

令和7年度（第21号）

函館工業高等専門学校

KOSEN コモンズセンター 年報

KOSEN Commons Center,

National Institute of Technology (KOSEN), Hakodate College



独立行政法人国立高等専門学校機構
函館工業高等専門学校

目 次

1 各室報告

序文	KOSENコモンズセンター KOSENコモンズセンター長	宮武 誠	1
1. 1	研究推進室 研究推進室長	中津川征士	3
1. 2	アントレプレナーシップ教育推進室 アントレプレナーシップ教育推進室長	宇月原貴光	4
1. 3	STEAM教育推進室 STEAM教育推進室長	宮崎 真長	5
1. 4	探求推進室 探求推進室長	金 俊之	6

2 特集（研究紹介）

2. 1	回転2重らせん把持機構による枝伝い移動ロボット 生産システム工学科 助教	袴田 翔	8
2. 2	地方都市中心部における戦後建築ストックの“しまい方” 社会基盤工学科 助教	小暮 悠	1 1
2. 3	コンパクト空間の幾何学的性質から探る素粒子現象論的性質の解明 一般系 講師	内田 光	1 3
2. 4	細胞治療を指向した機能性分子材料の開発 一般系 准教授	高嶋 一平	1 4
2. 5	災害知識を避難行動に反映させる津波防災教育の構築 一般系 講師	森 康平	1 7

3 活動報告

3. 1	技術移転フォーラム 2025	1 9
3. 2	北洋銀行ものづくりサステナフェア	2 0
3. 3	教員研究発表会	2 1
3. 4	ビジネス EXPO	2 2
3. 5	HAKODATE アカデミックリンク	2 3

4 外部資金受け入れ状況

4	外部資金受け入れ状況	2 4
---	------------	-----

次世代「ものづくり」と「人材育成」を創造する インキュベーター・ハブとしてのコモンズセンターに向けて

KOSEN コモンズセンター長

社会基盤工学科 教授 宮武 誠

KOSEN コモンズセンターは、これまで地域共同テクノセンターが担ってきた「教育」と「研究」、そして「地域貢献」へ繋げる取り組みを「研究推進室」が引き継ぎ、さらに次世代に向けた人材育成の場として「アントレプレナーシップ教育推進室」と「STEAM 教育推進室」、「探求推進室」を新たに加え、令和5年4月に組織されました。

これに合わせ、G棟2階には借用オフィス機能やミーティングスペース、講演等の情報発信機能を備えた次世代の「ものづくり」と「人材育成」の拠点となる「KOSEN コモンズ函館」を設置し、本校と関係機関及び産業界による産学官共同の人材教育環境を整備してきました。よりよい環境とこれらの活動をより活発化させるため、来年度からは借用オフィス機能の規約を一部見直した外、産業界による講演などを通じ、学生が放課後にアントレプレナーシップ教育を教授できるよう、学生利用の規約も変更しています。

今後も道南地域唯一の総合的な工学系高等教育機関として、地域から世界へ発信する次世代の「ものづくり」と「人材育成」を創造するインキュベーター・ハブとしての役割をしっかりと果たすべく、関係各位とより強固な連携体制の構築を目指して参ります。



KOSEN コモンズ函館＜テナントスペース＞



KOSEN コモンズ函館＜会議スペース＞

この報告では、前述のコモンズセンターを組織する研究推進室、アントレプレナーシップ教育推進室、STEAM 教育推進室、そして探求推進室がこの1年間を通じて実施してきた数々のプロジェクトとその成果を紹介します。この年報を通じ、コモンズセンターの活動をご覧いただき、より一層のご理解と今後の活動にご協力頂ければ幸いです。本校にとって KOSSEN コモンズ函館は産業界、関係機関、教員、学生にとってのコモンスペースです。今後とも本校の研究力・技術力や設備等を有効に活用いただくとともに、ご支援とご協力を重ねてお願い申し上げます。



KOSSEN コモンズ函館

1. 1 研究推進室

研究推進室長

生産システム工学科 教授 中津川 征士

令和7年度、研究推進室は、科学研究費助成事業（科研費）獲得支援の強化、産学官連携活動の拡大、道内4高専との共同事業推進など、多角的に活動を進めた。

本年度は特に、外部資金獲得支援の充実と、地域社会および他機関との連携強化を重点として取り組みを展開した。科研費申請に関しては、教育開発推進室との共催による申請書作成セミナーを実施し、清水校長による講義のもと、申請内容の精緻化を図った。また、学内相互査読会を通じて申請書の改善に向けた助言を行うとともに、前年度不採択案件のA判定申請について情報収集を進め、次年度の採択可能性向上に向けた基礎データを整備した。この結果、本年度は昨年度より倍増して9件の提案が採択された。

産学官連携では、地方独立行政法人北海道立総合研究機構道立工業技術センター等との協働による「技術移転フォーラム2025 工業試験場成果発表会」に参加し、連携機関との情報交換を深めたほか、北海道内最大級のビジネスイベントである「北海道 技術・ビジネス交流会（ビジネスEXP0）」において、道内4高専で共同出展を行い、本校からは須藤教員が研究成果を紹介した。さらに、株式会社北洋銀行主催の「北洋銀行ものづくりサステナフェア2025」においても研究事例を紹介し、地域企業との交流強化と連携促進を図った。加えて、研究推進ボード会議に複数回参加し、科研費採択状況や次年度の主幹校ローテーションに関する協議、各校の研究推進方針や活動状況の共有を進めた。また、文部科学省・国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）によるスタートアップ・エコシステム形成支援（HSFC）にも協力機関として参画し、GAPファンドの進捗共有や学生・教員のアントレ教育支援の議論を深めた。

学内においては、オープンファシリティ制度の整備に向け、機器の公開状況と更新の必要性について各学科へ照会を進めたほか、研究室間の情報共有体制の整備も進め、研究基盤の強化に取り組んだ。

以上のように、本年度は科研費獲得支援、地域協働、他機関連携、研究環境整備の各面で着実な進展がみられた。研究推進室は今後も、教員の研究活動を側面から支援しつつ、外部資金獲得および地域社会との連携強化を通じて、函館高専の研究力向上に寄与していく。

各室報告

1. 2 アントレプレナーシップ教育推進室

アントレプレナーシップ教育推進室長

物質環境工学科 教授 宇月原 貴光

アントレプレナーシップ教育推進室は令和5年度に函館高専コモンズセンター内に設置された組織で、本校の学生へのアントレプレナーシップ醸成を図るための教育活動を行っている。

令和7年度のアントレ推進室の最も大きな活動は、1年～3年生を対象とした必修外選択科目「アントレ演習」(4月～8月)の開講である。全15回のうち4回は函館高専地域連携協力会から講師の方をお招きして講演をして頂いた。残りの授業では、客員教授による講義が2回、弁理士による講義が1回、そして高専や大学を卒業後に企業で活躍している若手ビジネスマンによる講義が1回行われた。また、地域課題の解決に取り組む函館高専生の事例紹介や、日本政策金融公庫の担当者による講義が2回実施された。第11回は主に外部講師による起業家育成のための講義が行われ、その後の3回はビジネスプランの立案に取り組み、最終回にはビジネスプラン発表会が実施された。

なお、ビジネスプランの発表会の成果は、日本政策金融公庫主催の「高校生ビジネスプラン・グランプリ」への応募を行った。

以下は、令和7年(2025年)学生の主な活躍。

イベント名	チーム名またはタイトル	結果
JICA/高専オープンイノベーションチャレンジ	函館高専 セネガル 函館高専 ガーナ	入賞・CFAO モビリティセネガル賞 (セネガルでの実証実験) ブルボン賞
SDGs 動画コンテスト 2025	COWNECT	優秀賞
2025 年度「STI for SDGs」アワード	COWNECT	次世代賞 科学技術振興機構 (JST)
Honda の新事業創出プログラム「IGNITION CHALLENGE 2025」	COWNECT	優秀賞
高校生ビジネスプラン・グランプリ	スマート昆布～地元産業の活性化と循環	ベスト 100
第3 回高専起業家サミット	Re:Drive “車が必要なまち” でも、ずっと安全に乗りつづ けられる社会へ	出場
道南ビジネスアイデアコンテスト 2026	函館高専から 3 チーム	最終審査出場

各室報告

1. 3 STEAM教育推進室

STEAM教育推進室長

一般系 教授 宮崎 真長

令和6、7年度にかけて「探究×STEAMによる『みらいデザイン人材』の育成」を掲げ、高専STEAM拠点校として未来を創造し社会に価値を生み出す人材を育てるSTEAM学習モデルの確立を目指してきた。Society 5.0 時代には、単なる知識の習得だけでなく、課題を整理し、根拠をもって判断し、社会に新しい価値を生み出す力が求められている。こうした力は一つの科目だけで育つものではなく、文理を横断した学びを積み重ねながら育成する必要がある。本プロジェクトでは、そのための共通基盤として、思考力を育てるための指標である Can-Do Statements (Cds) の整備、自習教材の開発、そしてメタバースを活用した未来創造型STEAMカリキュラムの構築の3本柱で取り組みを進めた。

まず1つ目の取り組みとして、中学校での学びを高専のカリキュラムにつなぐため、高専版Cdsを新たに策定した。これにより、科目ごとにバラバラに扱われてきた思考力を、共通の観点で評価・育成できるようになり、学生の成長過程をより明確に把握できるようになる。

2つ目の取り組みとして、本校専門3科目（ヒューマンIF、機械工学基礎、コンクリート構造Ⅱ）の定期試験データをもとに、学生がどの思考プロセスでつまづいているかを分析した。その結果、「情報を焦点化して整理する」「図やモデルに変換する」「妥当性を確認する」「比較して関係づける」といった力に共通の課題があることが明らかとなった。これらを整理するため、A/S/E/M/T（意味・因果・構造・要件・実装）という5つの視点で“考え方の型”を体系化し（表1）、学生が自習できる教材と教員用マニュアルの試作を行った。

3つ目の取り組みとして、メタバース空間を活用した「未来の函館デザイン」をテーマとするSTEAMカリキュラムの骨子を作成した。最初の起点となる推薦合格者向けワークショップでは、光アート、俳句のAI可視化、色彩を用いた未来デザインなど、感性を刺激しながら論理的思考につなげるプログラムを実施した（図1）。これにより、入学前から高専での学びへのスムーズな接続を実現し、さらに、ワークショップを支える学生ファシリテーターの育成にも取り組み、研修から現場実践、振り返りまでの仕組みを整備しつつある。

領域	焦点化における役割	焦点化の対象
A (人文・社会・芸術)	焦点化の「起点」	意味・価値・文脈
S (物理・化学)	焦点化の「対象」	因果関係・法則
E (工学)	焦点化の「判断」	要件・トレードオフ
M (数学)	焦点化の「言語」	構造・関係性
T (技術)	焦点化の「検証」	機能・制約

表1 「焦点化」の役割・対象の整理



図1 推薦合格者向けワークショップ

各室報告

1. 4 探究推進室

探究推進室長

社会基盤工学科 准教授 金 俊之

探究推進室は、令和6年度に創設された新しい組織です。高専で育成する技術者が「問題に気づき、問い（課題）を立て、本質を見極めて解決を考えていく」プロセス・姿勢をしっかりと身につけることを目的に活動を進めています。

5月には1学年担任団の協力を得て、特別活動の一環として1年生全員を対象に活動を実施しました。具体的には、入学したての学生に「高専でしたいこと、しようと考えていることからバックキャスティングにより、いまずべきこと」をあらためて考え・意識させ、今後の高専生活のベースを構築できるよう論理的思考を学びながら活動を行いました（写真1）。



写真1 講義状況

6月には函館高専地域連携協力会の講演会において、協力会から支援を受けて昨年度実施した「函館市の問題をデジタル技術で解決」について、学生（5年・2年）から報告をしました（写真2）。



写真2 報告状況

昨年度からの継続として、①函館酪農公社様とのコラボ企画に学生が参加、②未来共創プラットフォーム構築（道庁半導体事業関連）に向けた検討にも参加しています（写真3）。



① キックオフミーティングによる意見交換



② 濱先生からの話題提供

写真3 その他活動状況

今年度、企業との連携も視野に入れて活動しましたがテーマが少なかったことから、次年度はアントレプレナーシップ教育推進室とも協力しながら強化・実践していく予定です。今後も学生が「探究姿勢」を自然体で身につけられるよう取り組んでまいります。

謝辞 探究活動実施にあたり関係各位の支援を頂戴しました。ここに記して感謝申し上げます。

2. 1 回転2重らせん把持機構による枝伝い移動ロボット

生産システム工学科 助教 袴田 翔

1. 概要

近年、農業従事者数の高齢化が問題になっている。農林水産省によると、農業従事者は2023年時点で約116万人とされているが、20年後には約30万人まで減少することが見込まれている。加えて、従来の生産方式を前提とした農業生産では持続的な発展や食料の安定供給を確保できないことが問題となっている。これらの問題を解決するため、ロボット・AI・IoT等を活用したスマート農業が注目されており、農作業の効率化や作業の負担軽減、生産性の向上が期待されている。特に、農作業における収穫に着目すると、自動化されたトラクターによる一斉収穫や、ハウス作物の成熟具合を確認しながら1つ1つロボットで収穫する手法が取られている。

一方、果樹の収穫に着目すると、ロボットハンドを備えたロボットや、吸引装置を有するドローンで移動しながら収穫するロボットが開発されている。また、これらの収穫ロボットを用いるため、樹園地は省力樹形に新植・改植されている。省力樹形[1]は1列状に密植され、枝や樹高、結実範囲が狭まるように品種改良されている。そのため、収穫ロボットは、省力樹形の樹園地を一直線上に移動しながら果実を収穫できるため、作業効率が大幅に上がることが報告されている。しかしながら、樹園地の省力化は拡大途中であり、未だ従来の樹形で果樹を育てる樹園地が多く残ると考える。省力樹形に対し、従来の樹形は慣行樹形と呼ばれており、果樹の背が高く、結実範囲が全方位に広がっている。このような樹形では、果樹が列状に密植されていないため、ロボットハンドやドローンによる収穫は適さない。また、樹園地を省力樹形に新植・改植するには地形や面積の拡大が必要となり、基盤整備にかかる初期コストが大きいと考える。

そこで、本研究では、慣行樹形の果樹に利用可能な、収穫を効率化するロボットを開発する。



図1.慣行樹形(上)と省力樹形(下)[1]

2. 研究内容

果樹の収穫に向けた移動を考えると、幹と枝を伝い、枝の末端にある果実へ近づく必要がある。そこで、特に枝を伝う移動手法に焦点を当てた。枝は細長く、枝分かれによる分岐点が多く存在する。また、枝表面は葉や樹皮の凹凸が存在し、しなることから非常に揺れやすい。これらの環境条件から、枝に接触する箇所を選択でき、ボディを安定して維持できる移動機構が望ましいと考える。そこで、ソフトメカニズムに着目し、2重らせんによって枝を挟み込む機構を提案する。具体的には、柔らかい弾性棒を2本用意し、棒によって枝を挟み込む。そして、2本の弾性棒が360度すべての角度で対抗するように変形させる。この形状を満たすものを検討し、2重らせん構造が有効であると考えた。実際、2重らせんで囲まれた枝は、枝の軸方向以外に動かすと、必ずらせんと干渉するため外れない。

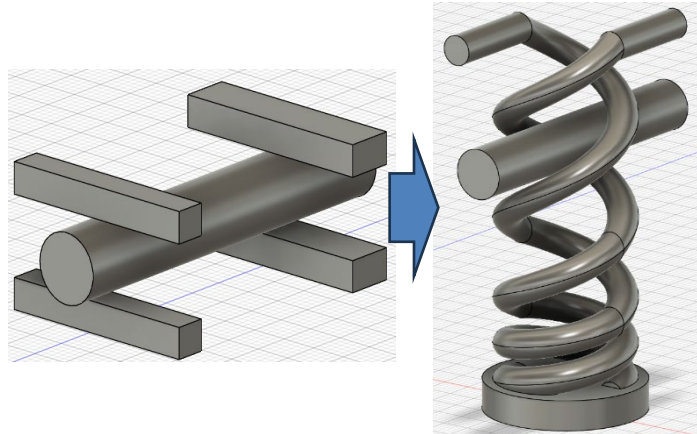


図2.弾性棒の把持をもとに、2重らせん把持へ変形

以上から、本研究では、2重らせん機構をもとに、枝を挟み込むための設計パラメータの定量化、枝伝い移動を可能にするロボット機構の設計を行い、収穫への有効性を検証する。

3. 研究成果

2重らせん機構を設計するため、小動物の齧り木から枝の太さを調査した。齧り木は細枝と中枝に分かれており、細枝は $\phi 4[\text{mm}] \sim \phi 9[\text{mm}]$ を指し、中枝は $\phi 9[\text{mm}] \sim \phi 19[\text{mm}]$ を指していた。これらの計測結果から、2重らせん機構にて把持する枝太さを最大 $\phi 20[\text{mm}]$ として反映した。

また、枝太さの計測結果をもとに設計した2重らせん機構を図3に示す。機構全長は $62[\text{mm}]$ で、外径は $\phi 21[\text{mm}]$ 、らせん太さは $\phi 6[\text{mm}]$ である。また、らせんの開口径は $16[\text{mm}]$ とし、枝を挟み込むため、らせんピッチを $20[\text{mm}]$ 、 $14[\text{mm}]$ 、 $8[\text{mm}]$ と徐々に狭めている。2重らせん機構はPLA樹脂にて出力するため、樹脂の柔軟性を利用して開口径よりも太い枝を把持することを想定している。らせんピッチも同様に、中枝から細枝までを把持できるパラメータとなっている。本2重らせん機構は、ロボット機構とした際の最小パラメータとしている。例えば、らせんが大きすぎる場合には機構同士が接触することや、周囲の葉や枝を余計に把持することを考慮している。

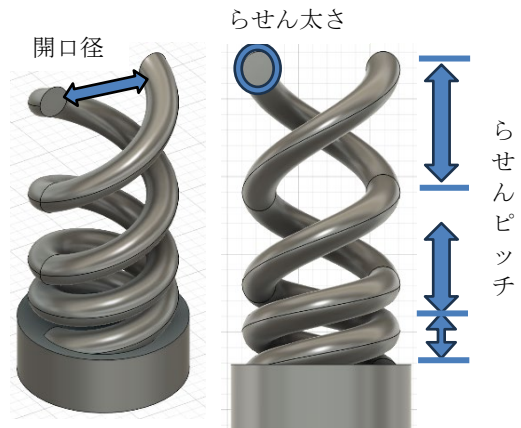


図3. 2重らせん機構(プロトタイプ)

果樹の枝太さから2重らせん機構のプロトタイプを設計したが、開口径よりも太い枝を巻き込めないことが確認された。そこで、らせん機構に枝が接触した際、 $\phi 20[\text{mm}]$ までの枝を巻き込める設計パラメータを平面図から定量化した。らせん機構の開口部に枝を接触させると、枝に対して水平に接触する点と垂直に接触する点がそれぞれ確認された。これらを、水平接触点(図4中の赤い点)と垂直接触点(図4中の黄色い点)とし、各接触点の距離から開口部に必要な高さを導出した。2重らせん機構が枝を巻き込める条件は、開口径よりも大きい枝を巻き込む際、水平接触点を一直線で繋いだ線上に垂直接触点から伸ばした垂線の長さが、枝の半径よりも大きい場合と仮定した。この条件を、2重らせんが枝を巻き込める設計パラメータとしてらせん断面から定量化した。図5にらせん断面を基準とした水平接触点と垂直接触点の垂線 l (以下、開口深さ)を示す。開口深さに加えて、枝の半径 r 、らせん太さ x 、らせん断面の最下点(図5中の青い点)と垂直接触点の距離 z を与え、枝を巻き込める計算式を求めた。結果、らせん断面の最下点と垂直接触点の距離 z が $7[\text{mm}]$ 以上あれば、 $\phi 20[\text{mm}]$ までの枝を巻き込むことが可能になると示された。

2重らせん機構に設計パラメータを反映し、枝の巻き込み実験を行った。実験では、設計パラメータを反映した2重らせん機構と、反映する前の2重らせん機構で枝の巻き込み実験を行った。また、本実験で使用する枝の太さは $\phi 18[\text{mm}]$ 、枝の凹凸込みで $20[\text{mm}]$ である。実験方法は、枝を開口部に接触後、手回しで回転させた際の巻き込み状態を確認した。結果、設計パラメータを反映する前のらせんでは、枝の側面に接触後、巻き込むことができなかった。一方で、設計パラメータを反映したらせんは、枝の側面をなぞり、枝を巻き込むことができた。以上から、らせん断面から求めた設計パラメータの有効性が示された。今後は、らせんの中心に枝を集めやすい形状と、ロボット機構を開発する。なお、本研究は2026年6月に行われるロボティクス系国内会議にて発表を予定している。

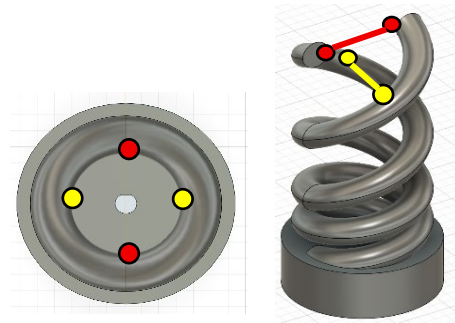


図4.枝の接触点

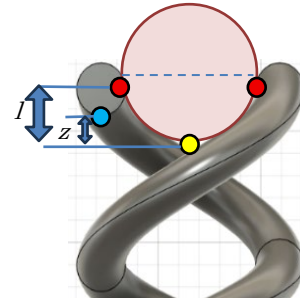


図5.枝の接触点と開口部の高さパラメータ



図6.枝の巻き込み実験
設計パラメータを反映する前のらせん(上)
設計パラメータを反映したらせん(下)

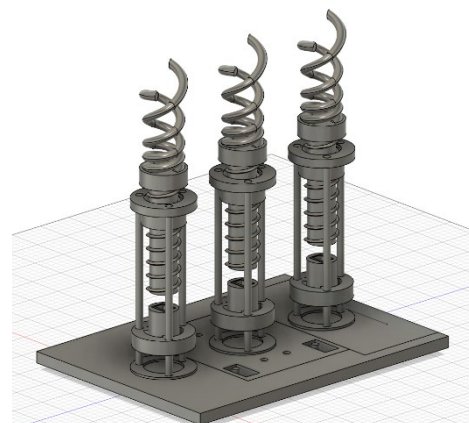


図7.ロボット機構の設計

参考文献

- [1]. 農林水産省”果樹農業の現状と課題について”.農林水産省.2024.10.https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kazyu/r06_01_kazyubukai/attach/pdf/241016-12.pdf (2026.02.14 アクセス).

2. 2 地方都市中心部における戦後建築ストックの“しまい方”

社会基盤工学科 助教 小暮 悠

1. 概要

本研究は、地方都市中心部に多く残る1950～70年代の建築群（防火建築帯・防災建築街区など）を「戦後建築ストック」と捉え（表1）、その活用や更新、さらには解体に至るまでのプロセスを「しまい方」という視点から再整理するものである。これらの建築は高度経済成長期に都市の不燃化や商業機能の近代化を目的として整備されたが、現在は老朽化や耐震性能不足、所有者の高齢化、複雑な権利関係など多くの課題を抱えている。一方で、近年は小規模事業者による暫定的な活用が各地で見られ、都市の新たな可能性を示している。本研究は、活用事例の分析と制度的課題の検討を通じて、戦後建築ストックの持続的かつ創造的な活用手法や更新のあり方を探ることを目的としている。

類型	防火建築帯	防災建築街区
建設時期	1952-1961	1961-1970年代
根拠法	耐火建築促進法	防災建築街区造成法
配置	沿道型（帯状）	沿道型（帯状）/ 街区型
補助対象条件	耐火建築物・3階建以上 奥行11m以内	耐火建築物
構成	町屋型	共同ビル型
外観	町屋型	共同ビル型

表1 研究対象の概要

2. 研究内容

これまで約25都市を対象に、防火建築帯や防災建築街区を中心とした戦後建築ストックの実態調査を行ってきた。まず、戦後の社会構造や建築関連制度の変化を整理し、空間需要の変化と建築的課題を分析した。その上で、実際に行われた改修事例を収集し、木造と非木造の可変性の違いを踏まえながら改修方法を類型化した（図1）。これにより、複数の改修手法の組み合わせにより、多様な建築的課題に対応し得る可能性を示した。

さらに、富山県氷見市をはじめとする事例では、小規模事業者による空き店舗活用の実態をヒアリング調査し、活用の動機や改修内容、用途の特徴を明らかにした。特に、古い建物に対する評価がネガティブなものからポジティブなものへと転換している点に着目し、その集積が中心市街地の機能再編の一段階として位置付けられる可能性を検討した。また、活用の広がりには、公共事業やイベントなどの契機が影響していることも確認された。

一方で、これらの建築は耐用年数を迎つつあり、解体や再開発の選択も現実的な課題となっている。そこで本研究では、暫定的活用、継続使用、建替え、解体、跡地活用、記憶の保存などを含めた「しまい方」の仮モデルを構築し、建築の終末を単なる消失ではなく、地域との関係性の再編として捉える枠組みを提示している。

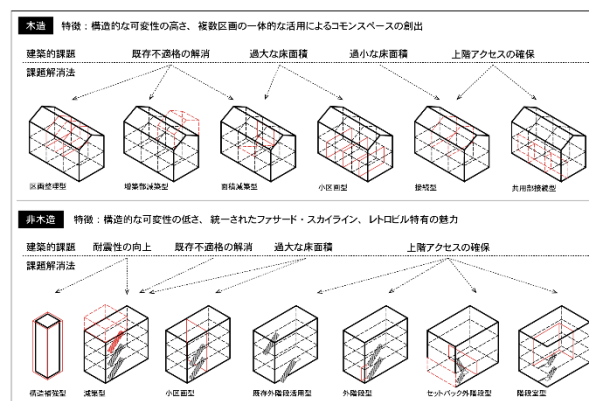


図1 改修方法の類型化

3. 今後の展望

調査を通じて、戦後建築ストックは単なる老朽建築ではなく、使い方次第で都市に新たな価値を生み出す可能性を持つ存在であることが明らかとなった（図2）。一方で、大規模改修や根本的課題の解決は所有者の意思や費用負担に大きく依存し、制度的・経済的制約が大きいことも確認された。特に氷見市では、能登半島地震による被災を契機に公費解体が決定されるなど、活用の流れが急転する事例も生じている。

今後は、解体後の跡地利用や地域の記憶の継承も含めた「しまい方」のプロセスを継続的に追跡し、意思決定過程の分析を進める。また、文化財的評価の枠組みや海外事例との比較をふまえ、匿名性の高い戦後建築をどのように価値付け得るかを検討する。最終的には、日本の防火建築帯・防災建築街区の特殊性を明らかにし、既存ストック活用の新たなモデルを提示することを目指している。



図2 活用事例(静岡県富士市)

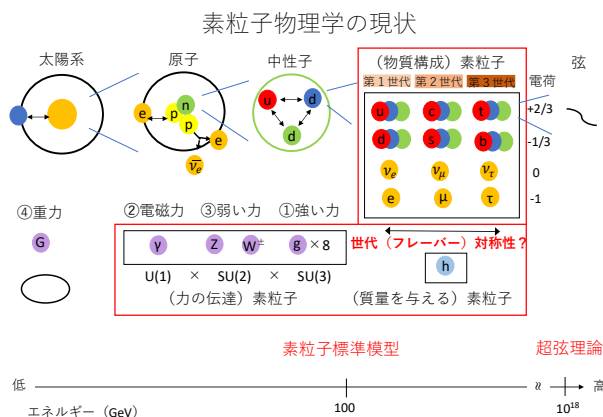
2. 3 コンパクト空間の幾何学的性質から探る素粒子現象論的性質の解明

一般系 講師 内田 光

1. 概要

宇宙に存在する物質は、素粒子間で相互作用することで構成される。素粒子物理学では、その相互作用を電荷など素粒子が持つ性質を用いて説明している。また、素粒子が持つ性質は、対称性によって特徴づけられている。今日の宇宙は、4種類の相互作用で説明されるが、高エネルギーの宇宙創成期は同じ相互作用であったと考えられている（統一理論）。

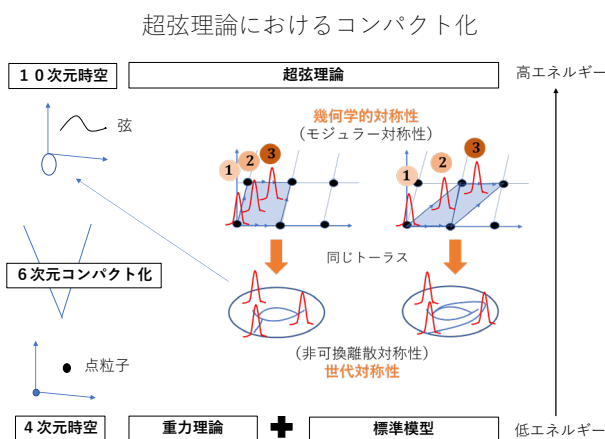
その究極的な統一理論として、素粒子を弦と見なす超弦理論がある。超弦理論では、我々が観測している4次元時空に加えて、観測されないほど小さく丸められた（コンパクト化された）6次元空間の存在が必要である。そこで私は、どのような幾何学的性質を持つコンパクト空間からどのような性質を持つ素粒子が得られ、それらの相互作用からどのような現象が起こるかを探究している。



2. 研究内容

物質を構成する素粒子には、電荷などの性質が同じで質量のみ階層的に異なる3つ（3世代）の素粒子が存在するが、それら世代間の対称性については明らかになっておらず、様々な対称性を仮定したモデルが提唱されている。私は、どのようなコンパクト化によってどのような世代対称性が導かれるかを探究している。

具体的には、トーラスなどのモジュラー対称性と呼ばれる幾何学的対称性を持つ幾何に着目し、コンパクト空間方向に背景磁場の入ったコンパクト化を考える。なお、そのコンパクト化では、背景磁場の大きさと曲率から決まる世代数分の素粒子が現れることが知られている。私は、そのコンパクト空間の幾何学的変換（モジュラー変換）によって誘導される、複数世代素粒子間の変換の代数構造を調べることで、導かれる世代対称性やその表現論の解明を行っている。



3. 研究成果

現在までに、モジュラー変換に伴って誘導される素粒子の変換がモジュラー形式の構造を持ち、複数世代素粒子間に背景磁場の大きさと決まる特定の非可換離散対称性（例：背景磁場 M （偶数）が入った2次元トーラスコンパクト化から得られる3世代素粒子間に $\tilde{\Delta}(6M^2)$ 対称性）が現れることが明らかになった。また、それら複数世代素粒子が全体としてどの程度モジュラー変換の影響を受けるかを決定するモジュラーウェイトが、質量固有値レベル（上記の例：第 n 励起状態のモジュラーウェイトは $n + 1/2$ ）に等しいことが明らかになった。

幾何学的変換（モジュラー変換）に伴う素粒子の変換
= モジュラー形式の構造

$$\begin{aligned} & \text{変換後} \quad \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} = (-\tau)^{n+1/2} \begin{pmatrix} \frac{e^{\pi i/4}}{2} & -\frac{e^{\pi i/4}}{\sqrt{2}} & -\frac{e^{\pi i/4}}{2} \\ -\frac{e^{\pi i/4}}{2} & 0 & \frac{e^{\pi i/4}}{2} \\ \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{e^{\pi i/4}}{\sqrt{2}} & \frac{\sqrt{2}}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \quad \text{変換前} \\ & \text{モジュラーウェイト} = \text{質量固有値レベル} \quad (\text{例: } n + 1/2) \\ & \text{世代対称性} \quad (\text{例: } \tilde{\Delta}(6M^2) \text{ 対称性}) \end{aligned}$$

2. 4 細胞治療を指向した機能性分子材料の開発

一般系 准教授 高嶋 一平

1. 概要

細胞治療は機能不全に陥った組織の再生医療の一つとして注目される技術であり、2006年山中教授の報告したiPS細胞は細胞治療に用いる移植細胞の供給源として期待されてきた。本研究領域「iPS細胞由来の細胞治療」での初期標的設定として、特に肝細胞・膵β細胞・心筋細胞・神経細胞を用いた細胞治療が考えられている [S. Yamanaka, *Cell*, 2009]。そして、遂に本年度2026年3月6日には、リハート（心筋細胞シート）とアムシェプリ（神経細胞移植剤）が条件・期限付きで製造販売を承認されたという記事が公示された。

ところで本治療では、初期化によるiPS細胞の調製、iPS細胞の増殖、機能性細胞への分化、iPS細胞の選別除去、生体への細胞移植の5ステップを有し、特に移植では低酸素等の厳しい環境に曝されて、移植細胞の多くが生着せずに細胞死する問題を有してきた。よって細胞治療では、大量の細胞を何度も調製して患者へ移植し続けることが必要であり、患者の精神的負担が大きだけでなく1回数千万円になる治療を繰り返すことによる莫大な費用負担が患者には強いられる。

筆者らは、この課題に対して合成・開発した機能性分子によって細胞移植での生着効率を高める検討を行っている。これら機能性分子は、細胞内外で蛋白質に配位して細胞機能を高める化合物であり、本稿では、筆者の過去研究 [I. Takashima, et al. *ACS Chem. Biol.* 2019]、細胞外蛋白質に結合しながら会合体形成することで特異な機能を発現する分子の開発を報告するとともに、函館高専への赴任時にスタートした新たな技術開発として細胞内組織間接触による細胞活性化についても簡略に紹介させていただく。

2. 研究内容

約3万種の化合物ライブラリでのフェノタイプスクリーニング（細胞接着状態を向上する分子探索）により、ジスピロトリピペラジン化合物を見出した。本分子は細胞接着（adhesion）を増すことからアドヘサミン（Adhesamine）と命名し（図1左）、その細胞への作用機序を生化学実験により検討した。その結果、このアドヘサミンは静電相互作用等を介して細胞表面のヘパラン硫酸（シンデカンと呼ばれる蛋白質に翻訳後修飾した糖鎖）に結合すると、ヘパラン硫酸上で複数のアドヘサミンが配列しながら芳香族部位の π - π スタッキングで連結されて、ヘパラン硫酸に沿って会合体を形成することが判明した（図1右）。

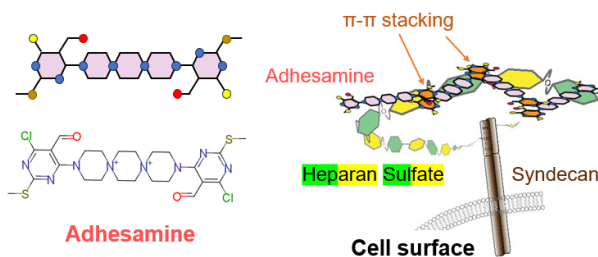


図1. アドヘサミンの構造(左)と細胞表面での会合体形成(右)

そこで筆者は、このアドヘサミン分子間での連結の結合力を上昇させると、さらに機能向上できるのではないかと考えて、アドヘサミン構造に自己集合性のあるフェニルアラニンペプチドを導入した分子Adh-SFFを設計・合成した(図2a)。この構造変換によってヘパラン硫酸への結合力は3～4倍程度しか上昇しないが、ヘパラン硫酸と共に会合しながらサブミクロンサイズの顆粒

を形成する (図 2 b)。そして特筆すべきは、この顆粒形成を介して細胞生存活性が飛躍的に高まることが確認された。本機能発現における機構解明のため、電子顕微鏡(SEM)での顆粒構造の観察、免疫染色での蛋白質局在解析、免疫ブロットによるシグナル経路の検証を行い、細胞表面で本分子がシンデカンと共に顆粒状の会合体を形成すると、PKC α を細胞表面へ局在化させて、ERK経路やJNK経路による細胞活性化を生じることを明らかにした(図 2 c)。

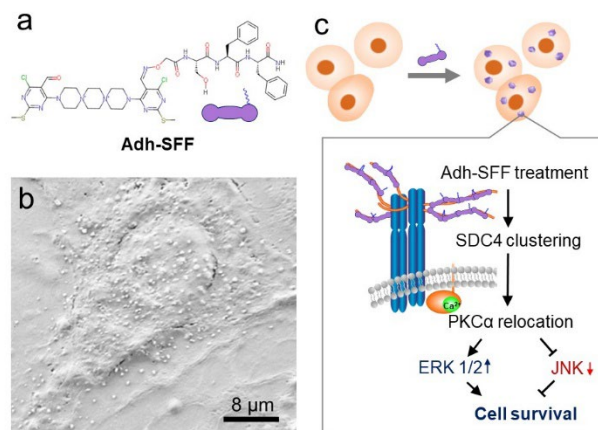


図 2. a) Adh-SFF の構造、b) 細胞表面の顆粒形成 (FE-SEM 画像、C) Adh-SFF による作用機序の説明図

次に本分子にHalo-tagリガンドを導入した化合物**adh-3.0**を用いて、細胞表面の凝集体にHalo-tag を介してMMP2 (細胞外マトリックスの分解で細胞浸潤能を高める酵素)を修飾する技術を開発した(図 3)。本手法で処理したNIH3T3細胞は生存活性と浸潤能を同時に高めることができるため、動物への細胞移植においても細胞が浸潤しながら広範囲に生着できることを明らかにした。本手法を用いてiPS細胞から分化した心筋細胞をラット心筋梗塞モデルへ移植する検討も実施したところ、ある程度の効果は確認されたが既存のマウス肉腫由来マトリゲルに比べると有効性は高くなかった。しかし、マトリゲルは感染症の危険性から臨床応用でのハードルが高く、細胞治療での生着効率の向上に向けて本技術の臨床応用が今後は期待できる結果でもあった。

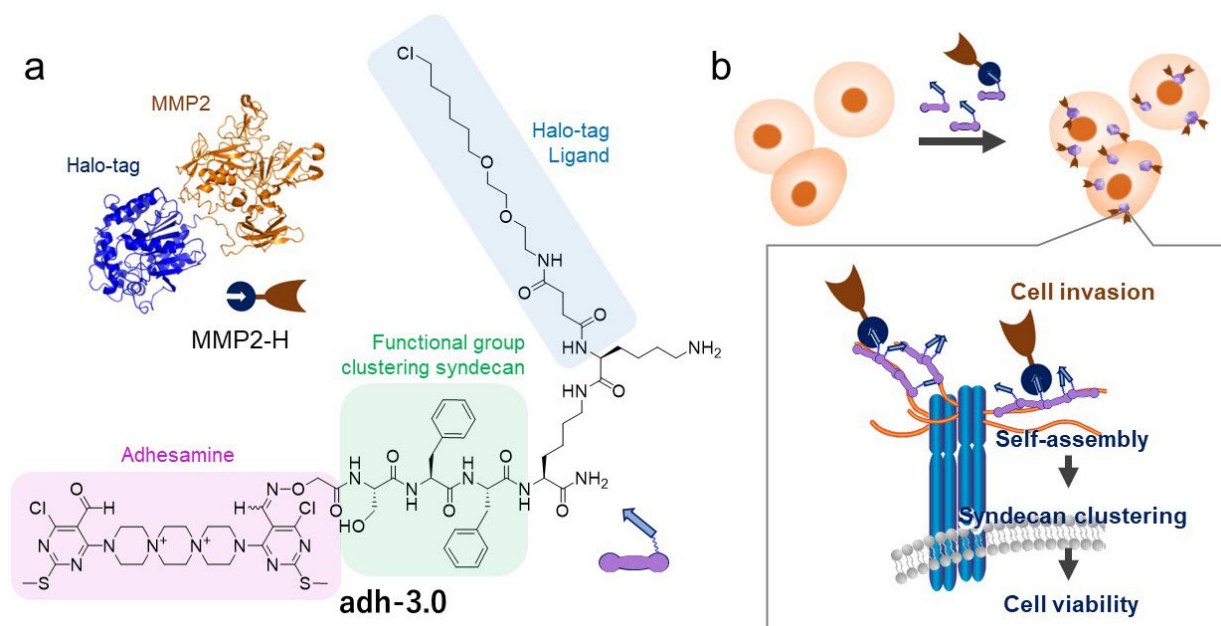


図 3. a) 開発した自己集合性分子**adh-3.0**と自己集合体に修飾可能な融合タンパク質の構造、b) 本手法による細胞の多機能化についての機構説明図。

3. 結論と今後の方針

これまでに細胞表面修飾による機能化は検討されたものの、すべての手法で細胞毒性が問題となっていた。本技術は逆に細胞生存活性を高めながら細胞表面修飾が可能である特長を持つ。この特長を活かして、MMP2以外にもPD-L1やVEGFを細胞表面に修飾することにも成功し、遺伝子操作なく細胞の多機能化が可能な新しい手法として着目されている [I. Takashima, et al. *Chem. Commun.* **2022**]。一方で、上記の手法単独ではマトリゲルに匹敵する効果は確認できていない。マトリゲルは成長因子や細胞接着分子を多数含む機能性材料であり、筆者の開発した技術単独では、細胞活性化の能力が不十分であったと考えられる。

ところで、ミトコンドリア (Mt) と小胞体 (ER) の細胞内接触は、細胞移植時の過酷な環境下において細胞活性の維持に有効であることが報告されている [J. Ren, et al. *Nat. Commun.* **2021**]。筆者はこの知見に着目し、東北大学にて開発したクリック反応の制御法 [基盤C, 23K06066] を応用することで、Mt-ER間接触を適度に制御することによる細胞活性化技術の開発に着想した。本技術が確立できれば、細胞外ではadh-3.0による細胞表面修飾を介して細胞を多機能化しつつ、細胞内ではクリック反応の制御技術によってMt-ER間接触を適度に誘導することで細胞機能を活性化させることが可能となる。今後の研究開発を精力的に実施することで、この二つの技術の併用による細胞移植での高い生着効率の実現を目指していく。

2. 5 災害知識を避難行動に反映させる津波防災教育の構築

一般系 講師 森 康平

1. はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災では、多くの児童・生徒が犠牲になった（東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議、2011）。そのうちの多くの子どもは、放課後帰宅した後に被害を受けている。この状況を踏まえて、文部科学省（2013）は、防災教育において、災害から自ら危険を予測し回避するために、習得した知識に基づいて的確に判断し、行動できる能力を養うことを指摘している。

三橋（2013）は、災害に関する基礎的な知識を学習することは、災害がどうしても危険なのか、なぜ避難する必要があるのかについて理解することにつながると述べている。このように、災害時において、主体的な判断をして行動をとるためには、災害に関する知識が必要となる。しかし、森・山縣（2025）は、津波常襲地域の児童を対象に、主体的に避難する上で必要な知識の獲得状況について明らかにした。その結果、多くの児童は、教科書に書かれている一般的な災害に関する知識は獲得しているものの、地域固有の災害に関する知識は獲得していないことを指摘した上で、児童の発達段階に応じて、災害事象の発生から避難完了までのプロセスをたどりながら、児童が主体的に避難できる防災教育を構築する上で、シミュレーション活動を取り入れた防災教育を行なうことが必要と指摘した。そこで本研究では、徳島県海陽町穴喰浦地区にある小学校4～5年生の児童を対象に災害や地域条件に関する知識を活用した津波避難シミュレーションを通して災害時の判断能力を育成する津波防災教育を実施した。

2. 研究方法

本研究は、次の手順に沿って進める。①児童の地震災害に関する知識の獲得状況について確認するために、小学校4年生および小学校5年生の児童（4年生18名・5年生11名計29名）に対して質問紙調査を実施した。なお、質問紙調査は、令和6年11月にかけて小学校の担任教諭から児童へ配布して実施した。②児童の避難行動における課題を確認するため、地図上の指定場所から任意の津波避難場所までの避難経路を描いてもらった。③これらの結果を基に、津波防災教育を構築し、実践を行う。④授業実践後、児童に授業に関する質問紙調査を実施した。

3. 作成した授業教材

実践授業は、2コマ連続で行った。1コマ目の授業は、座学を中心に、2コマ目は、建物倒壊による道路閉塞を考慮した逃げ地図（ある場所から逃げる場所までの道と避難時間を調べることができる地図）作成に関する授業を行った。

1コマ目の実践授業では、導入場面において、近いうちに発生する確率が高い南海トラフ地震が発生した場合、穴喰浦地区では、どのような被害が起きるかを考えさせた。その上で、津波、建物倒壊、火事、液状化、土砂崩れが発生する可能性があることを説明した。次に展開場面では、海陽町が作成発行している「防災のしおり」を用いて、ハザードマップの説明を行った。具体的には、①近い将来に発生すると想定されている南海トラフ地震が発生した場合、穴喰浦の海岸には津波の第1波が6分で襲来すること、②近い将来に発生すると想定されている南海トラフ地震が発生した場合、穴喰浦周辺は、津波浸水深が最大で20m程度の想定がなされていること、③近い将来に発生すると想定されている南海トラフ地震が発生した場合、小学校周辺は津波浸水深が最大12mの想定がされていること、④津波の高さを想像させるために、2階建建物の図を用いて、0.3mの津波で大人が流される可能性があることを紹介した、⑤最後にまとめとして、ハザードマップの評価ポイント（避難場所がわかる、自分の家が被害想定区域ではないので、安心してしまう可能性がある）について説明した。

2コマ目の授業実践では、導入場面において、学校の周辺には、南海トラフ地震が発生した場

合、避難行動に悪影響を及ぼす可能性があるものとして、コンクリート塀、あわえ（車が通ることができない狭い道）（第1図）があることを説明した。また、穴喰浦には、築年数が長い建物が多くあるので、地震の揺れによって、建物が倒壊し、道路閉塞を引き起こす可能性があることも説明した。展開場面では、上記の課題を踏まえ、建物倒壊による道路閉塞を考慮した逃げ地図を作成した。逃げ地図作成の手順は、避難開始場所から任意の避難場所（町が指定の避難場所）までの経路を鉛筆で線を引かせ、30秒間隔で目盛りを付けた紐（30秒で55m避難できると想定）を用いて、避難するまで所要時間を確認させた。その後、班を作成し、各々で作成した逃げ地図を発表させる工夫をした。



第1図 あわえ
(著者撮影)

4. 授業実践の効果と課題

授業を実施する前の小学校4年生及び小学校5年生の児童の多くは、建物倒壊による道路閉塞が発生する知識や津波の第1波が襲来する時間に関する知識が獲得していなかった。しかし、授業後の質問紙調査の結果を見ると、小学校周辺で建物倒壊による道路閉塞が発生するとは考えている児童は少ないが、津波から避難する際にどんなことに気を付けるかという問いに対して、狭い道を避ける、倒れてきそうな建物を確認しておくという児童の記述がみられた。また、津波の第1波の襲来時間についても正確な時間を回答していた。したがって、児童は地域の災害に関する知識を獲得したと考えられる。

児童が作成した道路閉塞を考慮した逃げ地図を見ると1回目と異なる避難経路を選択した児童は僅かであったが、1回目より道幅が広い道を選択するようになった（第2図、第3図）。したがって、建物倒壊による道路閉塞を意識して避難するといった判断能力が養われた。しかし、避難経路を変更しなかった生徒の意見を見ると「自分が知らない道に行くのは怖い」・「そもそもここへ行く道がわからない」といった意見があった。そのため、児童における地域の環境が不十分の場合は、地図上での適切な経路を選択できない可能性がある。



第2図 5年生授業前の避難行動



第3図 5年生授業後の避難行動

参考文献

- 東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議 2011. 東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議中間とりまとめ.
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/sports/012/toushin/_icsFiles/afieldfile/2011/10/05/1311688_01_1.pdf (最終閲覧日：2024年7月22日)
 三橋浩志2013. 防災教育と社会科教育の関係 - 防災教育を巡る最近の動向を踏まえて - 社会科教育研究119：3 - 10.
 森康平・山縣耕太郎2025. 津波常襲地域の児童における地震災害に関する知識獲得状況の課題. 上越教育大学教職大学院紀要12：175 - 185.
 文部科学省2013. 学校防災のための参考資料「生きる力」を育む防災教育の展開. 文部科学省.

3. 1 技術移転フォーラム 2025

技術移転フォーラム 2025 工業試験場成果発表会におけるポスター発表

開催日	令和7年6月3日（火）	場 所	ホテル札幌ガーデンパレス
主 催	北海道立総合研究機構工業試験場	作成者	社会基盤工学科 准教授 金 俊之

本発表会は、北海道立総合研究機構工業試験場が主催する研究等の成果発表会です。北海道地区4高専と北海道立総合研究機構との連携協定の一環で毎年本校も参加しています。今年度は、社会基盤工学科 准教授の金俊之がポスター発表を行いました。発表内容は、本校が拠点校として進めているCOMPASS5.0 再生可能エネルギー（風力）にかかわる産学官で連携した人材育成の実践に関するものです。函館高専では引き続き、産学官で連携を強化しながらGX人材の育成に取り組んでまいります。



写真① 発表会場



写真② 北海道地区4高専の発表ブース



写真③ 本校発表ポスター



写真④ 来場者へ説明する様子

3. 2 北洋銀行ものづくりサステナフェア

北洋銀行ものづくりサステナフェア			
開催日	令和7年7月23日（水）	場 所	アクセスサッポロ
主 催	北洋銀行	作成者	生産システム工学科 准教授 下町 健太郎
毎年開催される「北洋銀行ものづくりサステナフェア」において、本校での教育・研究活動に関するポスター発表を行った。このフェアには北海道内外から150の企業・団体が参加し、各種の活動についてブースを出典して発表した。冠している「サステナ」については、単にサステナブルな活動を紹介するということだけではなく、フェアそのものがサステナブルにする工夫がされていた。例えば、Jクレジットを利用して、フェア全体にかかる二酸化炭素排出量をネットゼロにしたり、ペーパーレス化したりということがあった。 本校からは「函館高専のエネルギー研究・教育事例～海と市電の街から～」という題でポスター発表を行った。これは、北海道内4高専が共同出展しているブースで行った。特に、水素というキーワードに興味を持たれる方が多く、熱心に聞いてくださる方が多い印象だった。また、報告者の専門に関することだけではなく、函館高専のアントレ教育、キャリア教育についても興味を持っていただけた。			
 			

3. 3 教員研究発表会

教員研究発表会			
開催日	令和7年7月24日(木)	場 所	ZACROS hall (L107)
主 催	研究推進室	作成者	一般系 教授 泊 功
新人教員のイニシエーション的に例年実施されている標記発表会だが、今年は教員の研究活動についても相当重視する清水校長の聴講するなか、会場は昨年度までの和気藹々とした雰囲気とは異なる緊張感が漂うこととなった。今年度の発表者は、昨年4月に赴任した袴田先生、小暮先生、森先生、高嶋先生と、一昨年の9月に赴任した内田先生の5名である。それぞれの所属と御発表のテーマは以下のとおりとなっている。 ①生産システム工学科（機械コース） 助教 袴田 翔 「回転2重螺旋を用いた把持機構による樹上移動ロボットの開発」 ②社会基盤工学科 助教 小暮 悠 「地方都市中心部における戦後建築ストックの“しまい方”」 ③一般系 講師 森 康平 「災害知識を避難行動に反映させる津波防災教育の構築 - 徳島県海陽町穴喰浦の児童を事例として -」 ④一般系 准教授 高嶋 一平 「化学分野を席捲するケミカルバイオロジーとは何者？」 ⑤一般系 講師 内田 光 「宇宙を創った素粒子は何者？」 各発表者の発表後は、清水校長が自戒を込めて発表者の「えーと」という口癖にまで言及するという厳しくも優しい質疑で先陣を切り、以降、ギャラリーとの活発な応酬が行われた。実際の厳しい学会発表の現場を垣間見たかのようなようであった。最後に、研究推進室長中津川先生による総括と御挨拶があり、発表会を終了した。			

3. 4 ビジネス EXPO

ビジネス EXPO 第 13 回 道内 4 高専・道総研産業技術環境研究本部・北海道科学大学との研究交流会			
開催日	令和 7 年 11 月 6 日 (木) 7 日 (金)	場所	アクセスサッポロ
主 催	北海道技術・ビジネス交流会実行委員会	作成者	一般系 准教授 須藤 絢

令和 7 年 11 月 6 日・7 日において、アクセスサッポロで行われたビジネス EXPO に参加した。高等専門学校技術や取組を社会に発信し、ものづくりに関する新たなネットワークを形成することを目的として例年道内 4 高専として出展しており、今年度の出展数は 307 社（昨年度 308 社）、来場者は 21,632 名（昨年度 21,261 名）であった。

道内 4 高専が出展したブースではポスター発表を行い、高専の知名度向上及び高専や研究内容に興味を持った来場者と情報交換を行った。特に各高専の地域との連携した教育や半導体教育の現状についての質問が多く見受けられた。

函館高専では「重曹による魚類鎮静と死後硬直遅延効果による鮮度保持」という題目で説明を行い、高専 OB や保護者等の来訪も多く、近年の高専の状況について説明する場面も多くあった。

また、「道内 4 高専・北海道科学大学・道総研（工業試験場、ものづくり支援センター）第 13 回研究交流会」を同時開催した。本交流会は、相互の研究活動の活性化、情報共有等を図り、もって学術研究の進展、北海道の産業技術力の強化及び新事業・新産業の創出の「きっかけ作り」の場を提供することを目的として実施するものであり、各機関研究者による情報交換を行った。

今回もイベント全体として多数の来場者があり、高専の技術や取り組みを社会に発信できたこと、また、道内企業・関係機関等と新たな情報交換を行う機会となり、当初の目的は達成できたと思われる。



図 1. ビジネス EXPO にて発表する須藤准教授

3. 5 HAKODATE アカデミックリンク

はこだて高等教育機関合同研究発表会「HAKODATE アカデミックリンク 2025」			
開催日	令和7年11月9日（日）	場 所	函館市青年センター
主 催	キャンパス・コンソーシアム函館(CCH)	作成者	生産システム工学科 教授 山田 一雅
キャンパス・コンソーシアム函館(CCH)は、はこだて高等教育機関合同研究発表会「HAKODATE アカデミックリンク 2025」を11月9日（日）に、函館市青年センターで開催しました。函館市内にある8つの大学、短大、高専の学生・教員、そして市内の高校生と他地域の大学生が、函館市青年センターに集結し、普段研究している内容や成果などを、学生や市民、地元企業に分かりやすく披露しました。 ポスター発表のブースセッションは、体育館で12:00～15:00 プレゼン発表のステージセッションは、会議室で12:35～14:00に開催されました。 当日は、加盟校8校のほか、弘前・青森・長万部の大学や市内の高等学校、企業・団体などが参加し、合わせて60ブースのポスター発表と、6チームのステージ発表が行われ、一般来場者、出展者及び関係者合わせて約500名を超える方々の来場がありました。函館高専からは、物質環境工学科の清野研究室と生産システム工学科の山田一雅電気電子研究室の2チームのみが参加しました。 一般公開の後に行われた表彰式では、優秀な発表が表彰されました。どの発表も年々発表技術が向上し、参加された皆さんにとっては、日頃の研究の成果を存分に発表できた、良い経験の場になったと思います。 アカデミックリンク 2025 の風景写真等詳細 URL はこちらで確認できます。 https://www.cc-hakodate.jp/cch_info/8028 抜粋： 【ブースセッション】大 賞 加盟機関名：函館工業高等専門学校 チ ー ム 名：NORivation 発表テーマ：No plastic, Just seaweed! チ ー ム 員：平野朱葉、西川景サミュエラ、栈翠蓮			

4 外部資金受け入れ状況（令和8年3月31日現在）

単位：千円

	令和7年度		令和6年度		令和5年度		令和4年度		令和3年度	
名称	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額
科研費	16	23,690	16	17,830	20	22,630	18	24,380	23	38,670
寄附金	55	33,261	56	22,917	65	18,875	79	12,425	57	13,299
受託研究	5	6,543	9	11,608	5	6,236	4	26,703	5	10,017
受託試験	0	0	0	0	1	28	0	0	1	46
受託事業・講演	1	2,712	1	2,425	2	6,755	2	6,624	2	3,124
共同研究	11	13,120	6	1,826	5	2,592	7	3,004	12	3,669
補助金	0	0	0	0	1	100,368	0	0	1	0
助成金等	4	1,700	5	1,300	6	3,850	9	9,920	10	6,100
計	92	81,025	93	57,906	105	161,334	119	83,056	111	74,925

※間接経費を含む。

※科研費は代表分のみ計上。

※寄附金は本校教育研究支援基金（戸倉基金）の受入件数を含む。

編集・発行



独立行政法人国立高等専門学校機構
函館工業高等専門学校
KOSEN コモンズセンター



KOSEN Commons Center,
National Institute of Technology (KOSEN), Hakodate College

学校位置図



〒042-8501 函館市戸倉町 14 番 1 号
14-1 Tokura-cho, Hakodate 042-8501,
Japan

Phone: 0138-59-6306

FAX : 0138-59-6310

<https://www.hakodate->

[ct.ac.jp/research/kosencommonscenter/](https://www.hakodate-ct.ac.jp/research/kosencommonscenter/)