

東北職業能力開発大学校

紀 要

第 35 号

巻頭言

【研究論文】

喬橋 憲司, 伊藤 隆志

ひずみセンサ内蔵型ホルダによるエンドミル切削力の計測 1

加藤 渚, 三浦 誠, 石戸谷 百百子, 石戸谷 裕二

建具一体型空調扇の開発と性能評価 7

【報告】

東 祐樹 旋盤作業に用いる整頓台の改善 13

橋本 真寿 サンドブラスト装置の製作 17

大平 智之 切屑掃除用機器の製作
—指導の進め方及びポイント— 21

松家 央征 安全管理を重視した機械装置の設計及び構築 25

渡邊 正純 自律型移動体の製作
—GPSデータの活用による自動運転車の製作— 31

渡邊 晃広 雪氷熱エネルギーを利用した設備の設計 35

清水 達也 開発課題実習の取り組み 2023 年度から 2025 年度 39

古内 宏和, 上原 貴

東北ポリテックビジョン電子情報系ものづくり競技会への取り組み 43

越野 和晃 紙飛行機発射装置の製作 47

松下 貴博 木造軸組休憩所のライフサイクルマネジメント
—設計・施工・運用・解体・再利用を通じた実践報告— 51

星野 政博 農家型長屋門を持つ古民家実測調査報告 55

中田 智大 誰もが利用しやすいトイレの手すりの制作 63

【総説等】

須永 浩一, 大石 賢, 喬橋 憲司, 内山 元, 伊藤 隆志

創成法による歯車モデリングと3D出力 67

【随想等】

森田 順司 ポリテックカレッジにおける企業業務データの活用 71

平野 直樹 テクノインストラクターとして求められる基本的要件について 75

檜原 康弘 全日本ロボット相撲大会2024参加報告 79

中矢 翔 2024若年者ものづくり競技大会（電気工事）参加報告 81

越智 隆行 2024コンクリートカヌー大会参加報告 83

2025 年 7 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（東北能開大）は、ものづくりのプロとなるための専門知識と技能・技術の教育訓練を行う大学校です。産業界が期待する高度な技能・技術の教育訓練に加えて、生産技術や管理部門での企画・開発力等を備えた創造的・実践的なリーダーを育成しており、修了生はものづくりを担う実践技能者・技術者として広く全国で活躍しています。

この紀要は、本大学校の前身である宮城職業訓練短期大学校において1987年に第1号が発刊され、今回第35号の刊行を迎えました。第1号をあらためて読み返すと、全8報中、3報が英文による論文であり、中には25ページにわたる大作論文が含まれています。初めての発刊に対する当時の意気込みや未来の産業社会を支える実践教育訓練への真摯な志が熱く伝わってくるようであり、今でも勇気付けられる思いがします。

今号には、東北能開大・本校および附属校である青森校、秋田校の各科の教員が取り組んできた教育や研究の論文・報告を中心として、人材育成や成果発表に関わる各種報告など、合計20件の記事が掲載されています。生産現場における多岐多様な要請に応えるという特徴ある教育内容から、論文や開発報告のみでなく開発課題実習や各種成果発表会報告、総説・解説などを公表する場としています。また、前号に続き随想も掲載されており、読者が手に取りやすく親しみやすい内容を工夫しています。

これまでと同様に、実際の発刊に至るまでの編集作業は並大抵のものではなく、この紀要は多くの関係者のご協力とご尽力の賜物です。投稿して下さった著者の皆様、企画・編集・査読に携わりご担当いただいた皆様には心より感謝申し上げたいと思います。皆で完成させた紀要に、継続は力なり、をあらためて感じています。

読者の皆様には、東北能開大の活動に今後もご理解とご支援をいただければ大変幸いです。

2025年7月
東北職業能力開発大学校
校長 藤原 巧

【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取り組んだ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。

ひずみセンサ内蔵型ホルダによるエンドミル切削力の計測

喬橋 憲司*1 伊藤 隆志*1

The Results of Measuring the Cutting Force Using a Self-made Holder with an Integrated Semiconductor Strain Sensor

TAKAHASHI Kenji*1 ITO Takashi*1

要約 IoT 化、数値情報化を目指して回転するエンドミル側で切削力が検出できるトランジューサを有限要素法による解析で最適化し、半導体式ひずみセンサを内蔵したホルダを内製して検証実験を行った。トランジューサは微小な切削力の検出が可能で、切削様式による波形の違いを捉えた。品質に影響を及ぼすばらつきの要因を精密に検出できる性能を有する。生産現場の可視化が果たせる。

1. はじめに

製造業ではIoTによる生産設備の稼働状況監視により加工現場を見える化し、品質向上や不良品の早急な原因究明が期待されている。しかしIoTはまだ普及途上にある。2024年度ものづくり白書¹⁾によると製造業が活用するデジタル技術は、CAD/CAM技術、生産管理システムは70%の企業で活用されているが、IoTは20%である。最近AIが普及し始めているが、活用していると回答した企業は8.8%である。デジタル技術の活用に悩む企業が多い。

金型、切削加工、プレス加工、冷間鍛造などの分野は職人的な経験値が求められる。多くの製品はNC工作機械などに代表されるように熟練技能を数値化し、自動化した機械で生産されている。しかし、その生産準備、段取りは熟練した生産技術者が行う。様々な要因が統計的な「ばらつき」として製品に現れるためである。様々な要因を分析し、効果的にコントロールするには経験や熟練が必要である。

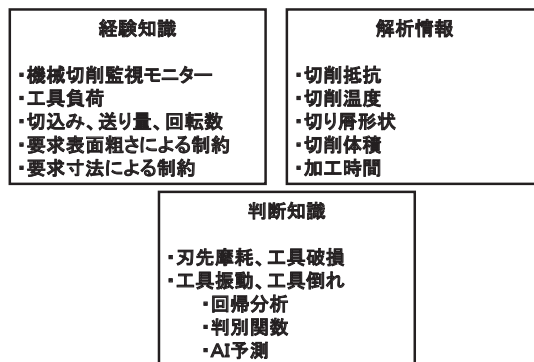


図1 切削条件評価システム

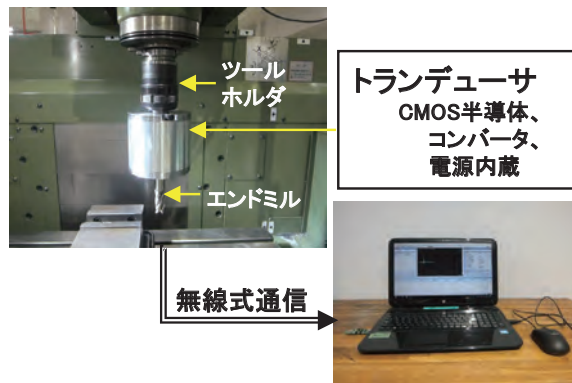


図2 切削力計測システム

*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

図 1 に切削条件評価システムを示す。変化の激しい時代の中、開発・製造のリードタイム短縮は生産現場の大きな課題である。様々な事象をデジタル技術で捉えることは今後益々必要とされる。

AI が普及し始めており製造業でも活用が始まっているが、まだこれも途上である。このようなデジタル技術の活用が進行するほど、人はより早く正確で客観的な判断が求められるようになる。原理や理論を理解し、デジタル技術を活用して数値化された客観的な情報を蓄積、活用する能力が求められる。

筆者は 2022 年に微小モデルによる切削抵抗の計算、切削加工シミュレーション Production Module で工具推奨条件と標準的な切削条件の切削抵抗の事前予測を行った²⁾。今回の研究はその結果を検証すること、製造業の IoT 化の事例として、在職者訓練はじめ学卒者訓練の教育訓練の場で使用することを目的にエンドミル加工の切削力計測システムを製作し検証を行った。

ひずみセンサを内蔵したエンドミルホルダを製作し切削抵抗を測定した結果について述べる。

2. ひずみセンサ内蔵エンドミルホルダ

ひずみセンサ内蔵型ホルダの計測システムとトランデューサについて述べる。

2.1 計測システム

図 2 に切削力計測システムを示す。

計測システムは半導体式ひずみセンサを貼り付けたトランデューサ、計測ブリッジ、無線機能などを装備した CMOS 半導体(グローセル社 STREAL)、電源を内蔵したホルダと、データ処理パソコンからなる。使用したひずみ計測システムは無線通信機能がある。CMOS 半導体は小型でホルダに内蔵できるサイズである。半導体式ひずみセンサは $1\mu\text{ strain}$ の微小なひずみを 10kHz で連続的に検出可能な性能を有している。電源に 9V の角型乾電池を使用し、それを降圧して CMOS 半導体に電力を供給する。これまで切削力の計測では有線式のケーブルを使用するため、静止したバイス側に生じるひずみを計測していた。今回のシステムは回転する工具に生じる切削力によるひずみの変化が検出可能であることが特徴である。

表 1 解析条件

条件要素名	単位	値
被削材 材質		A5052P
工具直径	[mm]	20
刃数	[tooth]	4
主軸回転数	[1/min]	890
送り速度	[mm/min]	230
軸方向切込み	[mm]	10
径方向切込み	[mm]	20
切削抵抗		
微小モデル	[N]	600
解析	[N]	660

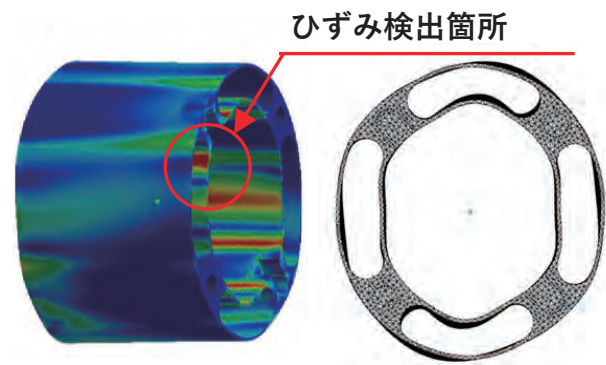


図 3 トランデューサ解析結果

2.2 トランデューサ

トランデューサは切削によって生じるひずみを拡大検出する部品である。切削により工具に生じるわずかなねじれを検出する。工具を冷やし嵌めて組込んだプレートとツールホルダの中間にセットする。有限要素法で応力状態を解析し、トランデューサの形状を最適化した。

表 1 にトランデューサの解析条件を示す。図 3 に解析結果を示す。直径 20mm 刃数 4 枚のラフィングエンドミルを使い快削性アルミニウム A5052P を実用的な切削条件である回転数 890[1/min]、送り速度 230[mm/min]、軸方向切込み 10[mm]、径方向切込み 20[mm]のときの切削抵抗を荷重条件とした。荷重条件の 600[N]は微小モデルによる切削抵抗の計算で得られた値である。FEM 有限要素法で解析したところ図 3 のひずみ検出箇所は 3~5MPa の値で、半導体式ひずみセンサ(検出精度 $1\mu\text{ strain}$)で検出可能と判断した。

3. 切削力計測実験

ひずみセンサ内蔵型ホルダの性能を検証する切削実験と結果について述べる。

3.1 目的

工作機械で切削実験を行い、製作した切削力計測システムの検出性能を評価する。

3.2 理論

微小モデルによる切削抵抗の計算では、切り取り厚さ $h(\theta)$ [mm]、一刃当たりの送り量 f_i [tooth/mm]、工具半径 r [mm]、工具の回転角 θ [deg]は式(1)の関係になる。

$$h(\theta) = (r + f_i \sin\theta) - \sqrt{r^2 + f_i^2 (\sin^2\theta - 1)} \dots\dots (1)$$

一刃当たりの送り量 f_i と、回転数 N [1/min]、送り F [mm/min]、エンドミルの刃数 Z [枚]は式(2)の関係にある。

$$F = f_i \times N \times Z \dots\dots (2)$$

工具のねじれは離散化して表現する。離散化した j 番目の工具半径方向と接線方向の力、 $F_{tj}(\theta)$ [N]、 $F_{rj}(\theta)$ [N]は次式で計算する。 A_d [mm]は軸方向の切込みである。

$$F_{tj}(\theta) = K_{tc} \cdot A_d \cdot h(\theta) + K_{te} \cdot A_d \dots\dots (3)$$

$$F_{rj}(\theta) = K_{rc} \cdot A_d \cdot h(\theta) + K_{re} \cdot A_d \dots\dots (4)$$

K_{tc} 、 K_{te} 、 K_{rc} 、 K_{re} は実験的に求める切削係数（平均切削力係数とする）である。切削抵抗 F_t [N]、 F_r [N]は一刃当たりの送り量 f_i [tooth/mm]との関係³⁾と切込み量 f_t [mm]との関係⁴⁾がある。

$$F_t = K_{tc} \cdot f_i + K_{te} \dots\dots (5)$$

$$F_r = K_{rc} \cdot f_i + K_{re} \dots\dots (6)$$

$$F_t = K_{rc} \cdot f_t + K_{re} \dots\dots (7)$$

$$F_r = K_{rc} \cdot f_t + K_{re} \dots\dots (8)$$

平均切削力係数は切削条件である切込み、一刃当たりの送り量、回転数と切削抵抗との間の関係を表

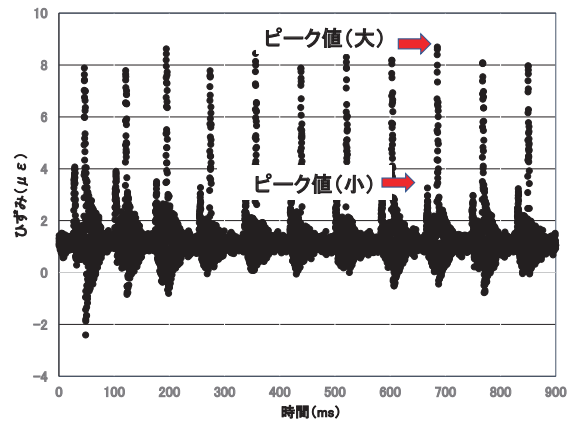


図4 アップカットの波形

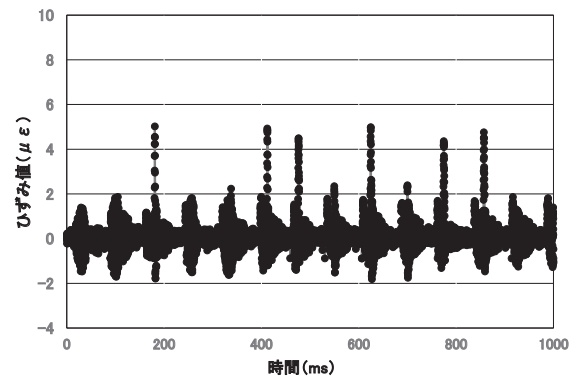


図5 ダウンカットの波形

している。切込み、一刃当たりの送り量が大きくなるに従い切削抵抗は大きくなり、振動や切削力の増大につながる。その結果加工時に様々な現象をもたらす。平均切削力係数（切削係数）は切削現象を数値化できる。

3.3 方法

検証実験の方法について述べる。

①平均切削力検出実験

多刃のエンドミルは工具が一回転した時、刃数と同じ回数ピークが現れる。理論的に計算した値と計測データを比較して応答性を評価する。また、エンドミル切削では工具の回転方向と材料の運動方向（アップカット、ダウンカット）によって切削力に違いが出る。切削原理と切削結果を比較検証する。

②平均切削力係数実験

(5)、(6)、(7)、(8)式の平均切削力係数を切削抵抗の近似曲線から求める。

表 2 径方向切込み量とトランデュース検出値

径方向 切込み量	アップカット		ダウンカット	
	ひずみ値	応力	ひずみ値	応力
【 mm 】	【 $\mu\epsilon$ 】	【 MPa 】	【 $\mu\epsilon$ 】	【 MPa 】
0.2	3.2	0.22	2.0	0.14
0.5	4.0	0.28	2.2	0.15
1.0	5.2	0.36	3.5	0.24

切込み、一刃当たりの送り量を変えたときの切削抵抗を測定し、近似曲線から切削係数を同定する。

3.4 実験結果

検証した結果について述べる。

① 切削力検出実験

図 4、5 に製作したトランデュースで捉えたアップカットとダウンカットの波形を示す。切削条件は刃数 4 枚、回転数 290[1/min⁻¹]、送り 120 [mm/min] である。

切削力が加わった時、トランデュースはねじれと戻りに反応を繰り返してピークが現れる。4 枚刃、290[1/min⁻¹]の場合はおよそ 50[ms]ごとにピークが現れる。計測データもその周期でピークが検出できている。周期的な切削力の変化が波形として検出できている。

2.0 $\mu\epsilon$ ~5.2 $\mu\epsilon$ (0.14~0.36MPa) のわずかなひずみであってもトランデュースは応答した。エンドミル切削の場合、回転数と刃数により周期的な波形になる。ひずみセンサ内蔵型ホルダはエンドミル切削の断続的で周期的な切削力の波形を検出した。計測した結果はその原理に正確な周期でピーク値が現れている。ひずみセンサ内蔵型ホルダは高い応答性がある。

図 4、5 の波形ともに大小 2 つのピーク値が表れている。アップカットとダウンカットで切削力の波形は異なる。2 つのピーク値の一方は真の切削力であり、もう一方は他の要因によるピーク値である。

切削様式が異なる場合、回転数や切削送り量などの切削条件が同じであっても切削抵抗が異なることが知られている。摩擦の影響などからアップカットの方が高い。両図を比較すると、明らかにアップカットの切削抵抗が大きい。製作したひずみセンサ

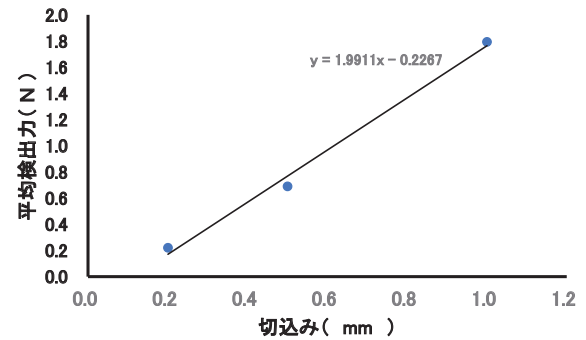


図 6 平均切削力係数(切込み量)

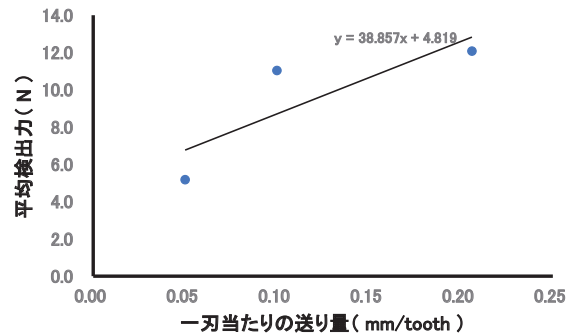


図 7 平均切削力係数(一刃当たりの送り量)

内蔵型ホルダの計測結果は切削理論通りの波形が検出できる。

表 2 にトランデュースの検出結果を示す。回転数 290[1/min]、軸方向切込み量 5 [mm]、送り 120[mm/min]の切削条件で、径方向の切込み量を変えて実験した。切込み量の増加に伴う切削抵抗の変化を理論通りに捉えた。

② 平均切削力係数実験

図 6 に切込み量を変化させたときの切削係数の同定結果を示す。ダウンカットの切削係数を算出した。

回転数 290[1/min]、軸方向切込み量 5[mm]、送り 120[mm/min]の切削条件で、径方向の切込み量を変えて実験し、アルミニウム材 A5052P の切削係数を同定した。検出したひずみを応力に変換し、径方向、軸方向の切込みの積を断面積とし、検出切削力を計算した。平均切削力係数は、 K_{rc} : 1.99、 K_{re} : -0.23 であった。

図 7 に一刀当たりの送り量を変化させた時の切削係数の同定結果を示す。ダウンカットの平均切削力係数を算出した。平均切削力係数は、 $K_{rc} : 38.86$ 、 $K_{re} : 4.82$ であった。

4. 考察

ひずみセンサ内蔵型ホルダの性能を検証した実験結果について考察する。

4.1 ひずみセンサ内蔵型ホルダ

半導体式ひずみセンサを内蔵したホルダで切削抵抗を測定した結果について考察する。

エンドミルは自転しながら切削する。このとき刃先に切削抵抗によってねじれが生じる。このときのひずみをトランジューサで捕捉する必要がある。今回製作したホルダは冷やし嵌めで工具とホルダを結合する必要がある、切削力によるねじれに耐える締め代の決定がポイントであった。

冷やし嵌め部にはシュリンク半径と切削力の積がトルクとして働く。冷やし嵌めの締め代では、シュリンクの内外径である D_o 、 D_i 、ヤング率 E から締め代 δ の冷やし嵌めにより生じる内圧 P を計算する式(9)で計算した後、式(10)でトルク T と摩擦係数 μ 、シュリンク内径接触部面積 A の関係から決定した。

$$P = E \cdot \delta \cdot (D_o^2 - D_i^2) / (2 \cdot D_i \cdot D_o) \dots (9)$$

$$T = \mu \cdot P \cdot A \cdot D_i / 2 \dots \dots \dots (10)$$

トルク T として働く切削力は切削抵抗シミュレーションソフト Production Module で計算した。結果が示す通り締め代不足は発生しなかった。

図 4、図 5 に示した通り 2 つのピーク値が現れた。シュリンク内径をワイヤーカットで高精度に加工したが、穴部の幾何的な問題と、冷やし嵌め時の圧入精度によって発生したと考える。今回剛性を優先して設計した。コレットでチャッキングする構造の採用、冷やし嵌めの方法改善など行っていく必要がある。

4.2 平均切削力係数

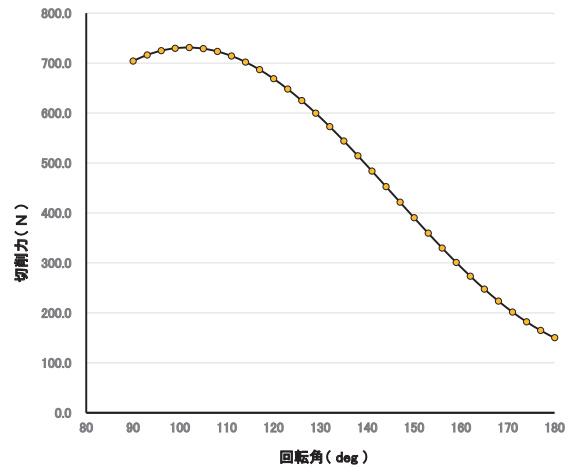


図 8 理論切削力曲線(ダウンカット)

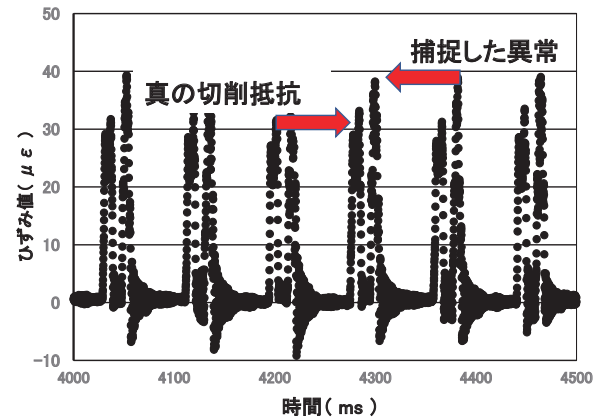


図 9 切削状態監視(ダウンカット)

同定した平均切削力係数について考察する。

今回の実験では、 F_t 、 F_r の平均切削力係数を同定した。工具全体に生じるひずみを検出しているため刃先の切削力は検出できない。

半導体式ひずみセンサは 3 軸の加速度が測定できるセンサが基板に内蔵されている。切削力と同時に測定した加速度は切削条件による計測値の変化が現れている。加速度センサの組み込み方法を検討することで 2 方向以上の力が計測できる可能性があり、刃先の切削力から切削係数が同定できる可能性がある。

今回合成された平均切削力係数を同定した。図 6、図 7 で示した通り、切削条件と切削抵抗の関係を一定の傾向として捉えている。トランジューサは工具に生じたねじれを検出する。その特性から工具接線方向に働く力を計測したと考える。理論的に切削力

を計算するための平均切削力係数の同定は今後の検討事項であるが、切削状態の数値化が可能である。

4.3 切削状態監視

図 8 にダウンカットの理論切削力曲線を示す。理論切削曲線は 1 サイクルの切削力を計算した結果である。図 9 に切削状態監視を示す。

周期的な波形の中に 2 か所のピーク値が現われた。理論上ダウンカットの切削力のピークは波形の先頭に現れ、徐々に切削力が低下していく。アップカットはその逆で、波形の先頭は切削力が小さく、最後に切削力のピークが現れる。従って、計測結果に現れるピークのうち、一方は真の切削抵抗であり、もう一方は他の要因を捉えたものと判断できる。

エンドミル切削中に振動（びびり振動）が発生することがある。回転数、送り、工具長さなどの切削条件のほか切削中の切りくず、工具摩耗などが原因として挙げられる。包絡線処理した波形を基準とし、切削中に得られる波形と比較する事で切削工程の状態監視が可能になると考えられる。

5. まとめ

切削力を計測するトランデューサを設計し、半導体式ひずみセンサを内蔵したホルダで切削実験を行って性能を検証した。その結果をまとめる。

- ①冷やし嵌めホルダは剛性が高く、工具異常も認められなかった。
- ②トランデューサは切削による力の振幅をひずみの変化で捉えた。
- ③トランデューサは切削様式の違いを捉えた。
- ④トランデューサの特性上、工具接線方向に働く力が計測可能である。
- ⑤トランデューサは微小なひずみに反応し、高精度な切削力の変化が捕捉可能である。
- ⑥工具摩耗による振動の発生、摩擦力の上昇など、工程の状態監視が可能である。
- ⑦波形処理により高精度な状態監視が可能である。

IoT 化の一助を目指して研究した。切削理論と適合させながら製作したトランデューサの性能を評価した。刃先の切削力成分からなる理論式の切削係数を同定するまでには至っていないが、その過程の

平均切削力係数同定で切削状態が数値化できる可能性がわかった。

最近 DX 化が進められている。また AI も発展している。生産現場ではリアルタイムに異常を検知し、突発的な故障や工具交換時期の最適化などのニーズが高まっており、切削加工では加工中の加工音の変化を捉えて異常を検知するシステム⁵⁾が研究されている。デジタル技術を生産現場に導入したときの効果、プレス加工を智能化するシステム⁶⁾について解説されており、DX 化の進展が期待される。

今後益々現場情報は数値化される。その段階では理論や原理・原則を理解することで、その数値化された情報を有益なものとする。その理論・原則の理解においても概念的な理解と同時に数値化することが必要である。DX 化の最初の Digitization 段階でも効果は期待できる。

切削力の変動を検知するシステムを開発したが、ホルダの汎用性の向上、データ処理に課題がある。切削理論の主分力、送り分力、背分力との関係が明らかになっていない。ひずみセンサ内蔵ホルダ改良の検討と実験を繰り返しながら技術革新への対応を目指す有益な教育訓練を提供していきたい。

【参考文献】

- 1) 経済産業省：2024 年度ものづくり白書、PP.71-81、2024 年
- 2) 喬橋憲司：切削抵抗と工具経路の解析、東北職業能力開発大学校紀要、第 33 号、pp.47-51、2023 年
- 3) 竹内好美：生産加工ソフトウェアの基礎、日刊工業新聞社、2012 年
- 4) 赤木知洋：切削抵抗予測における比切削抵抗の高速自動推定システムの開発、2014 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集、2014 年
- 5) 石川翔梧：切削加工音による深層学習を用いた異常検知システムの開発、砥粒加工学会誌、68 巻 2 号、pp.82-87、2024 年
- 6) 楊明：塑性加工分野における DX に関する取組、ぷらすとす、6 巻 71 号、pp675-679、2023 年

建具一体型空調扇の開発と性能評価

加藤 渚^{*1}, 三浦 誠^{*2}, 石戸谷 百百子^{*3}, 石戸谷 裕二^{*3}

Development and Performance Evaluation of Door-integrated Air Conditioning Fans

KATO Nagisa^{*1}, MIURA Makoto^{*2}, ISHIDOYA Momoko^{*3}, ISHIDOYA Yuji^{*3}

要約 就寝時熱中症は、高温・高湿度の室内環境により体温調節が阻害されることで発生し、特に冷房機を使用しない寝室でのリスクが高い。本研究では、冷房機を設置していない非冷房室でも熱中症のリスクを低減するため、建具一体型空調扇を室間の間仕切りドアに設置する手法を提案した。夏季および冬季の実験では、空調扇の使用により室温差が緩和され、夏季は就寝時熱中症のリスクを低減し、冬季はヒートショック防止に有効であることが確認された。また、エネルギー効率を維持しながら温度管理が可能であること、騒音レベルが許容範囲内であることを確認した。

1. はじめに

就寝時熱中症は、夜間における室内環境が引き起こす体温調節障害の一種であり、特に外気温や湿度が高い場合に多く発生することが知られている。この状態では、人体が必要な熱放散を行えず、体内での発熱と熱放散のバランスが崩れることで深部体温が上昇する。深部体温の急激な上昇により体内の恒常性が乱れ、熱中症の症状が引き起こされる。深部体温が高くなると、身体が必要な機能を維持できなくなり、最終的には命に関わる危険な状態に至ることもある。このような熱中症は、特に睡眠中に発生しやすく、無意識のうちに体内に過剰な熱が蓄積されることが原因とされている¹⁾。

夜間の熱中症を予防するためには、室内環境の適切な管理が不可欠である。高温・高湿度の環境に長時間さらされると、体温調節機能が追いつかず、熱

中症のリスクが高まる。そのため、温度と湿度を適切に調整し、室内環境を管理することが、熱中症予防の重要な要素となる¹⁾。具体的には、室温は 26℃、相対湿度は 50~60%rh に維持することが推奨されている。

これらの課題を解決するために、本開発では、冷房機が設置されていない非空調室においても就寝時熱中症のリスクを低減する手法として、建具一体型空調扇を室間の間仕切りドアに取り付ける提案を行った。これにより、室間の空気循環を効果的に促進し、建物全体の温度や湿度を均等に保つことが可能となる。結果として、1台の冷房機で快適な室内環境を維持することが可能となる。

また、本開発のアプローチは、夏季に限らず冬季のヒートショックリスクにも対応することを目的としている。冬季には、急激な温度差や室内外の温度差が原因でヒートショックが発生し、高齢者を中心に深刻な健康リスクを引き起こすことが知られている^{2),3)}。特に寒冷地では、急激な温度変化により血圧が大きく変動し、心筋梗塞や脳卒中などのリスクが高まる。これを防ぐために、空調扇は冬季に

*1 山形職業能力開発促進センター 建築 CAD 施工科
Polytechnic Center Yamagata
Department of Architectural CAD Construction

*2 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

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

も温度差の緩和を図り、快適な室内環境を維持することを旨とする。具体的には、居室間の温度差は 3K 以内、脱衣所などの非居室では 5K 以内に抑えることを目標とした。

そこで、試作した建具型空調扇を実験住宅に組み込み、実測を通して室間温度差の緩和効果を検証した。空調扇を活用した室内環境の改善は、エネルギー効率を保ちながら、熱中症やヒートショックのリスクを低減し、健康を守る有効な手段となることが期待される。

2. 建具一体型空調扇

2.1 送風量と室間温度差の検討

建具一体空調扇の性能を検討するために、冬季における暖房室から非暖房室への送風量と室間温度差の関係を(1)、(2)式の二室間モデルにおける熱移動定常計算から予測した。

$$Q_{loss} = U_A \times A(\theta_A - \theta_o) \dots (1)$$

$$G = \frac{Q_{loss} - U_D \times A_D(\theta_B - \theta_A)}{c\rho(\theta_B - \theta_A)} \dots (2)$$

A : 外皮面積[m²]、 A_D : ドア面積[m²]、 c : 空気比熱 1000 [J/(kg・K)]、 G : 必要風量[m³/h]、 Q_{loss} : 熱損失[W]、 θ_A : 非暖房室温度[°C]、 θ_B : 暖房室温度[°C]、 θ_o : 外気温[°C]、 ρ : 空気密度 1.2 [kg/m³]、 U_A : 外皮平均熱貫流率[W/(m²・K)]、 U_D : ドア熱貫流率[W/(m²・K)]、

計算モデルの模式図を図 1 に示す。暖房器具により室温が θ_B 一定に保たれている B 室と、非暖房室 A 室 (2 畳間、H = 2245 mm) の界壁にドアを設け、吸排気する空調扇を設置する簡易モデルとした。(1)、(2)式の境界条件として、外皮平均熱貫流率 $U_A = 0.34$ W/(m²・K)、ドアの平均熱貫流率 $U_D = 4.0$ W/(m²・K)、外皮面積 $A = 17.47$ m²、外気温 $\theta_o = 0$ °C、暖房室温度 $\theta_B = 23$ °C を設定し、非暖房室との室間温度差 $\Delta\theta$ が 1 K から 5 K となるよう非暖房室の温度 θ_A を 1 K ずつ変化させながら ($\theta_A = 22, 21, 20, 19, 18$ °C)、必要風量 G を計算した。

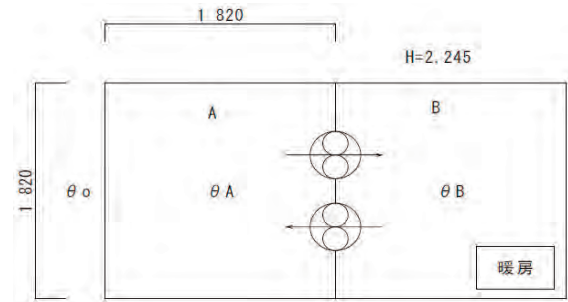


図 1 送風量計算モデル模式図

計算結果を図 2 に示す。室間温度差を緩和するための必要風量が把握できたことから、これらの計算結果を参考に、主たる居室では室間温度差 $\Delta\theta$ が 3 K 以内、脱衣所などの非居室では、5 K 以内となるように建具ファン (静音型 DC ファン) を選定した。

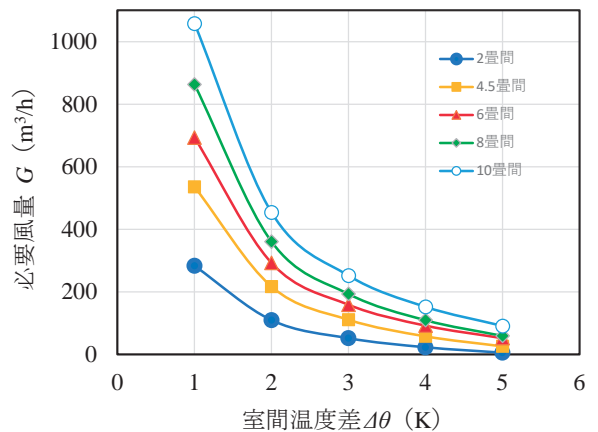


図 2 必要風量算出結果

2.2 建具一体型空調扇の試作

建具一体型空調は、前節の送風量と室間温度差の検討を基に既報の開発^{2)・3)}を参考に、風量 81.6 m³/h の静音型 DC ファン ($\phi 120$) を 6 個使用し、3 個を送気、3 個を還気として、3 組のファンの運転切り替えにより、風量を 3 段階 (強、中、弱) に調整できるように試作した (図 3)。建具一体型空調扇は新築工事以外にもリフォーム工事においても、図 4 の様に室内ドアの上部に固定し使用することが可能である。



図3 建具一体型空調扇ユニット



図4 実験住宅に設置した建具一体型空調扇

3. 実験住宅における測定概要

本開発では、宮城県富谷市(IV地域)に立地する外皮平均熱貫流率 $U_A = 0.28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ の実験住宅の2階を使用し実測を行った。室温温度差及び騒音レベルを測定するにあたり、空間の区分けを図5に示す。子ども部屋を空調室とし、それ以外を非空調室と設定した。

各室温の測定にはT型熱電対を使用した。熱電対は床上より1.2mに設置し、配置図を図6に示す。測定スケジュールを表1、2に示す。表中のファン番号は空調扇に内蔵されている3組のファンの稼働状況であり、風量表示はファンが停止中は「off」、ファンが1組稼働のときは「弱」、2組稼働のときは「中」、3組稼働のときは「強」とした。夏季の空調室のエアコン設定温度は22°C、冬季は25°Cに設定し、連続運転した。また、騒音レベル測定を空調室で行った。

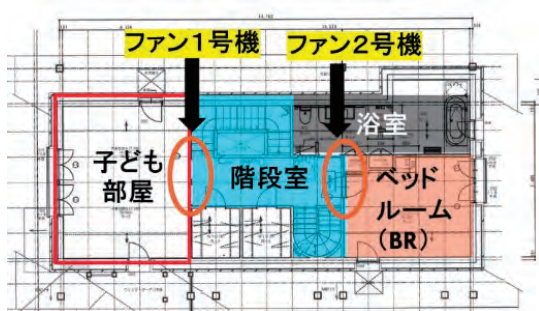
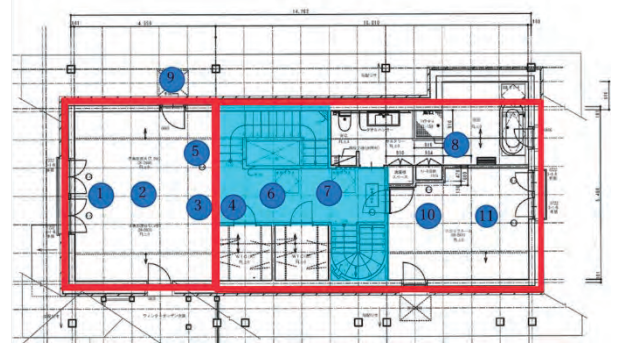


図5 実験住宅2階平面および空調扇設置位置



- 1: 空調室(窓)、窓から 500 mm (H: 1200mm)
- 2: 空調室(中心)、窓から 2400 mm (H: 1200mm)
- 3: 空調室(ファン下)、非空調室から空調室
- 4: 非空調室(ファン上)、空調室から非空調室
- 5: 空調室(エアコン)
- 6: 非空調室(左)、ファンから 1820 mm (H: 1200mm)
- 7: 非空調室(右)、ファンから 3640 mm (H: 1200mm)
- 8: 浴室 (H: 1200mm)
- 9: 外気
- 10: ベッドルーム(左)、(H: 1200mm)
- 11: ベッドルーム(右)、(H: 1200mm)

図6 熱電対配置図(2階)

表1 夏季測定スケジュール

期間名	エアコン	空調扇 1号機						空調扇 2号機			計測開始	計測終了
		ファン番号						ファン番号				
		風量表示	1	2	3	風量表示	1	2	3			
夏季①	on	off	off	off	off	off	off	off	off	7/24	7/29	
夏季②	on	強	on	on	on	off	off	off	off	7/29	8/5	
夏季③	on	強	on	on	on	強	on	on	on	8/5	8/19	
夏季④	on	中	on	on	off	中	on	on	off	8/19	8/26	
夏季⑤	on	弱	on	off	off	弱	on	off	off	8/26	9/2	
夏季⑥	on	強	on	on	on	強	on	on	on	9/2	9/9	

表2 冬季測定スケジュール

期間名	エアコン	空調扇 1号機						空調扇 2号機			計測開始	計測終了
		ファン番号						ファン番号				
		風量表示	1	2	3	風量表示	1	2	3			
冬季①	off	off	off	off	off	off	off	off	off	12/13	12/16	
冬季②	on	off	off	off	off	off	off	off	off	12/16	12/23	
冬季③	on	強	on	on	on	off	off	off	off	12/23	12/27	
冬季④	on	強	on	on	on	強	on	on	on	12/27	1/6	
冬季⑤	on	中	on	on	off	中	on	on	off	1/6	1/14	
冬季⑥	on	弱	on	off	off	弱	on	off	off	1/14	1/20	

4. 測定結果および考察

4.1 夏季測定

図7に夏季における各室温の変動を示す。夏季①～③の空調室の室温は期間中を通して、ほぼ一定に保たれていた。階段室温は外気温の変化につれて変動(温度較差は1.5°C程度)するものの、1号機稼働時の平均室温は24°C程度であった。1号機と2号機を同時に稼働すると階段室温は0.5°C程度上昇するが、これは1号機によって供給される冷熱量によって支配されている可能性が高いと考えられる。ベッドルーム(以下、BR)の室温を見ると2号機の稼働により室温が3°C程度低下しており、最高室温も27°C程

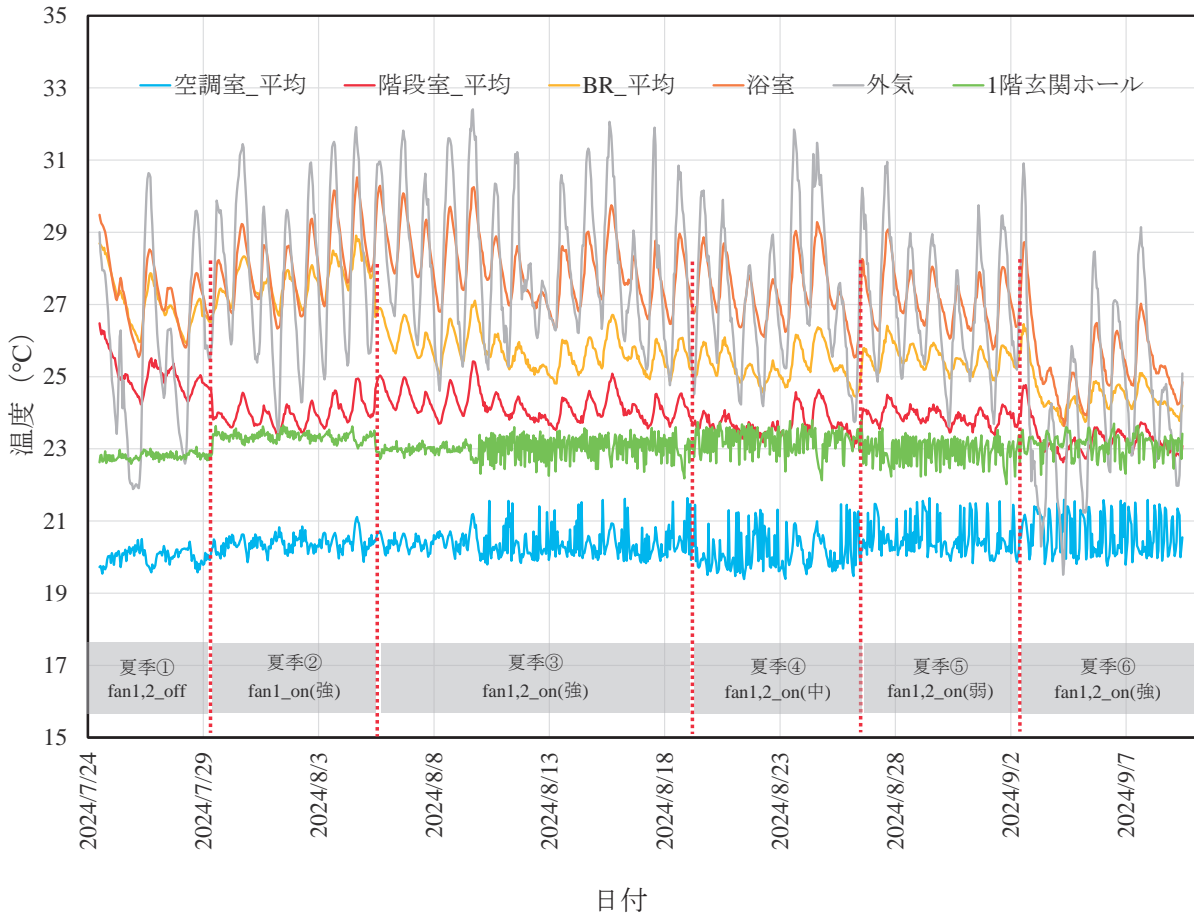


図7 夏季・各室温の変動

度と発汗が生じる温度(28°C)を下回り、就寝時熱中症の抑制が期待できる結果となった。

図8に示すように、夏季①ファン off 時の温度差は4.0~6.0K程度で、外気温度に強く依存している。

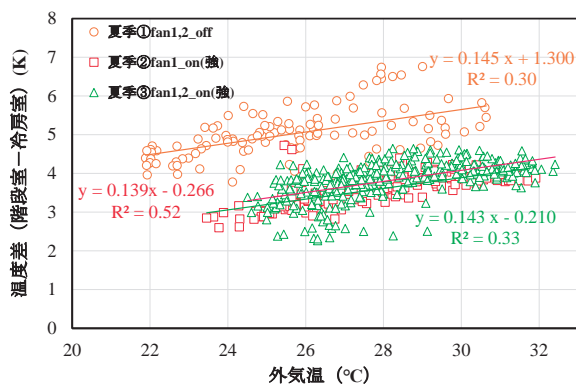


図8 非冷房室と冷房室の温度差

夏季②の1号機を on(強)にすることで、温度差は2K程度抑制された。また、これは許容温度差(3~5 K)を満足する結果となった。夏季③のように1号機と2号機を同時に運転すると温度差は若干拡大する

が、これは1号機によって供給される冷熱量の不足が要因として考えられる。

図9に階段室とBRの温度差と外気温の関係を示す。夏季①でファン off 時は階段室とBRの温度差は1.5~2.5K程度であり、図7の夏季①における室温も併せて参照すると、空調室から冷熱が供給されないため、いずれも暑く、就寝時熱中症のリスクがあるといえる。

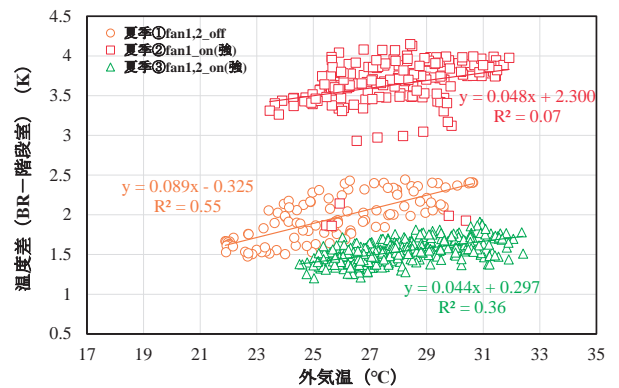


図9 階段室とBRの温度差

1号機を運転することで階段室の室温が低下し、相対的にBRとの温度差は拡大して、3.5~4.0K程度へと拡大した。1号機と2号機を同時に運転すると階段室とBRの温度差は縮小して、2Kを下回る結果となり、空調扇の効果が見て取れる。

図10に浴室温度とBR温度の比較を示す。夏季①~⑥の全期間を通して浴室の扉は閉鎖しているため、非空調室の夏季における環境を再現していると見ることができる。夏季①ファンoff時の両室温度はほぼ同等であり、ファンON時(夏季④、夏季⑤、夏季⑥)に、近似直線の傾きが増加し、非空調室における空調扇の効果を確認することができる。BRは二次空調空間であるものの、2号機の稼働によって室温が2℃程度低下しており、冷房効果が確認できた。

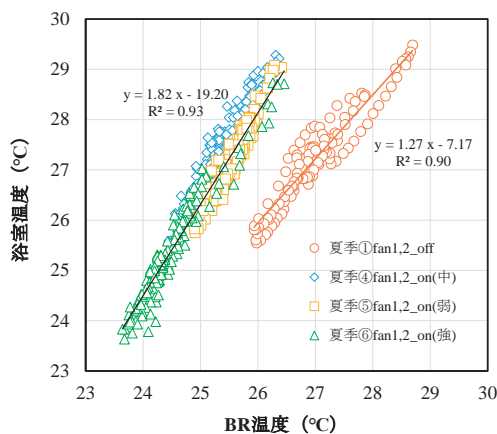


図10 浴室温度とBRの比較

4.2 冬季測定

冬季①~③の測定結果を図11に示す。

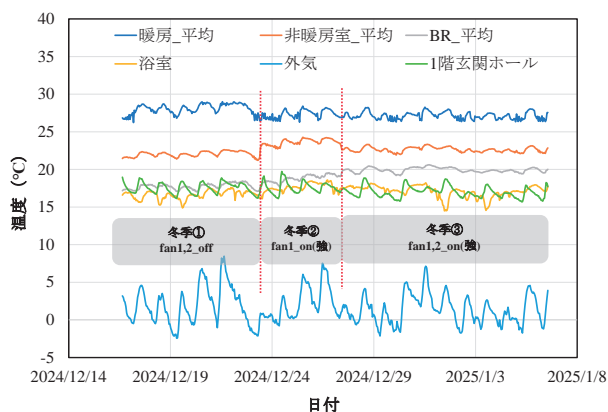


図11 冬季・各室温の変動

暖房室の室温は期間中を通して、ほぼ一定に保たれていた。

冬季①の1号機と2号機を停止した場合と冬季②の1号機のみを稼働した場合については、室間温度差が-4~-5.5K程度あるものの、冬季③の1号機と2号機を稼働した場合には-2.5~-3K程度となり、BRでも20℃程度を保つことが確認できた。これらの結果より室温は18℃以上であり、室間温度差も5K以下となり、ヒートショックの抑制が期待できる結果となった(図12)。

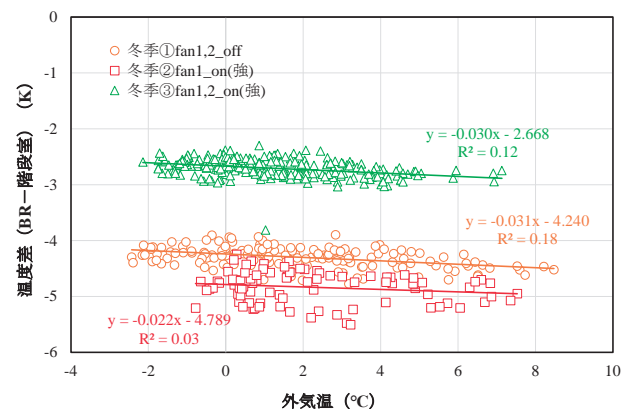


図12 階段室とBRの温度差の関係

暖房室のエアコンの空調扇稼働状況別の消費電力と暖房量を図13に示す。暖房量 Q_H [kW]は(3)式で求めた。消費電力はクランプメータで実効電流値を実測し、空調扇の運転スケジュールごとに平均して求めた。 η_{cop} はエネルギー消費効率であり、使用したエアコンの仕様から通年エネルギー消費効率 $\eta_{cop} = 5.8$ を用いた。

$$Q_H = \eta_{cop} E I_e / 1000 \quad \dots (3)$$

E : 電圧[V]、 η_{cop} : エネルギー消費効率、 I_e : 実効電流[A]、 Q_H : 暖房量[kW]

いずれの期間においても暖房量と消費電力に大きな差異は見られず、1台のエアコンで2階全体が効率的に暖房できていることが確認できた。

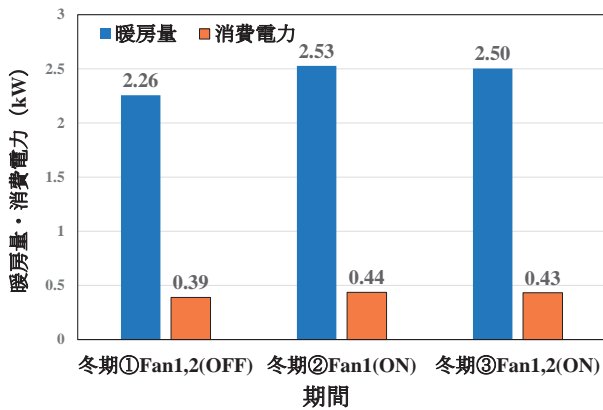


図 13 冬期①～③における平均暖房量と平均消費電力

5. 騒音測定および考察

建具一体型空調扇システムにより快適な室内環境を提供するためには、温度や湿度の管理だけでなく、音環境の管理も重要な要素となる。特に就寝時においては、静穏環境が求められるため、空調扇の騒音レベルが適切であるかを確認する必要がある。

そこで、空調室において、エアコン、空調扇を稼働していない暗騒音および、エアコンのみ稼働した場合、エアコンと空調扇を稼働した場合について、等価騒音レベル(A 特性)および、1 オクターブバンドごとの等価音圧レベルの測定を行い NC 曲線により NC 値の評価を行った⁴⁾。

図 14 にエアコンのみの稼働、エアコンと空調扇を稼働した場合の等価騒音レベル(A特性)を示す。実験棟屋外の交通騒音による暗騒音の変動もあり、測定値に誤差は含まれているものの、エアコンと空調扇を稼働した場合でも 36dB(A)程度の騒音であり、静穏環境を維持できている結果が得られた。

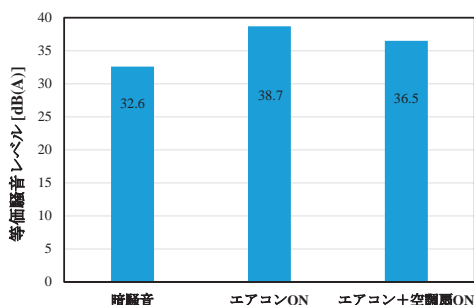


図 14 等価騒音レベル(A特性)の比較

また、図 15 には NC 曲線上にオクターブバンドごとの等価音圧レベルを示した。空調扇を稼働した場合でも NC-31 が得られ、建築物の遮音性能基準

と設計指針における「表示尺度と住宅における生活実感との対応の例」⁴⁾を参照しても内部騒音としては、「小さく聞こえる」程度であり、静穏環境が維持できている結果となった。

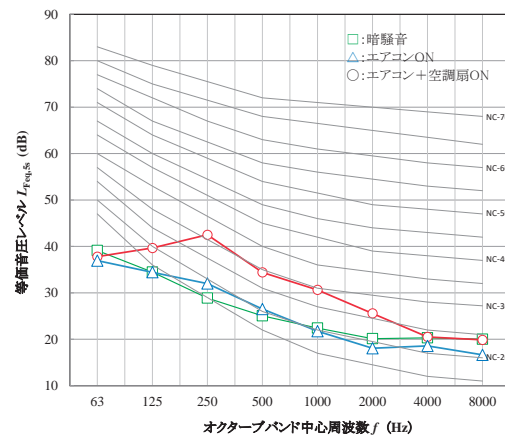


図 15 NC 曲線(1 オクターブバンド)の比較

6. まとめ

建具一体型空調扇を試作し、夏季と冬季に分けて実験住宅で実証を行った結果、室温差が緩和され、就寝時熱中症及びヒートショックの抑制に有効であることが確認できた。

また、空調扇の騒音測定を実施した結果、暗騒音と同程度であり、快適な室内環境を維持できることが確認された。

謝辞

本研究は、株式会社北洲との共同研究による成果です。ここに記して感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) 城戸千晶、久保博子、東実千代、佐々尚美：夏季における寝室温熱環境が高齢者の睡眠に及ぼす影響、日本建築学会環境系論文集、第 87 巻、第 800 号、pp.657-667 (2022)
- 2) 嶋田悠樹：東北地方の気候を考慮したパッシブ・ウェルネス住宅の開発、東北職業能力開発大学校 2022 年度 総合施工・施工管理実習報告、(2023 年 3 月)
- 3) 阿部滉大：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、東北職業能力開発大学校 2023 年度 総合施工・施工管理実習報告書、(2024 年 3 月)
- 4) 日本建築学会：建築物の遮音性能基準、建築物の遮音性能基準と設計指針、日本建築学会編、(1999)

旋盤作業に用いる整頓台の改善

東 祐樹*1

Improvement of an Orderly Table for Lathe Work

HIGASHI Yuki*1

要約 第 23 回東北ポリテックビジョンにおける機械系ものづくり競技会（旋盤作業）において、東北職業能力開発大学校の学生が選手として競技に参加した。競技である以上、指定された作業時間を意識して作業することは当然であるが、実際の仕事においても作業時間の短縮化はコスト削減の命題となっている。現状の作業環境を維持しつつ、効率よく作業ができる環境を整備するかを念頭に、競技会でも活用できる使用工具の整頓台を製作した。今回はその報告を行う。

1. はじめに

東北職業能力開発大学校（以下、当校）生産技術科で使用している旋盤作業用の作業台は市販のものであるが、先達の先生方の努力により改善が施され、図 1 のように「加工作業を行わない場合は、作業台の上に工具等を何も置かない」というスタイルが確立され、清掃が行き届いた普通旋盤と一緒に実習場内に整然と並んでいる。一方、実際に旋盤作業を行う際には、各種測定器、各種バイトなどを作業台上に並べることになるが、スペースが狭く、また切り粉がついたバイトと測定器がスペースを共有することとなり、測定器の損傷や劣化を早めることが懸念される。また、作業の多くは素手によるものであるため、作業特性上、手のひらに油分が付着しているケースが多くある。その為、作業台上に置かれたバイトは掴みづらく、最悪バイト等を床へ落としてしまうことも懸念される。

以上のことを踏まえ、旋盤作業をしない時には作業台上には何も置かず、旋盤作業を行うときには、各種測定器及び各種バイト等を整頓して配置する

ことができる、分解組立可能な整頓台を製作することとした。



図 1 整頓された作業台

2. 設計

2.1 コンセプト

整頓台を設計するにあたり、現状の作業環境の特徴を整理した上で、整頓台の使用環境を想定し、表 1 の内容を満たすものを設計することとした。

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

表1 設計コンセプト

①	容易に組立分解ができること
②	持ち運びを考慮し軽量であること
③	油汚れに耐性があること
④	測定器、バイト類を空間共有させないこと

上記の内容を満たすために、まず素材の検討を行った。油汚れへの耐性があり、軽量で、長期間の使用を見据え腐食しづらいことを踏まえると、最初にアルミニウム合金が考えられた。しかし、すべてをアルミニウム合金で製作すると、表2からわかる通り、整頓台1台当たりの金額が比較的高くなってしまふことが予測できる。そこで、専用作業台の主要部品はシナベニヤを採用し、バイトを保持する場所だけアルミニウム合金を採用することとした。

表2 素材の価格比較

A5052 S板 (H34) サイズ：1×1000×2000	7,400 円
シナベニヤ T2 準両面 サイズ：5.5×910×1920	2,900 円

2.2 整理する器具類

整頓台に収納する各種測定器、バイト類は表3の通りである。なお、内径バイト（荒削り用・仕上削り用）については、旋盤加工における作業性の向上の為に先達の先生方により、整備しているすべてのシャンクが短く切断されている。

表3 器具類一覧

【測定器】	
スケール：150mm	1本
M形ノギス：150mm	1丁
外側マイクロメータ：0-25mm	1個
外側マイクロメータ：25-50mm	1個
外側マイクロメータ：50-75mm	1個
シリンダゲージ	1本
シリンダゲージ（浅穴用）	1本
マグネットベース	1個
【器具類】	
外径バイト（荒削り用）	1本

外径バイト（仕上削り用）	1本
面取りバイト（外径用）	1本
ヘールバイト（ねじ切り用）	1本
溝入れバイト	1本
突切りバイト	1本
内径バイト（荒削り用）	1本
内径バイト（仕上削り用）	1本
面取りバイト（内径用）	1本
チップ交換用工具	3本
刃物台ハンドル	1本

2.3 整頓台の構造

図2に製作した整頓台を示す。まず各種測定器と各種バイト類の空間を共有させないために、上段に測定器、中段、下段に各種バイト類を配置することとした。作業の特性上、切りくずや油汚れは中段から下段に集中することが予測できるため、清潔を保ちたい測定器類は上段とした。また、各種バイトの方が測定器よりも重量が重いため、整頓台の重心位置を下げるねらいもある。当然ではあるが、測定器類の落下リスクも無視できない。しかし、それは整頓台に限った話ではない為、測定器を上段に配置することを許容した。



図2 専用整頓台

旋盤作業の特性上、整頓台の姿勢が不安定であると、整頓台が倒れてしまい、作業者への被災及び測定器及び器具類すべてが損傷するリスクがある。そのため、背面に2枚重ねのシナベニヤを配置することで、安定性を高めている。また各種競技会等で

の使用を踏まえ、図3のように背面の板には当校の名前を示している。



図3 専用整頓台の背面

バイトを置く為の部品は、アルミニウム合金をコの字に曲げ、側面のシナベニヤにはめ込む形を採用した。これにより組立工具が必要なく、スムーズに組み立てることができる。バイトを置くためのアルミニウム合金は、バイトの形状及び敷板の厚み、バイトの取り易さ戻し易さを考慮し、45度傾けた90度の溝を加工している。バイト同士の間隔は図4のように、指が無理なく入る程度に設定した。基準は私自身の指のサイズである。使用しているバイトのシャンクは主に□20及び□25である。



図4 バイト同士の間隔

また、さらにバイトの姿勢を安定させるため、シナベニヤに同様の溝を加工した支えを図5のように手前側に取り付けている。これによりバイトの安定性が格段に向上した。シナベニヤを採用した理由は、安定性の為に部品として厚みが必要であると考えたためである。アルミニウム合金で製

作すると、重量の増加や機械加工が容易にできなくなることを考慮した為である。

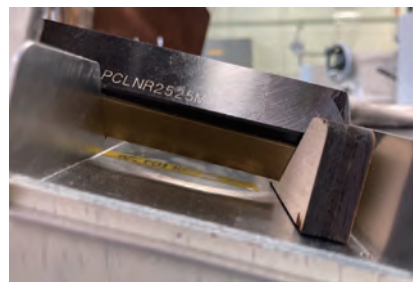


図5 シナベニヤによる支え

当校では、生産技術科1年生で行う機械加工実習で初めて旋盤作業を行うことになる。この際によく起こる問題がある。それはバイトの形状がよく似ているため、どのバイトが何に使用するかを区別できないことである。その対策として、バイトの定位置化も含め、コの字の部品には図6のように、ラベルシールを貼りバイトの配置を決めている。これによりバイトを定位置に整理できだけでなく、使用者にとっても、今使用しているバイトが何に使用するバイトなのかが区別でき、習得度合の向上が見込まれる。

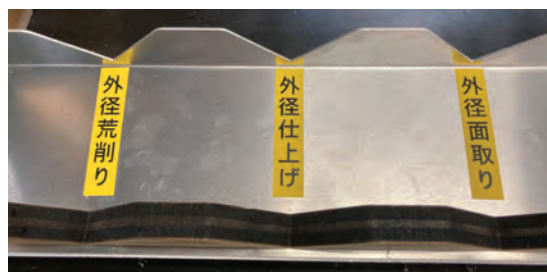


図6 ラベルシールによる定位置化

2.4 収納サイズ

旋盤作業が終わった際には、整頓台を片付ける必要があるため、なるべくコンパクトになるように形状、組立方法等を検討した。組立時と収納時のサイズは表4の通りである。

表4 サイズ比較 単位:mm

組立時	幅 580×奥行 290×高さ 390
収納時	幅 530×奥行 340×高さ 55

単純に上表における体積比で考えると、約 85% サイズを削減できたことになる。また、すべてレーザー加工機で加工していること、部品同士のはめ合わせに余裕を持たせていることにより、組立時にどの部品を選んだとしても、同じように組立てることができる。収納時の写真を図 7 に示す。

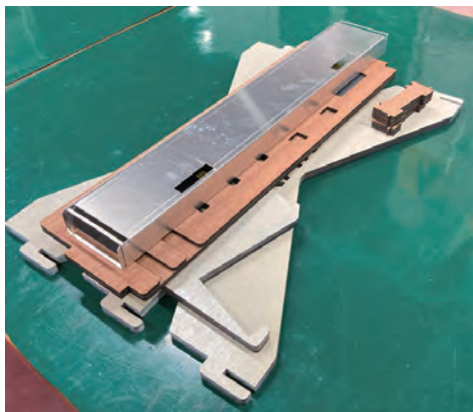


図 7 専用整頓台の収納状態

3. 加工・組立時の注意点

3.1 シナベニヤの接合

主要部品にシナベニヤの厚み 5.5mm のものを使用しているが、場所によって厚みを持たせるために、2枚重ねている部品がある。その際に木工用ボンドにて接着を行ったが、板を挟み込む力が弱く、想定よりも厚みが大きくなってしまい、組み立てられないケースがあった。また木工用ボンドであるため、位置決めが難しく、2枚の板の姿勢がずれてしまい傾いた状態で接合されることもあった。これについては、両面テープを併用すること、L型クランプを多く使用することで解決した。

3.2 シナベニヤへのラッカー塗布

組み立て時にシナベニヤの表裏の区別することと外観上のデザインの視点から、シナベニヤの表面に白色のラッカースプレーを塗布した。シナベニヤの断面をよく見ると空隙が多く見られる。そのためラッカースプレーをかけても、塗布した液がシナベニヤ内に染み込んでしまい、うまく塗布できなかった。今回は重ね塗りを3～4回繰り返したが、ラッカースプレーの無駄遣いであるため、別の塗布方法を検討する必要がある。

4. 実際の使用を踏まえて

第 23 回東北ポリテックビジョンで開催された機械系ものづくり競技会（旋盤作業）において、当校から出場した 2 名の選手が製作した整頓台を使用した。実際の使用を通して改善案などを検討した。改善案の内容を表 5、使用時の様子を図 8 に示す。

表 5 改善要素

【改善要素】	
①	デジタルノギスのスライダ部分のサイズ（特に厚み）が変わると同じ場所に置けない
②	ニッパやワイヤブラシ、銅ハンマを置く場所が欲しい
③	刃物台ハンドルの姿勢が安定しない
④	身長が低いと特にマグネットベースを戻すのが一手間になる



図 8 競技会での作業状況

5. おわりに

今回製作した整頓台は、使用者の感想から、効率よく旋盤作業を行うことができたといえる。これにより、加工作業で使用している測定器の長寿命化や、作業者自身の習得度合の向上をはじめ、自作した整頓台による作業性向上の有用性に作業者が気づきを得ることができれば、就職先等の作業環境改善に一石を投じることができる。依然として改良点はあるが、少しずつ改良を重ね、よりよい整頓台の製作を目指していく。

サンドブラスト装置の製作

橋本 真寿*¹

Fabrication of Sandblasting Equipment

HASHIMOTO Masatoshi*¹

要約 サンドブラストとは、研磨材の粉を吹き付けることで表面を加工する工業技術である。そのサンドブラストを使用し、ガラスのコップに模様をつける「ものづくり体験教室」が好評を得ている。しかし、体験教室対象者の子供たちに使いやすい装置ではない。気軽にものづくり体験ができるように、既存の製品に対し変更を加えながら総合制作実習に取り組んだ内容を報告する。

1. はじめに

「ものづくりへの関心や興味が薄れている」と言われて久しい。地域学研究や教育学科論文などからも、ここ 20 年ほどで生活に関する動作や、道具の使用に関する動作を経験したことがない児童が増えていると指摘されている¹⁾。

道具を使用する経験と技能の伝達が不足しており、道具は学校の授業でしか使用したことのない児童が増加傾向にある。手を動かし、ものづくりを経験したことのない子供は、ものづくりへの興味・関心が低下していく¹⁾と考えられている。このままでは最終的に「ものづくり」と言われる理系分野への興味・関心が薄れ、携わる人が減少することにつながりかねない危機感を、私は感じている。

そこで、比較的安全で子供たちが取り組みやすく、形に残るもの・日常でも使用できるものを作ってもらうことで、ものづくりへの興味・関心を持ってもらおうと考えた。取り組みやすく、形に残るものとしてサンドブラストで模様をつけるコップを作成する体験教室であれば、「ものづくり」のハードルを低

く設定することができる。そのため、総合制作実習の一環として、サンドブラストやその装置について学生と共に装置製作と検証を行った。

2. 市販装置の検証

サンドブラスト装置はお手軽な工作用のものが販売されていたが、現在は廃版になってしまい手に入らない。そのため、図 1 のような入手しやすい装置を参考にして、子供たち向けにサイズ変更などを行ったものを製作し、実際にサンドブラストを体験してもらおうと考えた。



図1 市販のサンドブラスト装置

*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

2.1 市販品の使用感

図2のように市販品(アネスト岩田 CHB-600B)を使用した際に、感じたこととして「大人は問題なく使用できる」という点である。しかし、子供が使用することを考慮すると、手袋などのサイズが全体的に大きく感じられる。

人間生活工学研究センターの統計データによれば、小学生の子供の手のサイズの平均は13~15cm、手の幅は6~7cmとされている。大人は子供の数値に対し、プラス3~4cm程度の大きさが平均とされている²⁾。そのため、子供がサンドブラスト装置の手袋をはめて、ブラストガンを持ち、コップに対して吹き付ける作業は困難になることは容易に想像できる。(図3)

装置上部の窓から覗き込んで作業するときも、手袋の長さ、手袋の穴位置、窓の角度、ブラストガンの形状が子供にとって作業を妨げる要因になる。



図2 作業風景(外観)



図3 作業風景(内観)

2.2 市販からの変更点

子供たちが気軽・安全に作業できることを考慮すれば、手袋の大きさはもちろん、全体のサイズ・形状に変更を加える必要がある。

学生と共に話し合いを進め、子供たちが安定した作業ができるためにどうすればよいか、意見を出し合った結果を以下にまとめた。

- ① 安定してコップを持つために、フットペダルによって圧縮空気を出す。
- ② ブラストガンを固定する。
- ③ 市販品より軽量化・小型化する。
- ④ 作業中、蓋以外の別方向からも装置内が見えるようにする。

3. 試作

製作するにあたり、変更点として全体の小型化が挙げられた。そのため本体のキャビネットから自作を進めた。

図4はキャビネットを試作したものである。材料は厚さ1mmのアルミ板とし、レーザー加工機で切断した。前面にある2カ所の穴が開いた板の縦寸法を200mmとした。これは市販品の約半分の大きさである。手前側が小さくなることで角度が付き、それによって蓋の覗き穴が視線に対し自然な位置に来るように調整を行った。

しかし、キャビネット作成にあたり、曲げ加工による穴位置のずれや、板と板の隙間によって組み立てられなくなってしまった。試作を基に部品の見直しを行い、再度レーザー加工を行った。

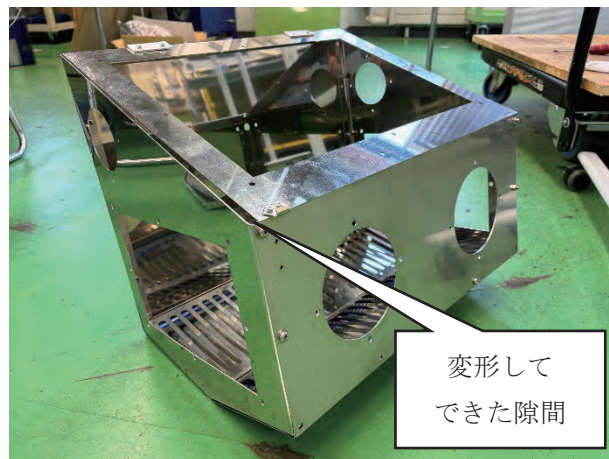


図4 試作したキャビネット

4. 製作

4.1 キャビネット

試作により、キャビネット製作の際の問題が明確になった。問題点は以下2点にまとめた。

- ① 分割による穴の位置ずれ
- ② 曲げ加工の具合による隙間の発生

箱の形状であるため、単純に6枚の板を貼り合わせて形状を作成しようとした。このやり方では接合箇所や曲げ加工が必要な箇所が増えてしまい、結果として歪んだ箱が出来てしまった。

キャビネットは箱内の研磨材を漏らさないことが必須条件であるため、隙間や歪みはできる限り除く必要がある。

部品点数及び追加加工が必要な箇所を減らし、研磨材漏れ対策のために隙間テープを使用した。

(図5) (図6)

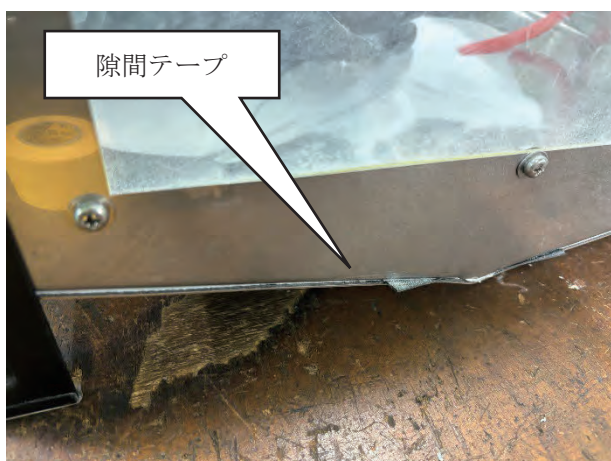


図5 接合部の漏れ対策

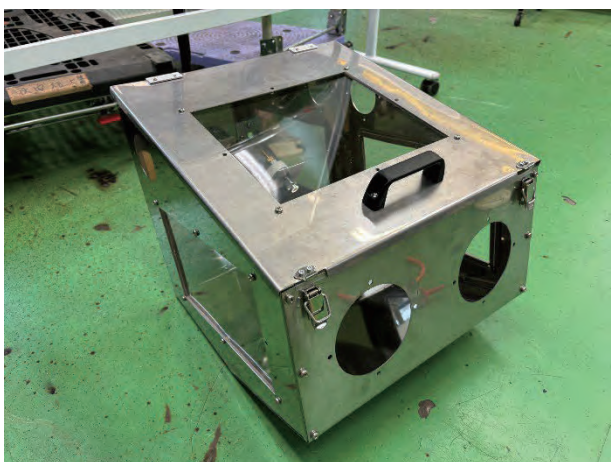


図6 作成したキャビネット

4.2 ブラストガン

市販品では、ブラストガンは右手で使用するものとして搭載されている。手を傷つけないための分厚いゴム手袋をはめた状態でブラストガンを握り、圧縮空気を出すトリガー部分を押しなければならない。その手袋も大人用の大きな手袋になっており、子供が使用するのは難しい。

そのため、手でブラストガン进行操作すること自体をやめることにした。ブラストガンは固定し、自由になった両手でコップを支えることで、研磨材を当てることに集中できるようにした。(図7)

従来のガンタイプの形状のものから、筒状の形状のものに変更した。これにより、筒を支える治具を製作すれば、キャビネット内部に取り付けることができる。

また、今回のブラストガンは、ガン内部を圧縮空気が高速で通るとき、負圧を発生させて研磨材を吸い上げる仕組みである。柔軟なホースをキャビネット底部まで這わせることで、研磨材を連続で吸い上げるようにした。

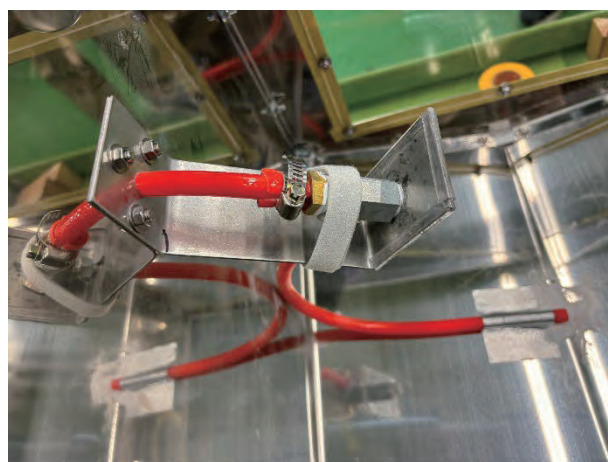


図7 固定したブラストガンとホース

4.3 フットペダル

研磨材を吹き付けるためには、圧縮空気を放出しなければならない。しかし、ブラストガンの形状変更により、トリガー部分を排除してしまった。そこで、フットペダルを使用して圧縮空気をブラストガンに供給する形にした。

フットペダルはエスコ製のEA141AR-1を使用した。小型で軽量のため、ホースのねじれや足に当た

ることで簡単に転倒してしまう。転倒しないようにフットペダルを土台に固定し、土台裏に滑り止めのゴム足を装着した。(図8)

これによりフットペダルは転倒せず、ホースをつなぐだけで、踏んだ時にのみ圧縮空気をブラストガンに送ることができるようになった。



図8 土台に固定したフットペダル

5. 試運転と意見

研磨材用のフィルター、手袋用のリング、覗き窓の役目を果たすアクリル板をそれぞれ装着し、組み立てたものを図9に示す。

研磨材は、実際のサンドブラスト工房³⁾で使用されている粒度 120 番のホワイトアルミナを使用した。

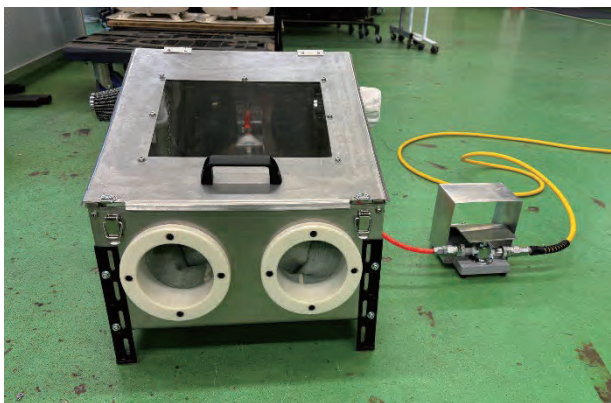


図9 組み立て後のサンドブラスト装置

この装置を使用し、実際にブラスト処理を行ったところ、様々な意見が寄せられた。

① 両手でコップを固定できるので、安定して作業ができる。

- ② 作業するとき座ってペダルを踏むだけなので楽に作業ができる。
- ③ 連続で使用していると研磨材を吸わなくなった。研磨材をホースの先端に集めなおす必要がある。
- ④ 初めのころは問題なかったが、使用しているとアクリル板が曇ってしまい、内部が全然見えない。

6. おわりに

子供たちが使用しやすい形状のサンドブラスト装置を製作することができた。しかし、良い結果だけでなく、改善すべきところも見つけることができた。

頂いた意見の③「研磨材を吸わなくなった」件については、キャビネット底面の角度が原因である。研磨材がキャビネット内部で循環するように製作したが、角度が浅いため、ホース先端部分に集まりにくかった。研磨材が再度集まりやすい角度にする必要があることが分かった。

④の意見の「アクリル板の曇り」は、研磨材が当たってしまうことで発生する。表面に傷がついてしまうと修正が難しい。そのため、アクリル板に研磨材が当たらないように整流板を設けるか、曇っても簡単に交換できるような透明なフィルムを張り付けて対策する必要があることが分かった。

学生と話し合いを行いながら製作を進め、問題を解決していく経験を積むことができた。今後も製作や改善に取り組んでいきたい。

[参考文献]

- 1) 清水美成子、土井康作：小学生下学年のものづくりがすきな児童の特徴、鳥取大学地域学論集、pp.1-17 (2015)
- 2) 人間生活工学研究センター：HQL データベースサイト、<https://www.hql.jp/database/cat/size/size1992>、2025年3月17日 確認
- 3) サンドブラスト工房り・あーと：アートブラスト全アイテムリスト、<http://www.ruriart.com/index.html>、2025年3月17日 確認

切屑掃除用機器の製作

－指導の進め方及びポイント－

大平 智之*1

Fabrication of Cleaning Equipment for Chips - Approaches and Key Point in Supervision of Graduation Project -

ODAIRA Tomoyuki*1

要約 令和 5 年度に取り組んだ総合制作実習の内容と進め方について報告する。既存製品では切削時に発生する切屑を掃除する際に工作機械の下や角部付近に入り込んだ切屑を取ることができないため、それらを解決するための掃除機器を開発した。その機器の紹介および総合制作実習を進める上で筆者が意識したポイントや気づきについて報告を行う。

1. はじめに

本稿では、総合制作実習として取り組んだ活動記録を報告する。前段として、今回報告をする総合制作実習のテーマは、筆者が初めて専門課程の生産技術科に配属され実施した内容である。

まず、初めて大学校や短期大学校に赴任した指導員は、職業能力開発総合大学校で行われる専門課程担当者事前研修を 4 日間受講する。この研修のスケジュールとしては、学卒者訓練の指導方法や周辺業務について体系的に学ぶ内容が 2 日間、総合制作実習の内容や進め方について学ぶ内容が 2 日間となっていて、専門課程における総合制作実習はとても重要な位置づけの科目であることがわかる。また、総合制作実習の目的として、「総合的な要素が含まれる課題について計画し、設計から製作までの一連のプロセスを通して、モノづくりについての総合的な技術を習得すること」であると述べていた。

そこで今回は、研修を受講し、実際に総合制作実習の目的に沿った実習が行えるように取り組んだ内容について報告する。加えて、活動を通してさまざまな経験をしたため、内容に合わせてそれらについても報告する。

2. 総合制作実習の進め方

2.1 テーマの設定

総合制作実習のテーマ設定におけるポイントはさまざまあるが、今回は①所属科の基礎学科・実技および専門学科・実技の内容を含んでいること②総合制作実習のカリキュラムにおける細目に沿って行えるもの③学生に課題の目的・用途を十分に認識させることができること④学生が主体的に企画や設計、製作を行えることの 4 つを意識してテーマを設定した。その中で特に、学生が主体的に進めるためには、指導員がすべてを決めるのではなく、あくまで学生自身が課題や目的を設定することで今後の活動を効率的かつ効果的に進める

*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

ことができる。¹⁾²⁾しかし、単に学生にそのままテーマを考えさせると具体的なイメージがつかめず、設定に時間を要することが懸念されるため、指導員が取り組むテーマを設定し、より細かい課題や目的などは学生に決めさせるように進めた。

テーマを実習場の切屑を掃除する機器に設定し、問題点がないかこちらから学生に投げかけた。選んだ理由としては、学生自身が実際に機械加工実習などの科目で、掃除機器を使用していたため、課題や目的を考える際に具体的なイメージを持って進められるのではないかと考えたためである。

2.2 目的の設定

次に取り組む目的を明確にするため、学生に筆者が自作した目的設定シートを配布した。図1にその内容を示す。図1は、はじめに問題点についてインターネットを用いた既存製品の調査や実際に使用した結果から気づいたことをまとめる内容となっている。次に問題点からどういったことを改善するのか課題や目的を定め、これを達成するための仕様や手段を記載する内容となっている。問題点と目的に関しては、より具体的に書かせる

総合制作実習、
切屑掃除用機器の製作。

氏名、

問題点、

・既存製品を調べた中でどこが問題なのか具体的に記載する(おおざっぱだと目的が記載しづらい)。

目的、

・上記の問題点からどういったところを改善できるようにするのか。

仕様、

・目的を達成するためにどういう仕様を取り入れるのか(握りやすいなど)。

案、

・実現可能か不可能かは考えなくてよい。
・質より量が大切。

図1 目的設定シート

内容となっている。学生が活動を進めていく上で、取り組む目的をより明確にすることで進むべき方向を見失うことがなく進められると考えたからである。また、仕様や案に関しては検討しながら進めていくため、大まかな内容で良いこととした。

以上の流れから図1を学生に配布し、作成した結果、問題点については、工作機械の下には隙間があり金属加工を行っている際、多くの切屑がその隙間に入ってしまう点、工作機械の近くにある切屑も取りづらくなっている点が学生から挙がった。そのため、旋盤やフライス盤の下の隙間にある切屑や機械の角部付近にある細かい切屑を取れることを目的とし、切屑掃除用機器の製作を行った。製作を行った際の実際のスケジュールについて表1に示す。

表1 実際の製作スケジュール

月	作業内容
4	課題設定、問題点の洗い出し、目的の検討・設定
5	解決案の検討、仕様設計
6	仕様設計、モデルの設計
7	モデルの設計
8	部品発注、モデルの設計
9~11	モデルの設計
12	試作機の部品加工、組立、評価
1	本製品の設計、加工、組立
2~3	発表資料作成、発表

3. 切屑掃除用機器の製作

3.1 切屑掃除用機器の仕様

切屑掃除用機器の仕様を決めるにあたり旋盤、フライス盤について下の隙間の寸法を調査した。その結果、旋盤の下の隙間が25mm、フライス盤の下の隙間が30mmあることが分かった。これらの点を考慮し、製作物の厚さと棒の太さを20mm以下とすることにした。

構造については、ワイヤー、磁石、ばねを用いて切屑を回収することにした。具体的な手順については、図2に示す3つのステップで切屑を回収する。

また既存製品の多くは、切屑を機器の下面で回収しているが、今回は本体非常に薄くする必要が

あり下面で切屑を回収することが難しいため、今回製作する製作物では、切屑を前面で回収する構造とし、磁石と切屑を離すためのストローク量を十分に確保することで切屑が回収できると考えた。

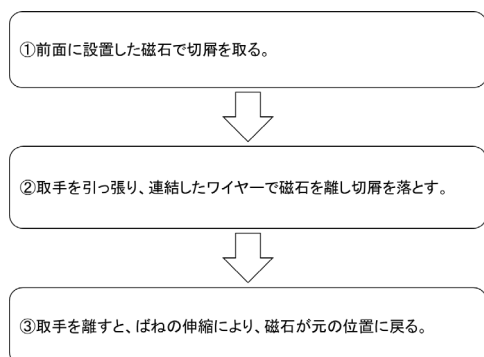


図 2 切屑の回収手順

材質については、磁石を用いて切屑の回収を行うため、ステンレスの厚さ 1mm の板材を筐体とし、3D プリンターで出力した樹脂素材の部品と組み合わせたものとした。最終的に製作した切屑掃除用機器の全体図について図 3 に示す。



図 3 全体図

3.2 試作機の製作と検討

当初、試作機は設定した目的を達成できる機構を取り入れてから製作に取り掛かる予定であった。試作機を製作する理由としては、機構がうまく動くか確認をすることや材質の違うもののはめ合わせの確認をすること、部材が非常に薄いため、強度を測ることを目的としていたからである。しかし、モデルの設計に半年かかってしまい設計で問

題箇所があったが試作機の製作に取り掛かった。この原因としては、学生がまだ習得していないソフトウェアを使用して作業を行っていたことや 3 次元的なイメージが持てず、構想からモデルや図面に落とし込む際に、時間を要してしまい設定した目的の一部を断念し試作機の製作を行った。

完成した試作機は切屑を回収ができなかった。問題点として挙げたのは、以下の 4 つである。

- ・切屑を回収する機構が部品の干渉によってうまく作動しない
- ・部材の干渉による接触部の摩耗が激しい
- ・強度不足による部品の破損があった
- ・切屑が下面にもついてしまう

そこで、試作機の問題点から改善点を検討し、最終的な製作物の構造の決定および製作を行った。

一方、今までは学生に対し設計上のモデルで問題点を指導していたため、修正箇所がうまく伝わらず、改善に時間を要していた。しかし、試作機を製作し、学生自らが実際に使ってみるとより具体的に構造や動きのイメージすることができ、最終的なモデルや図面を作成するスピードが格段に上昇した。上記より試作機の製作は学生の作業スピードの向上に対して非常に有効であることが分かった。

3.3 切屑掃除用機器の構造および機構

3.3.1 筐体および側面部品の構造および機構

筐体部品については、ステンレス 1mm の板材をレーザー加工機で切り出し、プレスブレーキを用いてコの字型に製作した。天板については組立や調整を行うため、別部品として製作した。

側面部品については、3D プリンターの出力範囲限界のため 2 つに分割し製作した。一方、試作機では、側面部品に強度不足による破損が見られた。その理由は、全体を薄くするため、筐体を支える部分の厚みを十分に確保できなかったからである。そこで、固定用のねじ穴の位置を変更し、新たに補強部を付け加えた。図 4 に側面部品を示す。

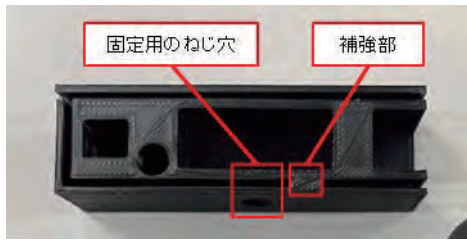


図 4 側面部品

3.3.2 切屑回収に関わる構造および機構

試作機では、磁石がついたプレートをそのままワイヤーで引っ張る構造にしていたが、戻り際にプレートが斜めになってしまい、元の位置に戻らなかった。そのため、L字のガイドを新たに加えることで戻り際にスムーズに元の位置に戻る構造となるよう変更した。またもう一つの問題点として、下側にも磁力が発生してしまい、切屑が前面だけでなく下面にも付着してしまうことが試作機で分かった。原因としては、筐体の下面と床には 5mm 程度の隙間を設けていたが、下側にかかる磁力を完全に除去しきれなかったからである。そこで、磁石に対し、磁力を発生させたくない方向に板厚 3mm の金属板を取り付け、金属板内に磁力を閉じ込め、筐体の下側にかかる磁力を低下させるようにした。さらに下面に厚さ 3mm のゴムシートを取り付けることでより磁石との距離を確保する構造に変更した。

また、ばねのストローク量の調整については、確実に切屑が落ちる位置まで磁石を後退させる必要があり、凸形状の部品の高さを調整することで、切屑を確実に落とせるストローク量を確保した。

以上組み立てた本体の内部構造について、図 5 に示す。

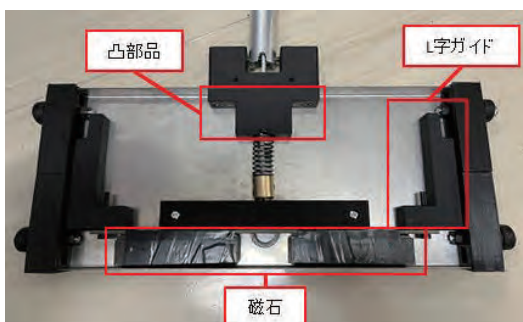


図 5 本体の内部構造

3.4 切屑掃除用機器の評価

完成した切屑掃除用機器を実際の実習場で使用し、評価を行った。評価方法に関しては、旋盤とフライス盤の下の隙間や機械の角部付近に切屑を撒き、既存製品と完成した切屑掃除用機器を使用し、切屑がとれるか確認した。既存製品と比較した様子を図 6 に示す。その結果、図 6 で示すように目的である下の隙間に入り切屑を回収することができた。しかし、この評価方法は定性的な評価のため、定量的な評価について別途実施する必要がある。



図 6 既存製品と比較した様子

4. おわりに

今回の総合制作実習では、下の隙間にある切屑や機械の角部の近くにある切屑を簡単に取れる切屑掃除用機器を製作するという目的は、さまざまな形状の部品を製作し、改善を重ねて、完成することができた。また、学生自らに考えさせた上で目的を設定したため、総合制作実習を進めていく中で趣旨から大きくずれることがなく、学生が主体的に取り組むことができた。また、当初の予定より早めて、試作機の製作を行ったことについては、学生の作業スピードの向上につながり、無事に期間内に完成させることができた。今後もさまざまな特性を持つ学生に対して総合的な技術を身に付けてもらえるように尽力していきたい。

【参考文献】

- 1) 橋本真寿：アカデミックスキル、東北職業能力開発大学校紀要、第 31 号、pp.63-66、2021 年 6 月
- 2) 下畑 守央：総合制作実習の進行に係る取り組み-学生が主体的に行動するための一考-、東北職業能力開発大学校紀要、第 33 号、pp.61-64、2023 年 6 月

安全管理を重視した機械装置の設計及び構築

松家 央征*¹

Design and Construction of Machinery with a Focus on Safety Management

MATSUYA Chikayuki*¹

要約 比較的输出が大きく複雑な構成をしている機械装置を扱う上で、安全を担保する取り組みの重要性が増してきている。産業の分野において様々な役割を担うことが増えてきている産業用ロボットも例外ではない。このため、次年度以降の東北能開大でも、産業用ロボットの取り扱いや安全確保の手法に関して、実機の取り扱いを通して学習できる受講生の人数を大幅に増やすことを計画している。この流れに対応するための実習装置として、国際規格で明記されている安全度水準を意識した装置の開発を行った。本項では、その取り組み等について記載する。

1. はじめに

近年の東北能開大は、産業用ロボットに関連した訓練を通して、機能及び制御が複雑かつ高度化した機械装置を安全に扱える技術者の育成を目的とした訓練を実施しており、これらに関係した分野を志す修了生が増してきている状況にある。但し、来年度からはカリキュラム変更により、これまでは5~6名を対象に半年間で行っていた訓練を、20名を対象に3か月間で実施することになった。このため、今後も「学生が実機に触れられる機会」をしっかりと提供できる環境作りが喫緊の課題となっている。

よって、私たちは独自で訓練に活用できる実習機を製作することによって、この課題に対応することにした。本項では、その内容について報告する。

2. 本実習機に組み込んだ機能など

本実習機は、労働安全衛生規則第 36 条の第 31 号及び第 32 号で定義された安全衛生特別教育規定

(教示・検査の業務) を修了した者が扱う機器となるため、これらの特別教育で示された安全規格を意識した装置とする必要があった。よって、以下の項目を意識しながら、レベル 3 以上の SIL (安全度水準) を満たせるように、本実習機の製作に取り組んだ。

- ・制御用回路と動力用回路の明確な区分
- ・確実な停止を意識した安全回路の構築
- ・動作手順の順守を促す工夫の追加
- ・演算装置同士の常時交信による誤動作防止
- ・一箇所へのエラー情報の取り寄せ

3. 本実習機の大きさ・構成

本実習機を設置するために 4600×5000 mm と 1000×3000 mm の長方形を連結したスペースを確保することができた。また、本実習機には、安全回路による高精度な緊急停止の実現や、各種センサや二重化通信活用による装置の稼働情報取得とその対処、動作手順書・エラーコード一覧等の適切な配置によるメンテナンス性向上な

*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

どの要素を組み込む必要があると考えた。この結果、得られた本実習機の構想を図1に、これらの機器の配置案を図2に、最終的な装置の外観を図3にそれぞれ示す。

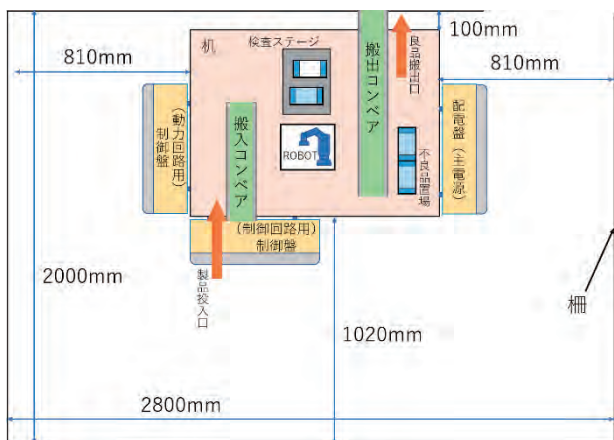


図1 本実習機の構想

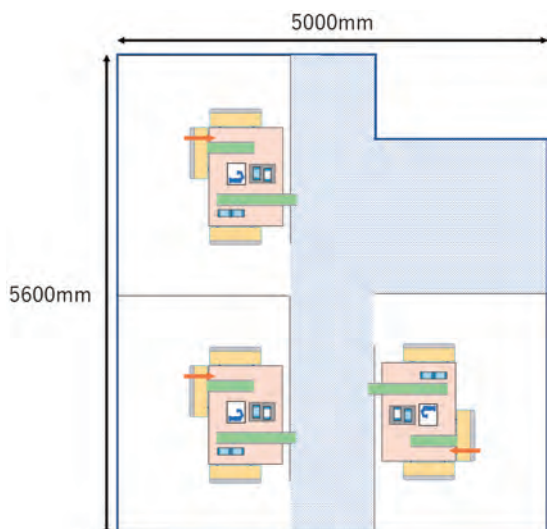


図2 本実習機の実習場への配置案



図3 本実習機の外観

4. 本実習機の制御システム構築

本実習機の制御は、三菱製のPLCであるiQR-PLCと、産業用ロボットのコントローラであるCR792を中心に据えて構築した。この項目では、本実習機を制御するための各設定について記載する。

4.1 ネットワーク設定

本実習機を動かすためのネットワークとして、CC-LinkとCC-Link IEを採用した。前者はローカルネットワークとして、後者は停止操作がなされた際に確実な停止を実現するための安全ネットワークとして活用している。これらの構成を図4と図5にそれぞれ示す。

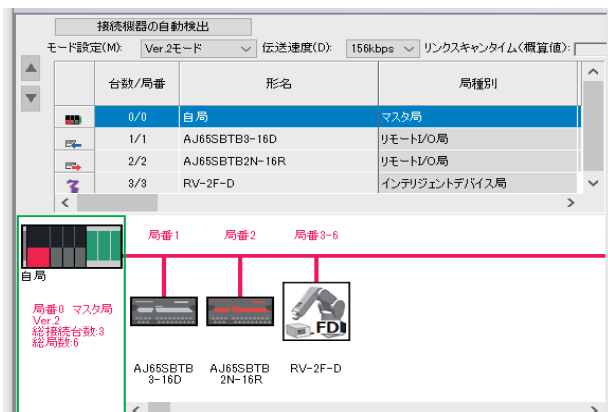


図4 本実習機のローカルネットワークの構成

※三菱電機製FAエンジニアリングソフトウェア(GX-Works3)から転載

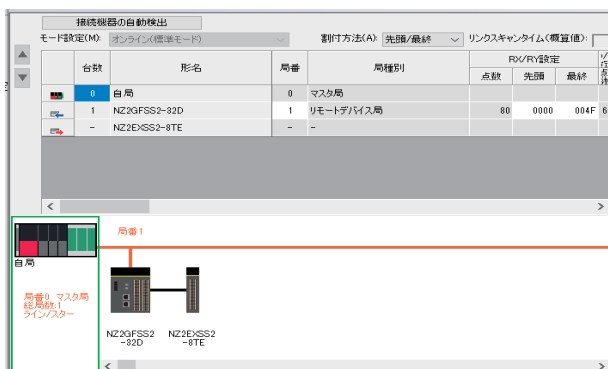


図5 本実習機の安全ネットワークの構成

※三菱電機製FAエンジニアリングソフトウェア(GX-Works3)から転載

4.2 安全回路の設定

本実習機の安全回路は、安全回路用リモート入出力ユニットとロボットコントローラを、安全スイッチや安全リレーを介して接続することで構築している。機械装置に求められる安全度水準は、「暴露時間」と「発生頻度」と「回避できる確

率」に「発生した場合の被害の大きさ」を加味した検証を通して定めることが求められている。そして、機械装置は、この結果に応じた装置稼働率を満たす構成とすることが必要とされている。先ずは、ここで触れた安全度水準の決定方法の一例を表1に、その安全度水準に応じて要求される装置稼働率の一覧を表2にそれぞれ示す。但し、産業に用いられる機械装置は、その出力や用途などの関係により、SIL3に相当する条件が要求されることが多い。このため、本実習機も機能安全関連の題材とするために、SIL3相当の条件を意識して組み立てることが必要と考えた。また、SIL3に相当する安全度を確保するためには、表2の条件を満たすだけでなく、入出力機器に対する二重化接続に加え、出力回路からのフィードバック接続を行い、入出力機器側の異常を迅速に検知できる機能を搭載する必要がある。この条件を満たすように、安全回路用リモート入出力ユニットの入力側と出力側の配線、ロボットコントローラ側の配線を行った。これらの配線を図6～図8にそれぞれ示す。

因みに、「年間260日かつ一日16時間稼働」かつ「1時間に一度の使用機会がある」という条件の下で、これらの接続による「強制停止」及び「安全扉の開放による停止」といったSTO機能（エネルギーを電氣的に遮断する機能）に関して、危険側故障発生確率の把握による信頼性の確認も行った。この過程を表3～表5に示す。但し、 λ は「故障率」、 $B10d$ は「10%の機器が危険側故障に到達する動作回数」、 N_{op} は「年間動作回数」、 $MTTFd$ は「危険側故障に至る推定平均時間」、 $PHFd$ は「単位時間当たりの危険側故障発生確率」を示すものとする。また、本実習機を構成する論理演算装置である安全PLCと安全リモート入出力とロボットコントローラの $PHFd$ は、それぞれの出荷元のカタログから $9.04 \times 10^{-10}/h$ 、 $3.74 \times 10^{-9}/h$ 、 $3.84 \times 10^{-8}/h$ であることを確認できた。これらのデータから、図9に示す本実習機の安全ブロックを導出することにより、本実習機における「非常用安全スイッチ経由」と「安全扉経由」のシステム $PHFd$ は、どちらも $4.65 \times 10^{-8}/h$ となることが確認できた。このシステム $PHFd$ の値を表2と比較することによ

て、本実習機のSTO機能がSIL3に相当することが確認できたと考えている。

表 1 安全性確保を目的とした SIL 決定方法(例)

危害のひどさ Se	SILクラス (Safety Integrity Level)					
	Fr [暴露間隔] + Pr [頻度] + Av [回避の確率]					
	3~4	5~7	8~10	11~13	14~15	
回復不可能 致死、目・四肢の喪失	4	SIL2	SIL2	SIL2	SIL3	SIL3
回復不可能 四肢骨折・指の喪失	3		(OM)	SIL1	SIL2	SIL3
回復可能 医師の手当て	2			(OM)	SIL1	SIL2
回復可能 応急処置	1				(OM)	SIL1

引用元: 機械・設備の安全関連系エンジニアリングにおける機能安全認証の手引き (発行所: 社団法人日本電機工業会 PLC技術専門委員会)

表 2 SIL レベルによって許容される装置稼働率

安全度水準 SIL	必要パフォーマンス レベル PLr	1時間当たりにおける 危険側故障発生確率 PFHD [1/h]
-	a	$1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-4}$
1	b	$3 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5}$
	c	$1 \times 10^{-6} \sim 3 \times 10^{-6}$
2	d	$1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-6}$
3	e	$1 \times 10^{-8} \sim 1 \times 10^{-7}$
4	-	1×10^{-8} 未満

参考資料①: 機械・設備の安全関連系エンジニアリングにおける機能安全認証の手引き (発行所: 社団法人日本電機工業会 PLC技術専門委員会)

参考資料②: IDECホームページ「グループ安全規格 ISO13849-1」

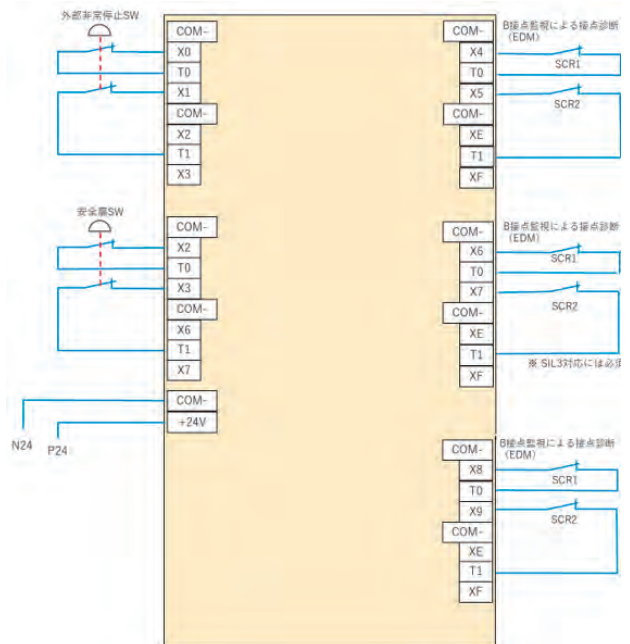


図 6 安全回路用リモート入出力の入力側配線図

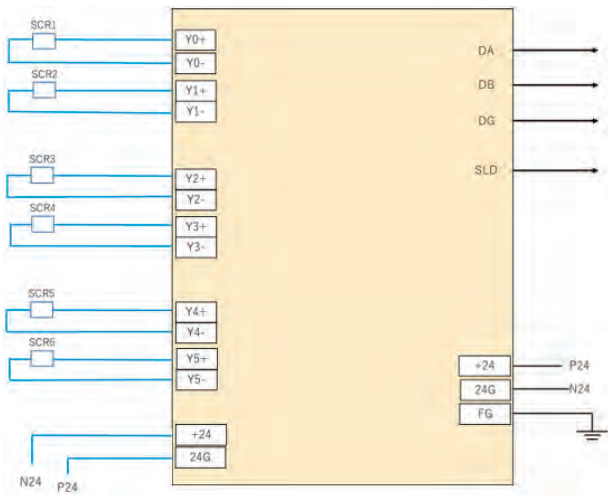


図7 安全回路用リモート入出力の出力側配線図

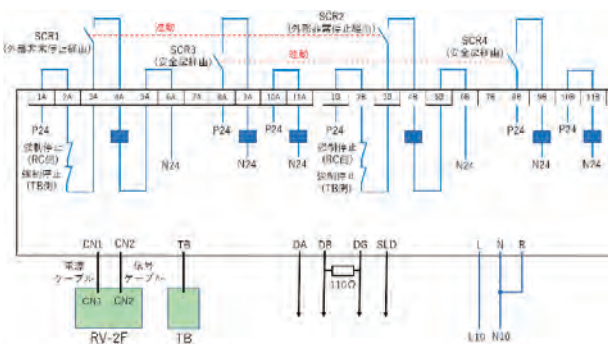


図8 ロボットコントローラ側の配線図

表3 非常用安全スイッチの性能評価表

各変数	備考(計算過程など)
$\lambda = 1.15 \times 10^{-8}$	出荷元のカタログから引用
$B10d = 8.7 \times 10^6$	$(1/\lambda) \times 0.1$
$N_{op} = 4160$ [回/年]	1 [回/時間] $\times 16$ [時間/日] $\times 260$ [日/年]
$MTTFd = 2.09 \times 10^4$	$B10d / (N_{op} \times 0.1)$
$PFHd = 9.06 \times 10^{-10}$	ISO 13849-10に基づく安全回路評価表で判断

表4 安全扉スイッチの性能評価表

各変数	備考(計算過程など)
$B10d = 2.0 \times 10^6$	出荷元のカタログから引用
$N_{op} = 4160$ [回/年]	1 [回/時間] $\times 16$ [時間/日] $\times 260$ [日/年]
$MTTFd = 4.81 \times 10^3$	$B10d / (N_{op} \times 0.1)$
$PFHd = 9.06 \times 10^{-10}$	ISO 13849-10に基づく安全回路評価表で判断

表5 安全リレーの性能評価表

各変数	備考(計算過程など)
$B10d = 4.0 \times 10^5$	出荷元のカタログから引用
$N_{op} = 4160$ [回/年]	1 [回/時間] $\times 16$ [時間/日] $\times 260$ [日/年]
$MTTFd = 2.09 \times 10^4$	$B10d / (N_{op} \times 0.1)$
$PFHd = 9.06 \times 10^{-10}$	ISO 13849-10に基づく安全回路評価表で判断

※ 強制停止経由、安全扉経由のどちらも同じ

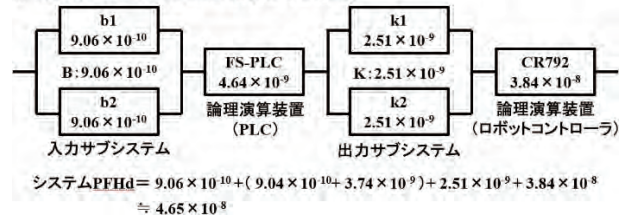


図9 本実習機の安全ブロック図

参考資料: 安全PLCを用いた機械・設備の安全回路事例集
(発行所: 社団法人日本電機工業会 PLC技術専門委員会)

4.3 二重化通信による重要データの管理

本実習機の制御は、図10に示すように「PLC主導の制御」と「ロボットコントローラ主導の制御」を交互に組み立てた。また、表6に記載するデータは、本実習機の安全かつ正確な稼働を支える上で必要と判断したことから、PLC側とロボットコントローラ側の双方で共有かつ整合確認を行うように組み立てている。

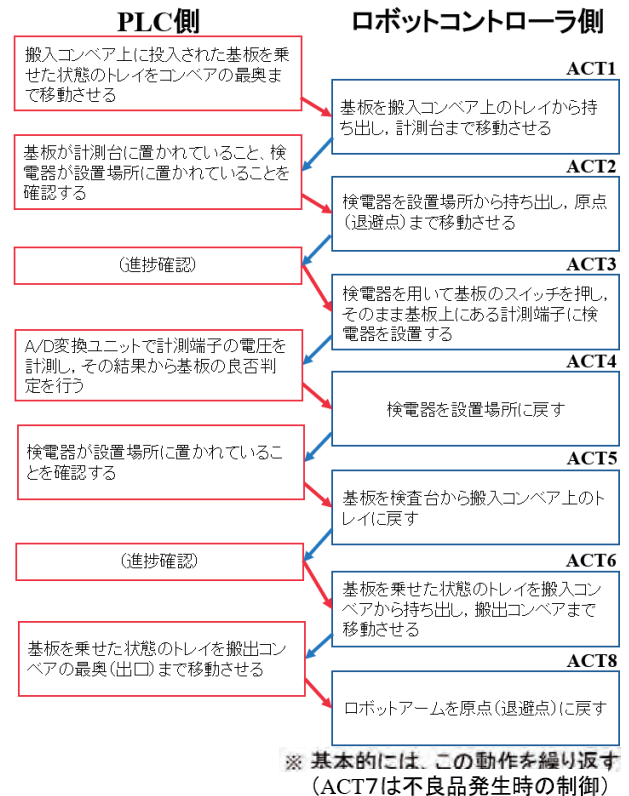


図10 本実習機の制御内容

表6 本実習機の論理演算装置間における共有データ

状態	共有データ
常時	・産業用ロボット側の動作状況 (ACT番号) ・産業用ロボット側のエラー検出情報
立ち上げ時	・産業用ロボット側のメインプログラム番号 ・産業用ロボット側のオーバーライド設定値
エラー検出時	・産業用ロボット側のエラーコード

4.4 エラー情報の取り扱い

本実習機に不具合が生じた際には、迅速な要因の検出を可能とすることが装置の稼働率上昇に繋がると考えた。このため、制御の主体を担う PLC とは別個の論理演算装置となってしまうロボットコントローラ側のエラー発生時に、そのエラーコードを PLC 側に自動送信する仕様を追加することによって、PLC 側のチェックのみでシステム全体のエラーチェックが行えるように設計を行った。

ちなみに、論理演算装置独自の不具合以外では、「三回連続で電圧計測による不良品検出」、「論理演算装置間における共有データの不一致」、「各動作における制限時間超過」が生じた際に異常判定を行うように設定している。

4.5 表示器の設定

機械装置の内部データを、デバイス解析などを介さずに視覚などによって直接受け取ることができると、その装置の状況把握やメンテナンスが容易になり、誤操作などの防止に繋がると考えた。このため、本実習機でも PLC やロボットコントローラの内部に格納されている機器の動作状況や計測結果、エラーコードなどを視覚情報として作業者に伝達できるようにタッチパネルの設計を行い、操作画面と手動運転画面とエラー情報確認画面などを作成した。

その一例として、電源投入時にタッチパネルに最初に表示される仕様とした操作画面を図 11 に示す。この画面は、「立ち上げ操作部分」と「良品・不良品設定部分」と「品数及びエラーコード部分」から構成されている。「立ち上げ操作部分」では、「操作権取得」から「エラーリセット」や「動力投入」を促すボタン操作を経由して「START」ボタンによる本実習機の始動を促すまでに必要となるボタンや表示灯を操作順に上から並べるように画面構築を行った。これにより、本実習機の状況を把握しながらの操作を比較的容易に行えるようになったと考えている。また、「良品・不良品設定部分」においても、矢印などを活用することによって、設定内容が容易に把握できるようにした。

これらの工夫を施した表示器を図 12 のように目線の高さに設置することによって、本実習機を扱う作業者による操作ミスなどを可能な限り抑制できる装置となるように設計を行っている。

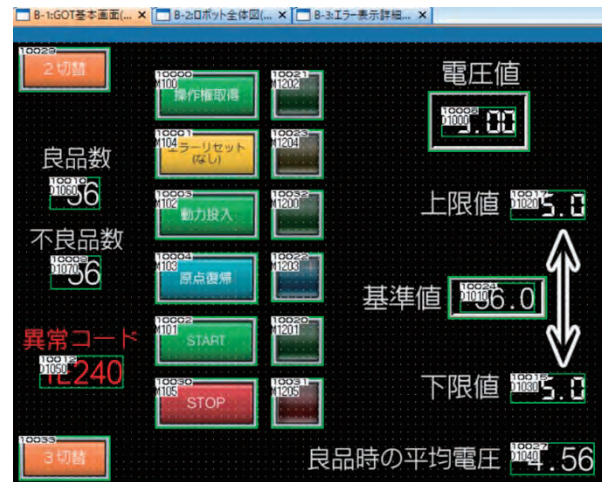


図 11 表示器の操作画面



図 12 表示器の設置状況

5. 本実習機への電力供給

本実習機には、産業用ロボットを含めた各装置や機器類に電力を分配するための配電盤と、PLC やタッチパネル・安全 PLC や安全機器などの制御機器に電力を供給するための制御盤、ベルトコンベアに動力を供給するための動力盤が取り付けられている。そして、本実習機の動力機器は全て AC100V で動作するが、制御機器には AC100V の他に

DC24V と DC5V の供給が必要な構成とした。このため、AC100V の電源は産業用ロボット及びロボットコントローラ用、ベルトコンベア用、制御電源用として別々に準備し、これに DC24V と DC5V の電源を追加して、本実習機に供給している。これらの作業の一例として、配電盤の電気回路図とその仕上がりを図 13 と図 14 にそれぞれ示す。

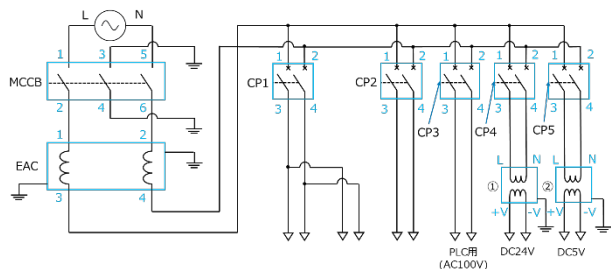


図 13 配電盤の電気回路図

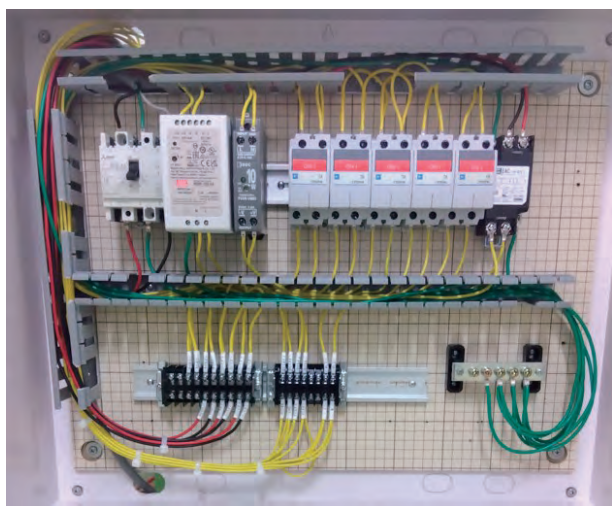


図 14 本実習機の配電盤(外観)

6. まとめ

本実習を通して、当初に要求されていた複数台での並走運転が可能な検査ステーションの構築という課題に取り組んだ結果として、非常停止や安全扉に関連した停止動作において SIL3 相当の信頼性を確保した設備の構築を成し遂げることができたと考えている。但し、本実習機を構築する上で、時間の不足により対処できなかったことや、気付いたことなども幾つか存在する。よって、これらを今後の改善に向けた取り組みのために記述する。

一点目は、搬出コンベア上にある基板の排出口に異物混入対策を取り付けるべきであったことである。本実習機が自動運転に入るための条件は、「ステ

ーション内に想定していない人物や異物などが存在していないこと」と定義している。それであれば、排出口にもミュートセンサ付きのライトカーテンを取り付けることで、基板以外の通行を阻止する機能は必要であったと考えている。

二点目は、ノイズ対策が緩かったことである。本実習機に所定の動作を行わせる上での支障は生じなかったものの、産業用ロボットを動作させる際に相当なノイズを生じさせてしまった。コンパクトに纏めることを意識し過ぎて、配電盤からの電線引き出し箇所を一か所に纏めてしまったことにより、動力用電線と制御用電線の接近を招いたことが要因ではないかと推測している。ソフトウェア側で対策を講じることによって、本実習機の機能に対する影響を抑えることはできたが、本実習機が学生訓練用の実習機であることを考えると、不用意であったと考えている。本来であれば、動力と制御は可能な限り隔離して、制御盤入り口にはノイズフィルタを設置、とすべきであり、後日修正したいと考えている。

三点目は、検査完了後の基板管理要素がないことである。「ラベル張り」か「付属した IC への書き込み」など、出荷した後の管理を想定した課題を追加した方が望ましかったと感じている。

但し、これらの不足を加味しても、これまでの「正確に動かすことのみを意識したシステム構築」から一歩踏み込み、比較的新しい考え方である「不具合が生じたとしても安全を確保するためのシステム構築」の提供ができる状況をつくれたことは、大きな意味を持つと考えている。よって、今回の取り組みを土台として改善を繰り返していくことで、利用者の助けになれるように、今後も取り組み続けたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 産業用ロボットの安全必携—特別講習用テキスト、発行所：中央労働災害防止協会、発行者：三田村 憲明
- 2) 機械・設備の安全関連系エンジニアリングにおける機能安全認証の手引き、発行所：社団法人日本電機工業会 PLC 技術専門委員会
- 3) 安全 PLC を用いた機械・設備の安全回路事例集、発行所：社団法人日本電機工業会 PLC 技術専門委員会

自律型移動体の製作

— GPS データの活用による自動運転車の製作 —

渡邊 正純^{*1}

Creating an Autonomous Vehicle

Using GPS Data to Create Self-driving Cars

WATANABE Masazumi^{*1}

要約 近年、移動する機器の無人化がさまざまな状況において求められている。これは、無人化によって費用の低減と効率的な運用が見込まれ、安全性を保持と考
えられているためである。以前から、無人による自動運転技術では、GPS データを基
にした移動制御技術が利用されている。本製作では、GPS アンテナによって受信した
データを小型のマイコンで処理して、自動運転車を目標地点まで移動させるための制
御基板とプログラムの開発を行うこととした。また、マイコンでの制御を容易にする
ために、市販されている RC カーの車体を改造した。製作した自動運転車は、マイコン
に設定された到達目標地点まで自動運転で移動した。

1. はじめに

近年、無人による機器の制御がさまざまな状況において求められている。移動する機器の制御を無人とすることは、費用の低減と効率的な運用が見込まれること、有人による制御よりも安全性を高めると考えられているためである¹⁾。

無人による制御は、レーダーのような近接センサを用いるものや画像処理に三次元地図を用いたもの等があり、実際に自動車の衝突回避や自動運転技術で利用されている。このような自動運転技術の中で、GPS データをもとにした移動制御技術は以前から利用されている。GPS データを使用した無人制御によるトラックの運転は、鉱山の掘削地での

過酷な労働環境に人間が携わらなくてもよい作業環境を作り出した例として有名である²⁾。

また、GPS データを使用した無人制御は、陸上だけでなく、三次元地図の無い海上や空中においても活用することができる。令和 7 年 2 月 2 日に準天頂衛星みちびき 6 号機 (日本版 GPS 衛星) が打ち上げられ、計画されている 7 機体制構築への準備が着々と進められている³⁾。

以上のことから、今後の日本において GPS データを活用する産業が、これまで以上に発展していくと予想されている。

今回のテーマを総合制作実習として学生が学ぶことは、就職の際にどのような仕事に就くかを考える選択肢を増やすことや、仕事をしていくうえで社会変化に対応できる知識と技能を習得させることができると考えている。

^{*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 Systems and Energy Control
Technology

2. 製作

2.1 車体の製作と制御用マイコン及び周辺回路の製作

以前の総合制作では Microchip 社製 PIC16F88 を使用したが、このマイコンは性能が低くプログラムが全て入らなかった。そのため、今年度は昨年度より高性能の Microchip 社製 PIC18F26K22 を使用することにした。車体は、マイコンボードや GPS アンテナ、電源等を設置できるタミヤ製のラジコンを使用することにした (図 1)。



図 1 使用した移動体

通常のラジコンは、送信機からの電波を使用して車体側に取り付けられた受信機に移動先を指示する。この操作により、前輪に取り付けられたサーボモータと後輪に取り付けられた直流モータを駆動する。

今回は、到達目標地点の GPS データをマイコンに設定し、マイコンからサーボモータと直流モータ制御用ドライバに信号を出力して直流モータの制御を行った (図 2)。

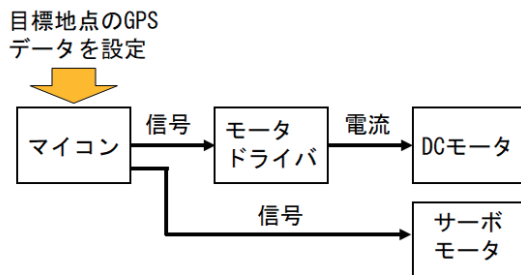


図 2 使用した移動体

GPS データを受信するモジュールは、前年度と同様の GMS7-CR6(CANMORE ELECTRONICS 社製)を使用した (図 3)。このモジュールを選択し

た理由は、NMEA0183 フォーマットで出力することと、動作電圧が DC3.3V~6V なのでマイコンに接続しやすいためである。

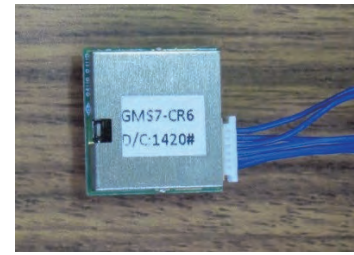


図 3 GPS アンテナ

2.2 モータ制御用パルスの測定

サーボモータは、RCカーで一般的に使用されている双葉電子産業株式会社の S3003 を使用した (図4)。サーボモータによって車体が左右方向へ移動する際のタイヤの向きを決めている。しかし、サーボモータから出ている赤、黒、白の三本の線がどのような役割をもっているのかについては公開されていない。そのため、三本の線がどのような役割を持っているのかについてオシロスコープで調べた (表 1)。



図 4 使用したサーボモータ (S3003)

表 1 サーボモータの線の種類

線の色	役割
赤色	5V
黒色	GND
白色	信号線

次に、受信機からサーボモータへ送られる信号の形式について調べた。これは、送信機から受信機へ左右方向に切り替える信号が送信された際に、受信機がどのような信号をサーボモータに送っているのかを、オシロスコープを使用して波形を見ること

で確認できた(図5)。オシロスコープの画面に表示されている波形は、上側の波形が左右方向、下側の波形が前後方向のパルス信号となっている。

測定の結果から、受信機では特定の周期のパルス信号を受信することで、サーボモータによりタイヤの左右方向の切り替えを行っていることがわかった(表2)。



図5 前後左右の方向へのパルス

表2 左右前後方向のためのパルス波形

方向	パルスの電圧と時間の関係
右及び後方	0V 11.5 ミリ秒
	5V 2 ミリ秒
左及び前方	0V 12.5 ミリ秒
	5V 1 ミリ秒

2.3 モータ制御

サーボモータへのパルス信号の周期がわかったため、この信号をマイコンで生成して受信機へ入力すれば、GPS データを基にタイヤを左右方向へ切り替えられる。

また、前進後進は直流モータを使用して後輪を駆動させるため、DimensionEngineering 社製の直流用モータドライバ基板 SyRen 50 を使用した。このモータドライバ基板は耐圧が 60V となっているため、RCカー用直流モータの制御用としては十分である。

2.4 GPS データの形式

NMEA0183 フォーマットは米国海洋電子機器協会(National Marine Electronics Association)⁴⁾が定

めたプロトコルで、受信機とナビゲーション機器の通信に使用される数種類の形式を規定している。

自動運転車を制御するために必要となるデータは緯度と経度であるため、NMEA0183 フォーマットの\$GPRMC 形式内にある緯度と経度のデータを利用することにした(図6)。

\$GPRMC	測位時刻 (UTC)	ステータス (A:有効, B:無効)	緯度
	①	②	③
	N (北緯)	経度	E (東経)
	④	⑤	⑥
	対地速度 (ノット)	進行方向 (度)	日付 (UTC)
	⑦	⑧	⑨
	地磁気の偏角	モード (A:単独測位 D:DGPS, N:無効)	チェックサム
	⑩	⑪	⑫

図6 GPRMC 形式

2.5 制御プログラムの作成

プログラムは、受信した GPS データから緯度と経度のデータを抽出して度分表示による数値データへと変換する GPS データ処理部と、移動のためにサーボモータへのパルスの生成と直流モータドライバ基板への信号を送信するモータ制御処理部の2つから成っている。

GPS データ処理部では、車載するマイコンが GPS アンテナから受信した GPRMC 形式のデータから緯度と経度のデータを抽出して、目標位置まで移動するための移動距離の計算を行う。これは、現在地点と到達目標地点との差を計算することである。モータ制御処理部ではサーボモータへ送信するパルス波形の生成と送信、及び直流モータドライバ基板への信号を送信する役割を担っている。この2つのプログラムの連携によって、自動運転車は目標地点へと近づく。到達目標地点は固定されたものとし、今回は当校の学園プラザ中央付近とした。GPS による緯度と経度は移動体に取り付けた GPS アンテナによって得られた値とした。(図7)。

プログラムの作成においては Microchip 社製統合開発環境 MPLAB X IDE を使用した。開発言語は C 言語を使用した。

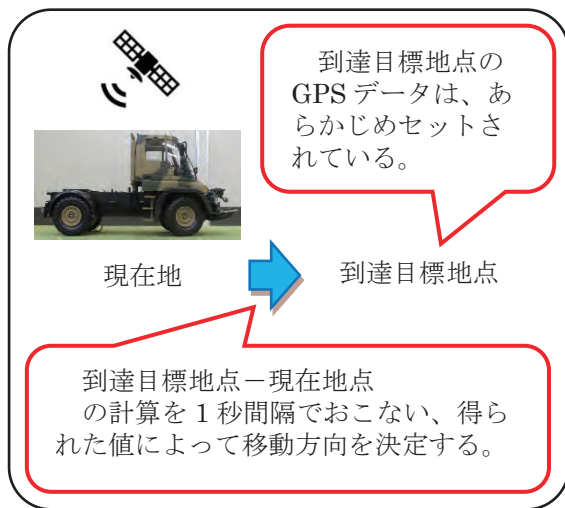


図7 走行について

3. 試走

試走場所は、段差が少なく見晴らしの良い校内の広場とした。地面に接地させて実際に走行させる前に、自動運転車本体を手に持って、受信したGPSデータに応じてタイヤが予想した通りの回転をするかを確認した。これは、タイヤを接地させて異常な動作をした場合に、車体を壊してしまう恐れがあるため、接地させずに予想外の動きをするかを確認する。

問題が無いことを確認した後、タイヤを接地させて、到達目標地点までの試走をおこなった。試走は、到達目標地点に向かって東西南北方向から走るようにした(図8)。試走結果はビデオカメラで撮影した(図9)。



図8 試走場所(校内)



図9 ビデオ画面による試走状況

4. 考察

製作した移動体は、移動する際に高さ5cm以上の段差があると乗り越えることが出来ないことがわかった。そのため、現段階では平地での走行のみ可能となる。また、使用したモジュールの性能によりGPSデータによる移動の誤差が最大で約3mとなり、校内での試走では移動しないことがあった。

5. おわりに

今回の試走でわかったことは、誤差の範囲を1m程度にしなれば、校内のような狭い範囲内では移動の処理に使用するデータの精度を高めなければならないということである。精度の高い緯度と経度のデータとするためには、補正のためのデータを使用しなければならないと考える。

また、自動運転車が越えられない段差がある場合など、通行ができないときは近接センサを付けて、センサからの情報によって迂回する処理も必要である。今後は、授業の教材として自動運転車を使用し、訓練効果を高めるものとして使用していく。

[参考文献]

- 1) 三浦 悟,建設機械の自動化を核とした土木施工システムの変革,鹿島技術研究所年報,第63号,pp15-23,2015年11月1日
- 2) 曾根原 光治,生川 俊則,ロボット車両と技術,IHI 技報, pp66-73,Vol.55,No.3,2015
- 3) 内閣府宇宙開発戦略推進事務局ホームページ、<http://qzss.go.jp/index.html>、2025年3月4日確認
- 4) 米国海洋電子機器協会(National Marine Electronics Association) ホームページ、<http://www.nmea.org/>、2025年3月4日確認

雪氷熱エネルギーを利用した設備の設計

渡邊 晃広*1

Design of Equipment Using Snow and Ice Thermal Energy

WATANABE Akihiro*1

要約 令和 4 年度に総合制作実習にて取り組んだ、雪氷熱エネルギーを利用した設備の設計の内容について報告する。学生たちは、青森県の降雪量に着目し、冬季に積もった雪を夏季まで保存し、冷蔵庫やエアコンに代わった機器への展開ができないかと考えた。そこで、雪の貯蔵庫の製作に向けて文献調査等の結果、雪氷熱エネルギーが設計の要であると知った。そのため、雪氷熱エネルギーの知識の習得と雪の貯蔵庫の設計をテーマの目的とした。本稿では、雪氷熱エネルギーの概要並びに雪の貯蔵の設計についての学生の取り組みとその所感について報告する。

1. はじめに

当校の所在地である青森県は、雪の多い地域であり冬季における除雪作業は必須である。各家庭での除雪作業はもちろん、市からの委託された業者による道路除雪作業は、ほぼ毎晩行われる。これにより、道路脇には 2m を超える雪壁が作られ、雪捨て場には 10m を超える雪山になるのも珍しくない。特に今年度の年末年始には、平年の 3 倍以上の積雪量となり、一部の市町村には災害救助法が適用されるなどの記録的な大雪として、ニュースなどで報道された。

しかし、それだけ多くの雪が降り積もっているにも関わらず、4 月下旬にかけて道路脇の雪壁や雪捨て場の雪山は、跡形もなく消えてしまい、梅雨を経て夏季に移る。そして、8 月には 30℃を超える日が続くこともある¹⁾。

そこで今回、雪を夏季の空調や冷蔵の設備として活用できないかと考え、夏季まで雪を保存できる貯蔵庫の設計を目的とした。

2. 雪氷熱エネルギー

雪氷熱エネルギーとは、冬季に蓄積した雪や氷などがもつ熱エネルギーのことであり、定常的に積雪されることから、再生可能エネルギーに位置付けられている²⁾。空間の熱エネルギーが雪の持つ熱エネルギーよりも高温の場合、熱力学第二法則より、雪へと熱が移動することで空間が持つ熱エネルギーが減少するため、空間の温度を下げることができる。

雪氷熱エネルギーの利用には、倉庫に雪を貯蔵し、倉庫内の温度を低温に保つことで野菜などを貯蔵する「雪室」としての利用や冷熱の循環もしくは、他の空間へ送り込むことで「冷房」としての利用がある。また、北海道札幌市のモレノ沼公園内にあるガラスのピラミッド³⁾では、館内の冷房システムに

*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 Electric Systems and Energy Control
Technology

雪氷熱エネルギーを利用している。冷房だけでなく、暖房システムにも再生可能エネルギーを活用することで、ガラスのピラミッドそのものがオブジェとしての役割を果たしている。雪氷熱エネルギーの活用は、北海道を中心に平成 30 年頃から豪雪地帯で活用され始めている。

3. 学生の取り組み

3.1 目標と要求の設定

雪氷熱エネルギーを総合制作実習のテーマとしたが、製作物やそれを使用しているイメージができていなかった。そこで、学生と話しあった結果、当校の実習場にある過去の総合制作実習の製作物であるオフグリッドハウスに着目した。図 1 にオフグリッドハウスの外観を示す。



図 1 オフグリッドハウス

オフグリッドハウスは、電力会社の送電網（グリッド）に接続せず、太陽光や風力で発電し、電力を賄う住宅のことである。このオフグリッドハウスにおける発電の負担を軽減するために、雪氷熱エネルギーを活用することとした。

製作物の要求として、耐雪性および耐水性、メンテナンス性、熱伝導率の低さを重視した。また、作業者が学生であることから、加工のしやすさについても要求として加えた。

3.2 材料の選定

前節の要求を満たす方法として、貯蔵庫を内壁と外壁で異なる材料を使用する 2 重構造とすることにした。その結果、内側には、ABS 樹脂板を使用し、外側には、押出法ポリスチレンフォーム断熱材を使用することとした。

3.3 設計に必要な諸量

3.3.1 総括伝熱係数

貯蔵庫の設計にあたり、選定した材料を使用した場合に 1 年間で溶ける雪の量を算出しなければならない。そのために総括伝熱係数を求める必要がある。伝熱には、輻射、伝導、対流の 3 種類の伝わり方があり、総括伝熱係数とは、それらを統合した値である。今回は、押出法ポリスチレンフォーム断熱材、ABS 樹脂板による伝導と外気温による対流のみを考慮することとした。

2 重構造による貯蔵庫の伝熱過程を図 2 に示す。

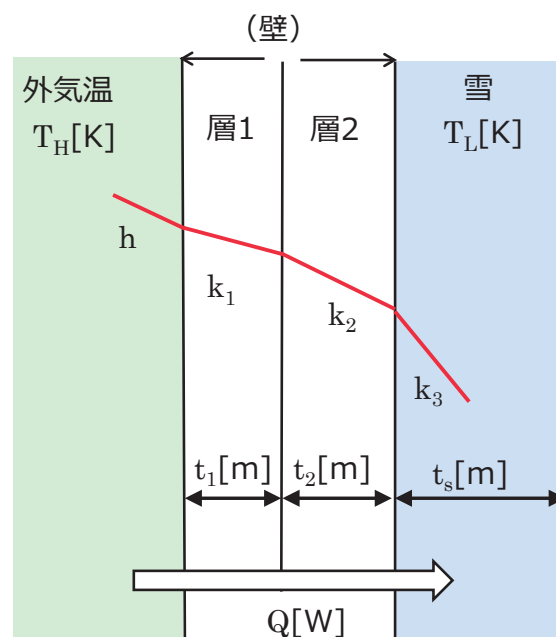


図 2 伝熱過程

図中の赤線は、熱量の変化の過程イメージを示しており、層 1 は押出法ポリスチレンフォーム断熱材、層 2 は ABS 樹脂板を示している。このとき、総括伝熱係数 $U[W/(m^2 \cdot K)]$ は式(1)で求めることができる。

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h} + \frac{t_1}{k_1} + \frac{t_2}{k_2} + \frac{t_s}{k_3} \quad \dots\dots\dots (1)$$

このとき、 k_1 、 k_2 、 k_3 は物質それぞれの熱伝導率[W/(m・K)]、 h は流体の伝熱係数[W/(m²・K)]を示しており、今回は無風時の空気と仮定した。

3.3.2 伝熱量

積層平板内の伝熱量 Q [W]は式(2)で求めることができる。

$$Q = UA(T_H - T_L) \quad \dots\dots\dots (2)$$

A は伝熱面積[m²]、 T_H 、 T_L は外気温および雪の温度[K]を示している。

外気温を五所川原市の毎月の平均気温¹⁾とし、貯蔵庫は、正六面体で作成すると式(2)で求めた値を各月、六面分の伝熱量が求まる。すなわち、1年間で雪が吸収する熱量となるため、溶ける雪の量を算出することができる。

3.3.3 雪の密度

積雪による密度は、降雪時の状態から温度変化に伴い、一部溶けた雪の水分を含むことで変化していく。また、水分を含まずに雪片の結晶が変形することで密度が増加する場合もある。降雪時の状態を一般的に新雪と呼んでいるが、その密度は、0.05～0.15g/cm³であり、そこから水分を含んでいくと0.3～0.5g/cm³程度になる⁴⁾。一方、建築物の屋根の積雪に伴う雪荷重に着目してみると、青森県建築基準法施工細則には一部例外地域はあるものの、積雪1mにつき単位面積当たり30N以上となっている⁵⁾。密度として換算すると、約0.3g/cm³で考えていることになる。

しかし、日々降り積もる雪の密度を厳密に算出するためには、融雪された箇所新たに新雪が重なっていくため、多層化された積雪での計算が必要となる。積雪の密度の算出については、論文等はもちろんあるが⁶⁾⁸⁾、総合制作実習としての取り組みに落とし込むには難易度が高すぎる。そのため、除雪グレーダ等の建設機械による除雪された雪に着目した。除雪方法はいくつかの手法があるが、新雪除去および路面整正での除雪は圧雪されており、一定の

密度として考えることができる。今回は、水分を含んだ状態の最大値である0.5g/cm³と仮定した。

3.4 貯蔵庫の設計

前節までの式と値から、貯蔵する雪の量と貯蔵庫の大きさを算出した結果、約21tの貯蔵が可能な1辺3.5mの立方体の形状となった。ABS樹脂板の厚さを20mm、押出法ポリスチレンフォーム断熱材の厚さを50mmとしたとき、1年間の自然吸熱量は、3624MJとなる。0℃の雪1gを溶かして0℃の水にするためには、約334J必要であることから、1年間で約11tの雪が貯蔵庫内で溶けることになる。貯蔵庫内の雪の残量から雪室として活用できると考えられる。

貯蔵庫の外観としては、図3に示すように正面に扉を設けた。この扉から排雪される雪を入れる想定である。

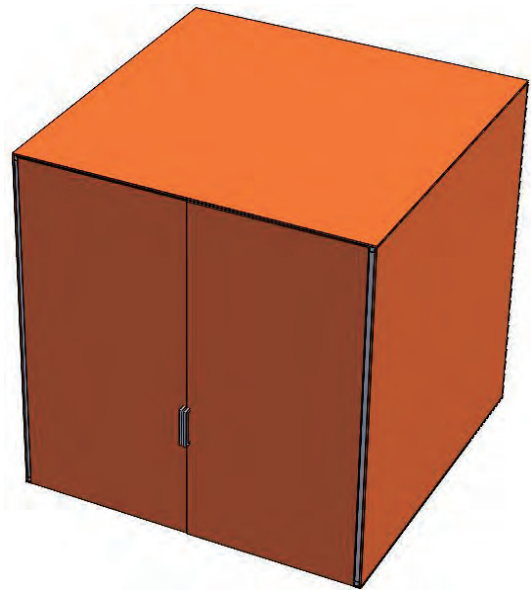


図3 貯蔵庫の外観

また、貯蔵庫の大きさや貯蔵する雪の重量から、木造軸組工法を参考にアルミフレームによる骨組みを作成することとした(図4)。天井面、床面については、格子状にすることで貯蔵する雪や降雪に伴う貯蔵庫への積雪に耐えられるようにした。これに伴い、押出法ポリスチレンフォーム断熱材とABS樹脂板との間に空気の断熱層およびアルミフレーム層が発生することになる。しかし、それら2つの値

を考慮することで起きる変化は、総括伝熱係数 U および伝熱量 Q の減少である。すなわち、溶ける雪の量が減ることになり、貯蔵庫としての役割に影響がないことから再計算は行わなかった。

1t の雪を雪氷熱エネルギーとした場合、約 10L の石油を節約し、約 30kg の CO_2 の排出を抑制できることから、設計した貯蔵庫を利用することで、年間 60kg の CO_2 の排出を抑えることが可能である。

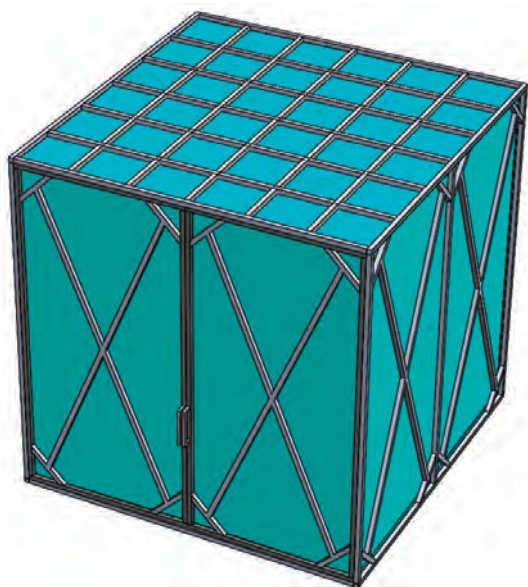


図 4 貯蔵庫の骨組み

上述のように貯蔵庫の設計は行えたものの、特定条件下での使用に限定されている。使用していない設備を貯蔵庫としての再利用や大規模な設備として貯蔵庫を備える場合、その材料の熱伝導率での計算が必要となる。また、設備そのものは屋外に配置するため、天候の変化に伴う流体の伝熱係数が必要となる。

4. 課題の設定について

エネルギー分野については、本校電気エネルギー制御科で学ぶ内容ではある。しかし、今回学生が取り組んだ内容の中身は、熱力学の応用であり、設計に必要な諸量の決定と算定に多くの時間が割かれた。諸量の条件についても、天候に左右される関係上、学生自身で決定するには難しく、時間を割かれた。これについては、学生の日々の意欲から助言を控えていたが、進捗の管理をもう少し優先し、助言すべきだと感じた。また、参考文献の見つけ方や論

文の要約に時間をかけて指導する必要があると感じた。

5. おわりに

貯蔵庫の設計を行うことができたものの、筆者の指導力不足を大いに感じた。このテーマを取組んだ時は、本校に赴任した時であり、学卒者訓練の業務に従事する最初の年度であった。科内の指導員から学生の実力の共有や総合制作実習の進捗管理における助言はあったものの、筆者が学生の実力の把握を含めて、様子を見ていくことを優先してしまった。しかし、テーマの難易度が高いことを伝えても意欲的に取組み、学生自身の力で多くの課題を乗り越えた。この経験は、学生を大きく成長させたと感じている。また、今回学生から提示されたテーマは、青森県ならではのテーマであり、筆者に総合制作実習を指導する面白さを教えてくれた。筆者自身もこの経験を糧に総合制作実習をより充実したものにしていきたい。

【参考文献】

- 1) 国土交通省：気象統計情報、気象庁ホームページ、<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>、2025年3月12日確認
- 2) 経済産業省：資源エネルギー庁ホームページ https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/renewable/snow/、2025年3月12日確認
- 3) モレノ沼公園ホームページ <https://moerenumapark.jp/>、2025年3月12日確認
- 4) 矢野勝俊：日本の積雪、水分・水源学会誌、第6巻2号、pp.48-57、1993年
- 5) 青森県：青森県建築基準法施工細則、pp4-5
- 6) 近藤純正ほか：積雪表層密度のパラメータ化、日本雪氷学会誌、第60巻2号、pp.80-86、1988年6月
- 7) 松下拓樹ほか：積雪の全層平均密度と雪湿および積雪深との関係、雪氷研究大会予稿集、pp226、2016年
- 8) 松下拓樹：温度条件を考慮した雪荷重算定のための積雪密度の推定について、日本雪氷学会誌、第80巻5号、pp.441-450、2018年9月
- 9) 媚山政良：雪資源の石油エネルギー換算と CO_2 低減効果、室蘭工業大学紀要第53号、pp3-5、2003年

開発課題実習の取り組み 2023 年度から 2025 年度

清水 達也*¹

Initiatives for Development Task Training 2023 - 2025

SHIMIZU Tatsuya*¹

要約 東北職業能力開発大学校の応用課程では、企画や開発段階から製品評価等までに必要となる能力を習得させるため開発課題実習をおこなっている。その開発課題実習を受講する学生側と実施する指導員側からみた取り組みについて説明する。

1. はじめに

東北職業能力開発大学校（以後、東北能開大とする）の 4 年間の教育訓練期間のうち、前半の 2 年の専門課程で“ものづくり”の専門知識と技能・技術を習得する。専門課程修了時に就職する学生と更に後半の 2 年間の応用課程に進む学生に分かれる。応用課程の標準課題実習と開発課題実習では、実際の製品に近い実習課題によって“ものづくり”の一連の工程を実施させることによって技能・技術の活用能力を習得することができる¹⁾。実習では専門知識および技能・技術等のテクニカルスキル以外の“ものづくり”を推進するために必要な課題発見・分析能力、計画推進力、組織力についての習得も可能である。開発課題実習は、応用課程の中心となるカリキュラムであり応用課程 2 年間の単位数 156 単位のうち 54 単位が開発課題実習になる。応用課程の開発課題実習以外のカリキュラムは、開発課題実習をおこなうためのものと言っても過言ではない。

2. 実習の運営

2.1 指導員体制

2.1.1 カテゴリー制

東北能開大では、カテゴリー制をとっており、指導員、学生とも A カテゴリー、B カテゴリーに分けている。応用課程で開発課題実習が始まった当初は、A、B、C カテゴリーの 3 つに分かれていた。以前は各カテゴリーで、4 つのテーマを担当し、12 テーマという現在の倍のテーマ数に取り組んでいた。もともと実習課題に関連する分野の課題案が 3 つあり、それぞれに携わる集団として 3 つに分かれて、その集団を一つの企業として捉えることとしていた。応用課程の教育訓練の場が仮想現場での O J T であることを前提にしているため、学生チームは、カテゴリー内で企業内の製造部門、または複数製造部門に跨るコラボレーションを想定して、実習に取り組むことになる。それに対して、指導員は、集団指導体制をとり、カテゴリー内で、企業の社長や役員など役割を模擬的にこなす。

2.1.2 集団指導体制

指導員は、カテゴリー内で、学生チームが抱える課題に対して、課題解決の各段階で専門性が最も一致する指導員が各々サポートを担当する集団指導体制をとる。指導員は、技能・技術の活用に関する指導において、幅広い専門性を必要とする課題解決のためのコーディネータ（課題を認識させる、問題

*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 System
Technology

解決のヒントを与える、問題解決の見本を提示する)の立場で指導を行い、学生の自主性を促すとともに生産現場の業務遂行形態を実施させる。あくまでも課題解決をするのは学生チームであり、指導員ではない。カテゴリ内での指導員の立場は、社長や役員などであり、現場の問題解決に社長や役員は積極的におこなうことはないとする。カテゴリと集団指導体制について、学生に開発課題実習のオリエンテーションの時に図1の資料を使い説明している。

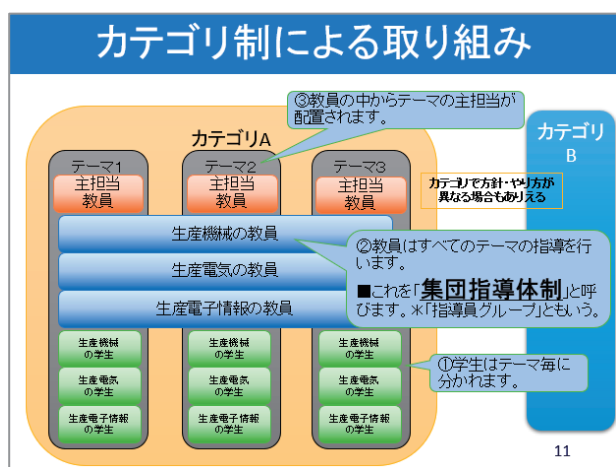


図1 集団指導体制の位置づけ

しかし、強かに集団指導体制を押し進めたわけではなかった。著者が統括リーダーを務めた年度も含め近年の開発課題実習では、指導員側に主担当と各科毎に担当を置いて実習の指導をおこなった。指導員の関係で2科の指導員しか担当に付けないチームがあった。集団指導体制をとっていても、担当指導員がいたため、集団指導体制が曖昧になってしまい、学生からは「〇〇科の先生(指導員)がチームの担当にいなかったから、□□ができなかった」などと不満があがった。2025年度は、テーマごとには主担当のみ配置し、各科の担当の指導員は明確にしない方針とした。そのことによって集団指導体制になっていることを学生チームに認識させることができると想定している。本来の集団指導体制から考えれば、主担当も置かないことのほうが望ましいが、イベントや提出物などの取り纏めの責任者の役

割として主担当を置く必要がある理由から配置することを決めた。

2.2 年間スケジュール

2024年度の年間スケジュールを表1に示す。この表は企業訪問した際に、開発課題実習を説明するのに使ったものである。

表1 企業に提示した年間スケジュール(2024年度版)

フェーズ	時期	内容
企画	5月9日	企画発表会
設計・試作	6月頃	仕様レビュー
	7月頃	動作レビュー
	10月3日	結合デモ会
製作		結合デモ会后
	12月6日	製品動作確認会
納品	2月14日	開発課題発表会・展示会
	2月21、22日	ポリテックビジョン(展示会)
	2月28日	納品及びお客様への説明

指導員側の年間スケジュールを表2に示す。

表2 指導員側の年間スケジュール(2024年度版)

項目	時期	内容
テーマ調査	前年度10月頃	指導員からテーマの提案 援助課から協力企業の提案
企業訪問	前年度2月頃 まで	企業訪問をおこない、開発課題実習の説明とテーマに関するヒアリング
カテゴリ検討	ポリテックビジョン後	次年度のカテゴリ編成とカテゴリリーダーの推薦の検討
ミーティング	前年度3月頃	カテゴリに関すること、テーマについて提案
カテゴリごとの活動	カテゴリ編成以降	カテゴリごとに、実習を進めていく
実習開始	4月5日	開発課題実習の説明をおこない、実習開始
表1 企業に提示した年間スケジュール(2024年度版)と同じ		
報告書	3月4日	報告書提出の締め切り
解体・廃棄	3月頃	前年度の成果物の解体・廃棄

前年度の10月頃から次年度のテーマに関する調査を開始している。指導員から次年度に取り組むテーマについて提案を募り、援助計画課には、実習に協力していただける企業のリストアップを依頼している。検討した結果から訪問企業をリストアップして2月頃までに、企業に開発課題実習の説明をおこなってくる。訪問した企業からテーマ案を集約し、指導員に提示してテーマを決定している。ポリテックビジョンが終わった後、本格的に次年度の指導員の体制の検討に入り、統括リーダーとしてカテゴリ

一の組分けとカテゴリーリーダーの推薦をした。3月にミーティングを開催して、次年度のカテゴリーに関する事、テーマについて提示したあとは、カテゴリーごとに実習開始に向けた準備に取り組むことになる。新年度の実習開始は、開発課題実習のオリエンテーションから始まり、そこで実習の説明がされ、テーマの開示がされる。そのあとは、表1に示したスケジュールに進んでいく。

納品及びお客様への説明が終わった後、個人報告書、全体報告書の提出を経て、学生の実習開発課題実習は修了する。納品された成果物は1年間展示されるが、その前の前年度の展示物の解体・廃棄もこの時期に実施される。

3. 実習の取り組み

実習の取り組みについては、いろいろあるが特に4点について説明する。

3.1 テーマのための企業訪問 <指導員>

開発課題実習では、先に実施される標準課題実習により習得した一連の工程における技能・技術の活用能力等を基にして、地域の産業界が抱える技術的課題等を題材にした実習により、企画・開発段階から製品評価等までに必要となる能力を習得させることを目的としている。そのため可能な限り地域の企業からテーマになるヒントを得ることや、成果物が企業の問題解決に役立っていることの評価がされることを目的に、企業に協力をお願いしている。企業に協力を依頼するときには注意しなければならないことがある。開発課題実習は、3科合同で取り組む実習であり、一般の大学のような予算をかけ共同でおこなう研究開発ではないことである。このことを理解して開発課題実習に最初から協力していただかないと誤解される可能性がある。開発課題実習で制作したものを工場のラインに設置して業務に使用できると思っていたり、過大な期待を持って機材の提供を申し出たりすることがあった。これらのことから、2025年度のテーマのための企業訪問では図2に示すような配布資料を用いて説明をおこなった。また2025年度は企業と課題の取り組みについて文書を取り交わすことを計画している。

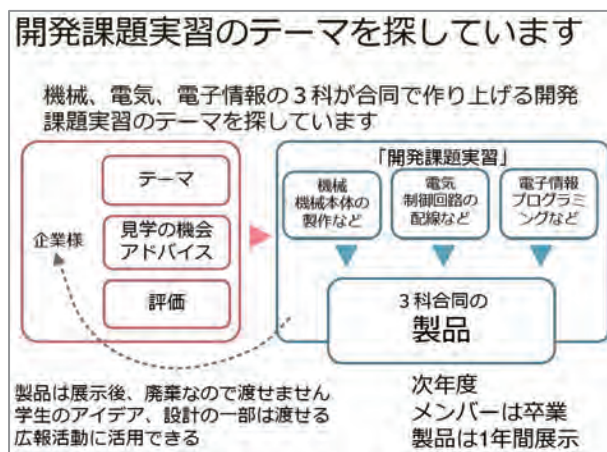


図2 企業訪問で使用した資料の一部(イメージ)

3.2 A、Bカテゴリーの2体制 <指導員>

2025年度はA、Bカテゴリーの2体制で実習をおこなう計画である。応用課程の生産システム系の指導員の定員は各科5名の15名である。人事異動や専門性、今までの取り組み状況などを勘案して、統括リーダーを除いた14名をカテゴリー2つに7名ずつ分けた。以前は、統括リーダーとして、カテゴリーリーダーも検討提案していたが、2025年度は分けられたカテゴリーの中で相談してリーダーを選ぶ方針とした。カテゴリーの中でリーダーと主担当、会計を選出してもらったが、一応、統括としてリーダーと主担当を想定してみたが選びきれなかった。生産システム系の指導員の中から、① 比較的若い指導員、② 前年度、リーダーや主担当を担当していない指導員を選出ルールとして仮に選んでみたところ、カテゴリーごとでは選びきることができず、ルールが破綻していた。仮に選んだリーダー、主担当をもとにカテゴリー分けをすると、指導員の専門性の偏りなどから集団指導体制がうまく機能しない恐れがあった。今でも指導員の専門性に若干の偏りがあり、カテゴリーを超えた集団指導体制に多少なることは想定している。今後は、指導員の専門性を考えるとカテゴリー制と集団指導体制を整理してその年度の状況に合わせられるような柔軟なものにしていかなくてはならない。年度によっては、緊急的にカテゴリーをひとつにして、開発課題実習に取り組むことを想定しなければならない。

3.3 学生のチーム分け〈指導員〉〈学生〉

学生のチーム分けについては、各科独自でおこなっている。テーマのプレゼンテーション後、学生から希望を取り、① 各チームのバランスがとれるように指導員が分けていく方法と、② 各チームの定員に応じて学生が相談して分かれていく方法の2つがチーム分けの主なものである。テーマプレゼンテーションにも2つ方法があり、テーマの担当指導員を公開して説明するか、公開しないで内容だけの説明にするかというものである。チーム分けやプレゼンテーションのそれぞれ2つの方法には長所と短所がある。2025年度のテーマプレゼンテーションは、担当指導員を公開する予定である。カテゴリーを企業、指導員を社長や役員としたとき、カテゴリーを選ぶことを就職活動と考えると、就職希望の企業の社長のことをHPで調べるだろうし、入社後の配属先の希望するとき上司に惹かれていくこともあることを考えると、担当指導員の公開は現場とあっていると考えるためである。チーム分けについても、各科独自で実施するが、チームを配属先と考えた場合、企業で配属先が適性や成績で決まることを考えれば、指導員がチーム分けをすることは理にかなっていると考える。

学生はこれをもとに、企画、設計・試作、製作、納品と実習を進めていく。その進捗管理として、図4に示すような合格審査票を用い、スタンプラリーと称してフェーズごとに、該当する指導員の確認印を集めさせている。進捗管理をするための確認印なのであるが、学生の中には確認印を押してもらうことが目的になっていて、進捗管理に結び付いていない現状もある。

令和6年度 開発課題 企画発表会～納品
合格審査票
A-1

チーム
テーマ名

開発イベント

フェーズ1
企画発表会
5月9日

GO

承認(O)
承認印
機械 電気 電情

未承認(X)
未承認の場合
カテゴリーで再審査

フェーズ2
仕様レビュー
6/7日×切

評価
承認(A)
承認印

図4 合格審査票の一部

3.4 フェーズ表とスタンプラリー〈学生〉

4月の開発課題実習の説明の時に、図3に示すフェーズステップ（一部）を提示する。

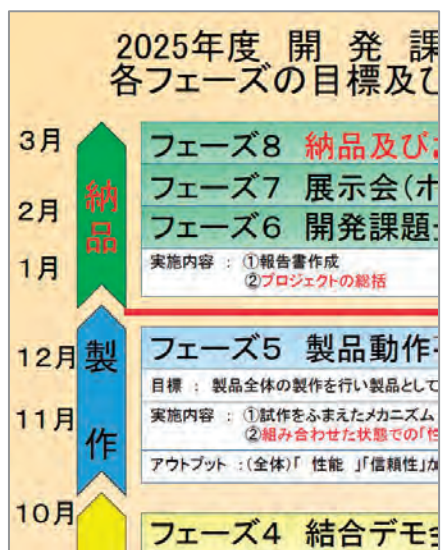


図3 開発課題フェーズステップの一部

4. おわりに

開発課題実習は、応用課程の中心となるカリキュラムであり、“ものづくり”の一連の工程を実施させることによって技能・技術の活用能力を習得することができる。“ものづくり”の実習の中で、専門知識および技能・技術等のテクニカルスキル以外の“ものづくり”を推進するために必要な課題発見・分析能力、計画推進力、組織力についての習得もできるよう最善な指導をおこなわなければならない。

【参考文献】

- 1) 独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構 公共職業訓練部 大学校課: 応用課程の考え方、2019年3月

東北ポリテックビジョン電子情報系 ものづくり競技会への取り組み

古内 宏和*1, 上原 貴*1

Efforts for the Tohoku Polytech Vision Electronics and Information Manufacturing Competition

FURUUCHI Hirokazu*1, UEHARA Takashi*1

要約 今年度の東北ポリテックビジョン電子情報系競技会では、PIC マイコンボードを用いたハードウェア競技とソフトウェア競技が実施された。本稿では、東北職業能力開発大学校が競技会に向けて、どのような取り組みを行ったのかについて報告する。

1. はじめに

東北ポリテックビジョン¹⁾電子情報系ものづくり競技会（以下、競技会）は、専門課程の学生を対象として、ハードウェア及びソフトウェアの基礎的な技能・技術を競う。この競技をとおして、学生が明確な目的・目標を自ら設定でき、自主性や学習意欲を向上させることを目的としている。競技課題は、電子情報系の基本であるはんだ付けと C 言語を使ったプログラミングの技能・技術を対象としており、組込み系の実践技術者と成る者にとって適切な競技である。本稿では、東北職業能力開発大学校（以下、東北能開大）における競技会に向けての取り組みとその結果、今後の課題について報告する。

2. 競技課題について

2.1 課題設定の経緯

昨年度までハードウェア課題は、マイコンが搭載されていない技能検定「2 級 電子機器組立て」²⁾の基板を 2 時間で組立てる課題であった。一方、ソフトウェア課題は、C 言語によるコンソールアプリケ

ーションを 1 時間 30 分で作成する課題であった。今年度は、プログラミング課題作成の負担軽減や若年者ものづくり競技大会等の競技会へ対応できるようにするため、課題が変更された。

今年度の競技は、ハードウェア課題で組立てた基板を用いて、ソフトウェア課題で組立て基板に対してプログラミングを行う。いずれは若年者ものづくり競技大会電子回路組立て³⁾に準拠した課題とするため、今年度から 2,3 回は PIC マイコンを用いた課題とし、PIC マイコンを活用した競技を運営するノウハウを構築する意図がある。使用するマイコンボードは、電子回路基板やプログラムの権利関係に問題がないこと、組立てからプログラム作成まで一つのハードウェアで対応できること、高等教育相当の技術レベルを必要とすることなどを考慮して、職業能力開発総合大学校で授業や研修の教材として使用されている PIC 基板⁴⁾（以下、職業大製 PIC 基板）へと変更された。

職業大製 PIC 基板において、プログラムで入出力可能なハードウェアを表 1 に示す。LED やプッシュスイッチで基本入出力、圧電サウンドでタイマ

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

割り込み、可変抵抗器や温度センサで A/D 変換を学習できるようなマイコンボードとなっている。

表1 プログラムで入出力可能なハードウェア

ハードウェア名	個数
LED	8
7セグメント LED	2
圧電サウンダ	1
LCD モジュール	1
プッシュスイッチ	4
トグルスイッチ	4
可変抵抗器	1
温度センサ	1

以上の経緯より、今年度は職業大製 PIC 基板の組立てを 2 時間、マイコンで制御する組込みのプログラミングを 1 時間 30 分で行う課題となった。

2.2 ハードウェア課題

職業大製 PIC 基板は、部品表のハードウェアを用い、指示された部品配置図 (図 1) のように組立て作業を行う。完成した基板は図 2 のとおりである。

部品の取付け、はんだ付けの評価は、技能検定「2 級 電子機器組立て」の実技で実施されている方法に準じ、30 点である。また動作テストプログラムにより各種インタフェースの動作状況を 10 点である。組立て作業時間により最大 5 点、ソフトウェア競技で持参基板を使わない場合は 5 点加算し、合計 50 点である。

2.3 ソフトウェア課題

ハードウェア課題で組立てた職業大製 PIC 基板について、動作させるための 5 つのプログラムは当日に公開される。各課題で提示する条件を満たすプログラムを作成し、職業大製 PIC 基板に転送をして動作確認をする。

ハードウェア課題が動作確認まで完了していない等の理由により、持参基板を使用して課題に取り組んでもよい。

プログラムの開発環境は MPLAB IDE または MPLAB X IDE で、言語は C 言語である。

インタフェース回路の計測・制御に使う関数は、事前に配布した例題に含まれるもののみとするが、例題にはない関数を使用する場合は、出題時にその関数のプロトタイプ及び記述例を示す。事前に配布した例題プログラムや自作の練習プログラムを持参 PC に保存しておき、競技で再利用しても構わない。ただし、自作ソースコード以外のファイルや印刷物を参照することはできない。

全 5 題について難易度に応じて傾斜配点とし、合計 50 点である。評価はプログラムの動作確認で行い、競技終了時に競技委員の指示で職業大製 PIC 基板への転送と動作チェックを競技者毎に実施する。

3. 指導について

3.1 学生指導の方針

競技会に出場できる学生は、各校 5 名程度であり、希望者を募った。募集したタイミングは、1 年生の集中実習「電子機器製作実習」の時期 (9 月末から 10 月初め) である。募集に対して希望者が 5 名いたため、そのまま、その 5 名が出場することになった。

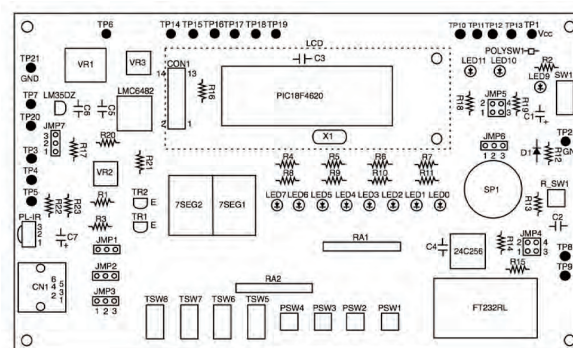


図 1 部品配置図

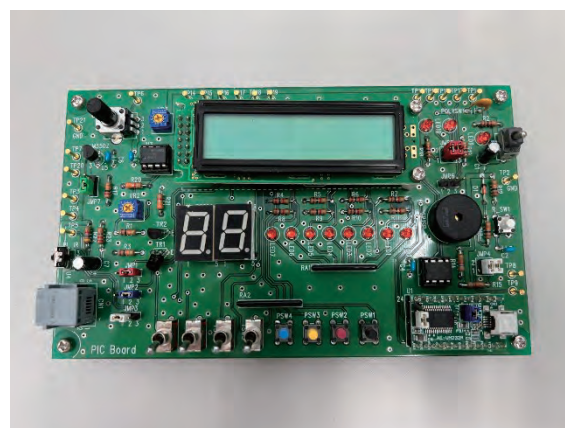


図 2 完成した基板

学生への指導方法は、基本的に自習形式で行った。ハードウェア課題、ソフトウェア課題ともに、導入時に説明を行い、自主性による技能習得を目指して、疑問に答える方法にて指導した。

練習はⅢ、Ⅳ期の水曜授業の日の午後に行った。練習の工程表を表 2 に示す。

表 2 練習の工程表

	10月	11月	12月	1月	2月
マイコンボードの概要説明	→				
PICマイコンの開発環境構築	→				
ハードウェア課題練習	→				
ソフトウェア課題練習			→		
各自練習				→	
部品、工具の準備					→

10 月から練習を開始し、10 月中にソフトウェア課題の練習ができるように、ハードウェア課題の練習もかねて職業大製 PIC 基板の組立てを行った。11 月は就職関係のイベント等があり練習ができなかった。12 月にソフトウェア課題の練習を行い、各ハードウェアの制御を一通りさせた。1 月以降は、各自でハードウェアかソフトウェアの練習を行うよう指導した。

3.2 ハードウェア課題への指導

ハードウェア課題のテキストは、職業大で使用されているテキストを一部変更したものを作成した。テキストは、基板の組立て時間を短縮するために、部品を背の低い順で取り付けるように変更した。

練習開始前の学生の技能レベルとして、技能検定電子機器組立て 2 級程度の基板の組立てが可能である。そのため、職業大製 PIC 基板をはんだ付けする際に注意すべき下記の点等を基板組立て前に説明した。

1 点目として、GND 付近は基板の導体面積が広く、はんだごての熱が逃げて温度が上がらず、つけにくい。はんだごての温度を高くしたり、はんだごてを当てる時間を長くしたりする必要があることを説明した。

2 点目としてチェック端子に対して基板の穴が小さい場合、ペンチでチェック端子の根元を押さえつけて固定することを説明した。

学生からの質問とそれに対する回答を下記に示す。

質問として「集合抵抗はどちら向きに取り付けばよいか」と問われた際、回答として板書にて、集合抵抗の図を描き、左側に丸が来るように取り付けると説明した。

質問として「はんだの量はどのくらいが適切か」と問われた際、回答として、はんだ付け済みの基板を提示し、適切な量の説明を行った。

3.3 ソフトウェア課題への指導

ソフトウェア課題のテキストは、職業大で使用されているものをそのまま活用した。

学生は、「マイクロコンピュータ工学実習」において職業大製 PIC 基板で制御できるほとんどのハードウェアをすでに取り扱っているため、開発環境の構築のみを説明した。

学生からの質問はほぼエラーへの対処方法についてのものであった。対処方法として、エラーメッセージの意味等を説明した。エラー関係以外の学生からの質問とそれに対する回答を下記に示す。

質問として「複数のスイッチの入力検知はどのように行えばよいか」と問われた際、回答として板書を用いてビットマスクを説明し、プログラムとしてどのように記述するかを説明した。

4. 競技結果

競技会は、令和 7 年 2 月 13 日（木）に秋田職業能力開発短期大学校で開催された。ハードウェア課題の様子を図 3、ソフトウェア課題の様子を図 4 に示す。競技会への参加人数は全体で 16 名であった。

ハードウェア課題終了時点で、東北能開大の学生が 1 位、2 位、4 位と上位であった。

最終的な競技結果は、東北能開大の学生が 1 名、1 位を獲得した。

5. 今後の展望

次年度以降の競技会では、より多くの成績優良者を生み出すため、指導に関する課題を挙げる。

ハードウェア課題について、5 名中 2 名が動作テストプログラムが全く動作せず、大きく減点されて

しまった。そのため、今後はミスが起きやすい下記の項目をチェックするよう学生に指導したい。

- ・ IC のピンが奥まで刺さっているか
- ・ IC のピンが折れていないか
- ・ 8 ピンの IC を間違った場所に刺していないか

ハードウェア課題用のテキストを自習用として利用しやすくするために、集合抵抗の向きや適切なはんだ量等の図を追加する予定である。

また、通電チェックをすれば、防げたミスもあるため、通電チェックの指導をしておくべきであった。

部品の発注について、5名で5回は通して練習ができるように、30セット分の部品を用意していたが、学生のはんだ付けの失敗等で足りなくなった部品があった。そのため、次年度は50セット分の部品を用意する予定である。

ソフトウェア課題について、5名中3名が全5題の問題のうち1問も解けず、0点となってしまった。そのため、PICマイコンを活用したプログラミングに慣れるため、普段の授業において職業大製PIC基



図3 ハードウェア課題の様子



図4 ソフトウェア課題の様子

板を用いたプログラミング実習を取り入れていきたい。

今年度は、個々に時間を計って課題の練習を行っていた。しかし学生からの意見で、本番と同じように、複数の学生が一斉に時間を計って課題の練習を試みたかったという意見があった。そこで、次年度は本番と同様の緊張感で練習するため、競技会に出場する学生が一斉に時間を計って練習を行う時間を設けたい。

6. おわりに

競技会に向けて、東北能開大がどのような取り組みを行ったのかについて報告した。取り組みとして、今年度から変更された課題に対応できるように、指導方法の検討およびハードウェア課題のテキストの作成を行った。

東北能開大の学生が、競技会にて1位を取ることができた。今後は、より多くの成績優良者を生み出すため、指導方法およびテキストについて改善をしていく予定である。

[参考文献]

- 1) 東北職業能力開発大学校：東北ポリテックビジョン、<https://www3.jeed.go.jp/miyagi/college/about/polytechnic.html>、2025年3月12日確認
- 2) 中央職業能力開発協会：2級電子機器組立て実技試験問題、技能検定試験問題公開サイト、<https://www.kentei.javada.or.jp/viewer/viewer.html?file=/pdf/R06-1-B36-4-電子機器組立て（電子機器組立て作業）-2級製作等作業試験問題%2Epdf>、2025年3月12日確認
- 3) 中央職業能力開発協会：第19回若年者ものづくり競技大会「電子回路組立て」、<https://www.javada.or.jp/jyakukanen20/19/kadai/05.html>、2025年3月12日確認
- 4) 職業能力開発総合大学校：技能・技術実践研修カリキュラム「PICマイコンによる教材開発事例」、<https://www.uitec.jeed.go.jp/training/2025/5501.pdf>、2025年3月12日確認

紙飛行機発射装置の製作

越野 和晃*1

Fabrication of Paper Airplane Launcher

KOSHINO Kazuaki*1

要約 東北能開大青森校で行われている紙飛行機大会の実施形態の改善を検討するために総合制作実習で学生が製作した紙飛行機発射装置についての取り組み、製作の内容および、広報活動へ向けた改善案について報告する。

1. はじめに

令和 5 年度より東北能開大青森校では学園祭やものづくり体験教室等の行事において、紙飛行機大会という行事を開催している。この行事は参加者が配布された用紙を使った紙飛行機を作り、その飛距離を競う競技であり、順位に応じた景品を用意することによって地域の高校生の興味関心を引くことを目的とした広報活動である。

紙飛行機大会は令和 5 年度の学園祭と令和 6 年度のものづくり体験教室での開催実績があり、令和 7 年度以降も開催予定となっている。しかし、この大会は人の手が介在する要素が多く、開催にあたっては多数の職員を要するという点や競技参加者の体格等で結果に差異がでるといった問題点が残っている。

総合制作実習では、紙飛行機大会での紙飛行機発射のプロセスを標準化することによって紙飛行機大会の実施形態の改善を検討することを目的とし、紙飛行機発射装置の製作を行った。本稿では製作の取り組み内容と広報活動に向けた改善案について報告する。

2. 製作物の概要

2.1 全体構造

紙飛行機発射装置は紙飛行機大会での参加者が紙飛行機を飛ばすプロセスを標準化することを目的として製作した。そのため、任意に発射位置と発射角度の調整ができる構造とするために 4 つの駆動輪を持つ車体と角度変更が可能な発射台とに分けて製作を行った。車体は令和 5 年度のロボット競技会参加用に製作途中となっていた機体を参考とし、発射台は市販の紙飛行機発射装置製作キットを参考とした。図 1 に参考とした車体および発射台の図を示す。



図 1 参考機体 (左: 車体、右: 発射台)

2.2 システム構成

図 2 に製作した紙飛行機発射装置のシステム構成図を示す。装置はコントローラと装置本体の 2 つで構成し、コントローラは DC5V のバッテリーからマイコンに給電し、マイコンは各種スイッチの入力信号を Bluetooth 通信で本体側のマイコンへと送信す

*1 東北職業能力開発大学校青森校 電子情報技術科
Tohoku Polytechnic College, Aomori
Department of Electronics and Information Technology

る。車体の電源は DC16V のバッテリーから給電し、DC/DC コンバータを用いて駆動用モータの定格電圧 12V へ降圧をかけてモータドライバに電源供給を行う。モータドライバには降圧機能を持ったものを採用し、モータドライバから本体側のマイコンへの電源供給を行っている。マイコンはモータドライバを介して、駆動用モータを PWM 制御する。また、発射台側は DC5V のバッテリーからサーボモータおよび DC モータへ給電し、マイコンは制御基板を介して、角度制御・発射制御用サーボモータおよび発射用 DC モータを制御する。また、本体側のマイコンは Bluetooth 通信でコントローラ側のマイコンへ現在の動作状況を送信し、コントローラ側は動作状態に応じた LED を点灯することで、動作状態を監視することができる。

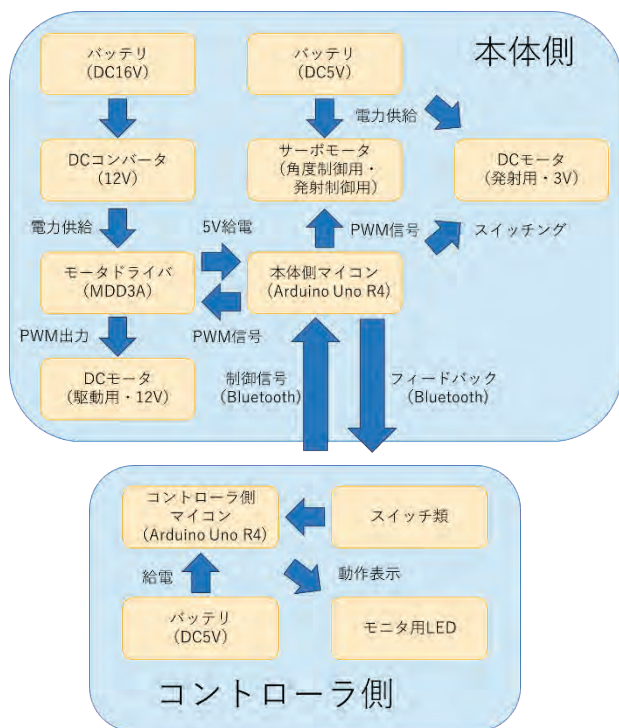


図 2 システム構成図

2.3 装置の外観

図 3 に学生が製作した装置の外観を示す。車体は 30mm 幅のアルミフレームで外枠を作り、3mm 厚の亚克力板を上下に取り付け、部品を設置している。外枠は MISUMI FRAMES で設計を行い、必要部品を確認し、組み立てを行った。亚克力板は JwCAD で設計を行い、レーザ加工機で切り出しを行った。駆動用モータは 3D プリンタで製作した固

定具を使用して車体下部に設置し、駆動輪としてメカナムホイールを取り付けた。発射台は 2mm 厚の亚克力板で製作し、車体との設置に L 字アングルとシャフトを用いることで、角度の変更ができる構造とした。

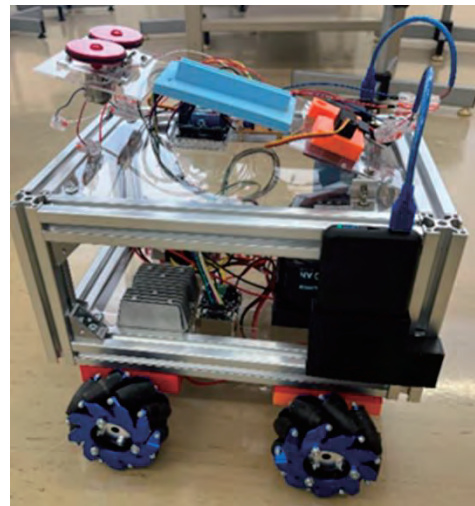


図 3 装置の外観

3. 制御の概要

3.1 通信の概要

製作した装置を制御するマイコンには Arduino Uno R4 Wifi を使用した。これは無線通信モジュールが内蔵されたものであり、マイコン単体で無線通信が可能となっている。通信方式は BLE を採用し、装置本体を親機、コントローラ側を子機として通信プログラムを作成した。図 4 に装置とコントローラ間の通信の概要を示す。本体側で名称と UUID を設定し、コントローラ側はその名称と UUID をブロードキャストで探索し、接続する。コントローラ側の操作は数値データとして本体側へ送信され、本体側は受け取った数値データに応じて動作制御を行う。

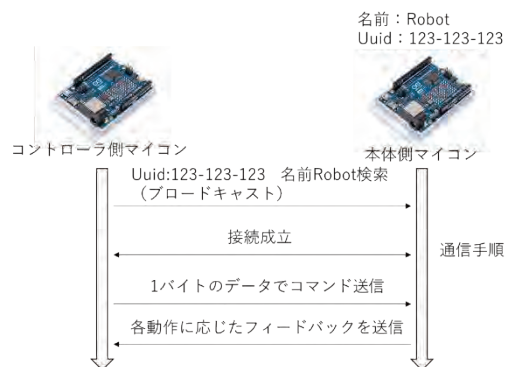


図 4 通信の概要

3.2 メカナムホイールについて

メカナムホイールは車軸に対して 45° の傾きをつけて取り付けられた樽型の回転体で形成された車輪であり、4 輪の駆動制御により車体の向きを変えずに全方向へ移動することができる。

図 5 にメカナムホイールの取り付け方を示す。¹⁾ 回転体の軸を車体中央へ向けるように取り付けることで、左右の車輪の回転体が異なる向きを向く構造となる。また、その状態で回転体が地面との接地面となることで、各車輪に加わる力は斜めのベクトルを持つこととなる。

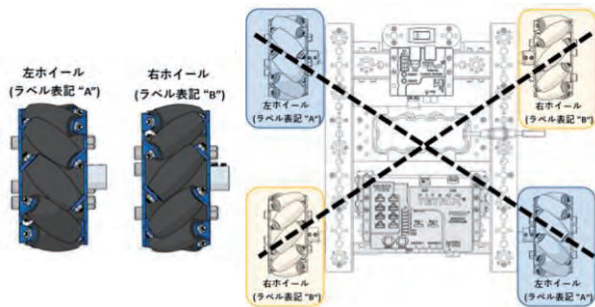


図 5 メカナムホイールの取り付け方 (X 配置)

3.3 メカナムホイールの駆動制御

図 6 にメカナムホイール (X 配置) を用いた各動作とその際の車軸の回転方向を示す。¹⁾ 前述の通り、メカナムホイールの接地面に生じる力は車軸に対して斜めのベクトルを持つ。そのため、全ての車輪の回転速度が一定であると仮定したとき、車体に加わる力のベクトルは各車輪の回転方向に応じて前後左右斜め等のパターンに分類できる。表 1 に各動作に応じた駆動用モータの制御パターンを示す。

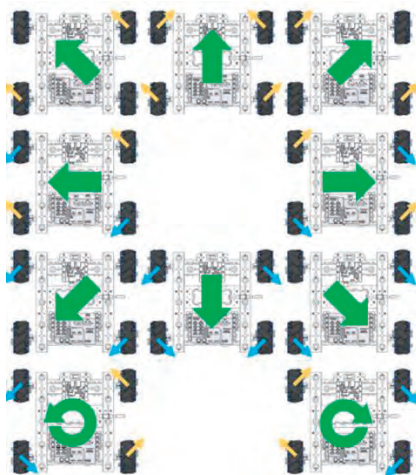


図 6 メカナムホイールの動作パターン

表 1 駆動制御パターン表

動作パターン	駆動用モータ			
	左前	右前	左後	右後
前進	正転	逆転	正転	逆転
後進	逆転	正転	逆転	正転
右平行移動	正転	正転	逆転	逆転
左平行移動	逆転	逆転	正転	正転
右回転	正転	正転	正転	正転
左回転	逆転	逆転	逆転	逆転
右斜め前進	正転	停止	停止	逆転
左斜め前進	停止	逆転	正転	停止
右斜め後進	停止	正転	逆転	停止
左斜め後進	逆転	停止	停止	正転

3.4 モータドライバについて

図 7 に駆動制御に使用したモータドライバ (MDD3A) を示す。定格電圧は $4\sim 12V$ であり、1 ユニットにつき、2 つの DC モータの制御ができる。また、Arduino との親和性があり、Arduino IDE に専用のライブラリが準備されている。また、内部に降圧回路が実装されているため、マイコンへの電源供給も可能となっている。

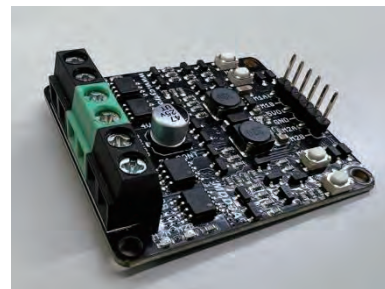


図 7 モータドライバ (MDD3A)

3.5 発射制御の概要

図 8 に学生が製作した発射台を示す。支持台に設置された紙飛行機は発射台先端の 2 つの車輪が回転することによって射出される。車輪を取り付けた発射用 DC モータの始動後、支持台後方の発射制御用サーボモータで紙飛行機を押し出すことで、紙飛行機を飛ばす方法の自動化を行った。また、発射台と角度制御用サーボモータのシャフトを固定することで、サーボモータの角度変更に応じて発射台の角度を任意に変更することができる。

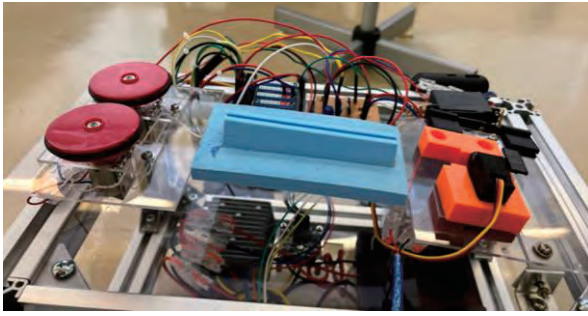


図 8 発射台の外観

4. 性能試験

装置の組み立ておよび動作確認後、性能試験としてコントローラと装置本体との通信可能距離の確認と飛行距離の測定を行った。通信距離の確認は東北能開大青森校の本館 2 階廊下を使用した。この廊下は直線距離が約 100m であるが実験の結果として、廊下の端から端まで通信が途切れることなく操作ができることが分かった。次に飛行距離の確認実験は前述した廊下の横風等の影響がない場所で行った。紙飛行機大会は体育館を扉や窓を閉め切った状態で実施し、飛距離の計測を紙飛行機の着地点ではなく、着地後に滑走した距離も含めて計測しているため、測定条件は同じとなるようにした。表 2 に紙飛行機発射装置を使用して測定した紙飛行機の飛行距離を示す。発射台の角度が 0° の場合よりも 40° の場合の方がより長い距離を飛ばせる傾向にあることが分かった。

表 2 飛距離測定結果

角度設定	飛距離[m]	
	0°	40°
1 回目	7.8	9.2
2 回目	9.3	17.3
3 回目	14.0	16.7
4 回目	8.4	9.6
5 回目	14.3	13.9
6 回目	5.8	14.1
7 回目	6.7	18.2
8 回目	7.5	12.1
9 回目	6.9	16.8
10 回目	8.8	17.9

5. おわりに

総合制作実習では紙飛行機発射装置を製作し、その動作の確認を実施することができた。紙飛行機を飛ばすプロセスを標準化するという目的を果たすことはできたが、実際の紙飛行機大会に製作機体を使用することはできないと判断した。紙飛行機大会では参加者が製作する紙飛行機に対して全長、横幅の制限という規定が存在している。製作機体は発射機構の構成上、射出することのできる紙飛行機の大きさに制限が生じるため、紙飛行機大会で使用する紙飛行機の規定を変更する必要がある。よって、紙飛行機大会で製作機体を使用する場合は発射台の設計を見直す必要がある。また、指導教員として製作機体を見たときに汎用性の乏しさが懸念された。製作機体は車輪を使用して紙飛行機を挟み込み射出する機構上、紙飛行機の胴体は一定以上の高さをつける必要がある。紙飛行機大会の参加者が各々異なる紙飛行機を製作することを考慮すると射出機構の構成を改め、どのような形の紙飛行機でも飛ばすことのできる機構を設計する必要があると考えられる。

総合制作実習を指導するにあたり、目的は紙飛行機大会の実施体制の改善を検討することとした。紙飛行機大会は現状、参加者が紙飛行機を飛ばし、その飛距離を競うだけのものであるが、この総合制作実習によって紙飛行機を飛ばすプロセスの標準化が可能であることが分かった。また、角度変更によってある程度、飛距離を調整できることも分かった。これに加え、飛距離を測定するプロセスを自動化することができれば、職員の負担を軽減することのみならず、様々な競技の形態をとることが可能であると考えられる。例えば、紙飛行機の落下位置を正確に計測できるのであれば、カーリングのように紙飛行機の落下位置ごとに得点を与え、その得点を競うといった競技を開催するなどの改善を加えることで、より地域住民の関心を集めることができると考える。

【参考文献】

- 1) 株式会社アフレル：製品一覧 / TETRIS
https://afrel.co.jp/pdf/product/tetrix_mecanumwheel.pdf、2025 年 5 月 12 日確認

木造軸組休憩所のライフサイクルマネジメント

—設計・施工・運用・解体・再利用を通じた実践報告—

松下 貴博*¹

Life Cycle Management of a Wooden Frame Rest Area - A Practical Report from Design, Construction, Operation, Demolition, and Reuse -

MATSUSHITA Takahiro*¹

要約 本稿は、東北職業能力開発大学校学園プラザに設置された木造軸組休憩所の、平成 25 年度 (2013 年) からの 12 年間における設計、施工、運用、維持管理、解体、および移設に至る全過程を、設計者兼施工者としての立場から実践的に報告する。

1. はじめに

平成 24 年度 (2012 年)、東北職業能力開発大学校住居環境科の総合制作実習において、改修された学園プラザの木造軸組休憩所は、12 年後の令和 6 年度 (2024 年)、学園プラザ再編計画に基づき敷地内 3 号館東側へ移設された。本稿では、設計思想、施工、運用、維持管理、解体、そして CLT 廃材再利用を含む移設工事の詳細を報告する。

2. 既存休憩所と改修計画

図 1 に示す既存休憩所は、平成 20 年度 (2008 年) の総合制作実習において建築されたものであり、その後、複数回の改修が施されていた。平成 24 年度の実習において、筆者は担当指導員として、学生主体による抜本的な改修を指導した。その目的は、本校関係者のみならず来校者にとっても、開放的で使いやすい休憩空間を創造することであった。

そして、以下の 3 点を設計条件とした。

- (1) 屋根形状の変更による視覚的インパクトの向上 (小屋組の検討)
- (2) 壁の最小限化による開放的な空間の実現 (軸組の検討)
- (3) 既存規模の維持 (平面 : 2.73m × 3.64m、柱高 : 約 2.7m)



図 1 既存の休憩所(2012/04/18)

3. 改修後の休憩所に関する設計概要

3.1 小屋組設計: 伝統構法と現代技術の融合

当初、一般的なあずまやを参考に方形屋根を検討したものの、既存平面形状との整合性、および学生の技能レベルを考慮し、簡素化した小屋組形状の採

*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

用に至った。最終的に、山口県錦帯橋の精巧な木組みをモチーフとした「第 63 回全国植樹祭やまぐち 2012²⁾」における「お野立所」の小屋組を参考に、水平材と垂直材を強調した伝統構法を採用した。これは、建築大工技能士 3 級合格者である学生の施工能力と、学園プラザにおける視覚的インパクトの両立を図るためである。

3.2 軸組設計:多重「渡りあご掛け」によるラーメン構造の構築

開放的な空間を実現するため、本計画ではラーメン構造を前提とした軸組設計とした。一般的には、壁に面材や筋かいを用いて水平耐力を確保するが、本計画では、仕口のみによる水平耐力の確保に挑戦した。これは、「挟み梁工法²⁾」の基本概念を踏襲しつつ、施工の合理化と小屋組仕口との共通化を図るためであり、加工を簡素化した多重「渡りあご掛け」を採用した結果である。その結果、継手・仕口の種類は「追掛け大栓継ぎ」と「渡りあご掛け」の 2 種類に限定できた。

試作した多重「渡りあご掛け」を図 2 に示す。



図 2 試作した仕口(2012/11/09)

3.3 自然環境と景観への配慮

既存軸組は 3 年間の風雨に曝され、その耐久性が実証済みであったことから、改修後の軸組は、規模および構造を既存構造と同等とする設計とした。

屋根形状変更による風圧対策としてパーゴラ構造も検討したが、気象データの入手が困難だったため、地元職員からの聞き取りに基づき最大積雪深を約 10cm と推定した。積雪荷重とパーゴラ維持管理の困難性から、構造安全性と維持管理の容易性を優先し、屋根葺材工法を採用した。

強風による屋根葺材の飛散防止対策として、軸組本体の重量増加とビス長さの調整を行い、飛散リスクの低減を図った。屋根葺材には、学園プラザの舗装材であるインターロッキングブロックの色調との調和を考慮し、赤色の「アスファルト系波型屋根材³⁾」を選択した。

各軸組部材には、組立前の加工直後に「油性着色仕上げ塗装⁴⁾」を施した。これは、撥水性、防虫性、防腐性の向上を図り、木部の長期的な保全に資するものである。塗装色には、周辺の山間部の自然景観との調和を考慮し、ウォルナット色を採用した。

本改修工事では、構造的安全性の確保と景観への配慮を設計の基本理念とし、両者の調和を追求した。

4. 改修後の課題

本改修工事に関する施工作业は、学生がこれまで学習してきた知識・技術を実践的に活用する貴重な機会となった。改修後の休憩所を図 3 に示す。



図 3 改修後の休憩所(2013/04/03)

しかしながら、斜材や面材を用いない本軸組構造の耐力・変形性能に関する検証は不可欠であり、接着剤の使用による耐力向上や変形性能低減の可能性についても検討が必要であった。本計画は実験的な側面を包含しており、竣工後、休憩所の挙動を継続的に観測することで、構造的な安全性を検証する必要がある。

5. 運用と維持管理

休憩所は、主に在校生を対象に、実習時の休憩場所、ならびに弁当持参者に対する昼食場所として活用された。内部には椅子を設置し、休憩空間を確保した。加えて、教職員は、専門課程住居環境科にお

ける建築施工（総合制作）実習の一事例として、施設見学者に本休憩所を紹介した。

本休憩所の屋根は、定期点検に代えて随時目視による状況確認を実施した。運用状況の観察から、雨漏れの発生は確認されなかったものの、冬季の積雪により屋根葺材下面に結露が発生し、水滴が垂下する現象が認められた。また、軒先部では雪庇および氷柱の形成が確認され、これらが冬季における課題として挙げられる。これを図4に示す。



図4 軒先の氷柱(2013/12/16)

ウッドデッキに使用したホワイトウッド（SPF材）の床板上面では、土足歩行による摩擦が主な原因と推察される塗装剥離が顕著に認められた。その他、床板上面における課題として、小屋組への鳥類侵入に起因する糞の清掃が挙げられる。

本休憩所の設置場所は強風が生じやすい。12年間の運用期間中には台風や地震も経験しているが、屋根葺材の剥離や飛散、軸組本体の倒壊は発生しなかった。しかし、強風により内部に設置されていた木製椅子が外部に落下する事例が複数回確認された。壁面のない構造が風圧軽減に寄与し、休憩所の安全性を確保したと推察される。

6. 解体と移設の背景

東北職業能力開発大学校は、令和7年度（2025年）に老朽化した2号館と6号館の建替えに伴い、学園プラザ内に新教室棟（鉄筋コンクリート造3階建て、延べ床面積2,300㎡）を建設する計画である。この計画では、既存の教室、図書室、学生ラウンジ、実習室等の機能を新教室棟に集約し、倉庫や渡り廊下についても改修を含む包括的な整備を行う。そのため、学園プラザは更地となるが、休憩所の解体は、この新築工事の必要不可欠な措置である。

近年、持続可能な社会の実現に向けた取り組みとして、建築物の解体・再構築における資源循環への関心が高まっている。本学応用課程建築施工システム技術科では、この機運を捉え、休憩所の解体においても建設廃棄物量の削減と部材の再利用・再生を積極的に推進することで、CO2排出量削減とGX（グリーントランスフォーメーション）目標達成に貢献する。具体的には、解体された休憩所の建材を廃棄せず、別の場所で再構築する作業を当該科の開発課題として位置付け、学生の実習に活用する。

校外への搬出が不可能であるため、移設先は敷地内3号館東側の屋外実習場所と決定した。移設方法としては、曳家工法も検討したが、本実習における教育的目標、すなわち「解体と再構築のプロセスにおける技術要素の習得」を最優先事項として、解体・再構築工程を包含する方法を採用した。このアプローチは、学生による実践的な技術習得を促進し、将来の建築技術者としての成長を促す上で最適な方策であると判断した。

7. 解体および移設工事に関する考察

本休憩所の木造躯体はシロアリ被害や腐朽がなく良好な状態を維持しており、設置場所の良好な通風による木材乾燥がその要因と考えられる。緊結部のボルト・ナットには軽微な白錆が見られたものの、構造強度への影響は軽微で、ばね付き座金採用により12年間緩みは発生しなかった。しかし、長期的な視点からは木部材よりも金属部材の劣化が懸念される。小屋組部材上面には砂埃が付着しており、木材の種類による劣化の差異も確認され、SPF材に比べ杉材の劣化が抑制されていた。

解体作業は、屋根葺材、垂木、桁、梁、長押、床材、土台、柱の順序で段階的に実施し、各部材に識別番号を付与することで、再構築作業の効率と精度を向上させた。その結果、部材損傷を最小限に抑え、全木部材の再利用（再利用率100%）と円滑な再構築を実現し、軸組工法の容易性を改めて確認した。ただし、当該屋根葺材は、製造元データによれば、熱帯地域においても30年以上の耐用実績を有するものの、解体、運搬、保管に伴う劣化は避けられず、再構築後の雨漏りリスクを無視できないと判断し

た。そのため、継続使用を断念し、全面更新とした。屋根葺材自体は、解体せずに維持されていれば、更に 10 年間の使用が可能と推定できた。なお、更新材は、周辺景観に配慮し緑色を採用した。

同時に、劣化していた塗装の全面補修と、全てのばね付き座金、六角ボルト、ナットの新品交換を行い、構造体の長期的な安定性と安全性を確保した。

こうした実践的な作業を通して、学生は工程管理能力と施工技術の習得を深め、計画立案から施工、工程管理までの一連のプロセスを経験することで、建築技術者としての基礎能力を向上させた。

8. CLT 廃材の有効活用

本体移設工事と並行して、図 5 に示す他ゼミナールの実験で発生した杉製 CLT (Cross Laminated Timber) 廃材の有効活用を検討し、再利用計画を策定した。



図 5 実験後の CLT 材(2024/08/27)

この CLT 材 (910mm×2730mm×90mm、90kg) を、作業性確保のため 167mm×2571mm×90mm、15.5kg に製材し、休憩所の SPF 材に替わるウッドデッキ床板として再利用する計画を実行することとした。

移設前の休憩所では、SPF 材床板下にコンクリートブロック錘 (総重量 294.4kg) を設置し、重量バランスを確保していた。本計画では、このコンクリートブロック錘と SPF 材床板 (234kg) を CLT 材 (総重量 620.0kg) で代替することで、約 100kg の重量増加を実現した。これは、床材としての機能に加え、錘としての効果増強にも寄与すると考えた。

CLT 床板の製作は、三次元モデリングソフトウェアを用いた施工図作成から開始した。使用済み CLT 材は、実験による損傷部分 (ビス穴、割れ等) を除去するため、リップソーを用いて幅 910mm の部材を

幅 167mm に縦挽き加工した後、ジャンピングクロスカットソーを用いて長さを 2730mm から 2571mm に横挽き加工した。最後に、トリマを用いて全 CLT 部材の角部を面取り加工し、ささくれの除去と安全性を確保した。

CLT 床板を固定する前に、必要寸法の欠き取り加工を施し、塗装後、長さ 140 mm の構造用ビスを用いて本体土台上面に固定した。これを図 6 に示す。



図 6 移設後の休憩所(2024/12/02)

9. おわりに

本稿では、12 年間にわたる木造軸組休憩所の設計・施工から解体・移設までの全過程を詳細に報告した。学生主体による改修、伝統構法と現代技術の融合、自然環境への配慮、そして CLT 廃材の有効活用など、本実習事例は実践的教育と持続可能性を両立させた貴重な経験を提供した。

[参考文献]

- 1) 山口県ホームページ: 第 63 回全国植樹祭・開催概要、
<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/soshiki/106/23146.html>、2024 年 12 月 31 日確認
- 2) 宮内建築ホームページ: 京町の家: 四寸角挟み梁工法、
<https://miyauchi-kenchiku.jp/piece/kyohmach>、
2024 年 12 月 31 日確認
- 3) Ondulin ホームページ、<https://jp.onduline.com/ja/diy/zhpin/onteyurin-kurashitsukushito>、
2024 年 12 月 31 日確認
- 4) ニッペホームプロタクト株式会社ホームページ、<https://www.nippehome.co.jp/product/油性デッキ&ラテイス用#gsc.tab=0>、2024 年 12 月 31 日確認

農家型長屋門を持つ古民家実測調査報告

星野 政博^{*1}

A study on a Survey of “Old Private Farmhouse Type with Nagayamon Actual Measurement ”

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の報告をする。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・実測図面の製作・図面の解説（寸法読み取り等）・構造模型の製作・復元図面の製作・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「農家型長屋門を持つ古民家」に着目して、これまで実測調査した事例報告をする。また、建築構造的特徴・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再認識や、今後の地域資産としての価値用方法等について提案する。この古民家実測調査を通じて、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の報告をする。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・実測図面の製作・図面の解説（寸法読み取り等）・構造模型の製作・復元図面の製作・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^{注1)注2)}を持つ古民家」に着目して、これまで実測調査した事例報告をする。また、建築構造的特徴・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. 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作成、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）⑥農家型長屋門実測調査(2008年度から継

*1 東北職業能力開発大学校 住居環境科

Tohoku Polytechnic College

Department of Housing Environment

続)¹⁾²⁾³⁾⑦岩手県紫波郡紫波町旧蚕種製造所実測調査(2024年度から継続)等がある。

本稿において実測調査を行う古民家岩松剛家母屋(以降略してIT家とする)は、明治34年(1923年)に建てられた古民家であり地域の歴史的遺産としての価値がある。そのため、実測調査を通して当時の技術や伝統工法をまとめていくことはもちろん、図面などのデータにして残していくこととした。また栗原市を活発にする資源として今後活用していくことが出来るのではないかと考えた。⁴⁾⁵⁾

2.1 実測調査内容

I.T家母屋の実測調査を行い、集計した調査記録をもとに大きく4つに分けたテーマを進めていくものとする。①I.T家母屋を実測し、図面を作成する。外観や構造などの調査に係る写真撮影と記録化を行う。②建築構造的特徴や伝統工法を把握する。③簡易耐震診断を行い、現在の母屋の状況を把握する。④図面を基に母屋模型の製作をする。

以上に加え民家調査の一端として聞き取り調査を実地することで建物だけでなく住居風習などの郷土の資料としての記録も行う。

2.2 調査スケジュール

2010年9月9日に母屋の規模や間取りを把握すると共に今後の研究の内容や進め方を考える為に実際に調査をするI・T家母屋にて予備調査を行った。2010年10月12日～11月2日の期間で、I.T家母屋の実測調査を行った(図1)。2010年12月22日に伝統工法調査の中で詳細な聞き取り調査



図1 I.T家母屋外観(寄棟屋根一部入母屋造)

を行い、それをもとに復元図の作成、簡易耐震診断に使用した。また、簡易耐震診断は文化庁の資料に沿って行った。図面の作成も終了しており、図面をもとに母屋構造模型製作を行った。

2.3 実測調査項目

予備調査の段階で建物に関する基本的な情報を集めた。

- 妻方向 約14メートル、桁行方向 約17メートル
- 軒高 4.5メートル 棟高約10メートル
- 建築面積 約240平方メートル
- 方位 南東
- 屋号 大東(おおひがし)

実測調査では、図面作成に必要な箇所の測定、また簡単に図面にすることの出来ない外観の特徴や、室内の様式、細部の手法などの写真撮影を主に行った。建物をみただけではわからないことはその後、実際に家人からお聞きして調査を行い、用途や呼び名、過去どういった形で使用されていたかを知ることができた。また屋号とは江戸時代など名字が名乗れなかった時代に、代わりにつけられた名称で大東(おおひがし)とは集落の一番東の場所のことを意味する。

2.4 実測調査機器・用具

実測調査のための機器・用具として下記のものを使用した。①計量きぐとして、指金(サシガネ・曲尺)・下降り・水平器・水糸・ガムテープを使用した。②測量機器として、トランシット・オートレベル・箱尺・巻尺・コンベックス・照明用懐中電灯を使用した。③服装としては、作業服・ヘルメット・タオル・防塵マスク・軍手を使用した。④記録用機器・備品として、デジタルカメラ・方眼紙・画板・鉛筆・ノートパソコン・CADソフトを使用した。

2.5 聞き取り調査結果

12月16日にI.T家にて聞き取り調査を行った。

古い居住習俗を調べることで家独自の風習や母屋の使われ方など当時の様子を知ることができた。調査項目は大きく分けて以下の三項目である。

- ・建物に関係したところ
- ・社会的なところ
- ・生活に関係するもの

I.T 家では伊豆沼などで行われる野鳥観察の宿泊場所として年に数回母屋を提供している。2006 年度より栗原市では都市田園計画の一端として地域資源を利用した交流事業に取り組む動きがあり長屋門を持ち、室内には石臼や杵など生活用具が残る母屋は今後、地域農家の文化を知るとともに滞在型の交流の場として活用されていく期待が持てる。



図 2 I.T家母屋内観(囲炉裏)

また、聞き取り調査から得た情報をもとに回答結果をまとめ、建築当初の復元平面図を作成した。表 1 と図 3 参照)。A-A・B-B は断面切断位置を示す。

表 1 聞き取り調査内容

調査事項	回答結果
施工記録	明治30年施工開始・竣工まで40年
改築記録	昭和30年に物置・押入れ・納戸を増築
屋根	昭和43年に茅葺きから鉄板葺き
稼業	米農業・冬季は縄織り等
使用用途	台所で米俵を置いていた他、縄織りを土間で行っていた。

日本各地の古民家農家の母屋形式としては、一棟型と分棟型に分かれる。農家型長屋門と母屋間取りの機能的関連性としては、分棟型の農作業空間として機能してきた。宮城県栗原市や登米市・

大崎市地域では、厳しい自然条件の中で、一棟の大型寄棟古民家も存在するが、囲炉裏のある土間

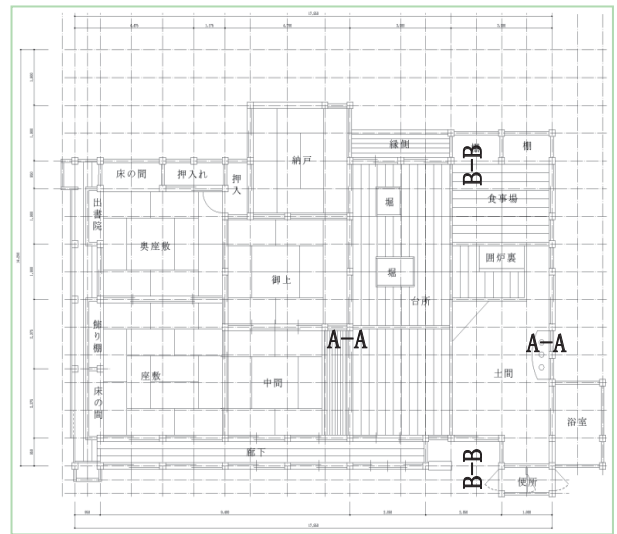


図 3 母屋復元平面図

での農作業空間と、長屋門の中での作物の収穫作業やお米の脱穀作業、また貯蔵場所として機能してきた。農作業にとっての大切な役割を果たしていることがわかった。

2.6 簡易耐震診断結果

簡易耐震診断は、「重要文化財（建造物）所有者診断実施要領」という資料にそって行った。この資料は、「重要文化財（建造物）耐震診断指針」に基づいて所有者診断を実施する際の具体的な方法を、「所有者診断書」の作成の手順にしたがって示すものであり、「重要文化財（建造物）所有者診断実施要領について（通知）」において示したものである。

診断方法について説明すると、項目別に評価し点数化する。項目は大きく分けると、立地条件に係る事項、構造特性に係る事項、破損等の状況（構造的な健全性）に係る事項の3つであり、それぞれ評価する。それを点数化し、評点の和を出し判定をする。判定も「重要文化財（建造物）が構造的に健全である。」、「重要文化財（建造物）本来の構造的な健全性を回復するための措置（簡単な応急的補強を含む）、または管理・活用方法の改善措置を行う必要がある。」、「重要文化財（建造物）の根本的な修理（補強を含む）、または使用方法の見直しが必要となる可能性が高く、速やかに基礎診断を実施する必要がある。」の3種類あり、I.T 家の診断結果は、

各事項とも評点の和が概ね 60 点以上とみて、「重要文化財（建造物）が構造的に健全である。」という結果になった。

表-2 簡易耐震診断結果

項目別評価	点数
立地条件に係る事項	55
構造特性に係る事項	—
(1)規模・形状に係る事項	95
(2)軸部構造に係る事項	70
(3)屋根構造に係る事項	50
破損等の状況(構造的な健全性)に係る事項	90

2.7 1/30 構造模型製作

古民家の構造的特徴、伝統工法を表すため、これまでの実測調査で作成した母屋の図面をもとに、実際に母屋の構造模型を製作した。模型製作を行う部分は牛持柱や牛梁などの長大材で小屋組や構法が表現できる広間とし、縮尺は 1/30 の目視に適したサイズとした。建築当時の原型を復元した(図 4)。模型製作に使用した工具は、カッターマット・カッターナイフ・紙ヤスリ・のこぎり・木工用ボンド・両面テープ・さしがね・定規等である。



図 4 母屋構造復元模型(牛持梁部分)

2.8 復元図面制作

古民家を記録するには図面で表現するのが最適である。その為、間取りを示す平面図、立面図、断面図、屋根や梁などの各伏せ図、建物が建てられた当時の形を示す復元図など、これらの図面作成を通して民家の特徴を示すことが出来る。

調査した母屋は築 90 年ということもあり外観では屋根の改修工事、室内側では納戸などの増築・各室で小さい変更があったが大きな変化は見受けられなかった。長屋門と同じ気仙大工が施工したのと考えられ、せがい造りなどの類似する工法が見られた。

実測調査をもとに制作した図面を図 3 に平面図、図 5・図 6 を断面図として示し、図 6～図 10 に各伏図等を記載した。また記載している断面図については構造模型作成の段階で必要となる台所部分の断面図を作成した。図 11 は、母屋小屋組構造模型である。

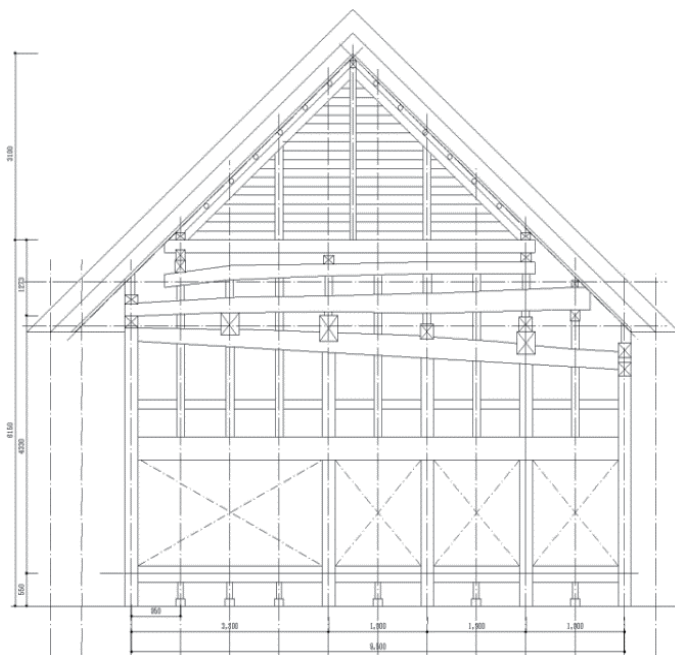


図 5 母屋断面図(A-A)

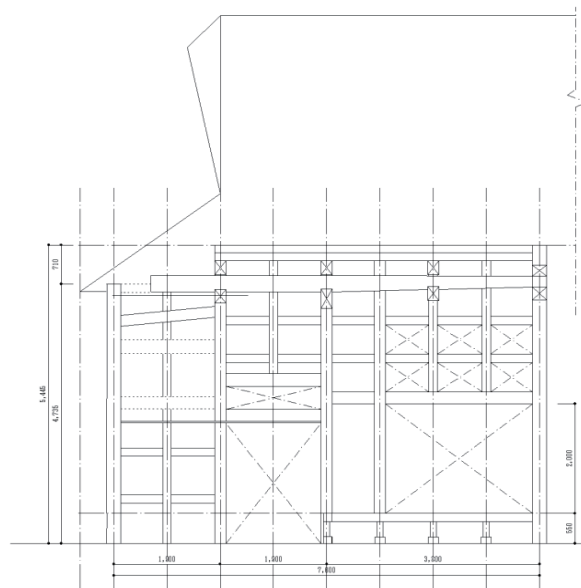


図 6 母屋断面図(B-B)

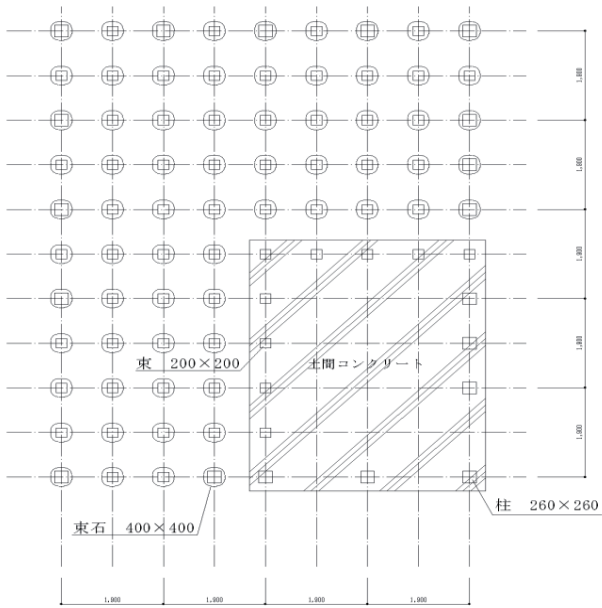


図7 母屋基礎伏図

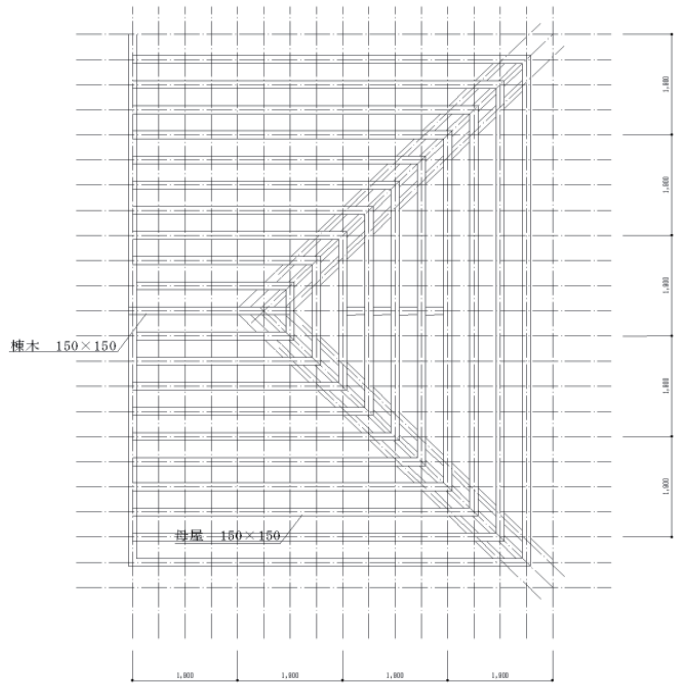


図10 母屋屋根伏図

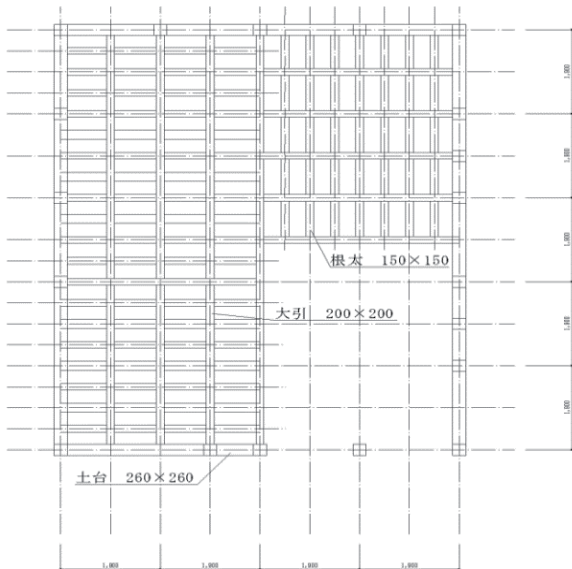


図8 母屋床伏図



図11 母屋構造復元模型(小屋組)

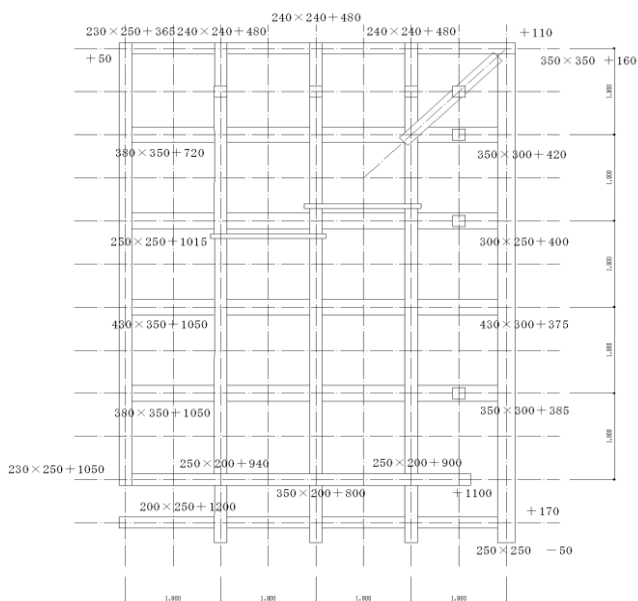


図9 母屋小屋伏図

2.9 気仙大工伝統技術の聞き取り結果

気仙大工とは岩手県沿岸の気仙地方で生まれた技術を持つ大工集団のことである。社寺建築、洋風建築などと、本来は家を中心に仕事をする大工でありながら、幅広い建築活動をしているなど特徴がある。実測調査を経て母屋に使用されていた工法や様式を調べる中で、2009年に行ったI.T家長屋門調査で研究したせがい造りや牛梁などの類似点があった。⁶⁾同じ敷地にあり共通の構法を使用していることから母屋を施工したのは農家型長屋門を作った同じ気仙大工ということがわかった。また古い構法を扱う大工が建てた経緯から、I.T家では大黒

柱のことを「牛持柱(うしもちばしら)」と呼んでいる。

3. おわりに

今回調査に協力していただいたI・T家母屋は現在、住むための住居としては使用されていない。ゼミナールや野鳥観察の宿泊など、定期的な用途はある。そのことから建物を記録保存するだけでなく二次利用の可能性を見つけていく必要もある。

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。

今回調査した農家型長屋門を持つ古民家は、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。

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。

付録Aとして提示するのは、住居環境科2年生と共に2024年度再度実測調査して、提案した古民家再生・リノベーション計画案である。(一社)宮城県建築事務所協会主催の2024年度みやぎ建築未来賞の設計競技会に参加して、大賞およびWEB賞を受賞することができた。総合制作実習の一部として、実測調査に協力してくださった遠藤茉弥さん・佐藤結月さん清水桜咲さん・藤原優澄君に感謝します。⁷⁾

【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、二迫川水系は今もな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)

【参考文献】

- 1) 栗原市くりはら研究所HP/2008年
<http://www.kuriharacity.jp/kuriharacity/contents/wor/kankoproj>
- 2) 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
- 3) 職業能力開発報文誌 VOL. 30 No. 1 (49), 2018
星野政博 農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-
- 4) 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)
- 5) 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
- 6) 気仙大工研究所 平山憲治氏監修HP/2009年
<http://www.epix.co.jp/kesendaiku/takuminosato/index2.html>
- 7) 東北職業能力開発大学校HP 2025年3月19日確認
<http://www.tohoku-pc.ac.jp>

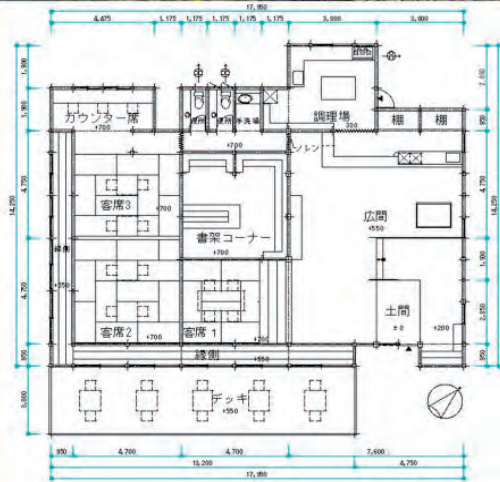
付録 A 「第 30 回みやぎ建築未来賞 2024」 みやぎ建築未来賞大賞 受賞報告

住居環境科 2 年 遠藤茉弥・佐藤結月・清水桜咲・藤原優澄

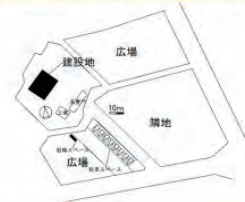
繫咲荘・Keisakuso ～地域活性化のための古民家集会所をつくる。



人と人の繋がりは地域に特有の温かみを生み出す。しかし、現代では人と人の繋がりが薄れつつある。また、それに伴って地域住民の団結力も乏しく、地域活性化の妨げとなってしまう。私達は人と人の繋がりが生み出す地域の温かみを取り戻すべく、**地域活性化のための古民家集会所をつくる**ことを提案する。



平面図



配置図

古民家岩松	
建築面積	292.10㎡
最高高さ	9.69m
軒の出	1.50m
建築年	明治時代末
屋根	茅葺一金属板葺

古民家岩松家：宮城県栗原市若柳

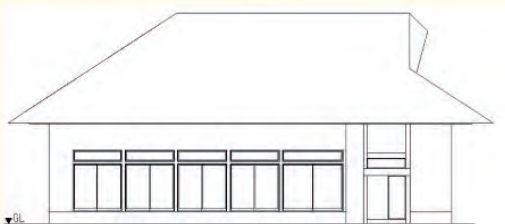
設計趣旨

本案は既存建築物である古民家岩松家のリノベーションである。

普段はブックカフェとして運営することで地域住民が交流する下地をつくり、いずれは誰もが気軽に交流するために集まる場所をつくることを目指した。

田の字型に似た食い違い四間取をそのまま活用し、窓を開けると風が東西南北に通るような設計を行った。また、調理場などの入り口にレンを設けたり、天井にも布による装飾を加えるなど、風の流れをわかるようにすることで自然を感じられるようになっている。

室内・テッキともに床座とすることで目線が低くなり、屋外との一体感を生んでいる。室内の席は廻り炬燵として長時間座った場合でも疲れにくく、大人数が利用する場合でも蓋をすることで広間として利用できるように考慮した。



南立面図



東立面図



北立面図



西立面図

土間・広間 (カフェコーナー)



入るとまず本棚兼大型オブジェが出迎える。オブジェを見上げると気仙大工の手による根曲がり材の大梁がつくる、ダイナミックな空間の広がりを感じられる。
窓を床土約1200mmに設定して装飾も活用することで視線が自然と上に向き、現代の民家ではあまり見られない、梁成が大きく圧倒されるような架構を魅せる。

客席・書架コーナー



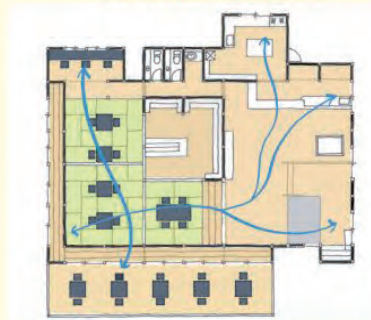
カフェコーナーから変化を持たせ、視線が低くなるような空間づくりを行った。外を見ると地面と視線の角度が小さくなり、室内外の隔たりがなくなる。そうすることによって、まるで自然の中にいるような感覚を演出する。

デッキ



客席と違って足を伸ばしてくつろぐことができるように設計した。軒先から掛けた布が柔らかい光をデッキに入れ、庭が近くにあることで時間がゆっくり流れるような場所を目指した。

豊かな自然と先人の知恵



自然豊かな環境が生む心地よい風が建物全体を通り抜ける。軒の出が大きいことで夏の厳しい日差しを遮り、冬場は暖かな日差しを取り込む。古民家に昔からある先人の知恵を活かして設計した。

プレゼンテーション模型 1:50



人と人の繋がりを取り戻す3つの要素

「何となく顔見知り程度関係づくり」

地域活性化のために人の交流を増やそうといった話しをよく聞く。しかし、いきなり誰かと交流することは難しくないだろうか。私達は交流を生み出す一歩手前の素地作りが大切だと考える。

「誰もが集いやすい場所づくり」

公民館やコミュニティセンターなど、各自治体には地域住民の交流できる施設があるが、若者の利用が圧倒的に少ない。本リノベーション案では普段はブックカフェとして運営を行い、勉強などを出来るようにする。そのように気軽に使えることを知ることによって、地域交流の場が身近に感じられるようになると思う。

「埋もれた歴史的建築物の活用」

文化遺産に登録されている寺社仏閣などの他にも歴史的価値のある建築物は民家にも数多く存在する。それらは自然の力を利用して快適性を追求した技術と経験の結晶である。そのような建築物には自然と心地よいと感じさせる魅力があると私達は考える。

誰もが利用しやすいトイレの手すりの制作

中田 智大*1

Designing Handrails for Toilets Accessible to Everyone

NAKADA Tomohiro*1

要約 本稿は、総合制作実習「誰もが利用しやすいトイレの手すりの制作」の取り組みと制作物について報告する。公共施設のトイレに設置される手すりについて、使用者にとって適切な位置に手すりが設置されているか疑問がある。本制作実習では、まず公共トイレのバリアフリー化の必要性とその背景をまとめるとともに、手すりについての問題点を明らかにする。次に、多目的トイレを想定したトイレスペースを作成し、手すり設置位置を検討する。使用者の立ち座り動作の際の重心移動の方法に個人差があり、それが使いづらさの原因であると考えた。最後に、手すりの位置を自在に変更できる機構を考案し、使用感を検討する。

1. はじめに

近年、日本は少子化が急速に進み総人口の減少が抑えられず、高齢者人口の大幅な増加により超高齢社会に突入している。また、東京オリンピック・パラリンピック競技大会の開催決定を契機として、すべての国民が共生する社会、いわゆる共生社会の実現を目指し、全国においてバリアフリー化を加速させ、一億総活躍社会の実現に向けた取り組みを進めている。このような背景から、高齢者・障がい者等の社会参加や外出等の機会がさらに促進されている。

そこで、高齢者や障がい者の社会参加支援を目的とした環境整備が重要視されている¹⁾²⁾。その中でも公共のトイレ利用における手すりの設置は非常

に重要な要素である。本総合制作実習は、市役所や福祉施設に依頼して実施したトイレの手すりに関する調査の結果から問題点を明らかにする。さらに、手すりの位置を自在に変更できる機構を考案し、誰もが使いやすい手すりの制作に取り組んだ。本稿では、その取り組みと制作物について報告する。

2. 調査

本調査の目的は、公共トイレにおける手すりの必要性と、その設置状況を把握し、より多くの人安心して利用できる環境を整備するための基礎資料を作成することである。

調査は、大館市役所と福祉施設を対象に行い、以下の方法でデータを収集した。

- ① 現地調査：主要なトイレにおける手すりの設置状況を確認

*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

- ② インタビュー調査：市役所の担当者や福祉施設職員に対して、手すりの設置に関する意見やニーズを聴取

調査の結果、対象となるすべてのトイレに手すりが設置されていた。表1に手すり設置位置の測定結果を、図1に調査対象トイレの測定箇所を示す。

表1のとおり設置位置は施設により様々である。ところがインタビュー調査の結果、全ての施設で使いづらいとの意見があり、利用者に効果的な支援ができていないことが判明した。特に便座への立ち座りの際に使用が想定される縦手すりの位置に関する要望が多かった。便座先端から縦手すりまでの距離に改善の必要があると考える。

表1 手すり設置位置の測定結果 単位: mm

調査した施設	横手すり 床から (赤矢印)	縦手すり 便座先端から (緑矢印)	縦手すり 長さ (青矢印)
A	785	370	760
B	715	310	730
C	715	170	710
D	720	340	780

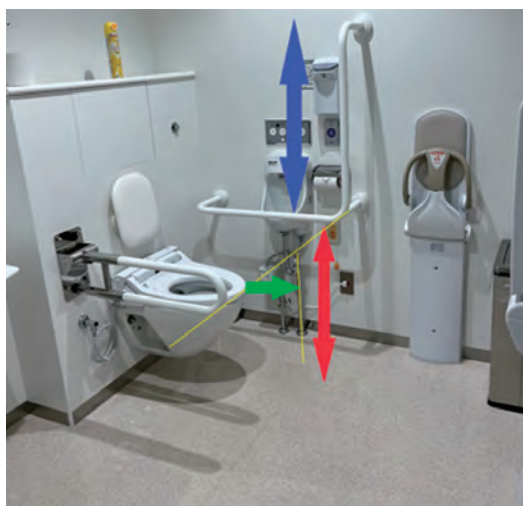


図1 調査対象トイレの測定箇所

3. トイレスペースの制作

ゼミ室内で手すり位置等の検討を行うため、模擬トイレスペースの制作を行った。多目的トイレを想定し、車いすでのアプローチや介助スペースを考慮

した広さで設計、施工した。図2に施工時の様子を、図3に完成したトイレスペースを示す。



図2 施工の様子



図3 完成したトイレスペース

4. 手すりの検討

高齢者、障がい者等の円滑な移動に配慮した建築設計標準（国土交通省令和2年度改正版）によると縦手すりは便座先端から25cm程度が使いやすいとある。そこで、市販されている標準的なL字の手すりを図4に示す標準配置例に従い設置し、使用感を検討した。

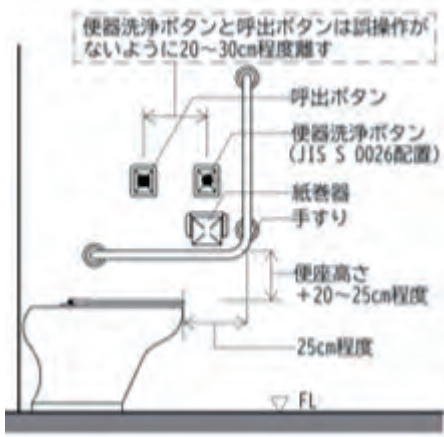


図4 便器洗浄ボタン等の標準配置例 (JIS S 0026)

1年生（当時）21名に設置した手すりを使用しながら便座への立ち座りを体験してもらいアンケートを実施した。表2に結果を示す。

表2 手すりの位置についてのアンケート結果

ちょうど良い	11名
より近いほうが良い	3名
より遠いほうが良い	7名

若くて健康な者でも使用感に違いがあることがわかった。これは身長や手の長さが異なるなど体格によるもの以外に、つま先重心、かかと重心のように体の使い方のくせによる違いも見てとれた。使いやすい手すりの位置は個人差が大きいことがわかった。そこで手すりを可動式にすることで個人差をなくし誰もが利用しやすい手すりになると考えた。

5. 手すりの制作

可動式の手すりを制作するにあたり、試作を繰り返した。図5に示すスライド式の手すりでは上下に溝のついた手すり受けに手すりを挟み込み、



図5 スライド式の手すり

溝の間を手すりが移動できるものとした。しかし、手すりに体重をかけた際、溝から手すりがはずれる可能性があった。

次に、図6に示す差し込み式の手すりでは上部の手すり受けに穴をあけ手すりを差し込めるようにした。手すりはしっかりと固定されるが、長い手すりを上部から差し込むのは高齢の方には難しいのではと考えた。



図6 差し込み式の手すり

手すりの移動方法の難易度を下げること、手すりの安定性を考慮し、手すりを分割し上部の穴に通しながら手すりをダボで固定する方法を考えた。

図7に手すりの固定方法を示す。



図7 手すりの固定方法

この方法により縦手すりの位置を便座先端から-2 cm、11.5 cm、25 cm、38.5 cmの4段階に自由に設置することが可能となった。完成した手すりを図8に示す。



図8 完成した手すり

完成した手すりを使用した様子を図9、図10に示す。この被験者はつま先重心で立ち座りする者なので、図9の遠い縦手すりでの立ち上がり動作では力が入りやすくバランスも保てている。図10の近い縦手すりでは窮屈さを感じ、バランスも崩れている。



図9 遠い縦手すりでの立ち上がり動作



図10 近い縦手すりでの立ち上がり動作

しかし、この場合と違い、近い縦手すりでの動作で安定する者も多くいた。また、加齢による筋力の低下や、障がいの状況によっては、近い手すりにしがみつくような形での使用も考えられる。縦手すり

の設置位置の重要性を改めて実感した。また、今回提案する可動式の手すりでは、ある程度使用感の改善が図ることができるのではないかと考える。

6. おわりに

本総合制作実習を通して、学生はものづくりの一連の流れを体験できたと思う。調査、企画、試作を繰り返して制作物を作り上げたことは自信につながると思われる。指導した学生は3名とも建築関係で、ものづくりに携わる仕事に就職したので応援したい。

しかし、検証の対象者が学生のみであり、公共のトイレを想定したあらゆる使用者にとって改善につながるのか検証できずに終わった。また、強度や耐久性の問題も手付かずのままとなった。この反省を活かし、今後私が担当する総合制作実習において、制作するだけでなく、検証までできるスケジュール管理も指導できるようにしたい。

なお、制作した手すり、およびトイレスペースは、福祉環境整備の授業やセミナーにおいて、体験できる教材として活用していきたい。

[参考文献]

- 1) 国土交通省：高齢者、障害者等の円滑な移動に配慮した建築設計標準、2021年3月
- 2) 大館市ホームページ：大館市バリアフリーマスタープラン、
<https://www.city.odate.lg.jp/city/soshiki/toshiseibi/p8010>、2025年3月5日確認

創成法による歯車モデリングと 3D 出力

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

Gear Modeling Based on the Mechanics of the Generating Method and 3D Printing

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

要約 技能検定・機械加工職種ホブ盤作業の実技課題「はすば歯車」のサンプルを作製した。ホブ盤による歯車切削の機構 (=創成法) をまねて作図し 3D プリンタにより樹脂で作製したものであり、この作図から出力までを紹介する。合わせて現状での 3D プリンタの課題への活用状況について報告する。

1. はじめに

東北職業能力開発大学校の生産技術科・生産機械システム技術科では、実践的な技術者育成のため、機械加工技術を中心に、様々な技術を教育訓練している。実学融合した授業によって機械技術者としての素養を身に付けさせている点に、企業からの理解と信用を得られており、例年、就職率は 100%を維持している。

2010 年ごろブームになり広まった普及型の 3D プリンタは改善が続き、手軽にプラスチック (以下プラと表記) 製の立体形状を作製できるようになっている。機械系の学生はもとより、電気系、電子情報系の学生であってもカリキュラム内に「三次元 CAD による作図」の設定があるため、こうした普及型の 3D プリンタ出力で使える素材、かなえられる精度や信頼性の範囲であれば、立体を作図し立体の形状を得ることができる。大学校内の各製作や開発の課題においても、剛性・強度・精度を求める箇所は金属で、曲面・接触の柔らかさ・デザイン性・軽量性の要求や形状の試作をプラで作製するような使い分けが進んでいる。図 1 は 3D プリンタによる部品の作製例である。果実の分別装置の、果実と



図 1 課題により作製した 3D プリンタ部品の一例

接する面の接触の柔らかさや曲面の造形しやすさ、搬送機構の軽量性においてプラの特性を活かしている。開発を意識した課題であればコスト管理・納期管理も含むため、部品の重要度に応じて 3D プリンタ出力することも一定の理解を得られている。

さて、令和 6 年度、当地宮城県ではしばらく実施されていなかった技能検定 (機械加工・ホブ盤作業) が実施された。作業や採点を想像すると正しい課題形状を見て検討したいが、以前保有していたものの現在は作製のためのホブ盤がない。しかし検定の実技試験で作製する「はすば歯車」のねじれ角は 15° と大きな倒れ角ではないため、普及型の 3D プリンタであっても作製可能な形状である。本稿では、ホブによる加工の概要、CAD 上で歯みぞの作図と、

*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



図2 ラック形状から粘土を歯車形状にした例

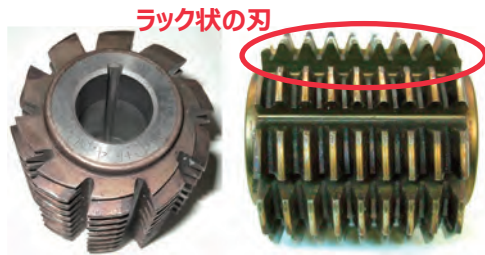


図3 切削工具「ホブ」の外観¹⁾

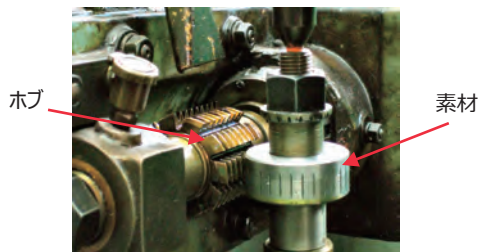


図4 ホブ盤(日本機械製作所製 NJ-300)による歯車加工中の様子

3D プリンタでの出力について順に報告する。歯車の詳細、ソフトの操作については主眼でないため、大筋の紹介にとどまるのはご容赦いただきたい。

2. ホブによる加工の概要（創生歯切り）

ラック形状（直線状に並べた歯）を粘土に押し当ててスライドさせれば歯車にできる（図2）。押し当てて変形させられる素材ではこの方法でよい。変形に向かない金属等の円柱に歯形を作る方法の候補として削り取る「切削」が有力である。図2のようにラックから歯型を転写する代わりに、素材から歯溝を切削する方法の一つがホブによる歯切りである。

以降、「刃」は「やいば」としてホブ側の刃を示し、「歯」は歯車の歯を示す。図3に示すホブであれば円周沿いの1回転につき10枚の刃がらせん状に並んでいる。工具「ホブ」と素材の位相を合わせ、位

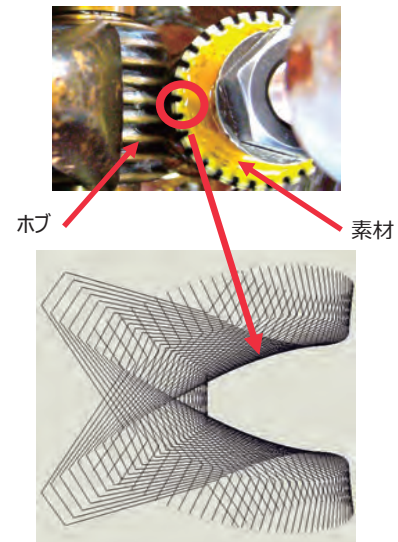


図5 ホブ刃の軌跡群により形作られた歯の形状イメージ¹⁾

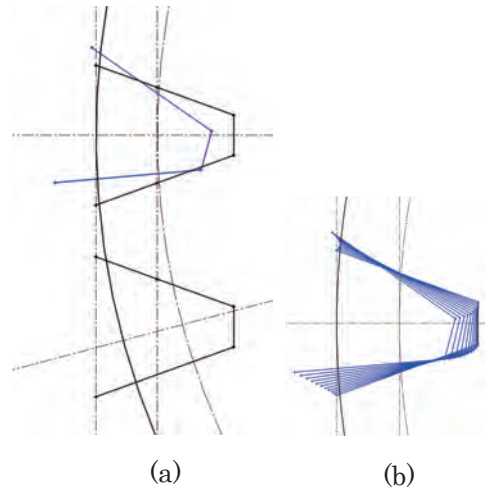


図6 複数枚の刃で歯みぞ形状は作られる

置決めし、切削力を支える工作機械がホブ盤である。ホブと素材の、横から見た取り付け状態を図4に示す。ホブの回転で少しずつずれた刃が素材を切削する（1周当たり10回）。ホブの回転と同期した素材の回転で歯車の歯みぞが削られ、削り残された形状が歯となる（図5）。

3. 歯みぞ形状の作図

今回ホブ加工のメカニズムから作図するとしているので、方針としては歯みぞ形状を描いて円柱から除去する。

ホブの刃はらせん状に並んでいて、らせんを一回転たどれば隣の刃にたどり着く。隣の刃もホブの1回転後には同じ歯みぞを切削している（図6(a)）。

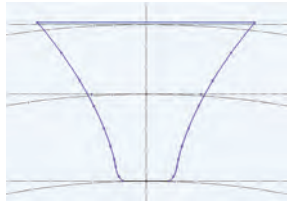


図7 ホブ刃の軌跡を滑らかにして得た歯みぞ形状

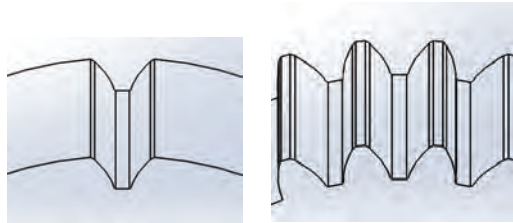


図8 溝を入れ、円に沿って増やす(各 CAD の機能)

標準平歯車の一例 ($m=3$ 、歯数 24) とすれば、図 6 の実線で描かれた円弧は直径 78mm、左右の刃は 9.425mm ($=m \times \pi$) 横にずれ、素材 (円) に当たる姿勢は 15° ($=360^\circ / \text{歯数}$) 変化している。

作図上は単に、横に 9.425mm ずらした 3 本の線を描き、円に沿って 15° 回している。ホブにはこの間に均等に並ぶ 9 枚の刃があるので、一枚ずつ 0.9425mm ずらし、 1.5° 回しを作図する (図 6 (b))。これを、左右とも、新しく素材を削る領域が発生しなくなるまで書き足してホブの軌跡を完成させる。

ホブの軌跡から最も素材を削っている外側の線を残して、削り取る用の歯みぞ形状を得る。図 5 の歯の前後を削る歯みぞ形状である。小さな凹凸があるので外側の点をたどって滑らかにした歯みぞ形状が図 7 である。平歯車であれば、この歯みぞ形状から CAD の各機能を用いて溝を入れればよい (図 8)。

今回は「はすば歯車」であるので、図 8 の平歯車の歯に対して 15° 傾斜させたらせんと、らせん形状に直交する歯みぞ (歯直角という) を描き、歯みぞをらせんに沿わせ削り取る形状とする。

CAD ソフトごとに命令の名称に違いがあり「らせん」「スパイラル」「ヘリックス」などが挙げられる。らせんのピッチ入力を求められる CAD であれば、直径 72mm の円柱に沿って 15° のねじれ角のらせんを作図するとしたら、そのピッチは 844.17mm ($=72 \pi \tan(90^\circ - 15^\circ)$) となる。

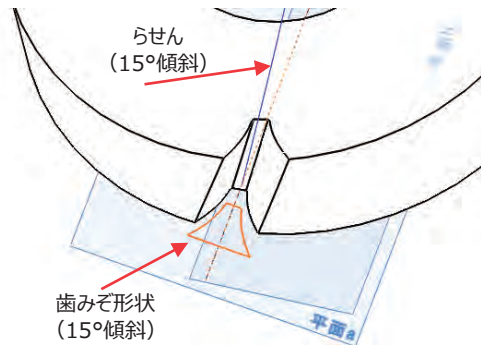


図9 はすば歯車の歯みぞ

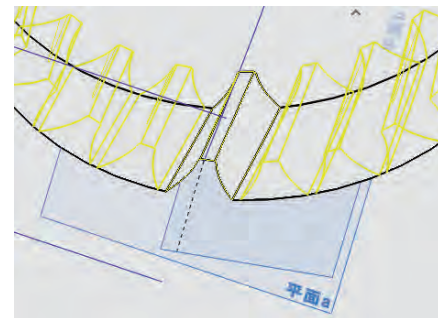


図 10 歯みぞを増やし 24 枚歯とする

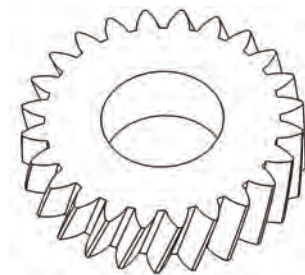


図 11 作図したはすば歯車の外観

作図したらせんに沿わせて歯みぞ形状を押し出す (図 9)。この作業もソフトにより機能名称が異なり、「スイープ (スイープカット)」、「パスに沿った押し出し」などにより作図できる。図 10 のように溝を一周分増やせば、はすば歯車の立体形状としては完成である (図 11)。

4. 3D プリンタによる出力

現状、最も手軽で普及している 3D プリンタ (FDM) は熱して押し出した糸状のプラを床面から積み上げる方式である。床面に一層目を塗り付けるように定着させ、設定によるがその上に 0.2mm 程度ずつ層を積み重ねて立体を形作る。

造形時、一層目の床面からの剥がれは直ちに造形不能となるため、ノズル軌道面に対しての床面の傾斜と一層目の高さ合わせには特に注意を要する必要がある。



図 12 モデル鏡写し形状



図 13 はすば歯車、かみあい状態

がある。表記上は同じプラ材質（主に PLA）であっても、製造メーカーなどで定着状態は変わることも注意すべき点である。

床面との接触面の縦横の幅に比して高さのあるワークの場合には特に剥がれやすくなる。モデルの作図時点で、造形しやすさを考慮した形状とすることがあるのは、他の機械加工を想定した作図と同様である。

5. 得られた形状とまとめ

はすば歯車は傾斜方向を変えた鏡写しの形状とかみ合う。CAD 機能としては「ミラー」「対称コピー」などで得られる（図 12、図 13）。普及品の 3D プリント造形ではありがちである実体寸法が増える傾向はある。外側寸法は大きく、穴などの内側寸法は小さくなる、ということである。しかし技能検定の課題形状の確認・加工手順の検討を目的とした場合、問題のないサンプルを得られた。

6. おわりに

図 14 は、歯車作製の初期の造形物であった、歯みぞの形状を誤った歯車である。本来ならほとんど届かない歯底まで届くほど、相手歯車と深くかみ合えてしまう。手軽に用意しやすい相手として、ラック形状とかみ合わせても確認できる。

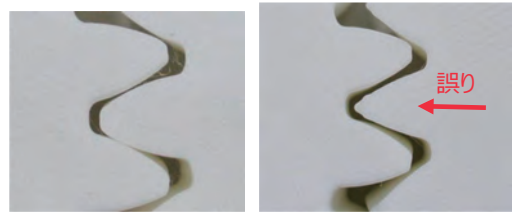


図 14 歯の形状の正誤(右画像の右、歯が薄く鋭い)

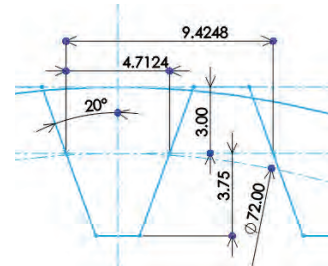


図 15 標準平歯車(m=3、z=24)の各値

なお、寸法にシビアな用途では、一度出力後、CAD 上で再調整されることをお勧めする。参考として、作図上の値 80mm に対し、初回（無調整）サンプルの刃先円寸法 80.62mm、作図上の寸法補正を行い 79.83mm、再度補正して 80.00mm を得た。

図 12 の歯車 1 枚を 3D プリントする際に、所要時間は 2 時間 47 分と表示された。その程度の待ち時間で造形できるので、特に、負荷の軽い用途、構造や造形の確認、あるいは使い捨てに近いような「軽い」用途に使用しやすい。また、立体形状の作図さえできれば造形できるので一般的なモジュール歯車以外の、CP（サーキュラピッチ）やサイクロイド歯車を試してもよい。

可読性を考慮して図 6 に含めていなかった、標準平歯車の場合の値（図 15）を示す。

本稿の作成に際しては、生産機械システム技術科をはじめ生産系の先生方のご理解とご指摘を頂きました。深く御礼申し上げます。

[参考文献]

- 1) 須永浩一：歯車製作を通じた実践的機械加工技術教育の試み 第 2 報：ホブによる歯切り作業の実践と教育効果、技能と技術、通巻第 253 号（6/2008）、pp.34-37、2008 年 11 月

ポリテクカレッジにおける企業業務データの活用

森田 順司*1

Utilization of Corporate Information Data at Polytechnic Colleges

MORITA Junshi*1

要約 ポリテクセンターと同様に、ポリテクカレッジ（以下「カレッジ」という）の業務においても企業との繋がり是不可欠である。これまでの企業との様々な業務実績については、各部署毎にデータが蓄積されているが、これらのデータが十分に活用されていないと考える。現在、業務で使用している「能力開発統計システム」、「セミナー支援システム」、「事業所情報システム」（以下、まとめて「業務システム」という）には、学生の就職先、能開セミナーの受講者、企業訪問時の相談記録など、企業との業務実績がそれぞれのシステム内に蓄積されている状況にある。本稿では、これらの企業との業務実績データを企業毎にまとめ、活用する事例を紹介する。

1. はじめに

人事異動により新たな施設に赴任した当初、地域にどのような企業があり、どのような業務実績があるかがわからないことがよくある。

カレッジの場合、企業との業務実績としては、就職、能開セミナー受講、ニーズ調査、企業訪問等の相談記録に加え、フォローアップ調査、共同研究など多岐にわたる。

現在、これらの業務実績はそれぞれの業務システムなどに保存されているため一元的な管理は行われていない。

2. 卒業生の在籍状況調査

就職先の企業情報は毎年蓄積されており、そのデータを見れば採用企業の傾向を把握することができる。しかし、この蓄積されたデータを整理、共有、活用することが多くの施設で行われていないと考える。

筆者が勤務するカレッジにおいては、設立当初からの就職先企業のデータ（約 40 年間）がある。このデータを活用するため、まずは就職先企業毎にノートを行った。短大の場合、地元企業との繋がりが重要であることから、青森県内の企業に絞り込み、学生が複数名就職している企業を抽出した。40 年間の間には、企業の統合や社名変更もあった。

表 1 卒業生在籍状況調査票フォーマット

※ 短大で記載						
卒業年度 (和暦)	専門課程 応用課程	卒業科名	氏名	所属部署	役職	備考
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

連絡先御担当者			
企業名	事業主団体		
郵便番号	住所		
所属部署	役職	氏名	
電話	e-mail		

*1 東北職業能力開発大学校青森校校長 (令和 6 年度時点)
Principal of Tohoku Polytechnic College, Aomori

集計した就職先企業のデータの活用として、現時点で卒業生が在籍している状況の調査が必要だと考えた。表1「在籍状況調査票フォーマット」を用い、管理職、指導員、事業主相談員で協力し、青森県内企業約50社に調査を依頼した。結果、約40社から協力を得て、表2「青森県内主要企業卒業生在籍状況」がまとまった。

表2 青森県内主要企業卒業生在籍状況

	就職先企業	住 所	人数
1	A社	五所川原市漆川	24
2	B社	五所川原市漆川	19
3	C社	五所川原市漆川	12
4	D社	五所川原市金山	9
5	E社	五所川原市漆川	6
6	F社	五所川原市金山	5
7	G社	五所川原市吹畑	2
8	H社	五所川原市漆川	2
9	I社	北津軽郡鶴田町	21
10	J社	南津軽郡藤崎町	27
11	K社	南津軽郡田舎館村	14
12	L社	南津軽郡藤崎町	12
13	M社	南津軽郡田舎館村	11
14	N社	南津軽郡田舎館村	3
15	O社	弘前市清野	38
16	P社	弘前市清野	31
17	Q社	弘前市清水	12
18	R社	弘前市宮川	6
19	S社	弘前市高屋	6
20	T社	弘前市清野	2
21	U社	平川市町居	13
22	V社	平川市町居	6
23	W社	平川市館山	3
24	X社	黒石市下目	3
25	Y社	青森市野木	21
26	Z社	青森市間屋町	8
27	a社	青森市中央	8
28	b社	青森市三内	5
29	c社	青森市石江	5
30	d社	青森市卸町	5
31	e社	青森市桂木	4
32	f社	青森市新町	3
33	g社	青森市第二間屋町	2
34	h社	青森市新町	2
35	i社	八戸市北白山台	5
36	j社	八戸市桔梗野工業団地	3
37	k社	八戸市北インター工業団地	2
38	l社	上北郡六ヶ所村	31
39	m社	上北郡六ヶ所村	7
40	n社	上北郡六ヶ所村	5
41	o社	上北郡六ヶ所村	5

令和6年10月現在

3. 卒業生在籍企業との継続的な繋がり

企業との業務実績については多岐に渡る。企業との繋がりについて、関係する業務を改めて洗い出してみた(図1「卒業生在籍企業との継続的な繋がり」)。先に示した業務実績以外にも、卒業生の活躍事例、体験談の講話、学生募集への協力など、多くの場面で活用も見込める。

実際に、筆者は前任の施設で在籍状況調査に基づき、卒業生の活躍状況を作成したことがある。その際、卒業後数十年経過した方の中から、部長やエリア長などの要職に就かれている方を抽出し、取材に協力いただいたこともある。

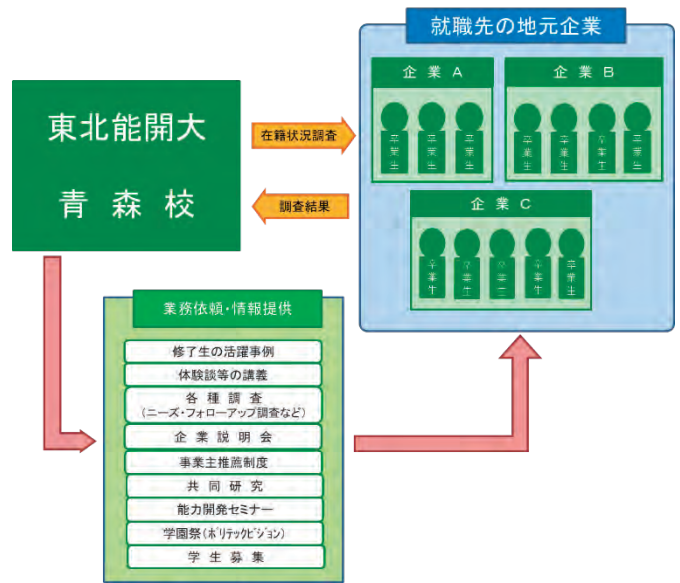


図1 卒業生在籍企業との継続的な繋がり

4. 卒業生在籍状況調査票の具体的な活用

オープンキャンパスの際、卒業生の講話を行うことがある。卒業生の在籍状況のデータがあれば、企業への講話依頼などはスムーズに話が進む。表3「卒業生在籍状況調査票(例)」のような調査結果に基づき、役職に就いている卒業生に講話をお願いしたり、逆に高校生と年齢が近い卒業生を選んだりすることができる。

表3 卒業生在籍状況調査票(例)

※ 短大で記載							[取扱注意]
卒業年度(和暦)	専門課程 応用課程	卒業科名	氏名	所属部署	役職	備考	
1	S60	専門課程	電子科		テスト技術課	技師	
3	S62	専門課程	電子科		製品技術部	部長	
4	S63	専門課程	機械システム工学		実装技術課	技師	
5	H02	専門課程	技術系その他		装置管理課		
7	H06	専門課程	制御技術科		製作課		
8	H08	専門課程	電子技術科		品質保証課		
9	H08	専門課程	電子技術科		製作課		
10	H08	専門課程	技術系その他		製作課		
12	H11	専門課程	生産技術科		製作課		
15	H11	専門課程	電子技術科		装置管理課		
17	H11	専門課程	情報技術科		品質保証課		
18	H12	専門課程	生産技術科		製作課		
20	H12	専門課程	電子技術科		製作課		
22	H15	専門課程	電子技術科		装置管理課		
23	H16	専門課程	電子技術科		製作課		
24	H21	専門課程	生産技術科		装置管理課		
25	H24	専門課程	電子情報技術科		製作課		
26	H26	専門課程	電子情報技術科		第一製品技術課		
27	H27	専門課程	電子情報技術科		実装技術課		
28	H27	専門課程	電子情報技術科		情報システム課		
29	H29	専門課程	電子情報技術科		品質管理課		

※ 役職等、可能な範囲で記載いただきますようお願いいたします。
 ※ 記載の卒業生以外に卒業生が在籍している場合、追記し、「備考欄」に追記と記載いただきますようお願いいたします。
 ※ 記載の卒業生が退職している場合、「備考欄」に退職と記載いただきますようお願いいたします。

連絡先御担当者

企業名	〇〇〇〇株式会社	事業主団体	
郵便番号	038-3515	住所	青森県北津軽郡
所属部署	管理本部	役職	本部長
氏名		氏名	
電話		e-mail	

※ 連絡させていただく窓口の方をご記入ください。

これにより、企業側にも知名度向上や採用活動へのメリットがある。また、卒業生が社員教育を担当している場合、能力開発セミナーにもつながる可能性がある。

5. 現代において不可欠なデータの活用

現代においてデータの活用は仕事を行う上で不可欠となっている。

以前、スポーツの世界では根性論が重視され、うさぎ跳びで足腰を鍛えるような時代もあった。しかし、現在では筋肉をつけるためにこのトレーニングも明確な根拠に基づいて行われている。試合中、タブレットを片手に選手に指示を出すような光景も珍しくない。

また、コンビニのレジは会計だけでなく、商品の売れ筋を分析するためのデータとしても利用されている。

スポーツもビジネスもより良い結果を求めることは今も昔も変わらないが、その方法は大きく変わり、データという根拠（エビデンス）に基づいた対応が不可欠となっている。

6. 企業情報データベース

要約のところでも述べたように、現在、業務で使用する各システムは独立しており、各システムに入力されたデータが連携しておらず、企業毎にデータがまとまっていない。

このため、筆者は以下のようなデータベースが必要ではないかと考えた（図2「企業情報データベース」）。

ここで言うデータベースは、専門のアプリケーションを使用したものではなく、企業毎にホルダを作成した形式となっている。このホルダには、先に述べた卒業生在籍状況調査の他に能開セミナー受講履歴や企業訪問等記録などのデータを保存している（ニーズ調査、共同研究は、別途エクセルの一覧表で保存）。これにより企業毎の業務での関わりが確認できる。

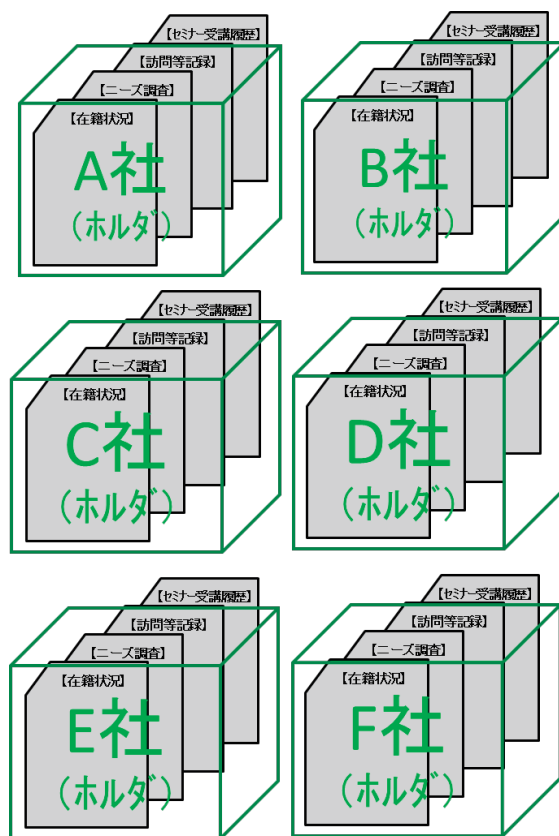


図2 企業情報データベースイメージ

7. 企業情報データベースの運用と課題

前述の通り、現在の業務システムでは各システムごとにデータが保存されている。企業を訪問する際に、過去のやりとりを確認するには、「事業所情報システム」を使用することになる。能開セミナーのPRのために、過去の能開セミナー実績を確認には、「セミナー支援システム」からデータを抽出する必要がある。就職支援の際に県内求人学生を紹介する場合、過去にその企業に就職した卒業生がどれくらいいるかを調べるためには、学務課のデータリストから情報を取り出さなければならない。

これらを考慮すると今回紹介する企業情報データベースは非常に有効なツールと考える。ただし、企業訪問等の記録、能開セミナーの受講記録、卒業生の在籍状況などのデータを企業情報データベースに定期的に更新する必要がある。これを継続して行うことが最大の課題となる。

8. 人手不足と働き方改革の時代

昨今、少子化による人口減が続き、それに伴う人手不足の状況が深刻化している。人口減対策は未だ具体的な解決策が見えていない。このような状況の中、働き方改革が掲げられている。

我々には、限られた人員体制と限られた時間の中で、効率的に業務を遂行することが求められている。このためには、業務の必要性を見直し、業務に優先順位（プライオリティ）付けるとともに、業務の効率化を図ることが不可欠となっている。

これを実現するためには、業務実績データの集計と分析が必要だと考える。

9. おわりに

先述の通り、業務を進める上で過去の業務実績データの活用は不可欠である。筆者としては、様々な異なる業務実績を関連付けて活用できる業務システムが必要だと考える。しかし、現在の異なる業務システムを統合し、新たにシステムを構築するには、莫大な費用と期間がかかると予想される。

現在、様々な生成AIが登場し、活用されている。本原稿の執筆にあたり、筆者は少しでも生成AIに慣れるべく、専門的な用語の意味を調べる際にはChat GPT [参考文献 1]を、文章の添削についてはMicrosoft Copilot [参考文献 2]を活用した。正直なところ、まだまだ、生成AIの本来の機能を生かしきれてはいないと考える。

オープンAIは、技術や研究成果を公開・共有・フィードバックすることで、より有用な情報として活用できるものとなっている。ただし、オープンAIには誤った情報の提供や入力データの外部公開といった課題もある。このため、クローズしたAIを活用する企業も増えている。

企業内部で蓄積された業務データを十分に活用するためにはクローズしたAIが有効になる。しばしば、データドリブンという言葉が使われるが、これはデータに基づいて意思決定を行うということを意味する。業務における様々な場面において、データの活用は不可欠となっている。

カレッジにおいてもこれまで蓄積してきた業務実績データを施設レベル、全国レベルで活用するこ

とでより効果的かつ効率的に業務を行うことができるかと考える。

いずれはこのような時代が到来すると思うが、それまでは、今回紹介したような形で、現状の環境の中で工夫しながらデータを活用して行くことになると考える。

【参考文献】

- 1) オープンAI:Chat GPT
- 2) オープンAI:MicroSoft Copilot

テクノインストラクターとして求められる基本的要件について

平野 直樹*¹

The Basic Requirements Expected for a Techno Instructor

HIRANO Naoki*¹

要約 テクノインストラクター(職業訓練指導員)は、職業能力開発促進法に基づき、公共職業訓練および認定職業訓練において重要な役割を果たしている。テクノインストラクターの役割は、就職やスキルアップに必要な技能・技術・知識の提供、就職支援、訓練内容の評価・改善、地域の人材ニーズに基づく職業訓練計画の策定など多岐にわたっている。特に第4次産業革命に対応するための高度な技術革新が求められている。本稿では、テクノインストラクターとして求められる基本要件について論じる。

1. はじめに

テクノインストラクター(職業訓練指導員)は、就職やスキルアップに必要な技能・技術・知識を提供するハロートレーニングを行うだけでなく、就職支援、訓練内容の評価・改善、地域の人材ニーズに基づく職業訓練計画の策定など、幅広い能力が求められている。また、産業界からは技術革新等により多様化・高度化した第4次産業革命に対応した人材育成が求められている^{1),2)}。テクノインストラクターは、単に職業訓練の指導を行うだけでなく、若年テクノインストラクターにとっては、それぞれの課題をどのように解決していくかが問題になっている。本稿では、テクノインストラクターとして求められる基本要件について論じる。

2. テクノインストラクターとは

テクノインストラクターは、公共職業訓練および認定職業訓練において訓練を担当する者を指す。根拠法令は職業能力開発促進法である。厚生労働省は、平成29年11月24日付けで、公的職業訓練などの指導員である職業訓練指導員の愛称・キャッチコピーを「テクノインストラクター ～技で未来を切り開く～」に決定した。

ここで、あらためて教育と訓練の違いについて確認する。教育は「教えること。望ましい知識・技能・規範などの学習を促進する意図的な働きかけの諸活動」、訓練は「実際にある事を行って習熟させること。一定の目標に到達させるための実践的教育活動。」岩波書店『広辞苑第6版』(2008年より)。

教育は、理論、事実、出来事、およびその他の着想に対する理解を深めることを目的とし、訓練は新しいスキルを開発するか、既存のスキルを向上させるために、実践的な方法で知識を活用することを目的とする。教育は、受講者に抽象的な情報を提供し特定の科目に関する受講者の知識ベースを深める

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

が、訓練はスキルがベースにある。つまり、訓練では、何かを実践することで教え、受講者が理論から実行する方法を学ぶ。たとえば、建築分野では戸建て住宅の構法的な仕組みについての教育を受け、その住宅のリフォームを行うには施工ができるようになるための訓練が必要になる。

職業訓練は、学校教育法(昭和22年法律第26号)による学校教育法との重複を避け、かつ、これと密接な関連の下に行わなければならないことが職業能力開発促進法第3条の2第2項において規定されている³⁾。テクノインストラクターは、都道府県や独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構が設置する公共職業能力開発施設で指導を行っている。

テクノインストラクターの養成は、養成機関である職業能力開発総合大学校において制度変革が行われ、2014年度から指導員養成訓練として短期養成課程および長期養成課程が設置・運営されている。制度変革の特徴は、長期養成課程の受講者が職業能力開発大学校修了者から文科省工科系大卒者まで含まれている点にある。この長期養成課程^{注1)}を修了すれば、受講者は「3年後の指導員相当」の能力を習得していることになる^(注1)。

具体的に指導員養成訓練では、

- (1) 職業能力開発指導力
- (2) 訓練コーディネータ力
- (3) キャリア・コンサルティング力
- (4) 問題発見解決力
- (5) マネジメント力
- (6) イノベーション力
- (7) 技能・技術力

の7つの能力を習得することにより、PDCAサイクルによる訓練コースの運営を行うことができる能力を養成する⁴⁾。

3. テクノインストラクターの仕事

2桁のかけ算を図1のように分解して導き出す方法がある。これはインド式計算の考え方で、計算しやすい形に分解し、効率よく答えを導き出す方法である⁵⁾。例えば、 $16 \times 17 = 272$ は、 10×10 、 10×7 、

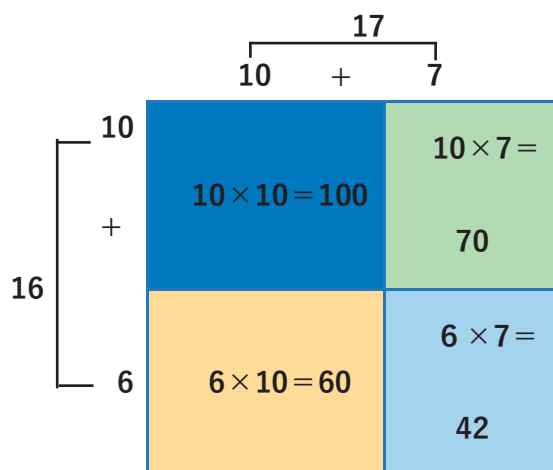


図1 かけ算の展開

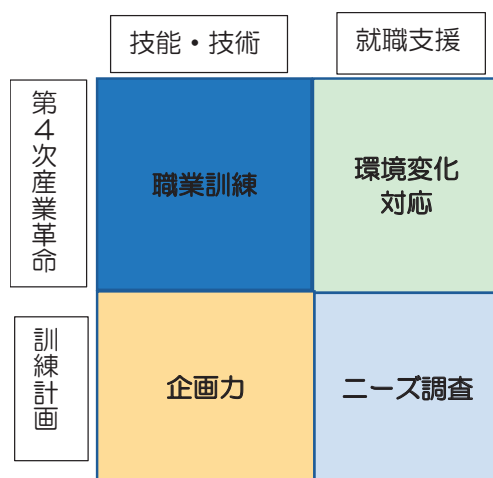


図2 テクノインストラクターの仕事

6×10 、 6×7 を足し合わせることで解を導き出せる。

掛け算で考えるアプローチは、特にビジネスやプロジェクト管理において非常に有効である。これは、リソースや時間を効率的に活用し、成果を最大化するための方法で、例えば「シナジー効果」などがよく取り上げられている。

今回は、掛け算を分解する過程をものごとの成立条件に当てはめて考えていく。

図2にテクノインストラクターの仕事を示す。これは、これから取り組むべき仕事をインド式計算方法手順で表したものである。

テクノインストラクターの仕事は、それぞれの取り組むべき仕事で共通するものどうしが広がりをもつかけ算として全体ができてくるイメージで考えることができる。

テクノインストラクターの仕事Wは以下のよう
に表すことができる。

(1) 技能・技術×第4次産業革命(DX)＝職業訓練

(2) 就職支援×第4次産業革命(DX)＝環境変化への対応

(3) 技能・技術×訓練計画＝企画力

(4) 訓練計画×就職支援＝ニーズ調査

$W = (1) + (2) + (3) + (4)$

それぞれの要素の足し算がバランスよく段階的に形成されていかないと、テクノインストラクターとしての業務が遂行できない。

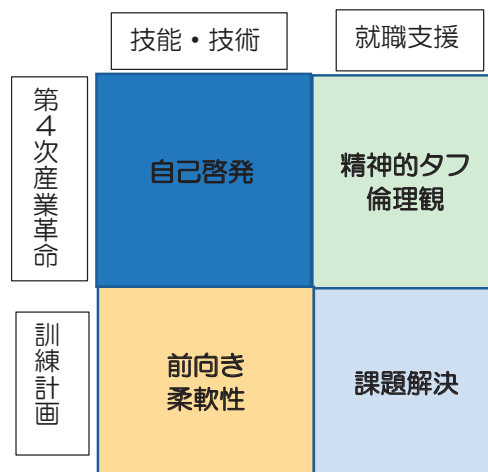


図3 テクノインストラクターの人材要件

4. テクノインストラクターの人材要件

テクノインストラクターの人材要件を図3に示す。

(1) 技能・技術×第4次産業革命＝自己啓発

(2) 技能・技術×訓練計画＝前向き・柔軟性

(3) 就職支援×第4次産業革命＝精神的タフ倫理観

(4) 就職支援×訓練計画＝課題解決

人材要件＝(1)＋(2)＋(3)＋(4)

で、構成され、具体的には以下に求められる要件を示す。

- ・自らキャリアデザインを描き、自己啓発において意欲のある人材

- ・人材育成の仕事が好きで、前向きな意欲が感じられる人材

- ・精神的にタフな人材

- ・高い目標を持ち、主体性を持って課題解決に取り組むことができる人材

さらに、テクノインストラクターの仕事を担う人材には以下の特性が求められる。

- ・バイタリティーあふれていること

- ・ビジョンをもっていること

- ・情熱があること

- ・論理的な問題解決能力を有していること

- ・人間的な魅力があること

- ・タフで元気があること

5. テクノインストラクターの人材育成

人材要件を満たす上では、テクノインストラクターの人材育成は必要不可欠である。

受講者に対して技能・技術の指導によるスキルアップの指導を行い、研修受講や自己研鑽により自身の不足する技能・技術を補い、より高いレベルのテクノインストラクターを目指す⁶⁾。

人材に求められる要件の中で最も重要なのは、初期の基本設計を適切に行う能力である。さらに、設計変更柔軟に対応できる能力も重要な要素の一つである。

テクノインストラクターの人材育成を図4に示す。

(1) 技能・技術×第4次産業革命＝階層別研修

(2) 就職支援×第4次産業革命＝自己啓発

(3) 技能・技術×訓練計画＝専門研修

(4) 就職支援×訓練計画＝OJT^(注2)

人材育成＝(1)＋(2)＋(3)＋(4)

で構成される。

特に(4)について、若手インストラクターは自己探究を支援する訓練科での人間関係を通じて周囲との関わりを情緒的に強め、職場への帰属意識を醸成することが重要である。若手テクノインストラクターの自己形成は、お手本・見本となる先輩テクノインストラクターとの出会いによって左右される。特に公共職業能力開発施設における初任時の施設適応経験が与える影響は大きい⁷⁾。

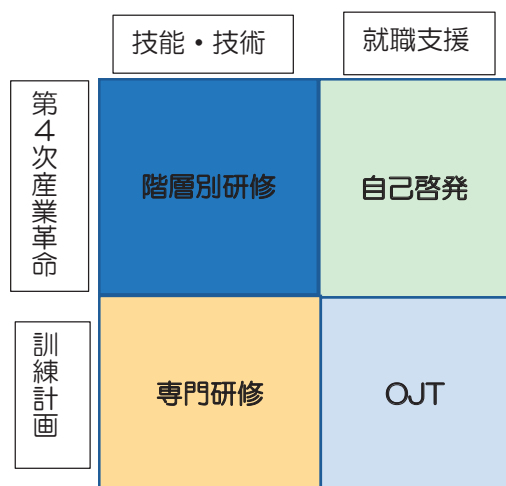


図4 テクノインストラクターの人材育成

若手テクノインストラクターのモチベーションとして、すべての情報を素直に受け入れる姿勢が重要である。自分の間違いに早く気づき、指摘される前に自らバージョンアップできる素養を持ち合わせていることが必要である。

また、他のテクノインストラクターとの競争やライバルの存在により、自分を見つめ直し、積極的に行動するようになる。ライバルの存在こそが、自分自身のビジョンを明確にし、成長の道しるべとなることが考えられる⁸⁾。

6. おわりに

デジタル技術の進化とともに育った若手テクノインストラクターは、従来の経験に基づく評価ではその真の実力を測るのが難しい。彼らは、柔軟な思考と独自のスキルを持ち、これまでの基準では捉えきれない可能性を秘めている。一方で、テクノインストラクターとして適切なモラルを持つことの重要性も感じる。ハロートレーニングでは、自ら工夫しながら知識を掘り起こし、吸収する力が求められる。その成否は、本人の努力次第で決まるものである。

【注】

(1) 長期養成課程における職業能力開発指導力分野のカリキュラムとして習得する教科目は、次の12科目
 ・職業能力開発原理 ・職業能力開発制度 ・職業訓練心理学 ・授業計画法 ・教材開発法 ・訓練評価法

・専門別教科教育法 ・受講者支援法 ・職業能力開発原理実践 ・訓練実施実践 ・訓練改善実践 ・受講者支援実践

(2) OJTは「On the Job Training (オンザジョブトレーニング)」の略で、企業の新入社員や新しく配属された社員に対して、実際の業務を行いながら知識やスキルを提供する教育や研修の手法である。

【参考文献】

- 1) 新野秀憲：職業能力開発に関する学理の究明と応用、技能と技術、pp.1-4、2022年2月
- 2) 第4次産業革命に対応した公共職業訓練で求められる訓練内容等の整理・分析、独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構職業能力開発総合大学校基盤整備センター、2019年3月
- 3) 文部科学省ホームページ：
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo10/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2010/09/16/1297286_7_3.pdf、2024年12月16日確認
- 4) 安原雅彦ほか：職業能力開発総合大学校における職業訓練指導員養成に関する報告、公益社団法人日本工学教育協会工学教育研究講演会論文集、pp.214-215、2018年10月
- 5) インド式かけ算の考え方：
<https://hugkum.sho.jp/513523>、2024年12月16日確認
- 6) ハロートレーニングを支えるテクノインストラクターのあり方等に係る調査研究、独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構職業能力開発総合大学校基盤整備センター、2021年3月
- 7) 坪田光平ほか：職業訓練指導員への職業選択と「重要な他者」、職業能力開発研究誌 32 巻 1 号 2016、pp.15-24、2016年3月
- 8) 金間大介著：ライバルはいるか？、ダイヤモンド社、2024年12月

全日本ロボット相撲大会 2024 参加報告

檜原 康弘^{*1}

All-Japan Robot Sumo Tournament 2024 Activity Report

NARAHARA Yasuhiro^{*1}

1. はじめに

富士ソフト株式会社主催の全日本ロボット相撲大会¹⁾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（以下、東北能開大）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、大会の概要と令和 6 年度の大会への参加報告を行う。



図 1 競技の様子

2. 全日本ロボット相撲大会概要

ロボット相撲とは直径 1,540mm の鉄板土俵上で、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（図 1）。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。ロボット力士は、強力な磁石で土俵に張り付き、強力なモーターでタイヤを駆動して移動することで相手と戦う。東北能開大では課題への取り組みを通じ、学生が授業で学んだ知識・技術を活用し、さらなる技術力の向上を図っている。その一環として、コンピュータによる完全自動動作の「自立型相撲ロボット」を設計・製作し大会に挑んでいる。令和 5 年度に製作したロボット力士（しこ名：Fulgur）の外観を図 2 に示す²⁾。

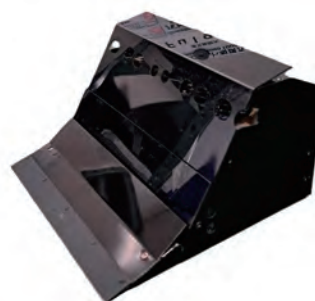


図 2 製作したロボット力士 (Fulgur) の外観

3. 大会結果

全日本ロボット相撲大会 2024 の大会結果を表 1 に示す。東北能開大は、生産電気システム技術科と電気エネルギー制御科の学生で構成されたチームで、「Fulgur (フーガー)」、「オックスタン」、「インディゴ」の 3 台のロボット力士とともに出場した。

地区大会では、関東地区、および近畿地区の予選会に参加し、3 台ともベスト 8 以上の成績を残し全国大会への出場権を得ることができた。Fulgur に至っては、令和 5 年度の大会で初出場し、惜しくも

^{*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

表 1 東北能開大チームの大会結果

ロボット (しこ名)	地区大会	全国大会
Fulgur	関東大会 優勝	ベスト 16
オックスタン	近畿大会 3位	ベスト 16
インディゴ	関東大会 ベスト 8	予選敗退

全国大会への出場を逃したため、そこから1年かけて課題の分析や調整等に取り組んできた。結果として、関東大会では見事優勝を成し遂げることができ、当初掲げたコンセプトや設計・製作をきちんと評価することができた。

全国大会（実際は世界大会）では、各国の公認大会から勝ち上がってきた海外枠も含め全77チームがトーナメント方式で対戦した。図3に全国大会に出場した東北能開大チームの学生メンバー、図4に試合の様子を示す。大会としては、Fulgur、オックスタンの2台がベスト16入りを果たす結果となった。Fulgurは試合開始に使用するリモコンの受信モジュール（スタートモジュールと呼ぶ）の不良、オックスタンはブレードの破損という、どちらも反則負けという悔しい結果となった。しかしながら、新たな課題も見つかり、また海外選手との交流もあり、様々なことが学べた2日間となった。

4. おわりに

全日本ロボット相撲大会2024への参加取り組み状況について報告した。普段の活動は、主に校内でのロボットの設計・製作や調整を行っている。さらに上を目指していくには、相手がいて対戦させることで自らの課題を見つけ出すことが重要であると考え。そのためには、実戦経験を積むことが大変有効であるため、今後は学生たちにそのような場所が提供できるように、活動の幅を広げていきたいと考えている。

【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) 檜原康弘：全日本ロボット相撲大会への取り組み、東北職業能力開発大学校紀要、第34号、pp.27-32、2024年6月

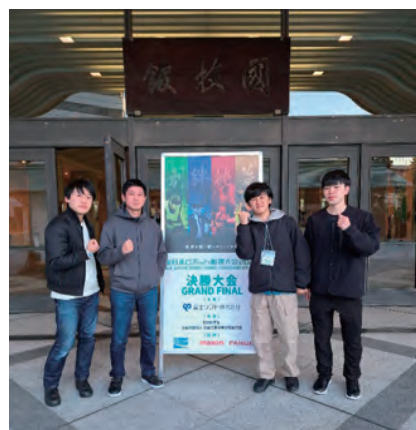


図 3 全国大会に参加した学生



図 4 試合中の様子

2024 若年者ものづくり競技大会(電気工事)参加報告

中矢 翔*1

Activity Report on the Electrical Installations Division of the 2024 Youth Manufacturing Competition

NAKAYA Sho*1

1. はじめに

東北職業能力開発大学校電気エネルギー制御科では電気工事の技能レベル向上のため、若年者ものづくり競技大会電気工事職種に参加しています。

本稿では2024年度の参加報告をします。

2. 大会概要

2.1 若年者ものづくり競技大会の概要

本大会は、職業能力開発施設、工業高等学校等における技能レベルを競う大会です。参加資格は原則20歳以下となります。部門は、メカトロニクス、機械製図、電気工事など15職種に分かれています。

2.2 電気工事職種の概要

2024年度の大会は、7月31日、8月1日にGメッセ群馬展示ホールで行われました。参加選手数は20名、競技時間は標準時間2時間30分(打ち切り3時間)となります。図1に事前に公表された課題施工図を示します。大会当日には20%程度の変更がされました。図2にその課題施工図を示します。

課題施工図では、電線や電線管の位置が示されており、ランプとスイッチによる点灯方法は別に示されます。

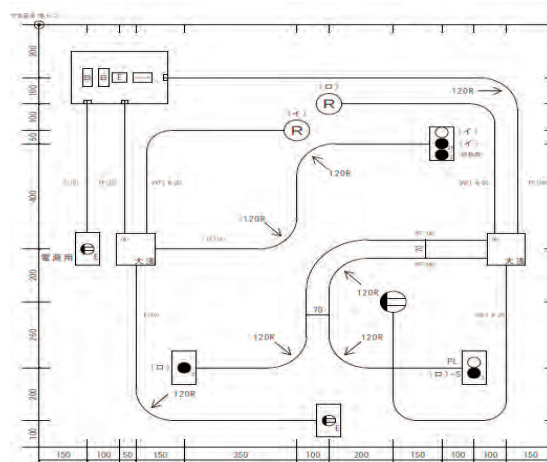


図 1 事前に公表された課題施工図

【課題施工図】

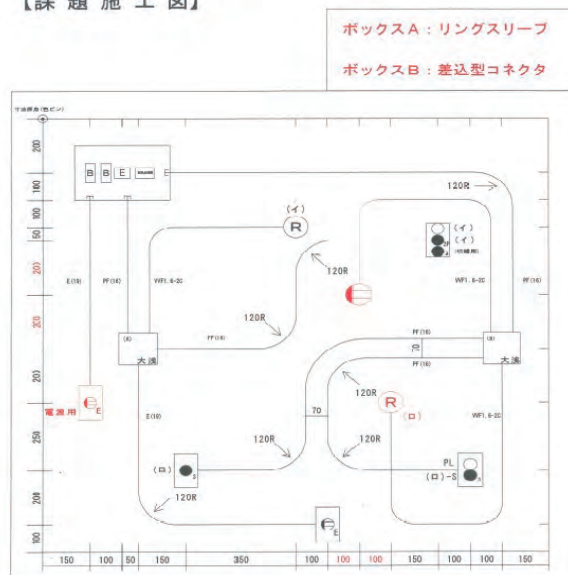


図 2 大会当日に変更された課題施工図

*1 東北職業能力開発大学校 電気エネルギー技術科
Tohoku Polytechnic College
Department of Electrical Systems and Energy Control
Technology

3. 大会までの練習

選手は、電気エネルギー制御科1年時の3月に普通科高校出身の学生に決定しました。練習は、2年時の4月から週1回半日の総合制作実習、および放課後を用いて練習しました。4～6月は過去の課題を練習し、6月下旬に課題が公表されてからは、本番の課題に切り替えました。

はじめの練習では、過去に参加した学生のマニュアルおよび動画を用いて、作業台の配置(図3)、器具の取りやすい配置(図4)、工具の使い方、作業手順を理解しました。

今年度から、寸法を測る治具の使用が出来ない規則に変更となったため、作業時間を短縮するために何度も練習しました。

4. 大会の結果

図5に完成した課題を示します。完成時間は2時間55分でした。練習では2時間40分で仕上がっていたので、悔しい結果となりました。コンパスの替え芯を忘れたことで、作業時間のロスにつながったこと、周りの選手が見えるので焦ってしまい仕上がりの美しさに影響しました。

参加選手は、「練習前と比較すると自身の技術が向上しているのを強く感じて、良い経験となったと



図4 器具の取りやすい配置

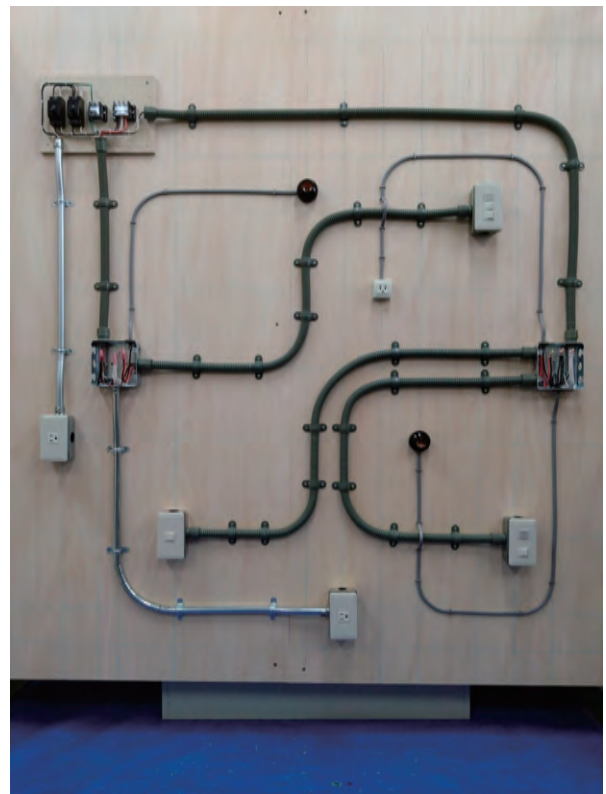


図5 完成した課題

考えている。」と振り返るとともに、マニュアルにまどめていました。

5. おわりに

学生が若年者ものづくり競技大会電気工事職種に参加することで、電気エネルギー制御科の技能レベルの向上を図ることが出来ました。ご助言頂いた太田徹児先生を初め、サポート頂いた電気エネルギー制御科、生産電気システム技術科、学務課に感謝申し上げます。



図3 作業台の配置

2024コンクリートカヌー大会参加報告

越智 隆行*¹

2024 Concrete Canoe Competition Activity Report

OCHI Takayuki*¹

1. はじめに

コンクリートカヌー大会とは、土木学会関東支部が開催する、土木系大学生、高校生を対象とした大会であり、製作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 2024 年度の参加報告を行う。



図 1 競漕競技の様子

2. 大会概要

2024 年度の第 29 回大会は昨年度と同様、図 2 に示す東京湾の水の森水上競技場で行われた。参加校

は 21 校、大学・高専が 9 チーム、高校が 15 チームの 24 チームの参加であった。カヌー製作についての事前審査資料と当日のレース順位によりポイントが与えられ総合順位を争う。

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。

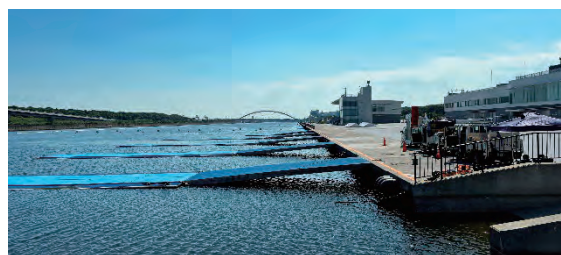


図 2 水の森水上競技場

3. 大会参加カヌー

図 3 に 2023 年度参加カヌー、図 4 に 2024 年度に参加したカヌーを示す。今年度のカヌーは 2023 年度のカヌーと大きく変更された点が 2 点ある。

1 点目は、材料の変更である。近年の CO₂ 排出削減の流れからフライアッシュセメントを用い、さらに骨材には、オガ炭を使用しコンクリートカヌー船体への炭素固定を行っている。

*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

2点目は、製作方法を個別に製作した部品を組み合わせるのではなく、通常の建築物と同様、船体形状の型枠を製作しコンクリートを打設する試みを行った。図5に製作した型枠の様子を示す。

当校のカヌーは、ネット状の材料を不使用、細骨材率50%以下の条件も達成し昨年度に比べ加点項目を増やすことができた。大会で上位入賞を目指すには、加点項目を満たす必要がある。

4. 大会結果

2024年度の大会結果は、図6に示す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。それらの理由として、今回の事前審査資料の得点も横浜国立大学に続く2番目の評価をされており、写真を多用し製作方法を詳細に記すことで技術力が評価されたと考えられる。

当日の競漕競技については、カヌーのバランスが悪く選手がバランスを取るだけで、まともにスタートラインまでたどり着けない事態が発生した。最終的には、競技委員のアドバイスをいただくことで競漕競技は行うことができたものの、ゴール直後には沈没する事態となった。設計時点で重心と浮心についての十分な検討を行っていなかったためである。

5. おわりに

今年度のカヌーは、昨年度までの部品を組合せて製作するカヌーとは異なり、あえて型枠製作と、打設にこだわった。結果、競漕競技では十分な成果は残せなかった。指導者としても設計時点でのアドバイスが足りなかったと反省している。参加する事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く、学生の成長が感じられる取り組みであると感じている。

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 (2025.03.17 取得)



図3 2023年度参加 コンクリートカヌー



図4 2024年度参加 コンクリートカヌー

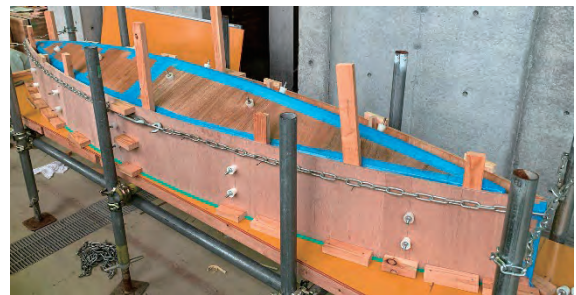


図5 2024年度コンクリートカヌー型枠

TOHOKU POLYTECHNIC COLLEGE
東北職業能力開発大学校

MIXTURE カヌーの重量126.7kg 使用したセメントの量42.1kg
カヌーの最小幅3.5cm 浮力体の量4kg

単位量	フライアッシュ	水	縦長炭	メサライ	バルリンク	塩灰	AE減水剤	合計
C	2.96	1.00	1.46	1.47	0.91	-	1.03	-
密度 (g/cm ³)	519.88	223.97	401.50	404.25	4.79	-	10.40	1564.79
容積(L)	170.36	224.37	275.00	275.00	5.27	40.00	10.00	1000

W/C=45%, S/C=50%, C/C=50%, G/C=50%, F/C=3%, A/a=4%

PROCESS

①側面型枠建設 → ②練り混ぜ → ③側面打設 → ④底面型枠建設 → ⑤底面打設 → ⑥脱型 → ⑦モルタル充填と養生 → ⑧浮力体取付 → ⑨防水・塗装 → ⑩水中養生

★ 側面打設が終わってから裏面と上の型枠の組み立てを行うことで無駄な作業を減らしました！

★ 空城構造の千枚材を用いた50mmの厚さを確保し、型枠から切り出して制作しました！

★ その他作業練習の様子

POINT

調合

調合は重量比で行いました。縦長炭には二酸化炭素の生成を促すという特徴があり、環境面に配慮した骨材と選んでいます。縦長炭はホームセンター等で買えるものを採用し、少ない量で、裏打ちにしました。作業は全て手作業で行いました。最終の配合の決まりまでにおよそ10本の試料を作成し、実験後、追加を依頼し、最終にしました。

設計

コンクリートカヌーの曲線を表現するために型枠を内側・外側、裏面・側面と分けて設計しました。曲線は内側の側面図や展開図を用いて求めました。縦長炭の入りやすさを確保し、効果的な作り出し方法を求めました。また、寸法が細かい作り出しのため、図面通りに施工できるよから図面を細かくして、レーザー印刷し、型枠に写しました。

型枠制作

本校の技術力をアピールするために今年度は一般的な建築と同じ打設方法を採用しました。縦長炭を用いた25mm厚のセメントコンクリートを裏面に打設するために、削りかきを使用しました。また、船体を上下逆に設置し、安定性の確保と水と多く触れる高湿度・完全乾燥が期待できるようになりました。側面を打設すると同時にコンクリートの側圧を抑えるためにチェーンを使用しました。

図6 2024年度参加 技術賞 プレゼンボード

付表1 2024年度 共同研究一覧

研究テーマ	概要	指導員	所属
着脱式キャンピングトレーラー「スイッチTrailer」および「地面までおろせる専用ジャッキ」の共同開発	従来のキャンピングトレーラーなどの形状を参考にしつつ既存のトレーラーに搭載し運搬及び2名程度の宿泊が可能なキャンピングシェルの形状について検討を行い試作する。 また、トレーラー搭載に当たって必要となると思われるジャッキシステムも同じく試作する。	池田 明 小坂 洋平 久保 祐太	青森校
モータ検査工程における良否判別の自動化に向けた研究	検査工程の自動化に向け、モータ駆動音、振動等の良否判別に必要な微細に変化するデータを収集できるようにする。 また、収集したデータを基にした判別方法を確立し、データの収集から判別までを自動化できるようにする。	池原 寿紀	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て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
各呼び径に対応したタップ方向自動整列装置の開発	令和5年度の共同研究では、呼び径M6のタップに限定し、近接変位センサによってタップの方向を判別し、自動的に整列させる装置を開発した。 本年度の共同研究は、生産数の多いM3～M6のタップに対象を広げ、整列したタップを作業用箱に格納する装置を開発した。	狩野 隆志 大石 賢 須永 浩一 廣田 昌彦 松家 央征 清水 達也 本郷 秀明 七種 健一	本校
箱詰工程の自動化	本研究は食品加工工場における包装が終わった製品を取り扱う梱包工程の自動化である。製品の向きの整列、包装の表裏から肉片の噛み込み検出、NG品の排出、良品5袋重ね自動投入を行う装置を開発した。	本多 正治 喬橋 憲司	本校

研究テーマ	概要	指導員	所属
小型部品自動カウンタの開発	本共同研究では起こりうるミスを未然に防ぐ事を目的として、製造工程におけるカウント作業を自動化する装置の開発を行うと共に作業者が指定した個数だけ部品を取り出せる機能を搭載した「小型部品自動カウンタの開発」を行った。	七種 健一 狩野 隆志 大石 賢 須永 浩一 廣田 昌彦 松家 央征 本郷 秀明	本校
建具一体型空調扇の開発と性能評価に関する研究	一般住宅で多く使用される個別空調方式では、非空調空間との室温温度に差が生じ、浴室・洗面脱衣室でのヒートショックが懸念される。本研究では、実験住宅に建具一体型空調扇を設置し、室温温度差および騒音レベルを測定して、その性能を評価した。夏季（冷房期）の室温変動緩和についても実測し、理論検討を行った。	三浦 誠 林 昇吾	本校
中小木造建築における宮城県産 CLT（直行積層板）を用いた屋根・床等の水平構面の開発	本開発においては、在来軸組工法における小中規模木造非住宅に用いる CLT 屋根構面、および一般的な木造住宅に用いる CLT 屋根構面の開発を行い、実証実験を行った。	西野 晃司 越智 隆行	本校
高壁倍率合板を用いた耐力壁の開発	本研究では、石巻合板工業株式会社の開発した、9.5、10.5mm の高壁倍率合板を使用し、壁倍率 7 倍以上の耐力壁の開発を目的とする。合板接合部の要素試験として、釘の一面せん断試験を行い、耐力壁の実大試験から、壁倍率を確認した。	越智 隆行 西野 晃司	本校
超硬チップ自動計数装置の開発	切削工具のチップは出荷先毎にパターンネットという容器に乗せて積み上げられており、人手で数えている。 そこで、本研究ではチップの計数を自動的にかつ正確に行う装置を開発した。画像処理や機械学習等を用いて画像からチップの数量を割り出した。	谷岡 政宏 内山 元 檜原 康弘	本校

付表2 2024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	食品加工工場の工程改善 -箱詰工程の自動化-	本多 正治	喬橋 憲司
	超硬チップ計数装置の開発	谷岡 政宏	内山 元
	学校 PR 用アミューズメント機器の開発	伊藤 隆志	太田 徹児
	各呼び径に対応したタップ方向自動整列装置の開発	狩野 隆志	大石 賢
	小型部品自動カウンタの開発	七種 健一	廣田 昌彦
	玄米包装工程における脱酸素剤投入装置の開発	須永 浩一	本郷 秀明
建築	有形文化財(建築物)のデジタル化について -ICT 機器を活用した 3D 点群データ取得方法- -3D モデル作成におけるモデリング方法の検討-	西野 晃司	
	栗原市空き家利活用促進について	西野 晃司	
	DLT パネル強度性能に関する基礎的研究	西野 晃司	
	宮城県産材 CLT を用いた屋根構面の開発 -在来軸組工法における屋根構面の耐震性能評価- -CLT 接合部における力学的性能の把握-	西野 晃司	

系	テーマ －サブテーマ－	指導員 (主)	指導員 (副)
建築	産業副産物を用いたコンクリートに関する実験的検討 －電気炉酸化スラグのコンクリート用骨材としての可能性－ －県内の製鉄所で副産された電気炉酸化スラグのアルカリシリカ反応性－ －電気炉酸化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－ －電気炉酸化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－ －電気炉酸化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－ －古代建築物パンテオンから着想を得た無筋コンクリートの調合－	佐藤 重悦	
	住宅ストックにおける室内気候改善のための改修構法開発 －無機系潜熱蓄熱材(PCM)を適用した不燃化建材の開発－ －内装用蓄熱調湿抗菌塗料の性能評価－ －建具一体型空調扇の開発と性能評価－	三浦 誠	
	既存木造建築物を利用したコミュニティ施設の構築支援 －改修工事における施工管理業務の実践－	松下 貴博	
	宮城県産スギ材を用いた耐力壁の開発	越智 隆行	
	高壁倍率合板を用いた耐力壁の開発 －実大試験について－ －要素試験について－	越智 隆行	
	建築の設計・施工のDX －統合3D_CADによる設計・施工の省力化－	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	
	コンクリートカヌー大会 2024 －コンクリートカヌー型枠製作－	越智 隆行	

付表3 2024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	着脱式キャンピングトレーラー及び地面までおろせる専用ジヤッキの共同開発	池田 明 小坂 洋平 久保 祐太
	フラクタルバイスの製作	阪井 博史
	精密切断機の製作	大平 智之
電気	タッチパネル動作ができる保護装置付き食品提供レーンの製作	尾形 智和
	農業支援用ケンタウロス型ロボットの製作	島川 勝広 渡邊 晃広
	カメラを用いたトラッキング移動ロボットの製作	小野 貴広
電子・ 情報	紙飛行機発射装置の製作 －発射装置とコントローラの構造設計・製作－ －制御プログラムと内部回路の製作－	越野 和晃
	農作物育成管理サポートシステムの設計・製作	遠藤 裕之
	青森校 PR・教材用ロボットの製作	遠藤 裕之
	屋内用植物栽培システムの製作	池原 寿紀
	校内暖房器具自動制御システムの製作	池原 寿紀
	害獣対策データ収集装置の製作 －ハードウェアの設計・製作－ －カメラを搭載した送信機の製作－ －LTE-M 回線を搭載したデータ収集装置の製作－	市川 拓実

付表4 2024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	アオガエルミニ鉄道の製作	橋本 真寿
	実習場の環境と安全対策の最適化	村上 佑太
	搾油装置の設計製作	田山 英臣
	開閉機構付きプラスチック射出成型金型の設計・製作	横山 雅紀 野村 佑輔
電子・ 情報	画像認識 AI で自動仕分けを行う IoT 工場シミュレータの製作	松田 晃太郎
	Three.js を用いた 3D シミュレーション	浅野 英樹 櫻木 伸英
	Python による機械学習システムの制作	浅野 英樹 櫻木 伸英
	ミニチュア鉄道車両の動力部の製作	細井 遼太郎
	水槽環境センシングロボットの開発	細井 遼太郎
	AR を活用した学校案内コンテンツの制作	細井 遼太郎
	室内環境モニタリングシステムの製作	櫻木 伸英
	ネットワーク対応型積層信号灯の製作	櫻木 伸英
建築	東北ポリテックビジョン 『建築系ものづくり競技会(ニアピン部門)に向けて』	中田 智大 平 和基
	東北ポリテックビジョン 『建築系ものづくり競技会(フレッシュモルタル部門)に向けて』	平 和基 中田 智大
	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
	大館市における「まち育て」について －まちづくり提案の制作－	小笠原 吉張
	アメッコ市の拝殿 設計・施工	中田 智大
	和室の設計と施工 －多様な利用の促進を目指して－	平 和基
	避難所における住環境の提案	小林 健

付表5 2024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	産業用ロボットハンドの製作	早川 明徳
	小型手動プレスブレーキの製作	東 祐樹
	AI を搭載したドローンと小型 UGV を装備した災害対応支援ロボットの開発	小林 崇
	自由曲面と機構を用いた製品の設計製作	菖蒲 大樹
	シリンダーオルゴールの音響改善	佐藤 研一
電気	PLC によるピアノ演奏	田邊 慶祐
	PLC を用いたギター演奏	田邊 慶祐
	2024 年度 PV ロボット競技大会用自律型移動体の製作	渡邊 正純
	若年者及び社会人の電気技術習得に向けた訓練用教材の開発	渡邊 正純
	PDCA サイクルを用いた展示物の改良	中矢 翔
	イベント展示用製作物の製作	中矢 翔
	配線施工技術の向上	中矢 翔
	市販自転車をベースとした電動バイクの製作	新垣 喬之
	センサによる物体仕分け装置の製作	新垣 喬之
	タッチパネルを利用した模擬負荷装置の製作	山本 正己
	雨水を利用したピコ水力発電装置の製作	山本 正己
電子・ 情報	IoT を活用した冷蔵庫管理システムの構築	上原 貴
	タッチパネル式スマートミラーの製作	上原 貴
	Raspberry Pi を用いたラジコンカーの製作	古内 宏和

系	テーマ －サブテーマ－	指導員
	競技会に向けた自律型ロボットの製作	古内 宏和
	マインドモーションマウスの製作	本間 文孝
	IoT を活用したアクアポニックスシステムの構築	渡邊 清彦
	OpenPLC を用いたスマート農業の研究	渡邊 清彦
	Android 端末によるイライラ棒ゲームの製作	渡辺 悠暉
	LCD を用いたアミューズメント機器の製作	渡辺 悠暉
建築	内装木質化の効果に関する研究 －木質床における印象評価－	平野 直樹
	法改正に伴う柱小径の力学的性能に関する研究 －縦圧縮試験における寸法効果について－ －節の圧縮強度への影響について－	平野 直樹
	CLTブロックの開発 －CLT 製造の現状をふまえた CLT ブロックの提案－ －耐震補強効果の検証－	平野 直樹
	木材の透明化に関する実験的研究 －リグニンによる木材への影響－	平野 直樹
	進路スペースからの建築探訪 －築館という場所の建築的な魅力の発信－	会津 宏孝
	加工技術の指導法の提案	会津 宏孝
	ワンルームの機能改善 －作業動線と必要な建築－	会津 宏孝
	機能性のある工具棚の製作	会津 宏孝
	コンクリート躯体の熱特性について －温度変化の計測－	林 昇吾
	照明と照度による明るさの感じ方と改善案	林 昇吾
ラミナ厚の違いによる CLT の強度変化について	林 昇吾	

系	テーマ －サブテーマ－	指導員
	木製品を活用した広報活動	林 昇吾
	多機能家具の設計及び製作	林 昇吾
	日本の気候と建築の関係について	林 昇吾
	製図版用スライド式ロッカーの製作	鐘ヶ江 拓実
	「銀茶会の茶室」への取組み －銀茶会のコンセプト・使用材料、制作の流れ、制作費－ －最終案の施工方法について－	鐘ヶ江 拓実
	長岡小学校改修に向けた取組み －ワークショップに参加して－	鐘ヶ江 拓実
	Auto CAD テキスト教材作成	星野 政博
	岩手県紫波町旧蚕種製造所実測調査報告 －その1. 蚕種製造所の機能・役割と近代化産業遺産－ －その2. 実測調査報告と復元図面作成－ －その3. 復元構造模型の作成－ －その4. 実測調査成果検証と近代産業遺産の価値－	星野 政博

東北職業能力開発大学校 紀要第 35 号 編集委員会構成

委員長：狩野隆志

委員：大石 賢 小野貴広 七種健一 櫻木伸英 佐藤重悦

アドバイザー：川又政征 藤原 巧

事務局：岡野拓哉

査読委員：池田 明 遠藤裕之 大石 賢 太田徹児 越智隆行 狩野隆志

七種健一 櫻木伸英 佐藤重悦 島川勝広 清水達也 須永浩一

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 35 号

2025 年（令和 7 年）7 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

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

印刷 藤庄印刷株式会社

BULLETIN OF TOHOKU POLYTECHNIC COLLEGE

No.35 CONTENTS

PREFACE

BULLETIN

TAKAHASHI Kenji, ITO Takashi

The Results of Measuring the Cutting Force Using a Self-made Holder
with an Integrated Semiconductor Strain Sensor 1

KATO Nagisa, MIURA Makoto, ISHIDOYA Momoko, ISHIDOYA Yuji

Development and Performance Evaluation of Door-integrated Air
Conditioning Fans 7

PRACTICE REPORT

HIGASHI Yuki Improvement of an Orderly Table for Lathe Work 13

HASHIMOTO Masatoshi Fabrication of Sandblasting Equipment 17

ODAIRA Tomoyuki Fabrication of Cleaning Equipment for Chips
- Approaches and Key Point in Supervision of Graduation Project - ... 21

MATSUYA Chikayuki Design and Construction of Machinery with a Focus on Safety
Management 25

WATANABE Masazumi Creating an Autonomous Vehicle Using GPS Data to Create
Self-driving Cars 31

WATANABE Akihiro Design of Equipment Using Snow and Ice Thermal Energy 35

SHIMIZU Tatsuya Initiatives for Development Task Training 2023 - 2025 39

FURUUCHI Hirokazu, UEHARA Takashi

Efforts for the Tohoku Polytech Vision Electronics and Information
Manufacturing Competition 43

KOSHINO Kazuaki Fabrication of Paper Airplane Launcher 47

MATSUSHITA Takahiro Life Cycle Management of a Wooden Frame Rest Area
- A Practical Report from Design, Construction, Operation, Demolition,
and Reuse - 51

HOSHINO Masahiro A study on a Survey of "Old Private Farmhouse Type with Nagayamon
Actual Measurement" 55

NAKADA Tomohiro Designing Handrails for Toilets Accessible to Everyone 63

REVIEW

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

Gear Modeling Based on the Mechanics of the Generating Method and
3D Printing 67

ESSAY

MORITA Junshi Utilization of Corporate Information Data at Polytechnic Colleges ... 71

HIRANO Naoki The Basic Requirements Expected for a Techno Instructor 75

NARAHARA Yasuhiro All-Japan Robot Sumo Tournament 2024 Activity Report 79

NAKAYA Sho Activity Report on the Electrical Installations Division of the 2024 Youth
Manufacturing Competition 81

OCHI Takayuki 2024 Concrete Canoe Competition Activity Report 83

July 2025

TOHOKU POLYTECHNIC COLLEGE