

東北職業能力開発大学校

紀 要

第 34 号

巻頭言

【研究論文】

狩野 隆志, 伊藤 隆志, 七種 健一, 喬橋 憲司, 先崎 康裕, 谷岡 政宏, 本多 正治,
早坂 道信, 阿部 匡吉, 鈴木 雄大, 千田 浩光

近接変位センサによるタップの方向判別法 1

【研究速報】

三浦 誠, 渡邊 大登, 石戸谷 百百子, 石戸谷 裕二

ノルボルナジエン (NBD) 誘導体の光異性化反応を用いた蓄熱システムに関する研究
— (その2) コバルト(II)フタロシアニン担持活性炭触媒による逆異性化反応の検証— 5

【報告】

大石 賢, 内山 元, 須永 浩一, 喬橋 憲司, 伊藤 隆志

生産機械システム技術科における標準課題の取り組みについて 9

伊藤 隆志, 菖蒲 大樹

平面研削盤装着平形砥石用側面ドレッサーの製作 15

村上 佑太

溶接構造物の製作
—溶接実習時の作業環境改善— 19

池田 明

技能検定プライス盤職種2級の指導について 23

檜原 康弘

全日本ロボット相撲大会への取り組み 27

新垣 喬之

市販自転車をベースとした電動バイクの改良 33

小野 貴広

オムニホイールを用いた自律型移動ロボットの製作 37

谷岡 政宏

PLCとRaspberry Piの連携法 41

松下 貴博, 菊地 和真

技能五輪全国大会(建築大工職種)の出場に関する一考察 45

星野 政博

「農家型長屋門実測調査」に関する一考察 51

小林 健

大館市におけるゼロカーボンシティ実現に向けた木造倉庫の開発 59

【随想】

森田 順司

ポリテクカレッジにおけるテクノインストラクター(職業訓練指導員)の
人材育成の指針に関する考察 63

越智 隆行

2022-2023コンクリートカヌー大会参加報告 67

佐藤 重悦

キング・オブ・コンクリート2023 (福岡) 参加報告 69

雨森 瑞宜

「壁・1 グランプリ2023」参加報告 71

浅野 英樹

技術者と数学力 73

2024年6月

東北職業能力開発大学校

巻 頭 言

東北職業能力開発大学校紀要は、前身の宮城職業訓練短期大学校において発刊されて以来、号をかさね、今回第 34 号を発刊するはこびとなりました。本号は東北職業能力開発大学校ならびに青森職業能力開発短期大学校、秋田職業能力開発短期大学校の指導陣が行った教育訓練、研究、人材育成、共同研究等の成果に関する投稿を査読の上採択し、とりまとめたものであり、全 18 編の記事（論文 1 編、速報 1 編、報告 11 編、随想 5 編）が掲載されております。また、共同研究一覧、応用課程開発課題実習一覧、専門課程総合制作実習一覧も掲載されております。本紀要は、東北能開大・青森能開短大・秋田能開短大の指導陣ならびに学生の令和 5 年度の活動の成果を示すものであり「精華」と言ってもよいものです。投稿・査読いただいた方々ならびに紀要編集委員会の方々に心より感謝申し上げます。

東北能開大紀要については改善すべきところがあることは言うまでもありません。まづなによりも教育訓練や産業界の現場で大いに役に立つ情報を掲載することが必須です。技術系や工学系の社会において東北能開大紀要の認知度を上げる必要もあります。そのためには紀要の内容の充実に加えて新しい発信方法も模索していかなければなりません。また本紀要を多くの人の手にとってもらい、面白く読んでもらうことも重要だと考えております。このため今回の紀要では従来の投稿区分である論文、速報、報告、総説に加えて新しく随想という投稿区分を設けています。

東北能開大紀要が多くの方々の役に立ち広く読んでいただけるようにするために、関係各位からの忌憚のないご意見と建設的な提案をいただければ幸いです。

2024 年 6 月

東北職業能力開発大学校

校長 川又 政征

【投稿区分】

区分1：研究論文

未発表のオリジナルな著述であり、独創性、有用性、新規性があり、完成度の高いもの。

区分2：研究速報

「研究論文」に準ずる内容であり、速報性のあるもの。

次号以降に「研究論文」になる可能性があるもの。

区分3：報告（総合制作実習／共同研究等報告）

専門課程（1,2年次）の総合制作実習、応用課程（3,4年次）の開発課題実習および企業・団体等との共同研究等で行った内容に関してまとめたもの。

区分4：総説等（総説／解説／資料等）

専門的な内容を、非専門家にも理解できるように幅広く著述したもの、またはその資料等。

区分5：随想等（随想／雑感／参加報告等）

大学校での技術や教育について思うこと、体験、活動、大会参加報告等に関して短くまとめたもの。

近接変位センサによるタップの方向判別法

狩野 隆志*1, 伊藤 隆志*2, 七種 健一*3, 喬橋 憲司*2,
先崎 康裕*1, 谷岡 政宏*3, 本多 正治*3,
早坂 道信*4, 阿部 匡吉*4, 鈴木 雄大*4, 千田 浩光*4

A Discrimination Method for Tap Direction Using the Proximity Displacement Sensor

KANO Takashi*1, ITO Takashi*2, SAIKUSA Kenichi*3, TAKAHASHI Kenji*2,
SENZAKI Yasuhiro*1, TANIOKA Masahiro*3, HONDA Shoji*3,
HAYASAKA Michinobu*4, ABE Masayoshi*4, SUZUKI Takehiro*4, CHIDA Hiromitsu*4

要約 タップの製造では、工程ごとに専用の工作機械を用いている。各工作機械にタップを投入する際には、刃と柄の方向を、目視で確認し、手作業で揃える必要があり、改善が望まれていた。そこで、本稿では、金属を検知する近接変位センサを用いて、タップの刃と柄の方向を判別する手法を考案し、実験結果よりその妥当性を明らかにした。本手法により、タップ自動整列装置の開発を進めることが出来た。

1. はじめに

東北職業能力開発大学校は、令和 5 年度の共同研究において、株式会社早坂精密工業のタップ製造工程の改善に取り組んだ。

タップとは、ドリルのような細長い金属であり、メガネ、パソコンなどのネジ山を作る際に使われている重要な工具である。

タップの製造では、工程ごとに工作機械が独立している。タップの刃（ネジ部）と柄（シャンク部）の方向を、目視で確認し、手作業で揃えてから、それら工作機械に投入する必要がある、改善が望まれていた（図 1、2）。



図 1 手作業によるタップの整列



図 2 工作機械に投入するタップ

自動化に向けて専用、汎用装置および文献等も調査したが見当たらなかったことから、タップの方向を判別し、タップを自動的に整列する装置の開発を行うこととなった。

本稿では、切削油の影響を受けず金属を検知する近接変位センサを用いて、タップの刃と柄の方向を判別する手法を考案し、実験結果よりその妥当性を明らかにしている。

*1 東北職業能力開発大学校 生産電気システム技術科
Tohoku Polytechnic College

Department of Production Electrical Systems Technology

*2 東北職業能力開発大学校 生産機械システム技術科
Tohoku Polytechnic College

Department of Production Mechanical Systems Technology

*3 東北職業能力開発大学校 生産電子情報システム技術科
Tohoku Polytechnic College

Department of Production Electronic Information Systems
Technology

*4 株式会社早坂精密工業
HAYASAKA MFG. CO., LTD.

2. タップの方向判別における要求項目

令和5年度において、タップの方向判別における要求項目は以下のとおりである。

- (1)M6 タップに限定
- (2)パーツフィーダのような振動は不可
- (3)切削油、キリコに影響されない

上記(1)は、ブランク材と呼ばれる刃のない素材では、刃と柄の方向の見分けが付きにくいからである。なお、M6 以外は次年度以降の検討としている。(2)は、タップの刃が欠けないためである。(3)は、タップには油やキリコが付着することが前提である。

3. タップ方向を判別する手法の検討

3.1 各種判別方法の案

タップ方向を判別する手法を検討した¹⁾。以下に主な7項目を記載する。この中で、油の影響を排除できる(6)案をベースにすることとした。(7)についても開発は行ったが、ここでは割愛する。

(1)磁石とタップ柄の引き合いによる判別

タップが磁化され、キリコが除去できない。商品に成らなくなる。

(2)タップの中心に支点を置き、傾きによる判別

油の付着量の影響を受ける。

(3)重量センサによる刃と柄の判別

感圧センサ、ロードセルなどの重さによる抵抗値の変化を利用する。しかし、油の付着量の影響を受ける。

(4)微小負荷スイッチとタップ柄の接触による判別

ボールペンの先ほど小さい機械的接点スイッチがある。しかし、摩耗する。

(5)光電センサによる判別

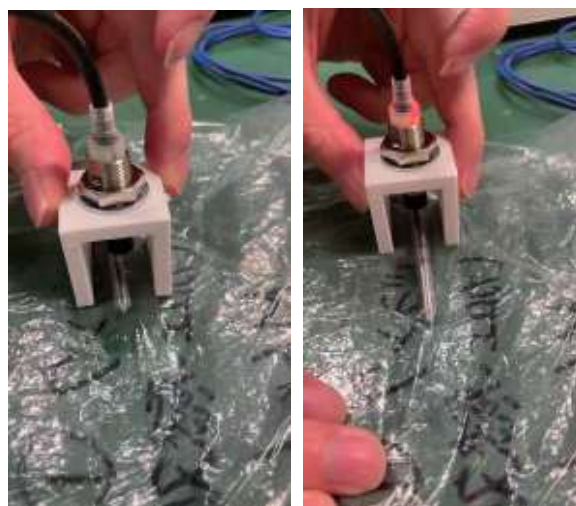
可視光、赤外線などの光の反射または透過を検出する。しかし、油の飛散する環境の影響を受ける。

(6)近接センサ(高周波発振型)による判別

油の影響を受けず、非接触で金属を判別できる。しかし、近接センサとタップとの距離、キリコの影響を受ける。

(7)画像処理による判別

カメラによる画像検出において、油の飛散、付着、キリコの影響を受ける。



(a) 刃の部分(ランプ消灯) (b) 柄の部分(ランプ点灯)

図3 近接センサによる基礎実験

3.2 近接センサによるタップ方向判別の基礎実験

図3は、近接センサによるタップの方向判別を行った実験の様子である。近接センサは手元にあったオムロン製 E2E-X5MC112 を用いた。仕様は、検出距離: 5mm±10%、標準検出物体: 鉄 15×15×1mm、検出物体: 磁性金属である。検出物体が検出範囲内にあると、センサ内の接点が閉じる仕組みとなっており、ランプが点灯する。

図3(a)は刃の部分であり、ランプが消灯しており、図3(b)の柄の部分では、ランプが点灯していることが確認できる。

図3では、近接センサとタップの間に、ビニル袋、タップには油が付着した状態であったが、判別を行うことが出来た。

一方、近接センサを取り扱う際において以下の課題が生じた。

- (1)刃と柄の検出距離の差が微小であり、センサ付属のナット、または治具による高さ調整を要する。
- (2)センサを軸方向にスライドさせるには、精度の高い動きが要求される。

4. 近接変位センサによるタップ方向判別法

4.1 近接センサと近接変位センサの違い

前章では、近接センサを用いた。本章では“変位”という言葉が加わった近接変位センサによる手法を提案する。

近接センサの出力信号は、ON か OFF の 2 値である。一方、近接変位センサの出力信号は、検出状況に応じたアナログ電圧値である。

近接変位センサのメリットとして、

- ・高精度な検出距離の調整を必要とせず、メンテナンス性を向上させる。
 - ・一般的な工場で用いられている PLC 装置によって、判別のプログラムを組むことができる。
- 一方、デメリットとして、
- ・一般的に、センサが高価となる。
 - ・PLC 装置にアナログ入力端子が必要となる。

4.2 近接変位センサによるタップ方向判別法

図 4 に提案手法を示す。本手法は、二つのセンサをタップの刃と柄付近に高さを揃えて配置し、それぞれのセンサのアナログ電圧を比較することによりタップの方向を判別する。

柄の直径 $\phi 6\text{mm}$ に対して、刃は製造工程により異なる。ブランク材 $\phi 5.4\text{mm}$ 、M6 ネジ山の谷、ストレート溝などがあり、総じて径がわずかに小さいため、センサとの距離が大きく、センサのアナログ電圧値が大きく検出される。

刃と柄の二つのアナログ電圧を PLC に取り込み、比較演算を行うことで、タップの方向を判別する。

本提案法は、近接変位センサを、標準検出物体とは形状の異なる円筒形かつ微小な凹凸を有するタップに適応した事例として、有用性がある。

4.3 近接変位センサによるタップ方向判別の基礎実験

図 5 に近接変位センサの基礎実験に用いた材料、図 6 に実験の構成図を示す。タップ（ハイスピード鋼 HSS）をアルミフレーム（A6N01SS-T5）の溝に入れた。本来であればアルミフレームではなく、磁性金属としたかったが、準備時間が不足した。

センサとタップの間には厚さ 2 mm のアクリル板を入れ、距離を保っている。2 つの近接変位センサは、表 1 に示す MDA-C5 と MDA-C5B(異周波数)ものを用いた。本製品を選定した理由は、10 万円位する感覚でいたところ、メーカー価格 3,200 円(税別)と、とてもローコストであったからである。

図 7 に基礎実験の様子を示す。ランダムに方向、

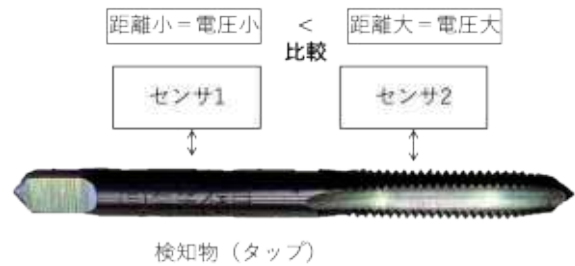


図 4 近接変位センサによる提案手法



図 5 近接変位センサの基礎実験に用いた材料

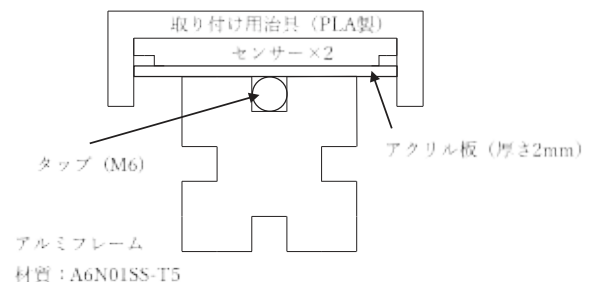


図 6 実験の構成図

表 1 近接変位センサ(高周波発振型)の仕様

メーカー名	センサテック
品番	MDA-C5、MDA-C5B(異周波数)
検出距離	1.0~6.0mm
標準検出体	40×40mm 板厚 1 mm 鉄板
電源電圧	DC12~24V
消費電流	DC10mA 以下
出力	出力抵抗 10k Ω 、リニア出力 基準点 1mm \pm 0.2mm で 1V 基準点+5mm で 5V \pm 0.1V 検出物不在時最大出力電圧 7.4V 以下
応答時間	1ms 以下
相互干渉距離 (mm)	同周波数：150 以下 異周波数：3 以下

タップ形状(M6 ではあるが、製造工程で異なる形状)を変えて、100 回実験を行った。

その結果、およそ 3~4V の電圧が検出され、刃の電圧は、柄に比べ、0.5V 程度大きく検出された。刃と柄の電位差の検出精度は 100%、かつ、PLC において、十分に判別できる電位差となった。

また、油およびキリコによって検出電圧に影響は見られなかった。

4.4 タップ方向自動整列装置における実験

開発課題実習ではタップ方向自動整列装置を開発した²⁾。開発した装置は、方向判別整列ユニット、検査モータ、制御ボックスから成る。図 8 に方向判別整列ユニットの断面図、図 9 にその製作物を示す。

上部にある容器はホップと呼ばれ、ホップ下部のロータが回転し、1 本のタップが歯車に送られる。歯車を正負 90 度に回転させることでタップを一方向に整列させる。歯車下部のシャッタを開くと、工作機械のホップにタップが入る。

ここで、近接変位センサは、ホップ下部のロータ付近に取り付けられ、ロータくぼみに入ったタップの方向を検出している。基礎実験と異なる点は、ホップの材質 SPCC、センサ間の干渉距離 6.8mm である。判別には、三菱製シーケンサ FX3U-48M、アナログ入出力アダプタ FX3U-3A-ADP を用いた。

本装置において、500 回実験を行った。方向を判別する精度は 100%であり、安定して動作することが確認できた。

5. おわりに

本稿では、切削油の影響を受けず金属を検知する近接変位センサを用いて、タップの刃と柄の方向を判別する手法を考案し、実験結果よりその妥当性を明らかにした。

本手法は、開発課題実習で開発した「タップ自動整列装置」に内蔵され、M6 タップを整列して排出することまで達成することが出来た。装置を開発した学生、石山瑞騎、中野寛也、伊藤雅、星宏輔、槇晶嵩、佐藤優弥、佐藤佑典、山田竜聖、金見開都、伊藤陽、加賀谷龍佑、並びに関係する皆様に厚く御礼申し上げます。

【参考文献】



図 7 近接変位センサによる基礎実験

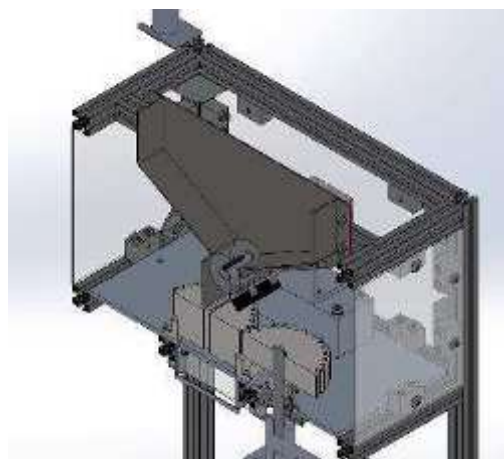


図 8 方向判別整列ユニットの断面図



図 9 製作した方向判別整列ユニット

- 1) 狩野隆志ほか：電気系保全実践技術（センサ編）、東北職業能力開発大学校能力開発セミナーテキスト、2023 年
- 2) 石山瑞騎ほか：タップ方向自動整列装置の開発、令和 5 年度開発課題実習報告書、2024 年 3 月

ノルボルナジエン(NBD)誘導体の光異性化反応を用いた 蓄熱システムに関する研究

ー(その2)コバルト(II)フタロシアニン担持活性炭触媒による

逆異性化反応の検証ー

三浦 誠*¹, 渡邊 大登*¹, 石戸谷 百百子*², 石戸谷 裕二*²

Study on the Thermal Storage System Using the Photo-isomerization
Reaction of Norbornadiene (NBD) Derivatives

- Part 2: Verification of Reverse Isomerization Reaction Using Cobalt
Phthalocyanine Supported Activated Carbon Catalyst-

MIURA Makoto*¹, WATANABE Daito*¹, ISHIDOYA Momoko*², ISHIDOYA Yuji*²

要約 光エネルギーを直接貯蔵し、熱エネルギーに変換できるシステムとしてノルボルナジエン(NBD)クワドリシクラン(QC)系がある。この系は光化学反応により、光エネルギーを NBD 分子内に歪エネルギーとして貯蔵できる。熱エネルギーを取り出す際には触媒反応により QC を NBD に逆異性化することで蓄積したエネルギーの変換が可能であり、繰り返し使用できる特徴を持っている。本研究では給湯や暖房システム等への応用を目的とし、NBD 誘導体を用いた光エネルギーの変換・蓄熱性能に関する基礎的検討を行った。本報告では、新たにコバルト(II)フタロシアニン(Co-ph)担持活性炭触媒を用いた逆異性化反応を検証した。

1. はじめに

東京都では、2030 年までに都内の温室効果ガスを 50%削減する「カーボンハーフ」の実現に向け、新築住宅などへの太陽光発電設備の設置や断熱・省エネ性能の確保などを義務づける内容を盛り込んだ「環境確保条例」の改正案が成立するなど、太陽光を電気エネルギーに変換する太陽光発電(PV)システムが急速に普及している。また、住宅設備にお

ける太陽光エネルギーの活用例としては、日射による熱エネルギーで給湯する太陽光給湯システムが広範に知られている。しかし、PV はエネルギー貯蔵に必要な蓄電池の大容量化などが課題であり、給湯システムでは保温のための補助熱源が必要となる。

一方、光エネルギーを直接貯蔵し、熱エネルギーに変換できるシステムとしてノルボルナジエン(NBD)-クワドリシクラン(QC)系がある¹⁾。この系は光化学反応により、光エネルギーを NBD 分子内に

*1 東北職業能力開発大学校 建築施工システム技術科
Tohoku Polytechnic College
Department of Architectural Systems Engineering

*2 室内気候研究所
Institute of Indoor Climate

歪エネルギーとして蓄積し、貯蔵することができる。熱エネルギーを取り出す際には触媒反応により QC を NBD に逆異性化することで、蓄積したエネルギーの変換が可能であり、繰り返し使用できる特徴をもっている²⁾⁶⁾。

筆者らはこれまで、給湯や暖房システム等への応用を目的とし、NBD 誘導体を用いた光エネルギーの変換・蓄熱性能に関する基礎的検討を行ってきた⁵⁾。そこでは、非水溶媒系の NBD 誘導体溶液を太陽光もしくは紫外光を使用し、100%の収率で QC への異性化を確認した。また、逆異性化のプロセスでは、触媒としてコバルト (II) テトラフェニルポルフィリン (Co-TTP) をテトラヒドロフラン (THF) で溶解した液体触媒を使用し、100%の収率で NBD への逆異性化反応を確認した。一方で、液体触媒の場合、使用後の触媒の分離が難しく、異性化と逆異性化の繰り返しが実現できていなかった。そこで、本研究では Wang ら⁶⁾の研究を参考に、コバルト (II) フタロシアニン (Co-ph) を活性炭に担持した固体触媒を製作し、その効果を検証したので報告する。

2. NBD の光異性化反応と応用システム

式(1)に示すように NBD に太陽光や紫外線を照射することで分子内の二重結合の光原子価異性化反応が生起し、高歪みな結合状態の QC が生成する。生成した QC は触媒作用により逆異性化することで元の NBD に戻る。この時に QC が放出する熱量は 96 kJ/mol であり、高いエネルギー密度を示す。

図 1 に NBD 暖房システムの模式図を示す。光異性化装置に太陽光を照射することで NBD を QC に異性化し、タンクに貯蔵する。暖房が必要な時には、貯蔵タンクから放熱装置に QC を送り、触媒と作用させ NBD に逆異性化することで発熱させて暖房に利用する。逆異性化した NBD は、再び太陽光で QC に異性化させ、このサイクルを繰り返すことになる。従来のダイレクトゲイン方式などの日射利用蓄熱型暖房システムは、日射熱を物質内に直接的に蓄熱するのに対して、NBD 蓄熱システムは、光を分子構造の歪エネルギーとして貯蔵するため、熱損失なく長期間貯蔵できる点が利点となる。また、従来の蓄熱システムは集熱が天候に左右されるが、QC の

貯蔵タンクを可搬式にした場合、日射が効率的に得られる時期や場所で集中的に異性化することも可能であるため、天候の影響は低減できる。太陽光給湯システムへの応用についても同様の利点がある。また、従来型のシステムでは貯湯槽での保温や給湯負荷に応じて、電気ヒーターやヒートポンプなどの補助熱源が必要となるが、NBD 給湯システムは NBD による蓄放熱で給湯・保温できるため電気エネルギー等による補助熱源が不要となる。

一方で、これらシステムが提案されて、50 年以上になるが、実用化できていない現状にある。

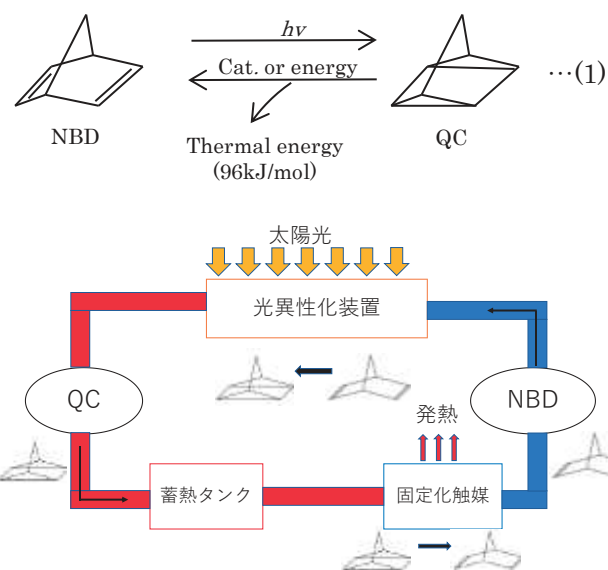


図 1 NBD 暖房システム模式図²⁾

3. 実験方法と結果

3.1 光原子価異性化反応

NBD 誘導体は水溶性の 3-フェニル-2,5-ノルボルナジエン-2-カルボン酸 (以下、NBD-ph) を用いた。溶媒としては、水酸化ナトリウム 100 m mol/L (以下、mM) 水溶液を使用し、NBD-ph 濃度を 0 mM から 2.5 mM まで 6 種類 (0 mM、0.5 mM、1.0 mM、1.5 mM、2.0 mM、2.5 mM) に調整した溶液をそれぞれ 5 mL 作製した。

その後、紫外線強度 743 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (中心波長 365 nm、距離 5 cm) の紫外線 (UV-A) ランプを所定時間照射し、QC への異性化反応を行った。異性化反応は、液体クロマトグラフィーの UV 検出器 (東ソー: HPLC 用 UV-8010) を用い、UV スペクトルの吸収ピークから定量化を行った。ある波長 λ [nm] の吸光

度 A は、入射光強度 I_0 と透過光強度 I として式(2)で定義される。したがって、透過率(I/I_0)が 0.1 以下の場合、吸光度は 1 以上となる場合もある。

$$A = -\log(I/I_0) \dots\dots\dots(2)$$

はじめに NBD-ph 濃度と吸光度の関係を把握するために、NBD-ph 溶液の吸収スペクトルを測定した。波長 290 nm 付近に吸収ピークが見られ、NBD-ph 濃度によって吸光度が変化した(図 2)。

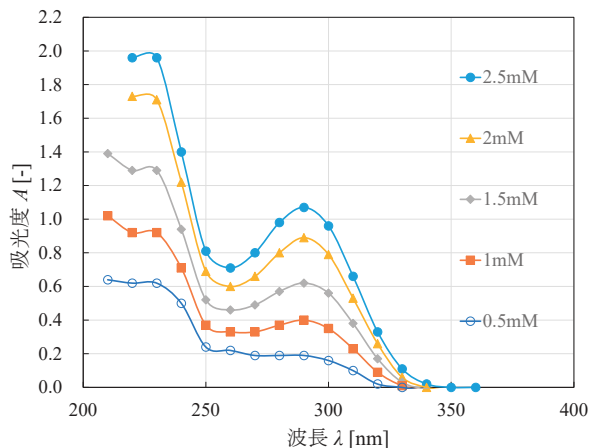


図 2 UV 吸収スペクトルの NBD-ph 濃度依存性

図3に 290 nm 吸収ピークと NBD-ph 濃度の関係を示す。吸光度と NBD-ph 濃度には線形的な関係が確認でき、検量線が作成できた。

その後、2.5 mM の NBD-ph 水溶液を使用し、光異性化反応を行った。使用した紫外線ランプは中心波長 365 nm(UV-A)距離 30 mm で紫外線を照射し異性化を行った。異性化反応の結果を図 4 に示す。紫外線照射開始から 120 分で 290 nm 吸光度ピークは消失し、NBD-ph の 94%の異性化が確認できた。一方、NBD-ph から QC-ph への異性化反応が一次反応であれば、反応速度 v は式(3)で定義できる。ここで k は反応速度定数である。NBD-ph 濃度 C_N は吸光度 A に比例することから式(3)を解けば式(4)となり、紫外線照射時間による吸光度減衰の指数近似から、反応速度定数 k が決定できる。図 5 に 290 nm 吸光度ピーク減衰と紫外線照射時間の関係を示す。両者には指数近似が成り立つことから、本反応は一次であり、反応速度定数 k として

$1.7 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$ が得られた。また、濃度の半減期 τ は式(5)で定義でき、41 min が得られた。

$$v = -(dC_N)/dt = kC_N \dots\dots\dots(3)$$

$$A = A_0 \exp(-kt) \dots\dots\dots(4)$$

$$\tau = \ln 2/k \dots\dots\dots(5)$$

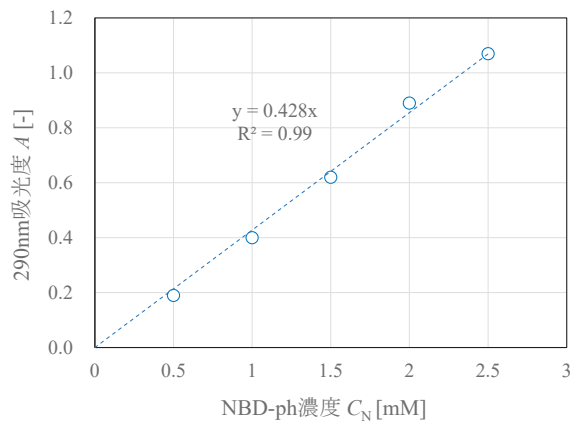


図 3 290nm 吸光度と NBD-ph 濃度の関係

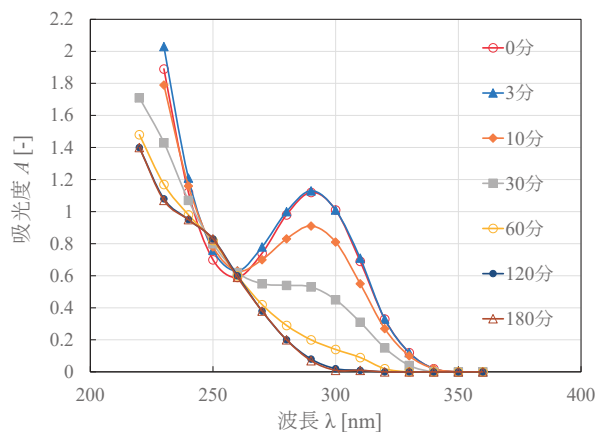


図 4 UV 吸収スペクトルの UV-A ランプ照射時間依存性

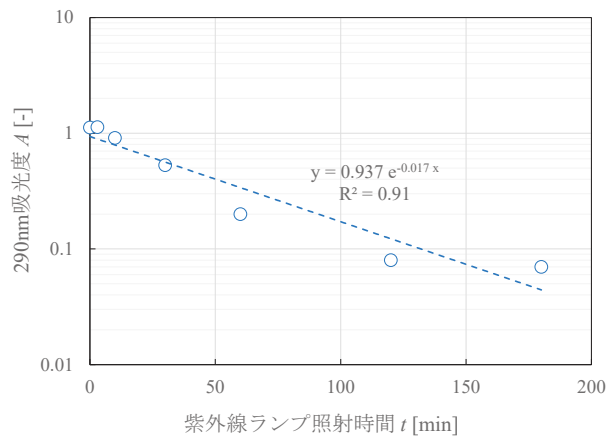


図 5 290nm 吸光度と UV-A ランプ照射時間の関係

3.2 固体触媒を用いた逆異性化反応

テトラヒドロフラン(THF)を溶媒として、2.5 mMのコバルト(II)フタロシアニン(Co-ph)溶液を5 mL作製した。作製した溶液に活性炭(粒径 0.5~1.7mm) 2 gを入れ、24時間浸漬し、Co-phを活性炭に吸着させた。その後、THF 溶媒を揮発させ室温で乾燥し、Co-ph 担持活性炭触媒を製作した(図6)。作製した Co-ph 担持活性炭触媒と 2.5mM の NBD-ph 水溶液を異性化させた QC-ph 水溶液とともにクロマトグラフ管に入れ、逆異性化反応が進行するか確認した(図7)。実験開始から5分、15分、60分経過した時間でクロマトグラフ管から溶液を取り出し吸光度の測定を行った。

固体触媒を使用した逆異性化反応の結果を図8に示す。開始5分で約13%逆異性化が進行したが、その後は290 nm 吸光度ピークが消失し、逆異性化反応は進行しなかった。



図6 Co-ph 担持活性炭触媒 図7 逆異性化の様子

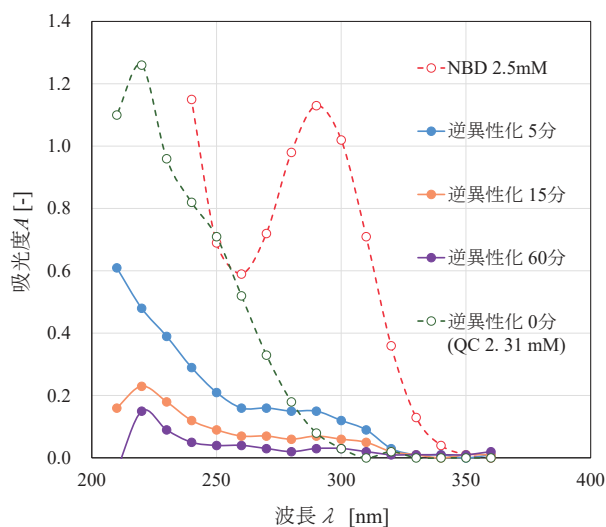


図8 UV 吸収スペクトルの逆異性化時間依存性

4. まとめ

本研究で得られた知見を総括して以下に示す。

- 1) 2.5mM の NBD-ph 水酸化ナトリウム水溶液に紫外線を照射し、94%の収率で QC-ph への異性化を確認した。
- 2) 固体触媒として、コバルト(II)フタロシアニン(Co-ph)担持活性炭触媒を製作し、QC-ph から NBD-ph への逆異性化を試み、開始5分で13%の逆異性化を確認したが、その後、逆異性化反応は進行しなかった。

今後としては、固体触媒である(Co-ph)担持活性炭触媒の製作方法を見直し、逆異性化プロセスの確立と、異性化と逆異性化の繰り返しによる蓄放熱の検証を進めたい。

記号

A : 吸光度 [-], λ : 波長 [nm], I_0 : 入射光強度, I : 透過光強度, C_N : NBD 濃度[mM], t : 時間 [min], k : 反応速度定数[-], v : 反応速度 [mol/min], τ : 半減期[min]

【参考文献】

- 1) J. R. Edman: 2,3-Dicyanoquadracyclane synthesis and isomerization, *The Journal of Organic Chemistry*, Vol. 32, pp.2920-2921, 1967
- 2) 飯澤孝司: 光エネルギーの熱エネルギーへの変換、高分子、45巻、5月号、1996
- 3) 西久保忠臣、中村茂夫、亀山敦: 光エネルギーの変換・蓄熱機能を有する高分子材料の開発、神奈川大学研究所所報、第20号、1997
- 4) 長谷川英悦、向井利夫、戸田敬: カルコン発色団を有するノルボルナジエン誘導体の合成と光異性化ならびに生成したクアドリシラン類の反応、日本化学会誌、No. 8、pp.1215-1221、1988
- 5) 加藤泰、三浦誠、石戸裕二、草間友花: ノルボルナジエン(NBD)誘導体の光異性化反応を用いた蓄エネルギーシステムに関する研究 その1 光エネルギーの変換・蓄熱機能に関する検討、日本建築学会北海道支部研究報告集、No. 89、pp.161-164、2016年6月
- 6) Zhihang Wang, et al.: Macroscopic heat release in a molecular solar thermal energy storage system, *Energy Environ. Sci.*, 12, pp.187-193, 2019

生産機械システム技術科における 標準課題の取り組みについて

大石 賢*¹, 内山 元*¹, 須永 浩一*¹, 喬橋 憲司*¹, 伊藤 隆志*¹

Report on the Activities of the Standard Assignment Practice
in the Department of Production Mechanical Systems Technology

OHISHI Masaru*¹, UCHIYAMA Gen*¹,
SUNAGA Koichi*¹, TAKAHASHI Kenji*¹, ITO Takashi*¹

要約 応用課程では「産業界の発展に貢献できる職業人の養成」を目的として、標準課題などを柱とした教育をおこなっている。目的をふまえ、東北能開大生産機械システム技術科においても、機械分野の標準課題を実施している。本報では、標準課題をおこなう上での基本方針及び実施例について述べる。あわせて、令和 3 年度よりスタートしたロボットコースにおける標準課題の取り組みに関しても報告をおこなう。

1. はじめに

応用課程では、「次代を担う高度で多様な職業能力を有し、“ものづくり現場を担う将来のリーダー”として産業界の発展に貢献できる職業人の養成¹⁾」を目的として、標準課題や開発課題²⁾などの課題解決形式 PLB (Project Based Learning) の授業を柱とした教育を行っている。上記の目的を達成するため、授業を通じ以下の 6 つのカテゴリの能力を養成する³⁾。

- ①専門的知識及び工学的理論体系を実務に適用する能力
- ②品質、コスト及び納期をバランス良く調和させることのできる能力
- ③独自性をもって創意工夫できる能力と構想力
- ④技能・技術の複合に対応する能力
- ⑤5S など職業人に必要な基本能力
- ⑥課題発見・分析、計画推進、リーダーシップなどの人的スキル

あわせて、生産機械システム技術科（以下応用機械と示す）の狙いを以下に示す。

「機械技術を中心に、エレクトロニクス、情報技術等を融合し、実用的なロボットや機械装置等の製品開発、生産工程の構築・改善等において現場ニーズに的確に応えられる能力を身につける。³⁾」

上記のような目的、養成する能力、仕上がり像を念頭に置きつつ、東北能開大応用機械では標準課題を実施している。本報では、目的、養成する能力、仕上がり像を念頭においた、東北能開大応用機械における授業の考え方及び実施状況について報告する。

あわせて、新設のロボットコースを念頭に入れた標準課題の進め方についても言及する。東北能開大において、令和 3 年度よりロボットコースが新設されたが、新設コースの実施にあたり、指導員への負担増が予想された。東北能開大応用機械ではの負担を考慮して、既存のカリキュラムを活用し従来コース（以下機械コースと示す）とロボットコースの授業の共通化を図り実施⁴⁾しているが、本取り組みに

*1 東北職業能力開発大学校 生産機械システム技術科
Tohoku Polytechnic College
Department of Production Mechanical Systems Technology

関しても報告する。

2. 標準課題の方針

2.1 基本の方針

東北能開大応用機械で実施している標準課題について表1に示す。基本的には「応用課程の考え方」をベースに取り組んでいる。

応用課程の考え方に記載されている、応用課程1年次（大学3年次に相当）に取り組む標準課題の特色を以下に示す。

- ①ワーキング・グループ学習方式で実施する実践的な課題学習
- ②生産現場を意識した課題製作に取り組む過程の中で、“ものづくり”に必要となる専門的知識及び技術能力を身に付ける
- ③課題製作に係るコストの算出、製作スケジュールの計画、役割分担、グループ内でのミーティングやリーダー会議、発表会など一貫した流れの体験

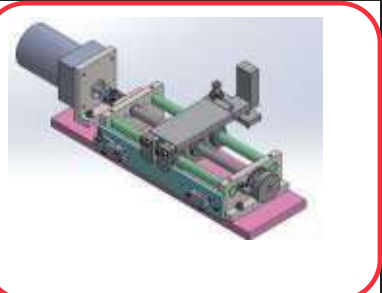
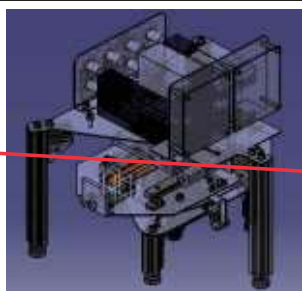
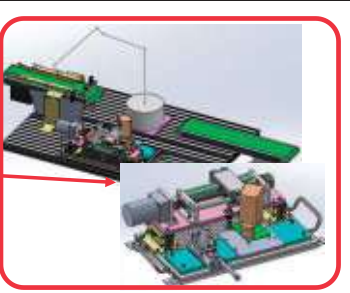
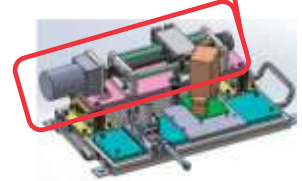

これら「ものづくり現場に必要な知識・技術及び技能、仕事の進め方」について以下のように工夫して取り組んでいる。

①の「実践的な課題学習」に関しては、課題を選定する際、応用課程2年次（大学4年次に相当）開発課題、さらに就職した際にベースとなるようなものを念頭に置き選定している。また、学生が実際の仕事のプロセスをイメージできるよう授業を進めている。ここで一般的な設計開発プロセスの大まかな流れを以下に示す。

- 1) 企画構想
- 2) 設計（仕様作成、基本設計、詳細設計）
- 3) 製作

しかし、精密加工実習、CAD応用設計実習²⁾など他の授業の関連から、一部順番を変え実施している。表1に示すように、1年を通じ3課題をおこなうことにより一通りの内容に取り組む。第1課題では製作にフォーカスし、加工図、加工工程表の作成を中心におこなう。第2課題において企画から製作まで

表1 東北能開大応用機械 標準課題

	第1課題（2期）	第2課題（3期）	第3課題（3・4期）
テーマ	電池搬送装置の設計・製作	六足歩行ロボットの設計・製作	基板組付けセルの構築
課題イメージ			
主な内容	<ul style="list-style-type: none"> ・加工図作成 ・加工工程表作成（工程設計） ・加工 ・制御（回路・制御プログラム設計・作成） ・PM（WBS、進捗管理、工程管理） 	<ul style="list-style-type: none"> ・設計プロセス一連の流れの経験 ・課題によるトップダウン設計の進め方の経験 ・企画、コンセプト、仕様作成 ・構想設計、基本設計、詳細設計 ・設計ツールとしての3DCADの活用法 ・スケルトンによるメカ動作検討 ・制御（システム設計、SFC） ・PM（WBS、工数の考え方、進捗管理） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボットを使用したセルの構築 ・装置設計の進め方 ・作業分析、工程分析、工程設計 ・圧入、固定治具の設計・製作 ・治具、ハンド、爪（ジョー）設計 ・外部信号によるロボットの制御 ・PM
人数	3名程度	4～5名程度	4～5名程度
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・実施授業 標準課題 	<ul style="list-style-type: none"> ・実施授業 標準課題 <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> ロボットコースは第3課題で基板組み立てラインの工程改善等を行う </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・実施授業 創作的開発技法（前半）、生産自動化システム実習、CAD/CAM実習 

の設計プロセスを体験する。第2課題では特に設計フェーズにウエイトをおいて進めている。第3課題では生産セルの構築を題材に、作業分析、工程分析、工程設計、装置設計の進め方を中心におこなう。

グループワークに関しては、学生が企業に就職した際、グループでの仕事が必要となるため、そのトレーニングとして課題ごとに人員の組み合わせを変え、できるだけいろいろなタイプの者とグループワークを行わせるようにしている。

②の「専門的知識及び技術的能力」であるが、非標準課題の取り組みを通じ、専門課程次に学んだ知識、技術のブラッシュアップ、開発課題や就職した際に必要な新たな知識、技術の付与をおこなう。課題の中で、専門課程次に学んだ工業力学、材料力学、製図、要素設計、メカニズム、油空圧、PLCによる機械制御などを使用する機会を与えることにより、2年次の開発課題や実際の仕事でも活用できるようブラッシュアップを図る。

設計プロセスにおける3次元CADの活用法や、機構、装置設計の進め方、セルの構築法については、標準課題及び関連科目によって学んでいく。3次元CADを設計プロセスの中で活用していくには、以下の知識、スキルが必要となる⁵⁾。

○モデリング

- 1) モデリング時のルール
- 2) モデリングの流れ
- 3) モデリング時の検証の進め方

○アセンブリ

- 1) トップダウン、ボトムアップの違い
- 2) アセンブリのルール
- 3) アセンブリの流れ
- 4) アセンブリ時の検証の進め方

上記の内容についてはCAD設計応用実習²⁾の中で学んでいく。なお、上記の授業に関しては筆者の一人が高度ポリテクセンター在籍時おこなっていたセミナー「設計に活かす！3次元CAD活用術（ソリッド編、アセンブリ編）」の内容をベースに進めている。あわせて、本授業の中でトップダウン設計時に用いられるMAP（設計原点の地図）やスケルトン（スケッチで描いた骨組み）を用いたアセンブリの構築法、構想設計、装置設計の進め方などについ

て学び、標準課題の取り組みの中でブラッシュアップを図る。

③のスケジュール管理等に関しては、標準課題の中でプロジェクトマネジメント⁶⁾の進め方を体験することにより学んでいく。

当初はガントチャートをグループごとに作成させ、進捗管理させていた。しかし、スケジュール管理にうまく使えておらず、最後の報告時に進捗結果をまとめて報告するだけとなっており進捗管理がうまくできていない状態であった。この改善のために、標準課題時にプロジェクトマネジメントの基本を教え体験させることにした。東北能開大では平成30年頃より開発課題のスタート時、プロジェクトマネジメント講習会を実施している。この中で中心に話をしているのはWBS⁷⁾（Work Breakdown Structure）及びガントチャートの作成ステップ、進捗管理の方法である。応用機械の標準課題でも令和2年ごろより上記内容に関して標準課題を通じ学ばせるようにした。

標準課題での教え方については、第1課題から第3課題まで3つの課題に取り組む際、スモールステップで少しずつレベルを上げ繰り返し進めるようにしている。第1課題でWBSや工数、ガントチャートのひな形を示し、本ひな形をベースに進捗に応じ、WBSの見直しや工数管理、ガントチャートの更新、マイルストーンのチェックなどをグループごとにおこなう。第2課題では最低限のWBSだけ示し、WBSの見なおし、工数計算、管理、マイルストーンの設定、チェック、ガントチャートの更新などグループごとに進める。第3課題の際自分たちで一から作成するようにしている。

コストに関しては、より実践的なイメージを持たせるため、部品や材料のコストだけではなく、設計や製造の仮想の時間チャージを示し、工数をもとに製造コストを計算させている。

上記に示した以外の取り組みとしては、グループワーク等で問題となるフリーライダー対策、効率的なグループワークを行うため、社会心理学の「リングelman効果」⁸⁾や、発想の際のヒントとして行動経済学の「ヒューリスティック」「バイアス」「ナッジ」⁹⁾などの話をしている。

2.2 機械コースとロボットコースの標準課題について

令和3年度からのロボットコース実施に向け、内部の打ち合わせの際、毎回のようにあげられていたのは、①コースが増えることによる負担増への対応、②導入された機器の活用法、③ロボット機器運用課題実習（H課題）¹⁰を実施するにあたり、各科の授業時間の調整が難しい、などであった。①については各科の人員配置の状況、②については産業用ロボットを用いたシステムの指導経験の有無によって異なってくるなどの理由により、東北能開大生産系では、ロボット工学や標準課題などロボットコース関係の科目を各科ごとにおこなうことにした。

応用機械においてロボットコースの授業をおこなうにあたり、ロボットコースと従来のコースについて、指導員の負担軽減のため可能な限り授業の共通化を図ることにした。応用機械ではロボット S1erに必要な技能、技術を洗い出し¹¹⁾¹²⁾、あわせて従来コースのシラバスを確認した結果、現行のカリキュラムの組み合わせにより、必要な技能・技術の付与は可能であると判断した⁴⁾。表2にロボットコースの標準課題及び他の科目との関連を示す。

この中でロボットコースにおけるロボット機器製作課題実習（G課題）¹⁰であるが、図に示すように機械コース、ロボットコース合同で第1課題に取り組んでいる。機械コースの方は、第3課題において、第1課題で製作した電池搬送装置を使用して位置決めなどの治具、ロボットと組み合わせセルの構築をおこなう。ロボットコースは第3課題で生産ロボットシステムの改善をテーマに取り組む。

第2課題に関しては、今までと同様に六足歩行ロボットの設計・製作に取り組むこととした。理由として、一見装置設計、セルの構築とかけ離れているようにみえるが、①コンセプトの決定、構想・基本・詳細設計、製作、評価といった設計プロセスの一連の流れに取り組める、②装置によく利用されるベルト、ボールねじなどの直動機構の設計内容を含む、③メカのレイアウト、④構造設計及びCAEによる強度・剛性の検討、⑤転倒、スケルトンによる動きの検討、など様々な内容を学ぶことができるためである。このようなスキルはロボットを用いたシステム構築をおこなう上でも重要であると考えられる。あわせて、ハードルの高いコンセプトの決定や構想設計など休み時間を忘れてグループで議論を重ねるな

表2 ロボットコース及び他の科目との関連

		1期			2期			3期			4期		
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
加工	精密加工応用実習												
	精密加工応用												
設計	CAD設計応用実習												
	CAD/CAM応用実習												
計測・制御	自動化機器												
	自動化機器応用実習												
	生産自動化システム実習												
	計測制御応用実習												
ロボット	ロボット工学												
	ロボット工学実習												
企画開発	創造性開発技法												
標準課題	精密機器製作課題実習(第1課題)												
	自動化機器製作課題実習(第2課題)												
	ロボット機器製作課題実習(G課題)												
	ロボット機器運用課題実習(H課題)												

ロボットコース
・実習装置の取り扱い
・教示法
・プログラム解読
・CC-LINK、A/D など

機械コース
・位置決め
・A/D
・CC-LINK など

機械コース、ロボットコース PLCなど

第3課題企画・構想、創造性開発技法の前半を利用して実施

第1課題として機械コース、ロボットコース合同で実施

第2課題として機械コース、ロボットコース合同で実施

・第3課題として、従来コース、ロボットコース分かれて実施
・生産自動化システム、自動化機器応用実習の時間を主に利用

ど学生自身積極的に取り組み、教育効果が非常に高い課題だと考えたためである。

3. 標準課題の実施

3.1 第1課題

表1に示すように第1課題では第3課題で製作する電池組付けセルの一部である、電池搬送装置の設計・製作に取り組む。第1課題は加工図及び加工工程図の作成を主な狙いとして取り組む。加工図を作る際、CAD設計応用実習との関係で、アセンブリの3次元データを事前に指導員側で用意して、それをもとに図面作成をおこなう。

図面作成の際、ISO、JISの流れ及び学生の就職先の企業でも位置度、幾何公差を使用した図面が増えてきているため、GPS (Geometrical Product Specification) を念頭においた図面作成をさせている。そのため、穴や形状の位置を指示する際位置度を用いている。その際、最大実体公差なども必要に応じて使用する。

公差を記入する際は、最初に各グループで要求される精度、使用する加工機などの情報により公差の検討をし、その結果を元に寸法などの指示をおこなう。本図面を指導員側でチェックして、アドバイスをしながら、図面を仕上げていく。またボール盤を使用するレベルの公差の参考になるよう、学生全員でボール盤加工をおこない、その工程能力を算出して公差決定の参考にしている。



図3 電池搬送装置

本図面をもとに加工、加工物の精度評価、組み立て、組み立て状態での走り平行度などの評価、制御盤の組み立て、プログラム設計・製作、全体を組み合わせた評価をおこなう。図3に令和5年度に製作したものを示す。

3.2 第2課題

表1に示すように、第2課題では、六足歩行ロボットの設計・製作をテーマに、企画から製作まで一通りの設計プロセスに取り組む。その中でも特に構想、基本、詳細設計のフェーズに重点をおいている。基本的な要求仕様は、1周2(m)のコースを1分半以内で周回、質量6(kg)以下、サイズ500(mm)×500(mm)×500(mm)以内としている。それ以外に企画の一環として各グループで仮想の使用方法、対象者を決める。

企画フェーズでは、各グループで仮想の使用方法、対象者を決め、それをもとにコンセプトを決定する。設計フェーズでは仕様の決定、構想設計、基本設計、詳細設計に取り組む。構想設計ではポンチ絵によるメカ、構造の検討、足幅の検討などをおこなう。基本設計では、CADを用い、メカ、構造、干渉の検討、転倒しないで歩行するための足幅の検討、CAEを用いた剛性の検討などをおこなう。詳細設計の際は細部の作り込み、締結の検討などをおこなう。なお、企画から構想設計までは基本的には模造紙を用いておこなっている。

図4に令和5年度製作したロボットを示す。

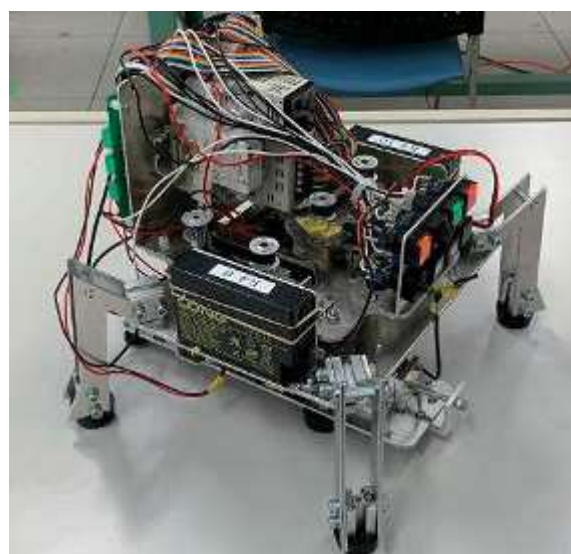


図4 六足歩行ロボット

3.3 第3課題

第3課題について、機械コースは電池組付けセルの構築、ロボットコースは基板組み立てシステムの工程改善に取り組む。

機械コースの電池組付けセルの構築については以下のように進める。なお、時間の都合上、①、②③を中心におこない、製作については、指導員側で用意した図面を使用しおこなっている。

- ①採算性の検討、人の電池組付けの作業分析（サーブリック等）
- ②提案書（システム概要、生産数、タクトなど）
- ③設計（PERT、流れ線図、構想 など）
- ④製作、評価

図5に令和5年度製作した電池組付けセルを示す。ロボットコースについては、基板組み立てシステムの工程改善をテーマに、以下のように進める。

- ①各セルの工程分析、人の組付け作業の分析
- ②改善提案書作成
- ③②を元にした改善

基本的には工程分析の結果をもとに、グループでどのように改善していくか決めさせている。その際、現有システムにはない、電池の組付けは必ず実施するように求めている。図6に令和5年度の改善の一環として製作したマルチハンドを示す。



図5 電池組付けセル



図6 マルチハンド

4. おわりに

ここまで示した授業展開で例年応用機械の標準課題を進めているが、学生のレベル、意欲などの影響により年度やグループによって進捗の差がある。その際は、実施内容の調整、アドバイスのレベルを変えて対応している。アドバイスを与える際は極力学生が自分の力で問題を解決できるよう必要最低限にとどめるようにしている。

標準課題のようなグループワークで進める課題については、学生の意欲によって取り組みに差がでてくる。今後はグループワークにおいて積極的に取り組むような方策等検討していきたい。

【参考文献】

- 1) 高齢・障害・求職者雇用支援機構：「応用課程の考え方」、大 학교課(2009)
- 2) 高齢・障害・求職者雇用支援機構：「大 학교シラバス」、大 학교課 (2023)
- 3) 高齢・障害・求職者雇用支援機構：「第4次産業革命に対応した応用課程の概要」、令和2年度ロボットコース研修資料(2020)
- 4) 大石賢他：「東北能開大生産機械における生産ロボットコースの授業構想及び実践」、令和5年度論文コンクール (2023)
- 5) 西川誠一：「手戻りを撲滅する！超・実践的3次元CAD活用ノウハウ」、日刊工業新聞社(2019)
- 6) 中嶋秀隆：「PMプロジェクトマネジメントPMBOK®ガイド対応」、日本能率協会 (2022)
- 7) 初田賢司：「システム開発のためのWBSの作り方」、日経BP(2012)
- 8) 釘原直樹：「人はなぜ集団になると怠けるのか「社会的な手抜き」の心理学」、中公新書(2014)
- 9) 相原奈美香：「行動経済学が最強の学問である」、SBクリエイティブ(2023)
- 10) 高齢障害求職者支援機構：生産ロボットシステムコース説明資料(2020)
- 11) 日本システムインテグレータ協会：“SIerとは”，
<https://www.farobotsier.com/>
- 12) 日本ロボット工業会：「ロボットシステムインテグレータのスキル読本」,経済産業省(2018)

平面研削盤装着平形砥石用側面ドレッサーの製作

伊藤 隆志*¹, 菖蒲 大樹*²

Manufacturing a Dressing Device for the Side Surface of a Grinding Wheel Attached to a Surface Grinder

ITO Takashi*¹, SHOBU Daiki*²

要約 平面研削盤に取り付けて使用する平形砥石は、ワークの加工精度を維持するために、研削加工途中の適切なタイミングで、ドレッシング（目直し）とツルーイング（形直し）を行う必要がある。砥石外周面は、単石ダイヤモンドドレッサーを用いて比較的簡単にドレッシングとツルーイングを行うことができる。一方、砥石側面は、これらの作業が困難である。よって、これら作業が安全かつ簡単に実施できる側面ドレッサーを製作した。以下に装置の概要について報告する。

1. はじめに

機械研削による研削加工は、精密部品の仕上げ加工としての実施が一般的である。この際、部品形状に適した形状の研削砥石を選択する必要がある。

角形状ワークは、平面研削盤に平形砥石を装着して研削加工することが多く、ワークの上向き平面は、砥石の外周面を使用して研削加工を行う。一方、L 字形状や凹形状の立壁を研削加工する場合は、研削砥石の側面を使用して研削加工を行う。このように、平形砥石による研削加工は、加工面の姿勢に適した砥石の使用面を選択することになる。

研削加工全般に言えることであるが、研削砥石は、加工時間が長くなるほど切れ味が落ちたり、それ自身が摩耗し形状が崩れたりする。この状態で研削加工を継続すると、ワークの加工精度の悪化や研削加工の滞りが起こったりする。それゆえ、研削加工途

中の適切なタイミングで、切れ味を回復させる作業と研削砥石の形直し作業（併せて以下ドレス作業と記す）が必要となる。切れ味を回復させる目的である目直し作業のことをドレッシングと言い、形直し作業のことをツルーイングと言う。いずれの作業も、研削砥石表面をドレッサーと言う工具で削り取るものである。なお、平形砥石外周面は、単石ダイヤモンドドレッサー（以下、ダイヤモンドドレッサーと記す）を用いて比較的簡単にドレス作業を行うことができる。

一方、平形砥石側面におけるドレス作業は、危険を伴いかつ技術力が求められるため実施が難しい。その課題に対し、安全かつ簡単に実現できる「平面研削盤装着平形砥石用側面ドレッサー（以下、側面ドレッサーと記す）」の製作に取り組んだ。本稿では、ドレス作業の意義と、側面ドレッサーの概要について報告する。

*1 東北職業能力開発大学校生産機械システム技術科

Tohoku Polytechnic College

Department of Production Mechanical Systems Technology

*2 東北職業能力開発大学校生産技術科

Tohoku Polytechnic College

Department of Production Technology

2. 平形砥石のドレス作業とその意義

図 1 に平面研削盤に取り付けた平形砥石を示す。研削砥石は、切削加工における切削工具に相当する。

特に、研削砥石の構成要素である「砥粒」は、切れ刃の役割を担うことから、砥粒のコンディションが、ワークの表面を削り取る能力に大きく影響する。砥粒は高硬度が要求されることから、一般砥石の場合、アルミナ (Al_2O_3) 質砥粒や炭化ケイ素 (SiC) 砥粒が使用される。一方、研削砥石の砥粒以外の構成要素として、結合剤と気孔があり、これらを全て含めて砥石の 3 要素という。図 2 に砥石の 3 要素とそれらの役割を示す。研削砥石は、砥石の表面から中心部に至るまで、この 3 要素が一様に広がっている。各要素の役割は、「砥粒」は、先に記した通りであり、「結合剤」は、砥粒と砥粒を結びつける接着剤の役割を担う。よって、研削砥石は、結合剤がなければ、砂状にこぼれてしまい、その形状を維持することができない。次に、「気孔」は、砥石内の小さな空間を指し、チップポケットとしての役割が主である。チップポケットとは、砥粒が刃物としてワーク表面に食い込むため、あるいは、ワークが削り取られていく過程で発生する切屑の滞留場所として、砥粒と砥粒の間に必要な空間である。チップポケットすなわち気孔の役割は極めて重要であり、これがなければ砥粒の切れ味がどんなに優れていても、研削加工が成り立たない。一方、気孔にはもう一つの役割があり、高温になった研削加工ポイントの冷却である。研削砥石全体に広がる多数の気孔は、構造的にはスポンジと同じであることから、研削砥石は、研削加工中に供給する研削液を大量に吸い込む。さらに、研削砥石は高速回転しているので、外周から遠心力で加速された研削液が勢いよく研削加工ポイントに供給されることになる。よって効果的な冷却ができる。

研削砥石を構成する 3 要素の役割の説明は以上である。それぞれの役割を最大限活かすことができれば、加工精度や加工能率が良好で、かつ質の高い研削加工が実現できる。そのためには、ワークの材質や要求加工精度に見合った、砥石の 5 要因 (砥粒の種類、粒度、結合度、結合剤の種類、組織) や研削条件 (砥石の周速度、ワークの移動速度、砥石の切り込み、送り) を選定する必要がある、研削砥石メーカーの技術資料や現場技能者の経験値がその根拠となる。

研削加工により、研削砥石自体、一定の影響を受

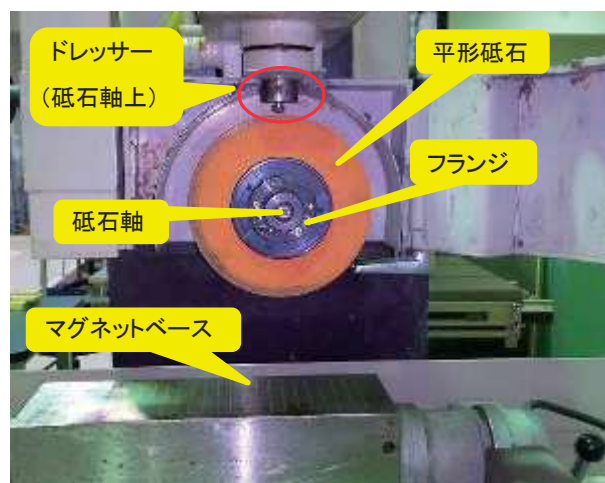


図 1 平面研削盤に取り付けた平形砥石

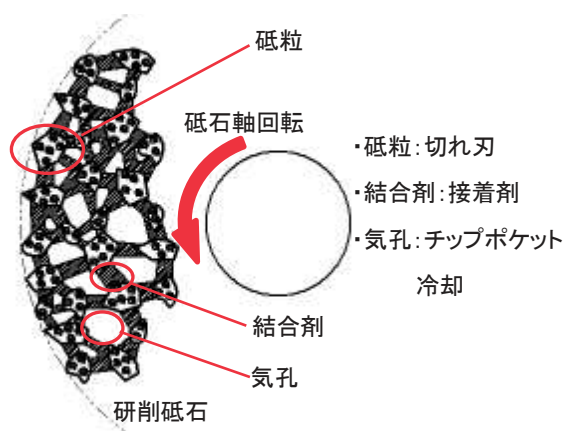


図 2 砥石の 3 要素とそれらの役割

けることになる。切れ刃である砥粒は、摩耗の進行により研削抵抗が増し、切れ味が落ちる。この研削抵抗が、研削砥石が砥粒を保持する力に勝るとき、砥粒は破碎または脱落する。そして、研削砥石表面に、新たな砥粒が出現することになる。この現象は、「砥石の自生作用」と呼称され、特段の操作なくして研削砥石の切れ味を良好に維持することができる。よって、砥石の自生作用が、適切なタイミングで発生する状態が「正常」である。一方、正常ではないとき、研削砥石は異常状態であり、「目つぶれ」、「目つまり」、「目こぼれ」の三つの状態に分類される。図 3 に研削砥石における異常状態の模式図を示す。目つぶれとは、砥石表面の砥粒が欠けも脱落もしないまま摩耗した状態、すなわち切れ刃が切れなくなった状態である (図 3(a))。目つまりとは、研削加工により発生した切屑が、研削砥石表面のチップポケットに詰まって取れなくなった状態である (図 3(b))。目つぶれまたは目つまりに陥った場

合は、もはや、研削加工ができない。目こぼれは、砥石表面の砥粒が、異常なペースで脱落することであり、研削砥石が著しく消耗したり偏摩耗したりする（図3(c)）。研削加工は成り立つものの、高精度加工は困難となる。このように、研削砥石が異常であるときは、研削加工の質の低下や研削砥石の異常摩耗が起こることから、研削砥石の5要因および研削条件の見直し等、ただちに対策を施すべきである。なお、異常状態の砥石の表面は、必ず目直しまたは形直しを施し、正常な状態に回復さなければならない。一方、研削砥石が、正常であるときは、しばらくそのまま研削加工を続けることができるが、研削砥石の消耗が進行することには変わりはないので、いずれ、研削砥石の形状変化に応じた形直しが必要となる。

ダイヤモンドドレッサーを用いて研削砥石表面を削り取る操作は、上述したワークへの研削加工と同様であるが、目直しのことをドレッシング、形直しのことをツルーイングと言い目的が違う。平形砥石を用いた平面研削盤作業では、研削砥石の切れ味と形状の正確さを維持する目的から作業の節目でドレッシングとツルーイングを行う。なお、研削砥石の5要因および研削条件が適切であれば、研削砥石の形崩れは早々起こることがないことから、ツルーイングを頻繁に行うことはない。ドレッシングは、荒研削工程と仕上げ研削工程それぞれで、毎回行うことが原則である。図4に平面研削盤に装着したダイヤモンドドレッサーを示す。ダイヤモンドドレッサーは、マグネットベース上に固定して使用することが多いが、マグネットベース上にワーク等が存在する場合は、図1に示す砥石軸上のダイヤモンドドレッサーを使用する。

3. 側面ドレッサーの概要

平形砥石は、砥石外周面を使用面とすることが推奨されているが、ワーク形状がL字形状や凹形状で、その立壁を研削加工する場合は、平形砥石の側面が使用面となることから、この面のドレス作業が必要となる。ただし、ダイヤモンドドレッサーが図4に示す姿勢では、砥石側面のドレス作業ができないので、別の方法で作業を行う必要がある。

砥石側面のドレス作業として、ブリックストーン

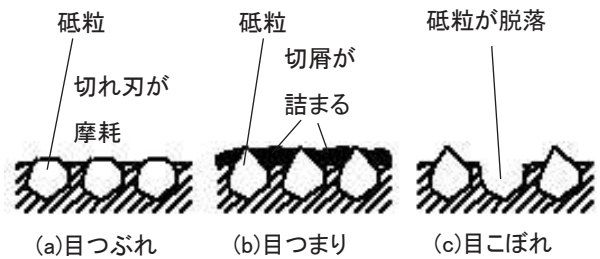


図3 研削砥石における異常状態の模式図

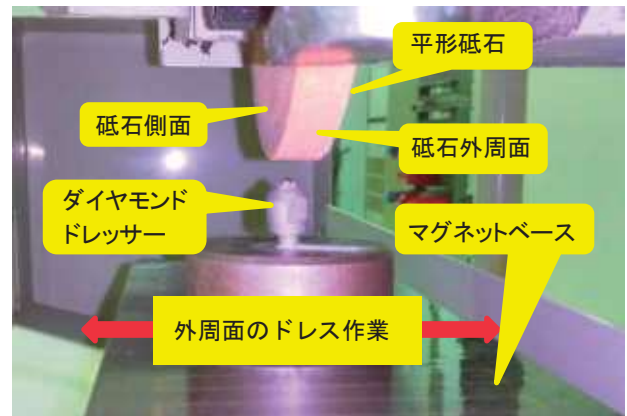


図4 平面研削盤に装着したダイヤモンドドレッサー

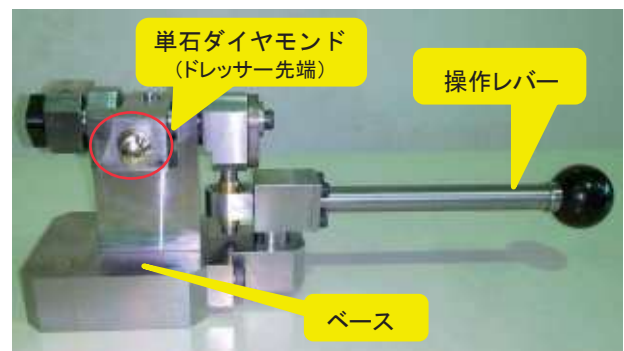


図5 製作した側面ドレッサー

による手作業が一つの方法として認知されている。手作業による方法は、費用が少なく済むことがメリットであるが、熟練した技術を要することがデメリットである。そして、最大の問題点は、ドレス作業のミスによる平形砥石の破壊や、作業者の怪我といった危険性が挙げられる。そこで、安全作業が期待できる市販の高機能なダイヤモンドドレッサーの導入を検討したいところである。しかしながら、このような装置は一般に高価であり、調整が面倒なことが多い。

そこで、今回、機能を技能検定（平面研削盤作業）で使用する平形砥石側面のドレス作業を想定し、それが安全かつ簡単に実施できる側面ドレッサーの製作に取り組んだ（図5）。今回対象とした平形砥

石の外径は、φ150、厚さ13mmである。砥粒の種類は、WA（高純度アルミナ）、粒度は、#60である。なお、側面ドレス作業時に平面研削盤の砥石カバー等が干渉しない範囲であれば、サイズが異なる他の平形砥石の側面ドレス作業にも適用できる。さて、技能検定では、ワークの立壁を正確な垂直面に研削加工する必要があることから、ワークの立壁に接触する平形砥石側面には、砥石角部を利かせて研削加工ができるように、「逃がし」を設ける必要がある。この「逃がし」を設けながらドレス作業を行う機能が、側面ドレスの主機能である。なお、側面ドレスは、ダイヤモンドドレスサーが弧を描きながら上下に回転することにより、半径20mmの凹面を平形砥石側面に成形するものである。ちなみに、回転角度は最大40°である。

次に、安全対策について説明する。側面ドレスの操作レバーは、ドレス作業時に手と砥石が接触する危険を避けるため、図6に示すように長めの165mmとした。なお、この操作レバーの水平回転は、回転方向変換機構を介し回転軸の回転に変換される。よって、図7に示すように、回転軸に固定したダイヤモンドドレスサーが上下回転するものである。さらに、回転方向変換機構に対する回転軸の姿勢は、簡単な脱着により、姿勢を180°変えることができる。これにより、ダイヤモンドドレスサーの姿勢を簡単かつ安全に反転させることができるので、平形砥石の両側面のドレス作業が可能となる。なお、側面ドレスは、平面研削盤のマグネットベースに設置して使用することを想定しており、図7に示すように、その姿勢は、ドレス作業を安全に行う観点から、操作レバーが、作業者右手側とすることを推奨するものである。

4. 側面ドレスの試用と評価

今回製作した側面ドレス試用時の砥石軸の回転速度は、3600rpmであり、平形砥石側面のツルーイング後にドレスングを行った。ドレスサー先端の移動速度や切り込み量を定量的かつ正確にコントロールすることが困難であったため、感覚的ではあるが、ドレスサー先端の最大切り込みは0.05mm程度、回転1往復に掛かる時間は5秒程度とした。なお、ドレス作業は、水溶性研削液を供給しながら

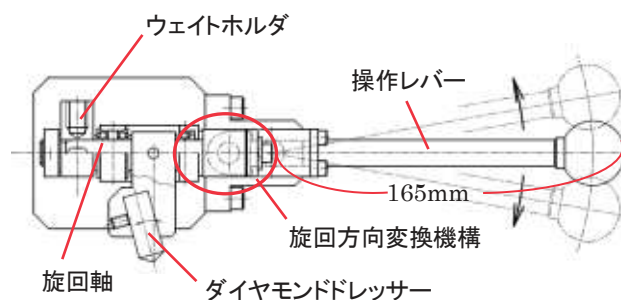


図6 側面ドレスの平面図

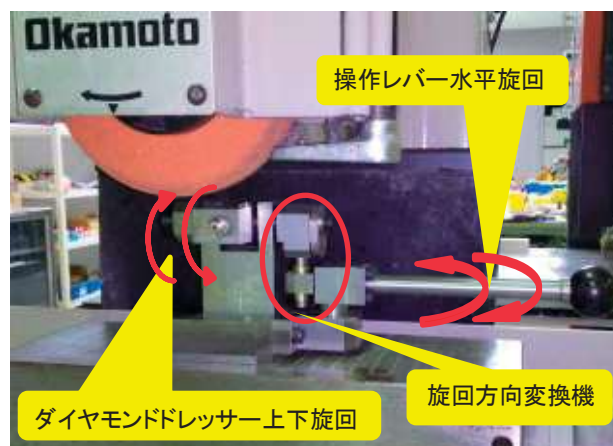


図7 側面ドレスの平面研削盤への設置

行った。当初、0.1mmあった平形砥石側面の面振れは、側面ドレスのドレス作業により、0.03mm以内に改善した。また、砥石側面に外周縁から2mmの窪みを設けることができた。操作性について、側面ドレスの作動は極めて滑らかであった。よって、本側面ドレスは、実用的と評価できる。

5. おわりに

今回製作した側面ドレスは、研削砥石の形状、大きさ、およびドレス作業等の姿勢等について機能が限定されているが、試用の結果、平形砥石側面のドレスングおよびツルーイングが安全かつ簡単に実施できることが確認できた。

今後は、本側面ドレスを本格使用するに当たり、ドレス作業等の最適条件を求めることや、装置の耐久性等を評価するための実験に取り組みたい。そして、装置の完成度を高めていきたい。

【参考文献】

- 1) 技能士の友編集部：研削盤のエキスパート、技能ブック8、pp.50-55、2006年9月

溶接構造物の製作

—溶接実習時の作業環境改善—

村上 佑太*1

Manufacturing Welded Structures - Improving the Working Environment During Welding Training -

MURAKAMI Yuta*1

要約 溶接作業は大電流を扱う作業であり、感電・火傷の災害が隣り合わせである。安全教育は、アーク溶接等の業務にかかわる特別教育にて習得するものの、初学者は技能習得に意識が集中しており、他がなおざりになっていることも多い。この観点から、令和 4 年度に学生自らが使いやすい実習道具を考え、後輩が事故に遭わない機器が必要であると思案した。この成果について報告する。

1. はじめに

当校の溶接実習で使用する溶接棒やトーチは、床への直置きが目立つ。直置きをすると溶接棒の吸湿、異物の付着といった問題が起こるため、ブローホールをはじめとする溶接欠陥原因を作ることにもなる。また、作業台が金属でできているため溶接棒を挟んだトーチが不意に接触してしまうとアークが発生し非常に危険である。併せて、溶接実習で使用する鋼材の収納場所が無い場合、材料直置きが現状である。これは、地震などの災害発生時に、鋼材が散乱して逃げ場が塞がれる危険性も考えられる。

上記を解決するために必要な実習道具は、トーチ置きと材料棚である。これを導入し、事故が起きない実習環境づくりを行うものとした。



図 1 作業中断時における溶接棒とトーチ



図 2 溶接材料の置き場

*1 東北職業能力開発大学校秋田校 生産技術科
Tohoku Polytechnic College, Akita
Department of Production Technology

2. 製品コンセプト

製品を作るうえで2つのコンセプトを掲げた。1つ目は、10年の使用に耐えられることである。

この期間は、一般販売されている家電製品を参考に、今後の劣化や使用目的変化にも対応できる限度を想定し10年間とした。

2つ目は、事故なく安全に溶接ができることである。作業時に邪魔にならない製品サイズであり、使い方に迷わない作りを心掛けた。

これらを念頭に置き製作を進めた。詳細な仕様は以下に示す。

2.1 トーチ置き仕様

- 溶接評価試験 A-2F 課題演習において使用する溶接棒を複数置くことができること。

- 1つの筒に入る溶接棒は12本程度とし、100分授業内で不足しない量が入ること。

- 高さに関しては、身長170cmの男性が座った際に届く範囲の高さであること。

- 溶接保護面をしている状態でも、場所が判断できること。

2.2 材料棚仕様

- 実習において1人が1回で使う材料は3枚とし、9週間分の材料が置けること。

(材料の大きさ：200×150×9 [mm])

(材料数：8人×3枚×9回=216枚)

(積載重量：216枚×2.12kg=457.92kg)

- 溶接材料に限らず、予備の溶接棒とワイヤ、も収まる汎用性があること。

3. 試作品製作および条件検討

使用材料は下記4つの要素および、当校にある溶接機出力の都合上炭素鋼製とした。

表1 溶接材料の比較

	炭素鋼	アルミニウム	ステンレス
強度	○	△	◎
価格	◎	△	△
溶接性	◎	◎	◎
塗装難易度	◎	△	○

前項コンセプトを満たす製品形状は複数考案された。学生が使いやすい実習環境が本テーマであることもあり、試作品から最も評価が高いものを選ぶコンペ方式とした。

図3に製作手順を示す。



図3 製作手順

前処理ではバリ取りやヤスリ掛け、酸化被膜の除去といった溶接を行う準備作業を指す。本製作では、同じものを複数作る関係上、長さや形の差は品質につながる。そのため、溶接箇所に応じた処理は全て統一条件にて行った。

本溶接では表2の機器にて作業を行った。

表2 使用機器

機器名	型番等
炭酸ガスアーク溶接機	Panasonic 製 YD-350GR3
φ1.2 ソリッドワイヤ	神戸製鋼所製 SE-50T

授業で使用している材料は厚さ9mmのものであったが、今回使用したのは、厚さが4mmである。当初条件（電流：180A 電圧：22.0V）では、溶接時の熱をはじめとするエネルギーに耐え切れず板が歪んだ。そのため条件の模索から始めるものとした。溶接機は電流値、電圧値の設定はできるが、作業速度は人間の感覚に基づく。そのため、作業者の違いも品質に影響する。

条件探しの実験では、電流を10A刻みで増減、電圧は1V刻みで増減、作業者は固定（速度は数字を数えて安定させる）の状態で行うものとした。何度か試した結果、電流：140A 電圧：20.0Vに変

更することが最適と判断し以降はこの条件に変更して作業を行った。

後処理は外観をよくする塗装作業を指す。塗料は熱による加熱があっても変色しない耐熱塗料を選んだ。ムラをなくすため塗る方向を一定方向にし、短期間ではがれることを避けるため、一度乾かし二度塗りをした。

こうしてできた試作品は図4の通りである。

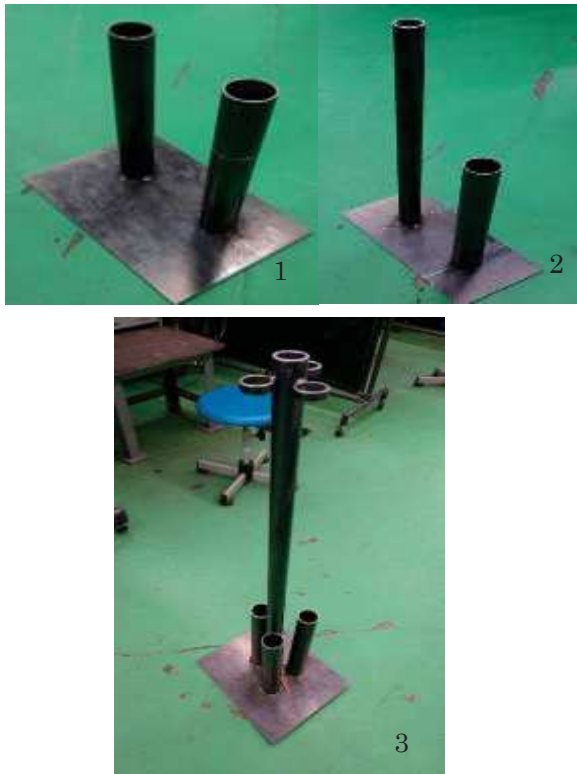


図4 各種試作品(塗装前)

図4を機械工作実習受講の1年生を対象に、2週間使い分けてもらいアンケートを取った。

集計結果としては[3]が高評価であったため、これが作るものとして確定した。感想としては、溶接棒、トーチ、やっこ等を任意の位置において作業できる点が好評であった。

4. 製作

当校の溶接実習場は10ブースに仕切られて、種類は被覆アーク溶接機10台、炭酸ガスアーク溶接機5台、TIG溶接機5台が整備されている。定員20名を2班にて、9回の実習を機器ごと使用することから、10台も必要ないと判断した。トーチ置

きの量産数は5つと決め、同時進行で材料棚の製作も行った。設計当初は、成人男性2人で持ち運びできる想定だったが、500kg以上を支える棚にはプレス成型に関する機器を要する。当校には成型機械が存在せず、様々な強度実験を踏まえて製作するには多額の費用がかさむことから、既存設備での製作に方針転換した。

市販重量棚を参考に構想を行い、作業面を考慮した製品モデルが下記のものである。

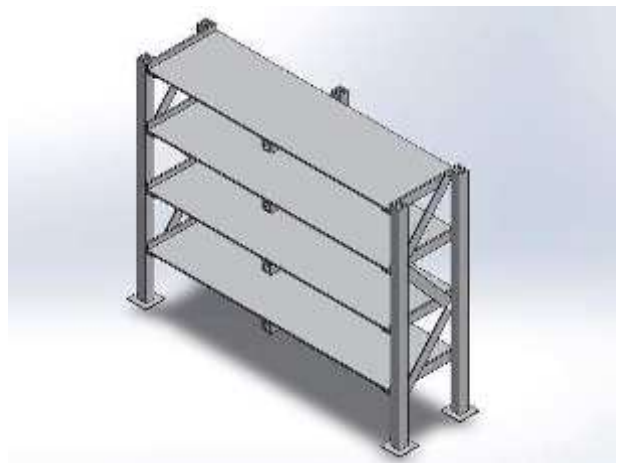


図5 材料棚完成モデル

上記の製作手順としては、①脚部の作成→②段部材取り付け→③横板設置→④筋交いによる補強の順にて行うものとした。使用機器は、トーチ置きと同様のものを用い、溶接条件は溶け込みを重視して部材が離れることがないものを検討した。検討結果は、電流：160A 電圧：20.0Vのものが部材を変形させず、接合結果も良い事が分かった。

また、角パイプ等の薄肉部材は電流値を下げてエネルギー量を減らす、連続した作業はしないことを取り決めた。これは、設置時の水平面を保つよう、熱歪みを極力減らす対策である。これら数々の試行錯誤の中から最適解を見出し、製品を完成させることができた。

5. 評価

評価基準として、下記の項目を挙げた。

- 1 仕様を満たしているか
- 2 安全面での問題はないか
- 3 環境改善できているか

評価方法は、生産技術科 1 年生 17 人に導入後アンケートを取る形式である。結果を図 6 に示す。

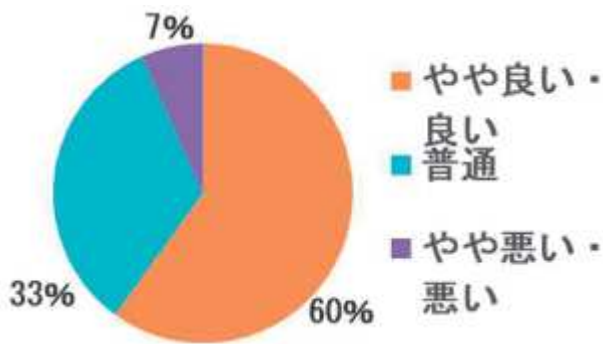


図 6 アンケート結果

アンケート結果から、悪い・やや悪いと答えた人数が 17 名中 2 名のため、評価良好と判断した。

「悪い・やや悪い」と答えた理由は、作業性やリング型道具置きは使い勝手が悪いであった。

溶接実習時の道具は開始時に持っていき、終わり次第戻すよう指導しているが、その都度の行うのは面倒ともいえる。図 8 が使用例であるが、道具入れをつけて、準備の手間を省くことは利便性向上としては効果的だと感じた。いくつか改善余地はあるため、環境改善案として取り入れたい。

材料棚は実際に 100kg の材料を置いた際の変化を調べ、ひずみや割れが発生していないか 5 日間確認した。表 3 がその結果である。

表 3 荷重に対する変形量

	歪み	割れ
1 日目	0mm	0mm
2 日目	0mm	0mm
3 日目	0mm	0mm
4 日目	0mm	0mm
5 日目	0mm	0mm

荷重に対する変形は見られないので、棚としての性能は基準を満たしていると判断した。

設計上の安全率は 3 としているため、300kg までは耐えられるようにしているが、衝撃荷重や繰り返し荷重による事故が想定されるため使用最高荷重は一段あたり 200kg までとする。また、屋外実習場に設置することで直置きだった材料を棚に入

れることで、出し入れの際に腰痛やつまづきによる怪我が軽減されることから、環境改善を図ることができていると判断した。



図 7 現在の材料棚



図 8 現在のトーチ置き(使用例)

6. おわりに

令和 4 年度に作成したものを、新実習場にて 1 年間使い続けた感想は、事故なく実習が行えたため、非常に良い環境で作業できたと実感している。図 7、図 8 が実習場における活用の様子である。多くの人が様々な使い方をしているものの、ケガの報告もなく作業できていることから安全性は十分なものを持っていることが証明できた。今後 10 年の使用に耐えることも余裕であると思われる。

また、実習時に溶接欠陥になることを意図せずにやってしまうことも格段に減少した。見える道具置き場は作業環境改善に効果あると言える。今後も、安全な環境で学習できる取り組みをしたいと思う。

技能検定フライス盤職種 2 級の指導について

池田 明*1

Regarding Guidance for Skill Certification Milling Machine Job Type 2

IKEDA Akira*1

要約 当校の学生で技能検定フライス盤職種 2 級を受検希望の者がおり、実技試験合格に向けて約 2 か月間練習を行ってきた。本稿では、その 2 か月の取り組みや、指導するにあたり苦労したこと、また、今後同様の指導を行う指導員に向けて、スケジュールや指導のポイントとなる点について述べる。

1. はじめに

当校の専門課程では 1 年次に機械加工実習という授業がある。その実習では主に汎用旋盤や汎用フライス盤を用いた加工実習を行っている。また、例年当校では、7 月上旬に普通旋盤職種やフライス盤職種の技能検定を実施している。基本的には、1 年次に受検希望者を対象に、技能検定 3 級取得を目指し、放課後の時間を使い練習を行っているところであるが、令和 4 年度においては、1 年次にフライス盤職種 3 級に合格した学生が、2 年次になりフライス盤職種 2 級を取得したいということで申し出てきた。練習期間が約 2 か月しかないため、難しいかもしれないということをその学生に伝えたが、意志が強く、頑張りたいとのことであったので、二人三脚で実技試験合格目指して、取り組んでいくこととなった。

2. 練習スケジュール

4 月中旬から練習を開始することになり、7 月上旬の実技試験実施日まで、概ね以下のスケジュールで練習を行っていくこととした。

- ・ 4 月 … 素材作成 (10 セット)
- ・ 5 月、6 月中旬 … 要素練習
- ・ 6 月中旬、7 月 … 通し練習

3. 素材作成

1 年次の後半は、授業の中でフライス盤を使用する機会がほぼ無かったため、基本操作を思い出す意味合いで、4 月は素材 (部品①は 35mm×65mm×75mm、部品②は 45mm×55mm×75mm) を 10 セット作成することを目標とした。要素練習で 5 セット、通し練習で 5 セット使用する予定で作成した。素材は寸法および直角・平行を確実に出すことを主目的とした。

4 月は予定通り、素材作成を行うことができたため、5 月より要素練習を行うこととした。

4. 要素練習

5 月から要素練習を行うにあたり、精度はもちろんであるが、時間も意識して練習を行う必要がある。そこで、フライス盤職種 2 級の標準時間は 3 時間であるため、以下の表 1 のように、加工目安時間を設定した。なお、部品①が溝部品、部品②が段部品である。

*1 東北職業能力開発大学校青森校 生産技術科
Tohoku Polytechnic College, Aomori
Department of Production Technology

表1 加工目安時間

作業手順	部品	工程	作業時間 (分)	累計 (時間:分)
1	①、②	六面体 荒	5	0:05
2	①、②	六面体 仕上げ	30	0:35
3	①、②	段付け・溝 荒	25	1:00
4	①	勾配ストレート部 仕上げ	5	1:05
5	②	24×30ボス 仕上げ	10	1:15
6	②	42段 仕上げ	5	1:20
7	②	R10 座標による仕上げ	15	1:35
8	①	42溝 仕上げ	15	1:50
9	①	U溝 仕上げ	15	2:05
10	②	1/10ボス部勾配 芯だし	10	2:15
11	②	1/10ボス勾配 荒	5	2:20
12	②	1/10ボス勾配 仕上げ	5	2:25
13	②	勾配 芯だし	10	2:35
14	①	勾配溝 仕上げ	15	2:50
15	①、②	糸面取り 組み立て	10	3:00

表1の作業時間を目安に、得意な作業で時間を短縮し、その分苦手な作業に時間を使い、総合して3時間で終わるように、要素毎の練習を時間を確認しながら行った。なお、試験開始前には30分の練習時間があるため、それも含めて練習を行った。加工条件は以下の表2のように決定した。

表2 加工条件

工具/加工方法	正面フライス		エンドミル	
	荒削り	仕上げ	荒削り	仕上げ
工具径(mm)	100		20	20
刃数(刃)	5		2	4
主軸回転数 (min ⁻¹)	400	500	500	600
送り量 (mm/刃)		0.1		0.1
送り速度 (mm/min)	手送り	250	手送り	240

4.1 練習時間および六面体加工

練習時間30分では、バイスの平行出しと、各製品の1面のみ加工できるため、71mmとなる高さでニー（以下、Z）の目盛りを0セットするようにした。使用する平行台は10mm、20mm、30mm、40mmとし、時間短縮のため荒加工の際、①加工箇所を減らす（荒加工3か所）、②平行台及びバイスへの直置きを使い分け一定の高さ

(71mm)及び同じ切り込み量(4mm)で加工する、などの工夫をした。仕上げ加工は、最初の寸法出しにおいて、寸法が出る高さでZ0セットすることで、残りの寸法出しは、目盛りで寸法を出すこととした。以上の内容を5回練習し、目安の35分程度で、六面体加工が可能であることを確認できた。

4.2 段部品・溝部品 荒加工

段部品・溝部品の荒加工はφ20のラフィングエンドミルを使用した。仕上げ代は各面0.5mm残し、各部5分以内で終了できることを目標に練習を行った。なお、溝部品の勾配部は階段状に荒加工を行った。この要素は特段問題なく、5回目には、目標の25分よりも早く終了できることを確認できた。

4.3 段部品 仕上げ加工

段部品の仕上げ加工はφ20のフラットエンドミルを使用した。段付け自体の仕上げ加工は特段問題なく行えた。R10部の加工は、直線の連続で曲面のようにする方法を採用し、以下の表3の座標で加工することとした。

表3 R部加工における座標

座標		奥側(目盛り)		手前側(目盛り)	
X	Y	X	Y	X	Y
0	0	0	0	0	0
1	0.03	4	0.03	4	4.97
2	0.1	3	0.1	3	4.9
3	0.23	2	0.23	2	4.77
4	0.4	1	0.4	1	4.6
5	0.64	0	0.64	0	4.36
6	0.92	4	0.92	4	4.08
7	1.27	3	1.27	3	3.73
8	1.67	2	1.67	2	3.33
9	2.14	1	2.14	1	2.88
10	2.68	0	2.68	0	2.32
11	3.3	4	3.3	4	1.7
12	4	3	4	3	1
13	4.8	2	4.8	2	0.2
14	5.72	1	5.72	1	4.28
14.28	6	0.72	1	0.72	4
15.2	7	4.8	2	4.8	3
16	8	4	3	4	2
16.7	9	3.3	4	3.3	1
17.32	10	2.68	0	2.68	0
17.86	11	2.14	1	2.14	4
18.33	12	1.67	2	1.67	3
18.73	13	1.27	3	1.27	2
19.08	14	0.92	4	0.92	1
19.38	15	0.64	0	0.64	0
19.6	16	0.4	1	0.4	4
19.77	17	0.23	2	0.23	3
19.9	18	0.1	3	0.1	2
19.97	19	0.03	4	0.03	1
20	20	0	0	0	0

表3は、φ20のエンドミルで、テーブルおよびサドル送りハンドルの目盛りが1周5mmの場合のものである。この座標を暗記し、R10部の加工を行うことにしたが、暗記するのに時間がかかるため、この表は4月の段階で提示し、暗記させた。R部は5回の練習では足りないと考え、R部の練習のみを行うための素材を追加で準備し、練習を行った。この部分は何回練習しても、座標を間違ってしまうことがあったため、目標時間は15分に設定したが、20分以内で終わるように変更し、確実に出来るように指導した。なお、このR部の加工は、後述するU溝の加工も同様であるが、回転数が早いとビビリが発生するため、回転数を 300min^{-1} に設定して加工するよう指導した。また、100分の1mm底面からエンドミルを逃がして加工することで、仕上面にカッターマークが付かないようにすることも注意点として指導した。

4.4 溝部品 仕上げ加工

溝部品の仕上げ加工はφ20のフラットエンドミルを使用した。溝幅42mm部の仕上げ加工は、特段問題なく行えた。U溝部の仕上げ加工を行うに当たって、U溝の加工方法および溝深さの測定方法について学生と議論した。特にU溝の深さ測定についてである。さまざまな測定方法があると思うが、デプスマイクロメータで測定するのが一般的であると思われる。しかし、この課題は単純にデプスマイクロメータで測定することはできない。まず、図1に示す通り溝深さが30mmであるため、25~50mmを測定できるロッドを使用しなければならないこと。次に、溝幅24mmに対して両側にR10が付くため、ストレート部は最終的には4mmになるが、荒加工時は3mmである。通常のロッドの直径は4mmであるため、仕上げ前に正確な測定をすることはできず、ロッド先端が球状になっているものを使用する必要がある。当校にはそのような特殊なロッドがないため、デプスマイクロメータでは測定しないことにした。そこで、学生と議論した結果、以下のような加工方法および測定方法を取ることにした。

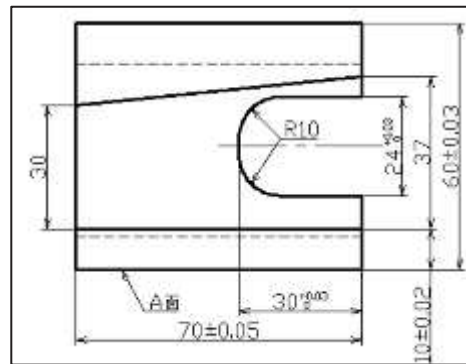


図1 溝部品の主投影図

加工は、まず、溝奥面を仕上げ、サドル目盛りを0セットし固定する。次に、溝手前面を仕上げ、鉛筆で目盛環に印をつける。その後、溝左側面の仕上げを行うという流れにした。

溝深さの測定は、ダイヤルゲージを用いて測定することとした。テーブル目盛りは加工で使用し、測定では鉛筆で目盛環に印をつけて行うこととした。測定の具体的な方法は、まず、六面体右側面にダイヤルゲージを当て、ダイヤルゲージの目盛りが0になる位置で、テーブル目盛りに鉛筆で印をつける。次に、溝左側面にダイヤルゲージの測定子が当たる位置で、先ほど印をつけた目盛りから6回転と0.02mm(30.02mm)テーブル送りハンドルを回し、その時のダイヤルゲージの針の位置で寸法を読むという方法である(図2)。若干、時間超過にもつながるが、現状あるもので測定しようとする、この方法が1番無難であるという結論になった。なお、ダイヤルゲージを測定面に当てる際には、一定の切込み方向で当てないとバックラッシュによる誤差が発生するので注意が必要である。練習を重ねることにより、この方法で20分以内にはU溝の加工が終了できた。



図2 ダイヤルゲージを用いた溝深さの測定

4.5 勾配加工

勾配加工は、バイスの芯出しをいかに早くできるかが勝負になる。ここで、時間を短縮できれば、他の作業に時間を費やすことができる。そもそも、勾配加工を行うにあたって、バイスを傾げるか、素材を傾げるかという議論はつきものであると思うが、この課題において、溝部品の勾配加工を行う際は、必ずバイスを傾げるので、段部品も溝部品もバイスを傾けて加工を行うこととした。その方が、段の勾配加工終了後、バイスをほぼ対称に傾けて心出しすれば良いので、時間短縮にもつながる。

バイスの芯出しを効率よく行う方法として、平行出しの場合、バイスの左固定ナット（この位置をAとする）を回転基準として、ダイヤルゲージを0セットした位置（この位置をBとする）から、一定距離ダイヤルゲージを走らせた後（この位置をCとする）、ダイヤルゲージの振れの分、バイスの角をたたいて調整するのが一般的である。ただ、BからCの分、要するにダイヤルゲージが振れた分だけ調整するという指導方法もあるが、自分は指導する際、AからBの分もダイヤルゲージの針が0を超えるように調整するように指導している。この方法であれば、たいがい1、2回の調整で平行を出すことができる。これと同様に勾配の芯出しも指導した。具体的には、概ね目分量で勾配の角度分、バイスを傾けておき、Bの位置でテーブルおよびサドル送りハンドルの目盛りを0セットする。この課題の勾配は1:10なので、テーブル送りハンドルを10回転（50mm）した後、サドル送りハンドルを1回転（5mm）した位置（C）でのダイヤルゲージの針の振れを確認し、平行出しと同様に、まずBからCの分の調整をし、AからBまでの分の調整をダイヤルゲージの針が0を超えるように行うというものである。実際にこれで何度か練習させたところ、遅くとも5分で芯出しをできたので、時間超過分の調整はこの作業でできることとなった。

段部品の勾配加工は特段問題なく、その後は溝部品の勾配加工を行うにあたり、段部品の勾配を基準にバイス角度をセットする作業になるが、こ

の作業は、図3のように段部品を取り付けて行った。この芯出しは特段法則がないが、概ね振れの3分の1から4分の1の調整を数回行い、練習では5分程度で心出しを行えるようになった。



図3 溝部品勾配加工前の心出し

溝部品の勾配加工は、組立寸法に影響するため、勾配部の仕上げは、仕上げ加工後組立て、全体をノギスで測定、勾配が1:10であるため、75mmを超えるまでは0.5mmずつ、75mmを切ったら、2回に分けて仕上げ加工を行い、調整することにした。練習では、勾配全体で45分を目標としていたが、芯出しが目標より早くできたため、概ね40分前後で行うことができた。

5. 通し練習

それぞれ要素練習を行った後、6月中旬から通し練習を行った。通し練習ではホワイトボードにそれぞれのラップタイムを書き、終了後、どの作業に時間がかかったかなどの確認を行い、時間調整できる部分の確認を行いながら練習を重ねた。最後の練習では2時間50分で完成し、寸法もほぼ出ていたため、練習は無事に終了できた。

6. おわりに

検定は、残念ながら不合格となってしまったが、加工工程や測定など、互いに検討しながら練習を行ったことは、学生にとって、必ず将来の役に立つことと思う。

また、自分自身も今後もよりよい指導ができるように心がけるとともに、このような指導をすることになる指導員の方には、参考になりそうなところは参考にしてもらえればと思う。

全日本ロボット相撲大会への取り組み

檜原 康弘*1

Initiatives for the All-Japan Robot Sumo Tournament

NARAHARA Yasuhiro*1

要約 全日本ロボット相撲大会は、歴史のあるロボット競技大会で、参加者が自作したロボット力士を技術とアイデアで戦わせる競技である。東北職業能力開発大学校では学生のスキル向上を目的として、令和 3 年から大会出場に向けた取り組みを行っている。本稿では大会への参加取り組み状況と、製作した相撲ロボットの製作過程、および重点的に取り組んだ課題について報告する。

1. はじめに

東北職業能力開発大学校（以下、東北能開大）は技術革新と学生のスキル向上を重視し、その一環として全日本ロボット相撲大会への積極的な取り組みを行っている。この大会は、ロボット工学やプログラミングなどの専門知識を活かし、自律型ロボット同士が相撲を競うプラットフォームとして知られている。学生はチームを組み、ロボットの設計、製作、プログラミングなどを通じて実践的な経験を積むことができる。また、大会への参加は学生の競技スキルだけでなく、チームワークやリーダーシップ、問題解決能力の向上にも寄与する。さらに、他校や業界のプロフェッショナルとの交流や情報共有の場としても機能し、大学校の教育訓練目標にも符合している。本稿では、東北能開大が全日本ロボット相撲大会に参加する意義や取り組みの概要、これまでの実績と課題、そして今後の展望について詳細に報告する。

ロボット相撲とは直径 1,540mm の鉄板土俵上（図 1）で、自作したロボット力士が戦い、相手を土俵から押し出した方が勝ちという競技である。ロボット「力士」とはいえ、いわゆる人型ではなく、どちらかといえば車両型のロボットが多く見られる（図 2）。ロボット力士は、強力な磁石で土俵に張り付き、強力なモータでタイヤを駆動して移動することで相手と戦う。

大会では、「自立型」と「ラジコン型」の二つの部門に分けられ、部門ごとに競技が行われる。自立型ロボットは、ロボットに搭載されたコンピュータ、センサにより相手ロボットに関する情報収集、分析、判断を自立的に行い戦う。ラジコン型ロボットは、

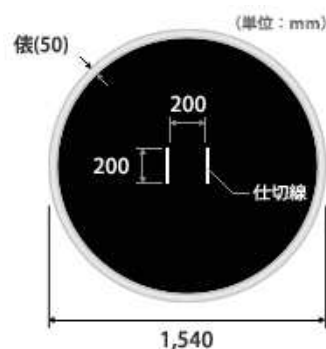


図 1 土俵の規格

2. 全日本ロボット相撲大会への参加

2.1 大会概要

*1 東北職業能力開発大学校 生産電気システム技術科
Tohoku Polytechnic College
Department of Production Electrical Systems Technology

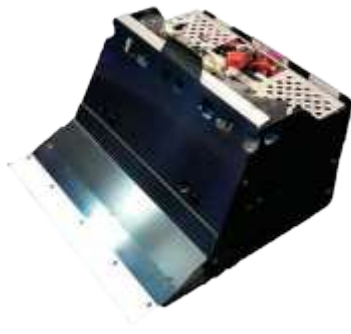


図2 相撲ロボットの外観

プロポーショナル・システム（プロポ）を使って、競技者がロボットを操縦して戦う。

東北能開大では、学生が授業で学んだ技能、技術、知識を十分に活かすことができ、更なる技術力向上を目指すことを目的としているため、コンピュータによる完全自動動作である「自立型相撲ロボット」を設計、製作し大会に挑んでいる。

大会の主なルールは以下の通りである。

- ①2 台のロボット力士が試合を行い、相手が土俵外に出ると 1 本となり、2 本先取で勝利となる。
- ②相撲ロボットは、外径幅 200mm、奥行き 200mm、高さ自由のサイズに収まり、重量は付属部品を含めて 3,000g 以内であること。
- ③自立型の動作開始は、審判の「遠隔スタート・停止用リモコン」（以下、専用リモコン）によるスタート指示により動作を開始しなければならない。
- ④自立型のロボットは専用リモコン、または選手のリモコンで遠隔から停止しなければならない。
- ⑤出火防止対策として、ヒューズまたはポリスイッチの装備、回路による遮断等、バッテリーへの過電流を防止する対策を実装しなければならない。

本大会はルールがシンプルであり製作の自由度が高いため、技術力やアイデアの差を出しやすいことに特徴がある。また、ロボティクスを学ぶ教材として世界 30 か国以上で取り組まれており国際的な交流も期待できる。1989 年から開催されている歴史の長い競技大会である。

2.2 東北能開大での取り組み状況

筆者が東北能開大に赴任した令和 3 年から令和 5 年までの 3 年間の取り組み状況を記す。令和 3 年

（1 年目）は、新型コロナウイルスの影響により大会は中止となった。大会に参加するための準備期間として、学生のメンバー集めや、作業を行うための環境整備を重点的に行った。

2 年目は同じく新型コロナウイルスの影響により、例年行われていた地区大会が中止となり、全国大会のみの開催となった。筆者が所属している生産電気システム技術科の学生 4 名と共に、大会の出場準備を行い、2 台のロボットを出場させた。この年に土俵も整備され、ロボットの動作確認が行える状況となった。

規制緩和された 3 年目は、地区大会が実施され、上位入賞者のみが全国大会の出場権を得られる従来の形に戻った。前年から継続して活動している 3 名を含めて合計 6 名の学生が新規に相撲ロボットを 1 台製作して大会に挑んだ。地区大会は関東地区大会にエントリーし、新規に製作したロボットを含め 3 台のロボットを出場させた。

通常の活動としては、課外活動の一環として放課後の時間を使いロボット製作、調整を行っているのが基本となる。現状では、製作に多くの時間がかかっており、試合に勝つための作りこみの段階までの時間が取れない状況にある。しかし、毎年新しい学生に入ってもらうことで、学生同士で教えあえる環境を構築できている。

大会の参加を通して、ロボット製作における企画（ロボットのコンセプト設定）・設計・製作・評価という一連のものづくりの過程を経験できるだけでなく、試合の勝敗という分かりやすい評価を得ることができ、さらにより良いもの（勝てるロボット）に仕上げていくことができる。また、試合に勝つという明確な目標を持ち、メンバー間でその目標を共有しやすいため、メンバー同士助け合い、役割を分担させ、後輩を指導するなど、チームワーク力を向上させることも狙いとしている。

2.3 大会の参加結果

過去 2 年間の大会の結果を表 1 に示す。東北能開大チームとしては、既存のロボットを調整して出場した令和 4 年の大会で全国ベスト 8 に入る成績を残している。

表 1 過去 2 年間の大会結果

開催年	ロボット (しこ名)	地区大会	全国大会
令和 4	オックスタン	—	ベスト 8
	インディゴ	—	予選敗退
令和 5	オックスタン	関東大会 ベスト 8	予選敗退
	インディゴ	関東大会 ベスト 8	ベスト 32
	Fulgur (新規 ロボット)	関東大会 ベスト 16	—

新規に製作したロボットを出場させた令和 5 年は 2 台が全国大会の出場権を獲得した。惜しくも新規ロボットは地区大会を勝ち上がることができなかったが、一定の成果を得ることができた。

3. 相撲ロボットの製作

今年度、新規に相撲ロボットを製作するにあたり、以下 3.1 からの手順²³⁾で作業を行った。また、学生たちは授業後の時間をなんとか捻出して作業を行っているため、初めから多くの時間は取れないことは想定している。1 台のロボットを全て作り上げていくには 1 年（実際は地区大会までの半年程度）では期間が短すぎる。よって、省略できる作業は極力手間をかけず、重点課題として掲げるものに時間を割くことで、効率よく作業を行う計画を立てた。応用課程の学生であれば、標準課題や開発課題といった実習を通して、ガントチャートを作成し、計画通りに行動していくことに慣れている。そのため作業開始当初にしっかりと計画を立て作業していくよう指導している。勿論、計画通りにはいかないことも多くあるので、都度話し合いと計画変更を繰り返し、作業を行っていった。

3.1 企画(コンセプト設定)

相撲ロボットを製作するにあたり、まず考えなくてはならないことは、どのようなロボットを作りたいかである。言い換えれば、どのようにして試合に勝ちたいかを考えることがとても重要だということである。ただ土俵上で動き、試合ができるロボットを作るのと、勝ち方のイメージを持ち製作するのでは、仕上がりに大きな差が出ると考えている。よって、試合経験の少ない学生にとっては大変な作業になるが、撮り貯めた試合映像や、インターネット

で視聴できる動画などで様々なロボットを研究し、自身のロボットのコンセプトを考えさせている。

本新作では従来からのステルス機能（相手から検知されにくい外装を用いた機体）をさらに高め、移動速度を上げることで、相手の死角から攻撃することをコンセプトに掲げ製作することになった。

3.2 設計・製作

3.2.1 電子回路基板設計製作

授業で習得した電子回路設計製作技術を基に回路設計、基板設計製作、および部品実装を行った。この一連の基板製作の作業は、本製作の重点課題の一つとなっている。

まずは回路設計であるが、大まかな回路構成は既存のロボットを参考に設計を行った。変更点としては、ロボットを制御するためのマイコンを変更することと、モータ駆動回路の MOS-FET を選定し直すことである。マイコンの変更は、授業でも使用している使い慣れた RX マイコンを使用することで、プログラミングのハードルを少しでも下げる目的がある。また、今回のコンセプトにも掲げたステルス機能の向上を考慮し、ロボット自体の動作速度を上げることを考えた。動作速度を上げる要因はいくつかあるが、今回機構部分の変更はしないことといたため、駆動のバッテリー電圧を高めることで、DC モータへの印加電圧を上げ、回転速度を向上させた。それに伴い、モータ駆動回路のスイッチング素子である MOS-FET の再選定を行った。バッテリー電圧が上がることで、現状の MOS-FET では耐圧に余裕がなくなるため、本仕様に合った素子の選定を課題とした。

次に基板設計であるが、相撲ロボットは寸法の制約が大きいので、電子回路基板もそれに合わせてなるべく小さく作らなければならない。よって、部品の集積密度を上げ、パターンの線間を狭くし、表面実装部品を多用するなど通常の授業で製作している基板よりも難易度が上がることになる。また、相手との押し合いをするときなどは、モータに大電流が流れるため、それに耐え得る基板を製作しなくてはならない。動力線のパターンの太さだけでなく、焼損対策も考慮する必要がある。

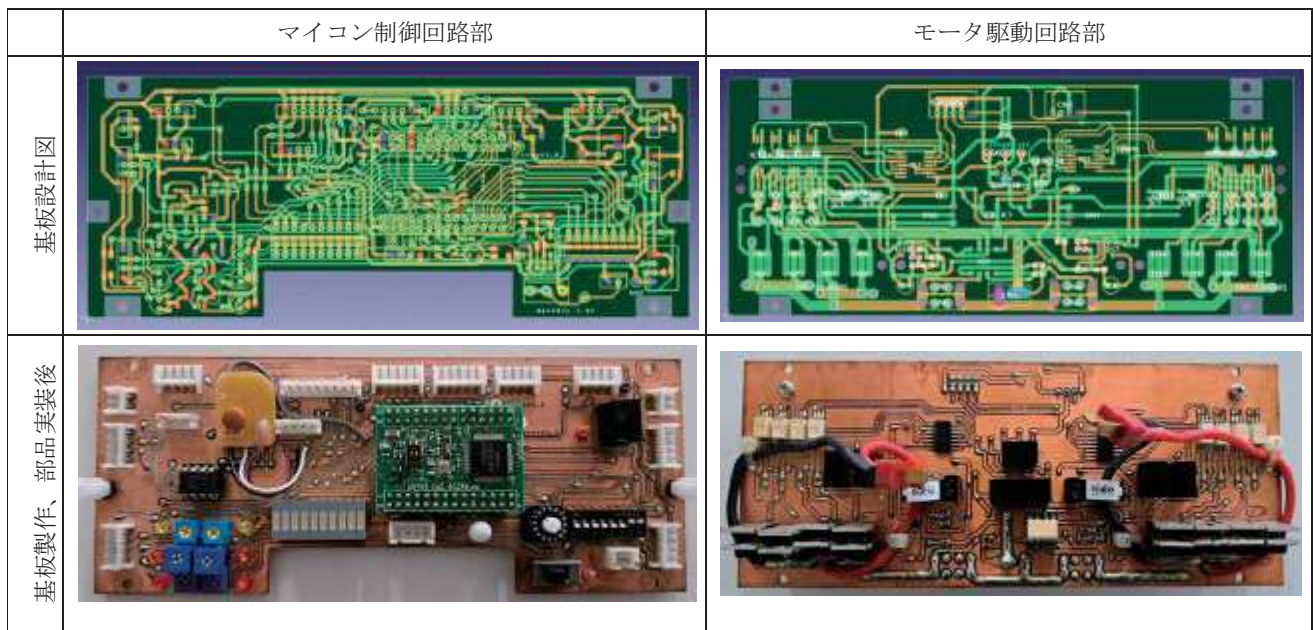


図3 設計製作した電子回路基板

最後に基板製作であるが、CAD を用いて基板設計したデータを大学にある基板加工機を使用して基板を製作していく。基板は外注ではなく全て自作しているので、加工機で製作できるもので、かつその後自分で実装できるレベルにしなければならない。

製作したマイコン制御回路基板と、モータ駆動回路基板を図3に示す。基板製作後の動作検証や搭載しているセンサの動作確認実験等も行い、全て正常に動作することを確認した。

3.2.2 センサの選定・検討

自立型相撲ロボットにおいて、センサの選定は大変重要な要素の一つである。基本構成としては、土俵の俵部分にあたる白線部を検出するセンサ、相手を検出するセンサは必須のセンサとなる⁴⁾。また、それ以外にも相手が自分のロボットに乗り上げたかどうかを判断するセンサや、モータの過負荷を検出する電流センサなど、開発者の戦略により様々なセンサが搭載されている。自立型の場合はセンサの種類や数が多いほど、多種多様な戦略が練りやすい。取り入れる情報は多ければ多いほど良いということであるが、サイズや重量に制限があるためこれらのセンサを取捨選択して搭載する必要がある。

本製作では、相手を検出するセンサの選定が重点課題の一つに挙げられる。従来まで使用していたセ

ンサが生産中止となり、代わりとなるセンサを選定しなければならないことが近年課題となっていたからである。考え得る様々なセンサを試しているが、代替品となるセンサは選びきれないのが現状である。そこで本製作においても選定したセンサがロボットに搭載できるレベルにあるかどうか検証を行った。

相手を検出するセンサとしては、サイズ、重量、コスト、応答時間が選定の基準となるが、それに追加して当校のロボットのように相手に検出されにくいステルス機体をどの程度検出できるかがポイントとなる。従来から使用しているパナソニック社製のモーションセンサ (AMBA2109) と、今回検討したキーエンス社製のレーザーセンサ (LR-ZH500N) の基本情報を比較したものを表2に示す。

サイズとしては、レーザーセンサの方が少々大きいものの搭載できないレベルではない。しかし、堅

表2 センサの基本情報比較

	AMBA2109	LR-ZH500N
寸法	31.2×23.1×14mm	43.1×28.7×14.5mm
重量	42g	約110g (ケーブル含む)
検出距離	800mm	35~500mm の範囲で設定可
応答時間	5ms	1.5ms/10ms/50ms 切替式
参考価格	購入当時¥3,000程度 ※現在は生産中止	¥39,800

率な作りとなっているため重量が重くなっているのがネックとなる。搭載するのであれば、価格と合わせて数量限定での使用が予想される。

次に、検出能力についての比較であるが、モーションセンサは検出距離 800mm 固定であるのに対して、レーザーセンサは 35mm から 500mm までの範囲で任意に設定できる。直径約 1.5m の土俵内においては、検出距離は 1m 以内が使いやすいところとなる。また、相手を遠くで検知したいのか、近距離で検知したいのかによっても使い方が変わってくる。

センサの応答時間については、極力応答性の良いものが望ましい。従来から使用しているモーションセンサは応答時間が 5ms となっており現状では問題ないと考えている。レーザーセンサは 1.5ms、10ms、50ms と切り替え可能というスペックとなっている。

2 つのセンサについて、検出能力を測定するための実験を行った。検出対象物としては、光のセンサが検出しにくい素材で使用頻度が高い①焼入れリボン鋼、②黒色の塩化ビニル板（以下、塩ビ板）と、比較対象として検出しやすい③白紙を用いた。また、対象物は設置角度によっても検出能力が変わってくるため、90° から 60° まで 10° 刻みで対象物に傾斜を付けて測定を行った。対象物をセンサに徐々に近づけていき、物体を検出した距離を記録した。比較をしやすいようにモーションセンサは検出距離が 300mm のタイプ（AMBA210903）を使用し、レーザーセンサは検出距離を 300mm に設定し、検出条件を同様とした。実験の結果を表 3、4 に示す。レーザーセンサの結果については、検出距離 65mm 未満だった場合を不検出と表記している。

表 3 モーションセンサの測定結果

角度 [°]	検出距離 [mm]		
	リボン鋼	塩ビ板	白紙
90	170	120	300
80	265	260	305
70	240	210	300
60	210	180	310

表 4 レーザーセンサの測定結果

角度 [°]	検出距離 [mm]								
	リボン鋼			塩ビ板			白紙		
	1.5ms	10ms	50ms	1.5ms	10ms	50ms	1.5ms	10ms	50ms
90	300	290	290	300	295	290	305	295	300
80	70	245	290	不検出	220	290	305	290	300
70	不検出	170	290	不検出	170	280	305	290	300
60	不検出	130	280	不検出	125	270	305	290	300

まず両センサともに、白紙（検出しやすいもの）については、設定値通りの検出ができていないことが分かる。さらに角度にもほぼ影響を受けていない。

対照的にリボン鋼や塩ビ板（光センサでは検出しにくい素材）では明らかに検出距離が落ちており、また傾斜を付けるとさらに距離が短くなっていることが分かる。

レーザーセンサについては、応答時間の設定毎に計測を行った結果、時間を短くすれば検出能力は落ちることが分かった。応答時間が 50ms の設定では、リボン鋼、塩ビ板ともに設定値通りに検出できている。しかし、相撲ロボットは数 ms の制御時間で旋回等を行っているため 50ms の設定では反応が遅くなり相手の検出が間に合わない可能性が高くなると考えられる。また、実際に 50ms で設定したレーザーセンサをロボットに搭載し実践で検証したところ、ロボットが意図しない角度まで旋回してしまうバグを発生させる原因となってしまった。この設定ではセンサの ON/OFF の状態が最小で 50ms は継続されることとなる。よって、一度検知するとロボットは最低でも 50ms の期間は旋回をし続けることになるためこのような現象が起きたのだと考えられる。

レーザーセンサを 10ms（1.5ms）の設定で使用する案もあったが、従来からのセンサより検出能力が劣る上に、サイズと重量が増してしまう等デメリットの方が大きく、検討した結果本レーザーセンサの使用を見送ることとした。

3.3 評価

製作した相撲ロボットを関東地区大会に出場させた。大会結果は前述の通りだが、試合数としては 2 試合で 1 勝 1 敗という成績であった。製作したロボットがコンセプトに対してどうであったかを評価するには実戦が少なく、きちんと評価し難い結果となった。しかしながら、ロボットの高速化、および前

面カバーのセンサ穴を無くしたことでステルス性能は格段に上がっていると考えられる。次の課題としては、その性能を活かした戦術、つまりロボットの動作を決定するプログラムの作り込みにあると考えている。今後の重点課題として取り組んでいく予定である。

4. 今後の展望

新規ロボット製作については一定の成果が得られたが、今後活動を継続し大会ではさらに上位を目指していくためには解決していかななくてはならない課題が多く残っている。

まずは技術的な課題として、ここでは重要な2点について述べる。

1 点目としては、製造中止や取り扱いが無くなった部品についての代替品を選定・検証することである。前述のセンサの問題も勿論であるが、今まで使っていたものが急に手に入らなくなるといった事態が起こり得る。様々なことを想定し設計製作していく必要があるのと同時に、今回選定できなかったセンサについては、継続して選定・検証を繰り返していく予定である。

2 点目として学生のプログラミング技術向上が課題となる。今回使い慣れたマイコンに変更して製作したものの、プログラムを作り込む時間が取れず、折角のステルス機能を活かしきれないまま終わってしまっている。授業で習得したプログラミング技術を活かし、どのように戦術を練っていくかが今後の課題となる。

次に、今後の活動全体にかかる課題として人材の確保が挙げられる。現状は電気科のみで活動しているが、ロボット製作には機構の設計や機械加工といった機械分野、プログラミング技術をはじめとする情報分野が必須となる。今後は他科からも興味のある学生を引き入れる工夫が必要である。

また、応用課程の学生だけでは製作時間の確保が困難であるため、総合制作実習での展開が望ましいと考えている。専門課程の指導員と一緒に活動ができ、学生は応用課程進学後も継続して活動できる環境を作っていければと考えている。

5. おわりに

全日本ロボット相撲大会への参加取り組み状況について報告した。また、今年度の相撲ロボットの製作活動における重点的に取り組んだ課題について詳細に記した。

大会に参加するためにロボットを開発していくことで、通常の授業で習得したことを活かすことができ、さらに理解度を深めることができた。またそれだけに留まらず、様々なトラブルに対応する経験や、大会までに間に合わせなければならないことによる工程管理、限られた予算の範囲内で製作していくためのコスト管理も意識しなくてはならない。まさに能開大の教育訓練目標である実践技術者の育成に繋がっているといえる。

外部の競技大会に出場する意義は、他者からの評価が分かりやすい所にあると考えている。学生たちは将来就職した際には否が応でも他者からの評価を沢山受けることになる。それは社内の評価のみならず、製品を作って売る仕事であれば、そのユーザーからの評価も然りである。しかしながら、学内でものづくりをしているだけではなかなかきちんとした評価を受けることは難しい。学生時代にそのようなことが経験できるのは大変有意義であると考えている。

将来技術者として成長していく学生たちにとって魅力ある活動を今後も展開していきたい。

【参考文献】

- 1) 富士ソフト株式会社：全日本ロボット相撲大会、
<https://www.fsi.co.jp/sumo/index.html>
- 2) 木嶋泰道：優勝ロボットを解剖しよう、ROBOCON Magazine、2011年5月号
- 3) 檜原康弘：自立型相撲ロボットの製作、技能と技術 vol.52、pp.40-45、2017年3月
- 4) 二葉秀行：競技ロボット開発の教育効果に関する一考察、東海職業能力開発大学校紀要、第28号、pp.37-42、2022年1月

市販自転車をベースとした電動バイクの改良

新垣 喬之^{*1}

Improvement of Electric Motorcycle Based on Commercially Available Bicycle

ARAKAKI Takayuki^{*1}

要約 総合制作実習にて取り組んだ、市販自転車をベースとした電動バイクの改良の内容について報告する。2022 年度に製作した電動バイクを使用し、2022 年度の記録よりも走行時の電流値を低くし、速度を向上させることを目的にし、改良の取り組みを行った。電流値を低くするために、ギア比やモータとの組み合わせを検討した。また、速度を向上させるため、昇圧回路の設計と製作を行った。改良の結果、電流値は 2022 年度より低減しなかったが、速度が向上することを確認した。また、改良した電動バイクにて、2023 Ene-1 MOTEGI GP KV-Moto に出場した結果についても報告する。

1. はじめに

近年、電気自動車などの電動車両が普及しつつあるが、電動車両の課題として航続距離の短さが挙げられる。そのため、電流値を抑えつつ、長距離走行を実現できる電動車両が求められる。

本稿では、総合制作実習において取り組んだ、市販自転車をベースとした電動バイクの改良について報告する。2022 年度に製作した電動バイクを改良し、2022 年度よりも走行時の電流値を低くし、速度を向上させることを目的に改良を行った。また、電動バイクの改良を通して、学生にとってモータの制御方法やエネルギーマネジメントについて理解を深めることも目的として取り組んだ。

2. 改良する電動バイクの仕様

2022 年度に製作した電動バイクを使用し、2023 Ene-1 MOTEGI GP KV-Moto の車両規則¹⁾に基づ

き改良を行った。車両規則は、20 インチ以上の市販自転車であること、自転車フレームの軽量化は原則不可であること、カウルの装着不可であること、電源として指定の充電式単三電池 40 本を用いること、電源を含む車両重量 15 kg 以上であること、回生機能装置および蓄電装置の使用不可であることなどが決められている。

図 1 に 2022 年度の電動バイクの製作前と製作後の写真を示す。図 1 (b) に示す電動バイクにおいて、ダウンチューブに電池、後輪タイヤにブラシレス DC モータ²⁾、自転車後部に荷台を設置し、その上にブラシレス DC モータを制御する基板と昇圧回路³⁾、ハンドル部分の DH バーにスロットルと昇圧切替スイッチが取り付けられている。また、基板部分には走行時の電圧値、電流値、電流量を測定するためのロガーが設置されており、その値を表示するディスプレイがハンドル部分に設置されている。さらに、速度を測定するための速度計測装置も設置されている。

^{*1} 東北職業能力開発大学校 電気エネルギー制御科
Tohoku Polytechnic College
Department of Electrical System and Energy Control
Technology



(a)製作前



(b)製作後

図1 電動バイクの製作前と製作後の写真

動作としては、電池から基板に直流電力が供給され、ハンドル部分のスロットルを操作することで、PWM 制御によりブラシレス DC モータの速度制御が可能となる。ブラシレス DC モータの軸および後輪タイヤには歯車に取り付けられており、それぞれの歯車が噛み合った状態となっている。そのため、モータが回転すると、歯車の噛み合わせによりタイヤにも力が伝達され、結果としてタイヤが回り、前進する仕組みとなっている。

3. 改良内容

3.1 昇圧回路の改良

2022 年度に製作した昇圧回路は、DC/DC コンバータを使用して回路を作製したが、使用した DC/DC コンバータの許容電流値は 2.625 A であった。昇圧回路を作製し、ライダーが乗っていない状態で後輪を浮かせて動作試験を行った際は、昇圧前に比べてタイヤが高速回転したことを確認したが、ライダーが電動バイクに乗って運転した際に、3~4 A の電流値が流れた。そのため、DC/DC コンバータの過電流保護機能が働き、昇圧回路が機能せず、昇圧しない結果となった。そのため、今年度は許容

電流値が約 10 A の DC/DC コンバータを使用して昇圧回路を作製することを検討した。

許容電流値が約 10 A、出力電圧は 15 V の DC/DC コンバータを用いた昇圧回路の設計ならびに作製を行った。昇圧回路の作製後は、直流安定化電源により電池の電圧を想定した直流電圧 24 V を入力し、DC/DC コンバータの出力 15V を加算した 39 V が得られるか試作試験を行った。試験を行った結果、39 V が得られていることを確認できた。確認後、電動バイクの基板部分に取り付けを行った。基板部分に取り付けた昇圧回路を図 2 に示す。

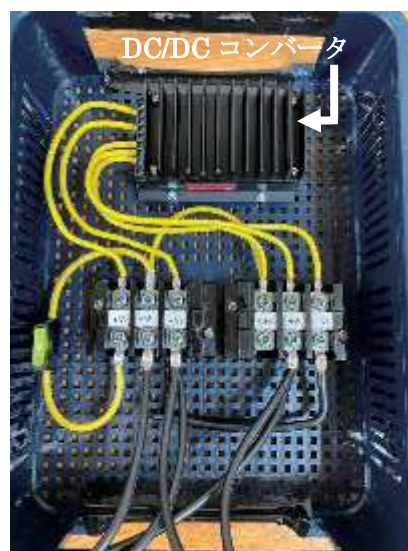


図2 昇圧回路

電動バイクへ昇圧回路を取り付けたあと、電動バイクの後輪を浮かせて、動作試験を行った。動作試験の結果、昇圧によってモータならびにタイヤの回転数が上昇し、昇圧回路が機能していることが確認できた。

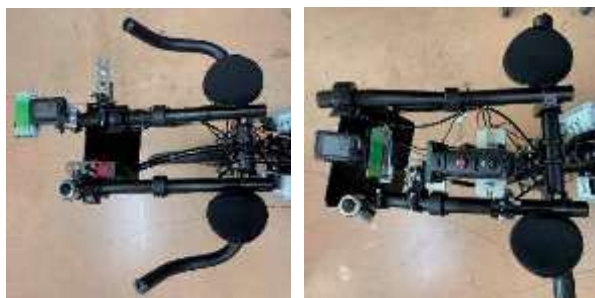
3.2 ギア比の改良

電流値を低くしても走行できるようにするため、ブラシレス DC モータおよびタイヤに取り付けられている歯車の組み合わせを変更させ、電流値が低くなるギア比を検討した。ギア比は 70:16、80:18、80:19 の 3 種類を検討し、試走を行い電流値や速度の比較を行った。なお、80:18 と 80:19 の組み合わせは、2023 年 10 月 15 日(日)に出場した 2023Ene-1 MOTEGI GP KV-Moto の終了後に行った。

3.3 ハンドル部分の改良

ライダーが前かがみになった際にハンドル部分に体重が加わり傾いてしまうため、ハンドル部分をブルホーンハンドルからE管を使用したフラットタイプのハンドルに変更した。変更した結果、前かがみになった際の傾きを抑えることができた。

図3にハンドル部分の改良前後の写真を示す。



(a)改良前

(b)改良後

図3 ハンドル部分の改良前後の写真

4. 改良後の電動バイク

改良後の電動バイクの写真を図4に示す。基板部分に2023年度作製した昇圧回路が設置され、速度の向上を行えるようになった。



図4 改良した電動バイク

5. 大会結果

2023年10月15日(日)、ホンダモビリティランド株式会社が主催する2023 Ene-1 MOTEGI GP KV-Motoがモビリティリゾートもてぎ西コース(栃木県芳賀郡茂木町)にて開催され、改良された電動バイクにて学生とともに出場した。大会出場時のモータは、2022年度に製作した線径1.2mmの6直1並列18T(1ティースあたりの巻き数18回)のモ

ータを使用した。また、ギア比は70:16の組み合わせを使用した。

大会は、コース1周の走行タイムを競うタイムアタック予選と競技時間30分の周回数を競う決勝レースが予定されていたが、大会当日は朝から雨であり、その影響で予選レースが中止となり、決勝レースのみ行われた。電池や基板に雨水が入らないようビニール袋と養生テープで覆い、決勝レースに挑んだ。決勝レースの走行の様子を図5に示す。



図5 決勝レースの様子

決勝レースでは、スタート直後にブレーカーが落ちるトラブルがあり、復旧までに競技時間30分のうち半分の時間を要する形となった。また、復旧後にレースに復帰したが、一度転倒があった。幸いライダーに怪我はなく、再度立て直しを行い完走することができた。周回数は5周であった。

決勝レースにおける最高速度は、昇圧なしの場合で時速23km/h、昇圧ありの場合で時速33km/hを記録した。レース全体を通して、平均の電流値は3.7Aであった。2022年度大会時の最高速度は19.6km/hであったので、速度が向上したことが確認された。

大会結果は、Div NEXT総合部門13位、Div NEXT大学・高専・専門学校部門で7位であった。

6. 大会後の活動内容

大会出場時のギア比70:16と線径1.2mmの6直1並列19Tのモータを組み合わせで試走を行い、電流値ならびに最高速度の記録を取った。また、大会時に使用した線径1.2mmの6直1並列18Tのモータと80:18、80:19のギア比にてそれぞれ試走を行い、同じく記録を取った。

7. 試走記録

表 1 に試走記録を示す。なお、試走記録は昇圧をせず走行した際の記録である。

表 1 試走記録

ギア比	モータの巻数	最高速度時の電流値 [A] (平均値)	最高速度 [km/h]
70:16	19T	2.82	22.1
	18T	3.86	23.0
80:18		2.86	22.8
80:19		3.20	21.5

表 1 の記録から、ギア比 70:16、モータの巻数 19T の組み合わせが最も電流値を低く抑えることができた。また、ギア比 70:16、モータの巻数 18T の組み合わせが最も高い速度であった。2022 年度の試走記録において、最も低い電流値は 2.8 A であったので、電流値の低減は実現できなかった。最高速度においては、2022 年度の最高記録は 20.8 km/h であったので、速度の向上を達成することができた。

8. おわりに

本総合制作実習にて、2022 年度に製作された電動バイクの改良を行った。2022 年度よりも走行時の電流値を低くし、速度を向上させることを目的に、昇圧回路の設計および作製やギア比の検討、ハンドル部分の改良を行った。

昇圧回路を新たに設計および作製し、昇圧回路が機能したことで電動バイクの速度の向上を果たすことができた。

ギア比の組み合わせを変更し、試走を行った結果、2022 年度の記録と比較すると速度を向上させることができた。しかし、電流値の低減は実現できなかった。原因として、ギア同士の噛み合わせがうまく調整できなかったことなどが考えられる。

1 年間を通して、改良に係る様々な作業を行ってきた。昇圧回路の作製においては、使用した DC/DC コンバータの仕様を読み込み、規格や使用上の注意点を把握させ、昇圧回路の作製に取り組みさせた。また、昇圧回路作製における回路設計や配線作業、配

線の取り回しについて、電動バイクに設置する際に使用できるスペースを考慮しながら作製を行うことで、学生の創造性を向上させることができたと考ええる。

また、ギア比の変更を行う際、歯車同士の噛み合わせは工具を用いて手作業で行った。歯車の取り付けをする時に位置がずれてしまうこともあり、難しい作業であった。取り付けは複数人で作業を行う内容であったので、学生のコミュニケーション力や問題解決力も向上させることができたと考ええる。

さらに、大会当日は雨のためスケジュールの変更があり、電池や基板に雨水が侵入しないための対策も急遽行った。雨の中のレースで厳しいコンディションであったが、場面に応じて対応する力も磨かれたと考える。

最後に、改良に係る作業や大会参加にあたり、生産技術科、生産電気システム技術科、生産機械システム技術科の技術協力ならびに学務課職員の方々のご協力をいただきました。皆様に感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) モビリティリポートもてぎ : 2023 Ene1 MOTEGI GP ホームページ、<https://www.mr-motegi.jp/ene-1/>、2023 年 4 月 28 日確認
- 2) 山本 潔/佐藤 英司 編 : CQ ブラシレス・モータ&インバータ・キット 組み立て説明書 (VER.7)、CQ 出版株式会社、2018 年
- 3) トランジスタ技術編集部 編 : MOTOR エレクトロニクス No.1、p.113、CQ 出版株式会社、2015 年 9 月

オムニホイールを用いた自律型移動ロボットの製作

小野 貴広*1

Fabrication of Autonomous Mobile Robots with Omni Wheels

ONO Takahiro*1

要約 総合制作実習および科目「自律型ロボット製作実習」で学生が製作した「オムニホイールを用いた自律型移動ロボット」の取り組み、製作した内容およびアンケート結果より科目「自律型ロボット製作実習」の有用性について報告をする。

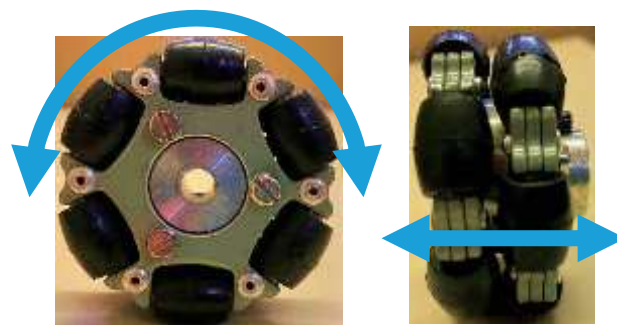
1. はじめに

電気エネルギー制御科では、センサ、モータ、マイコンを用いた自律型ロボットを製作する科目「自律型ロボット製作実習」がある。その科目では、3輪オムニホイールを用いた移動ロボットの製作を題材とした。どの方向に移動する場合でも、移動量が3輪の合力となるため、モータへの禁止入力がなく、各モータへの入力には数学（ベクトル、三角関数）の知識が必要となる。

総合制作実習では、東北ポリテックビジョンのロボット競技に出場する4輪オムニホイールを用いたロボット製作のテーマとした。このロボットの前後左右方向への移動は自動車のように通常のタイヤで移動するのと変わらない動きとなるため、高い直進性がある。ただし、モータへの禁止入力があり、対角線上にあるモータが同時に正転と逆転を行わないようにするための制御が必要である。

本稿では、製作物の取り組み内容およびアンケート結果による科目の有用性について報告する。

オムニホイールを用いた全方向移動機構は、工場や倉庫等の搬送車や製造ラインのコンベア用の送り出し部、車いす、歩行器等へ応用されている。オムニホイールを用いた車輪は、任意の方向へ車体の向きを変えずに移動することができ、狭い空間でも素早い移動が可能となる。オムニホイールは、シャフトに接続されたホイール円周上に、自由に回転するローラと呼ばれる樽型車輪を有しており、ホイールの回転方向(前後)と、ローラの回転方向(左右)へ動くことができる。図1にオムニホイールの外観を示す。¹⁾



ホイールの回転方向

ローラの回転方向

図1 オムニホイールの外観

2. 製作物の概要

2.1 オムニホイールについて

2.2 システムの構成

図2に製作したロボットのシステム構成図を示す。電源はDC12Vのバッテリーを用いて、電源分

*1 東北職業能力開発大学校青森校 電気エネルギー制御科
Tohoku Polytechnic College, Aomori
Department of Electrical Systems and Energy Control
Technology

配回路を介して、マイコンおよびモータドライバに電源供給する。マイコンは、モータドライバ回路を介して、モータをPWM制御し、エンコーダでモータの回転数を確認できる。また、光電式の距離センサを用いて、障害物までの距離も確認できる。

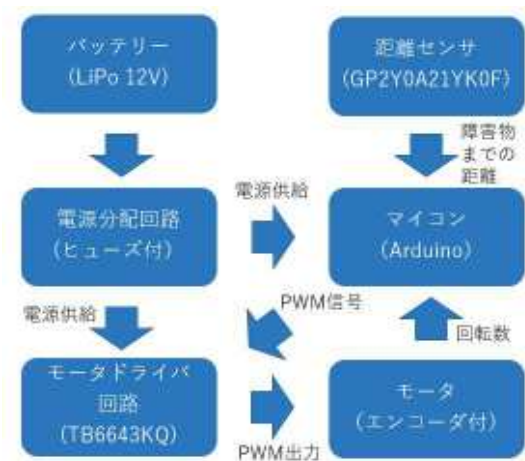


図2 システム構成図

ギヤボックスを介してシャフトに接続されたオムニホイールを駆動することができる。

駆動部の制御回路には、モータドライバ (TB6643KQ) により構成され、マイコン (Arduino) で制御される。1個のDCモータのみを制御する制御回路基板を製作した。この基板を学生1人につき1枚製作し、3人で1台の3輪オムニホイールロボットを製作した。学生が製作した制御回路基板を図4に示す。

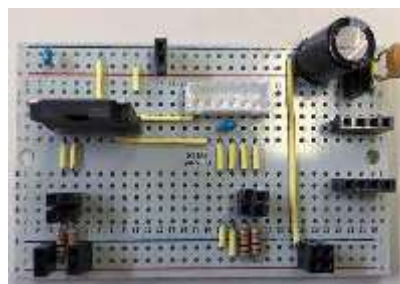


図4 制御回路基板

2.3 ロボットの外観

図3に学生が製作したロボットの外観を示す。オムニホイールを実装したベース土台上には、バッテリーケース、電源分配回路基板、モータドライバ回路基板、距離センサが搭載されている。4輪の筐体には厚さ4mmの亚克力板を使用した。外形の設計はJwCad、加工はCorel DRAWを用いて、亚克力板加工機により行った。3輪の筐体には厚さ1.6mmの薄鋼板を使用した。

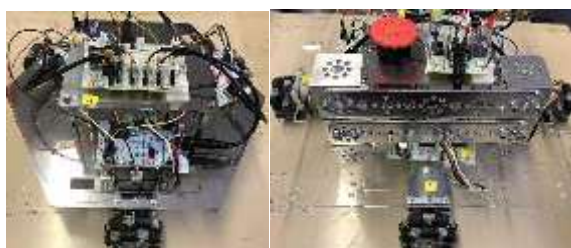


図3 ロボットの外観(左3輪、右4輪)

3.2 3輪オムニホイールの駆動制御

3輪オムニホイールは、3つのオムニホイールが120°毎に取り付けられている。オムニホイールは、ホイールの回転で前後へ、ローラの回転で左右へ動くことができる。ロボットは、各オムニホイールの回転方向と、回転速度を制御することでロボット本体の向きを変えずに全方向へ移動することができる。¹⁾

図5に3輪オムニホイールロボットの駆動モデルを示す。図5に示すように、X方向の速度 V_x 、Y方向の速度を V_y 、ロボットが α 度傾いているとし、3つのホイールの回転速度をそれぞれ V_1 、 V_2 、 V_3 とすると、 θ 度方向にロボットの進行速度 V は式(1)、(2)で表せる。 V_x 、 V_y 、 α を既知として移動方向を定め、 V_1 、 V_2 、 V_3 の回転方向(正転逆転)と回転速度を制御する。

$$\begin{cases} V_x = V \cos \theta \\ V_y = V \sin \theta \end{cases} \dots \dots \dots (1)$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin \alpha & -\cos \alpha \\ \sin(\alpha + 120^\circ) & -\cos(\alpha + 120^\circ) \\ \sin(\alpha + 240^\circ) & -\cos(\alpha + 240^\circ) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix} (2)$$

3. 駆動部について

3.1 駆動部の概要

今回製作したロボットの駆動部にはエンコーダ付DCブラシ付きモータ (Pololu社#4753)を使用した。ギヤ比50:1のギヤボックスを実装しており、

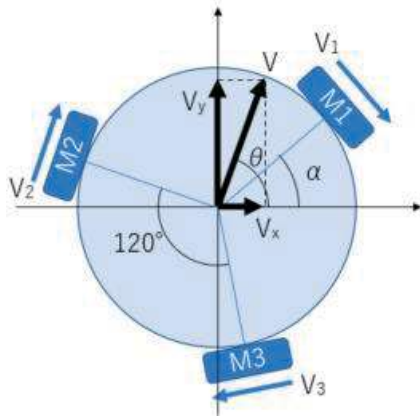


図5 3輪オムニホイールロボットの駆動モデル

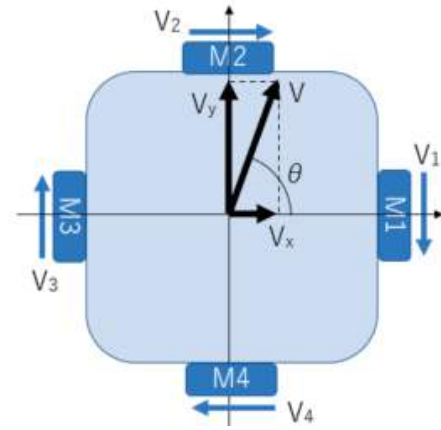


図7 4輪オムニホイールロボットの駆動モデル

科目「自律型ロボット製作実習」では、図6のように $\alpha = 0^\circ$ とした式(3)で授業を実施した。また $\alpha = 90^\circ$ とした課題も実施した。

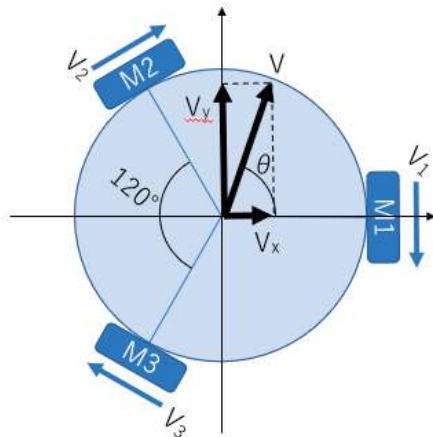


図6 $\alpha = 0^\circ$ とした駆動モデル

$$\begin{cases} V_1 = -V \sin \theta \\ V_2 = -V \sin(\theta - 120^\circ) \\ V_3 = -V \sin(\theta - 240^\circ) \end{cases} \dots\dots\dots (3)$$

3.3 4輪オムニホイールの駆動制御

4輪オムニホイールは、4つのオムニホイールが90度毎に取り付けられている。図7に4輪型ロボットの駆動モデルを示す。図7に示すようにX方向の速度 V_x 、Y方向の速度を V_y とし4つのホイールの回転速度をそれぞれ V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 とするとロボットの速度 V は式(1)、(4)で表せる。

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix} \dots\dots\dots (4)$$

4. 電源分配回路

電源は、リチウムイオンポリマー (LiPo) バッテリー12Vを用いた。電源分配回路のヒューズを介してマイコンおよび4つのモータドライバに電源供給する。また、マイコンとモータドライバの電源スイッチを分けて別々とし、モータドライバ用ランプ(赤)、マイコン用ランプ(黄緑)を設けた。学生が製作した電源分配回路の基板を図8に示す。

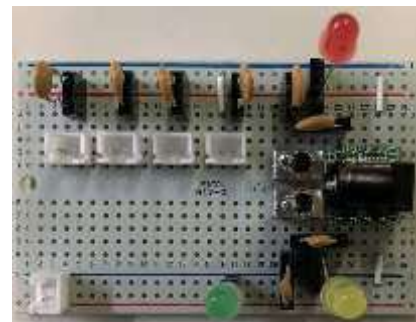


図8 電源分配回路の基板

5. 障害物検知機能

この機能は、ロボットの制御部に距離センサ(GP2Y0A02YK)を接続し、ロボット周辺の障害物が一定距離に達すると、ロボットを制御する。距離センサは反射物までの距離に応じたアナログ電圧を出力する。距離センサから出力されたアナログ電圧をマイコン(Arduino)のA/Dポートへ入力している。3輪ロボットには前方の1方向のみ、4輪ロボットには4方向に距離センサを接続しており、それぞれA/D変換を行っている。各方向の障害物を検知し、

ロボットを制御する。¹⁾

6. 動作検証

科目「自律型ロボット製作実習」では、図6の3輪駆動モデルに示す θ 度方向にロボットを移動するための各オムニホイールの回転方向と回転速度を式(3)から導出し、プログラムを実装した。図9に示したロボットの移動方向と各オムニホイールの回転方向および回転速度を用いて、図10のコース(太い黒棒は障害物)を走破する課題を実施した。図9の中心の矢印は移動方向を表し、各モータの回転速度の表示はPWM制御のDuty比(+は正転、-は逆転)を表している。

総合制作実習では、図7の4輪駆動モデルに示す θ 度方向にロボットを移動するための各オムニホイールの回転方向と回転速度を式(1)、(4)から導出し、プログラムを実装した。図9に示したロボットの移動方向と各オムニホイールの回転方向および回転速度を用いて、東北ポリテックビジョンのロボット競技コースで動作検証を実施した。競技の走行タイム規定である15秒以内で完走し、ゴール停止もできた。

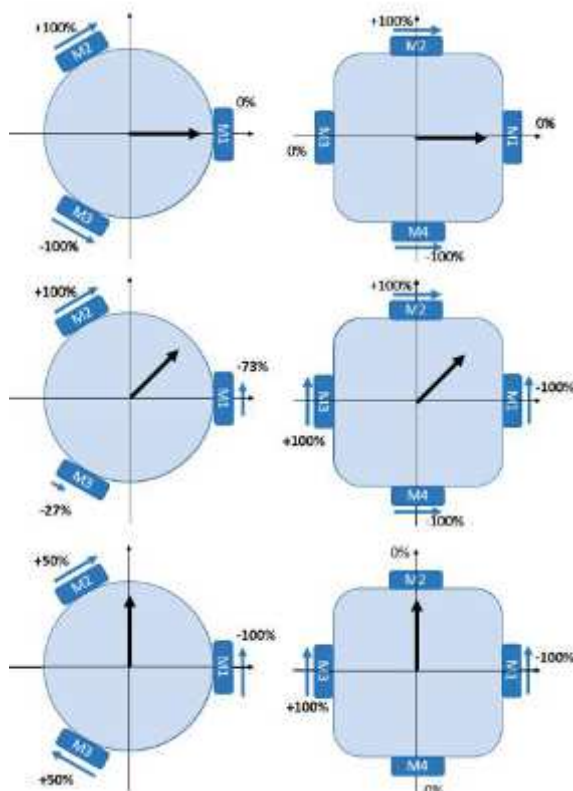


図9 移動方向と回転方向および回転速度

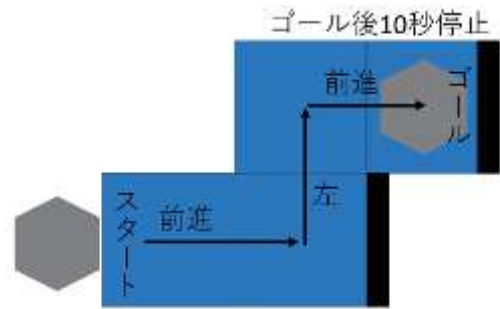


図10 課題コース

7. おわりに

ロボット製作において、数学、英語、物理の大切さをこの実習を通して理解をすることができたのか、再度別設計で製作したいかのアンケートを行った。英語においてはモータやセンサについて英語のメーカー仕様書を学生に提示し各機器の特徴をまとめるレポートを出題した。物理においてはモータ選定時に必要なトルクを計算するため、摩擦係数、質量、重力加速度を用いたトルクの計算方法や摩擦係数の求めた方について授業で実施した。

アンケートの結果より、「数学、英語、物理は大切」と9割の学生が「そう思う・ややそう思う」と答えた。このことにより、広範囲にわたる分野の総仕上げとしての位置づけられる科目として有用性があると考えられる。再度製作したいかについては、ロボット製作全般では約8割の学生が「そう思う・ややそう思う」と答えたが、個別工程の外形設計では3割、回路設計製作では4割、プログラムでは6割となった。外形設計、回路設計製作、プログラムの内2つ以上「そう思う・ややそう思う」と答えた学生は2割であった。このことから、専門課程2年生の段階では、複数の工程を担当できる人材を育成するのは限定的と考えられる。

【参考文献】

- 1) 東 正登：オムニホイールを用いた全方向移動ロボットの製作、近畿能開大ジャーナル、第23号、2015年11月

PLC と Raspberry Pi の連携法

谷岡 政宏*1

How to Linkage between PLC and Raspberry Pi

TANIOKA Masahiro*1

要約 製造業における DX では IoT、AI、ビッグデータ、ICT、クラウドといった技術の導入に加えロボットを活用したスマートファクトリーへとシフトしてきている。この時に必要なのがロボットを制御する PLC と上位のコンピュータシステムをネットワークで接続し情報の交換をする技術であり、今後、ロボットコースでの実習や課題に必要と思われる。そこで、PLC と Raspberry Pi を連携させる方法を紹介する。

1. はじめに

近頃 DX がもてはやされているが工場内では多くの PLC が稼働しており、これらをネットワークで連携して動作させるにとどまらずパソコン等からモニタリングや操作することが必要である。

さらに AI 等と連携して自動監視や予知保全ができるシステムが求められている。

そこで、応用課程生産ロボットシステムコースの標準課題 1、標準課題 2、開発課題、及びセミナーで行った LAN 上で PLC と Raspberry Pi を連携させる方法を紹介する。

2. 使用機材

標準課題 1 ではベルトコンベアの制御に PLC を使用しており、セミナーでも同じものを使用した。標準課題 2 ではロボットコースでステーションの制御で使用している PLC を使用した。いずれも三菱電機の Q シリーズである(表 1)。

Raspberry Pi とは LAN を使って接続するため、Q03UDECPU のように Ethernet 機能が内蔵されたものが必要である。

表 1 標準課題で使用した主な PLC 関連機材

品目	品名
電源	電源ユニット Q62P
CPU	ユニバーサルモデル QCPU Q03UDECPU(※)
入力	DC 入力ユニット(プラスコモンタイプ) QX41
出力	トランジスタ出力ユニット(シンクタイプ) QY41P
端子台	コネクタ/端子台変換ユニット A6TBXY36
ケーブル	コネクタ端子台変換ユニット用ケーブル AC10TB
ベルトコンベア	エスコンミニとマイクロインバータ
リレーユニット	12V 4回路C接点 リレー 952-4C-12DN LEDインジケータ付(秋月電子)

ベルトコンベアは生産情報システム技術科時代に実習設備として使用していたものが残っていたため流用することにした。

ベルトコンベアのコントローラには起動・停止、正転・逆転を制御できるように外部に端子が引き出されていたのでこれを利用した。

3. ライブラリ

PLC との通信には MC プロトコル (MELSEC コミュニケーションプロトコル) または SLMP (SeamLess Message Protocol) で行う。

*1 東北職業能力開発大学校 生産電子情報システム技術科
Tohoku Polytechnic College, Department of Production
Electronic Information Systems Technology

SLMPは「各種 Ethernet 製品と CC-Link IE 対応機器の間でのネットワークの階層・境界を意識しないアプリケーション間通信を可能にする共通プロトコル」¹⁾であり、「シンプルなクライアント・サーバ型プロトコルであるため、各種機器への実装も簡単」¹⁾で、仕様も公開されている²⁾ためソケットプログラミングができればマイコンでも実装できる。

参考にしたページ³⁾からプログラムを引用し少し修正してサンプルプログラムを作成した。

Python 3での send メソッドの引数はバイト列でありリテラルで記述するには接頭辞'b'または'B'をつける必要があることと変数 response には結果が代入されるだけなので最後に print 関数を使って表示させている。

実行結果を示すときにはデータレジスタ D211 の値に依存することにも注意が必要である。

ソケットプログラミングだけでは記述のしやすさも可読性も良好とは言えない。

Python から使える MC プロトコルのライブラリがいくつか存在する^{4),5),6),7),8)}が pip コマンドで簡単にインストールできる pymcprotocol⁴⁾を使用した。

4. 標準課題 1

標準課題 1 で PLC に関して学生に要求するのはベルトコンベアの起動・停止をすることのみである。

ビットデバイスの M0 を on/off することによってリレーの Y20 を on/off するラダーを作成し、Python の中から M0 を操作するようにした。

学生にはこの時まで PLC やラダー図に関することは教えていなかったため標準課題の時間でラダー図の基本的な意味(図 1)と課題で使うラダー図の例(図 2)を示した。

ベルトコンベアとは QY41P の出力にリレーを挟んで接続した。リレーの開閉でベルトコンベアの起動と停止を行う。

令和 4 年度の標準課題 1 もほぼ同じテーマで行ったがベルトコンベアの制御自体は前年度のノウハウをそのまま使えるので割とスムーズにできたのではないかと思う。

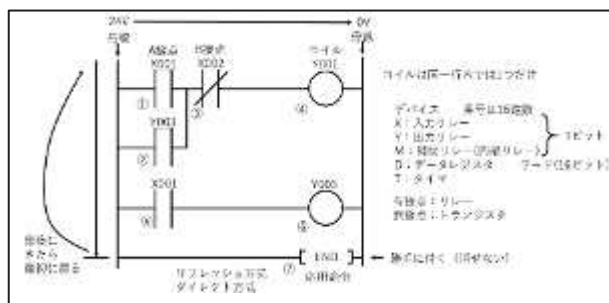


図 1 ラダー図の基本

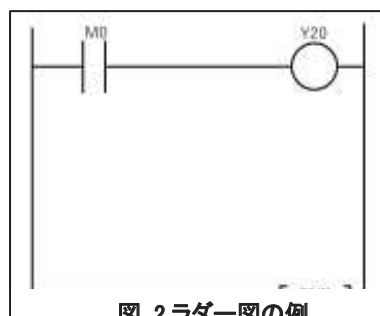


図 2 ラダー図の例

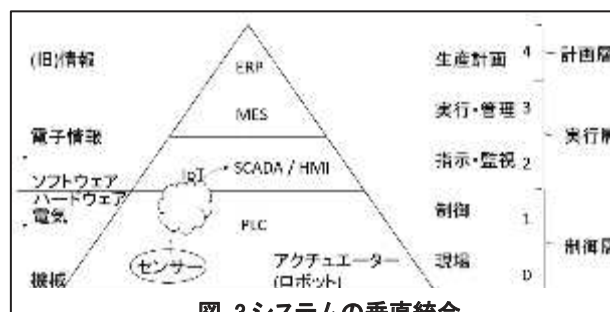


図 3 システムの垂直統合

5. 標準課題 2

標準課題 2 ではシステムの垂直統合(図 3)について説明し各層の役割や機能を理解したうえで、検査ステーションに備わっている PLC と連携し、検査装置で検査した値を読み出して画面への表示やデータベースへの記録をすることや、Raspberry Pi を使って画像処理で行う検査では、画像処理結果を PLC のデバイスに書き込むことが必要である。

画像処理結果を PLC に書き込むことについては標準課題 1 の場合と同じであるが PLC から読み出す検査結果は浮動小数点数として格納されているため pymcprotocol ライブラリで、これをワード型の連続したデータ 2 つ分として読み出し Python での浮動小数点数として扱えるように変換する必要がある。三菱電機の Q シリーズの浮動小数点数は IEEE 754 形式であり、Python の標準ライブラリ

である `struct` を使うと Python の内部形式に変換することができる。

尚、`pymelsec`⁹⁾ライブラリを使うと浮動小数点数を指定して読み書きができるため変換操作は必要無いので都合がよいが標準課題 1 で使用したものと同一ライブラリで通したほうが、学生が混乱せずにすむことと、`struct` ライブラリは他でも使えるので使い方を教えるのによい機会だと考えた。

Python から SLMP で三菱 Q シリーズと通信するためのライブラリを調査したところ、前述の 2 つを含め、5 つ見つかっている。見逃しているものもあると思われるので継続して調査していきたい。

- ・ `pymcprotocol`
- ・ `pymelsec`
- ・ `MC-Protocol`
- ・ `PySLMPClient`
- ・ `slmpclient`

Python 以外のプログラミング言語では以下のものが GitHub から見つけることができた。これについても継続して調査していきたい。

- ・ C 言語
- ・ Java
- ・ JavaScript
- ・ C# (.NET Core)
- ・ Node-RED (Node.js)
- ・ Rust
- ・ Go

学生は C 言語、Java、JavaScript 等を習得しているため得意な言語を選択してシステム構築ができる。

三菱の Q シリーズでは MES インタフェースユニット(QJ71MES96)を使い DBMS を介して PLC とマイコンの間でデータの受け渡しをすることができ、令和 3 年度の標準課題 2 ではこれも使用した。令和 4 年度ではデータベースへのアクセスはマイコンのみで行った。

6. 開発課題

令和 4 年度の開発課題テーマ「小型全自動飲料充填機の開発」ではアクチュエータやセンサの制御に PLC を使用した¹⁰⁾。PLC とシステムを統括するマイコンとは有線 LAN で接続した。使用した PLC は三菱 FX5U-32MR/DS に入力増設ユニット FX5-8EX/ES を組み合わせたものである。マイコンには BeagleBone Black を使用した。

標準課題とは PLC もマイコンも異なるがマイコンには OS として Debian 11(Bullseye)をインストール¹¹⁾し、FX5 用のライブラリ¹²⁾を使用することで標準課題の時と同じようにプログラミングすることができた。

7. セミナー

セミナーでは基本的に標準課題 1 と同じ機材を使用し、Python を使った PLC にあるデバイスの読み書きを中心にした。Python でのプログラミング経験が浅いかまったく無い受講者のためにコマンドラインで実行する簡単なプログラムで送信、受信をするようにした後に、Python の標準ライブラリにある `http.server` を使い Python で書いた CGI プログラムで簡単にブラウザにデータを表示することやフォームのボタンでベルトコンベアの起動・停止するユーザーインターフェースが実現できた。

また、MQTT を使ってデバイスに値を書き込みできるようにブローカーのインストール、Python 用の MQTT ライブラリのインストールを行いパブリッシャー側から特定のコマンドを送るとサブスクライバ側であらかじめ決められたデバイスに決められた値を書き込むようにした。

このテーマのセミナーはこれが最初だったので少し内容が少ないと思ったがアンケートではそれほど悪くない結果だったのであまり詰め込みすぎないようにしたことがかえて良かったのかもしれないと思った。

同様のセミナーを調べると令和 5 年度ではポリテクセンター茨城で「PLC による FA ネットワーク構築技術 (内蔵 Ethernet 活用編)」、「Web を活用した生産支援システム構築技術 (PLC 内蔵 Web サーバ活用編)」、及び「PLC による FA ネットワーク

構築技術(データ収集と制御)」が行われており最後のものがパソコンとマイコンの違いはあるがほぼ同じ内容と思われる。ポリテクセンター山梨の蓬莱氏が作成した教材でも Raspberry Pi と PLC の連携が盛り込まれている¹³⁾。

民間のセミナーではあまり例がなく競合しないかわりにセミナーとしての需要はこれからであろうと思う。

8. おわりに

PLC を LAN 上で Raspberry Pi と連携させる方法を紹介した。機構では DX・GX に対応した在職者訓練コースの積極的な実施に向け検討することとしている。

前年度の「PLC-マイコン間通信による制御技術(Raspberry Pi & Python 編)」には 4 人申し込みがあり、3 人が修了した。今年度も同じコースに 1 人の申し込みが来ていたが筆者の異動で中止となった。このことから、PLC と Raspberry Pi の連携にはある程度の需要はあると思われる。

今後は安価でありながら Wi-Fi や Bluetooth 等の無線通信機能を搭載し、近年シェアが高まっており雑誌等の特集でも取り上げられる機会の多いことから ESP32 マイコンと PLC を使った、より IoT らしいセミナーが計画できたらよいと考えている。

令和元年に業務対応研修として「第 4 次産業革命と今後の職業訓練」を受講させてもらったがその時に施設に帰って仲間を増やすよう言われた。本稿の目的は仲間を増やすことにある。今は第 4 次産業革命からロボット、そして DX へとキーワードの変遷がみられるが共通して出てくる言葉が「総合格闘技」であり分野を跨った技術が必要なので、お互いに専門性を持ち寄りチームで対応していく必要がある。

本稿が DX に向けた実習の推進に資することを願っている。

今後も企業に役に立つセミナーを企画し、教材を作成していきたい。

PLC に関する基本的な知識については北海道職業能力開発大学校生産電気システム技術科(当時)の茶碗谷広志氏、松家央征氏にご教示いただいた。ここに感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) SLMP (Seamless Message Protocol) | ネットワーク技術 | CC-Link 協会、
<https://www.cc-link.org/ja/cclink/slmp/index.html>
- 2) SLMP(Seamless Message Protocol)仕様書(概要編)、
<https://www.cc-link.org/ja/material/documents/slmp/bap-c2006-001-j.pdf>
- 3) PLC と Raspberry Pi はとっても相性がいい。(通信の行い方) - Qiita、
<https://qiita.com/Tatsuya-8888/items/28cc12dd637c0866fd1c>
- 4) [4] GitHub - senrust/pymcprotocol: MC Protocol(MELSEC Communication Protocol) implementation by Python、
<https://github.com/senrust/pymcprotocol>
- 5) GitHub - NothinRandom/pymelsec: Python3 Implementation of MELSEC Communication、
<https://github.com/NothinRandom/pymelsec>
- 6) GitHub - OkitaSystemDesign/MC-Protocol: Mitsubishi MELSEC MC Protocol、
<https://github.com/OkitaSystemDesign/MC-Protocol>
- 7) GitHub - masahase0117/PySLMPClient: 三菱電機の SLMP (Seamless Message Protocol)のクライアント、
<https://github.com/masahase0117/PySLMPClient>
- 8) slmpclient · PyPI、
<https://pypi.org/project/slmpclient/>
- 9) 谷岡、「令和 3 年度生産ロボットシステムコース標準課題の実施報告」、実践教育 ジャーナル、Vol.38 No.1、pp.50-53、実践教育訓練学会
- 10) 田岡他、「小型全自動飲料充填機の開発」、応用課程開発課題実習梗概集、No.22、(2023)、北海道職業能力開発大学校
- 11) Flash Debian Bullseye on your BeagleBone Black - Paranoiaque/Paranoid、
<https://paranoiaque.fr/en/2021/08/26/flash-debian-bullseye-beaglebone-black/>
- 12) GitHub - freedomikeppp/mitsubishi-fx5: 三菱 FX5 シーケンサを操作する Python のサンプルです。、
<https://github.com/freedomikeppp/mitsubishi-fx5>
- 13) 蓬莱 晃司、「クラウドを活用した IoT システム構築技術セミナーテキストおよび模範解答」、技能と技術、通巻第 314 号、Vol.58、(2023)、pp.6-9、職業能力総合大学校 基盤整備センター

技能五輪全国大会(建築大工職種)の 出場に関する一考察

松下 貴博*¹, 菊地 和真*¹

A Study on Participation in The National Skills Olympics (Carpentry Category)

MATSUSHITA Takahiro*¹, KIKUCHI Kazuma*¹

要約 令和 5 年 11 月 17 日(金)から 11 月 20 日(月)に、第 61 回技能五輪全国大会(建築大工職種)が、愛知県で開催され、東北職業能力開発大学校 住居環境科 2 学年に在籍する学生が出場した。この出場に際し、指導者の立場から、支援の概要を報告する。

1. はじめに

技能五輪全国大会とは、国内の青年技能者(原則 23 歳以下)を対象に、技能競技を通じ、青年技能者に努力目標を与えるとともに、技能に身近に触れる機会を提供するなど、広く国民一般に対して技能の重要性や必要性をアピールすることにより、技能尊重気運の醸成を図ることを目的として、毎年開催されている。

令和 5 年 11 月 17 日(金)から 11 月 20 日(月)に、第 61 回技能五輪全国大会が、愛知県で開催された。この大会の建築大工職種に、東北職業能力開発大学校(以下、本校という) 専門課程 住居環境科 2 学年に在籍する学生が出場した。

今回、筆者は、この学生指導および支援の環境整備に携わったことから、その内容について、報告する。また、筆者は、令和 4 年度まで、本校 専門課程 住居環境科の指導員として在籍し、若年者ものづくり競技大会(建築大工職種)の出場支援を、複数年経験したことから、その内容も踏まえる。

厚生労働省によると各種技能競技大会²⁾の技能レベルは、若年者ものづくり競技大会は初級(技能検定 3 級程度)、技能五輪全国大会は上級から中級(技能検定 2 級相当以上)、技能グランプリは上級であると位置づけている。

建築大工職種における競技課題は、例年、若年者ものづくり競技大会では、技能検定 3 級技能士実技課題に準じた課題設定であるものの、技能五輪全国大会では、2 級技能士実技課題ではなく、1 級技能士実技課題よりも、さらに難易度の高い課題が毎回新規に設定される。それだけではなく、前日または当日公表課題も設定される場合があり、若く経験の少ない選手が、単独で対処できる許容範囲を超え、本当に適切であるのかは、疑問が残る。いわば、選手自身の能力よりも、選手の背景にある支援の環境に、成果が決定づけられていることが認められる。この環境の要素には、技術的支援と経済的支援があり、両方に恵まれることが背景に必要な条件である。

2. 技術的支援の準備

技術的支援の基盤となる過去の大会資料は、インターネットが普及する以前のものが多く、そこで、

*1 東北職業能力開発大学校 建築施工システム技術科
Tohoku Polytechnic College
Department of Architectural Systems Engineering

過去に関連する指導に従事した先輩からの情報提供のほか、宮城県職業能力開発協会(以下、協会という)による資料提供を頼りにした。また、近年の競技課題対策として、職業能力開発総合大学校における指導員研修「次世代技能者の技能レベル向上のための指導法(建築大工編)」の受講が、特に有効であった。この研修では、技能五輪全国大会の現役の競技委員が担当講師であることから、過去の競技課題を題材に、現寸図の作成に際し、技術習得に役立った。

3. 本大会への予選

予選の申し込みは、出場を予定する前年度の9月1日に公示される「後期 技能検定受検案内 技能五輪宮城県大会参加案内」を参照し、参加資格を確認する。また、この案内に組み込まれている、技能五輪参加申込書(技能検定受検申請書を兼ねる)に、所定の事項を記入のうえ、所定の期間内に、協会に申し込む。通常、受検申請書上部にある「技能五輪」欄の文字を丸で囲むだけであるために、2級技能検定試験と同時に申し込む場合が多い。

なお、本大会への出場権は、若年者ものづくり競技大会において、金賞を獲得した者が申し込んだ場合であっても、配慮はされない。この宮城県予選において、特に優秀な成績を収め、県代表選手として、協会から推薦されることで、獲得することができる。

4. 課題の傾向と対策

予選課題は、2級技能士実技課題と同一である。図1に、令和4年度の予選課題「くせ無し屋根筋かい」³⁾小屋組みを示す。「くせ無し」傾斜材は、薄緑色で着色した。令和4年度に改定され、初年度であった。なお、図2に、令和3年度までの予選課題「四方転び踏み台」を示す。

一般に、部材断面を屋根の野地面に合わせ、ひし形断面等に加工することを「くせ削り」という。「くせ無し」傾斜材とは、桁材に対して、垂直または平行ではない場合において、くせ削りの加工をせずに、部材断面の直角矩形を、そのまま小屋組み部材として使用し、主として、屋根の野地面に、直角断面の上端面を合わせ、納める技法のことである。この「くせ無し」傾斜材に関しては、令和3年度までの技能

検定実技課題に、含まれたことのない技能要素であったことから、対策を講じる前に、入念な調査が必要であると考えた。そこで、可能な限り、過去の技能五輪全国大会の競技課題を調査した。この概要を図3に示す。さらに、技能グランプリの競技課題についても、同様に調査した。この概要を図4に示す。

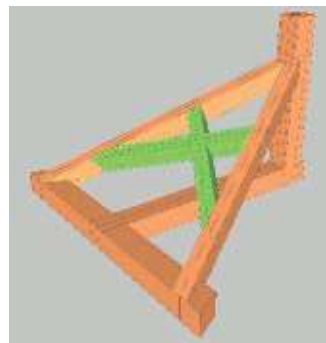


図1 予選課題(令和4年度から)



図2 予選課題(令和3年度まで)

図5に、この「くせ無し」傾斜材が含まれる競技課題を示す。技能五輪全国大会では、調査した第25回(1987年)から第61回(2023年)までの37課題のうち、12課題であった。また、技能グランプリでは、調査した第10回(1991年)から第32回(2024年)までの23課題のうち、3課題であった。この結果、調査対象とした合計60課題のうち、15課題であることと、近年、技能グランプリよりも技能五輪全国大会での出題が、増加傾向にあることを把握できた。

この傾向を踏まえ、2月の予選後、予選通過を前提として、3～8月までの期間、技能五輪全国大会の第50～60回までの作図、および第56回、第59回、第60回課題の製作を主な練習対象とし、本大会への準備となるように、対策を講じた。

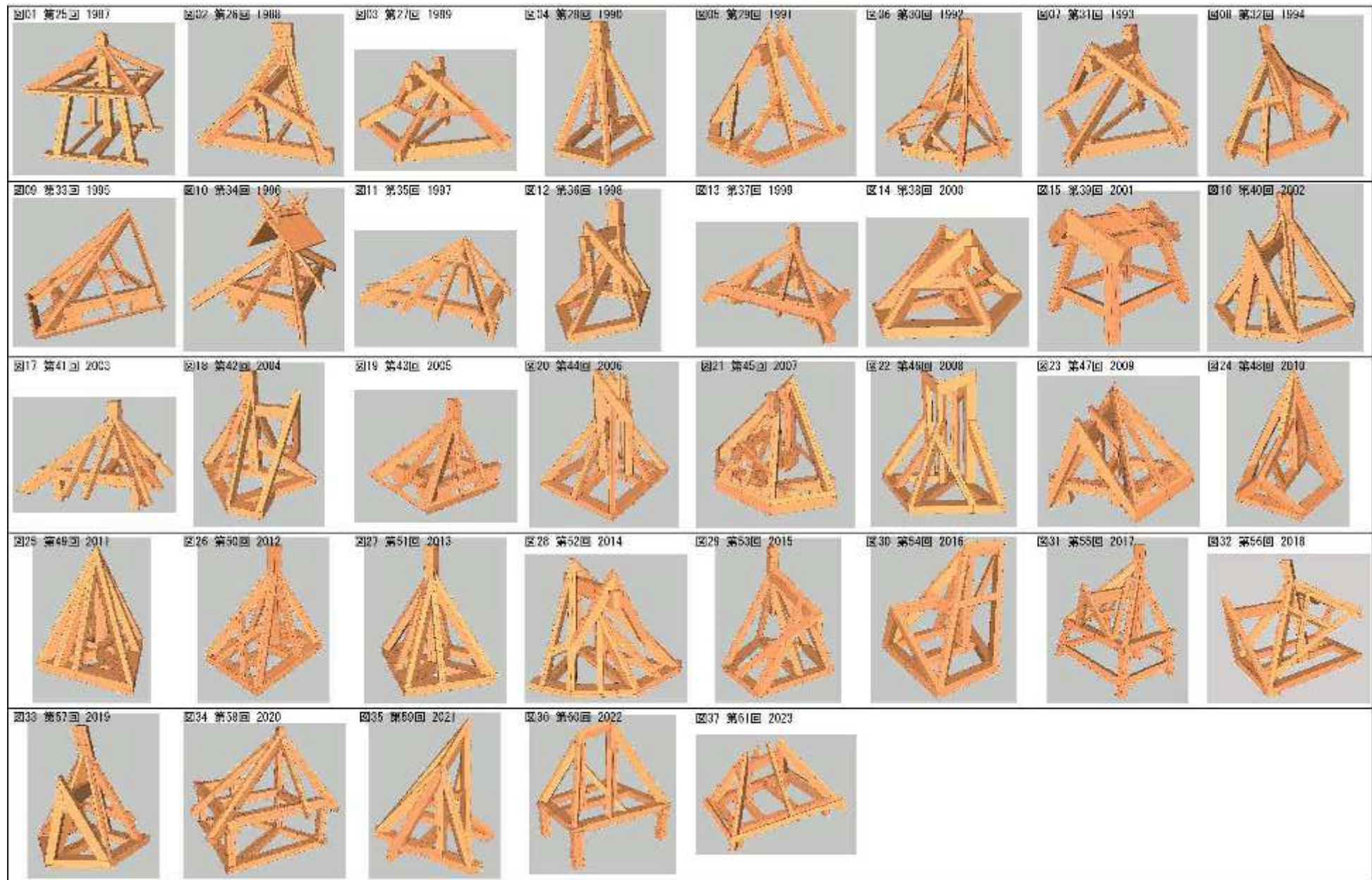


図3 競技課題の概要(技能五輪全国大会)

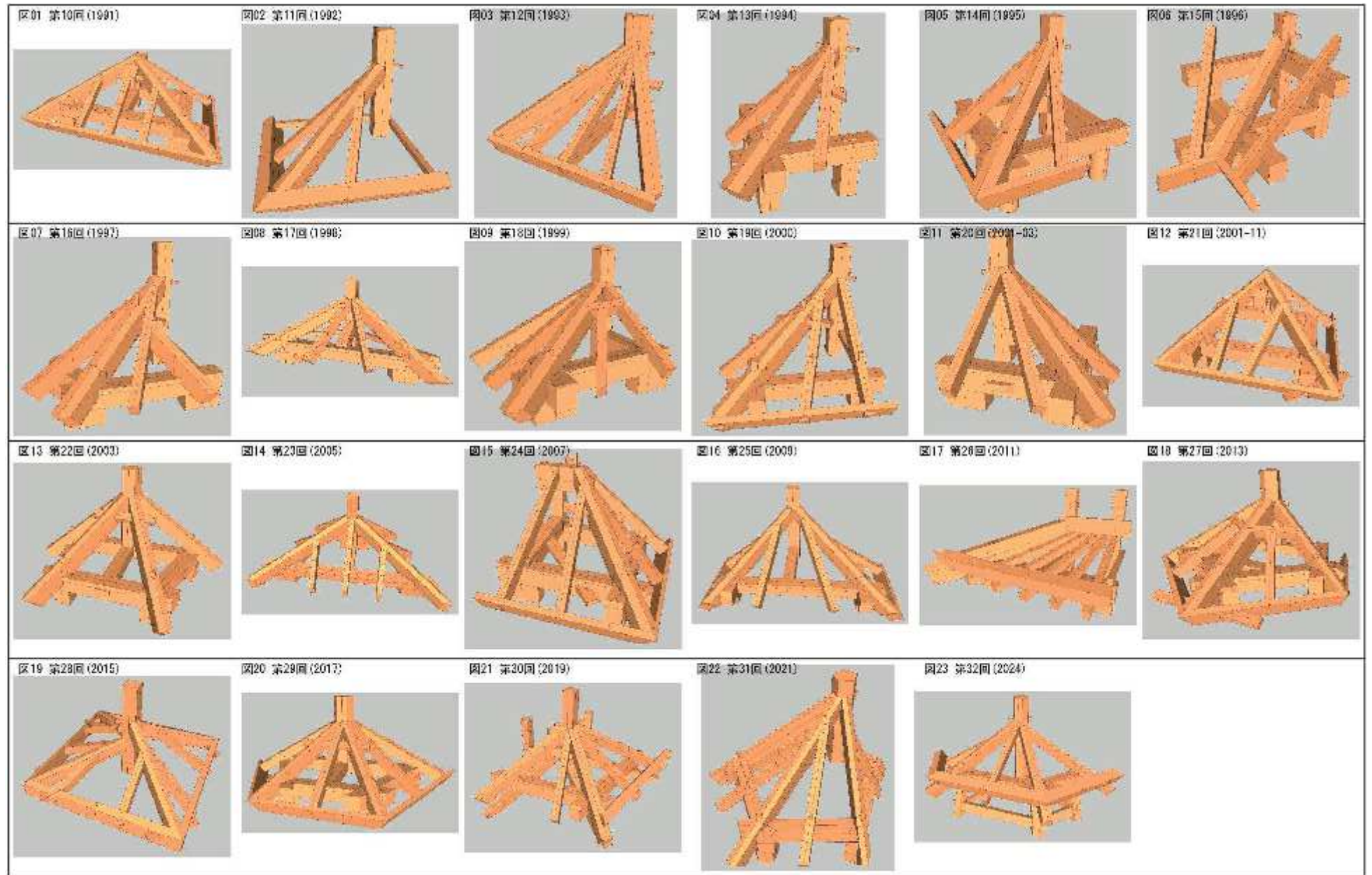
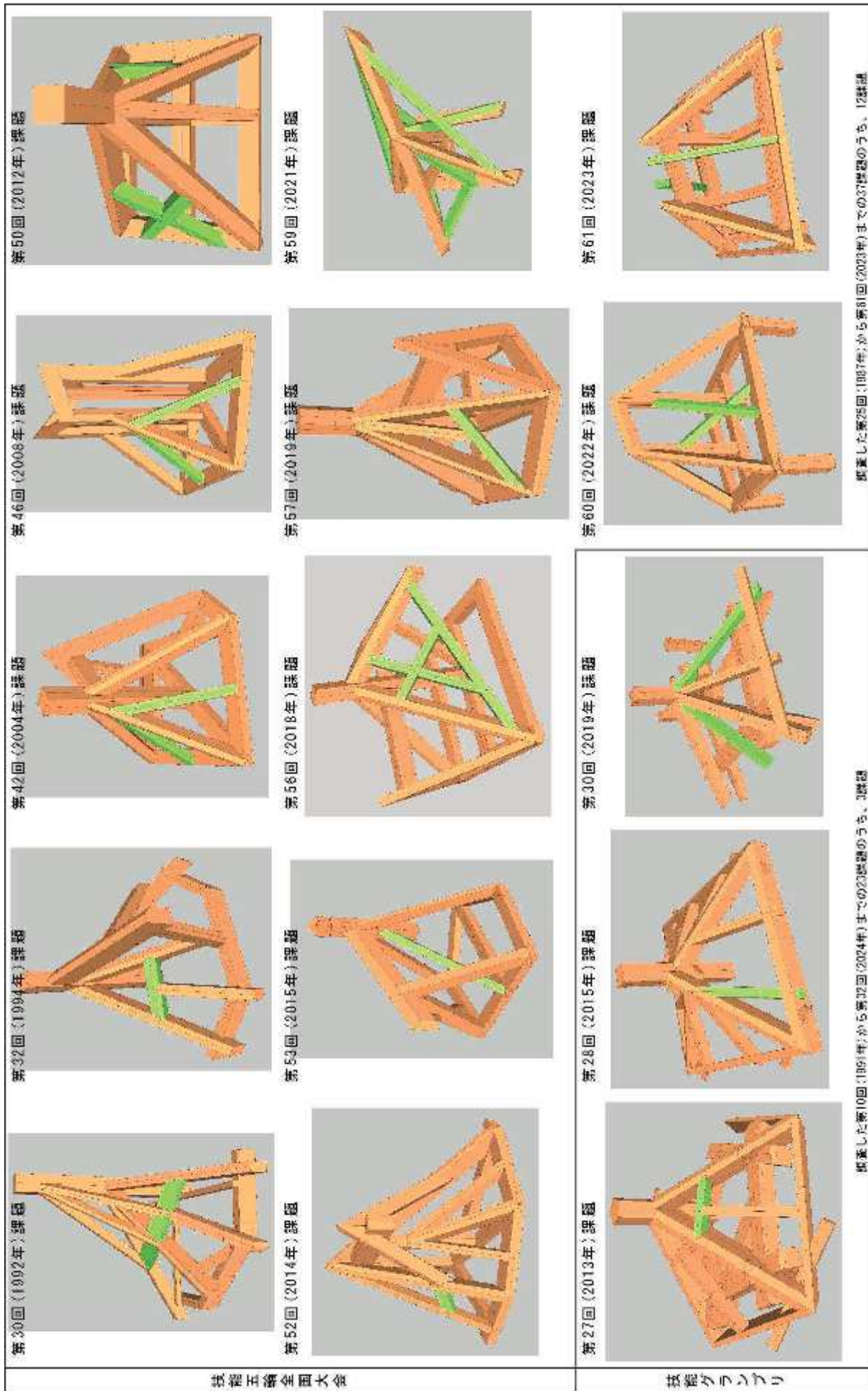


図4 競技課題の概要(技能グランプリ)



標置した第25回(1987年)から第81回(2023年)までの37課題のうち、12課題

標置した第10回(1991年)から第32回(2004年)までの23課題のうち、3課題

図5 「くせ無し」傾斜材が含まれる競技課題

5. 経済的支援の重要性

図 6 に、今大会の第 61 回(2023 年)課題を示す。課題は、本大会の 3 ヶ月前に、資料が公表される。

まず、この資料から、パース図・平面図・立面図・各部材の製作図となる展開図を作図する。

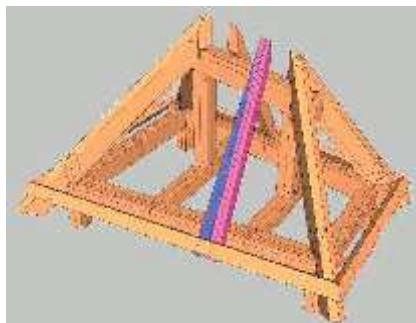


図 6 第 61 回(2023 年)課題

次に、課題練習に必要な木材を、どう確保するかを検討する。若年者ものづくり競技大会の場合は、部材数は 7 であるのに対し、技能五輪全国大会の場合は、例年 20 前後である。練習用木材は、20 体分の確保が適量である。予算は 20 万円で、製材業者との協議を要した。結局、10 体分の用材は、調達できたものの、筆者による製材作業が前提であった。ここで、調達した木材を、所定の長さに切断し、所定の断面に加工する作業が、背景にあったことを強調しておく。また、不足した残り 10 体分は、若年者ものづくり競技大会用に確保しておいた材料を、所定の断面寸法となるように集成接着するなどの手間をかけることで確保した。このような作業を経験することで、経済的支援の重要性を痛感した。

練習用木材の確保については、選手を育成するためには、極めて重要であるために、選手の背景に環境が整備されていることが欠かせない。

選手が、学生であれば、学校からの支援が受けられるとはいえ、企業人の場合は、会社から、どの程度の技術的支援と経済的支援が受けられるのか、事前に確認しておくべき最重要事項であるといえる。

6. おわりに

支援対象の学生は、工業高校 1 年次(15 歳)に 3 級技能士、2 年次(16 歳)に 2 級技能士を取得した。その後、本校に入校し、専門課程 1 年次(18 歳)に、

第 17 回若年者ものづくり競技大会において銀賞を獲得した。そして、本校 2 年次(19 歳)に、第 61 回技能五輪全国大会に出場した。本大会においては、当日公表課題として、図 3 の青色部材が、赤色位置に変更され、緊張と焦りもあり、ミスが生じた。それでいて、入賞には至らずとも健闘し、競技課題を標準時間内に完成させた。図 7 にこれを示す。

その後、令和 5 年度後期技能検定試験を受検し、1 級技能士(19 歳)を取得した。おそらく全国的にみて、最年少であろう。この人材育成に、微力ながら貢献し、意義のある貴重な経験ができたことに感謝する。なお、筆者は、令和 5 年度に、本校の応用課程 建築施工システム技術科に配置転換となった。今回述べた競技大会の出場については、応用課程担当者研修の受講中であり、支援の環境整備に、万全を期すには至らなかったことが悔やまれる。応用課程では、グループワークが中心となり、今回のような個別支援の機会は、最後となることが見込まれる。



図 7 競技終了時(筆者と菊地選手)

【参考文献】

- 1) 松下貴博:若年者ものづくり競技大会「建築大工」職種の出場に関する一考察、技能と技術誌 Vol.55、2020 年 2 号、pp.16-20、2020 年 6 月掲載
- 2) 厚生労働省ホームページ、技能競技大会の関連図 https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/jinzaikaihatsu/ginoukyougi/index.html、2024 年 5 月 10 日確認
- 3) 松留慎一郎、前川秀幸、塚崎英世:「大工技術を学ぶ I」(第五版)、市ヶ谷出版社、pp.140-145、2023 年 10 月 20 日出版

「農家型長屋門実測調査」に関する一考察

星野 政博*¹

A Study on “Farmhouse Type Nagayamon Actual Measurement Survey”

HOSHINO Masahiro*¹

要約 本稿では、学生の開発課題実習として共に取り組んだ活動記録として報告する。この課題に必要とされる能力は、大きく分けて、実測調査の技術習得・アンケートや聞き取り調査手法の習得・文献資料の収集・実測図面の作成・図面の解読（寸法読み取り等）・構造模型の製作・復元図面の作成・スケジュール調整の能力等である。建築空間認識の能力向上を目的としてこの課題を設定した。宮城県栗原市周辺に残る「農家型長屋門」に着目して、これまで実測調査した事例を報告する。また、建築構造的な特徴・使用用途の変化・今後の活用方法等について考察し、地域の歴史的建築物としての再認識や、今後の地域資産としての活用方法等について提案する。この実測調査を通じて、これからの地域再生の新たな知見を得ることができた。

1. はじめに

本稿では、学生の応用課題実習及び総合制作実習(2008年度から2024年現在まで)として共に取り組んだ活動記録として報告する。

この課題に必要とされる能力は、大きく分けて、実測調査の技術習得・アンケートや聞き取り調査手法の習得・文献資料の収集・実測図面の作成・図面の解読（寸法読み取り等）・構造模型の製作・復元図面の作成・スケジュール調整の能力等である。建築空間認識の能力向上を目的としてこの課題を設定した。宮城県栗原市周辺に残る「農家型長屋門」に着目して、これまで実測調査した事例を報告する。

また、建築構造的な特徴・使用用途の変化・今後の活用方法等について考察し、地域の歴史的建築物としての再認識や今後の地域資産としての活用方法について提案する。

2. 農家型長屋門の栗原地域分布

宮城県栗原市内には、約500件の農家型長屋門が存在している。(図1参照)。全国的には多くの長屋門が分布しているが、その多くは武家屋敷に付属する門構えの一つであり、重要文化財として保存され、あるいは郷土資料館等に移築されている。しかし宮城県栗原市内に存在する長屋門の多くは、農家の作業小屋や収穫されたコメの脱穀作業や農作物(コメや野菜)の貯蔵庫として現実の日常生活に生かされ



図1 長屋門ポイント入り管内図(宮城県栗原市資料)

*1 東北職業能力開発大学校 住居環境科
Tohoku Polytechnic College,
Department of Housing Environment

た建築物として継続しているものが多い。このことから筆者は「農家型長屋門」と呼ぶこととした^{注1)}(参考文献¹⁾²⁾参照)。

以下にこれまでに応用課題実習として学生たちと実施した「農家型長屋門^{注2)}実測調査報告(佐々木仁家・岩松剛家)の概要を述べる。

3. 「佐々木仁家」農家型長屋門実測調査

3.1 これまでの近代建築物実測調査

近年、近代建築物改修によるリノベーションが多々見られるようになってきた。地方経済の活性化に向けて「地域財産としての歴史的建築物価値の再認識」をして「まちづくり」につなげたいと考える地域住民の活動がある。これまでその改修の基となる近代建築の実測図面作成にかかわってきた。実測調査事例としては、①歴史的資源活用としての復元図面作成(旧築館町役場復元模型製作、1994・1995年度)②バリアフリー改修のための図面作成(鳴子町大正館、2001年度)③中心市街地活性化法に基づく活用計画のための図面作成(旧古川市橋平酒造店、2002年度)④耐震改修のための図面作成(南郷町古民家、2003年度)⑤耐震診断のための図面作成(涌谷町武家屋敷、2004年度)等がある。

3.2 宮城県栗原市のまちづくり

宮城県栗原市には、国定公園の栗駒山やラムサール条約登録湿地の伊豆沼・内沼をはじめとする観光資源がある。また、豊かな自然や由緒ある歴史、伝承されてきた伝統文化や祭り、特産品などさまざまな魅力がある。これらの素晴らしい観光資源という「光」を調査・発掘し磨き上げ、その輝いた光を見せる観光産業の振興と個性的で活力のある田園観光都市づくりを目指している。

3.3 農家型長屋門実測調査内容

2008年5月16日、学生と共に栗原市産業経済部田園観光都市室に伺い、長屋門に関する教示を受けた。

3.3.1 調査目的

長屋門とは、門形式の一つで、近世諸大名の武家屋敷門として発生し、江戸時代に多く建てられた。諸大名は、自分の屋敷の周囲に、家臣などの為の長屋を建て住まわせていたが、その一部に門を開いて、一棟とした建築物が長屋門である。その後、大名だけではなく、有力武士の武家住宅の表門として利用された。門の両側が長屋となっており、門番や仲間部屋として、家臣・使用人の居所などに利用されていた。現在は、各地の武家屋敷町並み等の一部に残っている程度である。

本論では、栗原市周辺に残る「農家型長屋門」について着目し、江戸時代に発生した伝統的な建築物『長屋門』の実測調査を行い、①長屋門を実測し、図面を作成する。外観・構造などの調査に関わる写真撮影と記録化すること。②建築構造的特徴や現在の使用用途等の現状把握をすること。③地域に密着した課題テーマを通じて、地域の歴史的建築物としての再確認や、今後の地域活性化の資料とすることを目的とした(参考文献³⁾⁴⁾⁵⁾参照)。

3.3.2 長屋門予備調査

2008年8月10日に長屋門第1回予備調査を実施した。2008年10月11日に長屋門第2回予備調査を実施した。長屋門を地図にプロットしながら車で市内各地に残る農家型長屋門を確認した。

3.3.3 アンケート調査・聞き取り調査

(10月11日、11月5日・12日、1月31日)

予備調査で抽出した長屋門の所有者に、聞き取り、実測調査等を依頼するため、長屋門に関するアンケート用紙を作成し配布した。

3.3.4 調査シート作成

アンケート調査と同時に、抽出した長屋門を対象として簡単な特徴をまとめた調査シートを作成した。

3.3.5 アンケート調査、聞き取り調査集約

回収を行ったアンケート結果を集計し、聞き取り調査に協力しても良いと回答してくれた所有者のところを回って個別に聞き取り調査を実施した。その後、調査内容の集約とデータ処理をし、結果及び考察としてまとめた。

3.3.6 実測調査（11月15日・19日・1月10日）

宮城県栗原市若柳佐々木仁家において、アンケート調査・聞き取り調査・実測調査を実施した。図2から図8は長屋門実測調査の様子である。



図2 佐々木家長屋門実測調査の様子



図3 通り門水平基準実測調査



図4 長屋門小屋裏(小屋組み)の実測調査

3.3.7 長屋門マップ作成

栗原市内で予備調査した農家型長屋門の場所をポイントマップにまとめた(図5参照)。



図5 実測調査農家型長屋門マップ

3.4 「佐々木仁家」長屋門の建築的特徴

- (1) 規模形態——桁行き 5.46m、梁行き 19.1m、軒高 5.04m、外観は木造建築平屋建てであるが、一部小屋裏二階がある。一部子供部屋として使用されていた小屋裏二階がある。壁は真壁構造で漆喰塗り、小屋組は入母屋構造、金属版葺きである。建設当初は茅葺き屋根であった。
- (2) 使用用途——生業は農業であり、主として農作業のための作業場・倉庫として使用されている。
- (3) 建築年代——大正8年頃の建設であり、聞き取り調査および当時の上棟写真により確認した。その後昭和48年頃に茅葺き屋根から金属板葺き屋根に改修された。
- (4) 平面構成——長屋門入り口・農作業場・納戸・倉庫・倉庫・子供部屋(一部小屋裏二階)で構成されている。現在は、駐車場・倉庫を増築している。

3.5 アンケート・聞き取り調査結果

2008年1月31日に実施した聞き取り調査結果を以下に述べる

(1) 聞き取り事項1 『施工時期について』

① 現在の長屋門が建てられる以前は、もっと手前側に昔の長屋門があった(上棟写真に写っていることで確認した)。



図 6 佐々木仁氏からの聞き取り調査



図 7 保存されていた上棟写真(大正 8 年頃)

② 現在の道路部分は、以前水田であったため、道路工事の関係で後ろ側に移動して建て替えられた。

(2) 聞き取り事項 2 『門入り口の植樹について』

① 門入り口前にある大きな木は樺(けやき)で、上棟時からあり樹齢 100 年程度にもなる。また、門前を囲んで植えられている植栽の木はヒバや柊(ひいらぎ)である。特に柊は他の花が咲かない 11 月頃に白い花が咲き、老木になるとその刺(とげ)がなくなり葉も丸くなることから『縁起もの』として玄関先に植えられることが多いそうだ。

② 通り門部分が開口しているため『番犬』として犬を飼っている農家が多い。

(3) 聞き取り事項 3 『屋号、利用意識』

① 佐々木仁家は武家屋敷の流れではないが先祖は刀鍛冶屋を営んでおり、『鍛冶屋』という屋号であった。

② 子供の頃は兄弟が多かったため、長屋門は遊

び場として、また二階は子供部屋として勉強等に使用されていた。また、『長屋門を所有している』という意識は薄い、日常生活や生業に密着して利用されてきた建築物であるためと考えられる。

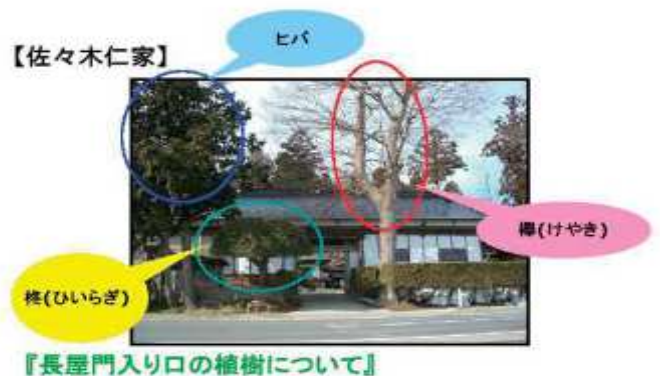


図 8 「農家型」長屋門入り口の植栽事例

3.6 調査報告書提出・模型展示活用等

(1) 2008 年 3 月、調査報告書・パネル・1/30

縮尺構造模型を栗原市産業経済部田園都市室に提出した。今回の調査結果からは生業(農業)の中で成立してきた「農家型長屋門」であるという特徴について確認することができた。

(2) 2008 年 3 月 24 日開催の「栗原市観光産業シンポジウム」(於志波姫この花さくや姫プラザ)にて実測模型・調査パネルを展示活用した(図 9 参照)。

(3) 2008 年 4 月より JR 東日本・新幹線くりこま高原駅構内移転した田園観光課にて展示活用されている。



図 9 1/30 長屋門構造模型・佐藤仁家

(4) 2008 年 3 月「くりはら田園都市」創造事業調査研究報告書の中でとりあげていただいた。

(5) 2008 年 11 月 22 日「くりはら輝かせ隊交流会 in 栗原」(於エポカ 21) において実測模型・調査パ

ネルを展示活用した(図9参照)。

(6)2008年度一緒に実測調査を行った学生は、建築施工システム技術科 泉田祐君・富樫光智子さん・水野拓郎君・牧野靖史君・佐藤志鶴真君である。ここに感謝申し上げます。

4. 「岩松剛家」農家型長屋門実測調査

4.1 調査目的

「長屋門」とは門形式の一つで、近世諸大名の武家屋敷門として発生し、江戸時代に多く建てられた。

諸大名は自分の屋敷の周囲に、家臣などの為の長屋を建て住まわせていたが、その一部に門を開いて一棟としたものが「長屋門」である。その後、大名だけでなく有力武士の武家住宅の表門として利用された。門の両側が長屋となっており、門番や仲間部屋として家臣や使用人の居所などに利用されていた。現在は、各地の武家屋敷町並み等の一部に残されている程度である。

そこで栗原市周辺に残る「長屋門」について着目し、江戸時代に発生した伝統的な建物「長屋門」の実測調査を行う。

- (1)「長屋門」を実測し、図面を作成する。外観や構造などの調査に関わる写真撮影と記録化を行う。
- (2)建築構造的特徴や現在の使用用途等の現状把握をすること。
- (3)地域に密着した課題テーマを通じて、地域の歴史的建築物としての再確認や、今後の地域活性化の資料を作ること。

以上3つのテーマを目的とし調査を進めた。

4.2 調査方法

はじめに、宮城県栗原市・登米市の「長屋門」に関する調査『2008年度―「佐々木仁家」長屋門実測調査報告―』の資料や報告書を参考に実測調査方法を把握し、実測調査をする長屋門の選定を行った。

4.2.1 長屋門予備調査

2008年9月5日に長屋門第1回予備調査を実施した。2008年11月7日に長屋門第2回予備調査を実施した(図10および図11参照)。

昨年度聞き取り調査でお世話になったお宅を訪問し、外観を拝見させて頂いた。



図10 岩松剛家「農家型長屋門」2008年11月7日
予備実測調査より



図11 岩松剛家「農家型長屋門」2008年11月25日
予備実測調査より

4.2.2 調査の依頼・アンケート調査概要(2008年11月7日、18日、20日、25日、27日)

予備調査で抽出した長屋門の所有者に聞き取り・実測調査等を依頼するために、長屋門に関するアンケート用紙をあらかじめ作成し、配布した。2008年度は、主に国道398号線沿いの栗原市に多く存在する「長屋門」を新たなアンケート・聞き取り調査対象とし、アンケートの配布・回収を行った。

4.2.3 調査シート作成

アンケート回収と聞き取り調査を実施後、各「長屋門」の概要と特徴をまとめた調査シートを作成した。

4.2.4 アンケート・聞き取り調査集約

2008年11月18日に岩松剛家にて、第一回目の聞き取り調査を実施した。この聞き取り調査とアンケート調査によって得られた情報は以下の通りである。①建築年―明治31年(1898年)②改築年―昭和45年(1970年)③使用用途―農作業場、倉庫④屋号―「大東」⑤その他―屋根は茅葺→瓦→金属と改装した。昭和45年までは門に扉があった。武

家屋敷の流れとして建てられたのではなく、農業を営んでいた先祖が門と農作業場としての2つの用途を目的として建てた。

他 10 軒ほどのアンケート・聞き取り調査より、栗原市に存在する「長屋門」は農作業場として建てられたものであり、武家屋敷門として発生した「長屋門」とは用途が違うことがわかった。

また、調査対象の「農家型長屋門」の多くが地震による影響や、車社会へと移り変わった影響により現在の所有者が使い易いように改修し、古くからある「長屋門」を上手に再活用している事がわかった。(図 12 参照)

アンケート用紙

長屋門調査アンケート調査用紙

調査項目

質問1 聞き取り調査に協力できるか

質問2 長屋門について

①長屋門だということを知っていたか

②いつ頃建てられたか

③現在の使用用途

④今後、改修予定はあるか

⑤長屋門を所有している事についてどう思うか

質問3 写真撮影、記載等に協力できるか

質問4 実測調査に協力できるか

質問5 栗原・登米市のまちづくりに(観光資源等の広告事業)協力できるか

その様 住所、氏名、年齢、電話番号

図 12 聞き取り用アンケート調査用紙

4.2.5 実測調査

(①2008年11月18日②20日③25日)



図 13 岩松剛家にて調査 2008年11月18日聞き取り、実測調査

岩松家にて3回の実測調査を実施した。実測調査の詳細として以下の通りである。(図 13・図 14 参照)

(1) 建築的特徴

①規模形態一桁行き 4.8m、梁行き 17.1m

軒高 4.2m、木造建築平屋建てであり、壁は真壁構造で漆喰塗、小屋組は入母屋構造である。現在の屋根は改修工事を経て金属版葺きである。

②平面構成一通り門、農作業場、ヒキウス場で構成されている。現在は倉庫が増築された。



図 14 岩松剛家にて調査 2008年11月18日外部実測調査

(2) 実測調査機器・用具

- ①計測器具—さしがね・下げ振り・水平器・水糸・ガムテープ
- ②測量機器—トランシット・レベル・箱尺・ポール・巻尺・コンベックス
- ③照明用懐中電灯
- ④服装—作業着・ヘルメット・軍手
- ⑤記録用機器・備品—デジタルカメラ・方眼紙・画板・鉛筆
- ⑥その他—脚立・はしご等

4.2.6 実測図面・実測調査シート作成

実測調査で測定した値を基に、平面図・立面図・矩計(かなばかり)図・小屋伏図・屋根伏図を作成した。

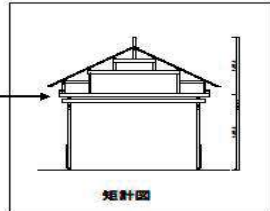
また、今後の実測調査で活用するための実測調査手順シート(A4サイズ)を作成した(図 15 参照)(参考文献⁶⁾⁷⁾参照)。

屋組実測調査

<応用課程で養成する能力>

①a) 観察観察力	①b) 調査分析力	①c) 課題解決能力
②a) マネジメント力	②b) 実践力	②c) リーダーシップ力
③a) チームワーク力	③b) コミュニケーション調整力	③c) プレゼンテーション力

<調査場所・氏名／宮城県栗原市若柳地区 S・J家 農家型長屋門>



- <調査時期>
 - 平成19年11月15日(木)
- <調査項目>
 - 長屋門小屋組の実測、
- <調査方法・用具>
 - 実測調査機器・用具一式による(別途掲載)
- <建築物の状況・具体的に記入する> 維持保全程度・グレードA・B・C・D・E
- 農作業に使用されている建築物であり、良好な状態で維持されている。
- <実測調査上の留意点>
 - 梁・桁等の部材寸法は、決めた基準点からの距離により計測する。
 - 小屋組のスケッチを書く。棟木が柱配置のどの位置に来るか確認する。
 - 小屋裏にあがるので、安全に留意して、ヘルメットを着用する。
- <調査結果>
 - 小屋組・矩計図としてまとめる。
- <備考>
 - 実測調査メモ・担当者氏名 泉田 祐・星野 政博

図 15 実測調査シート 2008 年 11 月 18 日外部実測調査用教材

4.2.7 構造模型の製作

実測図面を基に木造軸組み構造模型を1/30で製作した(図16参照)。



図 16 ポリテックビジョン発表・展示 岩松剛家 1/30構造模型

4.3 調査報告書の提出

2009年3月に調査報告書およびパネルを栗原市産業経済部田園観光都市室へ提出した。2008年度に引き続き調査を進めたが、栗原市周辺にはまだ数多くの「農家型長屋門」が存在するので、今後も引き続き調査を行う。2008年度一緒に実測調査を行

った学生は、建築施工システム技術科 畠山正巳君・倉島麻衣さん・小野寺将君・三浦稔明君・加藤悟君である。ここに感謝申し上げます。

5. まとめ

本稿では、2008年から継続している各近代建築物実測調査の中から、栗原市周辺に残る農家型長屋門の調査事例2件の報告を行った。国・県・自治体文化財等の指定を受け補助金制度の活用で維持保全が図られていくべきであるが、現状は個人の意識により維持管理がされている。所有者の高齢化や子・孫が地域に戻らず、いつかは朽ち果ててしまう近代建築物となっている。

近年栗原市内の長屋門分布とその歴史的経過について、東大林憲吾先生の教室による詳細調査や栗駒花山地区地域おこし協力隊で活躍されている海山裕太氏の調査^{注3)}がある。

筆者も前千葉健司市長の元「栗原遺産検討委員会」に参加して、5件の長屋門が認定を受けた。

農家型長屋門見学ルート設定や地産地消の食材を生かした観光事業につながることを期待している。また、栗駒文字地区の文字地区・長屋門集落は伝統的建造物群指定地区等への取り組みの検討も必要である。地域データを集約して、SNS発信や農家民泊の取り組みも進んでいる。

また、近年の自然災害や地震防災対策として、「ナガヤもん防災ネットワークの構築」も必要である。防災備品の貯蔵・緊急避難施設・簡易シャワー+トイレ+仮泊施設としての機能を持たせた長屋門ネットワークの構築、農家型長屋門所有者の会(登録制)→栗原市有形文化財として登録等の行政と共働した仕組みづくりが必要である。

[注釈]

注1)「農家型長屋門」の用語初出

星野政博(2009)「農家型長屋門実測調査を通じたまちづくり参加報告-宮城県栗原市S家長屋門実測調査報告-」,日本建築学会大会学術講演梗概集

注2)「農家型長屋門」の定義

農家型長屋門とは、近世諸大名の武家屋敷として発生し、江戸時代に陣屋の正門として多く建造され、

門の両袖が長屋のように仕切られ、門番や仲間部屋として、家臣・使用人の居場所などに利用されていたために長屋門と呼ばれている。その後、大名だけでなく、有力武士の武家住宅の表門として利用され、明治以降は、富農の家屋敷にも作られるようになった。長屋はその家に仕えた者が住む部屋や農具を収納する物置、作業所として用いられた。栗原市内の長屋門は、田畑・山林の経営面積の多い豊かな農家に多くみられ、農業の作業場であり、家の作男（農業専従者）の住居でもあった。また、長屋門を持つ農家の主人の多くは肝入り（村長）、三役、校長等その地域の要職に従事していた場合も多く、作男を年棒で雇い入れ耕作地の経営にあっていた。一迫川、二迫川水系は今もお多くの長屋門が残っているが、三迫川水系である栗駒地域は「栗駒根神社中門より立派な門は作ってはならぬ。」となっていたため、唯一この地域に長屋門はみあたらない。（斎藤章氏・高橋篤氏提供資料から作成）

注3) 東京大学大学院 建築学専攻 2020年度 修士論文梗概集 指導教員 林 憲吾 准教授 宮城県栗原市における農業の近代化と長屋門の継承:繋がり続ける建物形式とその課題 37-196077 海山 裕太

【参考文献】

- 1) 栗原市くりはら研究所だより/2024年3月22日確認 <http://www.kuriharacity.jp/>
- 2) 栗原市ジオパーク推進協議会HP/2024年3月22日確認 <http://www.kuriharacity.jp/geopark/>
- 3) 星野政博(2008)栗原市・登米市の「長屋門」に関する報告書(事前調査報告) 星野政博
- 4) 職業能力開発報文誌 VOL.30 No.1(49),2018 星野政博 家型長屋門を持つ古民家漆喰壁の修復-震災後の復旧のために取り組んだ応用課題実習報告-
- 5) 星野政博(2009-2012)農家型長屋門を持つ古民家実測調査報告(2009年度報告書,pp.10-15・2010年度報告書,pp.15-18・2011年度報告書,pp.8-15・2012年度報告書,pp.21-25)
- 6) 第10回東北ポリテクニクビジョン予稿集、2012年2月,pp.121-122
- 7) 気仙大工研究所 平山憲治氏監修HP/2024年3月22日確認 <http://www.epix.co.jp/>

大館市におけるゼロカーボンシティ実現に向けた 木造倉庫の開発

小林 健*¹

Development of Wooden Warehouse for Realization of Zero Carbon City in Odate City

KOBAYASHI Ken*¹

要約 令和 3 年 2 月、大館市はゼロカーボンシティ宣言を発表し、2050 年までに二酸化炭素実質排出ゼロに向け動き始めた。その過程で、秋田杉の利用を促進する取り組みとして、一般市民が利用することを想定した木造倉庫の制作依頼を受けた。そこで本総合制作実習では大館市との共同研究を同時に取り組むこととして、将来に水平展開が可能である秋田杉を利用した木造倉庫の開発に取り組んだ。

1. はじめに

温室効果ガスが原因とされる地球温暖化は世界的に大きな問題となっており、国連の気候変動に関する政府間パネル (IPCC) や気候変動枠組条約締約国会議 (COP) などを始めとした積極的な議論が行われている。それらを受け、日本においても政府や自治体において様々な対応策が検討及び実施されている。

令和 3 年、大館市は木材利用基本方針に基づく「大館市木材利用促進計画」を策定し、秋田県初の「ゼロカーボンシティ宣言」を行った。これは、2050 年までに二酸化炭素の排出を実質ゼロとする事を目標として掲げており、この目標を達成するため、大館市は二酸化炭素を吸収する効果を持つ木材の利用を促進し、それを一般家庭まで広く浸透させる方針を掲げた¹⁾。そこで、当校は秋田杉を利用した木造倉庫開発の依頼を大館市から受け、市との共同

研究で倉庫を制作し、また総合制作実習の一環として行うこととなった。制作した倉庫は大館市が管理している「大館市エコプラザ」内の敷地に設置され、施設の備品を入れる倉庫として使用される予定である。

本実習は木造倉庫の設計・制作を通し、三次元 CG を用いた設計技術と木造建築物に関する加工技術の向上を目的とする。

2. 木造倉庫の概要

本倉庫の平面寸法は 2730 mm×1820 mm であり、広さはおおよそ三畳間となる。当初大館市からの依頼では六畳間の広さであったが、実習場における作業スペースが確保できないため協議により変更することとなった。

地盤面からの最高高さは 2690 mm とした。屋根勾配は 0.4/10 という緩い片流れ屋根を持ち、積雪時には平入りとなる出入り口の反対側に落雪する仕様となっている。本実習として手掛ける範疇ではな

*1 東北職業能力開発大学校秋田校 住居環境科
Tohoku Polytechnic College, Akita
Department of Housing Environment

いが、躯体完成後に屋根板金仕上げが施される予定となっている。また、基礎工事も同じく実習以外の施工として計 12 か所に杓石が設置される。

出入り口に向かって右側の妻手には、はめ殺しの腰窓が設置され、最低限の採光が確保できる。

また、本倉庫の接合部は仕口や継手を極力使わず 2×4 専用金物等によって緊結し、部材同士をはめ込んで接合する形式とした事により素人でも簡単に安心して建てる事ができる。

3. 設計及び図面作成

本実習を担当する学生は 3 名であるため、それぞれに担当する部位を決めた。その結果、床（土台、大引、床板）、壁（柱、壁、開口部）、小屋（梁、垂木、野地板）の 3 パートに分け、各自「SketchUp Pro2022」による三次元 CG による設計を行った。

3 つのパートはそれぞれ独立したものではなく、仕口部が共有される。従って、床と壁、壁と小屋、場合により床と小屋の担当者が話し合いながら設計を進めていく。

三次元データから設計することにより、各所の納まりや部材同士の干渉がリアルタイムで確認できるため、施工における手戻りを最小限に抑える事ができる。図 1 は、開口部の設計を行うために、鴨居の取り付け位置や框の巾などのバランスを確認している時の三次元 CG である。

また、パースから並行投影に切り替えることで平面図、床伏図や各立面図として使用できるため、市役所側への図面提供時に有用であった。



図 1 三次元 CG によるパース図

4. 木造倉庫の施工

設計した図面をもとに制作に取り掛かった。本構造は相欠きした幅 200 mm、厚さ 30 mm の杉板（以下、カフェ板という）を交互に組んだ壁面と、100 mm 角の柱に加工した幅 32 mm、深さ 15 mm の溝にカフェ板を落とし込み、ビスケットジョイントにより接合した壁面により構成されている（図 2）。床組みは 90 mm 角の大引きに対し、2×4 ディメンション材による根太を接合金物により支持し、前述のカフェ板を床仕上げ材として配置した。なお、床板はメンテナンスのため、床板相互及び根太への緊結はしていない。

中間発表における改善提案により開口部（搬入及び搬出口）がアルミサッシから木製建具に変更になり、また中央から向かって左へ位置が変更されたため、図面を大幅に変更し、改善前よりも柱を多く配置して構造的な安定と使い勝手の改善を図った。



図 2 カフェ板による壁の組立て

木製建具は框戸とし、ここでも床や壁に用いたカフェ板を使用した。秋田県は雪国であるため、外部に敷居と鴨居を露出すると雪により開閉が困難となる。そこで、内部に引き込まれる構造とした。また重さの軽減及び室内の広さを少しでも確保するため、框厚さを 36 mm、鏡板厚を 15 mm とした。

鴨居は木材に開口部分の幅の溝（幅 15 mm、深さ 20 mm）を加工し、下部は建具に埋め込んだ戸車（溝 R 型）がステンレスレール上を移動し、開閉する引き込み戸とした。

全ての部材を作成後、実際に実習場内で組み立て作業を行い、躯体及び仕上げ材の納まり具合を確認した。基礎を除く最終的な形態まで組み上げ、搬出までの数日間で解体及び部材へのナンバリング、種別ごとの梱包を行い現地での建て方を迎えた。

5. 建て方

2022年12月21日、建て方初日を迎えた。

実習場から2tトラックで二往復し、全ての部材を現地に搬入することができた。

この時期は例年通りの積雪があったため、工具や部材の設置場所、作業スペースを確保し、作業に取り掛かったが、リーダー役の学生がコロナウィルスに感染し、私と二名の学生で建て方を行う事になった。また、発注した基礎に一部設計図通り施工されていない箇所が見つかり、修正に約1時間程度費やすこととなったが、天候は晴れており、建て方をするには好条件であった。

土台敷きから柱建てと壁の建て込みへと作業は順調に進み、初日予定していた桁組みまで完了することができた(図3)。



図3 建て方初日の倉庫

建て方二日目(12月22日)、午後から雪と雨の予報だったことから、早い段階で屋根を掛ける必要があった。455mm間隔で配置された垂木に対して巾150mm厚さ12mmの本実加工された野地板を設置した(図4)。後にアスファルトルーフィング込みの屋根板金工事が入ることが決まっていたため、一時的

に下地のみの防水層が無い構造となる。従って、ブルーシートを野地板上に設置し、簡易的な防水層とし、雨漏り防止措置とした。



図4 内部から見える野地板

建て方三日目(12月23日)は天候、気温ともに好条件に恵まれ、作業はスムーズに進んだ。残すところは内部の造作作業だったため午前中に建て方作業及び内部仕上げ作業を終え、午後からは屋根板金工事が行われる中、周辺及び内部の清掃を行い、予定していた三日間の全工程を無事安全に終えることができた。

この年は例年通りの積雪に見舞われたが、一冬を無事乗り切ることができた。しかし、無垢材を利用した事による材の伸縮で建具及び床板に一部破損が見られた。大きな補修を施すほどではなかったが、最終的な調整を行い、2月7日、市役所に引き渡しを無事に行う事ができた(図5)。



図5 引き渡しの様子

年度が明け、新しい卒研究生が各ゼミにおいて活動を始める時期となった5月に、防腐及び防蟻処理を施すために再度現場を訪れた。作業は私を含め5名で行い、下塗り（着色ムラ防止剤）1回、仕上げ（木材保護着色剤）2回塗りとした。

この塗料は油性で浸透性があり、下塗りを施すことによって効果の持続が期待できる。特に雪国である秋田県においては杉の無垢材は経年劣化により黒ずむ変色が著しいため、意匠的及び腐朽防止の観点から、外部塗装は必須である。図6に塗装後の倉庫を示す。



図6 塗装後の倉庫

6. 考察

本実習を通して、地球温暖化に対する学生の意識は大きく変わったと感じている。例えば合板などの工業製品と無垢材を比較すると、それらが商品として市場に出回るまでの消費エネルギーは加工工程と比例して増加する。製品化への工程が長ければ長いほど石油や灯油などの化石燃料の消費も増加する。また、その原料を産地から工場まで運び入れ、加工・製造して販売ルートに乗せる工程においてもエネルギーは消費する。よって、加工工程が短く、地元で生産された無垢材を用いることが、ゼロカーボンへ向けた取り組みであることを体感したと思う。

また、本倉庫の構造は今まで専門課程の授業で触れてきた在来軸組み構法を始めとした木構造とは異なり、新規に考案したものとなる。考案に先立ち参考とした落とし板蔵工法、校倉造りを学生なりにアレンジし、かつ構造的な安定を担保できる構造と

するまで数か月の時間を要したが、想定される短期的長期的外力に対して有効な構造体とすることができた。

しかし、前述のとおり無垢材を利用しているため、その乾燥状態及び生育状態によって「木の狂い（曲がり、反り、ねじれ等）」が発生する。これらの狂いが強く出る材とそうではない材の判別は極めて困難である。そこで、納品された材から既に癖が強く出ているものは除外し、その中でも比較的程度の良いものは支障が出にくい床板や短い材として使用する框戸に用いるなど、適材適所に配置する工夫を行った。その結果、天候の変化による大幅な湿度変化により床と建具の一部が反り上がってしまう現象が発生したが、脱着できる個所における修正であったため、大きな影響はなかった。

引き渡しから一年以上が経過した現在でも、大館市エコプラザの敷地内で倉庫として立派に活躍をしている。

7. おわりに

これまで木造の倉庫、ゴミステーション、屋台等を総合制作実習で制作してきたが、実習場内で制作を終えた完成品を運搬して設置、もしくは一部のみ現地で制作するという方法だった。本実習では、最終形まで実習場で作り上げ、それを全て解体して現地に設置する初めてのケースであったため、関係者との綿密な打ち合わせを要し、またこれまで以上に安全確保について神経を使う総合制作実習となった。

この倉庫が今後も末永くゼロカーボン推進事業のシンボルとして利用されることを願っている。

【参考文献】

- 1) 大館市：ゼロカーボンシティの実現に向けた今後の取り組み、
<https://www.city.odate.lg.jp/city/soshiki/kankyokikaku/p8541>、2022年10月16日確認

ポリテクカレッジにおけるテクノインストラクター (職業訓練指導員)の人材育成の指針に関する考察

森田 順司*1

Consideration of Guidelines for Human Resource Development of Techno Instructors in Polytechnic Colleges

MORITA Junshi*1

要約 当機構及び各都道府県有能力開発施設において、テクノインストラクター（以下、「指導員」という）が不足している状況が続いている。このような中であっても指導員の人材育成は不可欠で、計画的な人材育成が必要となる。本稿では、ポリテクセンター（以下、「センター」という）で経験した業務とポリテクカレッジ（以下、「カレッジ」という）で行う業務を洗い出し、対比、整理することで、カレッジにおける指導員の人材育成の指針について考察する。

1. はじめに

近年、筆者の勤務地であるポリテクカレッジ青森においては、センター経験後、初めて専門課程を担当する指導員の比率が高くなっている。

カレッジの業務はセンターの業務と異なることも多く、初めて専門課程を担当する指導員への人材育成が所属科及び管理職に求められる。

指導員の人材育成については、「新人材育成システム」¹⁾に従い実施しているところで、「目標設定シート」における目標達成状況の確認、「業務遂行状況確認シート」による職務遂行能力の確認などを行い、指導員及び管理職の双方で人材育成を推進している。しかし、「新人材育成システム」は、センターやカレッジの施設毎に整理されておらず、人材育成の指針が示しづらい状況にある。

今回は、指導員のキャリアとして専門課程の次のステップである応用課程の担当も想定し、人材育成の指針を考察してみたい。

2. 新人材育成システムで示された業務内容

「新人材育成システム」では、「指導員業務遂行状況確認シート」(表1)により育成階層ごとに業務の内容が示されている。

表1 指導員業務遂行状況確認シート(一部抜粋)

施設区分	センター		
育成階層	初任層		
No.	業務過程	業務事項	具体的な業務内容
1	訓練計画	① 訓練ニーズの把握	ヒアリング及び文献等調査・分析・情報共有 訪問計画・事前準備等
		② 訓練計画の設定	訓練計画等の設定・改善 担当計画の立案・依頼
2	訓練実施	① 訓練準備	指導案等の作成・準備・改善 教材、使用機器等の選定・準備・改善
		② 募集活動	訪問計画・募集活動 広報ツールの作成・改善
		③ 受講者選考	基準・マニュアルに基づく受講者選考
		④ 訓練指導	受講者に対する訓練指導
		⑤ 訓練効果測定・改善	問題点の抽出・把握・改善・共有 評価基準の作成・改善・共有

これを使って、初めて専門課程を担当する指導員に対し、人材育成の指針を示そうとした場合、戸惑いを感じる。これは、表1に記載された業務がアビリティ訓練、学卒者訓練、在職者訓練とい

*1 東北職業能力開発大学校青森校
Tohoku Polytechnic College, Aomori

った複数の訓練の業務が混在していることが要因となっているためであると考える。

3. カレッジとセンターにおける業務の比較

カレッジにおいて行う業務を洗い出してみた(表2)。**②④⑤⑥⑧**などは、すでにセンターで経験していると考える。個々の業務を簡単に比較してみたい。

表2 カレッジの業務

① 学卒者訓練(対象者が異なる)
② オープンキャンパス(センターでは訓練説明会など)
③ 高校訪問
④ 就職支援(対象者が異なる)
⑤ 能力開発セミナー(センターと同様)
⑥ 企業訪問(センターと同様)
⑦ 各種研究
⑧ 地域イベント支援(センターと同様)

①は授業担当や学生支援などを行う。②はセンターで実施している訓練説明会などに相当する。③は初めて行う業務で学生確保のために行う。④は対象者が異なるが就職のための支援業務になる。⑤⑥はセンターでも実施している業務となる。⑦はセンターであまり経験がないと考える。⑧はセンターでも何らかの地域イベントを経験したことがあると考える。

4. カレッジでの人材育成の指針(ファーストステージ)

先の表2の業務を元に、それぞれの業務内容を踏まえ、初めてのカレッジにおいて概ね5年間を想定し、カレッジでの人材育成の指針1(図1)を考えてみた。

①では1コマ100分の授業を担当するために専門性の拡大・向上を図る必要がある。対象が学生であることから学生支援(生活指導)なども行う。クラス担任になれば、クラスをとりまとめることも必要になる。また、専門課程の特徴的な授業として、総合制作実習がある。この授業では、グループ単位でテーマを設定し、学生に取り組みさせることになる。指導員はグループでの課題製作がスムーズに進むようグループをマネジメントする能力が求められる。



図1 カレッジでの人材育成の指針1

②はセンターでは訓練説明会に相当するところであるが、オープンキャンパスではカレッジのカリキュラムを踏まえた内容にしたり、対象者である高校生に興味を持ってもらうような工夫が求められたりと、実施する説明や体験授業は異なる。

③では、まず近隣の高校に関する情報を把握する必要がある(当校では、高校に関する情報をデータベース化し、共有している(表3))。

表3 高校データベース(抜粋)

	高校	県/私	偏差値	学科	市町村
1	青森工業高校	県立	47 - 54	情報技術科(54)、電子機械科(52)、機械科(51)、電気科(50)、都市環境科(49)、電子科(48)、建築科(47)	青森市
2	青森高校	県立	71	普通科(71)	青森市
3	青森山田高校	私立	36 - 56	普通科特進コース(56)、普通科吹奏楽コース(42)、普通科美術コース(42)、普通科演劇コース(42)、普通科キャリアアップコース(39)、普通科スポーツコース(39)、情報処理科(36)、自動車科(36)	青森市
4	青森商業高校	県立	47	商業科・情報処理科(47)	青森市
5	青森西高校	県立	53	普通科(53)	青森市
6	青森中央高校	県立	50	総合学科(50)	青森市
7	青森東高校	県立	63	普通科(単位制)(63)	青森市
8	青森南高校	県立	59 - 62	普通科(62)、外国語科(59)	青森市
9	青森北高校	県立	52 - 55	普通科(55)、スポーツ科学科(52)	青森市
10	五所川工科高校	県立	49	機械科(48)、電子機械科(48)、電気科(48)、普通科(49)	五所川原市
11	五所川原高校	県立	62	普通科・理数科(62)	五所川原市
12	五所川原商業高校	私立	40	商業科(40)	五所川原市
13	五所川原第一高校	私立	40-47	普通科(41)	五所川原市
14	五所川原農林高校	県立	38	森林科学科(38)、食品科学科(38)、生物生産科(38)、環境土木科(38)	五所川原市

また、高校訪問の際に説明するポイントを把握する必要があることから、最初は、経験がある職員といっしょに高校訪問することを推奨する。

④はカレッジでは基本的に学生が対象となり、職業経験がないため、対応はセンターと異なる。参考にセンターを1施設経験し、カレッジ1施設目の指導員にヒアリングを行ってみた。センターの場合、受講者は社会人経験者であることから、履歴書・職務経歴書といった書類の作成、採用面接等について、細かな支援は必要ないが、カレッジの場合、学生は初めての経験になるため、上記に関することや求人票の見方といったことから支援しているなどカレッジとセンターでは対応が違うという経験を聞くことができた。

⑤はセンターでの経験があることから、次の段階として、企業ニーズ等を踏まえ、レディコースの企画ができるようになってもらいたい。このためには、企業ニーズを含め、技術動向などを把握する必要があると考える。その中で、体系的な能力開発セミナーの企画なども行ってもらいたい。

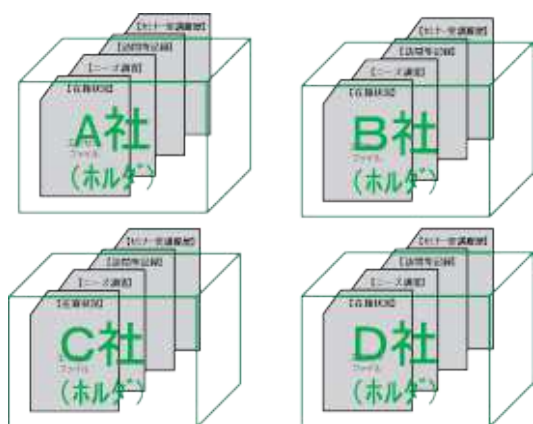


図2 企業情報データベース

⑥は③と同様に初めは近隣の企業に関する情報（セミナー受講、ニーズ調査実施、卒業生在籍状況など）を把握する（当校では企業に関する情報をデータベース化し共有している（図2））。

また、④⑤⑦にも関係するとともに、企業との関連業務（図3）も多くあることから、重要度が高い業務ということができる。企業との業務関係構築の経験値を積むことは、指導員としての職業人

生において、欠かすことができないものと考え

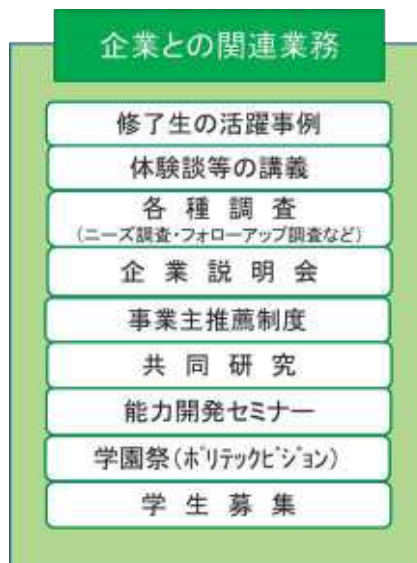


図3 企業との関連業務

⑦は教材作成から発展することが考えられる。指導員が作成した教材については、授業での使用は勿論のこと、科内での共有、学内での発表会において、教材を披露することも考えられる。更には教材コンクールへの応募なども積極的に行ってもらいたい。

⑧については、地域に対する施設の認知度向上や子供のものづくりへの関心度アップを目的としている。地域で行われるイベントには、様々なものがあり、赴任する施設で異なる。赴任後、まずは地域のことを理解することから始めると考えると、比較的年齢の若い初任層の指導員が中心になるのが好ましい。

5. カレッジでの人材育成の指針(セカンドステージ)

カレッジ2施設目での人材育成の指針（セカンドステージ）をこちらにも概ね5年間を想定し考えてみた。

指針の項目はファーストステージと大きく変わることはなく、ここでは後輩支援を多く盛り込んでいる（図4）。

また、セカンドステージは応用課程のステップに進むための前段階として考えている。応用課程

では、開発課題実習というたいへん重要な授業を担当することになる。開発課題実習では企業から提示された課題を解決するための取組が重要なポイントとなる。セカンドステージでは共同研究や能力開発セミナー（オーダーコース企画）などの企業との業務経験により開発課題実習に対応できる素地を養うことができると考える。



図4 カレッジでの人材育成の指針2

6. カレッジにおける人材育成を推進するための体制

カレッジでの人材育成を推進するためには、そのための指針を示すとともに、所属科の体制づくりが重要になると考える。

所属科においては、カレッジ2施設目の指導員や、できれば応用課程経験者がいることで人材育成を円滑に進めることができると考える(図5)。

カレッジ2施設目の指導員は、ファーストステージの指針に基づいて、カレッジ1施設目の指導員に対する人材育成を行う。また、応用課程経験者は、セカンドステージの指針と応用課程の経験を元にカレッジ1・2施設目の指導員への人材育成を行う。



図5 専門課程の体制

7. おわりに

今回は、カレッジでの人材育成の指針（ファーストステージ及びセカンドステージ）を考えてみた。

筆者としては、人材育成の指針（セカンドステージ）までクリアすることで応用課程を担当するための準備ができると考える。応用課程を担当するには、更に1年間の研修を受講することになる。

応用課程のカリキュラムは開発課題実習を含め、文部科学省の大学にはないカリキュラムとなっている。カレッジを経験した指導員は、是非とも応用課程の目的としている将来の生産技術者・生産部門のリーダーを育成する応用課程の指導員を目指してもらいたい。

【参考文献】

- 1) 独立行政法人 高齢・障害・求職者雇用支援機構：職業訓練指導員人材育成システム「指導員業務遂行状況確認シート」2023

2022-2023コンクリートカヌー大会参加報告

越智 隆行*¹

2022-2023 Concrete Canoe Competition Activity Report

OCHI Takayuki*¹

1. はじめに

コンクリートカヌー大会は、土木学会関東支部が開催する競技会である¹⁾。土木系大学生、高校生を対象とした大会であり、作成したカヌーの出来栄やそのプレゼン資料、図 1 に示す競漕競技等、様々な評価をされる。土木学会の主催であるが、建築でもコンクリートの基本的な考え方は同じである。

応用課程では、専門課程での知識を元に課題学習を行う。著者は、参加希望の学生には積極的に支援している。大会に参加することで参加学生の知識の定着や、他校の取り組みを知り、更なる知識の醸成が図られることを期待している。本報告は、大会の概要と 2022 年度及び 2023 年度の参加報告を行う。



図 1 競漕競技の様子

2. 大会概要

2022 年度の第 27 回コンクリートカヌー大会はコロナ禍の行動制限が緩和された年に、図 2 に示す

埼玉県の彩湖の調整池で行われた。参加校は大学・高専が 7 チーム、高校が 12 チームであった。

2023 年度の第 28 回大会は土木学会の 60 周年記念に合わせて、図 3 に示す東京湾の水の森水上競技場で行われた。オリンピックの使用した競技場であり、素晴らしい会場であった。埼玉県の彩湖とは異なり湾内の埋立地を区切って競技場が設営されているため、風の強い時には波が立つ。参加校は大学・高専が 9 チーム、高校が 15 チームであった。



図 2 彩湖での大会の様子



図 3 水の森水上競技場

*¹ 東北職業能力開発大学校 建築施工システム技術科
Tohoku Polytechnic College Department of Architectural
Systems Technology

3. 大会参加カヌー

大会に参加するカヌーの概要を述べる。カヌーはオープンデッキの 2 人乗りとして主たる構造材をセメント系材料とする。製作に関して条件を満たした場合は加点される項目が 3 つある。コンクリートの調合に関する条件、使用材料の条件、及びカヌー形状の条件の 3 つである。図 4 に 2022 年度参加カヌー、図 5 に 2023 年度に参加したカヌーを示す。当校のカヌーは、ネット状の材料を不使用のため加点項目を 1 つ達成している。今後、大会で上位入賞を目指すには、加点項目を満たす工夫が必要となる。



図 4 2022 年度参加 コンクリートカヌー



図 5 2023 年度参加 コンクリートカヌー

4. 大会結果

2022 年度の大会結果は、プレゼンボードの内容が参加者に評価され技術賞を獲得した。図 6 に示すように写真を多用し製作方法を詳細に記載したことで技術力が伝わったものと考えられる。

2023 年度の大会結果は、大学の部競漕競技優勝、及びデザイン賞を獲得した。競漕競技優勝は、初年度に比べカヌーのサイズ 3000mm を 3800mm と大きくし、波対策を行い競漕時の安定性を図った事、及び、事前にカヌーの漕ぎ方の練習を学生が自主的に行っており、これらが結果につながったものと考えられる。デザイン賞は、当日に事前提出した図 7 に示す写真による web 投票で行われた。他のチームの写真と比べ良い評価を得たものと考えられる。



図 6 2022 年度参加 技術賞 プレゼンボード(一部)



図 7 2023 年度参加 デザイン賞

5. おわりに

参加チームのカヌーは大学・高専、工業高校それぞれ様々な工夫がなされている。大会でコンクリート材料に関する新たな知識や学びを得ることも多い。学生の成長が感じられる取り組みである。

謝辞

大会参加にあたり、建築施工システム技術科の佐藤重悦特任教授より有益なご助言、西野晃司教授には、資材運搬などの直接的なご支援を頂いた。記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 土木系学生によるコンクリートカヌー大会：土木学会関東支部 http://www.jsce.jp/branch/kanto/index_topics/canca.html (2024.03.12 取得)

キング・オブ・コンクリート 2023(福岡)参加報告

佐藤 重悦*¹

King of Concrete 2023 in Fukuoka Participation Report

SATO Juetsu*¹

1. はじめに

(公社)日本コンクリート工学会主催の学生向け競技会「キング・オブ・コンクリート(以下、KOC)2023」が7月5日(水)～7日(金)福岡県福岡市で久しぶりに対面開催され、当大学校の応用課程建築施工システム技術科から2チーム(6名)が参加した。会場は福岡国際会議場、全国から参加した25チームが「軽量コマ」「手回しコマ」「デザインコンペ」の3部門で技術と独創性を競った。



図1 KOC2023に参加した学生たち

2. 各部門コマの設計・制作概要

軽量コマ部門は、コマの軽さと回転時間を競う部門である。市販の金属製のコマから型を取り、モルタルで作ったコマで挑戦した。

手回しコマ部門は、コマの芯棒を両手のひらでこすり合わせて回し回転時間を競う部門である。先輩たちから引き継いだ金型を型枠として使い、芯棒の太さや形状・仕上げを工夫したコマで臨んだ。

デザインコンペ部門は、展示用コマとこれを説明するポスターを制作して、来場者の投票数を競う部門である。Aチームは排水口の目皿で型どった色鮮やかな青いコマを、Bチームはコンクリート型枠用Pコンに色・形がそっくりなコマを制作した。

1位は東工大チームであった。手回しコマ部門は、Bチーム9位、Aチーム13位、1位は九州大チームであった。デザインコンペ部門は、Aチーム8位、Bチーム13位、1位は東京理科大チームであった。総合順位はBチーム10位、Aチーム11位、1位は九州大チームとなった。図1に参加した学生たち、図2に東北能開大Bチームのポスターを示す。

4. おわりに

著者によるKOCの指導は6回を数えるが、残念ながら2024年度はKOCが開催されないこととなった。近い将来の再開を期待したい。

3. 大会結果

軽量コマ部門は、Bチーム3位、Aチーム4位、

[参考文献]

- 1) (公社)日本コンクリート工学会:コンクリート工学年次大会2023(九州)の概況、コンクリート工学、Vol.61、No.10、pp.923-936、2023.10

*1 東北職業能力開発大学校 建築施工システム技術科
Tohoku Polytechnic College
Department of Architectural Systems Engineering

東北能開大 B

TOHOKU POLYTECHNIC COLLEGE

軽量コマ部門

POINT

軽量コマの製作に伴い、コマの大きさや重量に重点を置いて取り組んだ。
 実際に販売されているコマをモチーフにし、軸には加工の手間が少くないビスを、型枠には減圧シリコンを用い型を取った。
 また、軸を垂直に維持して打撃できるように型枠を上下2つのパーツに分け、軸を維持したまま立体的なコマが出来上がるつくりとした。使用材料はコマ製作回数と重量を確保するために、セメントは早強ポルトランドセメント、相溶材は針鈔を使用した。
 そして、コマが衝撃などで変形しないよう、水セメント比を低くし、高性低水比剤を用いてワーカビリティを向上させた。



軽量コマ部門の構成材料

種類	名称	単位 (kg/m ³)
セメント	早強ポルトランドセメント	3.24
水	上水用浄水	1.00
相溶材	針鈔	0.05
高性剤	高性低水比剤	1.13

軽量コマ部門の配合表

配合比	単位量 (kg/m ³)	配合比			高性低水比剤の配合率 (wt%)
		A	B	C	
100	1.00	254	667	667	6.8

直径 24mm、高さ 3.5mm
重量 0.1g



手回しコマ部門

POINT

長く回るコマの製作に伴い、
 ・軸部分の面積を小さくする
 ・中心部より外周部のほうが重くなるようにする
 ・重心の位置を低くする
 この3点のポイントを満たすようなデザインでコマを作成した。軸にもこだわり、スタートから30秒の間に十分に打撃できるように、0.3mmの厚さを付け、滑り止めとした。
 そしてモルタルとの付着を向上させるため、軸にはほみを認む付が付着が良く、取付けやすくなったため、30度の角磨きをつけて付着面を滑やすなど改良を行った。
 型枠は厚紙を用い回転にて加工した。また外周部には金属製のリングを付け、慣性力を加えるようにした。



手回しコマ部門の構成材料

種類	名称	単位 (kg/m ³)
セメント	早強ポルトランドセメント	3.24
水	上水用浄水	1.00
相溶材	針鈔	0.05
高性剤	高性低水比剤	1.00

直径 120mm
高さ 100mm
重量 3.75kg



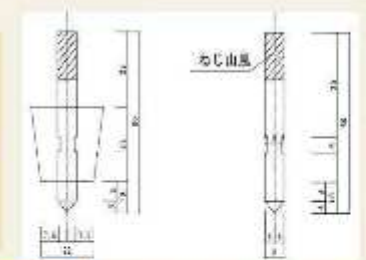
手回しコマ部門の配合表

配合比	単位量 (kg/m ³)	配合比			高性低水比剤の配合率 (wt%)
		A	B	C	
100	1.00	294	931	631	6.3

デザインコンペ部門

POINT

私たちの学校の特徴である「現場に則した実習」と絆めたデザインの作品を製作できないが考え、匠のように実際にその現場が使われている? コンをモチーフにコマを製作した。
 ? コンを再現するにあたり、白セメントを使用し、和もれじしを模した模様をつけた。
 型枠には集積材を用い、真鍮で加工した。加工後の毛羽立ちや水分が木材に吸われることを考慮し、十分に油を浸透させてモルタルの打込みを行った。



デザインコンペ部門の構成材料

種類	名称	単位 (kg/m ³)
セメント	早強ポルトランドセメント	3.24
水	上水用浄水	1.00
相溶材	針鈔	0.05
高性剤	高性低水比剤	1.13

デザインコンペ部門の配合表

配合比	単位量 (kg/m ³)	配合比			高性低水比剤の配合率 (wt%)
		A	B	C	
100	1.00	254	667	667	6.8

図2 東北能開大Bチームのポスター

「壁-1グランプリ 2023」参加報告

雨森 瑞宜*1

Participation Report on the “Kabe-1 Grand Prix 2023”

AMENOMORI Mizuki *1

1. はじめに

「壁-1グランプリ(以下、壁-1)」とは、1998年から20年間続いてきた「木造耐力壁ジャパンカップ」を前身とする大会であり、今年で6回目を迎える。この壁-1は、参加チームが設計、制作した実物大木造耐力壁の強さなどを競い合う、いわば木造技術者にとってのロボットコンテストのような大会であり、耐力壁の強さのみならず、耐震性、デザイン性、施工性、環境性など様々な要素を総合的に評価して競い合う大会である。

当校は、専門課程の総合制作実習の一環として、第1回大会から毎年参加しており、昨年は5回目の挑戦で悲願の総合優勝を果たした。

今年は、2年連続の総合優勝を目指して、専門課程住居環境科から5名の学生が参加した。

2. 耐力壁の設計・制作

2.1 耐力壁制作の基本方針

昨年総合優勝を果たした耐力壁の構造をベースに、今年もビス、金物および集成材などを用いず、国産の無垢材のみで耐力壁を制作することとした。

2.2 試作耐力壁の設計・制作および実験

図1、2、3に試作耐力壁A、B、C(以下、壁A、壁B、壁C)を示す。また、図4に大会用耐力壁を示す。

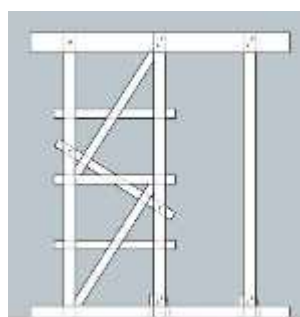


図1 試作耐力壁A

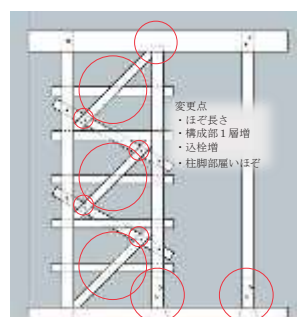


図2 試作耐力壁B

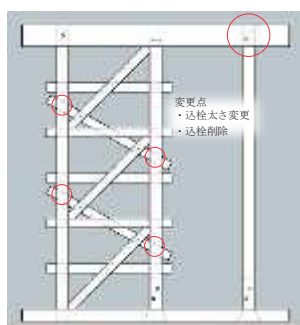


図3 試作耐力壁C

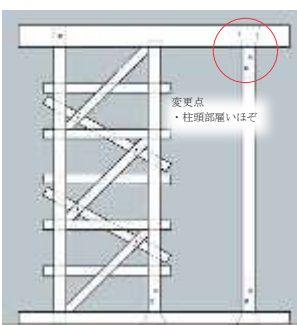


図4 大会用耐力壁

壁Aは、昨年の課題であった組立て時間の短縮および初期剛性の向上を狙い、縦貫を用いず引張筋かきを配置した構造とした。壁Aの実験結果は、最大荷重が、20.0kN、最大変位が125.6mmとなり、昨年度の耐力壁と比べても大幅に低い値となった。

壁Bは、耐力の向上を図るため、壁Aの構成部を一層増やし、柱脚部分の雇いについては、昨年の耐力壁を参考に変更した。壁Bの実験結果は、最大荷重が31.1kN、最大変位が150.8mmとなった。

*1 東北職業能力開発大学校 住居環境科
Tohoku Polytechnic College
Department of Housing Environment

壁Cは、壁Bが破壊に至る原因となった、引張柱柱頭部の込栓2本のうち、1本をφ18 mm からφ30 mm に変更した。壁Cの実験結果は、最大荷重が44.7kN、最大変位が198.9mmとなった。

壁B、壁Cともに引張柱柱頭部が破壊したため、大会用耐力は、引張柱柱頭部を雇いほぞに変更した。図5に壁A、壁B、壁Cの荷重変位曲線を示す。

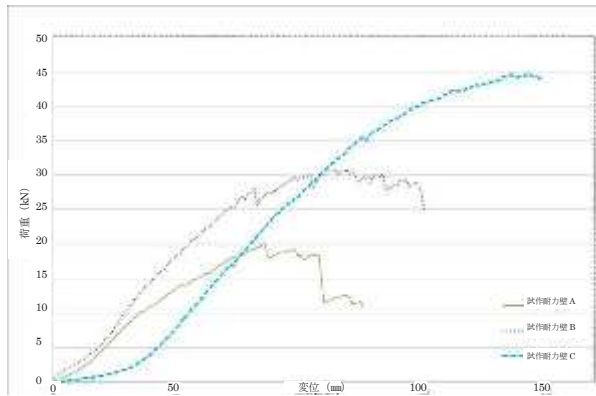


図5 荷重変位曲線

3. 壁-1グランプリ大会当日

3.1 大会概要

今大会は、全12チームが参加し、1日目に予選、2日目に決勝トーナメントが行われた。

当校は、予選でKMコーポレーション（日本建築専門学校）の「真・はぎしり君」と対戦した。荷重が19.0kNを超えたあたりで、対戦相手の壁が破壊したため、予選通過が決定した。

決勝トーナメント1回戦では、(仮称)東大社会人学生チームの「間引き貫壁」と対戦した。お互いに、同じような挙動を示したが、荷重が34.9kNに達した際に、当校の耐力壁が破壊し、敗退が決定した。

3.2 大会結果

当校の大会用耐力壁は、最大荷重が34.9kN、最大変位が137.2 mm となった。また、組立てに要

した時間は、男性2人で11分51秒、解体に要した時間は、女性2人で7分35秒であった。

最終結果としては、「総合準優勝」、「加工・施工部門賞」および「環境部門賞」を獲得した。また、総合優勝、トーナメント優勝および耐震部門は、AQチーム匠、トーナメント準優勝は、TEAM HOSEI となった。

図6に大会風景、表1に大会結果一覧を示す。

4. おわりに

今年は、最後に行った改良が、大会本番で裏目に出てしまい、思うような結果とはならなかった。しかし、「総合準優勝」、「加工・施工部門賞」、「環境部門賞」を獲得することができた。

著者の壁-1への参加指導は、6回となるが、これまで、「総合優勝1回」、「総合準優勝1回」、「部門賞5回」、「審査員特別賞2回」を獲得することができた。次年度は、異動の関係で不参加となるが、今後機会があれば、参加または参加する先生のお手伝いできればと考えている。最後に、この1年間の制作で何度も試行錯誤しながら取り組んだ経験が、学生の今後の社会生活に活かされることを切に願っている。



図6 大会風景（組立ての様子）

表1 大会結果一覧

チーム名	耐力壁名	組立前環境負荷費	⑥ 最大荷重(kN)	最大変位(mm)	① 耐震点(耐震部門)	② デザイン点(デザイン部門)	③ 材料点	加工点	施工点	④ 加工+施工点(加工・施工部門)	解体点	環境点	⑤ 解体+環境点(環境部門)	総合得点(①+②+⑥/③+④+⑤)
KMコーポレーション（日本建築専門学校）	真・はぎしり君	¥7,464	19.2	337.2	81.8	45	4.03	2.76	1.70	4.46	0.36	0.75	1.11	15.22
JKK4&N（JSCA埼玉+建築士会比企支部+河原組(電機大)）	パネェ壁	¥13,962	37.6	337.5	186.7	45	4.63	2.89	1.70	4.59	0.48	1.39	1.87	24.27
東京大学木質材料科学研究室	MDF散らし	¥9,398	5.4	431.2	36.5	62	4.23	2.68	2.22	4.90	4.23	2.68	6.91	6.48
(仮称)東大社会人学生チーム	間引き貫壁	¥17,800	35.0	355.5	200.2	70	4.59	42.22	1.63	43.85	1.41	15.16	16.57	4.69
ものづくり大学	ザ・ウォール	¥9,903	14.1	144.9	30.7	45	2.47	2.73	1.60	4.33	1.24	1.00	2.23	9.94
TEAM HOSEI(MIYATA LAB.)	影-akira-	¥7,984	31.6	255.2	119.1	85	4.19	4.90	1.11	6.01	0.41	0.83	1.24	20.59
AQチーム匠（東京大学稲山教授+徳原商店）	ヴィーナスの逆襲	¥15,974	71.2	339.6	335.5	76	4.59	2.96	0.74	3.70	0.38	1.59	1.98	47.00
大三商行&東京都市大チーム	噛み合わせへき	¥8,265	19.9	232.2	72.0	45	4.03	4.09	1.90	5.99	1.34	0.83	2.17	11.24
東北職業能力開発大学校	耐えろ壁	¥7,109	34.9	137.2	64.7	83	2.77	2.40	0.54	2.94	0.23	0.71	0.93	27.49
四国職業能力開発大学校	まるかべうちわ	¥10,075	14.5	276.3	53.4	67	3.58	1.82	1.86	3.68	1.03	1.37	2.40	13.97
MHK教育テレビ〜ままださんといっしょ〜	ひっぱり三兄弟	¥9,858	30.2	315.3	153.0	78	3.76	3.59	0.42	4.01	0.88	0.95	1.82	27.22
岐阜県立森林文化アカデミー	貫3 ~KANKAN-NUKI~	¥7,001	20.6	216.9	72.7	78	3.58	2.59	1.47	4.06	0.49	0.70	1.18	19.42

技術者と数学力

浅野 英樹*1

Engineers and Mathematics

ASANO Hideki*1

要約 人工知能、データサイエンス、量子技術に関連するテーマを総合制作実習において、ここ 6 年間の間に実施してきた。また、人工知能については、在職職者訓練としても開催し、受講率が高くなっている。人工知能に関する技術は第 3 次ブームとして終わらず必須技術になりそうである。量子コンピュータについても、現在の学生が 30 代以降になるころには、多くの技術者がかかわりそうである。

職能短大、能開大で学ぶ学生にとって、これらの技術を理解するには、現在の数学レベルでは難しいだろうと考える。将来に向けて、もっと基礎的なレベルでの数学力の底上げが必要ではないだろうか。

1. はじめに

著者と題名は忘れたが、3、4 年前の日刊工業新聞のコラムの中で、「昔の日本には数学に強い工学者が多くいた。多くの問題解決には数学的な見方が必要だったからである」という記述があった。そして「現在はそのような工学者、技術者が激減してしまった」ということが書かれていた。日本が技術立国として再起を目指すのであれば、数学力のある技術者を育てることも重要なテーマであると考えられる。

本稿では、筆者が応用課程や専門課程において指導する中で、工学を志す学生として、数学や物理学等において、できればここまで知っておいてほしいこと(教えた方がよいこと)を雑感として述べる。

2. Newton の運動方程式から解析力学へ

質量 m の物体(質点)に合力 \vec{F} が作用したときの Newton の運動方程式は周知の通り、以下のようになる。

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (1)$$

また、加速度ベクトル \vec{a} 、速度ベクトル \vec{v} および位置ベクトル \vec{r} には

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} \quad (2)$$

の関係(これこそ Newton の偉大な発見のひとつではないだろうか)があるから、運動方程式は

$$\vec{F} = m \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} \quad (3)$$

と表すこともできる。これは、数学的には時間 t の微分方程式である。いずれにしても運動方程式はベクトル方程式であり、座標系のとりかたによらない方程式になっている(座標変換に対して、何かかが不変であることは、非常に重要なことであるが、ここでは深入りしない)。しかし、これを実際の問題に適用して解くためには、座標系をうまく選ぶ必要がある。最も一般的な座標系の選び方は、3 次元の直交座標(デカルト座標)である。この場合位置ベクトル $\vec{r}(t)$ は

$$\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t)) \quad (4)$$

*1 東北職業能力開発大学校秋田校 電子情報技術科
Tohoku Polytechnic College, Akita
Department of Electronic Information Technology

となるが、前述した「うまく選ぶ」とは、もし解くべき問題が、2次元平面上の円運動であるとしたら、

$$\begin{cases} x(t) = r(t) \cos \theta(t) \\ y(t) = r(t) \sin \theta(t) \\ z(t) = \text{const.} \end{cases} \quad (5)$$

と座標系を選んだほうがよい。問題が簡単に解ける可能性があるからである。昔、力学の問題を解くということは、いかにかうまい座標系を選ぶかがカギであると教えられた。

例として、絶対に伸縮しない長さ ℓ の糸に質量 m の質点が固定された図1のような単振り子を考えよう。座標系 (x_1, x_2) をとった場合、位置ベクトルは

$$\vec{r}(t) = (x_1(t), x_2(t))$$

となるから、微分方程式は2本になる。ところが、物理的要請から以下の拘束条件

$$x_1^2 + x_2^2 = \ell^2 = \text{const.} \quad (6)$$

が成り立つから、自由度は1減るはずである。この場合、座標系の取り方としては、

$$\begin{cases} x_1(t) = \ell \cos \theta(t) \\ x_2(t) = \ell \sin \theta(t) \end{cases} \quad (7)$$

とすればよい。拘束条件も簡単になり、角度 θ の微分方程式だけを考えればよいことになる。ところが、Newtonの運動方程式に基づいて、微分方程式を導出するのは、結構骨の折れる計算が必要となる。

だいぶ前の話になるが、応用課程で生産電気システム技術科が開設され、制御関連の実習に必要な倒立振子の教材に関する導入研修が実施された。そこでは、倒立振子の運動方程式を導出するのに、Euler-Lagrangeの運動方程式が使われていた。いわゆる解析力学に則った方法である。このような理論は能開大の学生に通用するのかと驚いたが、制御系の理論ではいまや解析力学を使うことは当たり前のことらしい。また、Euler-Lagrangeの運動方程式は、座標の取り方に依らず同じかたちをしてい

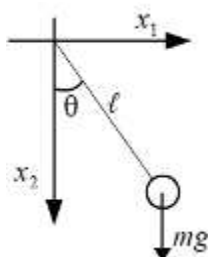


図1 単振

る。解析力学におけるEuler-Lagrangeの方程式について簡単に説明しよう。まずLagrangianとして運動エネルギーから位置エネルギーを引き算したものを計算する。単振り子の場合には、

$$L = \frac{1}{2} m \ell^2 \dot{\theta}^2 - mg\ell(1 - \cos \theta) \quad (8)$$

となる。次にこれをEuler-Lagrangeの方程式

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{dL}{d\dot{\theta}} \right) - \frac{dL}{d\theta} = 0 \quad (9)$$

に代入すれば、計算の労力を少し減らして単振り子の運動方程式

$$m\ell\ddot{\theta} = -mg \sin \theta \quad (10)$$

を導出することが可能となる。この微分方程式は初等的には解くことができないが、 $\theta \approx 0$ であれば $\sin \theta \approx \theta$ の近似が成り立って、初等的に解くことが可能となる。

能開大の現状は、運動方程式がベクトル方程式であることは教えず、高校レベルの $F = ma$ 止まりになっていると思われる。さらに座標系の選びかた云々やEuler-Lagrangeの運動方程式、解析力学などは遠い話であろう。解析力学が持つもっと深い物理的な意味は必要ないが、ここで示した計算方法は、能開大の学生にも知っておいてもらいたいことのひとつである。何故なら、応用課程を修了した学生の中には、指導員になる者もいる訳だから。

ちなみに、解析力学が教えるところによれば、Euler-Lagrangeの運動方程式は、

$$H = \text{運動エネルギー} + \text{位置エネルギー}$$

をHamiltonianとすれば、Hamiltonの正準方程式として

$$\dot{x}_i = \frac{\partial H}{\partial p_i}, \quad \dot{p}_i = -\frac{\partial H}{\partial x_i} \quad (11)$$

とあらわすことができる。ここで x_i は一般化座標、 p_i は一般化運動量である。また、ある物理量 A に関するPoisson括弧

$$\{A, H\} = \sum_i^n \left(\frac{\partial A}{\partial x_i} \frac{\partial H}{\partial p_i} - \frac{\partial A}{\partial p_i} \frac{\partial H}{\partial x_i} \right) \quad (12)$$

を用いれば、任意の物理量の時間発展の式は

$$\dot{A} = \{A, H\} + \frac{\partial A}{\partial t} \quad (13)$$

となる。このPoisson括弧を量子化の手続きにより、正準交換関係に変更すれば、量子力学の基礎方程式となる。将来電子情報系の学生が、量子コンピュータを学ばなければならなくなったときに、量子力学を理解するのに必要な理論と直結している。

量子力学では行列に関する知識も重要となるが、現時点ですでに人工知能を理解するには、線形代数の知識は必須である。能開大では、行列式や逆行列を求めるのに、 2×2 正方行列の公式だけを教えている節があるが、一般化された $n \times n$ 正方行列の場合について知る必要がある。人工知能の核となるニューラルネットワークモデルでは、 n の値はかなり大きな値となるからである。

3. おわりに-サイエンスリテラシのすすめ-

Newton の運動方程式からはじめて、それがベクトル方程式であることや、一歩進むと座標のとりかたに依らなくなることなどを中心に述べてきたが、工学者としてはやはり「うまい座標系の取り方」が重要である。

数学や物理学を学んでいると、別々に理解していたことが、ふいに結び付くことがある(総合知)。理学、工学に関わらず、この感覚が非常に重要であると思う。これは、1年や2年の授業ではなかなか習得できることではないかもしれない。しかし、冒頭に述べた数学に強い工学者というのは、実際の課題を通じて徐々に体得していくのではないだろうか。

数学に限らず、サイエンス全般、社会科学などあらゆる知見をすべて持つことは不可能である。しかし、それらを網羅しなくても俯瞰できる能力が必要になってくるだろう。立花隆氏が、「高度成長期のゼネラリストではなく、今必要とされているのはもっとレベルの高いゼネラリストである」と言っていたことを思い出す。サイエンスに加え哲学やアート、様々なことに興味を持つ学生を育てるには、我々教員も今一度考えてみる必要があるのではないだろうか。

【参考文献】

- 1) 立花隆：東大生はバカになったか 知的亡国論+現代教養論、芸春秋社、絶版

付表1 2023年度 共同研究一覧

研究テーマ	概要	指導員	所属
溶接工程における生産状況の見える化に関する研究と検討	既存の生産設備に改造を加えず、増設した端末機器により生産設備の稼働状況をモニタリング、データ収集を行い、生産状況を把握できるようにする。また、収集したデータを集約し、リアルタイムでの稼働状況の見える化ができるようにする。	市川拓実 池原寿紀 久保祐太 横山雅紀	青森校
建設業におけるARの活用について～大館城の制作～	大館市の桂城公園に建っていたとされる佐竹藩の大館城について、わずかに残る記録を基にBIMによって3Dモデルを作成し、AR（拡張現実）の技術を用いて手持ちのデジタルデバイスで幻視化することを目的として研究を進めている。	小笠原吉張	秋田校
微細プレス加工製品検査ステーションの開発	高い品質保証が求められる医療品等の微細なプレス加工製品の納品作業の労力低減のために、機械学習による画像検査、自動納品装置、データベース、遠隔監視機能を組み合わせたシステムを共同で研究した。	喬橋 憲司 谷岡 政宏 伊藤 隆志 先崎 康裕 狩野 隆志 七種 健一 本多 正治	本校
県産スギを活用した木ダボ積層材（DLT）耐力壁の開発	DLTは、製造時に接着剤や釘を使用せず木ダボで一般流通材等を積層した床・壁・屋根などに使用される。本研究ではDLTパネルを耐震補強壁として用いることとし、パネルの一面を室内に現しにすることで、耐震性と意匠性を兼ね備えた住宅の開発を行った。	西野 晃司 越智 隆行	本校
非住宅建築物等に対応した宮城県産スギ材を用いた新建材「超厚合板」の製品実用化に向けた研究開発	宮城県の森林資源は豊富であり、カーボンニュートラルおよび炭素固定の観点からも利活用が求められている。本研究では、宮城県産の50mmの超厚合板を建築資材として利用することを目的として、耐力壁試験、水平構面試験、床衝撃音試験を実施し、実用化に向けた検討を行った。	越智 隆行 西野 晃司	本校

研究テーマ	概要	指導員	所属
ローラー施工型の潜熱蓄熱(PCM)調湿抗菌塗料の性能および施工性評価に関する研究	高断熱住宅で生じる冬季の日射受熱による過昇温や過乾燥を抑制する手段として、潜熱蓄熱材(PCM)を建材として使用する方法がある。本研究では、ローラー施工PCM塗料を開発し、蓄熱・調湿・抗菌の性能評価と施工性能の評価および向上を目標とした。	三浦 誠 林 昇吾	本校
タップ方向自動整列装置の開発	「タップ」とは、ドリルのような細長い金属であり、メガネ、パソコンなどのネジ山を作る際に使われる重要な工具である。タップの製造では、手作業でタップの刃と柄の方向を揃えて、工作機械に投入する必要がある。そこで本研究では、タップの方向を判別し、自動的に整列する装置を開発した。	狩野 隆志 伊藤 隆志 七種 健一 喬橋 憲司 先崎 康裕 谷岡 政宏 本多 正治	本校
エアコン用コンプレッサー分解・分別支援システムの開発	作業者が一覧表から目的の型番のコンプレッサーの切断情報を読み取り、シェル分割機への入力設定を行う際の作業支援システムを構築し、ヒューマンエラーの防止を行うとともに新規タイプのコンプレッサー切断位置の自動判別に関する研究を行った。	永野 秀浩 大石 賢 内山 元 須永 浩一 太田 徹児 平田 武誉 檜原 康弘 清水 達也	本校

付表2 2023年度 応用課程 開発課題実習一覧(本校)

系	テーマ -サブテーマ-	指導員 (主)	指導員 (副)
生産	微細プレス加工製品検査ステーションの開発	喬橋 憲司	谷岡 政宏
	タップ方向自動整列装置の開発	狩野 隆志	伊藤 隆志 七種 健一
	学校 PR 用レーザシューティングアミューズメント 機器の開発	本多 正治	先崎 康裕
	ラベル貼り作業支援システムの開発	永野 秀浩	内山 元
	トマトの自動糖度分別機の開発	須永 浩一	平田 武誉
	ワイヤハーネス製造現場の業務支援	太田 徹児	大石 賢
建築	東北地方におけるパッシブ・ウェルネス住宅の室内 気候改善 -ローラー施工型の潜熱蓄熱(PCM)調湿抗菌 塗料の開発および蓄熱・施工性能評価- -ローラー施工型の潜熱蓄熱(PCM)調湿抗菌 塗料の開発および調湿・消臭・抗菌性能評価- -建具一体型空調扇の開発と性能評価- -潜熱蓄熱材(PCM)を適用した木造建造物と RC造の室内気温熱環境による比較評価- -可変透湿シートの経年劣化促進試験の確立- -ノルボルナジエン(NBD)誘導体の光異性化 学反応を用いた蓄熱システムに関する研究-	三浦 誠	
	空き家を利用した多世代共生型コミュニティ住宅の 開発 -竹を利用した吸湿効果のある断熱材開発-	西野 晃司	
	有形文化財(建築物)のデジタル化について	西野 晃司	

系	テーマ －サブテーマ－	指導員 (主)	指導員 (副)
建築	木ダボ積層材(DLT)の普及に向けた性能評価 －DLTの耐候性評価と混構造への活用－ －国産材使用のDLT壁パネルを用いた既存木造住宅への活用－ －DLTパネルを用いた多目的工作物への展開－	西野 晃司	
	環境に配慮した鉄筋コンクリート構造に関する実験的検討 －PCa試験体の構造設計－ －PCa構造実験の工程管理および品質管理－ －PCa構造の曲げ破壊に関する検討－ －鉄鋼スラグを粗骨材として利用したコンクリートの強度特性－ －鉄鋼スラグを粗骨材として利用したコンクリートの乾燥収縮率－ －鉄鋼スラグを粗骨材として利用したコンクリートの耐凍害性－	佐藤 重悦	
	宮城県産スギ材を用いた「超厚合板」の実用化に向けた研究 ～超厚合板を用いた接合部の開発～ ～耐力壁の開発～ ～超厚合板を用いた床の開発～ ～超厚合板を用いた組み合わせ部材～	越智 隆行	
	セメント系材料を用いたコンクリートカヌーの開発	越智 隆行	

付表3 2023年度 専門課程 総合制作実習一覧（青森校）

系	テーマ －サブテーマ－	指導員
機械	切屑掃除用機器の製作	大平 智之
	中型立佞武多昇降機制作	久保 祐太
	フラクタルバイスの製作	阪井 博史
	射出成形用金型設計とその製作	池田 明
	プラスチック射出成形用金型の設計とその製作	横山 雅紀 小坂 洋平
電気	空中立体ディスプレイの製作	島川 勝広
	競技用ロボットの設計と製作	小野 貴広
	PLC 制御とタッチパネルを用いたケーブル線切断機の製作	尾形 智和
	キャンピングシェルにおける電装ユニットの製作	渡邊 晃広
電子・ 情報	モータ良否判別システムの製作に向けた検証 －集音筐体の設計と製作－ －良否判別方法の検証－	池原 寿紀
	図書館貸出返却システムの製作 －筐体及び制御ソフトウェアの製作－	櫻木 伸英
	図書館貸出返却システムの製作 －タッチレスインターフェースの製作－	櫻木 伸英 越野 和晃
	球体型ロボットの製作 －内部回路及び機体の設計・製作－ －操作システムの設計・製作－	越野 和晃
	IoT 学習ボードの製作 －ハードウェアの設計・製作 SBC による受信機の製作－ －ソフトウェア・テキストの製作－	市川 拓実

付表4 2023年度 専門課程 総合制作実習一覧(秋田校)

系	テーマ -サブテーマ-	指導員
機械	ペダル式小型サンドブラスト装置の製作	橋本 真寿
	品質工学の機械設計への活用と評価	田山 英臣
	複数の設計用手法を活用した機械設計製作	田山 英臣
	製麺機の製作	村上 佑太
	からくり台車の設計・製作	畑 申明
	地球ゴマの製作	野村 佑輔
電子・ 情報	ロボット教室用テキスト・ロボットの制作	遠藤 裕之
	ニホンザリガニの季節周期制御サポートシステムの設計・製作	遠藤 裕之
	空中ディスプレイ技術を用いたアミューズメント機器の製作 -装置概要とコアユニットについて- -ソフトウェア構成とアクションユニットについて-	松田 晃太郎
	ログ収集機能付きキーボックス制作	細井 遼太郎
	ロボット競技会に向けたプログラムの開発とマニュアル制作	細井 遼太郎
	求人情報閲覧システムの運用とログイン機能の実装	細井 遼太郎
	Python による業務自動化システムの制作	浅野 英樹
	Python によるデータサイエンスシステムの制作	浅野 英樹
	建設業における AR の活用について ～大館城の制作～	小笠原 吉張
学外コンペへの挑戦	小笠原 吉張	
屋台の設計と制作 -創立 30 周年記念「雪灯り」イベントの企画-	小林 健	
バリアフリー改修の手すりのフィッティングシステムの開発	中田 智大	
歴史的建築物の軸組模型制作	平 和基	
東北ポリテックビジョン『コンクリート競技会』に向けて I	中田 智大	
東北ポリテックビジョン『コンクリート競技会』に向けて II	平 和基	

付表5 2023年度 専門課程 総合制作実習一覧(本校)

系	テーマ －サブテーマ－	指導員
機械	シリンダオルゴールの製作	佐藤 研一 小山 竜太郎
	デジタル技術を用いた機械制御計測装置の製作 －産業用ロボットモデルの制御－	早川 明德
	2ストロークエンジンの設計・製作 －ゼロハンカー大会での完走を目指して－	小山 竜太郎 菖蒲 大樹
	ドローンと小型 UGV を搭載した災害対応支援ロボットの開発	小林 崇
	実習場改善のための用具製作	小山 竜太郎 菖蒲 大樹
	実習環境向上プロジェクト －NC 旋盤を用いた測定課題の製作－	菖蒲 大樹
	自動部品組立システムの製作 －外装の製作・内部機構の設計－	小山 竜太郎 早川 明德
	CAD/CAM を用いた自由曲面作品の製作	菖蒲 大樹
電気	配線施工技術の向上	中矢 翔
	広報に活用するイベント展示用製作物の改良及び製作	中矢 翔
	自動給水装置の製作	廣田 昌彦
	遠隔制御探索ロボットの製作	廣田 昌彦
	市販自転車をベースとした電動バイクの改良	新垣 喬之
	空気圧制御実習装置の製作	新垣 喬之
	PV ロボット競技大会用自律型移動体の製作	渡邊 正純
	ベルトコンベア監視のためのリモートシステムの開発	渡邊 正純
電子・ 情報	RFID を用いた電子決済システムの構築	斎藤 晃一
	ロボット競技会に向けた自律型ロボットの製作	古内 宏和

系	テーマ －サブテーマ－	指導員
	オーディオプレイヤー製作	本間 文孝
	エタノール燃料電池を用いた発電システムの製作	本間 文孝
	IoT を活用した小型アクアポニックスシステムの構築	渡邊 清彦
	ローカル環境における情報共有サーバの構築	渡邊 清彦
	Raspberry Pi を用いた出席管理システムの作成	渡辺 悠暉
	モノづくりの楽しさを伝える	渡辺 悠暉
建築	学校全体の建て替え案	鐘ヶ江 拓実
	BIM に関する技術・技能向上への取り組み ～BIM を用いた施工管理業務のデジタル化～ ～BIM モデルと模型の差異を分析～ ～他の建築ソフトとの比較を通じた教材の作成～	鐘ヶ江 拓実
	「繋ぐ継ぐ」の設計 ～紫波町赤沢提案報告～	鐘ヶ江 拓実 星野 政博
	建築のコンピューショナルデザインに関する教材作成	鐘ヶ江 拓実
	進路選択を促す空間を目指して ～これからの活用法～ ～棚等の製作～	会津 宏孝
	大工技術の技能伝承・人材育成を目指して ～規矩術の指導法の提案～	会津 宏孝
	実習・実験機器の活用法 ～東北能開大の特権～	会津 宏孝
	実習場内におけるリフォーム設計 ～実習者への安全環境の提案～	会津 宏孝
	能開大およびものづくりの魅力発信に関する取組み	雨森 瑞宜
	5号館実習場シャッター前改修工事 ～資材置場の制作その1～ ～資材置場の制作その2～	雨森 瑞宜

系	テーマ －サブテーマ－	指導員
	壁－1 グランプリ 2023 へ向けて ～その1～ ～その2～	雨森 瑞宜
	ボックス型防音室の製作 ～ボックス型防音室の計画・施工～ ～ボックス型防音室を用いた実験・分析～	林 昇吾
	RC 造施工管理能力向上に関する取り組み ～その1～ ～その2～	林 昇吾

東北職業能力開発大学校 紀要第 34 号 編集委員会構成

委員長：狩野隆志

委員：大石 賢 小野貴広 小林 崇 七種健一 櫻木伸英 佐藤重悦
畑 伸明

アドバイザー：川又政征

事務局：宮崎知佳 安田直人

査読委員：池田 明 浅野英樹 伊藤隆志 遠藤裕之 大石 賢 太田徹児
小笠原吉張 狩野隆志 七種健一 佐藤重悦 島川勝広 清水達也
星野政博 本多正治 三浦 誠 横山雅紀 渡邊正純

東北職業能力開発大学校紀要

第 34 号

2024 年（令和 6 年）6 月発行

編集・発行

独立行政法人

高齢・障害・求職者雇用支援機構宮城支部

東北職業能力開発大学校 紀要編集委員会

〒987-2223

宮城県栗原市築館字萩沢土橋 2 6 番地

26 Dobashi, Tsukidate-hagisawa, Kurihara-shi, Miyagi 987-2223, Japan

電話 0228-22-6614 学務課

<https://www3.jeed.go.jp/miyagi/college/>

印刷 藤庄印刷株式会社

BULLETIN OF TOHOKU POLYTECHNIC COLLEGE**No.34 CONTENTS****PREFACE****BULLETIN**

KANO Takashi, ITO Takashi, SAIKUSA Kenichi, TAKAHASHI Kenji, SENZAKI Yasuhiro,
TANIOKA Masahiro, HONDA Shoji, HAYASAKA Michinobu, ABE Masayoshi, SUZUKI Takehiro,
CHIDA Hiromitsu

A Discrimination Method for Tap Direction Using the Proximity
Displacement Sensor 1

RESEARCH BULLETIN

MIURA Makoto, WATANABE Daito, ISHIDOYA Momoko, ISHIDOYA Yuji

Study on the Thermal Storage System Using the Photo-isomerization
Reaction of Norbornadiene (NBD) Derivatives
- Part 2: Verification of Reverse Isomerization Reaction Using Cobalt
Phthalocyanine Supported Activated Carbon Catalyst- 5

PRACTICE REPORT

OHISHI Masaru, UCHIYAMA Gen, SUNAGA Koichi, TAKAHASHI Kenji, ITO Takashi

Report on the Activities of the Standard Assignment Practice in the
Department of Production Mechanical Systems Technology 9

ITO Takashi, SHOBU Daiki

Manufacturing a Dressing Device for the Side Surface of a Grinding
Wheel Attached to a Surface Grinder 15

MURAKAMI Yuta

Manufacturing Welded Structures
- Improving the Working Environment During Welding Training - 19

IKEDA Akira

Regarding Guidance for Skill Certification Milling Machine Job Type 2 23

NARAHARA Yasuhiro

Initiatives for the All-Japan Robot Sumo Tournament 27

ARAKAKI Takayuki

Improvement of Electric Motorcycle Based on Commercially Available
Bicycle 33

ONO Takahiro

Fabrication of Autonomous Mobile Robots with Omni Wheels 37

TANIOKA Masahiro

How to Linkage between PLC and Raspberry Pi 41

MATSUSHITA Takahiro, KIKUCHI Kazuma

A Study on Participation in The National Skills Olympics (Carpentry
Category) 45

HOSHINO Masahiro

A Study on "Farmhouse Type Nagayamon Actual Measurement Survey" 51

KOBAYASHI Ken

Development of Wooden Warehouse for Realization of Zero Carbon City
in Odate City 59

ESSAY

MORITA Junshi

Consideration of Guidelines for Human Resource Development of Techno
Instructors in Polytechnic Colleges 63

OCHI Takayuki

2022-2023 Concrete Canoe Competition Activity Report 67

SATO Juetsu

King of Concrete 2023 in Fukuoka Participation Report 69

AMENOMORI Mizuki

Participation Report on the "Kabe-1 Grand Prix 2023" 71

ASANO Hideki

Engineers and Mathematics 73

June 2024

TOHOKU POLYTECHNIC COLLEGE