるような機構を追加することを検討している。具体的には、図15中に描いた円の大きさ程度のテーブルを設け、DCモータをPWM (Pulse Width Method) 制御してテーブルの回転速度を変え、エンコーダを用いて回転角度を読み取れる機構とする予定である。なお、そこに要する制御機器は既に購入済みである。

図16に、想定する非接触把持機構を示す。図14におけるZ軸のステージに、3Dプリンタを用いて製作した治具を介して電磁石を取り付けた。現在はその電磁石に対してON/OFF信号を印加することで、ワークを吸着・リリースしている。以下、まだ検討中であるが、電磁石側面に2か所ホールセンサを取り付け、ワークの上下運動に伴うホール電圧の変化を読み取り、浮上させる計画である。図17に、ワークと電磁石との距離と、ホールセンサ出力電圧との関係を実測したグラ

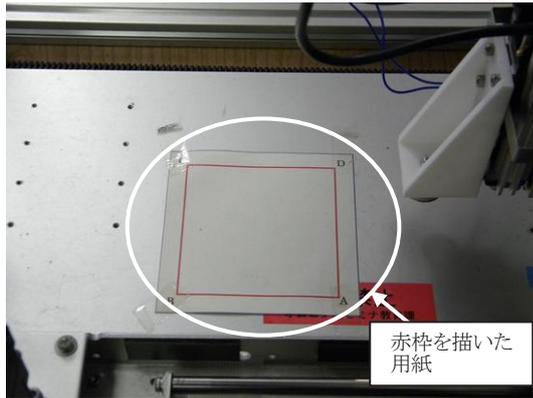


図 15 3 軸ステージの土台に貼り付けた用紙

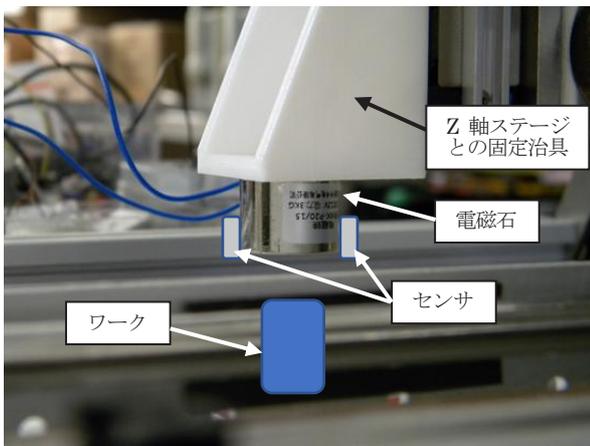


図 16 検討中の浮上機構

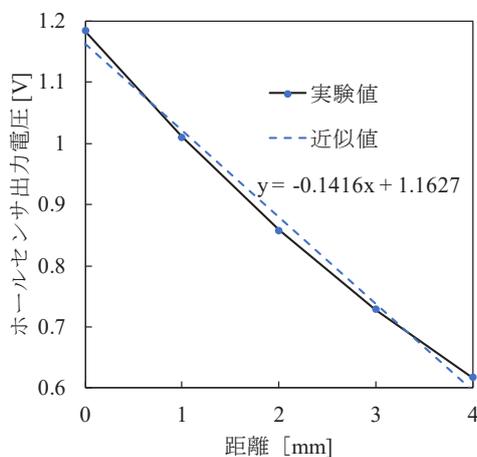


図 17 ワークとホールセンサ出力信号との関係

フおよび、その近似直線を、それぞれ実線と破線で示す。ここでは、ワークの上部にネオジウム磁石を取り付け、その磁力の距離に応じた変化をホールセンサにて検知することを想定している。ワークとセンサの位置関係から、距離に対するセンサ信号が線形でないのは明らかであるが、浮上位置近傍に限定すれば、ほぼ線形とみなすことができる。したがって、ホールセンサ信号をワークの浮上位置とみなしてフィードバックすることで、浮上系の安定化は可能であると考えている。

ただしその際、最低二つの課題を解決しなければならない。一つ目は、ホールセンサが検知する電磁石からの磁力に伴う

信号処理である。制御入力信号のフルスケールに対してセンサ信号は、現在のホールセンサ位置にて約 0.2V 変化することが実験にて確認された。この対処方法は、2023 年度の専攻科研究にて発案されている。電磁石の側面にホールセンサを取り付け、その位置を調整することで、電磁石からの磁力の影響を無くすることができるのである[6]。

二つ目は、電磁石に印加した電圧に対する電流の応答性、すなわち電磁石の時定数である。制御系のサンプリングタイムは PLC のプライマリタスク周期である 1ms とする予定なので、時定数がそれ以下ならば問題ないが、1ms より長い場合は、電流フィードバックが必要となる。一般に、電磁石の時定数は大きく、磁気浮上制御系に電流フィードバックが用いられることが多い。これも、2023 年度専攻科研究にてその技術は確立できており、効果も実証済みである。

7. 結言

オムロンと高専との共同プロジェクトにて開発された 2 軸直交ステージを運搬可能な 3 軸に拡張し、アライメント作業を基本とするモーション制御教材としての有効性を試行的に確認した。今後は、MathWorks 社の MATLAB®/Simulink®を利用し、より魅力的かつ実践的な技術が学べる教材に改良し、共同教育プロジェクトにおける制御教育の活性化を目指す。

参考文献

- [1] 上泰, 山之内亘, 三谷祐一郎, 企業と連携した制御技術教育事業-泊まり込み形式による事業とその効果-, システム制御情報学会誌, 第 66 巻, 第 6 号, 2022, pp.202-208.
- [2] 三谷祐一郎, 谷埜博基, 岸祐一, 西由季央, オムロン株式会社での教員研修における PLC を活用した制御機材開発, 沼津工業高等専門学校研究報告, 第 49 号, 2016, pp.1-6.
- [3] 三谷祐一郎, 谷埜博基, 堀純也, 金田直人, 高難易度な生産技術コンテストによる PBL 型次世代技術者養成プロジェクト, 公益社団法人日本設計工学会会誌 設計工学, 第 51 巻, 第 10 号, 2016, pp.737-746.
- [4] 三谷祐一郎, 西由季央, 企業と連携したシーケンス制御教育, 第 22 回日本高専学会年会講演論文集, 2016, pp.31-32.
- [5] Yuuichiroh Mitani, Yasushi Kami, Taku Sato, Yukio Nishi, Educational Training Japan-Korea Joint Program For the Manufacturing Control System, The 10th International Symposium on Advances in Technology Education, 2016.
- [6] 鈴木涼太, 磁気浮上を用いた非接触搬送における制振制御, 令和 5 年度専攻科研究発表会論文集, 2024, pp.1-4