ISSN　1882-9678

東北職業能力開発大学校
紀　　要

第 36 号

巻頭言

【研究論文】

喬橋　憲司　しそ巻き技能の力学的解析と検証 …… 1

廣田　昌彦　訓練における漏電事故の安全衛生教材の開発 …… 5

【研究速報】

平野　直樹　木造建築における壁量計算の成立過程と新基準導入が木造耐震設計に与える影響 …… 9

【報告】

田邉　慶祐　PLC間の同期運転による複数楽器の演奏 …… 17

島川　勝広　ワイヤレス給電デバイスの製作 …… 23

本多　正治　開発課題における企業テーマへの取組み方 －企業経験に基づく学生訓練の指導方針－ …… 27

細井　遼太郎　求人情報閲覧システムの制作 …… 35

松下　貴博　鉄筋コンクリート造階段の設計・施工における課題と対策 －開発課題を通じた実践報告－ …… 39

星野　政博　「岩手県紫波町旧蚕種製造所」実測調査報告 …… 47

三浦　誠，石戸谷　百百子，石戸谷　裕二

潜熱蓄熱材(PCM)を適用した木造熱箱とRC造熱箱の温熱環境比較 …… 55

【総説等】

田山　英臣　機械設計教育への取組みとこれからの方向性 …… 61

【随想等】

小坂　洋平　工業高校での進路指導の取組みについて …… 65

村上　佑太　学生募集活動の現状報告 …… 67

楢原　康弘　全日本ロボット相撲大会2025参加報告 …… 69

堀籠　怜　2025 Ene-1 GP MOTEGI KV-MOTO参加報告 …… 71

中矢　翔　2025若年者ものづくり競技大会（電気工事職種）参加報告 …… 73

池原　寿紀　若年者ものづくり競技大会(電子回路組立て)参加報告 …… 75

佐藤　重悦　キング・オブ・コンクリート2025（盛岡）参加報告 …… 77

西野　晃司，越智　隆行

超厚合板を活用した純木造耐力壁の実大加力実験 －壁-１グランプリ 2025 参加を通じた応用課程での教育実践－ …… 79

越智　隆行　2025コンクリートカヌー大会参加報告 …… 85

小林　健　杉と屋台が繋ぐ縁 －小樽から大館へ、還流するバトン－ …… 87

2026 年 7 月

巻頭言

全国各地に所在する職業能力開発大学校は、ひとづくり、ものづくり、地域づくりを「校の使命」として掲げています。高度な専門技術と高いリーダーシップを有する実践技能者を育成する厚生労働省所管の大学校であり、あらゆる産業の基盤となるものづくりを支える基幹技術人材の教育・供給機関として高く評価されています。

東北地域には三校の東北能開大（宮城校、青森校、秋田校）がありますが、学卒者に対する職業訓練校として直面する課題、例えば少子化や転出超過による若年者人口の低減、新産業の伸び悩みや空洞化などは年ごとの減少率が全国平均をはるかに上回っており、国内の他の地域に比べて東北はもっとも深刻な状況にあるといえます。東北能開大としては「地域づくり」という使命をより重く受け止め、将来、地元への就職・定着につながることを期待して、小中学生向けのものづくり体験や地域に活きるものづくり産業の紹介、地元企業との共同開発をテーマとする実習など、地域を担う人材育成を進めています。

生活を便利により良い暮らしにするため、人々の幸せのために、ものづくりは人に寄り添いながら発展してきました。人から人へ伝承されるこのものづくりには、人の間の絆つくりを担い、地域に強い連帯感・一体感を持たせる力があります。東北能開大三校は、ものづくり教育を通じて「自らをはぐくんでくれた郷土に、将来は何か貢献を」と思う若者を東北に少しでも多く育てたいと願っています。

今号には、東北能開大の宮城校、青森校、秋田校の各科の教員が取り組んできた教育に関わる論文・報告を中心として、合計 21 件の記事が掲載されています。実際の生産現場を実体験できる開発課題実習や各種成果発表会報告に加えて、随想なども掲載されており、読者の皆様が親しみやすく読みやすい内容を工夫しています。

読者の皆様には、東北能開大三校の地域貢献をはじめとする緒活動に今後もご理解とご支援をいただければ大変幸いに存じます。

2026 年 7 月

東北職業能力開発大学校・宮城校
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。

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

しそ巻き技能の力学的解析と検証

喬橋　憲司*1

Mechanical Analysis and Validation of the Shiso Roll Technique

TAKAHASHI　Kenji*1

要約　「宮城県の未来まで残したい味」として紹介されるしそ巻きの機械化方案について企業と共同で研究した。しそ巻き技能を力学的に解析し、しそ巻きユニットをバイオメティック設計した。しそ巻き回転に及ぼす因子を明らかにし自動化可能なことを確認した。しそ巻き技能を力学的に解析して検証した過程について述べる。

1. はじめに

しそ巻きの.起源は古く藩政時代に遡る。宮城県内では盛んに作られ、一般の家庭や旅館で食される馴染み深い食品である。国でも未来まで残したい味の一つとして宮城県の名産品として紹介している [1)]。その味の伝承は一般の家庭と、商業用途に製造する食品メーカで行われている。

しそ巻きづくりは手作業が多くその自動化は半ばである。宮城県北地域は少子化、高齢化の波が押し寄せており、労働力が減少する中、商業用途のしそ巻きを製造する為には自動機への置き換えが課題となっている。

一枚一枚の葉の大きさや形、柔らかさなどが異なるしそを一定の品質で柔らかい練みそに巻く作業は繊細さが求められる。練り味噌の形状は均一性が高いが、水分や湿度、温度などの影響が及び硬さや粘り強さなどの性質は環境で変化する。しそ巻きは熟練した職人の繊細な手作業で品質を保っている。

しそ巻きへの影響を理論的に解析しパラメータが及ぼす影響を明確にし、設計の信頼性を向上させる。シソ巻き技能を力学的に解析し、機械化方案を検討した結果について述べる。

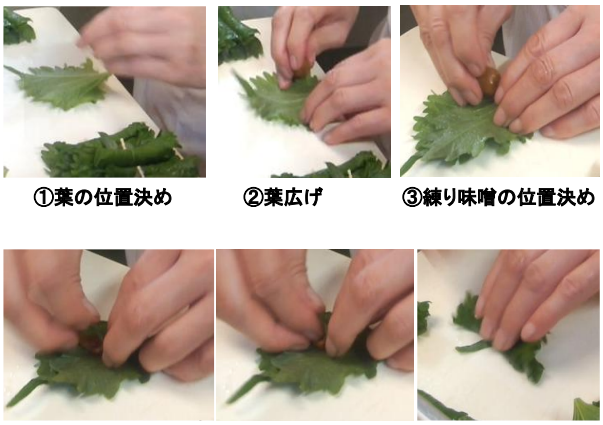


図 1 しそ巻き手作業分解

2. しそ巻き技能の分析

しそ巻き技能の分析について述べる。

2.1 しそ巻き手作業の分析

2.1.1 しそ巻き工程

しそ巻きは練り味噌をしその葉で巻き、食用油で揚げたのちパック詰めして出荷する。練り味噌は

*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

自動機で所定の大きさに押出す。その後手作業でしそ巻きを製造する。しその葉の洗浄や揚げ、乾燥作業の工程を手作業で行う。

2.1.2 手巻き作業の分析

手作業の分解図を図１に示す。

① 葉の位置決めで巻き中の前進方向が決まる。

② 巻きやすくするため、葉を広げる作業である。しその葉のしなりを矯正する。

③ 予備巻きに備えてしその葉の後方を指で押えながら練り味噌を位置決めする。予備巻きに必要な長さを判断する。バランスが重要である。

④ しその葉の先端を巻きの方向と一致させおよそ一回転巻く。ズレが生じるとその後の品質に影響する。繊細な手作業が必要である。

⑤ 練り味噌に圧力を加えてしその葉を密着させながら巻く。この時練り味噌は変形する。食べやすさはこの時の直径で決まる。

⑥ 前方に転がしながらしそ巻きを完成させる。

しその葉の柔らかさや大きさは均一ではない。練り味噌も温度、湿度によって変化する。それに合わせてしそ巻き作業する。熟練すると無意識にこれらのことを統合して①～⑥の作業が行われる。

2.2 しそ巻き技能分析結果

しそ巻き技能を分析した結果について述べる。表１にしそ巻き技能の力学的作用を示す。

前方、後方、上方の三方向から力が作用する。指からの回転モーメントでしそ巻きが行われる。

テーブル、しその葉、練り味噌の間の摩擦がしそ巻きに働く。押え巻き段階の練り味噌の変形でしその葉と練り味噌の密着具合が変化する。密着度は硬さ、柔らかさ、粘度が関係する温度、湿度、原料味噌、添加剤の配合によって変化する。練り味噌の変形は巻き中の転がり抵抗になる。このような変化する原材料に機敏に対応しながら完成させる。

巻き作業の技能を明らかにした結果をもとに機械化方案を検討する。

3. しそ巻き方案

しそ巻きの方案について述べる。

表１ しそ巻き技能の力学的作用

手順	手順の説明	力学的作用
①葉の位置決め	葉をテーブル上に位置決めする	定点位置決め
②葉広げ	しなる葉の両端を押えて広げる	両端　上方力
③練り味噌の位置決め	予備巻き長さを後方に残し、練り味噌をしその葉上に広げる	後方　押え力 定点位置決め
④予備巻き	前方に引張りながらしその葉と練り味噌を密着させて巻く	前方　押え力 後方　押え力 回転モーメント
⑤押え巻き	練り味噌を変形させながら巻く	前方　押え力 後方　押え力 回転モーメント 練り味噌変形抵抗
⑥本巻き	上方を押えながら、回転しながら前進させて巻き、完成させる	上方　押え力 回転モーメント

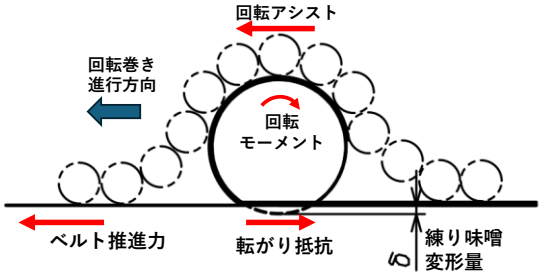


図２ しそ巻き方案

3.1 しそ巻き方案

図２にしそ巻き方案を示す。

回転アシストで覆うことで複数方向から力が作用する。ベルトの推進力と回転アシストにより回転モーメントが発生する。回転アシストは練り味噌全体を覆う形になる。

予備巻きではしその葉で練り味噌を包みこむように巻く。方案では回転アシスト接触点数が増える段階が予備巻きに相当する。最初に回転アシストに接触する段階が予備巻きに相当する。

押え巻きでは、練り味噌をさらに変形(変形量δ)させながら密着度を上げる。この時狙った太さまで押えながら巻く。方案では回転アシストにより完全に覆われ、全質量が作用する段階が相当する。

本巻きでは練り味噌を回転させながら前進させ、しその葉を巻き付ける。ベルトの推進力と回転アシストの作用が生み出す回転モーメントで練り味噌を自転させながら巻き付ける。

回転アシストは、回転モーメントの補助と抵抗の作用がある。

3.2 しそ巻きの力学的解析

3.1.1 しそ巻きの回転条件

しそ巻きに影響する因子を明らかにする目的でしそ巻きを力学的に解析する。

ベルトは一定速度で動く。回転アシストが無いときは練り味噌は回転せずに前進するが、回転アシストが作用すると回転モーメントが生まれる。この回転モーメントで練り味噌は回転しながら前進する。回転アシストの摩擦抵抗、ベルト速度のバランスから生まれる。

練り味噌の半径寸法をRとする。単位は SI 単位系とする。回転アシストと練り味噌の接触点のモーメントのつり合いは(1)式である。

$$I\frac{d\omega_N}{dt}+T_D-\mu_s\cdot m_s\cdot g\cdot R=0\cdots(1)$$

I：練り味噌断面 2 次モーメント

T_D: ベルト駆動モーメント

$d\omega_N$：練り味噌角速度

dt：練り味噌加速時間

μ_s：回転アシスト摩擦係数

m_s：回転アシストの質量

g：重力加速度

ベルト駆動モーメント（ベルトに伝達されるトルク）が回転アシストの抵抗に勝ると練り味噌は回転する。しそ巻きの質量をm_Nとすると、回転条件は(2)式となる。

$$T_D>-\frac{1}{2}m_NR^2\frac{d\omega_N}{dt}+\mu_sm_Sg\cdot R\cdots(2)$$

練り味噌の角加速度ω_Nと回転巻き進行速度dvは(3)式の関係である。

$$dv=-Rd\omega_N\cdots(3)$$

従って(4)式の条件が成り立つとき、練り味噌は回転しながら前方に進む。

$$T_D>\frac{1}{2}m_NR^3\frac{dv}{dt}+\mu_sm_Sg\cdot R\cdots(4)$$

3.1.2 練り味噌の変形抵抗

練り味噌の変形はころがり抵抗になる。押さえ巻き中の練り味噌は、回転アシストによって練り味噌の接地面が点から面へと広がり抵抗が増す。回転アシストの作用による練り味噌を変形させる力Fは(5)式で表される。

$$F=2\sigma_mL\sqrt{R^2-(R-\delta)^2}\cdots(5)$$

δ: 練り味噌変形量

L: 練り味噌長さ

σ_m: 変形抵抗

ベルトの接地面ではこの垂直方向からの変形力 F が転がり抵抗(ベルト面摩擦係数μ_n)として作用する。従って、押さえ巻きの回転条件は(4)、(5)式より(6)で表される。

$$T_D>\frac{1}{2}m_NR^3\frac{d\omega_N}{dt_N}+\left(\mu_sm_Sg+2\mu_n\sigma_mL\sqrt{R^2-(R-\delta)^2}\right)\cdot R\cdots(6)$$

3.1.3 しそ巻きに及ぼす因子のまとめ

しそ巻き方案について検討した(6)式の関係する因子についてまとめる。

① 練り味噌摩擦係数μ_n、回転アシスト摩擦係数μ_sともに小さいほど練り味噌が回転しやすい。

② 練り味噌は細いほど回転しやすい。

③ 練り味噌の変形が少ないほど練り味噌は回転しやすい。

④ 回転アシストの質量m_s、しそ巻きの質量m_Nともに軽いほど回転しやすい。

4. 検証試験

検証試験について述べる。

4.1 検証試験の目的

3.1.3 にまとめた①～④を仮説とし、しそ巻きに及ぼす影響を検証する。

4.2 検証試験条件

試験条件を表 2 に示す。理論式の因子と関係する品質上の因子を有利、不利の条件に割り当てて試験する。商品の性質上変更できない練り味噌直径は試験条件から除外した。

4.3 検証試験結果

試験結果について説明する。

練り味噌としそ巻きの代替品（紙粘土、和紙）で実施した試験と商品の材料を使った試験を実施した。

4.3.1 代替品試験結果

予備試験結果を図 4 に示す。図中左側がベルト上の状況で、右側が仕上がり状態である。回転アシストの中を、円形紙粘土は和紙を巻きながら前進した。回転アシストが姿勢矯正の役割も果たしベルトからの落下や方向ズレなどを生じさせず、巻きが完成した。

4.3.2 試作試験結果

試作試験のしそ巻き製品を図 5 に示す。製品練り味噌としその葉を準備し、本試験を行った結果について述べる。表 2 しそ巻き条件のうち、製品品質上変更できない練り味噌直径の条件を除いて試験した。

① 回転アシスト質量

回転アシスト質量 90g の時しそ巻きができる。900g は練り味噌に変形がおこり、品質に影響を及ぼす。

② 練り味噌変形抵抗

回転アシスト質量 90g の時練り味噌に肉眼で確認できるような変形はない。回転アシスト質量が 900g の時大きな変形がおこり、しそ巻きはできない。変形の条件はしそ巻き成功率に影響する。

回転アシストの質量による変形抵抗の増大はしそ巻き品質に及ぼす影響が大きい。練り味噌は硬いほどよい。練り味噌成分で硬度が変わる。成分の変化は転がりに影響を及ぼす。

③ ベルトの摩擦係数

摩擦係数 0.3、0.8 のベルトともに、回転アシストが質量 90g の時しそ巻きができ、900g の時しそ巻きはできない。今回の条件でベルト摩擦の影響は見られなかった。

④ 水分の影響

ベルト面としその葉の間の水分による摩擦抵抗の影響は見られなかった。しかし、脂分が含まれる練り味噌としその葉の水分は混和しない性質から内部すべりを起こし、回転巻きに影響した。化学的な影響が現れる。

表 2 しそ巻き条件

理論式因子	品質因子	記号	有利条件	不利条件
ベルト面摩擦係数	水分	μ_n	湿潤	乾燥
	ベルト材質		0.3	0.8
練り味噌直径	直径寸法	R	6mm	10mm
練り味噌変形抵抗	練みそ硬度	σ_m	硬	軟
	水分		乾燥	湿潤
回転アシスト質量	材質	m_s	90g	900g

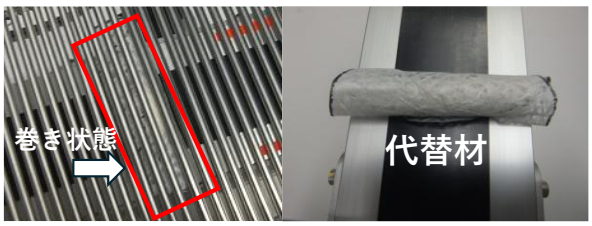


図 4 代替品試験結果

図 5 試作試験結果

5. おわりに

しそ巻き技能を力学的に解析し定量化した。

しそ巻き運動は制御可能である。定量化したことで品質の安定化が図れる。今後はしそ巻き工程自動化装置の開発に取り組む。

共同研究にあたりご協力頂いた株式会社二上の二上社長並びに従業員の皆様に感謝申し上げます。

[参考文献]

1) 農林水産省：うちの郷土料理～次世代に伝えたい大切な味～、農林水産省ホームページ、https://www.maff.go.jp/j/keikaku/syokubunka/k_ryouri/index.html、2025 年 12 月 23 日確認

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

訓練における漏電事故の安全衛生教材の開発

廣田　昌彦*1

Development of Safety and Health Materials for Electrical Leakage Accidents in Training

HIROTA Masahiko*1

要約　本研究は、漏電事故に関する新規安全衛生教材を開発することで訓練効果の向上を図ることを目的とするものである。現在、電気機器を扱う全ての実習シラバスに記載されている安全衛生作業項目について指導するに際し、漏電について解説している書籍はある。しかし、訓練中の漏電事例及びその危険性を疑似体験するための実習機材の作成法、実験の実施による体験を通して印象付ける内容及びそれらの討論や発表を含む能動的学習まで及んでいない。そこで、本報では上記内容を含め開発した漏電事故の安全衛生に係る訓練効果の向上を図る総合的な安全衛生教材の新規性及び従来の教材を用いた訓練方式に比した訓練効果に係る統計的有意性について述べる。

1. はじめに

電気エネルギーは他のエネルギーへの変換が容易であり、様々な機器で利用されている。しかし、取り扱いを誤ると事故の原因となり得る。電気による事故では建築物に代表される掛替えのない財産はおろか人命をも失いかねない事態をも容易に招く。このことから、労働安全衛生規則(厚生労働省省令)及び電気設備に関する技術基準(経済産業省省令)等によって漏電災害を含む電気事故の防止に係る行動指針及び技術基準が定められている。

訓練においても、電気機器を扱う全ての実習シラバスに記載されている安全衛生作業項目について指導するに際し、漏電について解説している書籍はある。しかし、訓練中の漏電事例及びその危険性を疑似体験するための実習機材の作成法、実験の実施による体験を通して印象付ける内容まで及んでいない。そこで、本研究では上記内容を含めた漏電事故の安全衛生に係る訓練効果向上を図る総合的な安全衛生教材を開発する。従来の教材に比した本教材の新規性を表 1 に示す。

表 1　安全衛生教材の比較及び本教材の新規性

	従来			本開発
	大学校の標準的なテキスト	低圧電気取扱業務特別教育テキスト	市販装置	本教材
漏電の理論と危険性	○	○	-	○
訓練における漏電事例(ヒヤリ・ハット含む)	△	△	-	○
訓練におけるヒヤリ・ハット・キガカリ事例に基づく漏電危険疑似体験	-	-	△	○
訓練におけるヒヤリ・ハット・キガカリ事例に基づく漏電による危険疑似体験の実験機材の製作法及び実験手順	-	-	-	○
漏電に係るリスクアセスメントによる問題発見能力及び問題解決能力(リスク見積もり及びリスク低減措置の立案)	△	△	-	○
講義と危険疑似体験、主体的気づきの支援を組み合わせた漏電に関する総合的安全衛生教材	-	-	-	○

なお、本研究の妥当性は、講義を主とした従来型の訓練適用後の評価試験(表 4)結果に対する本教材

*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

適用後の評価試験結果の統計的な有意性、振り返りによる主体的気付きを支援するための習得度測定及びアンケート調査によって明らかにする。

2. 訓練におけるヒヤリ・ハット・キガカリ調査

東北職業能力開発大学校の職業訓練指導員 20 名に聞き取り調査を実施し、9 件の事例を収集した(一例を表 2 に示す)。

表 2 ヒヤリ・ハット・キガカリ調査(抜粋)

事例No	科目	場所	作業者	どのように
1	電気設備実習	実習場	学生	分岐回路施工時に ELB の 1 次側の非接地線から 2 次側に配線してしまい、通電試験時に ELB が作動した。
2	制御盤製作実習	実習場	学生	制御対象である誘導電動機を運転させたところ、制御盤の ELB が作動した。 誘導電動機の故障による漏電があった。
3	開発課題	実習場	学生	学生が非絶縁オシロスコープを使用して、信号を測定しようとしたところ、グランドリード接続部にも対地電圧があったため、漏電遮断器が落ちた。 7 号館 4 階全ての電源が遮断され、CAD 実習中の他科の学生にまで迷惑をかけてしまった。
4	能力開発セミナー(インバータ編)	実習場	受講生	インバータを取り扱うと、中性点の電位の変動や対接地コンデンサ等様々な要因によりアースに数 10[mA]の漏洩電流が流れる場合があるため、セミナーでは注意喚起を行っている。
5	開発課題	実習場	学生	製作する装置の動作が不安定であったため原因を調査したところ、信号のノイズが疑われた。 シールド線が無かったので応急的な処置としてアルミ箔で線を覆ったところ、電源端子と接触しそうになった。
6	建築施工実習	実習場	学生	木工工作機械の三相電源コードが切れた。 電源コードの端子部を交換する際に、誤ってプラグの RSTE の各相を一つずつずらして施工したため、通電時、地絡により漏電遮断器が落ちた。

3. 危険疑似体験のリスクの見積り

表 2 にて挙げられた訓練における電気事故(漏電等)に関するヒヤリ・ハット・キガカリ調査結果を基に 6 種類の危険疑似体験の再現実験の教材を制作した。制作に際し、大学校にて用いられている安全衛生テキスト[1)]及び独立行政法人高齢・障害求職者雇用支援機構版 OSHMS のリスクアセスメント[2)]を参考にリスクの見積もりを行った。表 3 にその一例を示す。

表 3 漏電再現実験リスクアセスメント表(抜粋)

事例No	危険性または有害性及び発生の恐れがある災害	対策前 重篤度	対策前 発生頻度	対策前 リスク	優先度	低減対策 ①作業の見直しによるリスク低減 ②機械的措置 ③教育 呼びかけ 指示 ④保護具	措置後 重篤度	措置後 発生頻度	措置後 リスク
2 制御盤製作時の漏電	漏電：分電盤 ELB の作動による健全回路の遮断(停電) 地絡：上記に加え、地絡電流による機器、電路の焼損及び火花の飛散や過熱部に接触することによる火傷 感電：充電部接触時に感電による人体内部の火傷(重傷)または心室細動(重症または死亡) 電動機運転時に回転子の巻き込まれによる負傷	×	△	Ⅲ	高	②絶縁された工具類の使用 ②保護回路の設置(漏電遮断器) ②回路計による回路の導通試験 ②電動機(回転子)の覆いの施設 ②充電端子部の覆いの施設 ②通電確認(非接触式検電器) ②漏電遮断器の動作試験(点検) ②消火器の用意 ③可燃物を含む不要な機器を遠ざける ③実験手順の再確認 ③漏電・感電の危険性を再確認 ③充電部の露出がないか確認 ④保護具の着用(手袋、作業帽、作業服、安全靴)	△	○	Ⅰ

4. 安全衛生教材の開発

表 1 の内容を踏襲し、表 2 の事例を基に、表 3 のリスクアセスメントを施した再現実験に加え、訓練における漏電事例に係る危険性やリスク低減措置とその効果等の討論及びそのプレゼンテーション等を含めた安全衛生教材を開発した(図 1)。

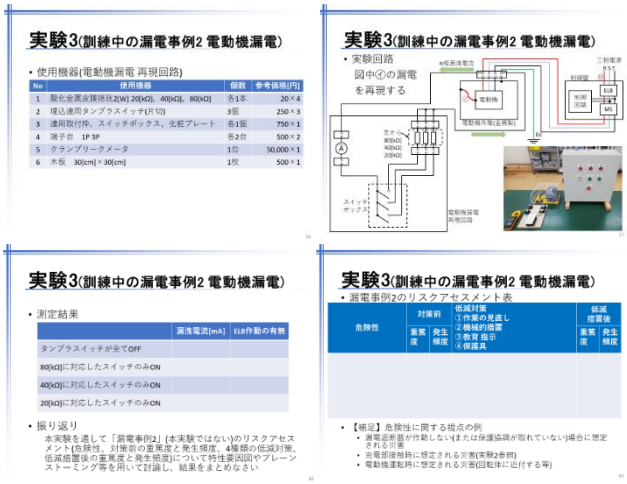


図 1 訓練における漏電事例再現実験他

(本教材抜粋)

5. 教材の適用及びその評価

東北職業能力開発大学校 応用課程 生産電気システム技術科 1 年生 18 名を無作為に班 1 及び班 2 の 2 班に分け、班 1 には従来の方式に則り講義のみによる受動的学習(図 2)を、班 2 には本教材を用い、講義に加えて漏電危険疑似体験再現実験(図 3)、その体験の基となった漏電事例のリスクアセスメント、ブレーンストーミング・特性要因図等による討論(図 4)及びその結果の発表(図 5)を含めた能動的学習をそれぞれ実施した。

図 2 安全衛生教育訓練(班 1 及び班 2 講義)

図 3 安全衛生教育訓練(班 2 漏電危険疑似体験)

図 4 安全衛生教育訓練(班 2 グループ討論)

図 5 安全衛生教育訓練(班 2 討論結果発表)

なお、班 1 及び班 2 に対し実施した安全衛生教育訓練の内容及び時間的なコストは同等としている(班 1、班 2 共に表 4 の内容を合計 360 分実施)。

上記訓練後、受講生に対して実施した評価試験項目を表 4 に、評価試験結果を表 5 に各々示す。

表 4 評価試験項目

評価内容	評価細目
漏電の理論と危険性及び訓練における漏電事例	1.漏電の仕組みがわかる
	2.感電時の通過電流と症状の程度がわかる
	3.感電時の電流値を算出できる
	4.皮膚の電気抵抗の特性がわかる
	5.安全なフローティング測定方法がわかる
	6.訓練中の漏電事例(ヒヤリ・ハット・キガカリ事例含む)を複数知っている
訓練における漏電に係るリスクアセスメントによる問題発見能力及び問題解決能力	7.リスクアセスメントによる危険性の特定ができる
	8.リスクアセスメントによる重篤度や発生頻度等の見積ができる
	9.リスクアセスメントによるリスク低減対策が挙げられる
	10.リスクアセスメントによるリスク低減措置後の効果を推察できる

表 5 安全衛生教育訓練後の評価試験結果

漏電理論		リスクアセスメント		総合評価	
班 1	班 2	班 1	班 2	班 1	班 2
22	89	23	92	23	91
33	78	31	85	32	82
78	100	69	92	73	95
44	89	62	77	55	82
22	100	54	77	41	91
78	100	77	100	77	100
56	78	69	77	64	77
78	89	46	92	59	91
67	78	77	77	73	77

この時、班 1 及び班 2 の評価点の母集団をそれぞれ群 1、群 2 とした際、各群における母平均 μ_1、μ_2 に対し、仮説検定(Welch の t 検定)を下記の通り適用し検証した。

帰無仮説 H_0: $\mu_1=\mu_2$、対立仮説 H_1: $\mu_1<\mu_2$、有意水準 $\alpha=0.05$ として、棄却域 R: $t_0 \leqq -t(\varphi^*,2\alpha)$の成立の可否を調べるため、下記式(1)及び式(2)により総合評価における検定統計量 t_0 及び等価自由度 φ^*の値を算出した。

$$t_0 = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \Big/ \sqrt{\frac{V_1}{n_1} + \frac{V_2}{n_2}} = -4.601 \quad \cdots\cdots (1)$$

$$\varphi^* = \left(\frac{V_1}{n_1} + \frac{V_2}{n_2}\right)^2 \Big/ \left\{\left(\frac{V_1}{n_1}\right)^2 \Big/ \varphi_1 + \left(\frac{V_2}{n_2}\right)^2 \Big/ \varphi_2\right\}$$
$$= 10.8 \quad \cdots\cdots (2)$$

ただし、ここで用いる各々の分散 V_i は、平方和 S_i 及び自由度 φ_i を用い、下記式(3)、式(4)及び式(5)の通り求める。

$$V_i = \frac{S_i}{\varphi_i} \quad \cdots\cdots (3)$$

$$S_i = \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \left(\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}\right)^2 / n_i \quad \cdots\cdots (4)$$

$$\varphi_i = n_i - 1 \quad \cdots\cdots (5)$$

$t(\varphi^*,2\alpha) = t(10.8,0.1)$の値は、$t(10,0.1) = 1.812$、$t(11,0.1) = 1.796$ から下記(6)式の通り補間により求める。

$$t(10.8,0.1) = (1-0.8)t(10,0.1)+0.8t(11,0.1)$$
$$= 1.799 \cdots\cdots(6)$$

同様にして漏電理論及びリスクアセスメントを含めたt検定の諸量を表6にまとめる。

表6 評価試験のt検定(有意水準0.05)

	漏電理論		リスクアセスメント		総合評価	
検定に係る項目	班1	班2	班1	班2	班1	班2
観測数 n_1,n_2	9	9	9	9	9	9
平均 $\bar{x}_1, \bar{x}_2$	53.11	89.00	56.44	85.44	55.22	87.33
分散 V_1, V_2	560.36	90.75	384.09	78.28	372.19	66.25
等価自由度 φ^*	10.5		11.1		10.8	
検定統計量 t_0	-4.219		-4.046		-4.601	
P値	0.00144		0.00192		0.00076	
$t(\varphi^*,2\alpha)$	1.804		1.795		1.799	

表6より、漏電理論、リスクアセスメント及びそれらの総合評価全てにおいて棄却域 $R{:}t_0 \leqq -t(\varphi^*,2\alpha)$ の関係が成立するため帰無仮説 H_0 を棄却し、対立仮説 H_1 を採択する。以上により、従来方式に比した本教材の統計的有意性が示された。

6. 習得度測定及びアンケート

班1、班2の受講前後に、表7の通り4段階(「はい」「どちらかと言えばはい」「どちらかと言えばいいえ」「いいえ」)の習得度測定[3)]を実施した。

表7 習得度測定結果

項　目	はい、どちらかと言えばはいの割合[%]			
	班1		班2	
	受講前	受講後	受講前	受講後
1. 漏電の仕組みがわかる	22.2	88.9	66.7	100.0
2. 感電時の通過電流と症状の程度がわかる	22.2	88.9	33.3	100.0
3. 感電時の電流値を算出できる	0.0	44.4	0.0	100.0
4. 皮膚の電気抵抗の特性がわかる	11.1	66.7	11.1	100.0
5. 訓練中の漏電事例(ヒヤリ・ハット・キガカリ事例含む)を複数知っている	0.0	55.6	11.1	100.0
6. 安全なフローティング測定方法がわかる	0.0	44.4	0.0	100.0
7. リスクアセスメントによる危険性の特定ができる	22.2	55.6	22.2	100.0
8. リスクアセスメントによる重篤度や発生頻度等の見積もりができる	11.1	55.6	0.0	100.0
9. リスクアセスメントによるリスク低減対策が挙げられる	11.1	77.8	11.1	100.0
10.リスクアセスメントによるリスク低減措置後の効果を推察できる	11.1	55.6	22.2	88.9

同測定は受講生の主観に基づくものであり、前項にて述べた評価点に相当するような客観的な数値とはなりえないものの、受講生の主体的な気付きの支援及び満足度向上につなげることを目的としている。結果は受講前において両班共に「はい」「どちらかと言えばはい」いずれも選択しなかった項目が3点ある等、同様の傾向であったが、受講後において同選択肢の割合の向上が認められた。特に班2においては、1項目が88.9[%]であったことを除く全項目が100.0[%]となっており、班1に比して良好な結果となった。表8に示すアンケート調査[4)]においても班2において全項目において上記選択肢100[%]であり、同様の傾向が確認された。

表8 アンケート結果

設　問	はい、どちらかと言えばはいの割合[%]	
	班1	班2
1.漏電の仕組みは理解できましたか	66.7	100.0
2.訓練における漏電事例の紹介は事故防止の参考になりましたか	77.8	100.0
3.訓練における漏電事例の疑似体験は安全の動機付けになりましたか	77.8	100.0
4.リスクアセスメントは問題発見・解決提案の参考になりましたか	88.9	100.0
5.この安全衛生教材は分かりやすかったですか	88.9	100.0
6.この安全に関する授業時間は十分でしたか	66.7	100.0

7. おわりに

5章の通り、本教材による安全衛生教育訓練の評価試験について統計的な観点から有意性を示すと共に、6章にて示した習得度測定及びアンケート調査より受講生の能力開発に係る気付きや満足度向上に繋がる好評価が認められた。特に評価試験では、訓練中の架空の漏電事例を用いた設問を含んでいることから、これらの教育訓練を修めることにより、漏電に係る知識だけでなく今後の訓練において潜む危険性を認識させることが期待できる。受講者は、今後、漏電・感電・地絡等が起こり得る作業において、リスクアセスメントに基づいた安全意識を持ち続けるという点が、本研究の最大の成果といえる。

[参考文献]

1) 半田有通、後藤康孝 ： 実践技術者のための安全衛生工学、一般財団法人 職業訓練教材研究会、2017
2) 独立行政法人 高齢・障害求職者雇用支援機構 ： 職業能力開発施設における労働安全衛生マネジメントシステム要綱、2014年4月施行、2024年4月改定
3) 独立行政法人 高齢・障害・求職者雇用支援機構 ： 離職者訓練における受講者の習得度測定の手引き、2012
4) 独立行政法人 高齢・障害・求職者雇用支援機構 ： 授業評価実施に係る様式等(別紙2～5・報告様式1)、2012

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

木造建築における壁量計算の成立過程と新基準導入が木造耐震設計に与える影響

平野　直樹*1

The Historical Development of Wall-Length Calculation Method and Influence of the Adoption of New Standards on Seismic Design of Wood-Frame Structures

HIRANO Naoki*1

要約　近年、木造建築は住宅から中大規模建築へと適用範囲が拡大し、耐震性能の確保が重要な課題となっている。戦後、日本の木造住宅では、壁量計算が簡易な耐震確認手法として広く用いられてきたが、建物の重量化・平面構成の複雑化により、その妥当性が問われている。2025 年の建築基準法改正では、従来の「軽い屋根／重い屋根」区分が廃止され、屋根材や設備を含む実荷重に基づく壁量算定方式へ移行した。本研究は、壁量計算の成立過程と歴史的変遷を整理し、新基準導入が木造耐震設計に与える影響を考察する。

1. はじめに

木造建築は、日本の住宅供給の中心的役割を担ってきたが、近年は中規模建築や公共建築にも木造が採用され、耐震設計の重要性が一層高まっている。戦後の木造住宅では、壁量計算が簡易な耐震確認手法として制度化され、長らく実務の標準として用いられてきた。しかし、現代の木造住宅は大開口・吹抜け・複雑な平面構成を特徴とし、壁量計算が前提とする単純化モデルでは建物挙動を十分に評価できないという課題が指摘されている。さらに、ZEH 化や太陽光パネル搭載に伴う重量増加により、従来の「軽い屋根／重い屋根」区分は現実的でなくなっている。2025 年の建築基準法改正は、こうした状況を踏まえ、実荷重に基づく壁量算定方式への転換を図った。

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

本研究の目的は、壁量計算の成立過程と歴史的変遷を整理し、新基準導入が木造耐震設計に与える影響を明らかにすることである。

2. 壁量計算の成立過程

壁量計算の成立には、1948 年福井地震における木造住宅の被害調査が決定的な契機となった。建設省建築研究所の久田俊彦は、市営・県営住宅の倒壊要因を詳細に分析し、屋根形態および土塗り真壁の構成条件に応じた必要筋かい量を体系的に整理した。まず、土塗り真壁のみで構成される場合について、重い屋根である瓦葺屋根では必要筋かい長さを 0.45m、軽い屋根であるこけら葺およびトタン葺屋根では 0.3m とする基準を提示した。さらに、土塗り真壁に柱三ツ割筋かいを併用する場合には、瓦葺屋根では床面積 33 ㎡当たり一対、こけら葺およびトタン葺屋根では床面積 50 ㎡当たり一対の筋かい

を配置することが適当であると結論づけた。これらの知見は、梁間方向および桁行方向に必要な耐力壁量を定量化するうえで重要な基礎資料となり、田邊平學による実験研究と相まって、1950 年施行の建築基準法施行令における壁率規定として制度化された[1)]。

壁量計算は、地震力を建物質量に比例するものと捉え、その質量を床面積で代替する簡易モデルに基づいている。この手法は、柱断面の増大よりも壁量の確保が耐震性能向上に寄与するという思想を前提としており、戦後の住宅供給拡大期において、設計者の熟練度に依存しにくい合理的な設計法として広く普及した[2)]。

3. 木造建築技術の歴史的展開と耐震設計体系の変遷

日本の建築史を通観すると、原始から近世（～19 世紀半ば）まで主要構造は一貫して木材に依拠してきた。竪穴住居・高床住居から寝殿造、寺社、城郭、町屋、農家に至るまで、豊富な森林資源と木材の加工性・軽量性、そして地震国に適した柔構造性が木造建築を支えてきた。こうした環境のもと、木造建築は約 2000 年にわたり日本文化の美意識や空間思想を体現する独自の様式を形成した。

表 1 に耐震設計および関連法規の歴史的変遷を示す。

19 世紀後半（幕末～明治期 : 1850 年代～1910 年代）には西洋建築技術が導入され、石造・煉瓦造・鉄骨造・鉄筋コンクリート造が普及し、木造にも耐震・耐風・防火性能の向上が求められた。1891 年の濃尾地震は木造住宅の脆弱性を顕在化させ、震災予防調査会による「木造耐震家屋構造要項」（1895 年）など、近代的耐震構法の制度化が進んだ。木造建築に関しては、各部材の構造基準に加え、高さ 50 尺以下、軒高 38 尺以下、階数 3 階以下といった高さ制限が規定されていた。しかし、当時の法制度は防火および衛生の確保を主目的としており、耐震性に関する規定は極めて限定的であった。

1910 年代～1920 年代（大正期）に入ると、佐野利器による耐震構造論の提唱や、市街地建築物法（1920 年）における筋かい設置の義務化など、耐震性向上に向けた取り組みが徐々に進展した。さらに、1923 年の関東大震災を契機として、耐震構造に関する研究は一層深化した。市街地建築物法は都市部の建築物を対象とした法律であり、当初は東京を含む 6 大都市のみに適用されていた。

その後、1930 年代～1940 年代（昭和前期）に入ると適用対象都市は急増したが、その背景には空襲による「都市火災」への対策があり、耐震関連規定については適用が免除されていた。このため、戦前（～1945 年）の木造建築、特に 2 階建以下の一般住宅においては、耐力壁量に関する明確な規定が存在しなかった。加えて、同法の適用範囲は都市部に限定されていたため、地方の住宅に至っては、耐震規定はもとより、建築に関する法的規制そのものが欠如していた。

戦前から戦後（1940 年代～1950 年代）にかけて、日本の木造建築を取り巻く制度的枠組みは大きく整備された。「建築物耐震構造要領」（1943 年）や「木構造計算規準」（1949 年）の制定は、木造建築に対する工学的アプローチを体系化する重要な契機となった。続く建築基準法（1950 年）の施行は、構造安全性を法的に担保する近代的な建築規制体系を確立し、現代木造の基盤形成に決定的な役割を果たした。これらの制度整備により、木造建築は経験的・伝統的な技術に依存する段階から、工学的根拠に基づく合理的な設計体系へと移行した。

1960 年代以降は、高度経済成長に伴う住宅需要の急増を背景に、工業化住宅の普及が進展した。プレハブ構造や枠組壁工法（ツーバイフォー工法）は、均質な品質と大量供給を可能にし、木造住宅の生産方式に大きな変革をもたらした。

さらに 1970 年代には、集成材や構造用合板などのエンジニアードウッドが登場し、木材を工業製品として再構成する「木質構造」という概念が一般化した。これにより、木造建築は従来の丸太・製材中心の構法から、材料性能を精密に制御できる新たな構造体系へと発展した。

1980 年代に入ると、技術革新と社会的価値観の変化を背景に、大規模木造建築の可能性が追求され始めた。寺社建築に代表される伝統的な大規模木造とは異なり、工学的設計に基づく新しい木造建築が

表1　日本の耐震設計･関連法規の歴史的変遷　その1[3)4)5)]

				代表的な地震等	耐震対策関連	時代背景および耐震対策要因
1868	明治	元	年			明治維新 お雇い外国人来日　イギリス人建築家ジョサイア・コンドル
1870	明治	3	年			工部省創設
1872	明治	5	年	浜田地震（M7.1）死者555人	大政管令214号　学制発布	
1877	明治	10	年			工部大学校造家学科開設（現在の東大工学部建築学科） 西南戦争
1880	明治	13	年	横浜地震（M6.0）死者551人		日本地震学会設立　ジョン・ミルン
1886	明治	19	年			造家学会創設
1889	明治	22	年	熊本地震（M6.3）死者276人		大日本帝国憲法公布
1891	明治	24	年	濃尾地震（M8.1）死者7,273人	内陸地殻内地震	耐震性考慮の発端 お雇い外国人研究者による調査
1892	明治	25	年		震災予防調査会	耐震性の研究
1894	明治	27	年	根室沖地震（M7.9）死者1人 明治東京地震（M7.0）死者31人 庄内地震（M7.0）死者726人	人為地震台試験小屋完成 学校建築上震災予防方	日清戦争開戦
1895	明治	28	年		耐震予防調査会 辰野金吾「木造耐震家屋雛形」	「木造耐震家屋構造要領」 「農業改良構造仕様」
1896	明治	29	年	明治三陸大津波（M8.3）死者21,959人 陸羽地震（M7.2）死者209人		
1899	明治	32	年		木造耐震構造定規	建築雑誌148号
1913	大正	2	年		日本建築学会	東京市建築条例案　作成
1914	大正	3	年		佐野利器「家屋耐震構造論」（震度の概念）	震度法を提案　筋かいなどを設置して剛強にする必要
1919	大正	8	年		法律第37号市街地建築物法制定	全国的な近代的建築法制の始まり
1920	大正	9	年		勅令第438号市街地建築物法施行公布	木造高さ50尺以下、階数３階建て以下の場合 筋かいを入れる。どれだけの量を入れるは規定なし
1923	大正	12	年	**関東大震災（M7.9）死者142,807人**	全半壊25万4千棟以上、焼失44万7千余	
1924	大正	13	年		法律29号市街地建築物法の大改正	佐野利器が提唱した「設計震度0.1」が採用 筋かいの設置が義務付け （筋かいをどれだけの量を入れるかも規定なし）
1927	昭和	2	年	北丹後地震（M7.3）	伝統構法の弱点　柱と横架材の仕口部	神戸新聞　大工の手から鑿を奪え
1930	昭和	5	年	北伊豆地震（M7.3）	田邊平學　伝統木造軸組架構の「遊び」の示唆	土台を緊結していない効果
1931	昭和	6	年		木材の機械的性質に関する二三の研究	木材の強度に関する研究（建築学会）まだ木材の基本的な性質が理解できていない状況
1933	昭和	8	年	昭和三陸地震津波（M8.1）死者3008人	田邊平學「耐震建築問答」（鉄筋コンクリート造専門） 米国での強震観測網の整備1930年に始まり、1933年ロングビーチ地震で世界最初の強震記録観測	①整形な平面計上とすること ②壁をバランスよく均等に配置すること ③２階の壁の直下に壁を設けること 荷重・許容応力度の整備
1934	昭和	9	年	室戸台風　死者2,702人	耐風性の研究	
1937	昭和	12	年			木造軸組の壁体に関する実験（1937-1939） 田邊平學らの交番水平荷重を受ける実験実施
1940	昭和	15	年	インペリアルバレー地震（M6.6）	エルセントロ変電所建物内に最大加速度0.3G強の強震観測記録が得られた	
1941	昭和	16	年			太平洋戦争（1941～1945）
1943	昭和	18	年	鳥取地震（M7.2）1,210人	学術振興会「建築物耐震構造要項」公刊	
1944	昭和	19	年	東南海地震（M7.9）死者1,223人	臨時日本標準規格第532号　建築物の荷重 臨時日本標準規格第533号　建築物の構造計算 日本建築学会「木造建築物の強度計算」（案）	新興木構造
1945	昭和	20	年	三河地震（M6.8）死者2,306人		ポツダム宣言受諾
1946	昭和	21	年	昭和南海地震(M8.0)死者1,330人		日本国憲法公布
1947	昭和	22	年	カスリン耐風　死者1,077人	日本建築規格 建築第3001　建築物の構造計算	日本国憲法施行 日本建築学会「木構造計算規準・同解説」
1948	昭和	23	年	**福井地震（M7.1）死者3,769人** 初めて震度7がつくられる	久田俊彦が福井市の公営（市営、県営等）木造住宅の被害を調査し、梁間方向、桁行方向にそれぞれ必要な量を示した	**木造住宅の倒壊要因が詳細に調査され、壁量の重要性が明確化**

表1　日本の耐震設計･関連法規の歴史的変遷　その2[3)4)5)]

				代表的な地震等	耐震対策関連	時代背景および耐震対策要因
1950	昭和	25	年	ジェーン台風	法律第201号建築基準法制定　水平震度0.2 政令第38号建築基準法施行令 市街地建築物法廃止	筋かいの使用　住宅金融公庫仕様書 （住宅金融公庫融資開始）
						建築基準法施行令に構造基準が定められ 許容応力度設計が導入 木造住宅においては床面積に応じて必要な筋違等を入れる「壁量規定」が定められた この時に、床面積あたりの必要壁長さや、軸組の種類・倍率が定義
						木造住宅の倒壊要因が詳細に調査され、壁量の重要性が明確化
						経済復興　朝鮮戦争勃発
1959	昭和	34	年	伊勢湾台風　死者4，697人	建築基準法改正	壁量が改定され、床面積当たりの必要壁量は２階建ての１階部分（軽い屋根、重い屋根）で旧基準の1.75および1.5倍まで増加
						耐震要素である「木ずり壁」の扱いが大きく変更。耐震要素の強さを表す「壁倍率」がこれまでの3倍、あるいは6倍増加
						木質プレハブ構法の開発
1961	昭和	36	年		日本建築学会「木構造設計規準・同解説」	（壁量計算、集成木材規準）
1963	昭和	38	年		日本木材加工技術協会	「構造用集成材製造基準）
1964	昭和	39	年	新潟地震（M7.5）死者26人	建築基準法改正	地震予知研究開始
1965	昭和	40	年		法第38条大臣認定の事前の技術審査機関）	日本建築センター設立 いざなぎ景気（1965～1970年）
1967	昭和	42	年			農林省告示「製材の日本農林規格」
1968	昭和	43	年	十勝沖地震（M7.9）死者52人		超高層　霞が関ビル（36階　147m）
1969	昭和	44	年			農林省告示「構造用合板の日本農林規格」
1971	昭和	46	年		第5次改正建築基準法公布	せん断補強筋の規定など、鉄筋コンクリート造に関するものが主
						風圧力に対する必要壁量の新設
						一体のコンクリート造または鉄筋コンクリート造の布基礎」とすることが規定
						建設省告示「構造用集成材に対する許容応力度」
1973	昭和	48	年		日本建築学会「木構造設計規準・同解説」（改訂）	工業化住宅性能評価制度 枠組壁工法の導入
1974	昭和	49	年	伊豆半島沖地震（M6.9）死者30人	建設省告示「枠組壁工法技術基準」	農水省告示「枠組壁工法構造用製材の日本農林規格」
1978	昭和	53	年	宮城沖地震（M7.4）死者28人	大規模地震対策特別措置法	建設省「既存木造住宅地震対策委員会」設置
1980	昭和	55	年		建設省告示「集成材の許容応力度」	木造建築の復権
1981	昭和	56	年		第6次改正建築基準法（新耐震設計法） この改正以前の建物を「旧耐震」、これ以降の建物を「新耐震」	木造建築の必要壁量改定（壁倍率の評価方法のひとつ「特定変形角における強度」が1/60radから1/120radに変更）
						中小地震では建物を損傷させない、大地震では人命を保護
						保有水平耐力　地震層せん断力係数
						丸太組構法の導入
						壁量計算は継続するが、構造計算との役割分担が明確化
1982	昭和	57	年		農水賞告示「集成材の日本農林規格」	大断面木構造
1983	昭和	58	年	日本海中部地震（M7.7）死者104人		
1986	昭和	61	年		丸太組構法に関する技術基準告示	貿易摩擦
1987	昭和	62	年		建築基準法改正（木造規制緩和）	木造建築物の高さ制限の合理化など 大断面集成材による木造建築物の特例規定新設
1988	昭和	63	年		日本建築学会「木質構造計算規準・同解説」	

表1　日本の耐震設計･関連法規の歴史的変遷　その3[3)4)5)]

				代表的な地震等	耐震対策関連	時代背景および耐震対策要因
1993	平成	5	年	釧路沖地震（M7.8）死者2人		
1994	平成	6	年	北海道東方沖地震（M8.2） 死者10人 三陸はるか沖地震（M7.6） 死者3人		
1995	平成	7	年	**兵庫県南部地震（M7.3）死者6432人**	全半壊24万棟以上、直下型地震	
1996	平成	8	年		日本建築学会「木質構造計算規準・同解説」	（1973年版の改定）
1998	平成	10	年		建築基準法改正（性能規定的設計法）	
2000	平成	12	年	鳥取県西部地震（M7.3） 死者０人	住宅性能表示制度（品確法） 限界耐力計算	新・新耐震基準 「偏心率が悪い」、「施工時の品質の管理がされてない」、「腐朽・蟻害がある」といった特徴 **壁量計算の限界（偏心・剛性バランス）を指摘**
2003	平成	15	年	十勝沖地震（M8.0）死者1人		
2004	平成	16	年	新潟県中越地震（M6.8）死者40人		「木造住宅耐震診断」大改訂
2005	平成	17	年	福岡西方沖地震（M7.0）死者1人	建築基準法改正（エネルギー法関連）	性能規定体系の整理
2006	平成	18	年		改正耐震改修促進法	
2007	平成	19	年	能登半島地震（M6.9）死者1人		
2008	平成	20	年	岩手・宮城内陸地震（M7.2）死者13人		
2009	平成	21	年	駿河湾地震（M6.5）死者1人	長期優良住宅の普及の促進に関する法律（長期優良住宅法）	耐震等級２以上の住宅普及
2010	平成	22	年		公共建築物等木材利用促進法	**壁量計算では対応困難な建物が増加 中大規模木造の普及**
2011	平成	23	年	**東北地方太平洋沖地震（M9.0） 死者15,900人**		
2012	平成	24	年	三陸沖地震（M7.3）死者2人	文化財建造物　指針・要領類の改訂	
2016	平成	28	年	**熊本地震（M7.3）死者50人**	CLTの建築基準告示化	長期地震動への対策（超高層建築物等に対し、南海トラフ大地震を想定した提示）
2020	令和	2	年		伝統的建造物群の耐震対策の手引き	
2021	令和	3	年	福島県沖地震（M7.3）死者1人		脱炭素社会に向けた木材利用拡大政策
2022	令和	4	年	福島県沖地震（M7.4）死者4人		
2023	令和	5	年	石川県能登地方地震（M6.5） 死者1人		
2024	令和	6	年	**能登半島地震（M7.6)死者489人**		
2025	令和	7	年	青森県東方沖地震（M7.6） 死者0人	建築基準法改正（4号特例縮小）	**壁量計算は継続するが、構造図書提出が義務化され、補完的検討が必須に**

次々と試みられ､｢木造建築の復権｣が社会的潮流として広がった。この時期は、木造が単なる住宅構造にとどまらず、公共建築や商業施設など多用途へ展開する端緒となった点で重要である。

2000 年代以降（21 世紀）に入ると、木造建築はさらに新たな段階へと進展した。集成材、CLT（Cross Laminated Timber)、LVL（Laminated Veneer Lumber）といった高性能木質材料の普及により、中大規模木造や大スパン構造が現実的な選択肢となった。これらの材料は、強度・寸法安定性・耐火性などの性能が向上しており、鉄骨造や鉄筋コンクリート造と競合しうる構造的可能性を木造により設計の自由度が拡大し、木造の応用範囲は飛躍的に広がった。

さらに、公共建築物等木材利用促進法（2010 年）は公共建築物における木材利用を政策的に後押しし、CLT の建築利用を認める CLT 告示（2016 年）は、新たな木質構造の普及を加速させた。これらの制度改革は、木造建築を国家的な政策課題として位置づける転換点となった。加えて、脱炭素化の推進、地域資源としての国産材活用、居住者の心理的・生理的快適性（ウェルビーイング）の向上といった社会的要請が、木造建築の価値を一層高めている。木材は再生可能資源であり、炭素固定機能を有する点

で環境負荷低減に寄与する。また、木質空間がもたらす温かみや調湿性は、居住環境の質を高める要素として注目されている。以上のように、日本の木造建築は、伝統構法が有する文化的価値、近代工学による合理的設計手法、そして現代木質材料の技術革新を有機的に統合しながら、未来の建築を担う先端的構造体系へと発展しつつある。

4. 壁量計算の構造的前提と必要壁率の誘導根拠

壁量計算は、建築物に作用する地震時慣性力が質量に比例するという力学的前提に基づいて構築された手法である。本計算では、建物質量を床面積によって近似し、当該床面積に所要壁率を乗じることで必要壁長を算定する。ここで用いられる所要壁率は層せん断力係数に相当し、壁量計算は建物が保有すべき水平耐力の総量を規定する指標として機能してきた。

壁量計算における「壁量」とは、建物内の耐力壁がすべて同一の剛性および強度、すなわち壁倍率１の耐力壁であると仮定した場合に換算される水平耐力要素の総延長を指し、一般に「有効壁長」として定義される。各耐力壁の耐力は壁倍率によって評価され、これを単位床面積当たりで表したものが「壁率」である。壁率は式（1）により定義され、地震力に対して必要とされる最小壁率（必要壁量）は表２に規定されている。

壁量計算においては、建物の各階および方向（梁間方向・桁行方向）について、式（2）に示す関係を満足していることを確認する必要がある。

式（1）において、有効壁長さ L は、建物内に設置された各種耐力壁について算定される有効長さの総和である。個々の耐力壁の有効長さは、その実長 ℓ に壁倍率 α を乗じることで求められる。

$$壁率=\frac{有効壁長さ\,L}{床面積\quad A}=\frac{\Sigma(壁倍率\ \alpha\times実長\ \ell)}{床面積\quad A} \qquad (1)$$

$$必要壁量（壁率）\leqq\quad 存在壁量（壁率） \qquad (2)$$

表2　必要壁量の変遷

建物の状況	制定・改正年次	平屋建	2階建		3階建		
			2階	1階	3階	2階	1階
壁の重い建物、屋根が重い（瓦葺き等）、土蔵造	1950年	12	12	16	12	16	20
	1959年	15	15	24	15	24	33
	1981年	15	21	33	24	39	50
屋根が軽い（金属板、スレート、木板等で葺いた）建物	1950年	8	8	12	8	12	16
	1959年	12	12	21	12	21	30
	1981年	11	15	29	18	34	46

単位：cm/m^2（床面積）

壁倍率は、耐力壁が水平力を受けた際のせん断剛性比を基礎として定められた指標であり、所定変形時における基準せん断力 1.96kN/m（壁長さ１ｍ当り）を基準として、さらに壁の強度や終局変形性能等を考慮して設定される[6)]。なお、規定にない仕様の耐力壁については、建築基準法施行令第 46 条に基づき大臣認定を受けることが可能である。この場合、性能評価は指定性能評価機関が実施し、その業務方法書に壁倍率の算出方法が規定されている[7)]。

5. 壁量計算の歴史的変遷と制度的位置づけ

昭和25（1950）年から昭和34（1959）年にかけての木造建築は、建築基準法制定によって大きな転換点を迎えた。木造に関しては市街地建築物法の基準を踏襲しつつも、福井地震（1948）の被害分析を踏まえ、壁量計算が制度化された点が特筆される。これは、階数２以上または延べ面積50㎡超の木造建築物に適用され、必要壁量および軸組の倍率が数値化された初期の制度であった。表２に必要壁量を、表３に軸組の倍率を示す。また、主要柱脚への土台設置と基礎への緊結が義務化されたが、当時はセメントが高価であったため、地方では無筋基礎や土台を欠く事例が依然として多かった。継手・仕口の緊結にはボルトやかすがい、込み栓が規定されたものの、鋼材の高価格から普及は限定的であり、一般住宅ではほぞ差しが主流であった。昭和34（1959）年から昭和46（1971）年にかけては、防火規定の強化や荷重の短期・長期区分の導入など、建築基準法の体系が拡充された時期である。表２に必要壁量を、表４に軸組の倍率を示す。木造においては地震力の増大を反映して壁量規定が改定され、特に２階建１階および３階建下層階の必要壁率が大幅に引き上げられた。また、土壁・木ずり壁の倍率も見直され、耐力要素としての評価が高められた。継手・仕口の

規定自体は大きく変化しなかったが、住宅金融公庫仕様書の影響により、羽子板ボルトやかすがい、アンカーボルトの使用が急速に普及した点は重要である。

昭和46（1971）年から昭和56（1981）年は、十勝沖地震（1968年）の教訓を受け、鉄筋コンクリート造の規定強化とともに、木造基礎の標準化が進んだ時期である。布基礎は原則としてコンクリート造または鉄筋コンクリート造とされ、無筋基礎の淘汰が徐々に進んだ。また、Zマーク金物制度（1977年）の開始により、接合金物の標準化が進展し、木造住宅の耐震性能向上に寄与した。さらに、ツーバイフォー構法の告示制定（1974年）により、面材耐力壁の普及が始まり、後の軸組構法への技術転用の基盤が形成された。

昭和 56（1981）年以降は、新耐震設計法の導入により、木造の耐震設計体系が大きく再編された。表２に必要壁量を、表５に軸組の倍率を示す。必要壁率は上層階の地震力増大を考慮して見直され、壁倍率の評価方法も 1/60rad から 1/120rad へと変更されたため、従来の倍率値は実質的に再評価を迫られた。また、構造用合板の普及、プレカット化の進展、接合金物の増加など、施工技術の高度化が耐震性能の底上げに寄与した。平成 12（2000）年改正では性能規定化が進み、耐力壁の評価方法や接合部仕様が精緻化された結果、現代木造住宅の耐震性能は制度的にも技術的にも大きく向上したといえる。

1950～1970 年代の壁量計算は、経験則に基づく

表3　軸組の種類別倍率一覧　昭和 25(1950)年

	軸組の種類	倍率
（一）	軸組の柱の五つ割以上の木材または径９mm以上の鉄筋もしくはこれと同等の強度を有するその他の鉄材の筋かいを入れた軸組	1
（二）	軸組の柱の三つ割以上の木材または径12mm以上の鉄筋もしくはこれと同等の強度を有するその他の鉄材に筋かいを入れた軸組	2
（三）	軸組の柱の二つ割以上の木材または径16mm以上の鉄筋もしくはこれと同等の強度を有するその他の鉄材の筋かいを入れた軸組	3
（四）	軸組の柱と同じ寸法の木材の筋かいを入れた軸組	4
（五）	（一）から（四）までに掲げる筋かいをたすき掛けに入れた軸組	（一）から（四）までのそれぞれの数値の２倍
（六）	土塗壁、木ずりしっくい壁またはこれらに類する壁を設けた軸組	0.5
（七）	（一）から（五）までに掲げる筋かいと（六）に掲げる壁とを併用した軸組	（一）から（五）までのそれぞれの数値の和

表4　軸組の種類別倍率一覧　昭和 34(1959)年

	軸組の種類	倍率
（一）	土塗壁で裏返塗りをしないものを設けた軸組	0.5
（二）	土塗壁で裏返塗りをしたものまたはこれに類する壁を設けた軸組	1
	厚さ1.5cmで幅9cmの木材もしくは径9mmの鉄筋またはこれらと同等以上の耐力を有する筋かいを入れた軸組	
（三）	木ずりその他これに類するものを柱および間柱の片面に打ち付けた壁を設けた軸組	1.5
	軸組の柱の三つ割の木材もしくは径16mmの鉄筋またはこれらと同等以上の耐力を有する筋かいを入れた軸組	
（四）	木ずりその他これに類するものを柱および間柱の両面に打ち付けた壁を設けた軸組	3
	軸組の柱の二つ割の木材もしくは径16mmの鉄筋またはこれらと同等以上の耐力を有する筋かいを入れた軸組	
（五）	軸組の柱と同寸の木材の筋かいを入れた軸組	4.5
（六）	（二）から（四）までに掲げる筋かいをたすき掛けに入れた軸組	（二）から（四）までのそれぞれの数値の２倍
（七）	（五）に掲げる筋かいをたすき掛けに入れた軸組	6
（八）	（一）から（二）までに掲げる壁と（二）から（六）までに掲げる筋かいとを併用した軸組	（一）から（四）までのそれぞれの数値と（二）から（七）までのそれぞれの数値の和

表5　軸組の種類別倍率一覧　昭和 56(1981)年

	軸組の種類	倍率
（一）	土塗壁または木ずりその他これに類するものを柱および間柱の片側に打ち付けた壁を設けた軸組	0.5
（二）	木ずりその他これに類するものを柱および間柱の両面に打ち付けた壁を設けた軸組	1
	厚さ1.5cmで幅9cmの木材、もしくは径9mmの鉄筋またはこれらと同等以上の耐力を有する筋かいを入れた軸組	
（三）	厚さ3cmで幅9cmの木材またはこれと同等以上の耐力を有する筋かいを入れた軸組	1.5
（四）	厚さ4.5cmで幅9cmの木材またはこれと同等以上耐力を有する筋かいを入れた軸組	2
（五）	9cm角の木材またはこれと同等以上の耐力を有する筋かいを入れた軸組	3
（六）	（二）から（四）までに掲げる筋かいをたすき掛けに入れた軸組	（二）から（四）までのそれぞれの数値の２倍
（七）	（五）に掲げる筋かいをたすき掛けに入れた軸組	5
（八）	その他建設大臣が（一）または（七）までに掲げる軸組と同等以上の耐力を有するものと認めて定める軸組	0.5から5までの範囲内において建設大臣が定める数値
（九）	（一）から（四）までに掲げる壁と（二）から（七）までに掲げる筋かいとを併用した軸組	（一）から（四）までのそれぞれの数値と（二）から（七）までのそれぞれの数値の和、ただし5を上限とする

最低基準として木造住宅の耐震設計を支えてきた。1981 年以降は構造計算との役割分担が明確化され、2000 年代には設計自由度の増加により壁量計算の限界が顕在化した。現代の木造住宅では、大開口・吹抜け・複雑な平面構成が一般化し、壁量計算が前提とする「壁量の多寡による耐震性能評価」という枠組みと整合しない事例が増えている[8)]。

6. 2025 年建築基準法改正の内容整理

2025 年改正では、以下の点が大きな変更点である。

（1）「軽い屋根／重い屋根」区分の廃止

（2）屋根材・設備を含む実荷重に基づく壁量算定方式への移行

（3）延べ床 200 ㎡以下の木造住宅でも構造図書の提出が必須化

（4）延べ床 200 ㎡超の木造２階建てが構造計算の対象に拡大

（5）壁量計算を単独の安全確認手法とせず、構造的合理性の説明を求める制度へ転換

これにより、壁量計算の適用範囲は明確化され、構造計算との併用が一般化する。

7. 新基準が木造耐震設計に与える影響

2025 年建築基準法改正は、木造耐震設計を従来の壁量計算中心の枠組みから、実荷重評価と構造合理性の説明を重視する体系へと転換させる点で重要な意義を有する。第一に、屋根重量を二分類で近似してきた従来手法に代わり、屋根材・設備機器を含む実荷重に基づく必要壁量算定が導入されたことで、太陽光パネル搭載住宅など重量増加が顕著な建物では必要壁率が上昇し、耐力壁配置や壁種選択の再検討が不可避となる。第二に、必要壁量の増大は柱断面や接合部の設計合理化を要求し、大開口や吹抜けを含む不連続構造では、N 値計算のみでは安全性を説明し得ず、部分的な構造計算の併用が必須となる。第三に、偏心や剛性バランスの評価が制度上明確に求められ、耐力壁配置図や偏心率評価を含む構造図書の提出が義務化されたことで、ねじれ応答を考慮した設計が実務として定着すると考えられる。さらに、構造図書の提出により審査実務は詳細化し、設計内容の透明性が向上する一方、設計者間の構造リテラシー格差が顕在化する可能性も考えられる。以上より、新基準は壁量計算の簡便性を維持しつつ、構造的合理性を補完する方向へ制度を進化させるものであり、木造耐震設計の高度化を促す契機となる。

8. おわりに

本研究は、壁量計算の成立と変遷を整理し、2025 年建築基準法改正が木造耐震設計に及ぼす影響を明らかにした。実荷重評価の導入や構造合理性の説明義務化により、壁量計算は最低基準としての役割を保ちつつ、偏心評価や接合部検討を含む工学的設計への移行が進む。今後は、設計者教育の一層の充実と、補完的解析手法の整備が求められる。補完的解析手法の一例として、木造住宅の耐震シミュレーションソフト「wallstat（ウォールスタット）」が挙げられる。wallstat は、パソコン上で簡易な操作により木造住宅の三次元モデルを作成し、地震動を入力することで、倒壊の有無や損傷状況をアニメーションとして可視化できる点に特徴がある。

［参考文献］

1）杉山英雄：地震と木造住宅、丸善、pp.230-232、1996 年 7 月 10 日

2）坂本功：木造建築を見直す、岩波書店、pp.162-164、2000 年 5 月 19 日

3）西澤英和：耐震木造技術の近現代史、学芸出版会、pp.415-419、2018 年 3 月 1 日

4）菊池重昭：建築木質構造、株式会社オーム社、pp.2-4、pp.43-45

5）林康裕：最新伝統木造建物の耐震入門、株式会社学芸出版社、pp.35-41、2025 年 7 月 5 日

6）河合直人：木造の壁倍率、規基準の数値は「何でなの」をさぐる第２巻、pp.150-151、建築技術、2018 年 1 月 22 日

7）(公財)日本住宅・木材技術センター：木造軸組工法住宅の許容応力度設計、（公財）日本住宅・木材技術センター、pp.564-574、2008 年 12 月

8）大橋好光：木造建築の構造、建築技術、pp.66-74、2020 年 12 月 15 日

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

PLC 間の同期運転による複数楽器の演奏

田邉 慶祐*1

Synchronized Operation of Multiple PLCs for Coordinated Control of Musical Instruments

TANABE Keisuke*1

要約

各所の製造現場では、生産性向上と省人化が急務となっており、FA 技術者の養成が求められている。そこで本研究では、楽器演奏装置を生産装置に見立てた開発を行った。対象楽器は木琴およびピアノとし、それぞれを装置制御専用コンピュータ（Programmable Logic Controller：PLC、以下 PLC と記す）によって自動演奏可能とした。さらに、両装置の同期制御を行い、最終的に合奏を実現した。

開発過程では、多数の不具合やバグの修正を経験したが、最終的に合奏を成功させることができた。この経験を通して、学生は FA 技術者としての基礎技術を習得するとともに、装置開発の面白さや醍醐味を実感し、教育的有用性が確認された。

1. はじめに

宮城県や岩手県をはじめとする東北圏では、近年、自動車・半導体関連企業の進出が進み、製造現場では生産性向上と省人化を担う FA 技術者が求められている。

そこで本研究では、「玩具の木琴およびピアノを自動演奏する装置」の開発を総合制作のテーマとした。玩具の演奏装置を実際の生産装置に見立て、構想からデバッグまでの一連の開発工程を経験することで、FA 技術者に必要な構想力と実践的技術力の習得を目的とした。

また、企業における装置開発を想定し、構想からデバッグまでを論理的に進めるため、以下のツールを用いることとした。

・仕事の明確化　　：WBS (作業分解構成図)
・スケジュール管理：ガントチャート
・方式決定　　：DA (決定分析)
・設計　　：CAD (数値による設計)

2. 構想

2.1 本総合制作の基本方針

以下に示す項目を開発の基本方針とした。

・JIS 規格に準拠し、安全性確保を十分に考慮。
・構想からデバッグまでを、論理的に進める。
・装置は、木琴装置、ピアノ装置に分け、それぞれ PLC で単独演奏可能とする。
・次に、両装置で、何らかの手段を用いて同期をとり合奏可能とする。
・曲は、数曲を用意し、タッチパネルで選択、演奏可能とする。

*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

2.2 装置メカ本体と制御ハードウェアの構想

楽器は、以下のものを使用した。

・木　琴：河合楽器のシロホン 16S 16 音板
　図 1 に示す。

・ピアノ：河合楽器の玩具ピアノ 1143(赤)32 鍵
　図 2 に示す。

※楽器部位の名称は、図にて確認のこと。

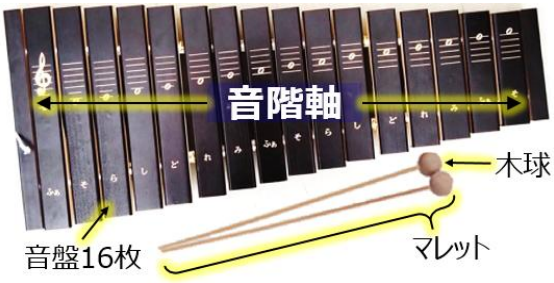


図 1　木琴の部位と名称

図 2　ピアノの部位と名称

2.3 木琴装置メカ本体

木琴装置メカ本体は、新規に製作した。

以下に、開発および製作時の基本方針を示す。

1：音板を叩くマレット部の構造は、複数の案を立案した。これらの案を DA（決定分析）により比較検討し、最も評価の高かった案 1「直接接続式」を採用した。図 3 に示す。

2：MMI（Man Machine Interface）は、ピアノ側のタッチパネルで操作を行う構成とした。

3：制御ハードウェアは、JIS 規格に準拠して製作した。

4：木琴装置には重大危険箇所がないため、PLC 間通信を用いた停止制御を採用した。本来、非常停止はハードウェアによる制御構成が望ましいが、通信技術学習の一環とし、ソフトウェアによる停止制御を採用した。

	案1 直接接続	案2 バネ跳上げ式	案3 シリンダ引上式	案4 シリンダ固定式	案5 棒しなり式
方式 図	← シリンダ ← 木球 ← 音盤				
技術的容易性 0簡単、5難	0	5	3	3	2
価格 0安い、5高い	0	5	4	3	2
実現までの時間	0	5	2	2	2
電力消費	1	1	3	1	1
合計(判断)	**1**	**16**	**12**	**9**	**7**

図 3　木琴装置メカの DA（決定分析）

2.4 ピアノ装置メカ本体

ピアノ装置のメカ本体は、昨年度の製作物に以下の改造を施して使用した。

以下に、改造時の基本方針を示す。

1：鍵盤押下部のセンサを、AS（Auto Switch：アンプ内蔵型センサ）に変更。

2：MMI は、スイッチからタッチパネルへ変更。

3：上記 1､2 の変更に伴い、全配線を見直した。

4：ピアノ装置には 1 軸ロボットを使用しているため、ハードウェアで非常停止回路を設けた。

2.5 ソフトウェア構想

ソフトウェアは、すべて新規に開発した。

以下にソフトウェア構成の概要を示す。

1：ソフトウェアは、曲データ部と演奏制御部に分けて製作した。

・曲データは､音階データ部と時間(タイミング)データ部に分けて構成した。1 曲あたりのデータ量は数十～数百ワードである。

・曲データは、D デバイス内に 1000 番地単位で区分して記録した。例えば、1 曲目は 1000 番地から、2 曲目は 2000 番地から格納した。

・各曲データの末尾には、EOD（End Of Data）として十進数 10000 を付与し、演奏制御部が曲の終了を認識できるようにした。

2：演奏可能な曲数は､2 曲以上の複数曲に対応する構成とした。

3：タッチパネルにより、曲選択、演奏開始、および停止操作を可能とした。

3. 設計と製作

装置メカ本体の設計にあたっては、論理的な設計プロセスを重視し、CAD を用いて設計を行った。完成した設計図を図 4-1、図 4-2 に示す。

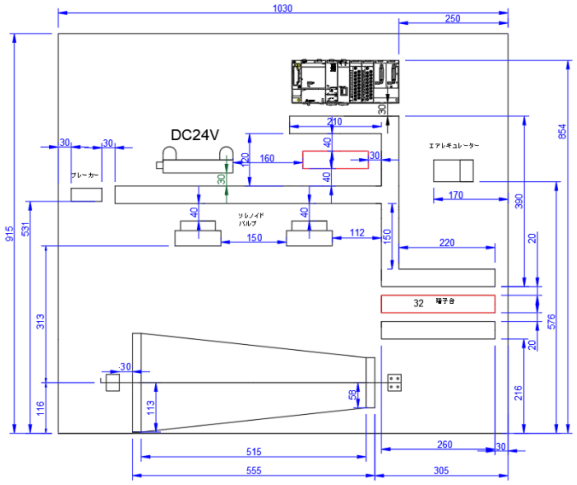


図 4-1　木琴装置

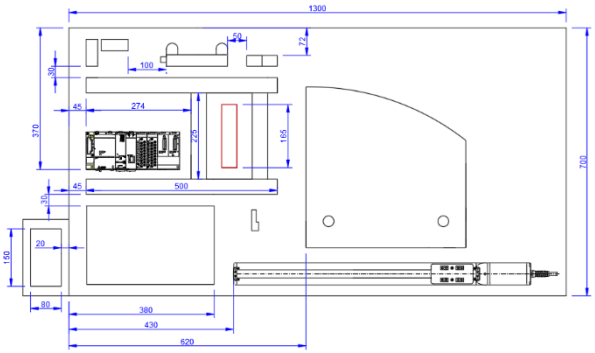


図 4-2　ピアノ装置

3.1 木琴装置メカ本体と制御ハードの製作

設計図を基に部品を切り出し、木ねじ等を用いて組み立てを行った。組み立てが完了した木琴装置メカ本体を図 5-1 に示す。

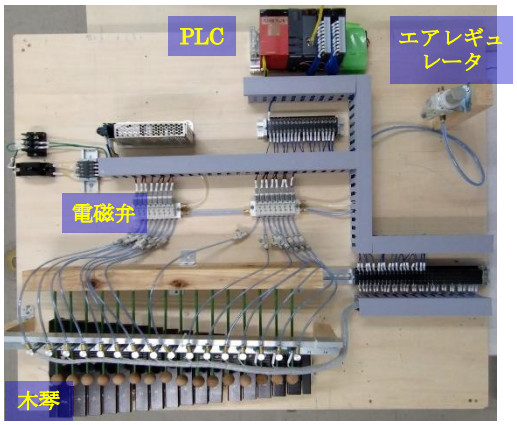


図 5-1　木琴装置　組み立て完成

3.2 ピアノ装置メカ本体と制御ハードの製作

ピアノ装置メカ本体の改造は、AS 付きシリンダへの交換、配線の張り替え、およびタッチパネルの追加を主に実施。完成したメカ本体を図 5-2 に示す。

また、ピアノ装置には 1 軸ロボットが搭載されており、安全対策が必要であるため、ハードウェアによる非常停止回路を設け、JIS 規格に準拠した施工を行った。

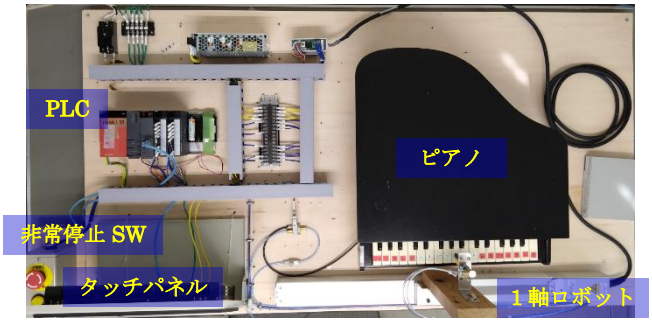


図 5-2　ピアノ装置　組み立て完成

3.3 ソフトウェアの製作

ソフトウェア開発における主な課題は、1：PLC 間通信の確立、2：曲データの数値化、3：演奏プログラムの作成、である。

3.3.1 PLC 間通信の確立

当初、PLC 間通信にはシンプル CPU 通信を使用する予定であった。しかし、用意した Q02HCPU および QJ71E71-100 が当該通信方式に対応していなかったため、データリンク命令を用いる方式へ変更した。

学生には、関連マニュアルを読み、通信仕様を理解した上で開発を進めるよう指示した。本通信方式は設定や動作仕様に特徴があり、学生は数日間にわたりデバッグを継続したが、最終的に課題を解決することができた。

この PLC 間通信により、曲の選択、演奏タイミングの同期、および演奏時の非常停止を実現した。

3.3.2 曲データの数値化

楽譜では、音符の種類によって前音からの時間間隔が決まり、五線譜上の位置によって音階が決定される。そこで、曲データ（楽譜）を「音階データ」と「タイミングデータ」に分割し、それぞ

れを 1Word（16bit）の PLC 数値データとして変換した。図 6 に示す。

図 6 音符と時間

また、各曲のデータ群を D デバイス内の 1000 番地単位で区分して配置することで、複数曲に対応可能な構成とした。

3.3.3 演奏プログラム

演奏制御部では、Z デバイス（インデックスレジスタ）を用いることで、曲データを 2Word ずつ順次読み出す構成とした。読み出した 2 つのデータのうち、一方を音階データ、もう一方をタイミングデータとして扱い、目的の音階に対応した出力を、指定したタイミングで ON することで演奏を実現した。図 7 に示す。

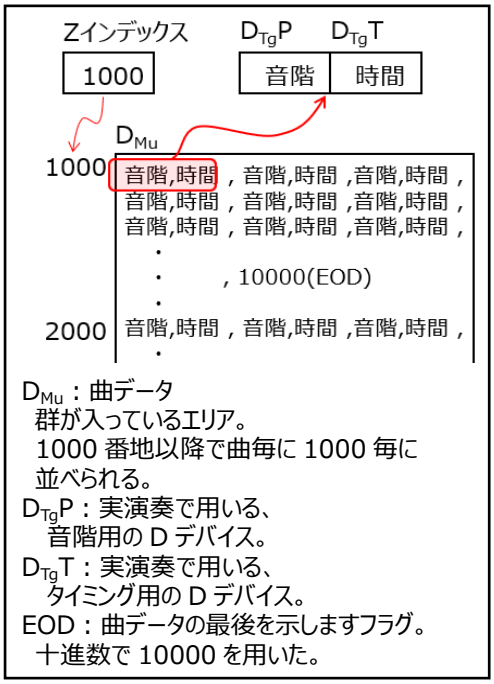


図 7 音階とタイミング

木琴側は 16 音階構成であるため、1Word（16bit）のデータを PLC の実出力（Y30～）へ直接割り当てた。図 8 に示す。

図 8 木琴の音階と PLC の Out デバイス

演奏時には、音階データを MOV 命令によって実出力へ転送することで、対応するビットが ON となった音階のマレット（シリンダ）を下降させる構成とした。その後、実出力を全て OFF にすることでマレットが上昇し、打音動作を実現した。

ピアノが白鍵 18 音階構成のため、1Word（16bit）のデータを用いて音階位置を表現し、1 軸ロボットを対応する鍵盤位置へ移動させる構成とした。

本装置では、低音側の「ファ」の位置を 0、高音側の「ド」の位置を 18 としてティーチングを行った。例えば、音階データ H00 は「ファ」、H03 は「ラ」の位置に対応する。図 9 に示す。

図 9 ピアノ音階とロボットティーチング位置

3.3.4 タッチパネルの画面製作とソフトウェアのフロー

タッチパネルの製作は学生主導で行った。メイン画面で曲を選択する。その後、サブ画面でそれぞれの曲毎に 4 つのスイッチを配置した。

サブ画面の 4 つのスイッチを以下に示す。

1：「再生」スイッチ　曲の演奏を開始する

2：「一時停止」スイッチ　曲を一時停止する

3：「停止」スイッチ　曲を停止する

4：「戻る」スイッチ　メイン画面に戻る

メイン画面を図 10、サブ画面を図 11 に示す。

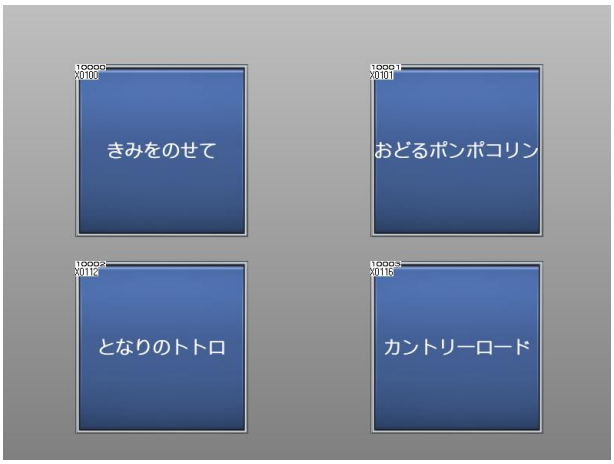


図 10　メイン画面

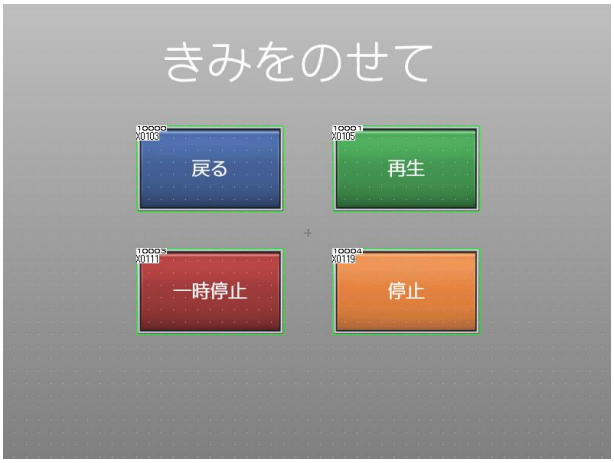


図 11　サブ画面

ソフトウェアのフローを以下にまとめる。

大きく分けてプログラムは、2 つのフローで製作した。メインとなる曲を選択するフロー。次に曲を演奏するフロー。以下図 12 および図 13 に示す。

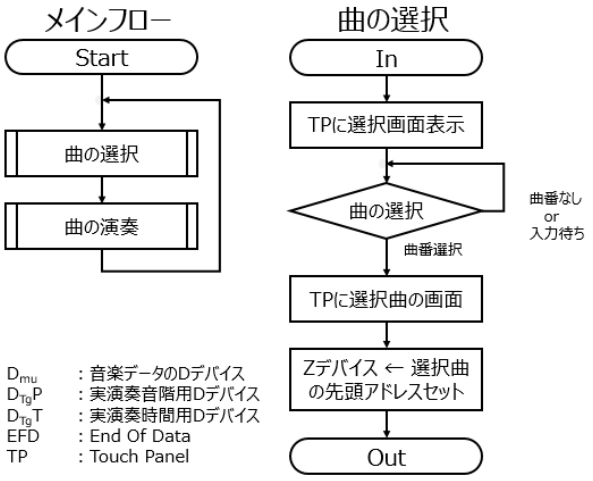


図 12　メインフロー

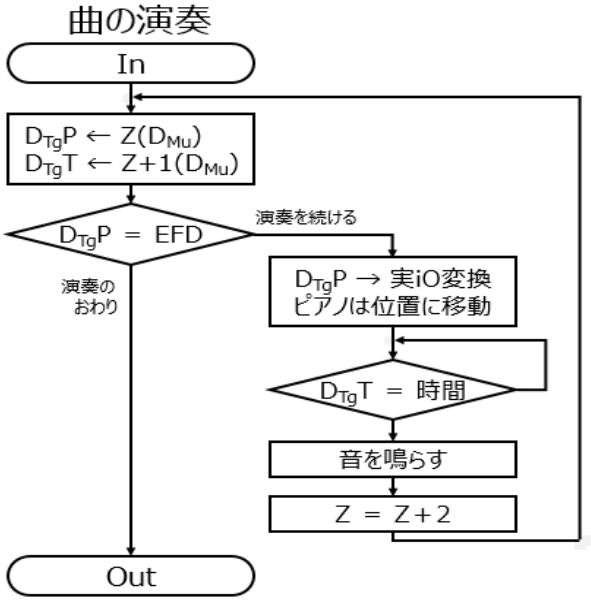


図 13　演奏フロー

4. デバッグ

製作過程では、多くの不具合が発生し、その都度デバッグを行った。

以下に主な事例を示す。

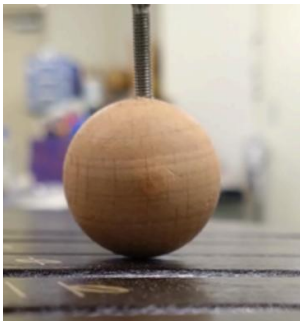
4.1 木琴の音が響かない

当初は、DA による比較検討の結果、案 1 である「直接接続式」を採用した。しかし、木琴の音が十分に響かないという不具合が発生した。

対策として、メカ調整による音板と木球の距離調整、およびソフトウェアによるシリンダの ON/OFF 時間調整を行ったが、問題は解決しなかった。検証の結果、木球が音板を叩いた直後に十分離れず、音板を押さえ込んでしまうことが原因であると判明した。本来であれば CE 図等を用いて要因分析を実施すべきであったが、学生の作業負荷の増大および学生のモチベーションの維持ができず、簡易的な原因分析にとどめた。

この不具合への対応として、DA において次点であった案 5「棒しなり式」へ構造を変更した。案 5 では、人間が演奏する場合と同様に、木球が音板を叩いた直後に反発して離れるため、音板を押さえ込む現象を回避できる。

この変更の結果、木琴の響きを改善することができた。　図 14 に音板と木球が接触し、響かない案 1「直接接続式」を示す。図 15 に音板と木球が接触しない案 5「棒しなり式」を示す。

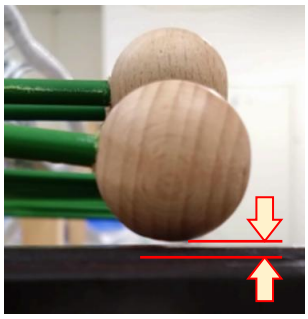


シリンダを ON した時に、音板と木球が接触。

機構的に接触が維持されるため、音が響かない。

※シリンダの AS を利用し、ON（接触）と同時に OFF しても響かなかった。

図 14　案 1「直接接続式」



シリンダを ON した後に惰性で音板と木球が接触し、跳ね返る。

※メカ機構的に音板と木球が離れるように配置されているため、音が響くようになる。

図 15　案 5「棒しなり式」

4.2 ピアノの音が小さい

手動で鍵盤を操作していた際には問題なかったが、1 軸ロボットによる自動演奏を開始すると、ピアノの音量が小さく、聞き取りにくくなるという不具合が発生した。

この問題に対し、学生へ以下の対策案を提案した。また、学生自身も独自に対策案を考案し、実施した。

1：OP アンプを用いて電気的に音量を増幅する。

以下図 16 に回路図を示す。

2：防音材によってロボット周辺を囲い、動作音による雑音を低減する。

しかし、いずれの対策でも十分な改善は得られなかった。最終的には、エア圧を上昇させて鍵盤を強く打鍵することで、音量を改善することができた。

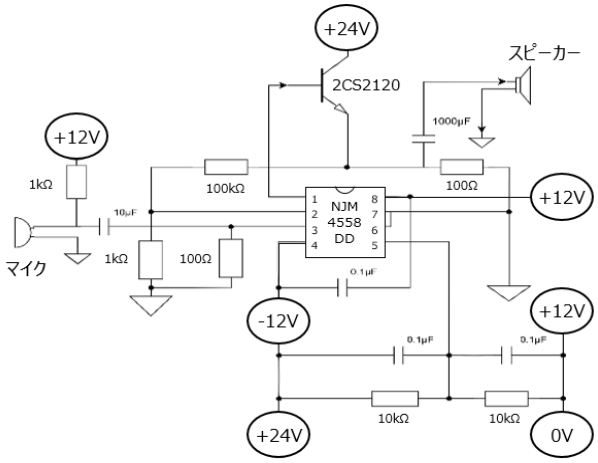


図 16 Op アンプを用いた増幅器

4.3 ピアノを叩くタイミングがずれる

ソフトウェア開発は木琴側から着手した。その後、木琴側で完成したソフトウェアを基に、ピアノ側のソフトウェアを製作した。

しかし、ピアノ装置では、音階軸への移動後に鍵盤を打鍵する構成であったため、移動時間の分だけ発音タイミングが遅れるという不具合が発生した。

この問題に対し、1 音演奏後に次の音階位置へ先行移動し、演奏タイミングに合わせて打鍵を行うシーケンスへ変更するよう指導した。その結果、発音タイミングの遅れを解消することができた。

5. 装置製作の結果

2 台の装置は、同期を取りながら安定して合奏を行うことができた。単に音を鳴らすだけではなく、演奏そのものを楽しめる水準にまで完成度を高めることができた。

また、演奏曲数についても 4 曲を実現し、当初の目標を達成することができた。

6. おわりに

本総合制作を通して、学生は理論的な構想力および論理的思考の重要性を学ぶことができた。また、最終的に装置を完成させたことで、当初の目標であった構想力と実践的技術力を身に付けることができたと考える。

一方で、開発過程では学生のモチベーション維持が課題となり、一部工程において当初計画したガントチャートから大幅な遅れが生じた。その結果、当初さらなる機能向上や追加開発を行う予定としていたが、実施することができなかった。

最後に、本製作にご協力いただいた生産技術科および電気エネルギー制御科の先生方、加えて製作に協力いただいた他ゼミの学生に、この場を借りて感謝申し上げる。

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号(2026 年 7 月)
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

ワイヤレス給電デバイスの製作

島川　勝広*1

Design and Fabrication of a Wireless Power Transfer Device

SHIMAKAWA Katsuhiro*1

要約　電磁誘導方式を用いたワイヤレス給電デバイスを製作し、送受電間距離や電力伝送効率の性能評価をテーマとして総合制作実習を行った。本稿では、製作過程ならびに動作検証結果について報告する。

1. はじめに

近年、電力を非接触で送るワイヤレス給電技術の実用化に向けた研究・開発が盛んに進められている。特に電気自動車への適用が注目され、2007 年に MIT が磁界共鳴方式を用いたワイヤレス給電システムを報告し、約 2 m 離れた位置に設置した 60 W 電球を点灯させた例が先駆的成果として知られている[1)]。ワイヤレス給電技術は電気自動車に限らず、携帯電話や電動歯ブラシなどの身近な機器にも利用が広がっており、ケーブルを用いないことで感電や短絡のリスクを低減できる利点がある。また、ロボットやドローンでは充電作業の省力化が可能となり、医療分野では体内に埋め込まれたペースメーカーへの給電手段として応用されている。このように、ワイヤレス給電は多様な分野で応用が期待される将来性の高い技術である。

本製作では、このワイヤレス給電技術の基礎原理を理解し、応用可能性を検証することを目的として鉄道模型をベースとしたワイヤレス給電デバイスの製作を行った。

2. ワイヤレス給電の概要

非接触で電力供給を可能にする技術は、大きく非放射型と放射型に分けられる[2)](図 1)。非放射型では、電磁誘導を用いる「電磁誘導」と、コイルの共振時に生じる磁界の結合現象を利用する「磁界共鳴」が多く用いられる。一方、放射型では、電力を電磁波に変換しアンテナで送受信する「マイクロ波方式」が遠距離伝送手法として研究されている。非放射型の磁界結合方式は電磁誘導を原理とし、磁束を媒体として受信側コイルに電力を伝える。磁界共鳴方式は共振を利用して伝送距離を延ばすが、送受信デバイスの位置ずれや近接効果による損失により電力効率が低下する点が課題である。

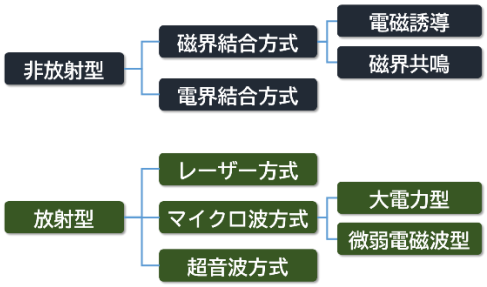


図 1 ワイヤレス給電の各方式

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

3. 製作したワイヤレス給電デバイス

3. 1 仕様

製作にあたって設定した回路の仕様を表 1 に示す。

表 1 製作する回路の仕様

伝送方式	非放射型(電磁誘導方式)
入力電圧	12 V (Max 1 A)
出力電力	3 W (Max 0.7 A)
想定負荷	LED、小型モータ

3. 2 回路ブロック

ハードウェア構成の回路ブロックを図 2 に示す。

ブロックを大きく分けると、以下の 3 つに分けられる [3)]。

1) インバータ: DC 電力を RF(高周波)に変換する
2) 結合器: 空間を介して RF 電力を授受する
3) 整流器: RF 電力を DC に変換する

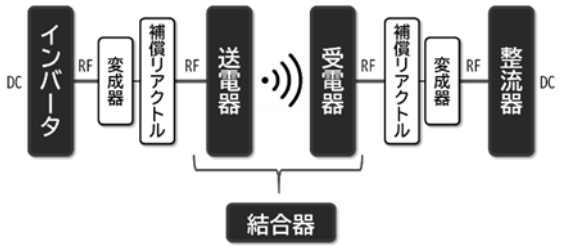


図 2 ワイヤレス給電回路のブロック図

3. 3 給電回路

給電回路の概略図を図 3 に、回路図を図 4 に示す。

給電コイルに印加する高周波電圧は、MOS-FET を用いたハーフブリッジ構成の D 級インバータにより生成される。アンプ部を構成する MOS-FET Q3 および Q4 をスイッチングする駆動信号は、PWM コントローラ IC(Texas Instruments 製 TL494CD)によって生成される [4)]。

TL494CD の発振周波数は、可変抵抗 VR1 およびコンデンサ C3 により、約 50 kHz～200 kHz の範囲で可変とした。

MOS-FET Q3 と Q4 の接続点 A に生じる矩形波電圧を、給電コイル L1 とコンデンサ C6 からなる直列共振回路に印加することで、給電コイルに高周波磁界を発生させる。

インバータの動作周波数は、給電コイル L1 とコンデンサ C6 の共振周波数以上に設定し、MOS-FET Q3 および Q4 の OFF から ON への切り替え時にデッドタイムを設ける ZVS(Zero Voltage Switching)方式を採用することで、スイッチング損失の軽減を図った。

図 3 給電回路の概略図

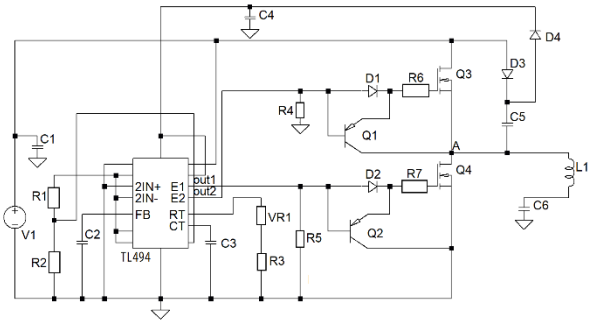


図 4 給電回路の回路図

3. 4 受電回路

受電回路の概略図を図 5 に、回路図を図 6 に示す。

整流回路は倍電流型整流方式で構成した。受電コイルに発生した電圧をダイオード D5 と D6 で整流したのち、チョークコイル L3 と L4 で電流を平滑し、コンデンサ C7 で電圧を平滑して直流に変換している。受電コイルに誘起された正弦波電圧の正半周期および負半周期は、それぞれ D5 と L3、D6 と L4 からなる 2 系統の半波整流回路によって整流される。これらの出力電流を合成することで、全波整流回路と比較して出力電圧は約 1/2 となる一方、出力電流は約 2 倍となる特性を有する。

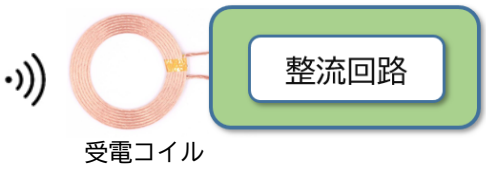


図 5 受電回路の概略図

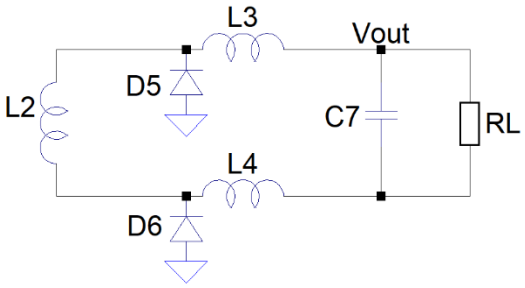


図 6 受電回路の回路図

図 9 受電コイル(電車用)

3．5 製作したコイル

コイルのインダクタンスは、式(1)の扁平スパイラルコイルの算出式より求めた[5]。

フォームファクタ F は、コイルの平均直径と巻幅ならびに長岡係数より算出した値を用いた。

$$L = F \times D \times N^2 \times 10^{-3} \qquad \cdots(1)$$

L:インダクタンス〔μH〕

F:フォームファクタ

N:巻き数〔回〕

D:平均直径〔cm〕

コイルには、高周波における表皮効果の影響を低減するためにリッツ線を採用した。給電コイルは、軌道および駅舎への敷設用として、受電コイルは車両搭載用として作製した。それぞれ図 7 から図 9 に示す。

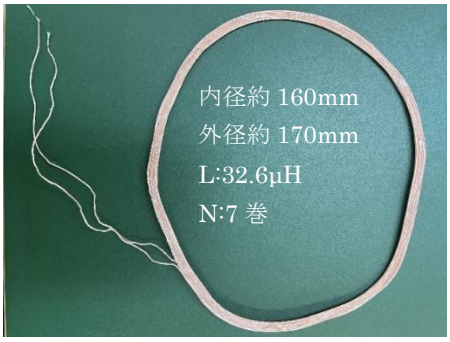


図 7 給電コイル(線路用)

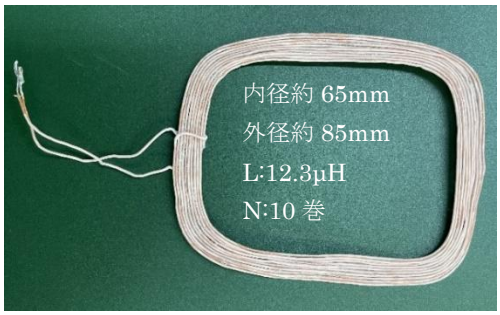


図 8 給電コイル(駅舎用)

3．6 性能測定

製作した給電・受電回路は、1 次側共振回路(S-N)タイプと呼ばれる電磁誘導回路であり、給電コイルに 0.1 μF のコンデンサを直列に接続した。

給電コイルに対し、受電コイルを図 10 のように置いたときの周波数〔Hz〕と出力電力〔W〕、ならびに効率 η〔%〕のグラフを図 11 と図 12 に示す。

送電コイルと受電コイルとのギャップは、約 10 mm とした。また、給電コイル上から位置 A ならびに位置 C の中心までは、それぞれ約 70 mm ずらして置いた。

最大出力電力は、受電コイルを位置 C に配置し、周波数を 81 kHz とした条件において得られ、106 mW であった。また、このときの電力伝送効率は約 1.4%であった。

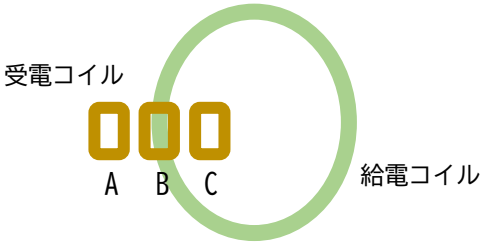


図 10 性能測定のコイル位置

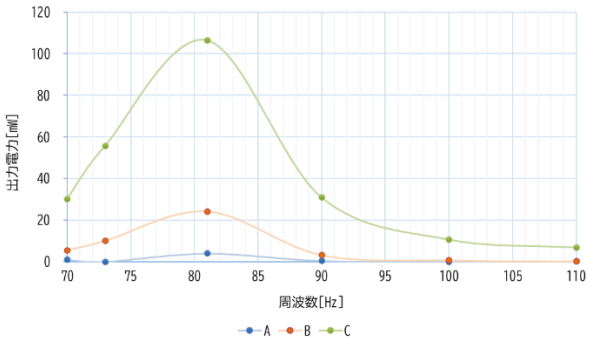


図 11 性能測定結果(周波数-出力電力)

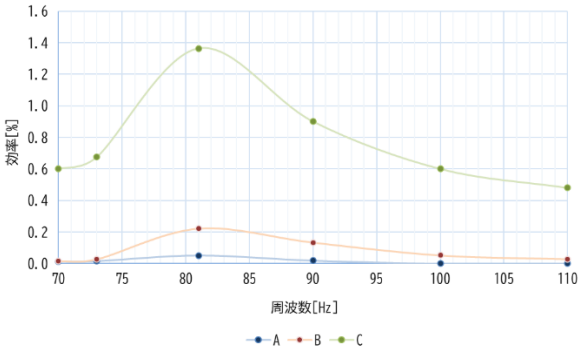


図 12 性能特性(周波数-効率)

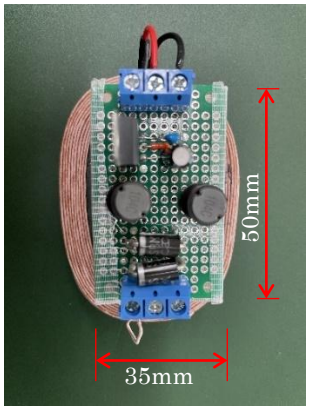


図 15 受電回路

3．7 ワイヤレス給電デバイスを用いた鉄道模型

ワイヤレス給電デバイスを用いて製作した鉄道模型の全体写真を図 13 に示す。また、給電回路の写真を図 14 に、受電回路の写真を図 15 に示す。

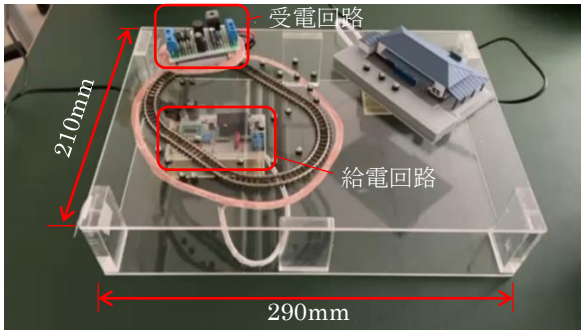


図 13 製作した鉄道模型

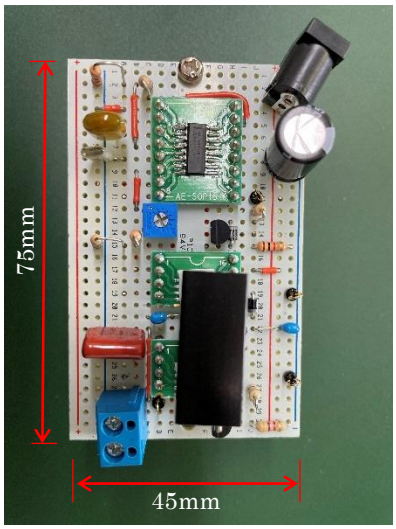


図 14 給電回路

4. 終わりに

本製作を通して、学生は電磁誘導や交流回路に関する基礎理論を「回路設計」、「コイル作製」、および「動作検証」といった実践的な作業と結び付けて理解することができた。また、コイル形状や配置条件が電力伝送特性に与える影響を実験的に確認することで、設計条件の重要性や試行錯誤を伴うものづくりの必要性を学ぶ機会となった。

さらに、小型モータなどの小電力負荷に対しては非接触での給電動作が可能であることを確認し、ワイヤレス給電の基本原理を実験的に理解できる結果が得られた。

以上のことから、本製作は、電磁気学および電力変換回路の基礎理解を深めるとともに、理論を実装・評価へと展開する能力の育成を目的とした教育実践として、所期の到達目標を概ね達成したものと考えられる。

[参考文献]

1) 篠原真毅[監修]:電界磁界結合型ワイヤレス給電技術、科学情報出版株式会社(2014 年 12 月)
2) 居村岳広、磁界共鳴によるワイヤレス電力伝送、森北出版株式会社(2017 年 2 月)
3) RF ワールド No. 43、 CQ 出版社(2018 年 8 月)
4) グリーン・エレクトロニクス No. 19、CQ 出版社(2017 年 4 月)
5) トランジスタ技術 2022 年 6 月号、CQ 出版

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

開発課題における企業テーマへの取り組み方

－企業経験に基づく学生訓練の指導方針－

本多　正治*1

Approaches to Corporate Themes in Development Projects

Instructional Policy for Student Training Based on Corporate Experience

HONDA Shoji*1

要約　応用課程の開発課題における企業テーマへの取り組み方について企業経験者として実施した取り組み方について述べたいと思う。特に重要視していることは開発の背景および目的・目標設定までのプロセスには時間をかけるようにしている。開発した装置は顧客のニーズを満たしているか装置のアピールポイントは何かを明確にする事が重要である。また学生に企業との交渉の場を出来るだけ多く持たせるためにイベント前の内容確認や定期的な進捗報告を実施する様にしている。これにより学生が企業と直接交渉するため資料作成や説明の仕方が上達していった。この能力は就職後に多いに役立つはずである。企業にとっても当大学校との共同研究を通じて学生がここまで作れることに驚き示し、自動化への意欲を持つきっかけになっている。

1. はじめに

1.1 企業テーマ及び共同研究をやる意義

応用課程の開発課題では地元企業様の御協力を頂き製造工程の工程改善テーマを提供して貰っている。特に食品加工工場の A 社とは良い関係が築けている。食品加工工場では手作業で行っている工程が多く自動化する事で工数の削減、効率の改善や品質の改善に繋がる工程改善を提案しやすい。またそのほとんどは共同研究の対象になっている。企業にとっても学生が 1 年間真剣に取り組んでここまでの試作装置を完成出来たことを内部に示し職員の自動化へのモチベーションに繋ぐ事が共同研究をやるメリットであると思う。そのため担当指導員は製造工程の工程改善について十分理解して学生を指導し企業から信頼を貰えるように企業テーマで実績を残さないといけない。

1.2 開発課題で製作する装置について

最初に企業に説明しなければならないのは開発課題あるいは共同研究に対して誤解を招かないように説明することである。例えば製作した装置はあくまで試作機であり実際の製造ラインでの使用には耐えうる設計になっていないことである。例えば予算の関係で材料が全部 SUS 仕様ではなくアルミ材料を使用している事で食品を加工している現場で使用できない事や耐久性も保証できない事を最初に説明する必要がある。あくまで企業からは開発課題のテーマを提供して頂くという協力依頼を承諾して貰う必要がある。

*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 Electric Information Systems Technology

1.3 覚書による事前説明の実施

共同研究などを実施する場合は特に誤解を生まないように上記内容を明記した『覚書』等を４月の最初あるいは４月中に交わすのも誤解防止のための良い方法だと思われる。開発課題で試作した自動装置を見て手作業の多い企業が自動化への動機付けが出来ることが重要なポイントである。私の経験で特に大手企業とやるときには覚書を交わすのが望ましいと考える。この背景を理解して貰わないと開発スタート後にトラブルに発展する可能性もある。覚書でも本社の法務課が動くと２，３回やり取りをした経験がある。開発課題は４月から始まっており企業を訪問して現場を見せて頂きテーマを決まるまで１か月ほど経過してしまう。その間に相手に過大な期待を持たせるのは良くない。

1.4 プロジェクトチームについて

4 月のチーム分けで初めて出会った他科の学生とプロジェクトチームを作り、同じ年齢でリーダと各科のサブリーダと会計等を決めプロジェクトを推進していく事は学生にとってかなりハードルが高いと言える。実際の会社ならば経験のある年上の課長（上司）が部下をまとめて推進するので、年齢も含め上下関係がはっきりしている為推進しやすい。開発課題はプロジェクトの経験がない同じ年齢のリーダが進めるのでチームをまとめて推進するのはかなり困難である。その為主担当の指導員は定例ミーティングに参加したりしてグループ内で問題が発生しないようにフォローしないといけない。

1.5 安易に完全自動化は目指さない

企業から生産ラインの自動化のテーマを頂いた場合、学生たちが安易に全自動を目指さないようにアドバイスする必要がある。1 年足らずの期間と決められた予算では完全自動化は厳しいと考えるべきである。ラインの一部作業の自動化でも精度や生産性が上がる提案が出来れば良いと考える必要がある。

1.6 秘密保持契約について

企業によっては必要に応じて秘密保持契約を結ぶ場合がある。大手企業は自分の工程を外部に見せたがらない。ノウハウの流出を嫌がるのが普通である。そのため会議前に秘密保持契約書 NDA（Non-Disclosure Agreement）の締結を要求されることもある。これは工程見学で撮影した写真や動画が SNS などで流出するのを防ぐためである。開発課題以外で使用しないという秘密保持契約である。学生にはこれらのデータの扱いには十分気を付けるように最初に厳重に説明し契約書にサインを貰っている。また外部への発表やポリテックビジョンでの発表の時は発表内容を事前に送り内容や写真、動画について使用承諾を取るようにしている。

2. 学生から見た企業テーマへ取り組む意義

2.1 成長のチャンス

企業テーマに取り組む意義は社会に出る前に実際の企業担当者（工場長、製造部長や課長、作業者）と協業できる機会が得られる事であり、学生にとって大きなメリットがある。企画の打ち合わせや仕様の報告、進捗報告などを定期的に実施することにより 1 年を通じて学生は大きく成長できるチャンスになる。そのためには定期的に進捗報告や資料を作成させ訪問することが重要であると考える。勿論指導員は文章や資料のチェックや引率手続き（原議書提出）など作業は増える事になるが怠ってはならない。最初は企業への文章の書き方や資料の作り方から指導しなければならない。特に実験方法やデータのまとめ方、グラフ化など指導が必要である。進捗報告も回数を重ねると進捗報告書の書き方や説明も上達していった。企業テーマは学生が直接企業の担当者や工場長、現場の部課長等と直接打ち合わせが出来る機会を貰い、指導員が知らない製造現場の課題やアドバイスを貰うことが出来多くの知見を得ることが出来る。また打ち合わせ時に支援の言葉など学生のモチベーションの維持に繋がることも大きいと思われる。

2.2 企業の開発イベントに近いプロセスの体験

企画の立案（要求仕様の確認）、仕様決め（基本設計書）の報告など企業とのすり合わせが必要である。現在当校で実施している各イベントは企業と比べると分量や時間も不十分なところはあるが、プロセスは企業での開発とほぼ同じ内容で行われており、社会に出てから参加するプロジェクトの理解には大いに役立つと思われる。万が一製作物が未完成であっても途中の進捗報告、日報、週報や定期的なミーティングを実施しておれば顧客とのやり取りといったコミュニケーション力の習得など 1 年間で大いに成

長できると期待される。特に週報の継続はやったことをまとめる能力が付き会社に入ってから特に役に立つ。指導員は時々チェックが必要である。過去の統計から観ても週報がいつまで続くかがその年の完成度に比例しているように感じている。

3. 企業テーマの基本的な進め方

3.1 テーマの選定について

事前に企業に依頼して改善テーマを複数貰えるように依頼している。チーム編成が決まると 4 月中にメンバーを連れて工場を訪問しそれぞれの課題テーマを見学し最も企業に貢献できるテーマを学生自身で評価し決定する。この時指導員の決め打ちテーマは良くない。主な基準としては企業に最も貢献できるテーマを選ぶことである。例としては

①その製造工程で作っている製品が企業にとって売り上げやシェアなど重要な商品である。

②1 日の作業時間（稼働時間）が長い製品である。

③工程の自動化によってヒューマンエラーなどで起こる品質問題が解決する。

など改善効果が大きく見込めるかを学生に確認させて決めるようにしている。

テーマが決まったら 2 回目の訪問で企業にテーマに選んだ理由を説明し承諾を得る。テーマ内容は企業にも貢献して学生にとっても 1 年間頑張れるテーマであることが望ましい。あくまで開発期間が実質 8－10 か月である事を考慮した内容である事を指導員は確認することが重要になる。この理由からも無茶な完全自動化は避けるべきと考える。

3.2 背景について

企画を立てる場合現状の製造工程の課題を明確にする。分からない所は作業者あるいは担当課長に聞くのが良い。現場で発生している不良など実際に見せて貰い把握する必要がある。その工程の歩留まり（投入に対して良品の割合）も確認する必要がある。但し正確な歩留まりについては重要企業秘密になるので正確な数字を貰えない場合があることを理解する必要がある。しかし目標を決める場合には数値が必要になる為企業と相談して決める必要がある。企画を立てる前には市場調査を実施し似たような生産設備や要素技術について学生たちに調べさせある程度の装置のイメージを持って企画を立てる必要がある。本来ならば既存技術の特許に抵触しないように特許調査を実施するのが正しいが要素技術の開発からは間に合わないので一部参考にすることが多い。勿論完全コピーは駄目である。また自分たちの装置のオリジナル（セールスポイント）は何かを常に考えなければならない。

3.3 工程分析の実施

企業側からテーマ選定について承諾が得られたら次はテーマに選んだ工程の詳細な工程分析（製品の流れ方、タクト、不良品の内容、作業の記録、動線、装置の大きさ等に制約がないか等）を詳細に調査を実施する。このプロセスをいい加減に行うと何度も訪問したり相手に迷惑をかけることになるので事前に何を確認するのか準備してから訪問する。

3.4 目的と目標を明確にする

特に指導するうえで重視しているのは目的と目標を抜けもれなく明確にすることである。

目的は現在の工程をどのように改善したいのか到達レベルを決めるようにする。例えば自動化により生産性（タクトの短縮、工数削減等）を上げるのか品質を改善するのか等を決める。次に目標は目的を達成するためにどのような機能（要素技術含む）を確立するのか、具体的な方法（技術）や達成レベルを具体的な数値で表す事が必要になる。特に装置を作る場合に要素技術は何かそれを実現するにはどのような方法があるかを調査し列挙する。ただし企画発表時に要素技術は 1 つに決まっていない場合もある。その場合は 2 つ以上挙げて基礎実験で仕様決めまでに確定させる必要がある。また目標には要素技術を含んだ主要機構とサイズ、重量、ディスプレイへの表示、作業者、管理者の ID 登録など補助的なものと安全対策等も含まれることが望ましい。この目標を抜け漏れがなく明確にする事によってその後のチーム担当者の仕事分担が明確になる。

そのため私は目的と目標設定には時間を十分かけて表現も含めて指導するようにしている。このプロセスをいい加減に設定すると以降の仕様決めや設計へうまく流れなくなると思っている。各担当者は自分がどの目標の開発に従事するかを明確にしないとやりがいもなく 1 年間過ごすことになる。私は常に目標にない仕事をしてはいけないと指導している。勿論途中での目標の見直しもあり得ると考える。その場合は企業の承諾を貰って追加・変更するようにし

ている。実際企業においても仕様変更は大きなイベントになる。

3.5 臨機応変な対応について

4 月の工場見学で頂いたテーマについて企画書を作成して企業と打ち合わせを行った時に新たな事実が発覚して追加目標が増えることもあった。このような内容は出来るだけ受けるようにしている。というのは実際の会社での開発はそういう事態に臨機応変に対応しないといけないことも多くある事を経験している。

3.6 企画および仕様決めについて

私の方針は仕様決めまではチーム全体責任で決めることにしている。手法としてはブレーンストーミングなどを実施し自由な発想が出るようにすることが必要である。学生は早期に専門性で役割分担したがる傾向がある。メカは機械科、センサ関係は電子情報科、動力制御部は電気科などである。しかし世の中のヒット商品は型破りな自由な発想がないと生まれない事を教える必要がある。早く各専門の科に任せると自分たちが作りやすい仕様に持っていきユニークな企画が出なくなるからである。私はアイデア出しは全員で設計からは各専門の科に任せるように指導している。

3.7 製品評価も自動的に作成できる

目標がしっかり立てられていれば製作後の評価項目も目標が達成できたかあるいは付加価値が実現できたかなど明確になる。

自動化の場合は最後に費用対効果まで算出する事が望ましい。開発課題では予算が 80 万円程度という事になっているが実際は設計、製作にかかった人件費（工数：人数×時間）が加わる事も教えなければいけない。

以下 R6 年度に取り組んだ食品加工工場の梱包工程の工程改善について具体例として紹介する。

4. 食品加工工場の梱包工程の自動化

4.1 背景

食品加工を行っている A 社様にはこれまで複数回テーマを頂き違ったラインでの自動化を取り組んできた。R4 の自動煮卵投入装置の開発では自動投入に加えて前工程もなくすことに成功し本部表彰された。ここでは R6 に実施した梱包工程の自動化について報告する。このテーマは工場長からの強い要望で完成品を工場に持ちこんで社員にデモして欲しいと言われアルミ材料でも問題にならない完成品の梱包工程の自動化に取り組むことにした。この工程では図 1 のように金属探知の X 線検査工程の後で、製品投入後のシール部の肉片の噛み込み外観検査と製品の出荷単位である 5 袋ずつ束ねて次工程の包装機に投入する作業を熟練作業者 2 人で行っている。今回はこの工程の自動化を行い、作業員の省人化を図るというテーマで取り組んだ。最初の工場見学で３つのテーマを貰い最も企業に貢献できる梱包工程の改善に決めた。最初の工程見学時には製品が裏面で流れておりシール部分も透明で噛みこみ肉片がカメラで観察できる内容だった。問題は企画を決めた後の 2 回目の工場訪問時に発生した。現場を再確認すると製品は表面が上で流れるスピードも速くなっていた。特に表面の場合シール部まで袋のデザインが印刷されており肉眼でも見えないという大きな問題が発生した。そのため大きく方針を転換せざる負えなくなった。

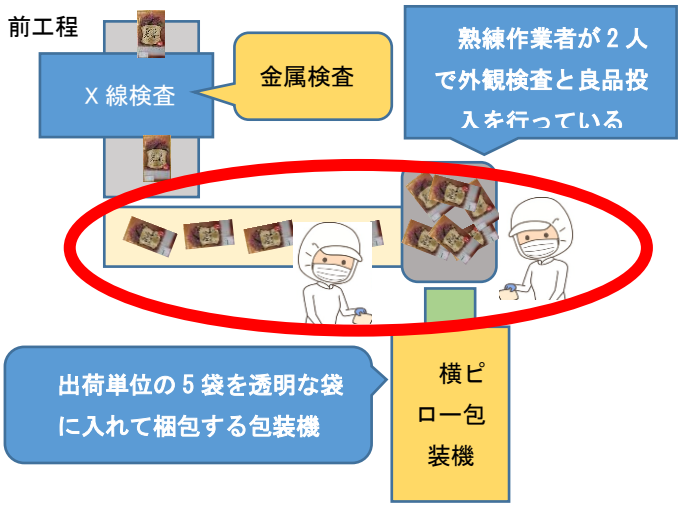


図 1　現行ラインの説明図

4.2 流れる製品についての変更

結果的にはラインで流れている製品は図 2－1 のように表面と裏面の２種類あることが分かった。1 回目の見学で見たものは裏面で流れるもので賞味期限の印字が裏面にあるものであった。肉片の噛み込みは目視できる内容だった。２回目の訪問で見たものは図２―２のように賞味期限の印字が表面にあり

シール部がパッケージのデザインで肉片の噛み込みが上から見えないものであった。

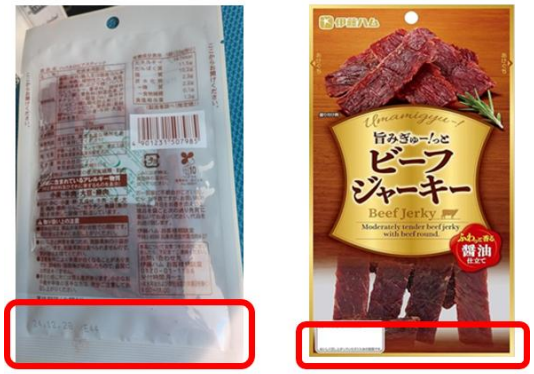


図 2-1 表裏で流れてくる 2 種類の製品

図 2-2 表面で流れる製品について

4.3 方針は顧客要求を満たす事

学生からは裏面で流れる製品だけの対応で進めたいという意見もあったがそれでは顧客要求を満たさないので顧客満足は得られないと説明した。もしうまくいけばこれがアピールポイントになると考えた。この後カメラによる検査をいろいろ調査した結果、赤外線カメラと赤外線照射を使用することで食品が入った袋の内部を透かせて見る方法があることを見つけて早速検討させた。そして目標にも表面、裏面の両方の製品の検査を設定した。

4.4 本開発における目的、目標

4.4.1 目的の設定について

『ジャーキー製品などの梱包工程で外観検査及び 5 袋束ねて包装機への投入の自動化による省人化および外観基準の適正化による不良品の削減』とした。

補足説明：外観検査の適正化とは熟練作業者は規格では良品になる 2 mm以下の肉片の噛みこみまで検出して NG としているという内容である。

4.4.2 目標の設定について

目的を達成する為の目標を以下に設定した。

(1) MAX60000(袋/日)に対応可能な 5 袋ずつ自動投入装置の製作
(2) X 線検査後の製品を回らないように移載する装置の製作
(3) 表面と裏面で流れる製品のシール部の 2mm 以上の肉片の噛み込みを自動で検出が出来る外観検査技術の開発
(4) 検出した不良品を自動排出する機構を搭載したベルトコンベアの製作
(5) 包装機に 5 袋ずつ重ねて自動投入する機構の開発
(6) 作業者が扱いやすいディスプレイの製作
(7) 作業者が安全に作業できる(非常停止ボタン、積層灯の設置)

4.5 装置の全体構成

4.5.1 装置の主な仕様

今回製作した装置の主な仕様を表 1 に示します。本装置は現場の X 線検査のコンベアから流れてきた製品を直行する今回製作したコンベアに製品を回転しないように流しシール部の外観検査を実施して良品だけ 5 袋束ねて次工程の包装機へ投入するものである。

表 1 装置の主な仕様

製品仕様	
本体寸法	[幅]1400×[奥行]800×[高さ]1500 [mm]
本体重量	40 [kg]
電源部	100 [V]
エアー	0.7 [Mpa]
制御デバイス	PLC ミニPC(Windows) Arduino Mega

4.5.2 装置全体の構成について

本装置は、図 3 に示すように①回転防止ガイドユニット、②外観検査部、③不良品排出ユニット、④カウントおよび良品振り分けユニット、⑤良品押し出しユニット⑥操作モニタで構成されている。前工

程であるＸ線検査を終えた製品が回転防止ガイドユニットから製作したコンベアライン上にある各ユニットを通過しながら、後工程である包装機までの間に自動でシール部の外観検査、不良品の排出を行い次工程の包装機に良品を５袋ずつ積み重ねてシリンダーによる押し出し装置でセットし包装機のセンサを起動させるまでの動作を自動で行う仕様である。固定されたお客様の装置間に入れる為、設計の自由度はなくコンパクトに作らないといけないため市販のコンベアは使わず内作することにした。

図３ 装置全体構成図

4.6 各ユニットについて

4.6.1 特殊傾斜ベルトコンベアの新規設計

外観検査に赤外線カメラを採用する為、赤外線 LED を製品の裏側から照射できるベルトコンベアの新規設計が必要になった。そのため市販のコンベアは使用できず赤外線 LED を製品の裏側から照射出来る特殊なコンベアを設計し内作した。次工程へは５袋重ねてシリンダーで押し込む機構を採用する為コンベアを傾斜させて上部から製品を落とせるように傾斜を付けた。その為製品が滑りにくいような傾斜ベルトコンベア用のベルトを採用した。

4.6.2 回転防止ガイドユニット

Ｘ線検査から流れてくる製品を直交するコンベアに回転させないで移載させる必要がある為、一旦製品を受け止めて滑り台方式で内作のコンベアに落とす図４に示すガイドユニットを開発した。

図４ 回転防止ガイドユニット

4.6.3 外観検査部

シール部の外観検査は２㎜以上の肉片の噛み込みを画像処理で検査する方針で進めた。しかし賞味期限の印字の場所が袋の表面と裏面にある２種類の製品がある為、流れてくる製品も表面と裏面の２通りに対応した外観検査技術を確立する必要があった。裏面はシール部が透明なため可視光カメラで肉片の噛み込みを検知できるが、パッケージデザインが全面印刷で表面で流れてくる製品はシール部が目視出来ない問題があった。検討の結果、図５に示すように赤外線カメラと裏面からの赤外線 LED の照射することによってパッケージデザインに影響されず噛み込み肉片だけを検出できる要素技術を確立した。図６はその画像データである。　また画像処理時間を短縮するために検査 BOX の入り口にレーザセンサを設置して袋が流れてきた時にレーザセンサで感知してカメラと連動させて動画ではなく静止画で検査する事で検査速度を速くした。

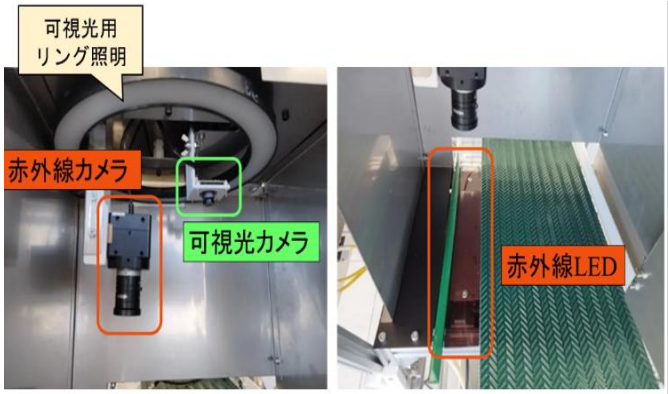


図５ 外観検査部の概要

図 6　赤外線による検査画面

4.6.4 不良品排出ユニット

外観検査部で不良品と判断した製品を不良品 BOX に排出する。排出にはシリンダーで押し出す方式とエアーで飛ばす方式を検討したが速度対応で図 7 のようにエアー方式を採用した。

図 7　エアーによる排出

4.6.5 良品振り分けユニット

製品を包装機に投入する際、5 つ重ねて投入する必要がある、その際次工程の包装機のシール部ヒータの関係で高さが 7cm 以下にしなければならない制限があった。そのため、作業者は手で広げて低くする作業を入れていた。本ユニット図 8 に示すように赤外センサで数をカウントして 3 袋でフラップ機構を動かして製品を左右に広げて高さを低くする機構を開発した。

4.6.6 良品押し出しユニット

図 9 に示すように製品を包装機に投入するのにシリンダーによる押出し機構を採用した。投入した際、包装機に設置されている赤外センサを遮断する事で次工程の包装機を連動することが出来るようにした。

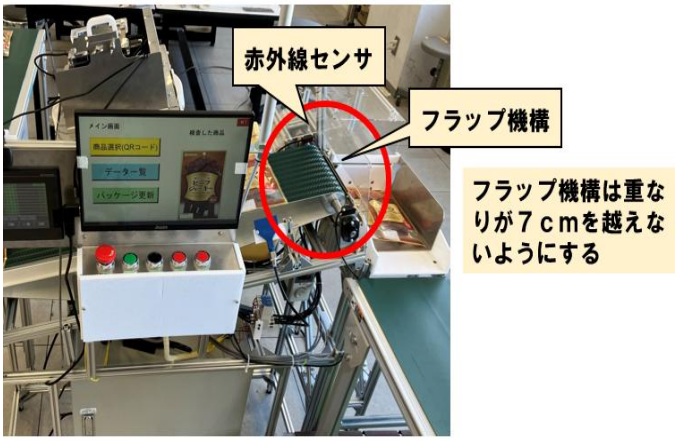


図 8　フラップ機構による高さ制限をクリア

図 9　シリンダーによる製品の押し込み機構

4.6.7 操作モニタ

装置を操作する人は事前に登録された人しか操作出来ないように作業者用 QR コードと管理者用 QR コードをカメラで読み込んでから装置が立ち上がるようにした。

また作業者は図 10 のモニタ写真のようにこれから流す製品を型番入力ではなく写真で選ぶようにした。

この写真で選ぶ仕様は作業者が入力ミスを起こしにくいと担当課長より高い評価を得られた。現場では紙にボールペンで記入していたのが QR コードでだれがいつ作業したか残ることになる。生産データも LAN でつなぐことで現場に紙を集めなくても品管から見えようにした。

図 10　初期画面

図 11　検査中の画面

作業中は図１１のようにカメラ画像が見えるようにした。上部がカメラ画像で下が画像処理して異物を検出した画像である。青い四角で囲っている部分が肉片異物である。

5. 製品評価

12 月 10 日に企業様による立ち会い検証を実施した。その時の各機構の評価を表２に示す。全体的には作業者が操作しやすいディスプレイや細かい仕様を考慮された装置設計に対して高い評価を頂いた。

6. ポリテックビジョンおよび工場での実演

12 月の評価よりさらに完成度を上げて 2 月 21 日のポリテックビジョンで金賞を受賞した。

また 4 月に工場長からの要望であった工場への装置持ち込みについても 2 月 28 日に実施した。学生によるプレゼンテーションとデモンストレーションも成功し社内の製造部課長や現場担当者に高評価を頂いた。

表2　総合評価

No.	評価項目	企業様評価
1	可視光カメラでの検査精度は十分でしたか	△
2	赤外線カメラでの検査精度は十分でしたか	△
3	外観検査で検出する異物は2mm以上の大きさを満たしていましたか	O
4	モニターの操作は快適でしたか	O
5	制御盤(GOT)で機構のマニュアル操作を問題なく行えていましたか	O
6	エアーが正常に動作し不良品を排出できていましたか	O
7	積層灯で動作状況を確認することができていましたか	△
8	緊急停止をするとすべての機構が停止し、始動スイッチによって安全に再運転することができていましたか	O
9	ベルトコンベアやアクチュエータなど、動作する部分において巻き込まれなどの事故への対策は十分でしたか	O
10	フレームや板金部品など動作しない部分においてのケガなどの対策は十分でしたか	O

○達成　△部分的に達成　×未達成

7. おわりに

今回高い評価を頂けたポイントは追加仕様の赤外線カメラの導入にチャレンジした事により顧客要望をすべて満たすことが出来た点と工程分析で熟練作業者が行っている細かい作業、例えば５袋を次工程の包装機に置くときに高さ制限対応の為、手で左右に広げている動作を見逃すことなく自動化でフラップを用いて広げる機構を追加した等、実際の作業を忠実に自動機で対応したことが評価されたと思われる。肉眼で見えないシール部の赤外線カメラでの検査も最初は習っていない技術への拒絶反応があったが、私の企業経験からそんなに簡単に要素技術が確立できるはずはないという叱咤激励を通じて、最終的に解決出来たことで担当者は達成感を味わい自信に繋がったと思われる。また仕様の追加についても実際の社会では日常行われていることを説明した。出来ないと言えばこの商談がなくなるだけである。実社会では仕様変更や追加は頻繁に起こなわれていたので、学生たちに本テーマでそれが経験出来たのは良かったと思われる。またチームがまとまって各目標を予定通りに達成でき１２月初めに装置が完成出来たことが大きい。

また定期的な企業訪問で進捗報告を実施して回数を重ねる度に自信をもって報告出来るようになっていくのを感じた。これが企業テーマの醍醐味だと思う。また企業の工場長や製造部課長が自分の部下を育てるように親身に対応してくれて開発のモチベーションを１年間持続させてくれた事に心より謝意を申し上げます。

企業テーマは企業と大学校との信頼関係の上に成り立っている。今後もこのような協力関係を持てる企業を増やしていきたいと思う。

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

求人情報閲覧システムの制作

細井 遼太郎*1

Building a Job Listing Portal

HOSOI Ryotaro*1

要約 毎年、当校には 200 件を超える求人票が送られてきており、学生に対しては紙ベースでの情報提供を行ってきた。しかし、掲載スペースの確保や過年度分の管理など、物理的な課題があることに加え、学生がマッチする求人を見つける際の労力や見落としといった課題もあった。この問題を解決すべく、Web ベースの UI により学内 PC から自由に求人情報を閲覧できるシステムの構築を、総合制作実習の課題として行った。本稿では、その取り組みについて紹介する。

1. はじめに

当校には、県内外の企業から年間 200 件近くの学生向け求人が届く。これらの求人情報は、印刷後ファイリングされ、学生の就職活動の際に利用されていた。このような紙ベースの管理は、手軽である一方で、求人票の管理と利用の双方で課題があった。管理上の課題としては、各科ごとに掲載スペースを確保しなければならない点、科をまたぐ求人票は、複数科で掲示するため余計にスペースを要する点、過年度の求人票を参考にする場合もあるため、閲覧可能な状態で管理する必要がある点などが挙げられる。また、利用上の課題としては、職種や勤務地など、学生が重視する条件に合致する求人を手早く見つける方法がなく、マッチする求人を探すのに時間がかかる点が挙げられる。

これら課題に対応するため、求人票をデータ化し、管理、閲覧する求人情報閲覧システム(以下本システム)の製作を、総合制作実習の課題として行ったため報告する。

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

2. 構成

本システムは、求人票をシステムに登録し、学生が登録済みの求人に対して検索・閲覧を行うものである。本システムの基本構成を図 1 に示す。

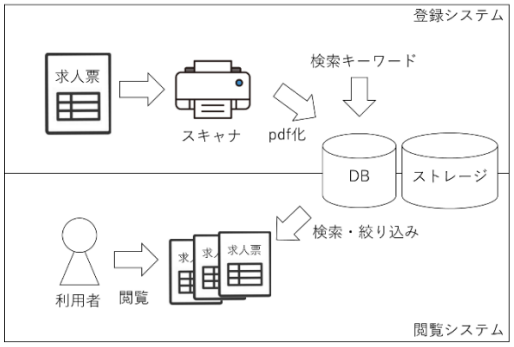


図 1 システムの基本構成

登録においてはスキャナにより求人票を読み取り、PDF ファイルを生成するとともに、勤務地や職種等、検索に使われると思われるデータと関連付けを行い、データベース(以下、DB)やストレージに蓄積する。閲覧時は、DB に登録された各種情報を用いて検索や絞り込みを行い、関連する求人票の PDF ファイルから求人の内容を確認できる。

3. 特色

本システムの製作は、総合制作実習の課題として取り組んだものだが、それと同時に実務で使用することを見据えている。そのため、閲覧する学生、登録するスタッフにかかる労力を極力抑えた構成にすること、安定的に継続して稼働できるシステムとすることを前提として製作を行うように学生に対し指導を行ってきた。これらを達成するため、Web システムとしての実装、光学文字認識(以下 OCR)の導入をベースとして製作をスタートした。

Web システムは、ブラウザを UI としてアプリケーションサーバにアクセスすることで利用可能なシステムである。個々のマシンへのインストールが不要なこと、アクセス時点のサーバ上で稼働している最新のデータ、システムを利用可能なこと、HTML/CSS とスクリプトにより、リッチな UI を比較的簡単に実装できることといった利点が得られ、本システムに適していると判断した。

OCR は画像データを分析し、文字の認識、抽出を行う機能である。スキャナで読み取って生成された PDF データは単なる画像データであるのに対して、検索に使われる各種条件は文字データや数値データであるため、そのままでは照合が不可能である。そのため、図 2 に示すように求人票から文字を読み取り、文字データとして求人票との紐づけを行う必要がある。

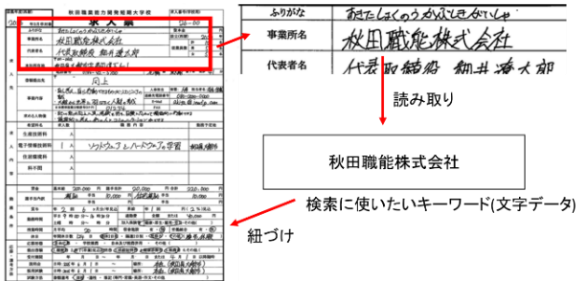


図 2 求人票からのデータ抽出

この作業を手作業で行うことを考えると、検索で使われうるデータを全て求人票から読み取り手入力することが必要になる。OCR の導入により、キーワード等を文字データとして抽出することができ、自動化することができる。

4. システムの構成

本システムの最終的な構成を表 1 に示す。

表 1 システムの構成

言語	Ruby 3.2.2
フレームワーク	Rails 7.1.5
DBMS	MySQL 8.0
スキャナ	ScanSnap ix1600
OCR ソフト	YomiToku
OS	WSL2:Ubuntu 24.04
コンテナ	Docker

Web アプリケーションの構築において多数実績がある Rails フレームワーク及び Ruby 言語を使用した。

5. 登録システム

開発初期の登録操作画面を図 3 に示す。

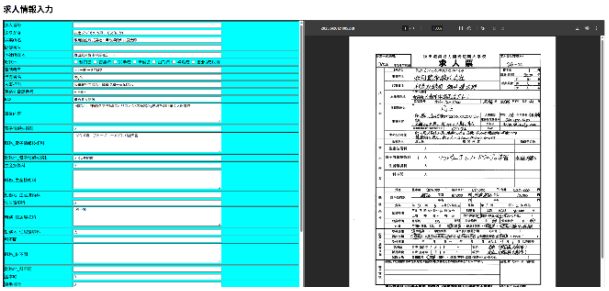


図 3 製作初期の登録操作画面

画面左に入力フォーム、右に登録する求人票の PDF ファイルが表示されており、入力フォームには、DB 側で設定されたデータ項目が列挙されている。各データ項目に対応した入力欄には、OCR ソフトにより読み取られた文字データがあらかじめ入力済みとなっているため確認作業だけで登録を完了できる。OCR で読み取ったデータがどの項目に該当するかについては、例えば求人票の「企業名」と書かれたマスの隣で検出された文字を企業名として扱うなど、求人票の項目名との位置関係により把握する形となっているため、就職支援アドバイザに協力を仰ぎ、求人票のフォーマットを変更し、把握を容易にできるように対応を行っている。

求人票のフォーマットを図 4 に示す。

募集年度(西暦) 2026 年3月卒対象	秋田職業能力開発短期大学校 求人票	求人番号(学校用) 26-00
ふりがな	あきたしょくのうかぶしきがいしゃ	資本金 1円
事業所名	秋田職能株式会社	設立(西暦) 2020年
代表者名	代表取締役 細井 達太郎	従業員数 計 10 名 男 5 名 女 5 名
本社所在地	〒017-0805 秋田県大館市字扇田道下6-1	
	電話番号 0186-42-5700	花輪線 東大館駅下車 徒歩 419
書類提出先	同上	
事業内容	・自ら考え、自ら行動できるものづくりエンジニアの育成 ・大館から世界に羽ばたく人財の育成	人事担当 部署:人事 担当者名:高杉 悠輔 連絡先電話番号 080-0000-0000 E-Mail akita@jeedip.com
	日本標準産業分類番号(5ケタ) 1234	FAX
求める人物像	自己の能力向上に強い意欲を持ち、目標に向かって積極的に行動できる 論理的に考え、他の人とコミュニケーションができる	

求人内 希望科名	求人数	職務内容	勤務予定地
生産技術科	人		
電子情報技術科	1人	ソフトウェア、ハードウェアの学習	秋田県大館市
住居環境科	人		

図 4 変更したフォーマット

この状態でも求人票の登録は可能だったが、課題も多かった。いくつか例を挙げる。

・過去に求人をいただいた企業からの求人についても、一通りの情報を入力する必要があり手間がかかるうえ、企業名にスペースを入れるだけで違う企業として登録されてしまうため、同一企業が重複して DB 内に存在してしまう。

・職種について、テキストで入力する形式であるため、「プログラマー」「プログラマ」等いくつかのパターンで登録されることで検索に漏れが生じる。

これらの課題に対応すべく、改修を行った。

改修後の登録画面を図 5 に示す。全体的に単なるテキスト入力ではなく、直感的な操作ができる構成を目指して改修している。

図 5 改修後の登録操作画面

企業情報の登録部分の例を図 6 に示す。企業情報については、DB に存在する企業を検索し、過去の企業情報を流用することができるようにした。

「TomSelect」ライブラリを導入することにより、プルダウンメニューから選択を行うことができ、企業名やふりがなによる絞り込みが可能となっており、快適な入力を提供している。

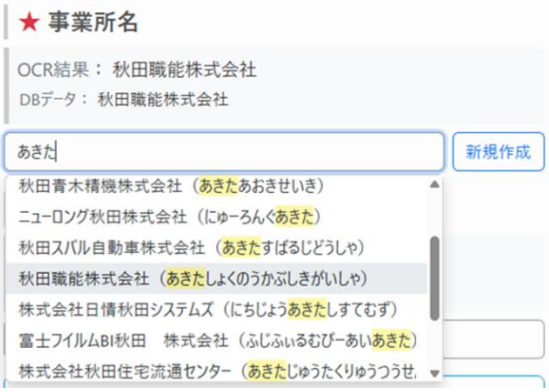


図 6 企業情報登録部分の例

職種登録部分の例を図 7 に示す。職種については、各科ごとに主要な職種カテゴリを用意し、そこから選択して求人票に紐づける形式とした。

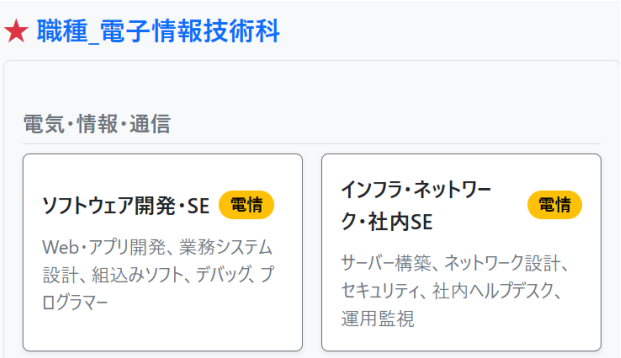


図 7 職種登録部分の例

求人票に記載された職種と用意したカテゴリの紐づけは行っていないため、自動入力を行うことはできないが、表記ゆれの問題を解消できることと、企業によって職種の表現が大きく異なることから、そもそもの紐づけが難しく、トータルでの利便性は向上していると判断した。

6. 閲覧システム

求人票の閲覧画面を図 8 に示す。

図 8 求人票閲覧画面

登録済みの求人が一覧表示されており、求人番号をクリックすることで詳細ページに移行でき、詳細ページから PDF 化された、実際の求人票閲覧画面に移行できる。検索ボタンを押すことで、サイドメニューとして検索メニューが表示され、勤務地や職種による絞り込みができる。例を図 9 に示す。

図 9 検索用サイドメニューの例

また、システムに蓄積された求人情報の活用として、統計ページの実装も行った。図 10 に統計画面を示す。

図 10 統計画面

各科ごとの地域別の求人数や、県内、県外での平均給与など、就職支援を行う際のベースとなる情報を表示することができる。

7. コンテナ

本システムは、数年にわたって製作を続けていたが、ライブラリのバージョンが古くなってしまい、ダウンロードが困難なケースや、チーム内でライブラリに差異があり、協力しての開発が困難になるなど、環境構築の問題が多く起こった。そのため、Docker を導入し、環境のコンテナ化を行った。

Docker は主として Linux 上で動作させるソフトウェアであり、各種ライブラリとアプリケーションをコンテナと呼ばれる箱にひとまとめにして動作させることができるコンテナエンジンと呼ばれるものである。複数のコンテナを同一マシン上で動作させることができるが、各コンテナは独立に動作する。仮想環境と似ているが、Linux カーネルは共用されるため、軽量な動作が実現できる。コンテナ化のイメージを図 11 に示す。

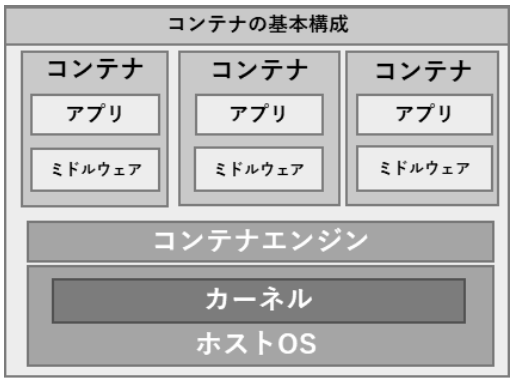


図 11 コンテナ化のイメージ

本システムにおいては、主となる登録システムと閲覧システムが稼働するコンテナと、DB が稼働するコンテナ、OCR ソフトが稼働するコンテナを用意し、Windows Subsystem for Linux 2(WSL2)上で 3 つのコンテナが稼働する構成としている。コンテナ同士の連携が必要な場面では、コンテナ間で TCP/IP 通信を行い、連携を行っている。

Docker の導入により、チーム内での環境によるトラブルをほぼ無くすことができ、今後さらに開発を行う場合にも速やかに環境を構築できるようになった。さらには、本システム本番環境に展開する場合にも、ターゲットとなるマシンにコンテナを展開すれば展開時のトラブルを最小限に抑えられる。

8. おわりに

3 年間の総合制作実習で計 6 名の学生とともに考えながら、就職支援で実用可能なレベルのシステムが構築できたと考えている。取り組んでくれたメンバー全員が苦労をしながらも、後輩の役に立てばという思いで、様々なアイデアを出しながら取り組んでくれた。学生の努力と創意工夫に敬意を表したい。

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

鉄筋コンクリート造階段の設計・施工における課題と対策

―開発課題を通じた実践報告―

松下　貴博*1

Challenges and Measures in the Design and Construction of Reinforced Concrete Stairs
- A Practical Report through the Development Project -

MATSUSHITA Takahiro *1

要約 RC 造模擬家屋 2 棟を接続する鉄筋コンクリート造階段の設計・施工を検討した。RC 造階段は複雑な立体形状・過密配筋・狭小型枠内部という施工困難を有し、課題特定と対策の有効性検証を目的とする。3D モデルによる配筋干渉の事前排除、蓋型枠による充填圧保持、内部振動機と木づち叩きの併用により、寸法誤差±3mm 以内、全測定点でかぶり厚さ 40mm または 50 mm を確保し密実な充填を達成した。以上から本施工手法の有効性を実証した。

1. はじめに

本稿は、2025 年 7 月から同年 12 月にかけて、建築施工システム技術科応用課程において実施した開発課題の実践報告である。本課題では、標準課題実習「鉄筋コンクリート構造施工・施工管理課題実習」と並行し、鉄筋コンクリート構造（以下、RC 造）階段の設計および施工に取り組んだ。

本開発課題では、標準課題である RC 造模擬家屋 2 棟を接続する梁、スラブ、および階段の設計・施工を対象とする。階段は段差および勾配を有するため、平坦な床と比較して転落および転倒事故の発生リスクが高い。

設計段階では、安全性およびユニバーサルデザインを設計要件として設定した。

一方、施工面では、複雑な立体形状、過密な配筋、および狭小な型枠内部などの要因が、コンクリートの密実な充填を阻害する。そのため、品質確保に向けた具体的な技術的対策を講じた。

本稿では、RC 造階段設計の基本理念と構造形式を整理し、型枠・配筋・打設の各工程における課題と解決策を記述する。本開発課題は、標準課題を基盤とした応用研究であり、実践を通じた施工技術・技能の高度化と体系化を目的とする。

2. 設計・施工の方針

転倒・転落事故を防止するため、設計段階では安全性の確保を最優先とし、建築基準法に準拠した踏み面および蹴上げ寸法を確保した。滑り止め、手すり、視覚障害者用ブロックなどの仕上げ部材は、実習時間および躯体工事への集中を優先する観点か

*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

ら施工範囲外とした。また、高齢者や障害者に配慮した緩やかな勾配や通行に支障のない有効幅員を確保するなどのユニバーサルデザインを取り入れた。

3. 階段の基本構成要素と主要な構造形式

3.1 階段の基本構成要素

主な構成はスラブ、段鼻、蹴上げである。階段スラブの厚さは、床と同様に 150mm 以上を基準とする。一般に、段鼻には滑り止めを設置する。設けない場合は、欠け防止のために面取りを施す。段鼻の出寸法は、つまずき防止のため、目標値を 20mm、施工上の許容上限を 30mm とした。

3.2 主要な構造形式

RC 造階段の主な構造形式には、片持ち階段とスラブ階段がある。片持ち階段は、壁や桁から段板を個別に支持する形式で、蹴込み板を持たないことによる開放的な形状と、直線的な構成が特徴である。支持壁厚は 180mm 以上、段板厚は 150mm 以上を標準とし、配筋時は支持壁内の受け筋設置や主筋定着長さは、建築工事監理指針に基づく所定の長さである L2 以上を確保する。スラブ階段は、上下階の梁や床に支持される形式であり、水平スラブとみなして計算するためスラブ厚は大きくなる傾向がある。スパンが長い場合は小梁で補強するが、その際は取り合い部の断面欠損に注意が必要である。その他、斜め梁で支持することで構造部材を隠蔽する「斜めばり方式」などがある。

4. 設計条件

本設計では、図 1 および図 2 に示す既往の施工事例をモデルとして設計検討の対象とした。図 1 に示す栗原文化会館ホール棟 1 階ホワイエは本校の行事会場であり、学生が構造を定期的に観察できる環境にあることから、施工事例としての再現性が高く、教材として採用した。図 2 に示す香川県庁東館 1 階ピロティは、RC 造における力学的合理性と意匠性を併せ持つ丹下健三氏設計の代表的な建築物であり、スラブ階段の構造特性を理解するための参照事例として位置づけた。これら二つの事例の構造的特徴を整理し、本課題の設計条件を設定した。

図 1 栗原文化会館ホール棟の例、2025 年 4 月 3 日撮影

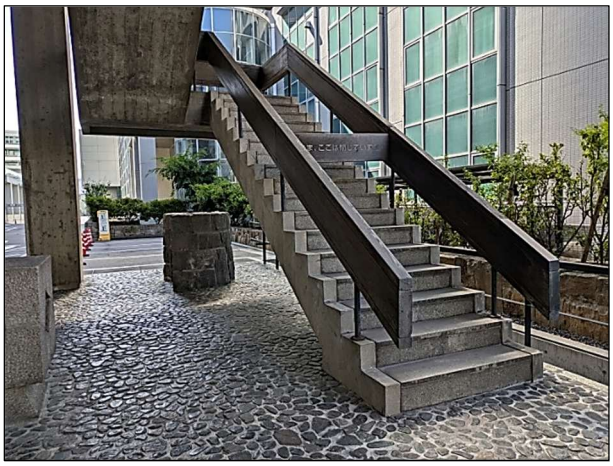


図 2 香川県庁東館の例、2025 年 8 月 3 日撮影

5. 施工条件

5.1 蹴上げ、踏み面および全長の設計

本設計の対象とする躯体階高は、1 階スラブレベル（以下、1SL）から 2 階スラブレベル（以下、2SL）までの 2500mm である。階段寸法の決定にあたり、本実習の階段と同様に昇降頻度が高く不特定多数の利用を想定する共同住宅の共用階段に関する基準（建築基準法施行令第 23 条）を参考とし、蹴上げ寸法を 180mm 以下、踏み面寸法を 220mm 以上と設定した。これに基づき段数および蹴上げ寸法を検討した結果、12 段の場合の蹴上げは 208.3mm、13 段の場合は 192.3mm となり、いずれも目標値 180mm を超過して基準を満たさないため採用しなかった。一方、14 段とした場合は 178.57mm とな

り設計基準に適合するため、段数を 14 段、蹴上げ寸法を 178.57mm と決定した。次に、この蹴上げ寸法 R に基づき踏み面寸法 T を検討した。踏み面を 250mm と設定し、昇降の円滑性を確認する算定式「2R＋T」に代入すると 607mm となり、快適性指標として一般に用いられる 600mm～650mm の範囲内に収まることを確認した。以上の検討結果から、踏み面寸法を 250mm、段鼻の出を 20mm と決定した。決定した蹴上げ 178.57mm・踏み面 250mm に基づき水平投影距離の全長を算出した。最上段は 2SL と一致するため踏み面数は 13 箇所となり、階段に必要な水平方向の長さは 3250mm となる。

5.2 階段幅員と型枠構成

階段幅員は、型枠材料の経済性と施工性を考慮して決定した。底板にはサイズ 900mm×1800mm の定尺コンクリート型枠用合板を用い、その短辺 900mm を階段幅として無加工で使用すると決定した。型枠の構成は、底板の上に厚さ 60mm の合板と桟木からなる側板パネルを建て込む仕様とした。

この仕様を採用した結果、階段の有効仕上がり幅は、900mm から両側の側板厚さ 60mm を減じた 780mm となる。この幅員は、成人 1 名の通行動線としては支障がないが、2 名が同時に通行するための必要幅員は満たしていない。本課題では施工技能の習得を主目的とし、設計基準および施工条件を満たす寸法を採用した。

また、一般的な 900mm 幅の施工法である『底板 1 枚仕様』を習得することで、図 1 に示すような底板を並列配置した広幅員階段への応用が可能となる。

5.3 配置計画と手すりの施工

実習課題である RC 造平屋建て躯体 2 棟の間隔は、1500mm と設定した。全幅 900mm の階段型枠に対し、両側に各 300mm、合計 600mm の作業スペースを確保した。

一方で、手すりについては、図 1 および図 2 と同様に支柱を用いた縦桟形式として計画した。通常の施工手順では、打設前に踏み面型枠へインサート金物を埋め込む計画とする。

しかし、本実習では限られた時間内で躯体施工の完遂を最優先とするため、インサート金物の埋め込みおよび手すりの取り付けは対象外とした。

5.4 構造形式とスラブ厚

本階段の構造形式は、段板とスラブが一体となった「スラブ階段」とした。階段の構造耐力を決定するスラブ厚、すなわち有効厚については、踏み面と蹴上げの入隅からスラブ底面、いわゆる段裏までの最短距離を 180mm と設定した。

5.5 踊り場の計画

最上段である 14 段目から続く 2SL レベルの踊り場のスラブ厚に関しては、接続する本体建物の 2 階床スラブと同一の寸法に設定し、構造的な連続性を確保した。また、この踊り場は左右の 2 棟の躯体を連結する「渡り廊下」としての機能を持つ。そのため、通行に必要な有効奥行きとして 800mm を確保するとともに、スラブの支持および補強のために小梁を設けることとした。このため、14 段目は、3 辺固定スラブとして配筋を計画した。図 3 に以上を踏まえた躯体計画パース図を、図 4 に端太パイプやフォームタイなどを考慮した型枠支保工計画パース図を示す。また、図 5 および図 6 に階段部分を限定して示す。

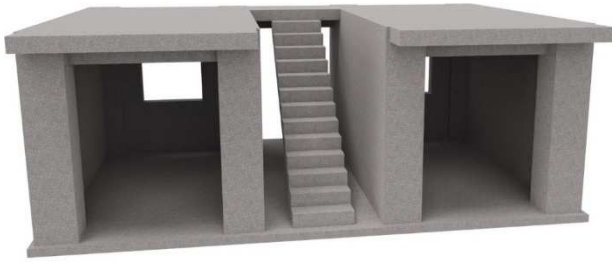


図 3 躯体計画パース図（全体）

図 4 型枠支保工計画パース図（全体）

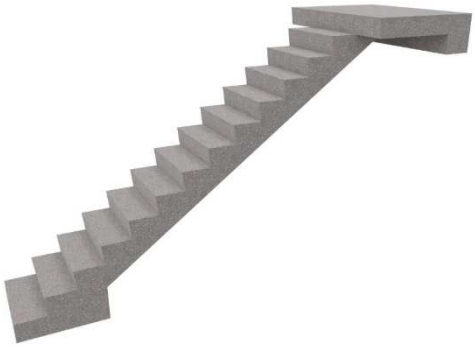


図 5 躯体計画パース図（階段部）

図 6 型枠支保工計画パース図（階段部）

5.6 配筋計画

配筋計画として、本階段を上下階で支持される「2 辺固定の傾斜スラブ」と仮定して設計を実施した。鉄筋の定着長さおよびかぶり厚さについては、『建築工事監理指針上巻令和 4 年版』第 5 章「鉄筋工事」の規定に適合する数値を確保した。

階段の各部寸法および鉄筋の配置および上下の相互関係を図 7 に示す。具体的なかぶり厚さは、コンクリートの耐久性確保を目的として、部位ごとにかぶり厚さを設定した。土に接しないスラブ底面および側面は 50mm、踏み面および蹴込み面は 40mm である。特に踏み面および蹴込み面については、構造体かぶり厚さ 40mm の外側に、別途 10mm のモルタル仕上げ厚を見込んだ寸法設定とした。

使用する鉄筋は、主筋・配力筋ともに D13 を選定する。主筋は、スラブ内に上端筋と下端筋を配置する複配筋工法を採用した。施工性と構造の一体性向上のため、1 段目から 14 段目まで継手のない「通し配筋」を採用した。これに伴う主筋の切断長さ（加工寸法）は、施工図の作図結果に基づき、上端筋を 4745mm、下端筋を 4788mm と決定した。一方、配力筋については主筋の内側に配置し、その切断長さは、階段有効幅員 780mm から、両側面のかぶり厚さ 50mm の 2 倍を控除し、680mm と決定した。

また、段鼻および入隅の形状保持とひび割れ防止のため、段形状に合わせて屈曲させた「稲妻筋 D10」を配置した。稲妻筋を全長にわたる一通し配筋とした場合、加工精度の維持と施工困難が懸念された。そのため、本計画では鉄筋を 4 段分ごとのユニットに分割し、4 段目、7 段目、10 段目、13 段目の各位置において重ね継手を設けることとした。このユニット 1 つあたりの鉄筋切断長さは、踏み面および蹴込みの直線部と曲げ加工部の合計により 2078mm となる。ユニット長を約 2m としたことで、複数人による運搬および設置が可能となり、狭隘な型枠内での作業時間を短縮できた [1),2),3)]。稲妻筋の継手長さについては、階段における段形状 1 つ分である 1 山を重ね合わせることで確保する計画とした。D10 の必要継手長さ 40d、すなわち 400mm に対し [4)]、本設計における階段 1 段分の展開長さ（定着有効長）は、踏み面直線部 245.06mm、蹴込み直線部 183.25mm、および曲げ加工部 52.08mm の合計により 480.39mm と算出される。この値は必要継手長さである 400mm を上回っていることから、本計画の重ね継手において、基準を満たす定着性能が確保されている。図 8 に、階段の幅方向（短辺方向）における断面配筋詳細を示す。本図においては、有効幅員 780mm 内での左右のかぶり厚さ確保状況、ならびに配力筋、稲妻筋、主筋および補強筋の配置位置（割付）を明示した。主筋の配置については、配筋間隔が原則として 100mm から 150mm の範囲に収まるよう計画し、中心振り分けによる左右対称で 6 列とした。特に、構造的な応力が集中しやすい最上段である 14 段目と、2SL レベルにある踊り場スラブとの接続部においては、コンクリートのひび割れ防止および構造一体化を図るため、補強筋を追加で配置した。この補強筋には D13 を選定し、その曲げ加工角度は階段勾配に合わせて 35.54° と設定した。また、定着長さ L2 は 500mm と設定した。この寸法は、D13 の必要定着長さである 35d（455mm）を満たす値である。

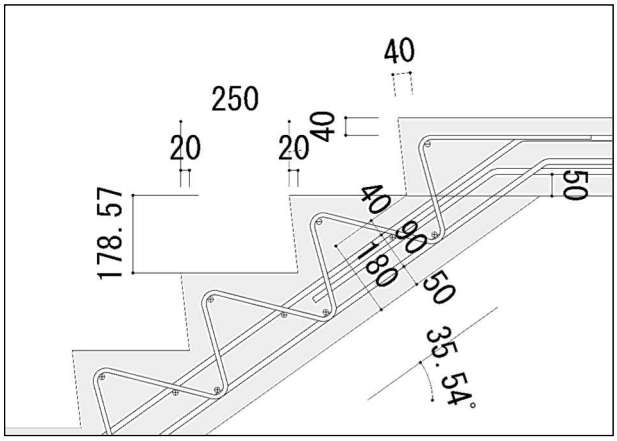


図 7 配筋詳細図（長辺方向断面）

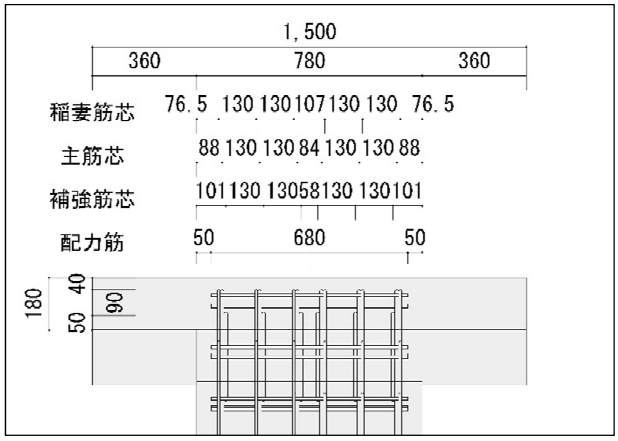


図 8 配筋詳細図（短辺方向断面）

6. 施工プロセスの詳細

6.1 型枠工事

階段の型枠は、水平面と傾斜面が接続し、かつ周囲の躯体と取り合うため、精密な寸法整合性が求められる。形状処理が複雑であるため、本作業は型枠工事の中で最大の工数を要した。

まず、階高、踊り場、蹴上げおよび踏み面などの詳細寸法を記載した施工図を作成した。作図にあたっては、BIM ではなく、図 3 から図 6 に示す 3D モデルデータを 2D 汎用 CAD へ移行する手法を採用した。

この手法を選定した理由は、3D モデル上で鉄筋の収まり具合（干渉の有無）を事前に検討して施工時の「納まらない鉄筋」を排除すること、データの再入力に伴う人為的ミスを防止すること、および図面間の整合性を確保することの 3 点である。

次に、施工図に基づき、型枠用合板に現寸で墨付けした。電動丸のこで各部材を切り欠き、ドリルでセパレータ固定用の孔をあけた後、補強用桟木を N38 釘でピッチ@150mm に釘打ちして固定しパネル化した。なお、パネル化した型枠相互を接続する釘は N65 を使用した。

図 9 に左右側面パネルの製作状況を示す。手前は第 4 段から第 8 段、奥は第 9 段から第 13 段のパネルである。図 10 は、第 1 段から第 3 段のパネル製作状況、および階段部の底板パネル 2 枚を裏返した状態である。

現場での建て込みに先立ち、全パネルを仮組みして段の連続性を確認した。その後、部材を分解し、現場にて側板や底板を建て込んだ。この状況を図 11 に示す。

施工順序として、まず段裏と呼ばれる階段スラブ裏面の支持部となる 2 棟接続用の小梁、および 14 段目の踊り場の型枠を設置した。図 12 にその状況を示す。その後、段裏の型枠を施工した。この施工順序は、荷重伝達経路を確保する観点から、RC 造階段施工において一般的に採用されている手順であ

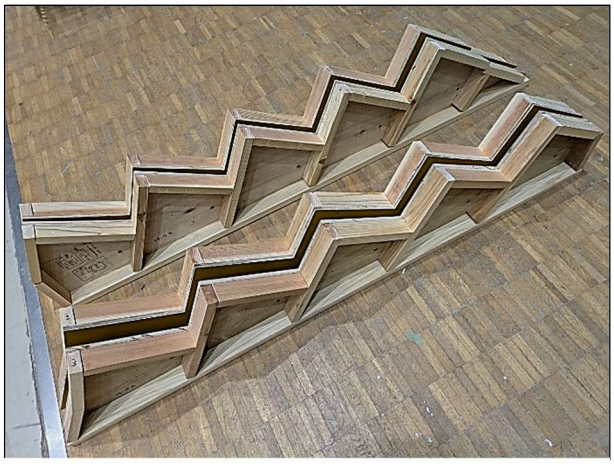


図 9 側面パネル 4～8 段（手前）、9～13 段（奥）

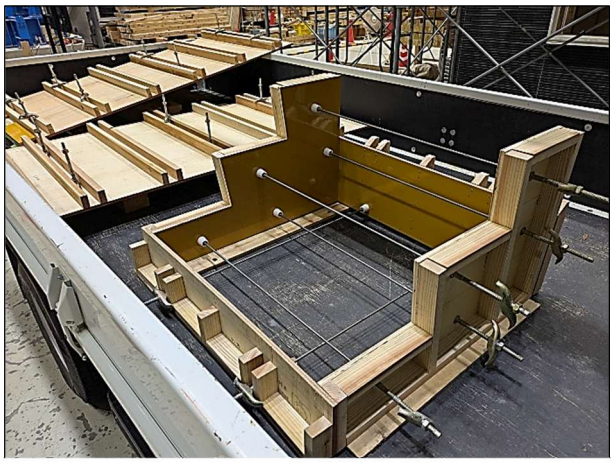


図 10 底板パネルと側面パネル（1～3 段）

る。階段傾斜に合わせて組んだ段裏型枠は、自重による沈下を防ぐため、パイプサポートを用いて支持した。コンクリート打設時には、側圧や流動に伴う型枠の水平移動や浮き上がりが懸念された。

そこで本実習では、支保工の座屈や倒壊を防ぐため、根がらみとなる水平つなぎや筋かいを設置した。

図 11 底板パネルの施工状況

6.2 鉄筋工事

階段の配筋は、順序を誤ると鉄筋が干渉して挿入できないおそれがある。そのため、事前に組み立て手順を計画し、各鉄筋の配置位置をペイントマーカーでマーキングした上で作業を開始した。

型枠の建て込みにあたっては、左側パネルのみを先行して設置し、右側パネルは配筋完了まで開放した状態とした。傾斜したスラブ底板上での直立作業は足元が滑りやすく転倒の危険性があるため、作業時は右側パネルを仮固定して足場板を設置し、安全を確保した。配筋時には右側面を一時的に開放して外部からの鉄筋組立を可能にすることで、転落リスクを排除しつつ施工性を両立させた。

配筋は以下の手順で実施した。まず、下端主筋 D13 を配置するにあたり、かぶり厚さを確保するために高さ 50mm の鋼製バーサポート（型枠接触面にポリエチレン被膜による防錆処理済み）を長さ 700mm に切断して設置した。バーサポートは傾斜により単独では滑落するため、セパレータに結束して固定した。次に、段形状に合わせて屈曲させた稲妻筋 D10 を下端主筋に添えて結束し、下端配力筋 D13 を下端主筋の上側に挿入して結束した。各鉄筋の上下関係（重ね順）を図 7 に示す。

また、チェーンとターンバックルを用いて型枠を躯体と緊結し、変形を防止した[5]。

さらに、パイプサポートの水平台板と傾斜した型枠の接続部には、角度調整用の木材を製作して挟み込んだ。これにより、角度の不一致による隙間を解消し、荷重を確実に伝達させた。

図 12 踊り場部の底板（14 段）

続いて、上端主筋 D13 を配置するため、高さ 130mm の鋼製バーサポートを設置した。その上に上端主筋を載せ、上端配力筋 D13 を主筋の下側に挿入して結束した。なお、階段主筋は通し配筋であるため、踊り場スラブの上端筋を先行して配置すると主筋の挿入が不可能となる。また、上下の主筋間には補強筋を配置する必要がある。そのため、図面上で鉄筋の取り合いを事前に検討し、階段主筋の定着を完了させてから踊り場上端筋を配置した。

次に、稲妻筋の下側に段鼻筋 D13 を挿入して結束した。最後に踊り場部分の上端筋を配置し、配筋作業を完了した。

配筋完了後、仮置きしていた右側パネルを所定の位置に設置し、長さ 780mm のセパレータを挿入して左右パネルの間隔を固定した。また、左右パネルと稲妻筋の間には、かぶり厚さを確保するために高さ 70mm のドーナツ型スペーサを配置した。各鉄筋の左右関係を図 8 に、この時点での状況を図 13 に示す。

なお、構造的一体性の観点からは稲妻筋の通し配筋が望ましいが、本課題のような狭隘な部位では施工が困難なため、設計計画どおり重ね継手を採用した。組み立てにあたっては、型枠と鉄筋の位置関係を正確に把握するために自作の定規を使用した。これにより配筋位置の視認性が高まり、重ね継手によ

る鉄筋位置の微調整も容易となった結果、型枠との干渉を防ぎ所定のかぶり厚さを確保できた。型枠閉鎖前の全数検査において、所定のかぶり厚さが確保されていることを確認した。

内部の検査後、蹴込みおよび踏み面の型枠を建て込んだ。続いて端太パイプを用い、左右方向、上下方向の順に締め付けた。最後に、階段幅およびスラブ厚さが設計寸法と一致していることを確認した。なお、打設に先立ち、雨雪を防ぐため 14 段目の踊り場をブルーシートで養生した。この状況を図 14 に示す。

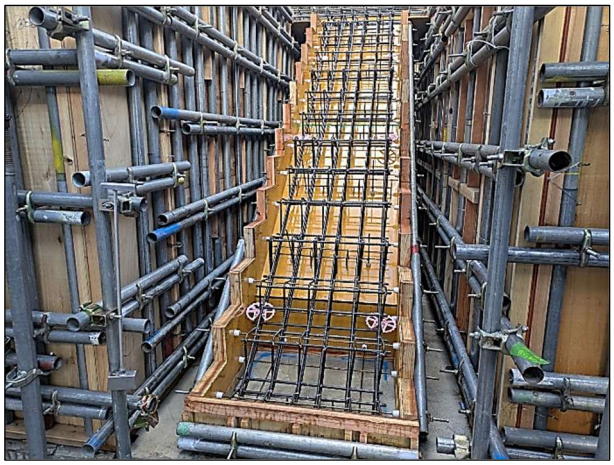


図 13 階段配筋の施工状況

6.3 コンクリート工事

蹴込みおよび踏み面には、コンクリートの漏出防止と充填圧維持のため、上蓋となる踏み面板を設置した。踏み面板の左右段鼻角から 50mm の位置に直径 12mm の空気孔を設け、空気排出を促進するとともにセメントペーストの流出を目視して充填完了を確認した。

使用したコンクリートは、レディーミクストコンクリートの呼び名「24-18-20 N」である。これは、呼び強度 24N/mm²・スランプ 18cm・粗骨材の最大寸法 20mm・普通ポルトランドセメント（JIS A 5308）の普通コンクリートを示す。打設は踊り場スラブから開始し、上段から下段へ順次進めた。スランプは 18cm に設定し、流動性を確保しつつ打設時の過度な流下を抑制した。

締固めは内部振動機と木づちを併用した。内部振動機を直接挿入できる部位は上段部に限られるため、下段部については型枠外部から木づちにより振動を与えた。打設時の打音検査では、下段中央部において空洞音が確認された。しかし、目視検査ではジャンカおよび未充填部は認められず、構造的な内部欠陥の存在は確認されなかった。空洞音の原因としては、型枠合板とコンクリート界面の残留気泡による接触不良、または硬化初期の沈降が考えられるが、現時点では確証を得ていない。

コンクリート打設時の側圧による変形を防ぎ、寸法精度と表面平滑性を確保するため、押さえ端太を用いて型枠を強固に固定した。底板と踏み面の固定には長さ 300㎜ のセパレータを用いた。この際、底板側には通常のコーンを使用したが、踏み面側には傾斜面での型枠面密着性を高め打設時のセメントペースト漏出を防止するとともに、脱型後の仕上げを考慮してテーパー型 P コーンを採用した。以上により型枠工事を完了した。

図 14 打設直前の施工状況

以上の知見を踏まえ、今後の対策として、流動性向上のためスランプを 21cm 程度まで増大させること、上蓋中央部への空気穴の追加、および内部振動機の挿入が可能な型枠構造への改良が有効と判断した。仕上げ工程では、踊り場部分は上蓋を設置せず金ごてで表面を仕上げた。一方、踏み面については型枠が即時脱型に対応していないため、金ごて押さえを実施できなかった。表面平滑性と寸法精度の向上には、即時脱型を可能にする型枠設計への改良が求められる。

7. 実践結果と考察

本稿では、RC 造模擬家屋を接続する階段の設計・施工を通じて得られた成果と課題を考察する。

脱型後の寸法誤差は±3mm 以内であり、建築工事標準仕様書（JASS 5）に規定する許容差の範囲内に収まった。電磁誘導法による全測定点でのかぶり厚さ 40mm および 50mm の確保と、密実な充填を確認した。これらは、配筋干渉の事前排除・蓋型枠の設置・内部振動機と木づち叩きの併用が複合的に寄与した結果である。また、学生は施工着手前に 3D モデル上で干渉部位を自ら特定し、施工手順を主体的に検討する能動的学習態度を示した。一方、下段中央付近での空洞音確認と型枠加工の工数増大が残課題として挙げられる。今後は、スランプ値増大と型枠構造改良を実施した第 2 施工サイクルにより、各改善策の効果を定量的に検証する。

8. おわりに

図 15、図 16 に脱型後の躯体、全体および階段部を、また図 17 に背面、図 18 にスラブとの接合部を示す。本実習を通して学生が習得した能力を以下に示す。なお、施工データは実践的教材として活用できる。

- 3D モデルによる干渉チェックと施工手順の主体的立案（BIM 的設計プロセスの習得）
- 型枠の設計・製作・建て込み
- かぶり厚さ管理を伴う鉄筋組立
- 打設・締固め・品質確認

[参考文献]

1) 全国鉄筋工事業協会：鉄筋技能士教育テキスト（平成 28 年度版）、2016 年、pp.86-88
2) 全国鉄筋工事業協会：鉄筋工事加工手順書（2012 年版）、2012 年、pp.49-51
3) 全国鉄筋工事業協会：鉄筋工事配筋要領書（2019 年版）、2019 年、pp.254-268
4) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説 第 6 版、2021 年 3 月、pp.265-267
5) 建設業労働災害防止協会：型枠及び型枠支保工組立て・解体工事の作業指針 作業主任者技能講習テキスト 改訂 5 版、2025 年 4 月 8 日

図 15 脱型後の全体

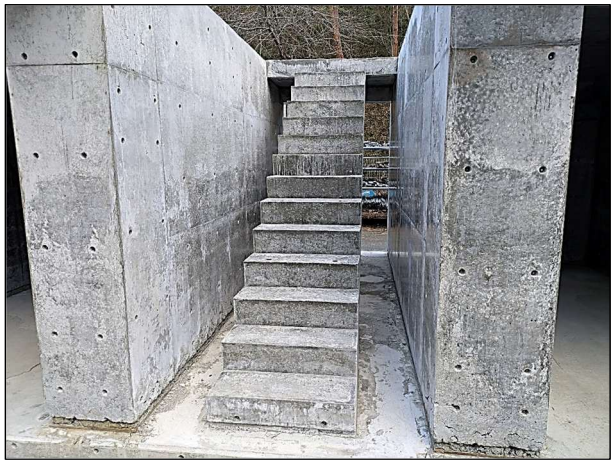


図 16 脱型後の階段

図 17 脱型後の背面

図 18 スラブとの接合部

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

「岩手県紫波町旧蚕種製造所」実測調査報告

星野　政博[*1]

A Study on “"Iwate Prefecture Shiwa Town Former Silkworm Egg Production Plant" Field Survey ”

HOSHINO　Masahiro[*1]

要約　本稿では、学生の総合制作実習として共に取り組んだ活動記録として報告する。この課題に必要とされる能力は、大きく分けて、実測調査の技術習得・アンケートや聞き取り調査手法の習得・文献資料の収集・実測図面の作成・図面の解読（寸法読み取り等）・構造模型の製作・復元図面の作成・スケジュール調整の能力等である。建築空間認識の能力向上を目的としてこの課題を設定した。岩手県紫波郡紫波町に残る「旧蚕種製造所」に着目して、実測調査した事例を報告する。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等について提案する。この実測調査を通じて、これからの地域再生の新たな知見を得ることができた。

１．はじめに

本稿では、学生の総合制作実習として共に取り組んだ活動記録として報告する。この課題に必要とされる能力は、大きく分けて、実測調査の技術習得・アンケートや聞き取り調査手法の習得・文献資料の収集・実測図面の作成・図面の解読（寸法読み取り等）・構造模型の製作・復元図面の作成・スケジュール調整の能力等である。建築空間認識の能力向上を目的としてこの課題を設定した。岩手県紫波郡紫波町に残る「旧蚕種製造所」に着目して、実測調査した事例を報告する。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。

岩手県紫波郡紫波町との地域連携、および岩手県旧蚕種製造所保存のための実測調査支援の一環として、復元図面の作成・構造模型製作等に取り組むこととした。総合制作実習課題として取り組むことで、専門的知識・技術・ヒューマンコンセプチュアルスキルを養うことを目的とした。

また、旧蚕種製造所の歴史・機能・役割と近代化産業遺産に関する考察を行う。また、将来管理者がいなくなってしまうことで取り壊される可能性のある、歴史的価値がある近代建築物の実測調査を行う。復元図面の作成・模型作成を通して建物の構造への理解を深め、それを調査する技術を向上させることを目的とする。

２．　蚕種製造所の機能・役割

蚕種製造所とは蚕の卵を製造・管理・販売する施設である。主に明治時代から昭和初期にかけて、日本の養蚕業の発展とともに

各地に設立された。蚕種製造所の役割として蚕種の生産と管理があげられる。優良な蚕を選別し、卵を採取保存している。品種改良を行い、より高品質な蚕種を作り、羽化の時期を調節し適切な状態で養蚕農家に供給する役割がある。

蚕種製造所の設備と建築の特徴として以下のことがあげられる。

① 温湿度管理が重要なため、断熱性・通気性に優れた建物構造である。
② 一部の製造所では石造りや土蔵造りが採用され、火災に強い設計である。
③ 大規模な蚕種製造所では、卵を保存する「蚕種貯蔵庫」や、選別・管理を行う作業場が併設された。

2.1 蚕糸業の流れ

蚕糸業には主に、蚕蛾(さんが)から卵を採取する蚕種業、蚕が繭になるまで飼育する養蚕業、繭から生糸を製造する製糸業の3つに分けられる。

蚕糸業の流れを以下に記す。

① 繭切り・雄雌鑑別(蚕種業)

蚕は蛾になる準備ができると繭から出てくるため、蛾になる前に繭切りをして、繭から蛹を出す。その際に、雄雌の鑑別を行う。その後、品種別、雄、雌別に蛹体保護を行う。

② 羽化・交尾(蚕種業)

蛹は脱皮をして蛾となる。その後、産卵台紙の上にメス蛾を整然と乗せて、その上から雄蛾を混ぜ交尾を行う。

③ 産卵(蚕種業)

交尾の後、数時間すると雌蛾は糊引きした特製の産卵紙の上に400～500個ほどの卵を産む。卵は温度調整などをして保護し、翌年の羽化に備える。

④ 給桑・除沙(養蚕業)

蚕は通常、桑を食べて成長する。蚕が食べ残した桑やフンは蚕網を使って取り除く。養蚕農家は蚕が病気にならずいい繭ができるよう温度や湿度に気を配る。

⑤ 収繭(養蚕業)

蚕が糸を吐き始め、繭を作る準備ができたら族に移し、繭づくりが始まる。また、尿や体液などで汚れず、形の良い繭ができる「回転まぶし(図1の格子状のもの)」が使われるようになった。収繭の状況を図1に示す。

図1　収繭の様子

⑥ 乾繭・貯繭(養蚕業)

養蚕農家から運ばれてきた繭は、蚕蛾が繭から出てきて穴をあけないよう、またカビなどができないようにするために、乾燥させ蛹を殺して長時間保存できるようにし、繭蔵で貯蔵される。図2参照。

図2　乾繭・貯繭の様子

⑦ 煮繭(製糸業)

繭から生糸を取るために、繭を湯で煮て、繭糸の解れをよくする。一つの繭か

ら、品質の良い生糸をできるだけたくさんとりたい製糸家にとって、煮繭は重要な作業だった。

⑧ 操糸(製糸業)

繭を煮たら、一つの繭から一本ずつ糸を引き出し、それを数本集めて一本の糸にし、しっかりと抱合して生糸とする。

⑨ 揚返(製糸業)

操糸を終えた小枠をそのままにしておくと糸がくっついてしまうため、小枠から生糸を乾燥させながら大枠に巻き戻す。

⑩ 出荷(製糸業)

⑪ 大枠を糸から外し、ねじりを加えたかせにして、糸が乱れないようにひもで縛って、整えて出荷する。

2.2 聞き取り調査結果

蚕種製造所の近所にお住まいの橋本清郎様(86才)がおいでくださり、以前ここでお仕事されていらっしゃったとの事で、以下のお話しを伺った。

① 建物は、昭和28、29年頃に建設された。

② そばの池は製氷のためにあり、一番奥の倉庫は氷を保存するために使用されていた。(表1.C棟を指す)

③ 最盛期は約80人の職人方が働いていた。

④ 橋本氏の父は、その当時評価の高い繭「ゼンタックス」の生みの親であり、橋本善太さんとして名誉町民であること。

2.3 紫波町・明治期からの蚕糸業の役割

聞き取り調査や文献調査により以下のことが分かった。明治時代、日本の養蚕業は国家的な産業として発展し、蚕種の品質向上が求められた。そのため、フランスやイタリアから養蚕技術を導入したことで、人工的に蚕種の管理を行う施設が増加した。埼玉、群馬、長野、山梨、岩手、福島などの養蚕地帯で多くの蚕種製造所が稼働した。20世紀後半には、多くの蚕種業が閉鎖された。近年、一部の建物は文化財として保存され、歴史資料館や観光施設として活用されている。

3. 実測調査報告

本実測調査では主に以下の4つを行う。

①対象建築物の構造の実測

②対象建築物の室内の調査

③復元図面の作成、外観透視図の作成

④1/30復元模型の作成

実測調査の結果は対象建築物の基本データや図面、模型として残すこととした。

3.1 調査建築物概要

本実測調査では岩手県紫波町にある旧岩手蚕種製造所の実測を行った。表1は実測した建物の基本情報である。図3参照。

図3 建築物の配置 敷地住所:岩手県紫波郡

表1 対象建築物・基本データ

建築年月・建物名称	
昭和28年～昭和29年頃	
A棟	旧岩手蚕種事務所 (今回調査)
B棟	旧岩手蚕種倉庫 (今回調査)
C棟	旧岩手蚕種物置 (今回未調査)
各種構造	
A棟	木造
B棟	旧補強コンクリートブロック造
C棟	同上(以降、旧補強CB造)

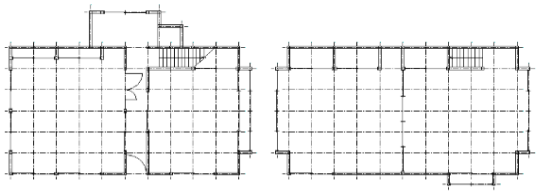
3.2 実測調査内容

2024年12月3日までの期間で合計3回の実測調査を行った。その概要を下記に示す。

①　第１回実測調査

2024 年 7 月 2 日（火）10：30～15：00

対象建築物の見学や作業内容の確認を行い、レベル等を使用し建物外周長さ等の調査を行った。その後、学校にて平面図(図４参照)、立面図(図５参照)を作成した(どちらも躯体のみ)。建築物の高さ等を実測(図６参照)したが、学校にて勾配計算を行ったところ屋根勾配に誤差が発生してしまった。原因としては土地の高低差が大きく、高低差を考慮した実測ができなかったことにあると考えられる。図面は第１回実測調査の成果として調整して作成した。



１階平面図　　２階平面図

図４　第１回実測調査 A 棟平面図

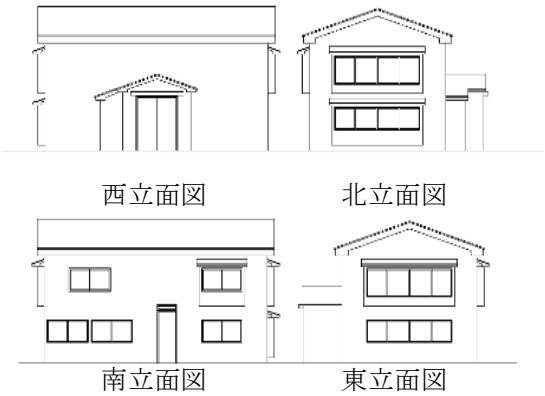


図５　第１回実測調査 A 棟立面図

図６　第１回実測調査(水準測量)

②　第２回実測調査

2024 年 9 月 17 日（火）10：30～15：00

作成した図面を元に修正を加えつつ、開口部や内部構造の調査を行った。その後、学校にて平面図、立面図の修正版を作成し、断面図（復元）を作成した。図７参照。

図７　第２回実測調査 A 棟修正後

②　第３回実測調査

2024 年 12 月 3 日（火）10：30～15：00

第１回第２回の実測調査で十分に測定できなかった屋根勾配は、５ｍの箱尺を使用し、軒高の高さを測定し、その結果から屋根勾配を求めて図面を再修正した。図８参照。

図８　第３回実測調査(箱尺使用再確認)

作成した図面を元に内部構造や室の再調査を行った。その後、学校にて各図面の修正を行い、A

棟､B 棟各室の展開図を作成した｡図 9､図 10 参照。各室内の細部まで実測し手書きで起こした図面をもとに CAD で展開図を作成した。寸法の再確認と柱間隔、断面寸法の再調整を行い、より正確な図面とした。

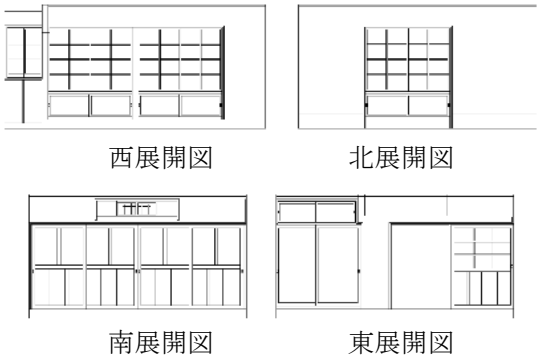


図 9　第 3 回実測調査 A 棟展開図(一部)

3.3 復元図面の作成

全 3 回の実測調査により､各棟(A 棟･B 棟)の平面図、立面図、各室展開図、断面図、詳細図等の図面を作成した。

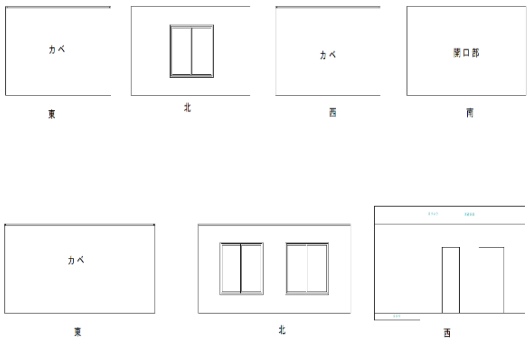


図 10　第 3 回実測調査 B 棟展開図(一部)

図 11　復元図面から作成した外観透視図

実測現場では完璧に実測したつもりでも、図面に起こしてみると抜けているところや誤差が生じ、なかなか進まないところもあったが、各作成図面は実際の建築物に近いものができた。4 人グループの共同作業により完成させることができた。図 11 は復元図面から作成した外観透視図である。

3.4　1/30 復元構造模型作成

近代化産業遺産としての旧蚕種製造所歴史とその時代の工法や構造を知るために、構造模型を作成することとした。また、誰でもが見やすい理解しやすい大きさとして縮尺を 1/30 に決定した。

構造模型作成手順は以下のとおりである。

① 敷地(配置図から作成)

② A棟構造模型(1/30)の作成

敷地と基礎・土台・大引き・根太・柱・2 階床組み・小屋組み・開口部・出窓の作成を行った。図 12 はA棟構造模型である。

図 12　A棟構造模型

③ B棟構造模型(1/30)の作成

敷地と基礎・土台・大引き・根太・柱・C 壁・臥梁(がりょう)・まぐさ・2 階床組み・小屋組み・開口部・出窓の作成を行った。図 13 参照。

図 13　Ｂ棟構造模型

図 14 は、A 棟・B 棟の全体配置模型である。

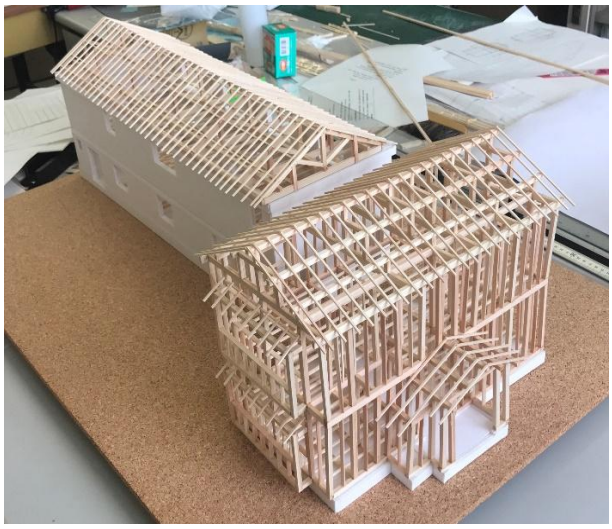


図 14　A 棟・B 棟　全体配置模型

使用材料・部材寸法図面の作成・接着方法・技術・使用工具で工夫した。模型製作用図面の作成を行い、各構造部材の材料拾いをした。

模型材料の発注リスト・コストと部材寸法積算資料は以下のとおりである。表２.表３参照。材料費用は約 7 万円であった。

表２　模型材料の発注リスト（一部）

第1弾						
購入希望品目	型番	寸法・規格	個数	メーカー・値段(例)		材料別金額合計
スタイロフォーム		A1・600×900・厚30（mm）	2	レモン画翠	¥3,080	¥6,160
スチレンボード		A1・600×900・厚2（mm）	3	レモン画翠	¥880	¥2,640
石膏テープ		100mm巾・4.5m巻	3	レモン画翠	¥528	¥1,584
ヒノキ角棒		1×4×900（mm）	50	レモン画翠	¥44	¥2,200
ヒノキ角棒		2×2×900（mm）	50	レモン画翠	¥33	¥1,650
ヒノキ角棒		4×4×900（mm）	50	レモン画翠	¥44	¥2,200
ヒノキ角棒		4×8×900（mm）	50	レモン画翠	¥66	¥3,300
ヒノキ角棒		10×15×900（mm）	10	レモン画翠	¥220	¥2,200
プラスチックシート（日本瓦）	PS-136	175×300×0.5（mm）	5	レモン画翠	¥1,188	¥5,940
プラスチック板		B4・257×364・厚0.5（mm）	5	レモン画翠	¥176	¥880
直角カット定規（カミネコ）右用		6cm目盛り付	3	レモン画翠	¥2,629	¥7,887
直角カット定規（カミネコ）左用		6cm目盛り付	1	レモン画翠	¥2,629	¥2,629
グルーインジェクター			1	レモン画翠	¥473	¥473
紙やすり		#120	3	レモン画翠	¥55	¥165
紙やすり		#240	3	レモン画翠	¥44	¥132
The Cutting Mat	MX-A2-B	A2・600×450（mm）	1	MIWAX	¥3,850	¥3,850
The Cutting Mat	MX-A3-B	A2・450×300（mm）	1	MIWAX	¥2,310	¥2,310
NTカッターA型	AD-2P		4	NT Cutter	¥726	¥2,904
NTカッター小型A黒替刃30°	BD-2000		1	NT Cutter	¥2,244	¥2,244
安全刃処理器ポキ	133K		1	OLFA	¥264	¥264
先曲がりピンセット	F-110B	155mm	4	ミネシマ	¥550	¥2,200
アロンアルファはがし隙			2		¥319	¥638
アロンアルファプロ用No.3	#32045		5	コニシ	¥999	¥4,995
					合計金額	¥59,445

表３　模型作成用部材寸法積算資料（一部）

使用箇所	材料	寸法（mm）			数量	備考
		W	D	H		
地面	スタイロフォーム	85	3	144	2	
地面	スタイロフォーム	85	3	114	2	
地面	スタイロフォーム	39	3	180	1	
地面	スタイロフォーム	39	3	84	1	
地面	スタイロフォーム	24	3	24	1	
基礎	スタイロフォーム	6	7	186	4	
基礎	スタイロフォーム	6	7	144	3	
基礎	スタイロフォーム	6	7	114	3	
基礎	スタイロフォーム	6	7	84	1	別途加工あり
基礎	スタイロフォーム	6	7	45	2	
基礎	スタイロフォーム	6	4	39	1	
基礎	スタイロフォーム	6	7	30	1	
基礎	スタイロフォーム	6	7	24	1	
土台	ヒノキ角棒	4	4	184	4	
土台	ヒノキ角棒	4	4	146	3	
土台	ヒノキ角棒	4	4	123	3	
土台	ヒノキ角棒	4	4	116	3	
土台	ヒノキ角棒	4	4	30	1	
土台	ヒノキ角棒	4	4	26	1	
土台	ヒノキ角棒	4	4	19	1	
土台	ヒノキ角棒	4	4	15	1	
大引	ヒノキ角棒	4	4	86	14	
1階根太	ヒノキ角棒	2	3	146	10	

４．　実測調査内容の検証と考察

4.1　A 棟（木造）

下記にＡ棟の建築概要につき記す。

・最高高さ: 推定 7.00m 以上

・建築面積: 約 56.73 ㎡

・外　　壁：ラスモルタル塗り

・屋　　根：瓦葺

昭和初期からの木造住宅と同様、間柱を配置したうえで外壁面に木摺り板下地を貼り、金網を貼り、その上からモルタルを塗ったラスモルタル塗り工法である。図 15 参照。

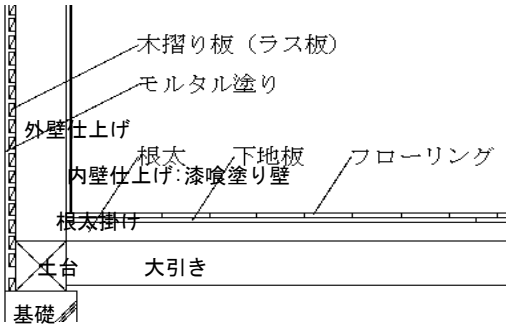


図 15　A 棟 1 階部分詳細図

4.2　B 棟（補強 CB 造+木造）

下記にＢ棟の建築概要につき記す。

・最高高さ：推定 6.90m

・建築面積：約 104.72 ㎡

・外　　壁：モルタル塗り

・屋　　根：金属板葺き

一部外壁が欠落した部分を観察したところ、ブロック内部は鉄筋が通してあることが確認できたため、補強 CB 造となっていることが分かった。また、ブロックはフランス積みのようになっており、補強鉄筋に関しても D10 よりも細く、JIS 規格化以前の材料が用いられていることがわかった。

下記はB棟に使用されているブロックの寸法である。表 4 参照。

表４　ブロック種類別寸法

ブロック種類	ブロック１	ブロック２
幅　(㎜)	290	190
奥行（㎜）	220	220
高さ（㎜）	120	120

B 棟に用いられているコンクリートブロックは JIS 規格で定められた寸法ではない。コンクリートブロックが JIS 規格で規定されたのは昭和 27 年であり、規格化前の補強 CB 造としては貴重な建築物といえる。

１階はコンクリートブロックで部屋が間仕切られているのに対し、２階は木材による軸組で間仕切られている。２階は和室となっており、現在ではあまり見られない厚さ 55 ㎜の畳が用いられていた。図 16 参照。

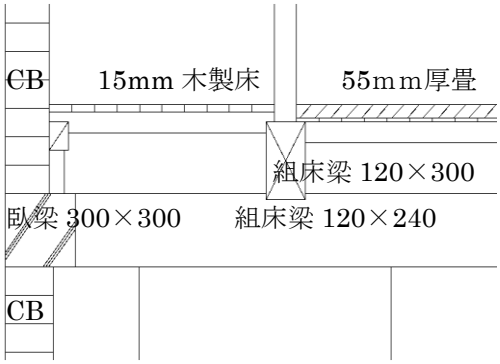


図 16　B 棟 2 階床部分詳細図

4.3　検証と考察

①　近代産業遺産の定義

近代化産業遺産とは、幕末から戦前にかけて日本の産業近代化に貢献した建造物等のことを指す。戦後直後における養蚕・製糸業は戦後復興や特需景気、経済成長等において重要な役割を果たしてきた。よって、養蚕・製糸業は産業近代化と同様に戦後の日本経済に大きく寄与した産業であり、今回調査した建築物もまた十分に近代産業遺産である。

②　材料の検証

明治期に擬洋風建築などに端を発し、JIS 規格ができるまでは様々な建築材料が多様な形で用いられてきた。コンクリートブロック一つをとっても様々な形状や積み方があり、調査した建築物は規格化前の材料を用いた貴重な建築物である。

③　構造・構法の検証

日本の近代化に伴い、伝統的な在来軸組工法を受け継ぎつつも徐々に洋小屋等の洋風技術が浸透してきた。調査した建築物ではＢ棟の２階が和室となっていると同時に、小屋組みはハウトラス構造となっている。トラス構造はスパンを開けて大空間を支えることができるため、状況に応じて使い分けていたと考えられる。昭和初期になり、ようやく旧来の伝統木造工法を踏まえた構造力学の体系が整備されてきた。木造トラス構造は鉄材が高価で少なかった時代に、地元産の木材を使用した木造トラス構造により大空間を形成していた。

④　近代産業遺産の価値

調査した建築物は建築物そのものと同時に、当時の道具等も保存されており、歴史的・文化的価値が大きいものとなっている。保存する上で、ただ建築物を箱として残すだけでは歴史的価値が減少してしまう。そのため、時代背景を踏まえてそれを知ってもらえるような歴史的ストーリーを踏まえたリノベーションを考えることが大切である。

⑤　耐震補強

今回調査したA棟は筋違(すじかい)が入っていないと考えられる。またB棟に関しても補強CB造と木造の接合部は特に緊結などはされていない。そのため、近代化産業遺産としての景観を崩さないように耐震補強を行うことが重要である。

⑥　持続可能な保全方法

国が指定した産業遺産以外にも、日本には歴史的価値のある建築物が多数存在する。それらを保全する費用は各自治体等、比較的小さな規模で支えていかなければならない。そのためには維持保全が持続可能な利益を上げる、又は地域にとって大きな役割を果たす方法を模索することも重要となる。

５．　紫波町役場への提出

令和６年３月４日(月)紫波町町役場にて、実測調査報告会を設定していただいた。各自がプレゼンテーション後、制作したＡ２サイズ外観透視図・1/30復元構造模型・実測調査図面等を提出した。図17、図18参照。

最後に、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・藤原優澄さんに感謝します。

2026年５月現在、実測図面報告書・パネルおよび1/30構造模型は、紫波町図書館等にて展示および保存されている。

図17　紫波町町役場での報告会風景①

図18　紫波町町役場での報告会風景②

［参考文献］

1)　著者名：髙梨健司、専修大学会社科学年報第45号、1989年
片倉製糸の地方蚕種製造所の設立と蚕種配給
- 姫路・福島両蚕種製造所を中心に -

2)　著者名：田村正夫、1962年
東北地方北部における明治初期の開発政策
- 特に蚕糸業との関連において -

3)　著者名：星野政博、鈴木孝、菅原聡、岡崎雅也、菅原佳士、及川恵　東北能開大、紀要第18号、2007年7月
近代建築物実測調査手法及び図面作製技術に関する一考察

4)　蚕糸工程、2024年9月20日(金)確認
https://silkfact.jp/wp/wp-content/uploads/koutei.pdf

5)　文部科学省：Ⅳ補強コンクリートブロック造の耐久度調査、https://www.mext.go.jp/content/1403678_1-5.pdf、2024年12月4日確認

6)　北海道建築技術協会：日本のコンクリートブロック関係資料の収集、https://hobea.or.jp/wp-content/uploads/2020/03/Pp_h30_Chap4_compressed.pdf 2024年12月4日確認

7)　著者　山形雄次郎　スケッチアップテキスト・技術評論社2019　7月

8)　使用ソフトツール-ibis paint 2024年

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

潜熱蓄熱材（PCM）を適用した木造熱箱と RC 造熱箱の温熱環境比較

三浦 誠[*1]，石戸谷 百百子[*2]，石戸谷 裕二[*2]

Comparative Evaluation of Thermal Performance of Wooden and Reinforced Concrete Hot Boxes Using Phase Change Materials (PCM)

MIURA Makoto[*1], ISHIDOYA Momoko[*2], ISHIDOYA Yuji[*2]

要約 本研究は、潜熱蓄熱材（PCM）を混和した蓄熱塗料の蓄熱性能を評価し、木造および RC 造の熱箱試験体に適用して温熱環境への影響を比較した。JIS 規格に基づく蓄熱試験では、生活温度帯で潜熱蓄熱が確認され、登録要件を満たす性能を示した。熱箱実験では、木造試験体に蓄熱塗料を塗布することで室温降下が緩慢となり、熱容量の増加効果が明確に示された。RC 造では外断熱工法が内断熱よりも室温変動を抑制し、構造体の熱容量配置の重要性が示された。

1. はじめに

近年、住宅分野においては、居住者の健康性および快適性の確保とともに、地球温暖化対策やエネルギー消費量削減の観点から、高断熱・高気密化や自然エネルギーを活用した省エネルギー住宅の普及が求められている。日本建築学会においても、建築物の環境設計に関する指針が示され、機械設備に過度に依存せず、建築的手法によって室内環境を制御するパッシブデザインの重要性が指摘されている[1)]。

パッシブ・ウェルネス住宅は、断熱・気密性能の向上に加え、日射取得や通風、建築躯体の熱容量を適切に組み合わせることで、室内温熱環境の安定化とエネルギー消費量の低減を図る住宅形式である。既往研究では、躯体の熱容量が大きいほど室温変動が緩和され、日内および日間の温度変動幅が小さくなることが報告されている[2),3)]。

一方、東北地方や北海道に代表される寒冷地においては、冬季の外気温低下や日射量の変動が大きく、室内環境が急激に変化しやすいという課題がある。特に木造住宅では、RC 造に比べて躯体の熱容量が小さいため、暖房停止後の室温低下が早いことが指摘されており、熱容量を補完する建築的手法の検討が求められている[4),5)]。

こうした背景のもと、近年注目されている材料の一つが潜熱蓄熱材（Phase Change Material：PCM）である。PCM は、特定の温度域で相変化を伴うことにより大きな潜熱を蓄放熱できる特性を有し、比較的薄層であっても有効な熱容量を付与できる点に特徴がある。PCM を内装材や建築部材として適用することで、室温変動の抑制や暖冷房負荷の低減に寄与する可能性が示されている[6)-14)]。

そこで本研究では、内装用塗材に潜熱蓄熱材(PCM)を混和した蓄熱塗料の性能を評価した。また、宮城県栗原市（地域区分Ⅳ）を対象として、住宅性能表示制度における断熱等性能等級 6 相当の

*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 室内気候研究所
Institute of Indoor Climate

高断熱性能を有する木造住宅に蓄熱塗料を適用した試験体と、内断熱工法および外断熱工法を採用した RC 造試験体を製作し、校正熱箱法を用いた実測実験を行った。これにより、熱容量の大きさおよび配置が室内温熱環境の変動特性に及ぼす影響を定量的に把握し、寒冷地におけるパッシブ・ウェルネス住宅の設計に資する知見を得ることを目的とする。

2. 蓄熱塗料の蓄熱性能評価の概要

2.1 試験体概要

蓄熱性能評価の試験体として 300×300(mm)で切り出した石膏ボード(12mm 厚)に新たに開発中の蓄熱調湿抗菌塗料をローラー施工で 2 回塗布した（図 1）。制作した試験体には乾燥後の割れなどの不具合はなかった（図 2)。試験体の塗布量は、乾燥前の単位面積塗布量で 500(g/m²)を超えるように塗布した。試験体の概要を表 1 に示す。

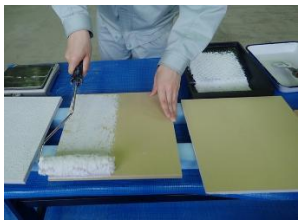


図1 蓄熱塗料の塗布

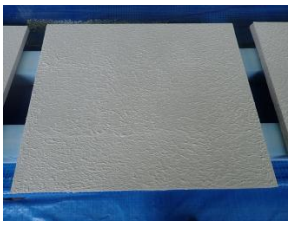


図 2 蓄熱性能試験の試験体

表1 蓄熱(PCM)塗料試験体の概要

試験体番号	横寸法 (mm)	縦寸法 (mm)	面積 (m²)	1回目塗布量 (g/m²)	2回目塗布量 (g/m²)	最終塗布量 (g/m²)
①	300	300	0.0900	685.6	741.1	1426.7
②	300	302	0.0906	667.8	763.8	1431.6

2.2 試験方法

蓄熱性能は「JIS A 1489:2022 潜熱蓄熱建材を用いた建築材料の蓄熱特性測定方法」に基づいて試験を実施した。試験体の左右に熱流計を取り付け、ステンレス板で覆い、気密テープで固定した(図 2)。その後、恒温恒湿槽に静置し、槽内の温度を変化させながら試験体の左右の表面温度と熱流、試験体の中心温度および恒温恒湿槽内の温度を測定し、試験体の蓄放熱量と見かけの比熱を求め評価した。

2.3 試験結果および考察

図 3 に試験体を 5℃から 40℃に昇降温した際の平均熱流密度と試験体温度の関係を示す。また、図 3 より計算した積算エンタルピと試験体温度の関係を図 4 に示す。PCM の融点および凝固点付近で PCM 特有の熱流のピークが観察され、生活温度帯で蓄放熱できていることが確認できた。また、見かけの比熱（昇降温）については図 5 に示す。そして、昇温・降温の際の蓄熱量と潜熱量を整理して表 2 に示す。蓄熱量・潜熱量ともに潜熱蓄熱材の登録要件を満たしていることが確認できた。

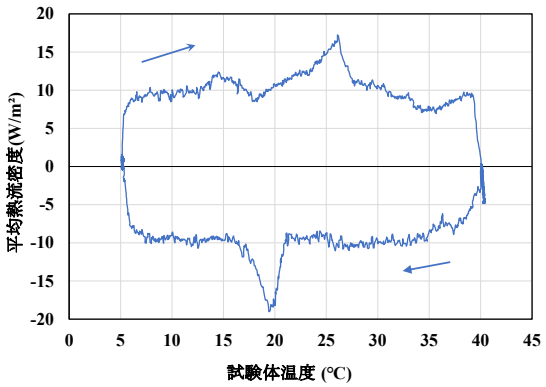


図 3 熱流密度と試験体温度の関係

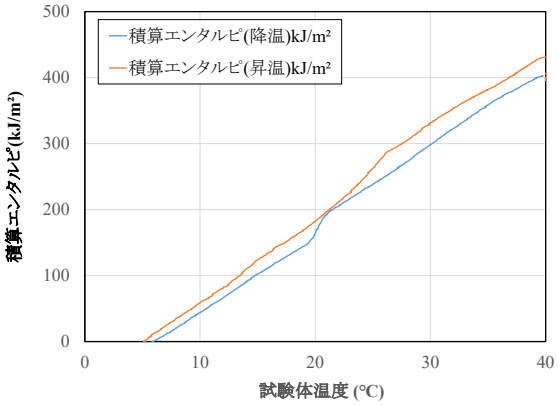


図 4 積算エンタルピと試験体温度の関係

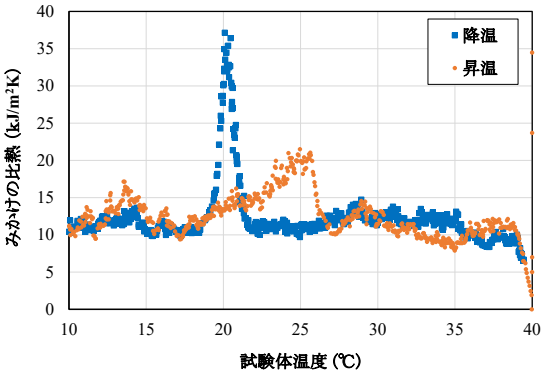


図 5 見かけの比熱と試験体温度の関係

表 2 潜熱量・蓄熱量(15～35℃)

潜熱量(kJ/m²)		蓄熱量(kJ/m²)	
降温	昇温	降温	昇温
61	67	230	244

3. 熱箱と試験体構造について

3.1 木造(W 造)試験体の構成

木造試験体の構造は枠組壁工法であり、壁面の縦枠には枠組壁工法構造用製材の 206 材(38×140mm)を用いた。断熱性能はⅣ地域における断熱等級の等級 6 を想定し、内部に高性能グラスウールを 140mm 充填した。試験体の外側となる面には透湿防水シートを内側となる面には可変防湿気密シートを貼り付けた。また、内装仕上げとして、石こうボード下地に蓄熱(PCM)内装塗料を均一に塗布した(蓄熱塗料(PCM)試験体)（図 6）と、塗布しないブランク試験体（図 7）を製作した。

3.2 RC 造試験体の構成

RC 造試験体は硬質ウレタンフォーム(イソシアヌレートボード)30 mm を型枠内に設置して打設をおこない、コンクリートの厚さは 100 mm とした。完成した試験体(図 8)を熱箱に設置する際に断熱材を内側にした内断熱工法と、外側にした外断熱工法で比較した。

3.3 熱箱を用いた性能試験法

断熱性能を測定するために JIS A 1420：1999[2)] の附属書 B(規定)「小さな伝熱面積をもつ校正熱箱法」を参考に製作した試験装置(図 10)を使用した。

図 6 W 造蓄熱塗料試験体

図 7 W 造ブランク試験体

図 8 RC 造試験体

図 9 熱箱

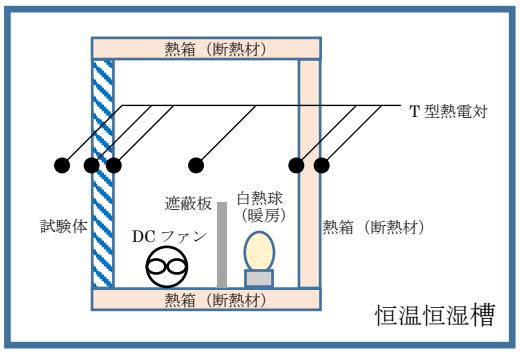


図 10 試験装置

熱箱の温度を変化させながら、壁体の熱容量付与による室温変動の抑制効果を測定し、評価を行った。図 1、2、3 に示す試験装置の大きさは 700×700×500 mm、試験体の寸法は、440×440mm とし、熱箱周辺は熱抵抗が 3.3 m²K/W の断熱材を 2 枚重ね貼りし、気密で熱的弱点のない構造とした（図 9）。熱箱を恒温恒湿槽内に設置し、外気を想定して室温を 5℃に保ちながら熱箱内の温度が一定になったことを確認して熱箱内の電球により加熱を開始した。温度が定常になることを確認して停止し、温度変化と投入熱量の測定値から、計算によって性能の評価を行った。本測定では熱源として、熱箱内に 60W の白色電球を取り付け、印加電圧を直流 30V に設定し、電圧および電流を測定して、投入熱量を求めた。断熱材の内外両面、外気、室内に T 型熱電対を設置し、データロガーを用いて一分間隔で温度を測定した。

3.4 熱箱および試験体の UA 値の計算

実験に先立ち、W 造試験体および RC 造試験体を設置した熱箱の外皮平均熱貫流率 U_A[W/(m²・K)]を

構成材料の熱伝導率 λ[W/(mK)]と厚み d [m]、外皮面積 A [m²]より求めた。計算結果を表 3 に示す。

表 3　熱箱および試験体の U_A 値の計算結果

【熱箱】

	記号	厚み d m	熱伝導率 λ W/(m・K)	熱抵抗 r (m²・K)/W	備考
室内側熱伝達抵抗	r_i	-	-	0.043	強制対流
イソシアヌレートフォーム	r_1	0.13	0.02	6.500	$r_1 = d/\lambda$
屋外側熱伝達抵抗	r_o	-	-	0.043	強制対流
熱貫流抵抗	R_1	$r_i + r_1 + r_o$		6.586	
部位の熱貫流率	U_1	$1/R_1$		0.152	w/(m²・K)
部位の外皮面積	A_1	1.89			m²
部位の熱損失	q_1	0.2870			W/K

【W造試験体】

	記号	厚み d m	熱伝導率 λ W/(m・K)	熱抵抗 r (m²・K)/W	備考
室内側熱伝達抵抗	r_i	-	-	0.043	強制対流
GW	r_1	0.14	0.038	3.684	$r_1 = d/\lambda$
石こうボード	r_2	0.012	0.22	0.055	
屋外側熱伝達抵抗	r_o	-	-	0.043	強制対流
熱貫流抵抗	R_2	$r_i + r_1 + r_2 + r_o$		3.770	
部位の熱貫流率	U_2	$1/R_2$		0.265	w/(m²・K)
部位の外皮面積	A_2	0.1936			m²
部位の熱損失	q_2	0.0513			W/K

【熱箱＋W造試験体】

外皮面積	A	2.0836	m²
外皮平均熱貫流率	U_A	0.162	W/(m²・K)

【RC造試験体】

	記号	厚み d m	熱伝導率 λ W/(m・K)	熱抵抗 r (m²・K)/W	備考
室内側熱伝達抵抗	r_i	-	-	0.043	強制対流
硬質ウレタンフォーム	r_1	0.03	0.022	1.364	$r_1 = d/\lambda$
コンクリート	r_2	0.1	1.6	0.063	
屋外側熱伝達抵抗	r_o	-	-	0.043	強制対流
熱貫流抵抗	R_2	$r_i + r_1 + r_2 + r_o$		1.450	
部位の熱貫流率	U_2	$1/R_2$		0.690	w/(m²・K)
部位の外皮面積	A_2	0.1936			m²
部位の熱損失	q_2	0.1336			W/K

【熱箱+RC造試験体】

外皮面積	A	2.0836	m²
外皮平均熱貫流率	U_A	0.202	W/(m²・K)

4.3 実験結果と考察

試験体を熱箱に設置し、熱箱を加熱して熱箱内温度が定常になった所で、式(1)より内外温度差 $\Delta\theta$(K)と投入暖房熱量 Q [W]及び熱箱の外皮面積 A [m²]から U_A[W/(m²K)]（実測値）を求めた。

その後、熱箱内の熱容量を定量化するため、温度降下法を用いた。それぞれの試験体および熱箱の温度変化を図 11～14 に示す。

実験結果より式(2)から、暖房を切った際の室温降下の変化率を指数近似して時定数を求め(式(3))、先に求めた U_A 値と外皮面積より熱容量 C[J/K]を計算した。

$$U_A = \frac{Q}{\Delta\theta \cdot A} \quad \cdots\cdots(1)$$

$$\varepsilon = \frac{\theta_i(t) - \theta_o}{\theta_i(0) - \theta_o} = e^{\frac{-t}{T}} \quad \cdots\cdots(2)$$

$$T = \frac{C}{U_A \cdot A} \quad \cdots\cdots(3)$$

Q: 暖房量[W], $\Delta\theta$: 内外温度差[K], T: 時定数[1/s], U_A: 外皮平均貫流率[W/(m²・K)], A: 外皮面積[m²], C: 熱容量[J/K], t: 経過時間[s], $\theta_i(t)$: 測定時刻 i における t 秒後の室温[℃], $\theta_i(0)$: 測定時刻 i における初期の温度[℃], θ_0: 外気温[℃]

表 4 に外皮平均熱貫流率 U_A 値の実測値および計算値を示す。木造試験体のブランク(塗料なし)試験体の実測値は 0.177(W/m²K)であり、計算値 0.162(W/m²K)との誤差率 8.5%、蓄熱塗料(PCM)試験体では 0.154(W/m²K)であり、誤差率 5.2%で一致した。また、RC 試験体内断熱の実測値は 0.245(W/m²K)となり、計算値 0.202(W/m²K)との誤差率は 17.5%、外断熱では 0.223(W/m²K)となり誤差率 9.4%で一致した。

表 4　試験体の U_A 値の比較

試験体名称		外皮面積A (m²)	$Q/\Delta\theta$ (W/K)	外皮平均熱貫流率 U_A W/(m²・K)	計算値 U_A W/(m²・K)
W造試験体	ブランク(塗料なし)	2.084	0.368	0.177	0.162
	内壁塗料(PCM)	2.084	0.321	0.154	
RC造試験体	内断熱工法	2.084	0.511	0.245	0.202
	外断熱工法	2.084	0.465	0.223	

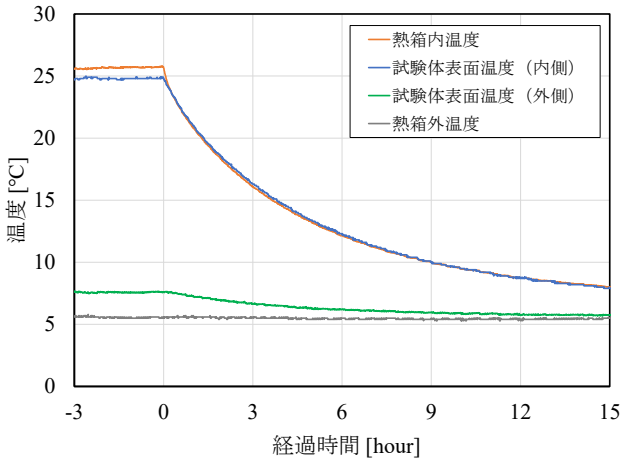


図 11　W 造ブランク試験体および熱箱の温度変化

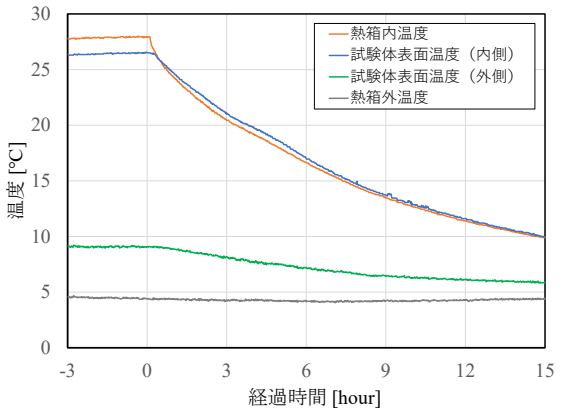


図 12　W 造蓄熱(PCM)塗料試験体および熱箱の温度変化

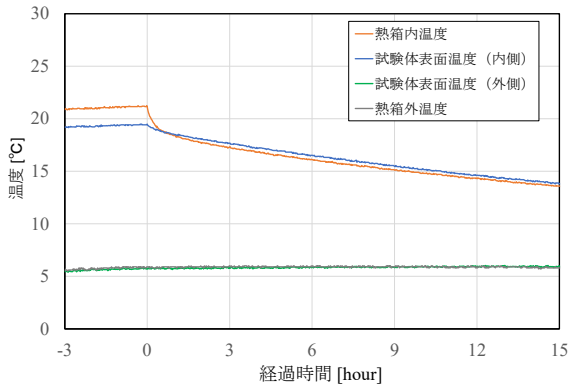


図 13　RC 造外断熱試験体および熱箱の温度変化

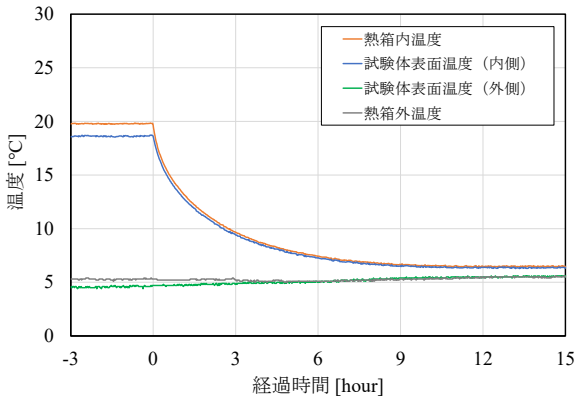


図 14　RC 造内断熱試験体および熱箱の温度変化

ブランク試験体と蓄熱塗料(PCM)試験体の室温度変化率の比較を図 15 に、RC 造壁体の内断熱工法および外断熱工法の比較を図 16 に示す。蓄熱塗料(PCM)試験体では、熱容量の増加により、ブランク試験体に比べ室温変化率が緩慢となった。実測値では、蓄熱塗料(PCM)試験体で熱容量が 1.8 倍となる結果が得られた(表 5)。また、RC 造試験体の内断熱工法と外断熱工法の比較においては、室内側に熱容量の大きい RC 構造体がある外断熱工法の室温降下が緩慢となる結果が得られ、両者の差異は非常に大きかった。木造の蓄熱塗料(PCM)試験体と RC 造の内断熱工法、外断熱工法の熱容量の実測値と構成材料の比熱から熱容量を求めて積算した計算値の比較を表 5 に示す。W 造試験体においては、実測値と全構成材料による計算値には乖離が見られるものの、断熱材より内側の熱容量で比較すると、ブランク試験体、蓄熱塗料(PCM)試験体ともに誤差率は改善され、断熱材より内側の熱容量が支配的になることを示唆する結果となった。

また、RC 造試験体の内断熱と外断熱の比較においても、同様に構成材料から積算した計算値と実測値は乖離が見られ、本来、内断熱と外断熱で熱容量の差異はないはずであるが、温度降下法よる測定では、断熱材の内側にある材の熱容量が支配的となることが示唆される結果となった。

表 5　熱容量の測定値及び計算値

試験体名称		熱容量 (実測値) C (kJ/K)	計算値 全構成材料 C (kJ/K)	計算値 断熱材より内側 C (kJ/K)
W造試験体	ブランク(塗料なし)	6.6	18.6	6.0
	蓄熱塗料(PCM)	11.7	30.4	17.8
RC造試験体	内断熱工法	3.6	51.8	0.06
	外断熱工法	27.0		39.2

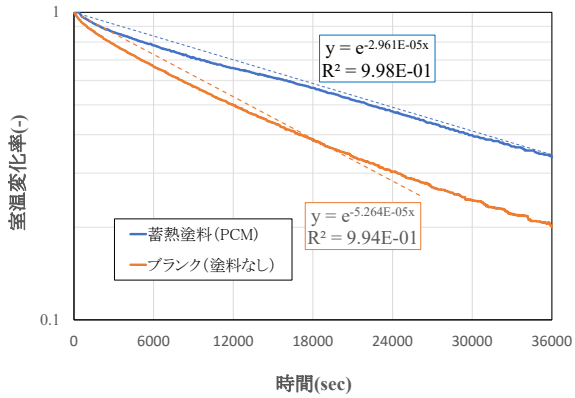


図 15　W 造試験体の室温変化率の比較

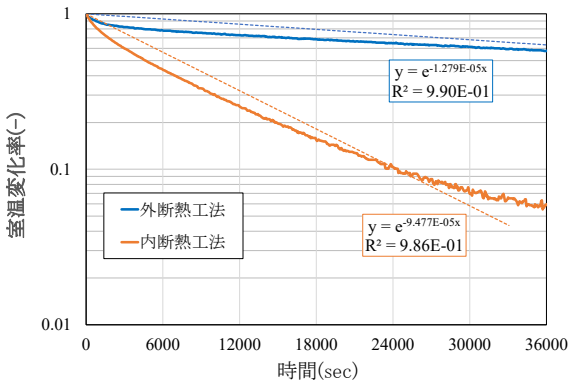


図 16　RC 造試験体の室温変化率の比較

5. まとめ

本研究で得られた知見を総括して以下に示す。

(1) PCM を混和した蓄熱塗料を石膏ボードに施工し、JIS A 1489 に基づき蓄熱性能を評価した。

(2) PCM の融点付近で明確な潜熱ピークが確認され、生活温度帯で有効に蓄放熱することを確認した。

(3) 木造試験体の熱箱では、蓄熱塗料の適用により室温降下が緩やかになり、熱容量付与効果が顕著になった。

(4) RC 造では外断熱工法が内断熱よりも温度変動を抑制し、構造体の熱容量を室内側に配置する重要性を示した。

(5) 寒冷地住宅におけるパッシブデザインの有効な手法として、PCM 塗料の適用可能性を示唆できた。

謝辞：本研究は室内気候研究所様と、株式会社北洲様、富士川建材工業株式会社様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。

また、真摯に実験に取り組んだ東北職業能力開発大学校、応用課程、建築施工システム技術科卒業生の数牛文也氏、鎌田渓乃進氏に感謝申し上げます。

[参考文献]

1) 日本建築学会：建築物の環境設計指針、日本建築学会、2020

2) 佐藤大輔、吉野 博：建築躯体の熱容量が室内温熱環境に及ぼす影響に関する研究、日本建築学会計画系論文集、第 73 巻、第 634 号、pp.1481–1488、2008

3) 吉野 博、長谷川兼一：寒冷地における木造住宅の断熱・気密性能と室内温熱環境に関する研究、日本建築学会計画系論文集、第 68 巻、第 567 号、pp.23–30、2003

4) 長谷川兼一、吉野 博：寒冷地住宅における躯体熱容量が室内温熱環境に及ぼす影響、日本建築学会北海道支部研究報告集、No.76、pp.203–206、2003

5) 小林 誠、長谷川兼一：寒冷地における高断熱住宅の室温変動特性に関する実測研究、日本建築学会北海道支部研究報告集、No.79、pp.145–148、2006

6) 田中俊彦、石原 修：潜熱蓄熱材（PCM）を用いた建築部材の熱的性能評価（第 1 報） 潜熱蓄熱材の熱特性と数値計算モデルの検証、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-2、pp.531–532、2005

7) 武田 仁、足永靖信、清水裕之：潜熱蓄熱材を用いた建築部材の室内温熱環境改善効果に関する研究、日本建築学会計画系論文集、第 74 巻、第 639 号、pp.923–930、2009

8) 井上 隆、前 真之：潜熱蓄熱材を用いた住宅の暖冷房負荷削減効果に関する研究、日本建築学会環境系論文集、第 75 巻、第 651 号、pp.401–408、2010

9) 草間友花、石戸谷裕二、三浦誠、宇佐美大将：潜熱蓄熱材を適用した蓄熱ブラインドによる日射利用空調システムに関する研究 ： 第 2 報-融点及び形態の異なる蓄熱材を充填した蓄熱ブラインドの熱特性、空気調和・衛生工学会 論文集、40、224、pp.1-8、2015

10) 草間友花、石戸谷裕二：高遮熱・高耐候性不織布(NWF)を適用した日射遮蔽と外気冷房が高熱容量住宅の冷房負荷削減に及ぼす効果に関する研究：潜熱蓄熱(PCM)内装仕上材で室内熱容量を付与した実験棟における NWF の基本的熱性能（その 1)、日本建築学会環境系論文集、81、720、pp.173-180、2016.2

11) 草間友花、石戸谷裕二、三浦誠、宮崎智仁：潜熱蓄熱(PCM)内装左官材のパッシブ蓄熱効果に関する研究 基本的熱性能試験の測定方法及び実験棟における環境改善効果と省エネルギー効果に関する検討、日本建築学会環境系論文集、81、722、pp.367-374、2016.4

12) 草間友花、石戸谷裕二：潜熱蓄熱材(PCM)を適用した内装左官材の基本的熱性能及び比熱の定式化、日本建築学会環境系論文集、81、729、pp.931-938、2016.11

13) 工藤和樹、森太郎、石戸谷裕二、大槻香子、草間友花：太陽熱空気集熱器と PCM パネルを組み合わせた換気予熱システムの試作 数値モデルの作成とカスケードシステムの検討、日本建築学会環境系論文集、83、750、pp.669-678、2018.8

14) 三浦誠、橋本彩里、小野寺竜之助、武内慶太、石戸谷百百子、石戸谷裕二：潜熱蓄熱材(PCM)を適用した住宅ストックの断熱・蓄熱改修に関する研究、日本建築学会北海道支部研究報告集、No.93、040、2020.6.

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

機械設計教育への取組みとこれからの方向性

田山 英臣*1

Approaches to Mechanical Design Education and Future Directions

TAYAMA Hideomi*1

要約 私たちを取り巻く環境は、ハード・ソフト面どちらから見ても大きく進化している。また、入学生の基礎学力や取り組み姿勢にも大きな変化を感じている。機械設計技術者の教育を担当している一人として、当然、それらに応じた教育内容とその方法や手法にも変化が必要となる。設計者に求められるスキルも業務内容量も多くなり、どのように学生に体系づけて学ばせるかを常に模索している。現在実施している専門課程の講義・実習やセミナーを通し、機械設計教育の取組み内容と、これからの方向性について述べる。

1. はじめに

ものづくりは企画から構想設計に始まり詳細設計、製造へと進む。しかし、設計の初期段階では設計情報が曖昧なため、CAD/CAE などの設計支援ツールを適用することが困難である。設計の後半段階になると CAD/CAE 又は実体モデル(RP：Rapid Prototyping)の適用や実験も可能になるが、この段階では多くの制約が発生し自由に設計変更することか難しくなる。したがって、設計の上流段階で顧客要求の品質を作りこみ、出戻りのない製品づくりが必要である。そのため、フロントローディングとコンカレントエンジニアリングの取組が重要である。その際「設計者の思考を刺激し競争力の強い製品開発につながる独創的なアイデアを発想させる」「同じ失敗を繰り返さないよう他の設計者に技術を正しく伝承し設計ノウハウの再利用を促進する」ことが求められる[1]。現在、講義・実習やセミナーで取り組んでいる内容と今後取り組む内容の方向性について述べる。

*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. 設計教育

2.1 手法と進め方

2.1.1 アイデア創発

アメリカ合衆国の実業家であるジェームス・ウェブ・ヤングの著した古典的な名著『アイデアのつくり方』の中で「最も知るべきことは、アイデアを求めることではなく、アイデアの生みだし方をどのように訓練するかである」と述べられている。アイデア発想法は世の中にたくさんあるが、発想の引き金である「トリガー・メソッド」として表 1 に示す内容を紹介し活用させている。この中では、マンダラートを選ぶ学生が比較的多い傾向にある。

表 1 トリガー・メソッド

1	マインドマップ
2	マンダラート（マンダラチャート）
3	ブレーンストーミングと KJ 法
4	エクスカーション
5	SCAMPER 法

図１に示すマンダラート[2)]は、デザイナーの今泉浩晃氏によって考案された発想法で、その使いやすさと有効性からビジネスの場でも広く活用されている。大谷翔平選手が高校時代に作成した目標達成表にもマンダラートが使用されている。

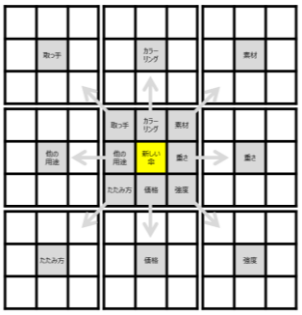


図１　マンダラート

2.1.2 ポンチ絵

ポンチ絵の語源は、17 世紀に在邦中のイギリス人が創刊した日本最初の漫画雑誌『ジャパン　パンチ』に由来するという説がある。ポンチ絵を描くことで創造力(構想時に多くのアイデアを生み出す)や空間認識力(構造レイアウトや省スペース化に必要)、第三者に意思を伝える表現力が養われる。ポンチ絵は、トリガー・メソッドの後で、言葉以上に意思を的確に伝達する魔法の武器となる。図２に一例を示す。学生に取り組ませる場合、ポンチ絵の描き方を説明・演習する際、以下の点に留意させている。

- 縮尺・細部はあまり気にせず外形を描く
- 各部寸法を単位統一しポンチ絵に直接記入する
- 細部や使用したい部品は文字で記入する
- 材料の種類・表面処理の種類・板の厚み等、希望があれば記入する

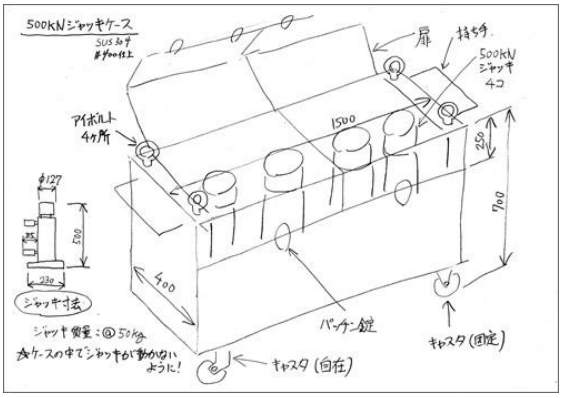


図２　イーグルジャッキ収納ケース

2.1.3 思考展開図[3)]

構想設計の段階では、ポンチ絵を描きながら設計者は「顧客がどんな機能(働き)を要求するのか」、「それを実現する機構(からくり・基本構造)はどのようにするか」を考えている。設計とは要求機能を機能要素に展開し、機構要素を決定し製品全体の構造決定後工程へ伝える情報を作る作業といえる。これを可視化する方法が、図３に示す思考展開図である。この図の最大の効用は「何がしたいのか(What)」という要求機能の領域(思考展開図の左半分)と「こう実現する(How)」という物の領域(思考展開図の右半分)を明確に切り分けた上で両者の対応を意識しながら設計の考えを構造的に作っていくことができる点にある。

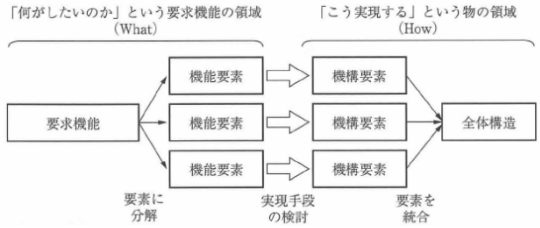
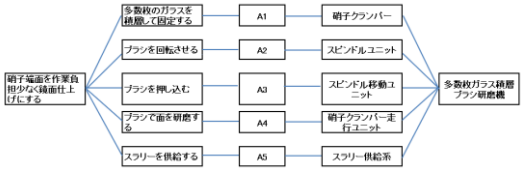


図３　思考展開図

2.1.4 計画図と設計支援ツール

思考展開図とポンチ絵をもとに設計支援ツールで要求機能を満たす機構・構造を計画図として作成していく。３DCAD の場合、モデリングを始める前に思考展開図からファイルの階層化を行うよう取り組ませている。図４に練習課題例を示す。



フォルダ階層構造			ファイル名とファイル種類			備考
第1	第2	第3	ASM	PRT	DRW	アセンブリ
A0			A0		A0	全体
	A1		A1		A1	硝子クランパー
		B11	B11		B11	門型フレーム+ねじ棒の仕ナ
				C111	C111	門型フレーム部品1
				C112	C112	門型フレーム部品2
		B12	B12		B12	回転軸+ベアリング
				C121	C121	回転軸部品

図４　思考展開図とファイルの階層化例

図５のようにフォルダとモデル・図面ファイルを作成し、部品は１モデルで作成して装置を構成する。これで全体を把握し作業を進めることができる。

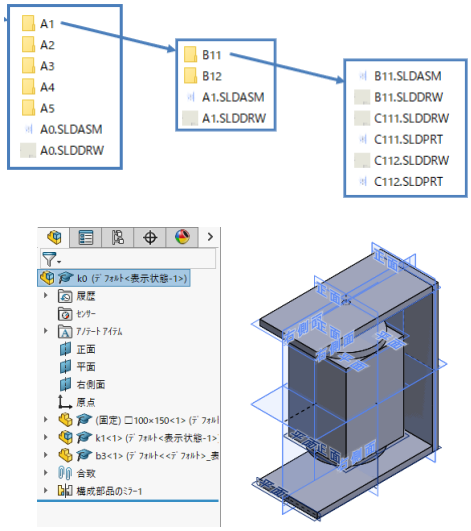


図 5　ファイル構成と 1 モデルでの装置構成例

モデリング・アセンブリ作業を進める際の基準も重要である。図 6・7 に示す表などで利用する基準平面等を確認し、モデリングとアセンブリ作業進めることは、グループでの平行作業ができ、修正の際に伴うファイルエラーを起こりにくくする方法として有用である。また、図面ファイルをモデルファイルと平行に作成することで、サイズと仕上がり状態を確認しながら作業を進めることができる。

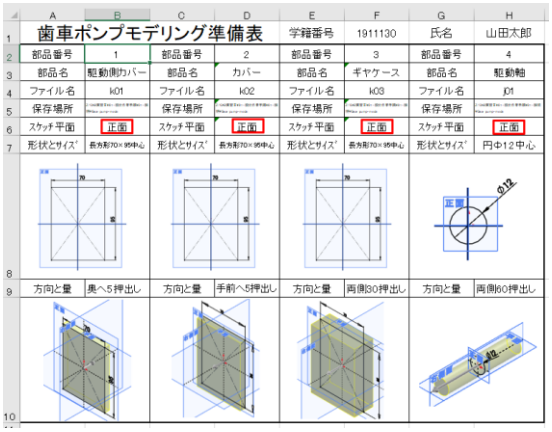


図 6　モデリング準備表

図 7　合致拘束基準表

2.2　課題取組み例

限られた時間で、企画から構想設計そして詳細設計、製作までを「ものづくり教育」として行うため、手作業を中心に身近な素材を利用できる課題に取り組んでいる。以下に課題内容と取り組み例を示す。

2.2.1「段ボールで作る楽しいもの、役立つもの」

前節の手法と進め方の流れでグループ別にアイデア創発から製作までを行う。素材は各自で調達し、実験・実習室で利用可能なものを使い製作する。図 8 に製作例を示す。ロボット中央部の眼と左下のボタンが色変えながら光り、右下ラジカセからは、効果音が流れる。学園祭で訪れた子供たちに大人気で一緒に記念写真を撮る子供も多くいた。

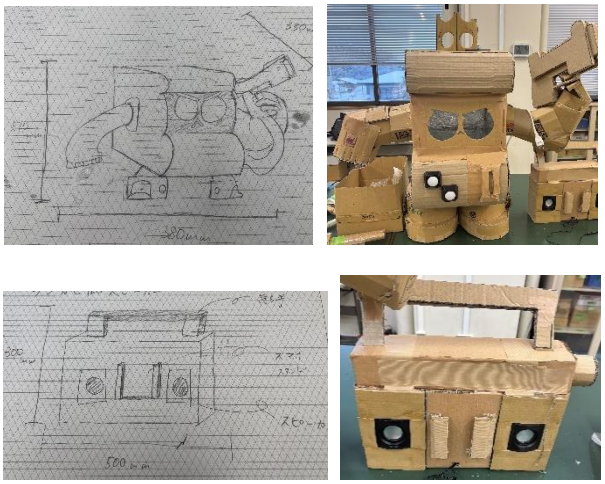


図 8　ポンチ絵と製作物

2.2.2　設計コンテスト「ウィンドカーの設計製作」

日本機械学会流体工学部門が神奈川工科大学で企画をした「流れと遊ぶアイデアコンテスト」を参考に図 9 に示す課題でコンテストとして実施している。第 1 課題は、風上に向かい走行するウィンドカーを設計・製作し時間を競う。第 2 課題は風上に向かい走行後、スタートラインまで戻るウィンドカーを設計・製作し、往路・復路での時間を競う。

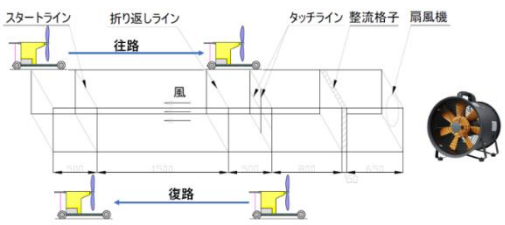


図 9　ウィンドカー競技概要

図 10 に製作例を示す。風を効率よく受けて動力に変えるために風車を用いている。風車の回転軸と車軸にプーリをつけ、輪ゴムでベルト伝導することで車輪を駆動させ、風に向かって走ることが可能となる。スタートラインから前進し始めるとともに、風車を支える 2 本の側壁が振動しながら前進する。折り返しラインを過ぎて輪ゴムがプーリから外れると後退し始め、スタートラインまで戻る。これだけの機能で往復を可能にした非常に面白い構造である。

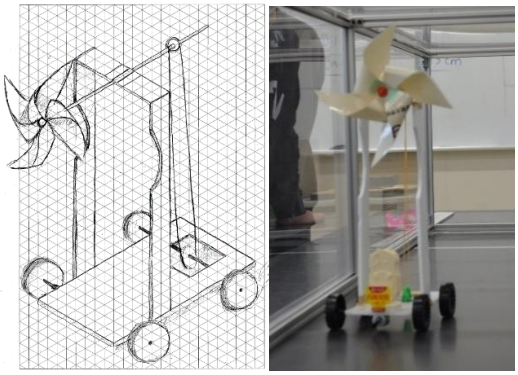


図 10 ポンチ絵と製作物

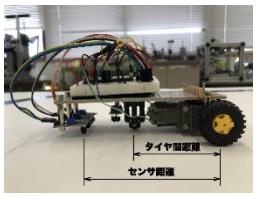
3. 今後の方向性

3.1 問題解決の対応手法

FMEA[4]と FTA[5]は、どちらも信頼性や安全性を確保するために不具合を防止する手法である。FMEA は、個々の部品に焦点を当て、故障モードを抽出し製品全体への影響を検討･評価する。FTA は、全体の重大な故障に着目し、原因を掘り下げ根本原因を明確にする。そして、故障に至る経路を分析し効果的な対策を検討する。課題製作を行う中で学生は必ず様々な問題に直面する。ウィンドカーの場合であれば、製作する前に「風車がうまく回転しない」、「ベルト伝導で車輪が回転しない」など不具合を事前に予想する。そして、その問題の原因を分析し対策を講じることができるようになる。そのための方法として FMEA と FTA への取り組みを考えたい。

3.2 技術課題の解決手法

品質工学 [6]の合言葉に「品質が欲しいときは、品質を測るな」がある。問題が起きたときに問題の原因を調べることが従来のやり方である。品質工学の狙いは、条件がばらついても、製品特性はびくともしない設計を提供することである。技術内容の確実性を評価する方法にＳＮ比、直交表、損失関数が用いられる。製品ごとのばらつきをなくし、その後、目標値に合わせ込むといった 2 段階設計法を採用しているのが特徴である。ウィンドカーの場合であれば、風の力を受けて安定した走行ができる車体の開発を目的として適用できる。図 11 に総合制作 [7]で取り組んだ例(ライントレースカー)を示す。



記号	制御因子/水準	1	2
A	前輪の種類	コロ	キャタピラ
B	タイヤ間距離	先頭	車体真下
C	ギヤボックス	ツイン	ダブル
D	センサ個数	3	4
E	センサ位置	先頭	車体真下
F	車体重量	250	450
G	回転	pwm制御	ON/OFF制御

図 11 ライントレースカーと制御因子

3.3 機械設計ツールの活用

機械設計ツールの３DCAD には、応力･熱･運動･流体・公差解析など多くの機能が搭載されている。品質工学にこの機能利用することで、短時間での最適設計支援が可能となるので取り組みたい。

4. おわりに

学生は、２年間の専門課程の中で非常に多くの事柄を学ぶため、その内容を深め振り返る機会が少ない。総合製作実習と並行に設計の授業が進むため学習内容が反映できない。それらを通して夢中でモノづくりを進める学生を見るとうれしさを感じる。

［参考文献］

1) 田山英臣：機械設計の手法とその活用方法について、東北職業能力開発大学校紀要、第 23 号、pp.44-47、2019 年 1 月
2) アイデア総研：9 つのマスから無限のアイデアを生み出すマンダラート発想法、https://idea-soken.com/mandal-art、2026 年 3 月 9 日確認
3) 実際の設計研究会：続実際の設計,pp.2-4,2017.3
4) 日科技連：FMEA 手法と実践例、pp.12-14,2009.1
5) 日科技連：実践 FTA 手法、pp.19-23,2015.9
6) 日科技連：入門パラメータ設計、pp.1-66,2015.3
7) 鈴木大聖・田山英臣：「タグチメソッド」に基づいた機械設計について、秋田職業能力開発大学校生産技術科総合制作発表、2023 年 1 月

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

工業高校での進路指導の取組みについて

小坂 洋平*1

Career Guidance Practices in Technical High Schools

KOSAKA Youhei*1

1. はじめに

前職では、工業高校の教員をしており、クラス担任などの多くのことを経験した。配属先である東北能開大青森校で、学卒者に対する訓練を行う中で、前職の経験を活かせる場面もあったため、今回は前職での進路指導の取り組みについてお伝えしたい。

2. 高校生活における進路指導

工業高校では、卒業後約８割の生徒が企業に就職をするため、高校入学と同時に様々な進路指導を通じて職業観の育成に取り組んでいた。ここでは学年別の主な取り組みについて述べる。

2.1 1年次の主な取組み

１年次の進路指導は、卒業後の進路の種類を知ることに加え、近年多くの企業が重視しているコミュニケーション能力の向上を主な目的としている。進路ガイダンスでは、コミュニケーションスキルアップ講座を実施し、数名でグループを構成してさまざまな職種について調べ、意見交換を行うグループワークを実施している。

2.2 2年次の主な取組み

２年次は、進路希望（就職か進学か）の大枠を決定するため、自ら進路情報や資料を収集する機会を設け、主体的に進路を絞り込む姿勢の育成を図っている。就職希望者は職種や企業名を、進学希望者は学部・学科を決定することを目標としている。進路ガイダンスでは職種や学部などの知識を深め、８月のインターンシップでは職業観の育成を促している。また、11 月～12 月にかけて進路室を２年生に開放し、求人票や大学等のパンフレットの閲覧、企業研究を行っている。３者(４者)面談では、一人７社～10 社程度の求人票を選び、面談の際に数社まで絞り込みを行っている。また、SPI・小論文・作文対策講座を開き、早期から試験対策への意識付けを図っている。

2.3 3年次の主な取組み

具体的な進路選択と進路決定を目標としている。２年間で培った知識や経験を基盤とし、進路実現に向けて努力する１年となる。６月に実施する３者（４者）面談では、２年次に選択した企業・学校等の最終決定を行っている。ただし、現年度の求人票の解禁は７月であるため、実際には求人があるかについて不明である。そのため、候補は基本的には２～３社程度まで絞っている。

進路ガイダンスでは各企業や各学校の方に来校してもらっての説明会が主で、多くの生徒は希望の企業や職種、希望の学科などの説明を聞き最終の確認をしている。また、夏休み前の時期から履歴書の作成が始まり、夏休み期間（８月末）に完成をさせ、同時に面接練習を行っている。面接練習では、生徒自身が面接カードや練習依頼表などを使い、所属学

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

表1 各学年での主な進路行事

	1年次	2年次	3年次
4月			進路希望調査
5月	進路希望調査	進路希望調査	
6月		先輩講話(卒業生)	3者(4者)面談・進路ガイダンス
7月	進学講座	進路ガイダンス	
8月		進学講座・インターンシップ	SPI夏季講習・面接練習
9月	進路ガイダンス		
10月	企業見学(各学科)		
11月	進路ガイダンス		
1月		進路ガイダンス	
2月		3者(4者)面談	ビジネスマナー教室
3月		各種試験対策講座	

科の先生だけではなく、多くの先生方に練習を依頼する。10 人程度の教員に指導をしてもらい、就職試験に臨んでいる。表１は各学年での行事を月ごとにまとめたものである。

3. 高校生の受験先決定について

自身が勤務していた学校では、生徒の企業選択の現状を知るため、アンケート[1)]を行っている。進学者に対するアンケート結果を勤務していた学校から提供して頂いた結果を図１～３に示す。

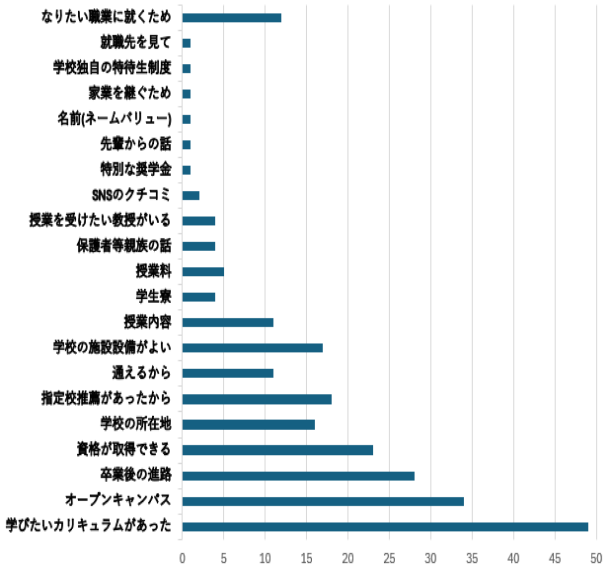


図1 学校選択の基準要素(複数回答)

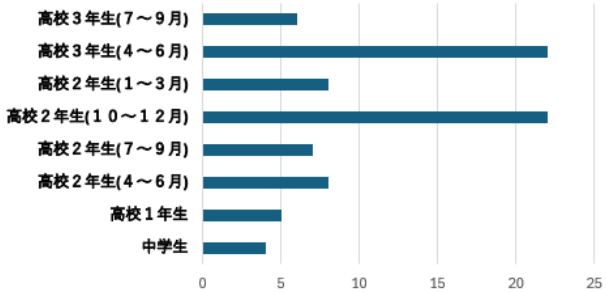


図2 受験を考えた時期

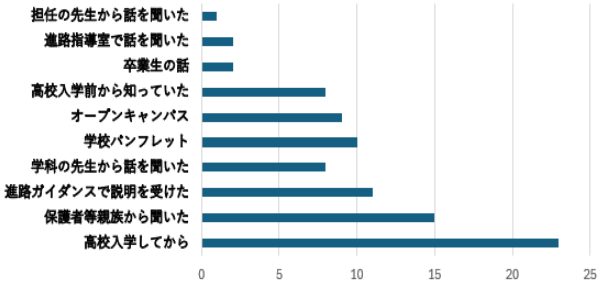


図3 学校を知ろうとした時期(複数回答)

図１からは、進学先を選択する際に、進学先での学びたいカリキュラムのほか、卒業後の就職先を見据えての進路選択をしているような傾向が見られる。また、設備や立地などの学習環境で進路選択をしている解答も見受けられる。

図２では、受験先を決める生徒は、高校３年生（４～６月）と高校２年生（10～12 月）に多い傾向がみられる。

図３では、進路先の情報を知るタイミングは様々で、その中で、高校の先生や保護者の方などの身近な人からの助言等により、進路先を知った様子も見受けられる。

4. おわりに

近年入校率の低下で学生の人数が少なくなっている現状があるため、今後 OC や広報活動においても、開催時期や学校訪問の際の提供資料などの作成の際に、高校生が求めているポイントを押さえた広報物にしていくことや、高校生だけではなく、保護者や高校の先生などに、本校の魅力や強みを的確に示していく必要性があると感じている。

【資料提供】

１）青森県立十和田工業高等学校

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

学生募集活動の現状報告

村上　佑太*1

Current Status of Student Recruitment Activities

MURAKAMI Yuta *1

要約　専門課程の応募倍率は令和 6 年を境に格段に低下している。要因として、少子化による高校統廃合のため母数自体が少なくなったことが挙げられるが、職業能力開発校を選ばない理由にはならない。省庁大学校の防衛大学校や気象大学校、水産大学校も以前よりは低下したものの、当機構系列大学校より低い倍率のものはない。

学校知名度の問題はあるが、何かしらの取り組みをしなければ学校存続が危惧される状況にある。最近の高校生はどのような進路を選んでいるのか、求めるものは何かを今後の募集戦略における各校共有情報として報告する。

1. はじめに

東北職業能力開発大学校附属秋田職業能力開発短期大学校（以下、「当校」という。）生産機械技術科の 2025 年度入校生は 3 名と過去にない少なさであった。定員充足率はわずか 15%であり全国最低クラスの状況を改善するべく、積極的な広報活動を実施した。

筆者は、岩手県内の高校を担当し、実績校中心に 20 校で PR 活動を行った。各進路指導室の担当者意見ではあるが、的を射る内容であったため、筆者自身の見解と踏まえて報告する。

2. 高校訪問先について

当校では、岩手県を北は盛岡市、南は一関市まで東北道付近と沿岸部を回ることにしている。毎年 10 名に満たないが、県中心部や沿岸部より新入生を迎えている。花巻以南は交通難からまず来ないが、新規開拓先としている。

3. 高校生の変化

今年度訪問時は、残念なことに希望者が少なかった。要因として高校側は下記を挙げている。

- 関東との賃金格差
- 理工学系志望者の減少

一つ目は、全国的なベースアップにより 2023 年以降給料を上げて人材確保をする会社が増加した点である。下表は本校宛求人の比較である。

表 1　高卒初任給（建設業）

	~2022年	2023~2025年
関東圏	18~20万円	20~25万円
東北	16~18万円	17~20万円

表 2　大卒初任給（建設業）

	~2022年	2023~2025年
関東圏	20~24万円	22~27万円
東北	17~21万円	18~22万円

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

この数年での変化は、地元に大卒就職よりも、高卒で関東圏に移る方が給与面での優位性が増したことである。賃金のみで人生は決まらないが、生活基盤で最も重要な項目である。下手に進学するよりも就職が最良の流れが定着しつつある。

二つ目は、文系・理系とクラス分けをしている学校における変化である。医療・看護分野は変わらないが技術系を志す生徒は減っている。

数多くの動画を視聴してきた世代においては、「面白いもの」・「珍しいもの」以外は興味を示さない。そればかりか、第一印象で「面倒くさい」と感じたらその先はない。理学・工学系は、数学や理科の発展形のため難しいと感じて選ばない人が増えた。個人の自由であるが、安直な理由で文系選択者になっていると感じているという。

4. 選ばれない理由は何か

工業技術は廃れてはいない。表 3 はハローワークにおける有効求人倍率である。

表 3　2026 年 1 月有効求人倍率

事務系	0.3~0.5
営業	1.1
接客	2.0
建築系	4.0~7.2
機械系	1.5~3.5
情報系	2.0~3.0
電気系	2.0~3.8

変動はあるものの、専門課程での訓練はどれも倍率が高く業界での需要は高い。それでも選ばれない理由は、「職業」情報不足にあると筆者は考えている。親が関連職に就いていない場合は、家庭で技術・技能に関する話が出ることは稀である。

高校でもキャリア教育は行っているが、真剣に取り組む生徒は少数派だという。職業イメージがつきにくい分野は避ける及び、ネット情報鵜呑みにするので実情は知らないはずである。ならば、オープンキャンパスで見学をと促すも、親の意見が絡んでくると行かなくなる。一部の意見ではあったが、高校側も苦労している様子が伺えた。

また、親も以前とは感覚が違うことも知った。一言で語ると「子離れできない親」が多くなったという。ここ 2 年は地元志向が高くなったともいえるが、実態は親の希望に沿っているだけである。下記がほぼ共通事項である。

・自宅近辺もしくは最大 2 時間圏内
・南には行くが、北は行かない

岩手から大舘に来ないのは、こういった理由であった。全部ではないものの大変厳しい現状を突き付けられる結果となった。

5. 考察

多くの実態を知ることができたが、情報が容易に得られることの弊害があると感じられた。

以前はオープンキャンパスに来てもらい、体験の中で楽しいと感じて受験につながる算段であったが、もはや通用しない。まず、来てもらう手段を決めなければ先に進まない状況に至っている。

何を PR して人を集めるかは大変難しい。私立大学のようにギフトカードや最新機器が当たるキャンペーンで集めるのも一つの方法であろう。だが、各大学校の立地を考えると無理だと筆者は判断している。

今の高校生の希望条件に合わせているとキリがないので一定の線引きは必要である。それでも、ある程度は向き合う姿勢を取らなければ見向きもされない。これが今の時代だと認識する必要がある。

6. おわりに

人が集まる学校は、長年築き上げた実績とこれに対する周囲の高評価によって成立している。そのため参考にしても解決策を導くことは難しいが、出口側には共通したものがある。

「一部上場企業や官公庁に就職できる」、「卒業生の多くが成功者となっている」といったものがあるので親は安心して任せられる。人にも勧められる。

当校でもできないわけではないが、とてつもない年数がかかる。それまで、学校が存続しているのかといった点に疑問を抱かざるを得ない。

令和の世において、職業訓練教育はどうあるべきか、日本においてどのような役割を果たすべきかを筆者自身は考え模索している。

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

全日本ロボット相撲大会 2025 参加報告

楢原　康弘*1

All-Japan Robot Sumo Tournament 2025 Activity Report

NARAHARA Yasuhiro *1

1. はじめに

富士ソフト株式会社が主催する全日本ロボット相撲大会 1)は、参加者が自作したロボット力士を技術とアイデアで競わせる、歴史ある競技大会である。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 年より本大会への出場に取り組んできた。令和 7 年度からは、従来の 3kg クラスに加え、新たに 500g クラスが正式種目として新設された。本稿では、この 500g クラスの概要を中心に、全日本ロボット相撲大会 2025 への参加報告を行う。

2. 全日本ロボット相撲大会の競技概要

本大会は、従来の「3kg クラス」と、今回新たに正式種目となった「500g クラス」の 2 部門で構成される。両クラスの主な規定の比較を表 1 に示す。

表 1 の通り、500g クラスは小型・軽量であることに加え、木製土俵のため磁石による吸着が利用できない。そのため、タイヤのグリップ力を最大限に引き出す重量バランスの最適化や、相手の死角を突く高度なアルゴリズムが勝敗を分ける重要な要素となる。また、本クラスは市販のベースキットを利用しての参加が可能であり、初心者でもエントリーしやすい一方で、独自の創意工夫次第で上位入賞を狙える奥深さがある。そのため、新たなエントリークラスとして参加者が急増している。

表 1　3kg クラスと 500g クラスの比較

項目	3kg クラス	500g クラス（新設）
機体重量	3000g 以下	500g 以下
機体サイズ	20cm × 20cm 以内	10cm × 10cm 以内
土俵材質	鋼板（鉄製）	木製（表面はメラミン樹脂）
土俵サイズ	直径 154cm	直径 77cm
吸着機構	磁石による強力な吸着が可能	一切禁止

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、マイコン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。

本年度に製作した 500g クラスのロボット力士（しこ名：蜂の巣）の外観を図 1 に示す。本機は市販のベースキットを活用しつつ、限られた重量枠の中でタイヤの接地圧を最大化する重量バランスの最適化を図った。また、ソフトウェア面では相手の側面や背面といった「角」を素早く捉えて回り込む攻撃的なアルゴリズムを実装している。

図 1 製作したロボット力士（蜂の巣）の外観

*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

3. 大会結果

本大会には、3kg クラスに 2 台、500g クラスに 1 台の計 3 台が出場した。地区予選会に参加した東北能開大チームの学生を図 2、試合中の様子を図 3、各機体の戦績を表 2 に示す。3kg クラスの「インディゴ」は、敵を検知するセンシング能力を活かした堅実な動作により、関東予選会で 3 位入賞という優れた成果を収めた。一方、「Fulgur」は善戦したものの、強豪校の厚い壁に阻まれ予選敗退となった。注目の 500g クラス「蜂の巣」は、初参戦ながら関東予選会でベスト 8 に進出し、決勝大会への出場権を獲得した。

決勝大会は、相撲の聖地である両国国技館で開催された。本大会は国内勢に加え、海外の公認大会を勝ち抜いてきた各国代表の精鋭選手（ロボット）が一堂に会する、実質的な世界大会として極めて高いレベルで競われた。大会は 2 日間にわたり、初日に予選、2 日目にベスト 16 による本選が行われた。

3kg クラスの「インディゴ」および 500g クラスの「蜂の巣」は、共に 1 日目の予選で惜しくも敗退となった。しかし、初参戦の「蜂の巣」に関しては、予選にて相性の悪い相手との対戦を強いられたものの、重量バランスの最適化と角を取るアルゴリズムによる機敏な動きは、海外代表の強豪機体に対しても十分に通用するものであった。対戦の展開次第では、本選（ベスト 16）進出も十分に射程圏内といえる実力を示し、今後の開発に向けた大きな手応えと自信を得ることができた。

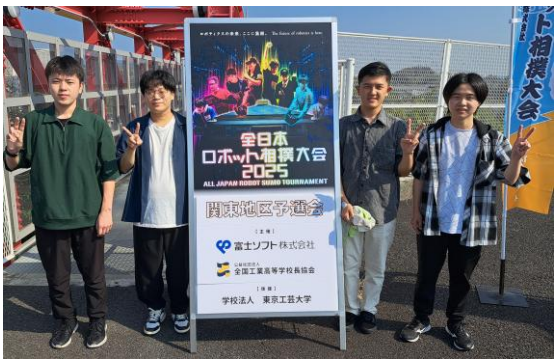


図 2 地区予選会に参加した学生

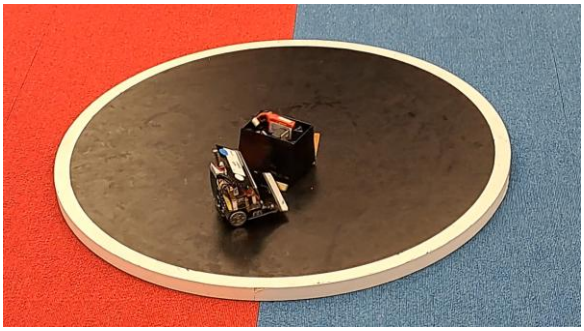


図 3 試合中の様子

表 2 東北能開大チームの大会結果

ロボット（しこ名）	クラス	地区予選会	決勝大会
蜂の巣	500g	関東大会 ベスト 8	予選敗退
インディゴ	3kg	関東大会 3 位	予選敗退
Fulgur	3kg	敗退	―

4. おわりに

本年度の全日本ロボット相撲大会への参戦は、3kg クラスでの地区予選会入賞や 500g クラスでの決勝大会進出など、本校における技術習得の成果を一定程度示すことができた。

特に 500g クラスの「蜂の巣」においては、市販キットをベースとしながらも、学生自らが重量バランスの最適化や独自のアルゴリズム実装に取り組んだ。決勝大会では予選敗退という結果に終わったものの、海外代表の強豪機体に対しても十分に通用する挙動を確認でき、実力的には本選（ベスト 16）進出の可能性を十分に示した。

本取り組みは、授業で習得した知識を実機製作に応用し、実戦を通じて課題を発見するという、極めて効果的な訓練の場となっている。決勝大会で得られた世界トップレベルの技術的知見を真摯に受け止め、本校の課題解決能力をさらに高めていく必要がある。今後は、今回得られた成果と反省点を次年度の学生へと確実に継承し、更なる上位入賞を目指して指導・支援を継続していきたい。

［参考文献］

1) 富士ソフト株式会社：全日本ロボット相撲大会、https://www.fsi.co.jp/sumo/index.html、2026 年 4 月 28 日確認

2) 楢原康弘：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

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

2025 Ene-1 GP MOTEGI KV-MOTO 参加報告

堀籠　怜*1

Report on Participation in the 2025 Ene-1 MOTEGI GP KV-Moto Class

HORIGOME Satoshi*1

1. はじめに

Ene-1 GP は、市販の単三形ニッケル水素電池「エネループ」40 本のみを動力源とし、自作車両の走行効率と速度を競う競技会です。栃木県のモビリティリゾートもてぎ、および三重県の鈴鹿サーキットで開催されており、速さだけではなく、エネルギー消費を最適化する「知能的戦略」が勝敗を分ける重要な要素となります。

本競技への参加は、現代社会の重要課題である「省エネルギー技術」への深い理解を目的としています。限られたエネルギーを効率よく運動エネルギーへ変換するため、具体的には以下の 3 つのプロセスを通じて、実践的な問題解決能力を養います。

第 1 に「データに基づく戦略立案」です。コースの勾配を分析し、消費電力から逆算して走行速度を調整する高度な戦略を構築します。第 2 に「技術的課題の克服」です。設計段階で判明したトルク不足や電力損失に対し、原因究明と対策を行うことで、製造現場で求められる対応力を習得します。そして第 3 に「持続可能な社会への意識醸成」です。EV の開発プロセスを疑似体験することで、カーボンニュートラル社会に向けたエネルギーマネジメントの重要性を工学的視点から再認識します。

東北職業能力開発大学校 電気エネルギー制御科では、総合制作実習のテーマとして毎年電動車の製作に取り組み、本大会に参加してきました。実際のレース場での走行は、机上の理論では得られない貴重な経験となり、次世代の実践的な技術者育成に大きく貢献しています。本報告では、2025 年 11 月 9 日の「2025 Ene-1 MOTEGI GP」KV-Moto クラスにおける、当校の参加車両（図 1、図 2）と競技結果について述べます。

図 1　制作した車両

図 2　スタート時の様子

2. 大会概要

本カテゴリーでは、20 インチ以上の市販自転車をベースとした自作車両を使用し、車両自体の重

*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

量制限はないものの、乗員重量は 56kg 規定（不足分はウェイトで補填）が適用されます。競技規則に基づき、限られたエネルギーである単三形充電池 40 本を最大限に引き出す効率的な設計・走行戦略が求められます。モビリティリゾートもてぎのレーシングコース（全長 4.8km）のうち、本大会では特設の 3.6km 区間を使用します。競技はタイムアタック形式で行われ、計 3 回の計測タイムの合計により順位を決定します。追加充電は一切認められず、全 3 回を完走しなければなりません。コースには最大斜度約 5%（高低差約 30m）の厳しい上り坂が含まれるため、これらを効率よく走破できる登坂性能とエネルギーマネジメントの両立が、勝利への鍵となります。

3. 車両制作

本大会で上位入賞を果たすためには、昨年度大会の上位チームの結果より、平均時速 30km 以上を維持し続ける高度な走行性能とエネルギー管理が求められます。特に本年度は、限られた電池容量を無駄なく路面へ伝えるため、車両全体における機械的・電気的な損失の徹底的な低減を最優先課題として掲げました。昨年までの参戦データを分析した結果、従来のチェーンやギアを介した駆動方式では摩擦による動力伝達ロスが避けられないと判断し、駆動系を抜本的に見直すことで効率化を追求しました。

3.1　駆動系の高効率化

従来のチェーンおよびギアを介した駆動方式を全面的に見直し、新たにインホイールモータを採用しました。これにより、従来の駆動系で発生していた約 10～15%に及ぶ駆動損失を排除しています。

3.2　路面状況に応じた電気回路の切り替え

コースの特性に合わせ、DC-DC コンバータを用いた昇圧回路を搭載しました。平坦路では電圧を上げて高車速を狙う一方、負荷のかかる登坂路では電池を並列接続（24V）に切り替えて電流を確保し、必要なトルクを確保するための柔軟な制御を実現します。

4. 大会結果

期待された性能向上とは裏腹に、本番ではトラブルに見舞われる結果となりました。走行中に速度が向上せず、想定を大幅に上回る電流が消費されたため、第 1 回目こそ完走したものの、第 2 回目で途中リタイア、第 3 回目は棄権を余儀なくされました。

この不具合の原因は、大会前日にインホイールモータのスポークが走行中に破損し、落下した影響で、衝撃により軸にわずかな歪が生じ摩擦が増大した可能性が高いと推測されます。

モータ内部の精密な不具合は、現場の機材や限られた時間内では修復が困難であり、最善を尽くしたもののリタイアという苦渋の決断を下すこととなりました。1 年をかけて準備を進めてきた参加学生たちには、非常に悔しい思いをさせてしまいましたが、この予期せぬトラブルへの対応もまた、実践の場における厳しさと学びの一部であると受け止めています。

5. おわりに

本年度の Ene-1 MOTEGI GP への挑戦は、インホイールモータの採用や電気回路の刷新など、例年以上に技術的ハードルの高い試みとなりました。結果として目標とした上位入賞には至りませんでしたが、今回の開発プロセスから得られた知見は極めて大きく、今後の重要な設計指針を導き出すことができました。

今回採用したインホイールモータ方式は、伝達ロスの大幅な低減に寄与した一方で、路面からの衝撃が直接モータ内部へ波及するという課題を浮き彫りにしました。特に、物理的な衝撃に起因する内部構造の歪みにより消費電流の増大を招くリスクを明確に認識するに至りました。次年度に向けては、これらのリスクを低減させるための「耐振動設計の強化」を設計の主眼に置いてまいります。

最後に、本大会参加にあたり多大なるご指導を賜りました生産電気システム技術科の狩野隆志先生を初め、本プロジェクトの関係者皆様に厚く御礼申し上げます。

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

2025若年者ものづくり競技大会（電気工事職種）参加報告

中矢　翔*1

Activity Report on the Electrical Installation Category of the 2025 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の電気工事職種に参加しています。本稿では、２０２５年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

２０２５年度の大会は、８月３日、４日に香川県で行われました。電気工事職種の参加選手数は１９名、競技時間は標準時間２時間３０分（打ち切り３時間）となっています。図１に事前に公表された課題施工図を示します。競技大会当日には、２０％程度の変更がなされます。図２に当日変更された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、分電盤部分の配線やランプとスイッチによる点灯方法は別に示されています。

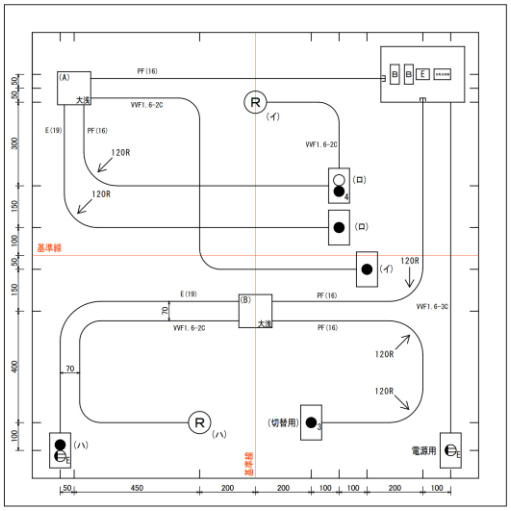


図１ 事前に公表された課題施工図

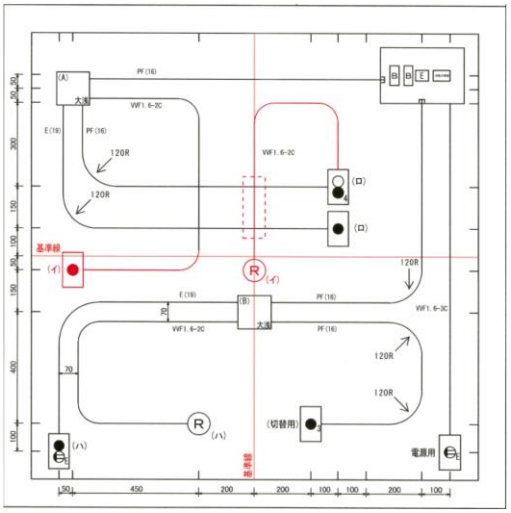


図２ 大会当日に変更された課題施工図

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

3. 大会までの練習

競技大会に参加する選手を決めるために、電気エネルギー制御科１年生の中から、２名の普通科高校出身の学生を選出しました。２月に選出を行い、３月から準備や予備練習を行いました。２年時の４月からは、週１回半日の総合制作実習、および放課後を用いて練習を行いました。５月上旬までの短期間で学生２人の向上した技能を比較し、本校の代表選手を決定しました。４～６月は昨年度の競技大会で行われた課題を練習し、６月下旬に今年度の課題が公表されてからは、本番の課題に切り替え練習を行いました。４月の練習時には、課題を完成させるのに７～８時間程度かかっていましたが、日々練習を重ねることで６月の終わりには２時間３０～４０分程度で完成していました。図３に練習の様子を示します。

練習初期は、過去に参加した学生のマニュアルや、競技大会後に企業の方が行ったデモンストレーション動画を参考にしながら、作業台の配置や器具を取りやすい配置、工具の取り扱い方、作業手順について理解を深めることから始めました。作業に慣れてからは、準備から施工、最後の清掃・解体・片付けに至るまで、一連の流れを通して継続的に練習に取り組みました。練習終盤では、他の学生にも協力してもらい、準備や片付けを担当してもらうことで、代表選手は実際の競技大会と同様のスケジュールで、効率的に練習を行うことができました。

図 3 練習の様子

4. 大会の結果

図４に、競技大会当日に完成した課題を示します。完成時間は２時間７分であり、練習終盤では２時間３０分程度を要していたことから、競技大会当日は学生の頑張りによって大幅な時間短縮を実現することができました。また、仕上がりについても、練習時と同程度の美しさを確保できていました。しかしながら、結果としては入賞を逃す悔しい結果となりました。その要因として、周囲に多数の競技者や観客がいる慣れない環境の中で、緊張や焦りが生じ、作業途中で保護具の着け忘れといった不安全行動が発生したことによる減点や、施工の一部に誤りがあったことによる減点などが考えられます。参加した選手は、マニュアルの中で「完成度や美しさを追求することは当然であり、それに加えて安全性を重点的に意識した練習を行うことが重要である」とまとめていました。

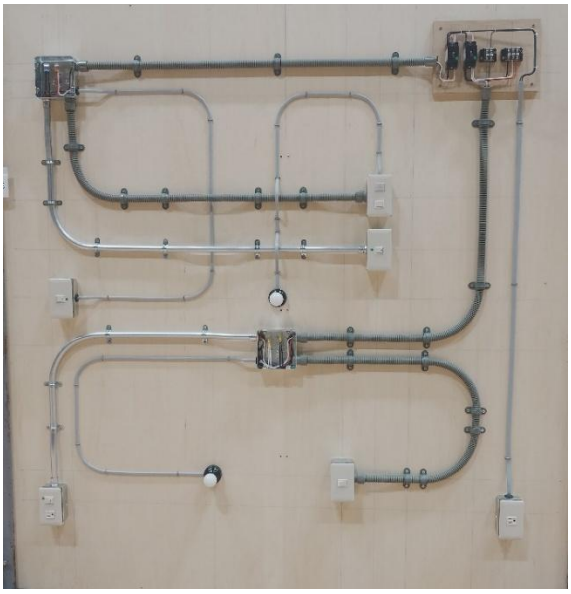


図 4 完成した課題

5. おわりに

学生が若年者ものづくり競技大会の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できました。ご助言頂いた生産電気システム技術科の太田徹児先生をはじめ、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の先生方、また学務課の職員に感謝申し上げます。

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

若年者ものづくり競技大会（電子回路組立て）参加報告

池原　寿紀*1

Report on Participation in Youth Manufacturing Competition (Electronic Circuit Assembly)

IKEHARA Toshiki*1

1. はじめに

東北職業能力開発大学校青森校電子情報技術科では令和 7 年度、香川県で 8 月 3 日、4 日に開催された第 20 回若年者ものづくり競技大会（電子回路組立て職種）に参加した。当校として同競技職種への出場は 10 大会ぶり 4 回目であり、結果として敢闘賞を受賞した。

大会参加にあたり主幹指導員の下、助言を得ながら学生指導を行った。本稿では大会概要と参加に向けた取り組み内容を報告する。

2. 大会概要

若年者ものづくり競技大会は、教育機関等で技能を習得中の若年者（原則 20 歳以下）を対象とし、ものづくりの技能向上を目的として開催される競技会である [1)]。電子回路組立て職種の競技では、組立て基板の製作と制御プログラムの作成（C 言語）を 4 時間以内に行う必要があり、電子分野と情報分野の双方に関する技能が求められる。

組立て基板の製作課題は、技能検定電子機器組立て 2 級程度の技能習得が必要である。図 1 に組立て基板（R20）を示す。今年度は組立て基板の仕様が変更となり、主に 3 軸加速度センサモジュールが無くなり、新たに表面実装の LED やフォト IC ダイオードが追加される等の変更が加えられた。

制御プログラムの作成課題は動作確認用のプログラムは事前に配布されるものの、競技課題（計 5 問）は当日出題されるため、高いプログラミング能力が要求される。また、図 2 に示すように拡張ポートに無線モジュール等の機器を接続する課題も出題される場合がある。これらは当日に公開、配布されるため、選手は競技時間内に仕様を理解し、課題に対応する必要がある。

図 1 組立て基板（R20 仕様）

図 2 無線モジュール基板

*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 Electronic Information Technology

3. 練習内容

大会に向けた練習は、学生が 2 年次に進級した 4 月から開始した。出場学生の都合上、放課後に確保できる練習時間は 2 時間程度である(~18 時 30 分)。その他、午後授業が無い日等を利用して練習時間を確保した。表 1 に練習スケジュールを示す。

表 1 練習スケジュール

月	練習内容
4 月	機材準備、環境構築、概要説明
5 月	組立て練習【基本作業、旧基板（R12)】
6 月	組立て練習【旧基板（R12)、新基板（R20)】 プログラミング練習【解説、過去問題】
7 月	組立て練習【新基板（R20)、技能検定基板】 プログラミング練習【過去問題、予想問題】

4 月は主に準備を進め、開発環境の構築や組立て基板の発注等を行った。5 月以降は組立ての練習として、リード部品の曲げ作業や表面実装部品のはんだ付け作業を練習した。その後、前大会まで使用した旧基板（R12）の組立て練習を行った。6 月以降は新基板（R20）の組立て練習と並行して制御プログラミングの練習も進めた。特に、配布される動作確認用プログラムは、LCD やフルカラー10 バー LED 等の制御仕様を理解するうえで重要である。競技ではこのプログラムを基に課題に取り組むため、各モジュールを制御する関数を中心に解説をした。また、LCD に関してはハードウェアに直接関係する関数も解説をした。7 月以降はラップタイムを計測しながら組立て練習を行い、課題の抽出と改善に取り組んだ。大会用基板は数に限りがあるため、技能検定電子機器組立ての 2 級基板も併用して組立て練習を行った。プログラミングの練習は過去問題を中心に行い、自宅でも練習させるようにした。

学生には大会当日の時間配分と目標を事前に設定させた。競技時間 4 時間のうち、基板組立てを 90 分以内で完了し、制御プログラム課題は 5 問中、3 問の解答を目標とした。また、解答が困難な問題が出題された場合でも、少なくとも初期状態の動作を実現できるよう、可能な範囲で取り組むことを助言した。

4. 指導方法

指導にあたっては、学生の自主性を尊重するコーチングの考え方を重視した。例えば、はんだ付け作業の際に部品を固定する方法として、テープを用いる方法と指で押さえる方法の双方を提示し、そのうえで学生自身にも作業をさせ、どの方法が最も作業しやすいかを判断させた。プログラミングも同様に指導員が解いた過去問題の内容を提示するが、「このように書きなさい」と指示は行わず、「このような書き方もある」という提示にとどめている。このように自主性を尊重した背景には、競技大会への参加が課外活動の一環であり、学生のモチベーション維持や向上が重要であることが挙げられる。学生が設定した目標を実現するためには、自ら考え行動する姿勢を引き出すことが重要であると考えられる。

5. 大会結果

大会の結果、当校の出場学生は敢闘賞を受賞した。競技では基板組立てを 90 分以内に完了し、制御プログラム課題についても 2～3 問の解答ができており、事前に設定した目標をおおむね達成したことが本結果につながったと考えられる。

図 3 競技中の様子

6. おわりに

今後も学生の技能向上、および当校の認知度向上を目指し、競技大会への参加を継続したい。また、大会参加にあたり、当科の遠藤裕之能開教授より技術要素や作業方法等、多くのご助言を頂いた。記して感謝を申し上げる。

［参考文献］

1) 若年者ものづくり競技大会ホームページ
https://www.javada.or.jp/jyakunen20/

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

キング・オブ・コンクリート 2025（盛岡）参加報告

佐藤　重悦*1

Participation Report：King of Concrete 2025 (Morioka)

SATO Juetsu*1

1. はじめに

（公社）日本コンクリート工学会主催の学生向け競技会「キング・オブ・コンクリート（以下、KOC）2025[1)]」が 7 月 16 日（水）～18 日（金）岩手県盛岡市で開催され、当大学校の応用課程建築施工システム技術科から 1 チーム（3 名）が参加した。会場はアイーナ（岩手県民情報交流センター）、全国から参加した 15 チームが「I 部門」（コンクリート楽器の出来栄えや説明ポスター）、「Wa 部門」（事前録画した課題曲演奏動画）、「Te 部門」（会場での演奏テクニック披露）の 3 部門で技術と独創性を競った。

図1　会場で演奏する学生たち

2. 各部門での制作

「I 部門」には、コンクリート製の三線（さんしん）およびミニカホンを制作して臨んだ。「Wa 部門」では、浜辺で課題曲“ドレミの歌”を演奏する動画を制作した。「Te 部門」では、自由曲“島人ぬ宝”の演奏を披露した。**図 1** に会場で演奏する学生たちを、**図 2** に制作したポスターをそれぞれ示す。

3. 大会結果

我が東北能開大チームは「総合順位」5 位、部門別順位はそれぞれ「I 部門」6 位、「Wa 部門」6 位、「Te 部門」4 位であった。総合順位 1 位は名城大学 A、2 位：群馬大学、3 位：東北大学であった。部門別順位は「I 部門」1 位：群馬大学、2 位：名城大学 A、3 位：東北大学、「Wa 部門」1 位：名城大学 A、2 位：室蘭工業大学、3 位：群馬大学、「Te 部門」1 位：名城大学 A（ディズニーメドレー）、2 位：群馬大学（銀河鉄道 999）、3 位：東北大学（エーデルワイス）であった。

4. おわりに

著者の KOC アドバイザー参加は、2022 年のオンライン参加を含め 7 回を数える。2026 年も KOC（奈良）開催が決定し、参加する予定である。

［参考文献］

1)　（公社）日本コンクリート工学会：コンクリート工学年次大会 2025（盛岡）の概況、コンクリート工学、Vol.63、No.10、pp.861-863、2025.10

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

W/C (%)	S/C	単位量（kg/m³）					
		W	C	S1※	S2※	PP※	Ad.
37.0	1.00	331	895	537	358	32	9

	三線		ミニカホン	
質量 (kg)	コンクリート	合計	コンクリート	合計
	3.210	3.257	6.056	6.280

図２　KOC2025 東北能開大チームのポスター

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

超厚合板を活用した純木造耐力壁の実大加力実験

－壁－1グランプリ 2025 参加を通じた応用課程での教育実践－

西野　晃司*1，越智　隆行*1

Full-Scale Loading Test of a Metal-Free Timber Shear Wall Utilizing Cross Layered Plywood

－ Educational Practice in the Advanced Course through Participation in Kabe-1 Grand Prix 2025 －

NISHINO Koji*1, OCHI Takayuki*1

要約　本稿は、応用課程建築施工システム技術科 1 年次の授業「建築構造実験」において、木造耐力壁の競技大会「壁－1 グランプリ 2025」への参加を標準外カリキュラムとして位置づけた教育実践を報告する。超厚合板（CLP）を面材とする純木造耐力壁「よくばり君」を製作・加力試験した結果、最大荷重 26.7 kN・最大変位 152.6 mm を記録し、12 チーム中 7 位・加工施工部門賞を受賞した。CLP 面材は終局まで健全性を維持した一方、柱脚込み栓接合部における土台の繊維方向割裂が終局破壊を支配した。本稿では設計・製作・実験結果を報告するとともに、採点項目別・構法類型別の比較考察を行い、本取り組みの教育的意義を考察する。

1. はじめに

木造耐力壁の構造性能を競う「壁－1 グランプリ」（以下、カベワン GP）は、木造建築に関わる実務者・研究者・学生が参加できる競技大会であり、規定寸法の在来軸組を用いた耐力壁について、一方向単調加力実験による性能評価を行う点に特徴がある [1)]。採点は最大荷重および最大変位から算出される最大耐力点・耐震評点およびデザイン評点の合計を、材料費・加工費・施工費・環境負荷費の合計で除した総合得点によって行われ、構造性能と経済性・環境性の両立が求められる。

本校は 2018 年度より専門課程住居環境科の総合制作実習として本大会に参加しており、2022 年度には総合優勝、2023 年度には総合準優勝の実績を有する [2)]。2024 年度は参加を見合わせたが、2025 年度からは応用課程建築施工システム技術科 1 年次に参加を移行し、授業「建築構造実験」の一環として取り組んだ。本校はまた、宮城県 CLT 等普及推進協議会との共同研究として、超厚合板（CLP）を用いた耐力壁試験および水平構面試験を実施してきた実績を有しており [3) 4)]、これらの知見を実大競技実験に適用することも本取り組みの背景にある。

本稿では、カベワン GP2025 への参加報告として、大会概要・試験体の設計と製作・加力実験結果を報告するとともに、採点項目別・構法類型別の比較考察を行い、応用課程における本取り組みの教育的意義を考察する。

*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 Engineering

2. カベワン GP2025 の概要

2.1　大会概要と採点方式

カベワン GP2025 は 2025 年 10 月に開催され、全国から 12 チームが参加した。試験体は、幅 910 mm・高さ 2,730 mm の在来軸組（柱・桁・土台）を共通条件とし、これら以外の部材構成、材料選定および接合仕様については各参加チームが自由に設計できる [1]。本大会では、本戦に先立ち予備試験の荷重–変位データおよびコンセプトシートによる事前審査が課せられる。

総合得点は式（1）に示すように算出される [1]。

$$\text{総合得点} = \frac{①\text{最大耐力点} + ②\text{耐震評点} + ③\text{デザイン評点}}{④\text{材料費} + ⑤\text{加工費} + ⑥\text{施工費} + ⑦\text{環境負荷費}} \times 10{,}000 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

耐震評点は全参加試験体の最大荷重および最大変位の上位値を基準として規格化された指標であり、分母の各費用点は材料の種類・加工時間・施工人工・環境負荷係数に応じて算定される。本大会には総合得点上位者への総合賞のほか、耐力・変形能・コスト・加工施工技術など各観点に応じた部門賞が設けられている [1]。

なお 2025 年大会には「金物ペナルティ開口」ルールが設けられており、金物を使用した試験体は使用した金物総重量（g）×200 mm²以上の連続開口を壁体内に設置することが義務付けられた [1]。このルールにより純木造・金物不使用の試験体は開口設置義務を免れ、面材有効断面を最大限に確保できる設計上の優位性を持つ。

2.2　参加チームの構法類型

2025 年大会に出場した全 12 体の試験体について、抵抗機構および接合材料の観点から構法類型の整理を行った結果を表 1 に示す。抵抗機構は、貫型・筋かい型・貫＋筋かい複合型・面材せん断型・格子型の 5 類型に分類される。接合材料の観点からは、金物を使用しない純木造構法と金物を併用する構法の 2 種に大別される。

表 1 構法類型一覧

抵抗機構	純木造	金物併用
貫型	No.4「貫 3 ver.3」	No.1「窓辺のヴィーナス」
筋かい型	No.6「固定観念」、No.7「手毬の壁」、No.8「DNA-Kagome-」	No.2「meri²」、No.5「ズマズマ」、No.12「破竹の勢い」
貫＋筋かい複合型	—	No.11「エリートサラリーマン」
面材せん断型	No.10「よくばり君」（本校）	No.9「ひみつのシアキーちゃん」
格子型	—	No.3「カッシャマン」

表 2 参加チーム別試験体性能一覧

エントリー No.	試験体名	最大荷重 (kN)	最大変位 (mm)	耐震評点	環境負荷費 (円)	総合得点	順位
1	窓辺のヴィーナス	67.7	214.4	189.7	15,639	28.38	2
2	meri²（メリメリ）	24.8	72.4	17.0	11,437	13.04	10
3	カッシャマン	48.2	227.8	135.0	15,029	14.83	9
4	貫 3 ver.3	21.0	378.1	117.9	6,601	22.28	6
5	ズマズマ	48.2	169.9	129.4	8,853	27.86	4
6	固定観念	32.9	321.5	164.5	6,168	29.88	3
7	手毬の壁	29.8	131.3	57.0	7,977	9.44	12
8	DNA-Kagome-	36.3	100.9	45.3	8,281	12.64	11
9	ひみつのシアキーちゃん	53.3	293.0	230.2	15,961	34.12	1
10	**よくばり君（本校）**	**26.7**	**152.6**	**51.1**	**8,443**	**18.46**	**7**
11	エリートサラリーマン	42.1	120.9	62.8	9,130	17.24	8
12	破竹の勢い	35.2	255.9	139.1	17,708	23.89	5

本大会においては、金物併用の試験体が 7 体（58%）、純木造試験体が 5 体（42%）を占めた。面材せん断型の試験体は 2 体存在し、純木造構法が本校試験体「よくばり君」（No.10）、金物併用構法が総合優勝の「ひみつのシアキーちゃん」（No.9）であった。各参加チームの性能一覧を表 2 に示す。

3. 試験体「よくばり君」の設計および製作

3.1　設計コンセプト

試験体「よくばり君」は、超厚合板（CLP）を面材とする面材せん断型耐力壁として設計した。構法上の特徴は、金物を用いず、木材同士の嵌合および込み栓によって水平力を伝達する純木造構法を採用した点にある。

設計上の第一の方針は金物の不使用である。金属材料を排除することで材料費および環境負荷費の低減が期待でき、2025 年大会の金物ペナルティ開口ルールのもとでは壁体内開口の設置義務を免れ、CLP 面材の有効断面を最大限に確保できる。第二の方針は板厚 50 mm の CLP の採用である。CLP は一般的な厚物合板（最大 30 mm 程度）と比較して高い面内剛性および形状安定性を有しており [3]、既往の耐力壁試験 [4]で得られた知見を実大スケールで検証することを意図した。第三に、軸組材にはアカマツおよびカラマツ材を主体として用い、材料単価を抑制しつつ構造性能を確保した。

3.2　構造仕様詳細

試験体の構造仕様を表 3 に示し、主要構成を図 1 に示す。

柱・桁・土台には断面 120×120 mm の無垢材を用い、貫には同断面のカラマツ材を採用した。貫は長ほぞおよび鼻込み栓によって柱と接合した。面材

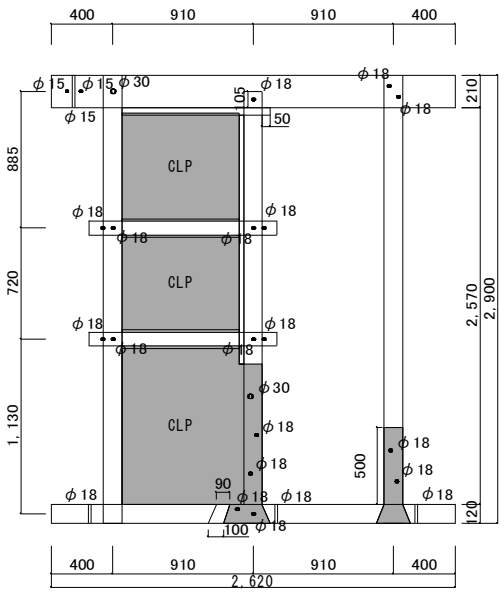


図 1 試験体主要構成図

には板厚 50 mm の CLP（石巻合板工業株式会社製）を上・中・下の 3 枚構成とし、柱・貫・桁・土台に設けた幅 50 mm の溝に嵌め込む構造とした。溝幅の加工精度が構造性能に大きく影響するため、加工時には溝幅および溝深さの管理を重視した。

柱脚接合部についても金物は用いず、純木造仕様とした。CLP 下端部を雇ほぞとして加工し、土台に設けた穴に差し込んだ後、カシ材製の込み栓によって固定する方式を採用した。右引張側柱脚には φ18 mm の込み栓を 2 本配置し、中柱には φ18 mm および φ30 mm の込み栓を併用した。左圧縮側柱脚には長ほぞ接合を採用し、圧縮軸力の伝達を優先した。

3.3　製作プロセス

試験体の製作は、2025 年 4 月に開始した授業「建築構造実験」の一環として実施した。クラスを 5 チームに分け、全チームが CLP を面材として用いる

表 3 試験体仕様

部位	材種	断面・寸法	備考
柱・桁・土台	アカマツ・カラマツ・ヒノキ	120×120 mm	軸組・溝加工なし
貫	カラマツ	120×120 mm	長ほぞ・鼻込み栓、溝深さ 15 mm
面材（3 枚）	CLP（超厚合板）	板厚 50 mm	貫溝に嵌め込み
込み栓（柱脚）	カシ	φ18 mm（下部・右柱）、φ18 mm×2 本＋φ30 mm×1 本（中柱）等	純木造接合・金物不使用
金物	—	—	使用なし

ことを共通条件としたうえで、それぞれ独自の設計案に基づく試験体を製作した。各試験体について一方向引張加力による耐力実験を行い、荷重–変位関係および耐震評点を比較した結果、本試験体の構成が最も高い評価を得たため、大会参加用試験体として選定した。

選定後、軸組材の墨付け・溝切り・ほぞ加工・込み栓孔加工、および CLP の雇ほぞ加工・寸法調整を実施した。複数回の仮組みによって CLP の嵌め込み精度および柱脚接合部の位置精度を確認したうえで最終組立を行い、予備試験データおよびコンセプトシートの提出[2]を経て本戦出場権を獲得した。

4. 加力実験結果と考察

4.1 実験結果

カベワン GP2025 本戦において実施された加力実験の結果を表 4 に示す。

表 4「よくばり君」加力実験結果

項目	数値
最大荷重	26.7 kN
最大変位	152.6 mm
耐震評点	51.1 点
環境負荷費	8,443 円
総合得点	18.46 点
総合順位	7 位(12 体中)
受賞	加工施工部門賞

本試験体「よくばり君」は、最大荷重 26.7 kN、最大変位 152.6 mm を記録し、耐震評点は 51.1 点、総合得点は 18.46 点であった。総合順位は 12 体中 7 位であり、純木造構法を採用した試験体としては中位に位置する結果となった。また、加工施工部門賞を受賞しており、純木造接合による加工および施工精度が評価された。

4.2 荷重変形曲線の分析

荷重変形曲線を図 2 に示す。曲線は変位の進行に応じて三段階の挙動を示した。第 1 段階（変位 0～約 60 mm）では CLP 面材の面内せん断剛性が卓越し、比較的高い初期剛性のもとで荷重が上昇した。第 2 段階（変位約 60～130 mm）では初期剛性の低下が認められ、CLP と溝部接触面における局所的なめり込み変形および軸組接合部の変形進行が示唆される。

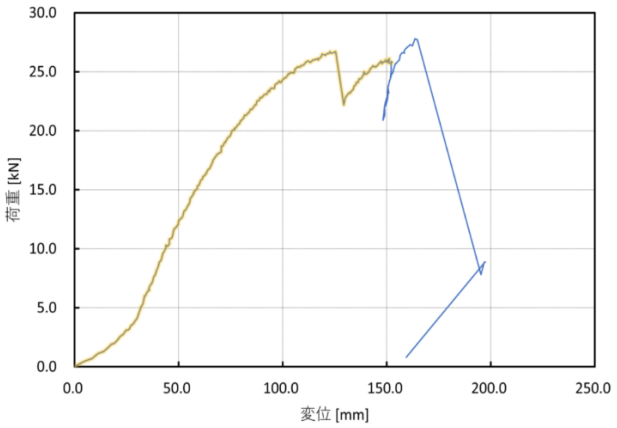


図 2「よくばり君」荷重–変位曲線[1]

変位約 130 mm 付近で右引張側柱脚に先行的なピン化が確認され、一度目の荷重低下が生じた。第 3 段階（変位 130～152.6 mm）では、応力再配分を経て最大荷重 26.7 kN に達し、中柱柱脚部における土台の繊維方向割裂によって終局に至った。

4.3 破壊性状の考察

破壊性状の写真を図 3 に示す。

図 3 中柱柱脚破壊性状

終局破壊は中柱の柱脚込み栓接合部周辺における土台の繊維方向割裂であった。込み栓接合は、木材孔周囲のめり込み抵抗によって引抜力およびせん断力を伝達する純木造接合であり、接合具周辺の端距離条件が割裂耐力に大きく影響する。

「木質構造設計規準・同解説」（2006 年）では、ボルト接合に対し、引張側の繊維方向端距離として 7d（d：接合具径）以上を確保することが示されている[5]。込み栓に対する明確な端距離規定は示されていないが、繊維方向割裂防止の観点から同様の考え方が適用可能と考えられる。φ18 mm の込み栓に対して 7d を適用すると必要端距離は 126 mm となるが、土台断面せいは 120 mm であり幾何学的に充

足不可能な条件であった。なお、柱脚等に込み栓を用いる場合の端距離と割裂破壊耐力の関係を直接扱った既往研究は著者らの知る限り見当たらず、本事例の知見を今後の検討に供したい。

板厚 50 mm の CLP 面材自体には顕著な損傷は認められず、終局まで健全性が保たれていた。これより、本試験体においては柱脚接合部が構造性能を支配する弱点となっており、込み栓仕様の改善が次年度設計の最優先課題となる。

4.4　採点項目別の比較考察

採点式 (1) に基づき、本試験体と他試験体との性能比較を行う。耐震評点 51.1 点は 12 体中 9 位であり、最上位試験体（230.2 点）および純木造構法最上位試験体（164.5 点）と比較して大きな差が認められた。最大荷重（26.7 kN・12 体中 9 位）および最大変位（152.6 mm・12 体中 8 位）の双方が中位以下であり、終局変形能の向上が最重要課題である。

環境負荷費は 8,443 円と比較的低く、金属材料を使用しない構法選択が分母低減に寄与した。「固定観念」（総合 29.88 点・耐震 164.5 点）は、環境負荷費が 6,168 円と本試験体の 8,443 円より高いにもかかわらず総合得点が上回った。耐震評点の差は約 3.2 倍（164.5 点 対 51.1 点）であり、分母の低さで補いきれない差であった。本試験体の分母合計は他の純木造試験体と同水準にあると推定されることから、純木造構法としてのコスト面の優位性は概ね発揮されたといえる。しかし採点式の構造上、分母の最小化のみで総合得点を上位に引き上げることには本質的な限界があり、耐震評点の向上、すなわち終局変形能の改善が次年度以降の最重要課題である。

4.5　構法類型別の比較考察

全参加試験体の最大荷重と最大変位の関係を図 4 に示す。

上位 3 体はいずれも最大荷重 32.9 kN 以上かつ最大変位 214 mm 以上を示しており、高い耐力と変形能の両立が高得点の条件であることが確認された。

純木造構法に着目すると、貫型および筋かい型の試験体が比較的大きな変形能を示したのに対し、面

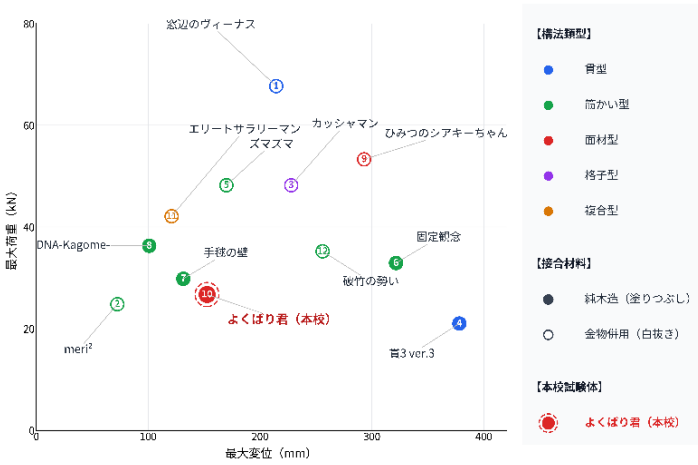


図 4　全試験体性能散布図

材せん断型である本試験体は最大変位 152.6 mm と変形能で劣る結果となった。面材せん断型構法は初期剛性に優れる一方、変形追従性は面材・軸組接合部および柱脚引抜耐力に大きく依存するため、終局変形能の確保が課題となる。金物を併用した面材せん断型試験体との差異は、柱脚接合部の拘束条件が構造性能に及ぼす影響の大きさを示しており、金物ペナルティ開口ルールの観点からは、金物不使用の純木造試験体が開口設置義務を負わないことで面材有効断面の低下を回避できた点も、本試験体の設計選択の合理性を裏付ける要素として指摘できる。

5.　教育的効果と今後の課題

5.1　応用課程 1 年授業における教育効果

本取り組みは、応用課程建築施工システム技術科 1 年次の授業「建築構造実験」において、壁－1 グランプリへの参加を標準外カリキュラムとして位置づけて実施したものである。通常の構造実験授業では教員が設定した条件に基づき試験体を製作・加力する形式が一般的であるが、本取り組みでは学生自身が設計コンセプトの立案から材料選定・加工・組立・加力実験および性能評価までの一連の工程を担当した。この実践を通じて、学生は耐力壁の構造性能が接合部仕様や施工精度に強く依存することを実大試験体の挙動として体験的に理解し、また柱脚接合部が終局破壊を支配した結果は木質構造設計における「弱点設計」の重要性を認識させる教材として有効であったと考えられる。さらに、5 チームが同一材料（CLP）を用いながら異なる設計仕様で製作した試験体を相互に比較できた点は、設計パ

ラメータの違いが性能に与える影響を直感的に理解させるうえで有効な学習機会となった。

5.2　競技大会参加による付加的効果

競技大会への参加は授業内実験にとどまらない付加的な教育効果をもたらした。第一に、設計の実践性である。異なる構法・材料を用いた複数の試験体が同一条件で比較されるため、学生は他チームの設計方針や破壊性状を観察することで自らの設計の特徴と課題を相対的に把握する機会を得た。第二に、事前審査を通じた外部評価の経験であり、設計意図や構造挙動を第三者に説明する能力が求められた。第三に、施工実演を通じた施工計画能力の養成である。制限された施工空間・時間条件のもとで性別・体力差を考慮した役割分担のもと組立作業を行う必要があり、チームでの作業計画立案と協調作業の重要性を体験的に学ぶ機会となった。

5.3　今後の課題

構造性能の観点からは、柱脚込み栓接合部における端距離不足が終局破壊の主因であり、接合具径の縮小（φ12 mm 程度：7d＝84 mm）や土台断面の見直しが有効な改善策として考えられる。また、引張側柱脚の拘束性能向上は、純木造面材せん断型耐力壁における終局変形能の確保という観点からも重要であり、複数の込み栓の配置や土台断面の拡大による端距離確保が次年度設計の改善方向として考えられる。

教育的観点からは、5 チームの校内実験データを体系的に整理し、仕様差と構造挙動との関係を明確化することが課題である。各チームが採用した柱脚接合方式・面材嵌め込み方式の違いと耐震評点の関係を比較分析することで、CLP を用いた純木造面材せん断型耐力壁の設計パラメータに関する学生の理解を深める教材として活用できる。次年度以降は校内比較実験の結果も含めた報告を継続し、知見の蓄積と教育手法の改善を図っていきたい。

6.　おわりに

本稿では、カベワン GP2025 において製作・試験した超厚合板（CLP）を面材とする純木造耐力壁について、設計方針、構造仕様および加力実験結果を報告した。CLP 面材は終局まで健全性を保ち、面材としての有効性が確認された。一方、終局破壊は柱脚込み栓接合部における土台の繊維方向割裂によって支配されており、φ18 mm の込み栓に対して必要端距離 7d＝126 mm を土台断面内で幾何学的に充足できない条件が破壊の素因であったことが示された。この知見は、純木造柱脚接合における接合具径・端距離・断面寸法の整合的な設定が面材せん断型耐力壁の性能を左右する重要な設計課題であることを示すものである。

また採点項目別の比較考察から、本試験体は分母（費用合計）の低減において純木造構法の優位性を一定程度発揮した一方、耐震評点（51.1 点・12 体中 9 位）が上位試験体と比べて大きく劣位であったことが総合順位 7 位の本質的な要因であることが明らかとなった。加工施工部門賞の受賞は純木造加工技術の水準を示すものであり、今後はこれを維持しつつ、込み栓仕様の改良による終局変形能の向上を最優先として設計改良を進めることが求められる。本取り組みは応用課程建築施工システム技術科 1 年次において木質構造の耐力発現機構と接合部設計の重要性を体験的に学ぶ機会を提供したものであり、本校における木質構造実践教育の継続的な発展を目指していく。

謝辞　本研究に使用した超厚合板（CLP）をご提供いただいた石巻合板工業株式会社に深く感謝申し上げる。また、試験体の設計・製作・実験に取り組んだ応用課程建築施工システム技術科 1 年次の学生諸氏の努力に対して謝意を表す。

[参考文献]

1) 壁－1 グランプリ実行委員会：壁－1 グランプリ公式ウェブサイト、http://kabe-one.main.jp/、2026 年 3 月 10 日確認
2) 壁－1 グランプリ実行委員会：令和 7 年度壁－1 グランプリ募集要項、2025 年 5 月
3) 宮城県 CLT 等普及推進協議会：CLP 開発ウェブサイト、http://miyagi-clt.com/clp、2026 年 3 月 10 日確認
4) 東北職業能力開発大学校：令和 5 年度共同研究完了報告書「非住宅建築物等に対応した宮城県産スギ材を用いた新建材「超厚合板」の製品実用化に向けた研究開発」、令和 5 年 3 月
5) 日本建築学会：木質構造設計規準・同解説，2006 年

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

2025コンクリートカヌー大会参加報告

越智　隆行*1

2025 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る。カヌーの製作過程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。土木学会関東支部の主催であるが、建築においてもコンクリートの基本的な考え方は同様である。

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、コンクリート材料に関する課題学習に本大会への参加を組み込み、積極的に支援している。また、参加学生が、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 2025 年度の参加報告を行う。

図 1 競漕競技の様子

2. 大会概要

2025 年度の第 30 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、大学・高専が 8 校、9 チーム、高校が 11 校、13 チームの 22 艇の参加であった。評価は、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 2024 年度参加カヌー、図 4 に 2025 年度に参加したカヌーを示す。今年度のカヌーは前年のカヌーの材料と施工において異なる点が 2 点ある。

1 点目は、近年の CO_2 排出削減の流れから昨年度は炭を細骨材として使用していたが、細骨材にはシラスバルーン、粗骨材には、廃ガラス骨材を使用しコンクリートカヌーの環境負荷を下げつつ、カヌー材料自体の軽量化を行った。

2 点目は、型枠に打設し一体で成型する昨年の製作方法ではなく、図 5 に示すように、個別に製作した部品を組み合わせるプレキャスト型とした。BIM

*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 Architectual Systems Technology

を活用し曲面型枠を製作して、各部材の打設厚 12mm を精度よく管理することでカヌーの質量を昨年度の 100kg 超から 55kg に抑えた。

当校のカヌーは、ネット状の材料を不使用、細骨材率 50%以下と昨年度同様の加点項目である。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

2025 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評価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、予選は 4 グループに分けられ、200m の直線コースのタイムレースとなる。準決勝へは各予選グループの上位 3 艇が進む。予選タイムは出艇した全 17 艇中の 4 位であり、上位であったが、グループ内に競漕競技 1 位、2 位、3 位と強豪が集まるグループであったため、グループ内タイム 4 位となり予選敗退となった。グループの組み合わせが違っていれば、大学・高専の部において評価された可能性がある。

5. おわりに

今年度のコンクリートカヌー大会は、事前の審査では評価され技術賞をいただくことができた。また競漕競技では予選タイムではあるものの全 17 艇中の 4 位と十分な成果を残した。指導者として競漕競技の結果が評価されなかった部分は非常に遺憾ではあるが、参加学生の製作への熱意に賞賛を送りたい。また今回の取り組み内容は当校のインスタグラムに動画として投稿している。学生の取組をリアルに感じていただければ幸いである。

謝辞

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

［参考文献］

1) 土木系学生によるコンクリートカヌー大会：土木学会関東支部 http://www.jsce.jp/branch/kanto/index_topics/canoe.html（2026.03.17 取得）

図 3 2024 年度参加　コンクリートカヌー

図 4 2025 年度参加　コンクリートカヌー

図 5 2025 年度コンクリートカヌー曲面型枠と打設状況

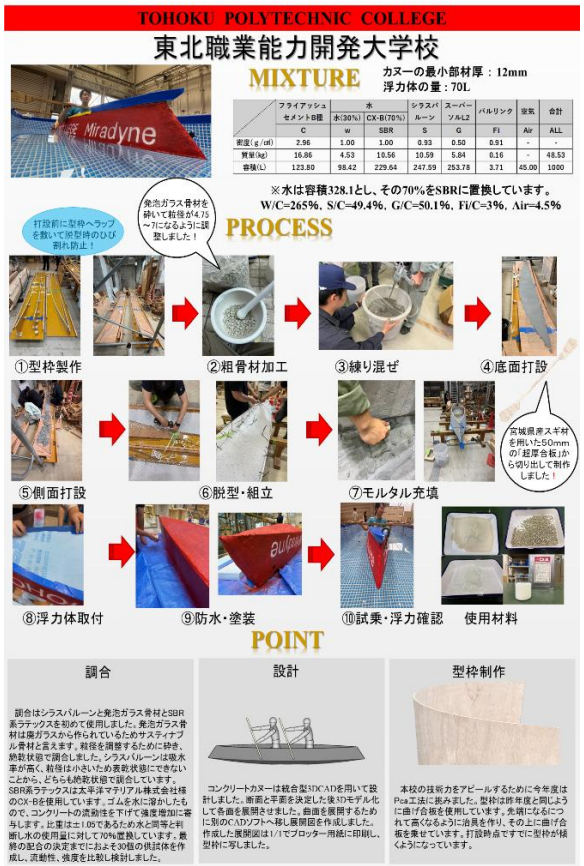


図 6 2025 年度参加　技術賞　プレゼンボード

東北職業能力開発大学校紀要　第 36 号（2026 年 7 月）
Bulletin Tohoku Polytechnic College, No.36, July 2026

杉と屋台が繋ぐ縁

― 小樽から大館へ、還流するバトン ―

小林 健 *1

The Bond Between Cedar and Food Stalls
- A Baton Flows Back from Otaru to Odate -

KOBAYASHI Ken*1

要約　小樽での屋台制作経験（秋田のデザインを基に道南杉を使用）を原点とし、10 年後に大館市早口市日の屋台リニューアルにその技術を還流させた。ものづくりの原点である「人を想う気持ち」を大切に、学生が取り組む伝統行事再生のプロジェクトを通じて、地域を超えて「杉と屋台」がとりもつ不思議な縁を紹介する。

1. はじめに

北海道小樽市から秋田県大館市へ移り住んでから早いもので 10 年の月日が流れた。この 10 年間、北海道職業能力開発大学校で学生たちと取り組んだ地域連携による屋台制作の経験は、ものづくりにおける「人を想う気持ち」の重要性を説く、教育実践の原点となっている。当時、秋田公立美術大学の教員がデザインした屋台を原案とし、北海道の道南杉を用いて制作を行った経験は、九州から秋田、そして北海道へと巡る「屋台のバトン」の物語であった。このバトンは、単なる技術の伝承に留まらず、地域の木材を活かして人々の交流の場を創出するという志を繋ぐものである。また、この 10 年は私自身にとっても、地域に根差したものづくり教育の在り方を問い直し、実践し続けた歳月でもあった。そして今、10 年の時を経て、その「屋台のバトン」が大館市早口地区の伝統行事である「早口市日（いちび）」の屋台リニューアルという形で、再び秋田の地に戻ってきた。かつての経験と技術を、現在の秋田職業能力開発短期大学校の学生たちと共に地元の伝統行事再生のために注ぎ込むという、不思議で深い縁を感じている。本報告は、この小樽での屋台制作の経験と、それを踏まえた大館市早口市日屋台プロトタイプ制作の取り組みについて報告する。

2. 小樽での屋台制作と「屋台のバトン」

かつて私が勤務していた北海道職業能力開発大学校時代、ある町内会からの依頼を受け、学生と共に屋台制作に取り組んだ。原案としたのは、秋田公立美術大学の先生が手掛けた機能的な屋台のデザインであった。

九州の焼酎屋台をルーツとし、秋田杉でリニューアルされたそのデザインを参考に、私たちは北海道の「道南杉」を用いて制作を行った。これは、九州から秋田を経由し、津軽海峡を越えて北海道へと「屋台のバトン」が渡った瞬間であったと捉えている。制作過程では、図面上の理論だけでなく、実際に木材に触れ、加工する中で生じる課題を学生自らが解決していくプロセスを重視した。部材の継ぎ手一つひとつに心を込める作業を通じ、彼らは木とい

*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

う生命ある素材と対話する技術を学んだのである。

当時、学生たちは金物を使用しない伝統的構法[1]に挑み、苦労の末に完成させた屋台は「小樽雪あかりの路」でデビューを果たした（図 1）。屋台が生み出した人々の笑顔と優しさに満ちた空間は、今でも私の原風景であり「人を想う気持ちこそが、ものづくりにとって最も大切である」という教訓を学生たちに残した経験であった。

図 1　制作した屋台で豚汁をふるまう学生

3. 大館での新たな展開

そして今、その「屋台のバトン」が、10 年の時を経て大館市で新たな展開を見せている。2025 度、本校（秋田職業能力開発短期大学校）に、大館市早口地区で行われている「早口市日」の屋台リニューアルの依頼が舞い込んだ。早口市日は約 200 年もの長い歴史を持つ伝統的な市場であるが、長年の使用により屋台の老朽化が進んでおり、その再生が急務となっていた。

学生たちは現地調査を通じて、出店者の方々の要望や、厳しい気候条件に耐えうる構造の必要性を肌で感じ取った。特に高齢化が進む出店者の負担を減らすため、設置・撤収の簡便化という物理的課題の解決にも挑んでいる。学生たちは、早口市日の歴史的景観を尊重しつつ、軽量化や組み立ての簡便性といった使い勝手を考慮した新たな屋台の「プロトタイプ」制作[2]に全力で取り組んでいる（図 2）。この検証を経て、2026 年度以降は本格的な共同研究として、地域の方々と共に新しい市日の風景を作り上げていく計画である。

図 2　プロトタイプの屋台

4. おわりに

小樽での経験が教えてくれた「ものづくりが地域と人を結ぶ」という確信は、ここ大館でも揺らぐことはない。秋田から小樽へ繋がり、そして再び秋田・大館の地で生かされるこの「縁」は、教育における地域連携と技術継承の重要性を改めて示している。技術の継承とは過去の模倣ではなく、先人の知恵を現代のニーズに合わせて再構築する行為である。このプロジェクトは学生にとって、自らの技術が社会に貢献する喜びを実感する貴重な機会となった。

風雪に耐え、天高く真っ直ぐそびえる秋田杉のごとく、学生たちがこのプロジェクトを通じて逞しく成長し、地域の未来を支える技術者となってくれる事を願う。また、本取り組みが大館の伝統を守り、次世代へと繋ぐ一助となれば幸いである。地域に寄り添うものづくりの精神が、完成した屋台と共に未来の市場の賑わいを支えていくことを願っている。

［参考文献］

1）上野嘉久：実務から見た木造構造設計、pp.69-82、2004 年 6 月

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

付表１　2025 年度 共同研究一覧

研究テーマ	概　要	指導員	所属
小型風力発電を用いた視線誘導灯の共同開発	暴風雪時に道路の路端を示す視線誘導灯について、瞬間的な無風が起きても点灯させるための充電回路と制御回路の開発を行った。	渡邉 晃広 島川 勝広 小野 貴広 田代 晃基	青森校
ダクトレス空調扇の開発と性能評価に関する研究	既存の家屋に軽微な改修を行い、室内及び部屋間の空気を循環させるシステムを製作した。冬季のヒートショックや夏季の熱中症などのリスク低減の可能性について性能評価を行った。	三浦　誠	秋田校
大館アメッコ市　拝殿の設計と製作	地域の伝統行事で使われる拝殿の老朽化に伴い、地域支援の取組みとして経済性と可搬性を考慮した新しい拝殿を設計・製作をした。本年初めて大館アメッコ市で使用され、報道でも取り上げられた。	中田 智大	秋田校
宮城県名産品「しそ巻き」の機械化方案の検討	宮城県名産品「しそ巻き」は一部の工程は自動化されているが、ほとんどの工程は手作業で行われている。機械化を目的とした本検討では、巻き直進性の保証、微妙な力加減の保証など品質保証のポイントが得られた。	喬橋 憲司 東　祐樹	本校
加工油付き材料の高速・安定ハンドリングシステムの開発	プレス加工機とその後の洗浄工程の省力化をテーマとした共同研究を実施した。脱脂洗浄前に専用トレイに製品を並べる工程の自動化装置を開発し、プレス工程から大量に加工される製品を高速で安定してハンドリングする手法が得られた。	喬橋 憲司 早川 明憲 内山　元 太田 徹児 楢原 康弘 上原　貴 本多 正治	本校
自動車部品工場の工程改善『ウェーブワッシャ供給装置の開発』	本研究は自動車部品工場の工程改善に取り組むテーマである。ウェーブワッシャは、まれにプレス時の油分の影響で互いに貼り付いて重なっている場合があり、確実に１枚ずつ供給する装置を開発した。	本多 正治 太田 徹児	本校

研究テーマ	概　要	指導員	所属
超硬チップ計数工程の自動化	本共同研究では超硬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を活用した本装置は、中小企業でも導入可能な低コスト自動化のモデルとなり、他工程への応用も期待できる。また、計数データの蓄積により生産管理の高度化にも寄与する。	楢原 康弘 太田 徹児 早川 明徳 喬橋 憲司 内山　元 清水 達也 上原　貴 本多 正治	本校
パワーウィンド部品の製造工程改善（ハウジングの１個切り出し）	パワーウインドを構成する部品、および製造工程は様々ある中、ハウジングの１個切り出し作業の工程改善に取り組んだ。見分けにくい左用・右用ハウジングの画像処理による判別、および、ハウジングどおしが絡まずに作業者に供給できる自動化装置を開発した。	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
作業負担平準化のための制御盤検査装置の開発	作業者の負担平準化を目的として、製造工程における制御盤検査作業の自動化を検討した。今般、検査作業時間の短縮、制御盤番号・検査者・検査結果等の検査履歴管理機能、誤配線等のモニタ出力機能を搭載した「制御盤検査工程改善装置」を開発した。	廣田 昌彦 狩野 隆志 松家 央征 大石　賢 須永 浩一 清水 達也 本郷 秀明 七種 健一	本校
木造住宅における地震による小・中変形の繰返しと耐震性能への影響	本研究は、小変形の繰返しが耐震性能や大地震時の応答に与える影響を定量的に評価し、長期的な耐震性維持や改修方針の提案を目指す。得られた知見は耐震設計や改修計画に活用され、木造住宅の持続的利用と環境負荷低減に貢献する。	平野 直樹 星野 政博 会津 宏孝 林　昇吾 鐘ヶ江拓実	本校

研究テーマ	概　要	指導員	所属
高壁倍率合板を用いた耐力壁の開発	宮城県の合板製造企業では、薄手合板で壁倍率 7 倍相当を実現する技術開発を進めている。本研究では、前年度に課題となった土台の割裂を抑制するため、釘を CN65 から CN50 へ変更し、接合方法を最適化した実大試験体 6 体を用いて比較検証を行った。	越智 隆行 西野 晃司	本校
木ダボ積層材（DLT）による耐力壁・水平構面の開発	宮城県産スギ材を活用した木ダボ接合積層材（DLT）を在来軸組工法住宅の耐力壁および床構面として適用するための標準化された施工仕様の確立を目指し、その構造的有効性を実験的に検証した。	西野 晃司 越智 隆行	本校

付表２　2025 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
生産	超硬チップ計数工程の自動化	楢原 康弘
	省人化を図る自動化装置の開発 －ベルト洗浄工程改善－	喬橋 憲司
	自動車工場の工程改善 －ウェーブワッシャ供給装置の開発－	本多 正治
	作業負担平準化のための制御盤検査装置の開発	廣田 昌彦
	MCI(軽度認知障害)改善に繋がる福祉機器の開発 －ものづくりを通した学校 PR－	本郷 秀明
	パワーウインド部品の製造工程改善 －ハウジングの１個切り出し－	狩野 隆志
建築	DLT を活用した持続可能な木造建築の可能性と展開 －DLT パネルの構造性能に関する基礎的研究－ －DLT 壁パネルの標準化施工法の開発と構造性能評価－ －DLT 床パネルの標準化施工法の開発と構造性能評価－ －DIY 用途に適した DLT パネルの開発と制作物の検討－	西野 晃司
	特別史跡多賀城跡のデジタル化について －3D レーザースキャナーの効果的な測定方法の検討－	西野 晃司
	地域活性化を目的とした交流空間の創出に関する研究 －地域産木材を活かした空き店舗再生と地域イベントを通じた交流の実践－	西野 晃司
	栗原市空き家問題に対する空間分析 －GIS データベース構築－	西野 晃司

系	テーマ －サブテーマ－	指導員
建築	リサイクル骨材を用いたコンクリートに関する実験的検討 －キング・オブ・コンクリートへの参加および粒度無調整スラグを使用したモルタルの強度特性－ －電気炉酸化スラグのコンクリート用細骨材としての可能性－ －電気炉酸化スラグを細骨材として用いた場合のアルカリシリカ反応性－ －電気炉酸化スラグを細骨材として使用したコンクリートの強度特性－ －電気炉酸化スラグを細骨材として使用したコンクリートの乾燥収縮率－ －電気炉酸化スラグを細骨材として使用したコンクリートの耐凍害性－ －曝露試験による耐久性の検討－	佐藤 重悦
	高壁倍率合板を用いた耐力壁の開発 －要素試験について－ －実大試験について－	越智 隆行
	繊維補強軽量コンクリートの開発 －PCa スラブへの応用－ －養生条件および繊維量が曲げ性能と破壊挙動に及ぼす影響－	越智 隆行
	竹の利活用推進に向けて －竹ダンベル状試験体の引張試験－ －竹せん断補強筋を用いた鉄筋コンクリート柱の曲げせん断耐力試験－	越智 隆行
	既存木造建築物を利用した多世代共生型コミュニティ施設の構築支援 －床組改修工事における施工構法の提案－ －内壁改修工事の施工支援について－ －外壁改修工事における焼杉の検討－ －循環型低コスト屋根改修工事実施への段取り－	松下 貴博
	鉄筋コンクリート構造階段の施工	松下 貴博

付表３　2025 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	旋盤用収納台の製作	小坂 洋平 阪井 博史
	飲料容器のキャップ等開閉装置の製作	伊藤 義猛 池田　明 大平 智之
電気	小型風力発電を用いた視線誘導灯の共同開発 －充電回路の製作－	渡邉 晃広 島川 勝広 田代 晃基
	加速度センサとジャイロセンサを用いた入力機器による操作型移動ロボットの製作	小野 貴広 島川 勝広 田代 晃基
電子・情報	農作物育成管理サポートシステムの改良	遠藤 裕之 越野 和晃
	ミニ相撲ロボットの製作	越野 和晃 遠藤 裕之
	オープンキャンパス実習教材の製作	池原 寿紀
	事業所間を想定したネットワークシステムの構築	池原 寿紀
	ローカル AI 機器製作 －音声の文字起こしと LLM モデルによる要約－	市川 拓実
	害獣対策データ収集装置の改良	市川 拓実

付表４　2025 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	ミニ鉄道「アオガエル」の製作（フレーム編）	橋本 真寿 増山　潤
	設計手法を活用した自動機の設計・製作	田山 英臣
	食品機械の電動化	村上 佑太
	基幹技術を再現した卓上フレキソ印刷機の製作	横山 雅紀
電子・ 情報	室内環境モニタリングシステムの製作 －センサネットワークの構築－ －IoT アプリケーションの製作－	櫻木 伸英 加賀 佐
	物体認識 AI で行動決定する自律走行ロボットの製作 －走行環境シミュレータの製作－ －自律走行ロボットの製作－	松田晃太郎
	求人情報閲覧システムの改修	細井遼太郎
	競技会向け自律走行ロボットの製作	細井遼太郎
建築	大館アメッコ市に向けた拝殿制作	中田 智大
	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』	小林　健
	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』	中田 智大
	潜熱蓄熱材（PCM）を適用した蓄熱建材の開発	三浦　誠
	早口市日の屋台改修計画と制作	小林　健
	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 －人口減少に対応していく施策を考える－	小笠原吉張
	ダクトレス空調扇の開発と性能評価	三浦　誠

付表５　2025 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	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
	実習教材の検討及び製作	菖蒲 大樹
	割り出し装置の設計・製作	高玉 康弘 東　祐樹
	シリンダーオルゴールの残響改善	佐藤 研一
電気	ペルチェ素子を使った体温調整ベストの製作	山本 正己
	実務に役立つ電気系実習のための教材開発	渡邉 正純
	2025PV ロボット競技会参加のためのロボット製作	渡邉 正純
	広報へ活かす活動及び体験展示物の製作	中矢　翔
	PLC によるピアノと木琴の合同制御	田邉 慶祐
	2025 Ene-1GP MOTEGIKV-MOTO 車両の製作	堀籠　怜
電子・情報	直感的操作による IoT 機器の制御システムの制作	河野めぐみ
	超音波洗浄機の製作	佐藤　大
	ロボット競技会に向けたロボットの製作	古内 宏和
	燃料電池を用いた小型電車の制作	本間 文孝
	卓上アクアポニックスシステムの製作	渡邊 清彦
	マトリックス LED による LED キューブの製作	渡辺 悠暉
建築	日本の木造建築における構造設計の遍歴に関する研究	平野 直樹
	劣化を考慮した地域型木造住宅の耐震補強システムの提案 －柱‐梁引張試験のデータの分析－ －梁‐梁引張試験後のデータの分析および補強の提案－	平野 直樹

系	テーマ －サブテーマ－	指導員
建築	地域工務店の木材調達がもたらす CO2 削減効果	平野 直樹
	５号館実習場倉庫の整頓 －工具棚等の製作の安全管理について－ －工具棚等の施工－	会津 宏孝
	くりでんミュージアムの模型製作 －機関車庫と修繕庫の模型－ －客車庫と係員詰所の模型－	会津 宏孝
	施工管理能力習得に向けた取り組み －ＲＣ造構造物の施工に向けて－	林　昇吾
	木製棚の設計及び制作 －腰壁の制作－ －展示棚の制作－	林　昇吾
	ドローンによる 3D モデルの作成 －文化財の保存－ －ドローン活用実習用教材の作成－	鐘ヶ江 拓実
	建築設計競技参加への取り組み	鐘ヶ江 拓実
	学生グランプリ 2025「銀茶会の茶席」への取り組み	鐘ヶ江 拓実
	古民家土蔵土壁の圧縮強度試験 －その１土壁供試体の制作－ －その２土壁圧縮強度試験結果の検証－	星野 政博
	宮城県旧石巻ハリストス正教会教会堂実測調査報告 －その１教会堂の概要および復元図面作成－ －その２復元構造模型の制作－	星野 政博

東北職業能力開発大学校 紀要第 36 号 編集委員会構成

委 員 長：藤原　巧（宮城校　校長）
副委員長：小堀勝幸（青森校　校長）　奥山栄樹（秋田校　校長）
　　中村雅英（秋田校　校長 3 月まで）
主幹委員：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　阪井博史
事 務 局：岡野拓哉

査読委員：池田　明　遠藤裕之　太田徹児　越智隆行　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

東北職業能力開発大学校紀要

第 36 号

2026 年（令和８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２６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/

ISSN 1882-9678

BULLETIN OF TOHOKU POLYTECHNIC COLLEGE

No.36 CONTENTS

PREFACE

RESERCH PAPER

TAKAHASHI Kenji — Mechanical Analysis and Validation of the Shiso Roll Technique ···· 1

HIROTA Masahiko — Development of Safety and Health Materials for Electrical Leakage Accidents in Training ····· 5

SHORT PAPER

HIRANO Naoki — The Historical Development of Wall-Length Calculation Method and Influence of the Adoption of New Standards on Seismic Design of Wood-Frame Structures ····· 9

PRACTICE REPORT

TANABE Keisuke — Synchronized Operation of Multiple PLCs ····· 17

SHIMAKAWA Katsuhiro — Design and Fabrication of a Wireless Power Transfer Device ··· 23

HONDA Shoji — Approaches to Corporate Themes in Development Projects Instructional Policy for Student Training Based on Corporate Experience 27

HOSOI Ryotaro — Building a Job Listing Portal ····· 35

MATSUSHITA Takahiro — Challenges and Measures in the Design and Construction of Reinforced Concrete Stairs - A Practical Report through the Development Project - ··· 39

HOSHINO Masahiro — A Study on “"Iwate Prefecture Shiwa Town Former Silkworm Egg Production Plant" Field Survey” ····· 47

MIURA Makoto, ISHIDOYA Momoko, ISHIDOYA Yuji — Comparative Evaluation of Thermal Performance of Wooden and Reinforced Concrete Hot Boxes Using Phase Change Materials (PCM) 55

REVIEW

TAYAMA Hideomi — Approaches to Mechanical Design Education and Future Directions 61

ESSAY

KOSAKA Youhei — Career Guidance Practices in Technical High Schools ····· 65

MURAKAMI Yuta — Current Status of Student Recruitment Activities ····· 67

NARAHARA Yasuhiro — All-Japan Robot Sumo Tournament 2025 Activity Report ····· 69

HORIGOME Satoshi — Report on Participation in the 2025 Ene-1 MOTEGI GP KV-Moto Class ····· 71

NAKAYA Sho — Activity Report on the Electrical Installation Category of the 2025 Youth Manufacturing Competition ····· 73

IKEHARA Toshiki — Report on Participation in Youth Manufacturing Competition (Electronic Circuit Assembly) ····· 75

SATO Juetsu — Participation Report : King of Concrete 2025 (Morioka) ····· 77

NISHINO Koji, OCHI Takayuki — Full-Scale Loading Test of a Metal-Free Timber Shear Wall Utilizing Cross Layered Plywood − Educational Practice in the Advanced Course through Participation in Kabe-1 Grand Prix 2025 − ····· 79

OCHI Takayuki — 2025 Concrete Canoe Competition Activity Report ····· 85

KOBAYASHI Ken — The Bond Between Cedar and Food Stalls - A Baton Flows Back from Otaru to Odate - ····· 87

July 2026