沖縄高専
2018

地域連携推進センター報

独立行政法人国立高等専門学校機構
沖縄工業高等専門学校
National Institute of Technology, Okinawa College

校長あいさつ
沖縄高専の産学連携について

沖縄工業高等専門学校
校長　安　藤　安　則

今年は７月の西日本の豪雨災害や多くの台風襲来、また世界中でも高温化による山火事等の災害が続発し、温暖化による環境の変化が著しく現れてきました。また第４次産業革命とも呼ばれる大変革が進行しています。即ち、IoT（Internet of Things）、AI（人工知能）やロボット等の格段の進歩により2030年半ばまでに今ある職業の半分は現在まだ出現していない職業に取って代わるとの予測があります。

このような時代の変化に対応して、沖縄高専は、変化の激しい時代を乗り越えることできる、グローバルな視点に立ち専門性を持った人材育成に取り組んでおります。沖縄高専は、沖縄県などの地方自治体や企業各位のご協力を頂いて、産学連携事業を展開して参り、2014年度から３年間続けて、全国の51ある国立高専の中で外部資金獲得額第一位の成果を挙げており、昨年2017年も全国一位の外部資金獲得の実績見込みでして、これも偏に関係各位のご協力の賜物と深く感謝いたしております。

本校の新しい取組として、沖縄の２１世紀ビジョンに基づく沖縄の発展計画に対応し、2015年度より日本の複数の航空会社や重工業メーカー等のご協力を頂き、更に九州大学工学部航空宇宙専攻部門のご協力も得て、国立高専として初となる「航空技術者プログラム」を開設し、JTAからBoeing737-400のジェットエンジンの寄贈を受けて授業内容の充実を図り、昨年から卒業生を送り出し始めました。

また、昨今社会的に重要視されている情報セキュリティ人材育成プログラム、ロボットやドローン開発、スマート農業やKosen4.0の細胞培養士育成プログラムや創薬・福祉事業に係わる医工連携人材育成等の新規プロジェクトにも国、県、企業や他の高等教育機関等と協力して積極的に取り組んでおります。

沖縄高専は沖縄県内をはじめとする関係者と一体となって地域貢献に努力するとともに、より良い教育環境の実現に向けて精進してまいりますので、今後ともご理解・ご支援のほど宜しくお願い申し上げます。

「地域連携推進センター報 2018」の発刊にあたって

沖縄工業高等専門学校
地域連携推進センター長　武　村　史　朗

「地域連携推進センター報2018」発刊にあたり、ご挨拶申し上げます。

平成25年４月１日、地域共同テクノセンターを変革し､「地域連携推進センター」を設置しました。地域連携推進センターは､「産学連携部門｣､「知的財産部門」及び「生涯学習部門」を設け、機動的に活動できる組織となっています。

本校の有する人的資源、知的資産、研究設備・施設等の物的資産を活用して、地域社会との連携・交流の推進、共同研究等による技術開発、及び人材の育成に取り組んでいます。さらに、地域社会・産業界との協力体制を強化していくために、緊密な連携を図ってまいりたいと考えています。

年間事業として、沖縄高専フォーラム・情報交換会や、月１回行っている定期技術相談会、共同研究、受託研究、技術相談、出前授業、体験授業、公開講座･生涯学習講座等、各種展示会･イベントへの出展(沖縄の産業まつり、やんばるの産業まつり等)、知的財産セミナー等を実施しております。

本センター報では、このような取組に加えて、沖縄高専産学連携協力会会員企業をはじめとした地域企業および地域社会の皆様と本校とのさらなる連携・協力活動の架け橋となるように特色ある研究活動や利用可能な研究設備、センターの活動実績や相談可能な技術など「お役に立てる技術」を記載いたしました。技術相談をはじめ共同研究、受託研究など随時受け付けておりますので、各教員・技術職員あるいは地域連携推進センターにお問い合わせください。

「沖縄高専地域連携推進センター報」をぜひともご活用いただきますようよろしくお願い申し上げます。

目　　次

校長あいさつ…… 安　藤　安　則
「地域連携推進センター報2018」の発刊にあたって…… 武　村　史　朗

研究者一覧
機械システム工学科 …… 1
情報通信システム工学科 …… 3
メディア情報工学科 …… 5
生物資源工学科 …… 7
総合科学科 …… 9
技術室 …… 12

研究実績の紹介
「数学を主体とする論理的思考力育成および就業意識向上のための科学技術教材の開発」
機械システム工学科　講師　安里　健太朗…… 15
「神経伝達物質に着目したサンゴ産卵誘発メカニズムの解明と応用研究」
生物資源工学科　教授　平良　淳誠…… 20
「衝撃成形による金属製新規レプリカ標本製作の試みと技術応用の検討」
生物資源工学科　准教授　嶽本　あゆみ…… 24
「倍数化を伴う二型花柱性から雌雄同株性への進化過程の解明」
技術室　技術専門職員　渡邊　謙太…… 27

平成29年度地域連携推進センター事業報告 …… 33

共同研究等について
共同研究・受託研究・寄附金・受託試験・技術相談…… 39

研　究　者　一　覧

機械システム工学科

氏　名	武村　史朗　／　TAKEMURA　Fumiaki	職　名	教授
E-mail	takemura@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	水中ロボット、水中位置計測		

技術相談・提供可能技術
○フィールドで扱うロボットの開発　○水中ロボットに関すること
○ロボティクス、メカトロニクス

氏　名	比嘉　吉一　／　HIGA　Yoshikazu	職　名	教授
E-mail	y.higa@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	SEM/EBSD、AFM、ナノインデンテーション、可視化		

技術相談・提供可能技術
○SEM/EBSD 法による結晶方位マッピング
○AFM（原子間力顕微鏡）、ナノインデンテーション試験による材料特性評価
○μCT による内部構造観察と 3D 構造評価

氏　名	眞喜志　治　／　MAKISHI　Osamu	職　名	教授
E-mail	omakis@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	相変化熱伝達、伝熱促進		

技術相談・提供可能技術
○熱交換器の設計　○熱流動解析

氏　名	眞喜志　隆　／　MAKISHI　Takashi	職　名	教授
E-mail	tmakishi@okianwa-ct.ac.jp		
キーワード	表面改質、熱処理、材料強度、腐食、特別支援教育		

技術相談・提供可能技術
○プラズマ窒化した金属材料の機械的性質　○電子顕微鏡での観察、元素分析
○特別支援学校授業教材の開発と改良

氏　名	山城　光　／　Yamashiro　Hikaru	職　名	教授
E-mail	hyama@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	熱、流体、物質移動、エネルギー		

技術相談・提供可能技術
○機器の熱流動解析、熱エネルギーの有効利用、マイクロリアクターなど

氏　名	宮田　恵守　／　MIYATA　Yoshimori	職　名	特任教授
E-mail	miyata@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	腐食・防食、電気化学、電池、劣化		

技術相談・提供可能技術
○金属材料の腐食・防食　○電子機器・部品の腐食
○電池、太陽電池

氏　名	下嶋　賢　／　SHIMOJIMA　Ken	職　名	准教授
E-mail	k_shimo@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	3次元測定機、5軸制御マシニングセンタ、精度評価、機械設計		

技術相談・提供可能技術
○機械要素を組み合わせた試作・設計・製作
○水中カメラ用防水ハウジングの設計・製作
○3次元座標測定機による形状計測支援　○爆破レンジを用いた食品加工技術支援

氏　名	津村　卓也　／　TSUMURA　Takuya	職　名	准教授
E-mail	tsumura@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	固相接合、異種材料、FSW、FSSW、アーク、レーザ、表面処理・改質		

技術相談・提供可能技術
○金属、特に異種金属材料同士の溶接・接合
○各種熱源による金属の表面処理・改質

氏　名	鳥羽　弘康　／　TOBA　Hiroyasu	職　名	准教授
E-mail	toba@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	システムシミュレーション、生産工程シミュレーション、サプライチェーンマネジメント		

技術相談・提供可能技術
○システムシミュレーションによる離散系システムの性能予測
○生産工程シミュレーションによる生産方式評価　○生産計画立案アルゴリズム

氏　名	政木　清孝　／　MASAKI　Kiyotaka	職　名	准教授
E-mail	masaki-k@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	材料強度、疲労、表面改質、放射光、X 線 CT、造礁サンゴ		

技術相談・提供可能技術
○構造材料の疲労信頼性向上　○各種材料の強度特性評価
○破壊メカニズム調査（フラクトグラフィ）

氏　名	安里　健太郎　／　ASATO　Kentaro	職　名	講師
E-mail	k_asato@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	制御工学、制御理論、ソフトコンピューティング		

技術相談・提供可能技術
○制御理論に基づいた制御システムの設計・開発
○ソフトコンピューティングに基づいた制御システムの設計・開発
○科学技術教材の開発　○モデルおよびコントローラの低次元化

情報通信システム工学科

氏　名	兼城　千波　／　KANESHIRO　Chinami	職　名	教授
E-mail	chinami@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	半導体表面界面物性、弾性波デバイス、MEMS、センシングデバイス		

技術相談・提供可能技術
○各種電子デバイス評価（電気特性（電流、容量、電圧）、S パラメータなど）
○デバイスおよび材料表面界面物性評価
○MEMS 関連：デバイス作製技術および評価

氏　名	高良　秀彦　／　TAKARA　Hidehiko	職　名	教授
E-mail	h.takara@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	光ファイバ通信、光計測、光安全		

技術相談・提供可能技術
○光ファイバ特性測定技術　○光ファイバ通信品質測定技術
○光ファイバ通信システムの安全性評価（IEC 国際規格、JIS 規格）

氏　名	谷藤　正一　／　TANIFUJI　Shoichi	職　名	教授
E-mail	tanifuji@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	マイクロ波、ミリ波、RF-IC、3D-SiP、SBB、フリップチップ、実装技術		

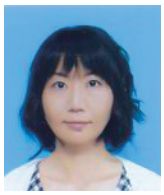
技術相談・提供可能技術
○フリップチップ実装技術を用いたミリ波帯 RF-IC の実装
○3D-SiP 技術を用いた小形モジュール開発

氏　名	藤井　知　／　FUJII　Satoshi	職　名	教授
E-mail	s_fujii@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	マイクロ波工学、反応場、マルチフィジックスシミュレーション、アドホックネットワーク、ドローン		

技術相談・提供可能技術
○電磁波を中心としたマルチフィジックスシミュレーション
○マイクロ波を用いた超高温/急速加熱プロセスや、植物等からの有用物質の抽出
○自動車やドローンなどのアドホックネットワーク網の構築
○有機太陽電池や SAW デバイスなどの電子部品

氏　名	神里　志穂子／KAMISATO　Shihoko	職　名	准教授
E-mail	kamisato@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	生体情報計測・解析（動作、視線、脳波、視野など）、データ解析、感性工学、教材開発		

技術相談・提供可能技術
○生体データに関する計測（動作、視線、脳波、筋電、視野、聴野など）
○データ解析（特徴抽出、データ解析法）
○感性データ処理（印象評価によるフィードバック）
○e-AT 機器の開発（教材用電子すごろく，電動車椅子操作のための教育ツールの作成、視野計測機器の開発など）



氏　名	金城　伊智子　／　KINJO　Ichiko	職　名	准教授
E-mail	ichi@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	意思決定、ファジィ解析、観光情報		

技術相談・提供可能技術
○意思決定支援に関する技術　○ファジィ理論を用いたデータ解析

氏　名	中平　勝也　／　NAKAHIRA　Katsuya	職　名	准教授
E-mail	nakahira@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	無線通信・衛星通信システム、アクセス制御方式		

技術相談・提供可能技術
○通信システムのトータル的な運用方法、制御方法、方式設計
○無線周波数や送信電力の最適配分方式

氏　名	山田　親稔　／　YAMADA　Chikatoshi	職　名	准教授
E-mail	cyamada@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	組込み技術、再構成可能デバイス、HPC、モデル検査技術		

技術相談・提供可能技術
○ソフトウェア／ハードウェア統合化設計、部分再構成　○GPU を用いた並列演算
○モデル検査を用いたシステムの上位設計検証

氏　名	相川　洋平　／　AIKAWA　Yohei	職　名	助教
E-mail	aikawa.y@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	光信号処理、誤り訂正、符号推定、非線形光学効果、シリコンフォトニクス		

技術相談・提供可能技術
○シリコンフォトニクス技術を用いた光集積回路の設計、実装、ならびに評価
○非線形光学効果を用いた通信システムに関する技術的アドバイス
○誤り訂正（FEC）に関する技術的アドバイス

氏　名	亀濱　博紀　／　KAMEHAMA　Hiroki	職　名	助教
E-mail	hkame@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	IoT、センシング、データ処理、X 線検出器		

技術相談・提供可能技術
○IoT センシングシステムの開発　○X 線検出器の開発

氏　名	宮城　桂　／　MIYAGI　Kei	職　名	助教
E-mail	k.miyagi@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	VLSI、省電力、高信頼、高性能、非同期式回路		

技術相談・提供可能技術
○コンピュータアーキテクチャ　○計算機工学
○VLSI 設計手法

メディア情報工学科

氏　名	伊波　靖　／　IHA　Yasushi	職　名	教授
E-mail	yasuc@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	情報セキュリティ、Windows 系不正プログラム検知、WAF		

技術相談・提供可能技術
○サーバの要塞化に関する設定
○ファイアウォール、IDS（侵入検知システム）等の設定に関するアドバイス
○不正アクセス発生時におけるログ解析等のインシデントレスポンス

氏　名	タンスリヤボン　スリヨン／TANSURIYAVONG Suriyon	職　名	教授
E-mail	suriyon@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	デジタル信号処理、ロボットビジョン、教育工学		

技術相談・提供可能技術
○自律飛行ロボットによる実地調査、動的な監視技術
○画像処理を利用した制御技術

氏　名	正木　忠勝　／　MASAKI　Tadakatsu	職　名	教授
E-mail	masaki-t@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	組み込みソフトウェア、リアルタイムOS		

技術相談・提供可能技術
○組み込みソフトウェア開発　○リアルタイムOS技術　○マルチタスクシステム設計

氏　名	姉﨑　隆　／　ANEZAKI　Takashi	職　名	特任教授
E-mail	anezaki@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	Okinawa 型ドローン・ロボット/組み込みサスティナブルシステム		

技術相談・提供可能技術
○Drone 自律飛行ロボット　○飛行ロボットによる自動監視システムの設計
○工場や農作業・観光で用いる（視覚を用いた）ロボットシステムの設計

氏　名	佐藤　尚　／　SATO　Takashi	職　名	准教授
E-mail	stakashi@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	複雑系、人工生命、進化言語学、進化論的計算、 マルチエージェント・システム、ニューラルネットワーク、強化学習		

技術相談・提供可能技術
○マルチエージェント・システムの設計、および解析技術
○進化論的計算手法を用いた多目的問題の最適解探索に関する技術
○人工生命手法による多様かつ複雑なパターン形成・協調行動創発・生態系シミュレーションなどに関する技術

氏　名	玉城　龍洋　／　TAMAKI　Tatsuhiro	職　名	准教授
E-mail	t.tamaki@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	交通流解析、物理シミュレーション、最適化計算		

技術相談・提供可能技術
○交通流の解析　○自動車道路ネットワークの最適化設計
○歩行者行動モデルの構築

氏　名	西村　篤　／　NISHIMURA　Atsushi	職　名	准教授
E-mail	nisimura@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	サウンドスケープデザイン、住民参加、教育福祉		

技術相談・提供可能技術
○メディアコンテンツの社会的応用（特に、教育福祉領域への応用）
○サウンドスケープデザイン（特に住民の主体的関わりによる音環境デザイン）
○メディアコンテンツ制作（特に、音楽、音響を中心とした作品）

氏　名	バイティガ　ザカリ　／　MBAITIGA　Zacharie	職　名	准教授
E-mail	zacharie@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	飛行ロボット、ロボットビジョン、複数センサの金融、生産管理工学		

技術相談・提供可能技術
○複数色認識におけるロボットビジョン及び飛行ロボット制御技術
○画像処理技術　○企業における生産管理システム技術

氏　名	鈴木　大作　／　SUZUKI　Taisaku	職　名	准教授
E-mail	suzuki.t@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	組込みシステム、ソフトウェア、プロジェクトマネジメント		

技術相談・提供可能技術
○組込みシステムにおけるソフトウェア設計技術、開発手法、開発管理
○無線通信技術および移動体ネットワーク設計開発技術（ｱｰｷﾃｸﾁｬ、ﾌﾟﾛﾄｺﾙ、管理運用等）
○プロジェクトマネジメント手法

氏　名	金城　篤史　／　KINJO　Atsushi	職　名	助教
E-mail	akinjo@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	情報システム、情報ネットワーク、海洋音響、農業情報		

技術相談・提供可能技術
○情報システムの構築　○情報ネットワーク構築　○サーバー仮想化

氏　名	當間　栄作　／　TOHMA　Eisaku	職　名	助教
E-mail	tohma@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	画像処理、画像解析、ソフトコンピューティング		

技術相談・提供可能技術
○画像処理技術

生物資源工学科

氏　名	池松　真也　／　IKEMATSU　Shinya	職　名	教授
E-mail	ikematsu@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	生物資源、再生医療、乳酸菌、新技術開発、機能性素材、医薬品、化粧品、体外診断薬		

技術相談・提供可能技術
○分析一般　○素材解析
○遺伝子解析（バイオインフォマティクスまで）　○GMP を主体とする工程管理
○バイオインフォマティクス技術者及び臨床培養士の人材育成

氏　名	伊東　昌章　／　ITO　Masaaki	職　名	教授
E-mail	ma-itou@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	無細胞タンパク質合成、昆虫、カイコ、ポリフェノールオキシダーゼ、シルクタンパク質		

技術相談・提供可能技術
○遺伝子組換え技術全般　○酵素関連技術全般
○各種生物資源を利用した商品開発

氏　名	平良　淳誠　／　TAIRA　Junsei	職　名	教授
E-mail	taira@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	酸化ストレス、抗酸化剤、香気成分、薬用化粧品、機能性食品		

技術相談・提供可能技術
○生物資源の細胞機能性評価　○機能性物質の定量分析・分離
○香気成分・臭気物質の分析

氏　名	田中　博　／　TANAKA　Hiroshi	職　名	教授
E-mail	h.tanaka@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	地域資源、乳酸菌、加工、付加価値、マーケティング		

技術相談・提供可能技術
○地域資源を原材料とする新規加工食品や素材の開発
○食品や素材に含まれる成分の分析や機能性評価
○新規乳酸菌の探索と乳酸菌による乳酸発酵の利用　○新製品のストーリーづくり

氏　名	濱田　泰輔　／　HAMADA　Taisuke	職　名	教授
E-mail	hamada@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	光化学、物理化学、錯体化学		

技術相談・提供可能技術
○光化学特性の測定　○太陽光照射実験　○超臨界流体抽出

氏　名	玉城　康智　／　TAMAKI　Yasutomo	職　名	教授
E-mail	tamaki@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	泡盛、発酵、微生物、黒麹菌、泡盛酵母		

技術相談・提供可能技術
○泡盛全般（黒麹菌、泡盛酵母、乳酸菌）　○香気成分の分析
○新規発酵食品の開発

氏　名	三枝　隆裕　／　MITSUE　Takahiro	職　名	特任教授
E-mail	mitsue@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	発酵、機能性、酵素、分析		

技術相談・提供可能技術
○天然物（植物、発酵液、その他）の有効成分の分析　○機能性食品
○化粧品等の製法確立、品質管理、特許出願
○酵素反応、培養細胞などによる有用性の評価

氏　名	磯村　尚子　／　ISOMURA　Naoko	職　名	准教授
E-mail	iso@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	造礁サンゴ、生殖、繁殖生態、遺伝的分化・種分化		

技術相談・提供可能技術
○生物のジェノタイピング（遺伝子型解析）
○海洋生物の配偶子採取・交配実験・幼体飼育　○スキューバによる資源生物の採取
○16SrRNA を指標とした微生物群集解析（サブテーマ）

氏　名	三宮　一宰　／　SANMIYA　Kazutsuka	職　名	准教授
E-mail	sanmiya@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	ストレス応答遺伝子、イソプレノイド、熱ショックタンパク質、サポニン		

技術相談・提供可能技術
○遺伝子クローニング　○遺伝子発現解析　○遺伝子組換え

氏　名	嶽本　あゆみ　／　TAKEMOTO　Ayumi	職　名	准教授
E-mail	tkmt@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	瞬間的高圧、米粉、非加熱殺菌、精油		

技術相談・提供可能技術
○生物系材料への衝撃波利用　○衝撃波による非加熱製粉・非加熱殺菌

氏　名	田邊　俊朗　／　TANABE　Toshiaki	職　名	准教授
E-mail	tanabe@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	糖質加水分解酵素、放線菌、木材腐朽菌、抗腫瘍、生理活性		

技術相談・提供可能技術
○バイオマスの成分分析　○糖質加水分解酵素の活性測定と探索
○環境浄化微生物の探索

氏　名	福村　卓也　／　FUKUMURA　Takuya	職　名	准教授
E-mail	fuku@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	バイオマスエネルギー、低環境負荷、触媒反応		

技術相談・提供可能技術
○バイオ燃料（バイオディーゼル、バイオエタノール）の合成　○無機系の化学物質の有効利用等について　○バイオマス資源の有効利用について

氏　名	萩野　航　／　HAGINO　Wataru	職　名	助教
E-mail	hagino@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	土壌動物、ササラダニ類、生物指標、生態学、系統分類学		

技術相談・提供可能技術
○土壌動物（特にササラダニ類）の記載分類、多様性調査
○土壌動物を用いた環境評価法の開発
○身近な環境にすむ生物の多様性に関する体験授業など

総合科学科

氏　名	小池　寿俊　／　KOIKE　Kazutoshi	職　名	教授
E-mail	koike@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	非可換環、森田双対、準フロベニウス環		

技術相談・提供可能技術
○環論を中心とした代数に関する理論　○数学の一般向け講演

氏　名	成田　誠　／　NARITA　Makoto	職　名	教授
E-mail	narita@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	一般相対論、時空特異点、ブラックホール、相対論的宇宙論、非線型偏微分方程式		

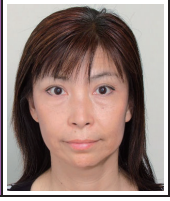
技術相談・提供可能技術
○相対論をはじめとする理論物理学で扱われる計算
○物理学・数学の一般向け講演

氏　名	星野　恵里子　／　HOSHINO　Eriko	職　名	教授
E-mail	hoshino@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	ウィリアム・ブレイク、グノーシス主義、ウィリアム・バトラー・イェイツ、アイルランド語、カハル・オ・シャールキー		

技術相談・提供可能技術
○英語　○イギリス文学　○アイルランド文学

氏　名	網谷　厚子　／　AMITANI　Atsuko	職　名	特任教授
E-mail	ami.tani@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	韻文、平安朝文学、現代詩、近代詩、和歌		

技術相談・提供可能技術
○沖縄の歌謡研究



氏　名	青木　久美　／　AOKI　Kumi	職　名	准教授
E-mail	aoki@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	空、絶対無、自覚、ナーガールジュナ		

技術相談・提供可能技術
○仏教研究　○ナラティブ・セラピー　○通訳ガイド

氏　名	木村　和雄　／　KIMURA　Kazuo	職　名	准教授
E-mail	kimura@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	地理学、地形学、第四紀地質学		

技術相談・提供可能技術
○地形図　○空中写真　○google earth などを用いた地形判読技術
○地表踏査法

氏　名	澤井　万七美　／　SAWAI　Manami	職　名	准教授
E-mail	sawai@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	演劇、芸能、近代、日本、文化と社会		

技術相談・提供可能技術
○公開講座

氏　名	下郡　剛　／　SHIMOGORI　Takeshi	職　名	准教授
E-mail	takeshi@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	琉球史、日本史		
技術相談・提供可能技術 —			

氏　名	森田　正亮　／　MORITA　Masaaki	職　名	准教授
E-mail	morita@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	重力、相対論、宇宙の大規模構造、ダークエネルギー		
技術相談・提供可能技術 〇相対論や流体力学に基づいた理論計算　〇宇宙や天文に関する一般向けの講演			

氏　名	山本　寛　／　YAMAMOTO　Hiroshi	職　名	准教授
E-mail	yamamoto@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	リーマン面、タイヒミュラー空間		
技術相談・提供可能技術 〇リーマン面　〇タイヒミュラー空間			

氏　名	和多野　大　／　WATANO　Dai	職　名	准教授
E-mail	watano@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	競技心理、運動学習、メンタルトレーニング		
技術相談・提供可能技術 〇スポーツメンタルトレーニング			

氏　名	飯島　淑江　／　IIJIMA　Yoshie	職　名	講師
E-mail	y-iijima@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	暗示的言語知識、明示的言語知識、CLIL		
技術相談・提供可能技術 〇言語教育プログラム・教材の開発　〇言語教師の養成と指導技術向上 〇二言語教育（Bilingualism）・複言語教育（Plurilingalism）に関する相談と支援			

氏　名	緒方　勇太　／　OGATA　Yuta	職　名	講師
E-mail	y.ogata@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	曲面論、可積分系、特異点論		
技術相談・提供可能技術 〇数学の一般向け講演			

氏　名	崎原　正志　／　SAKIHARA　Masashi	職　名	講師
E-mail	mashi_s@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	文法（形態論・構文論）、モダリティ、終助辞、琉球語学、日本語学、記述言語学、危機言語		
技術相談・提供可能技術 〇幼児および小中学生を対象にしたウチナーグチ（沖縄語）の授業 〇言語を記録し、保存する方法（ドキュメンテーション）の指導 〇英語で琉球諸語や沖縄語について授業（特に多様性・危機的状況について）			

氏　名	吉居　啓輔　／　YOSHII　Keisuke	職　名	講師
E-mail	kyoshii@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	数学基礎論、ゲームの決定性		

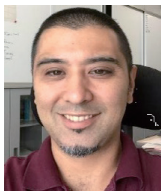
技術相談・提供可能技術
〇公開講座等

氏　名	吉井　りさ　／　YOSHII　Risa	職　名	講師
E-mail	ryoshii@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	教育カウンセリング、教授法		

技術相談・提供可能技術
〇スピーチ・プレゼンテーション・ディベート教授法　〇オーラルコミュニケーション
〇モチベーショナル・ラーニング

氏　名	島尻　真理子　／　SHIMAJIRI　Mariko	職　名	講師
E-mail	Shimari5@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	スポーツ科学、コーチング、ハンドボール		

技術相談・提供可能技術
〇ハンドボール　〇コーチング　〇レフェリング



氏　名	カーマン　マコア　／　CARMAN Makoa	職　名	助教
E-mail	makoac@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	第二言語としての英語教育、外国語クラスルーム不安（FLCA）		

技術相談・提供可能技術
〇オーラルコミュニケーション指導　〇カリキュラムデザイン
〇英語学習者に対する英語指導

技術室

氏　名	屋良　朝康　／　YARA　Tomoyasu	職　名	技術長
E-mail	t_yara@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	熱交換器設計、混合冷媒、伝熱促進、廃熱利用		

技術相談・提供可能技術
○冷凍空調システム性能の予測　○二成分混合冷媒・自然冷媒の利用技術
○廃熱利用技術

氏　名	藏屋　英介　／　KURAYA　Eisuke	職　名	技術専門員
E-mail	kuraya@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	機器分析、系統解析、食品機能性、計測制御、装置開発		

技術相談・提供可能技術
○生物資源、食品等の機能性成分の分析・評価
（アミノ酸、ミネラル、重金属類、ノビレチン等のフラボノイド類、クルクミン、アントシアニジンなど）
○香気成分の分析・評価、各種成分の系統解析　○試験装置等の開発

氏　名	釣　健孝　／　TSURI　Takeyoshi	職　名	技術専門員
E-mail	tsuri@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	情報処理、ネットワーク、画像計測		

技術相談・提供可能技術
○ネットワーク構築　○画像計測

氏　名	具志　孝　／　GUSHI　Takashi	職　名	技術主査
E-mail	gushi@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	CAD、CAM、NC加工		

技術相談・提供可能技術
○機械加工

氏　名	新田　保敏　／　ARATA　Yasutoshi	職　名	技術専門職員
E-mail	arata@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	情報処理、ネットワーク		

技術相談・提供可能技術
○ネットワーク構築　○Windows ライセンス認証　○サーバ仮想化

氏　名	大嶺　幸正　／　OMINE　Yukimasa	職　名	技術専門職員
E-mail	omine@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	機械加工、汎用工作機械、マシニングセンタ、NC旋盤、CAD・CAM		

技術相談・提供可能技術
○実験装置、試作品の設計・製作　○既製品への追加加工　○治具の製作
○CAD・CAM(SolidWorks・SolidCam)による3Dデータ、加工データの作成

氏　名	比嘉　修　／　HIGA　Osamu	職　名	技術専門職員
E-mail	osamu@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	高電圧、火花放電、パルスパワー、水中衝撃波、光学観測		

技術相談・提供可能技術
○水中ギャップ放電による衝撃波発生装置の製作
○高電圧コンデンサバンクの製作

氏　名	渡邊　謙太　／　WATANABE　Kenta	職　名	技術専門職員
E-mail	kenta-w@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	島嶼生態学、保全、環境教育、植物繁殖生態学、バイオイメージング		
技術相談・提供可能技術 ○走査型電子顕微鏡分析　○環境教育/環境教材開発　○植物同定/花粉分析			

氏　名	儀保　健太　／　GIBO　Kenta	職　名	技術職員
E-mail	gibo@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	耐熱材の熱解析、数値シミュレーション		
技術相談・提供可能技術 ○耐熱材の熱的設計			

氏　名	白石　博伸　／　SHIRAISHI　Hironobu	職　名	技術職員
E-mail	h-shira@okinawa-ct.ac.jp		
キーワード	電気回路、電子回路、高電圧、教材開発		
技術相談・提供可能技術 ○電気、電子回路　○教材開発			

研究実績の紹介

研究課題名	数学を主体とする論理的思考力育成および就業意識向上のための科学技術教材の開発
研究代表者	機械システム工学科　講師　安里 健太郎

研究の概要

本研究では、「数学を主体とする論理的思考力育成」と「就業意識向上」を目的として、科学技術教材の開発を行った。本教材開発においては、「制御工学」を学習テーマとして選定し、3つの研究課題に分類して研究を遂行した。その中で、「学習機器の開発」および「学習法の考案」においてはおおむね計画どおり達成することができたが、「教材を使った教育の実践」においては、想定した学習対象者による検証を行うことができなかったため、今後の課題として実施していく予定である。

1．研究当初開始の背景

現在沖縄県では、科学技術を基盤とする、地理的優位性を活かした産業創出や自立的経済発展を目指して、「知的・産業クラスター推進事業」や「産業高度化・産業革新促進計画（産業イノベーション計画）」といった取り組みが盛んに行われている。これらの実現のためには、地元の人材育成、とりわけ、「科学技術に精通した人材の育成」が重要な課題となっており、その一環として、本県ではこれまで、「沖縄サイエンスキャラバン構築事業」や「ALL やんばる科学と教育のまちづくり事業」などの科学技術教育活動が行われてきた。これらの活動内容の多くは、実験や観察をとおして自然現象を体感・学習したり、工作教室でものづくりを体験したりするもので、“科学技術について楽しく学ぶ”をコンセプトに、幅広い年齢層を対象としている。

このような取り組みは、科学技術に対する純粋な興味を引き出すのに広く貢献しているが、「楽しい科学技術」から「将来携わっていくものとしての科学技術」へと意識を移行させることを目的とした教育活動は少ないのが現状である。また、実験や観察を主体として自然現象を“五感で捉えて経験的に学習する”といった内容のものが多く、科学技術においてもう一つの重要な観点である「論理的思考の必要性」をテーマとして扱っているものは非常に少ない。現象の経験的な理解だけではなく、現象を論理的に捉えることによって科学技術の有用性・可能性の高さを認識し、そのイメージを就業意識につなげていくことも、科学技術教育において重要な課題の一つであると考えられる。

2．研究の目的

そこで本研究では、『数学を主体とする論理的思考力の育成』および『就業意識のさらなる向上』を目的として、利用価値の高い科学技術教材の開発を目指した。

これらの目的に適合するものとして、本研究では、「制御」を題材とした教材開発を行っていくこととした。これは以下の理由による。すなわち、制御の応用問題は、一般に「数学の問題」に帰着され、それを解くことで制御目標が達成されるため、前者の目的達成に適しているといえる。また、制御は一般に図1の「フィードバック」という考え方に基づいて達成されるが、この概念は自然現象や生物の行動などにも遍在して見られ、工学系に限らない幅広い分野において通用する考え方である。そのため、後者の目的達成においても有用であると考えられる。そして本研究では、目的に照らし合わせて、“将来を意識した進路選択が行われる重要な年代であること”、“数学を主体とする論理的思考の育成を科学技術教育に取り入れるにはある一定の数学知識が要求されること”を考慮し、「中学3年生以上」を学習対象者として教材の開発を行っていくこととした。

r：目標値（望ましい状態）
e：偏　差（$r-y$）
u：操作量（望ましい状態への操作）
y：制御量（現在の状態）

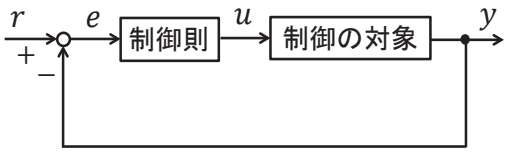


図 1　フィードバック制御

3．研究の方法

研究目的の達成に向けて、本研究では研究課題を「学習機器の開発」、「学習法の考案」、「開発教材を利用した教育の実践」3 つに分類し、それぞれの課題解決を行っていった。以下、その具体的方法について述べる.

(1) 学習機器の開発

本研究では、利用価値の高い学習機器（図 1 における制御の対象）として、「磁気浮上装置」、「倒立ロボット」、「球体位置決め装置」を開発した。これらは、その動作原理に基づく論理的考察の結論として得られる「制御則」（制御するための規則）によって、能動的に干渉していかないと制御目標（望ましい状態）が破綻してしまう。その意味で「不自然な対象」である。この「不自然な対象」を教材として用いることで、

学習対象者は（数学に基づいた）論理的思考の重要性を認識し、科学技術の有用性・可能性の高さを実感することができるものと考えられる。また本研究では、これらの開発にあたって、研究目的達成に向けて以下の要件を満たすことを目標とした。

[要件 1-1] 学習者が理解しやすいように、システム構成をなるべくシンプルにすること

[要件 1-2] システムが簡易な数式モデルで表現でき、動作原理が論理的に考察できること

[要件 1-3] 広く活用できるように、低コストであること

[要件 1-4] 扱いやすく、コンパクトで可搬性が高いこと

以下では、これらの開発について具体的に述べる。

①磁気浮上装置の開発

これは、「電磁石の吸引力により浮上体を一定距離で浮上させること」を制御目標とする機器である。この機器開発においては、とくに[要件 1-3]および[要件 1-4]を満たすために、新たな浮上体の変位センサの開発が不可欠である。そこで本研究では、ホール素子を利用した変位センサ（ホール素子変位センサ）の開発を検討した。また、このセンサにおいては、浮上体変位を適切かつ正確に計測できるように、ソフトウェアでの対策を検討した。

②倒立ロボットの開発

これは、“二輪車のロボットを倒立させること”を制御目標とする機器である。この機器開発においては、[要件 1-1]～[要件 1-4]を満たすために、適切なモータと姿勢センサ（IMU）の選定が必要となる。また本機器では、後述するように制御ユニット（センサからの信号取り込みや制御則にしたがって操作量を計算する処理装置）として Arduino Uno を採用しており、制御プログラム実装後も柔軟に設定変更できるようなインターフェース実装の検討を行った。

③球体位置決め装置の開発

これは、“レールの上を転がる球体を任意の位置で停止させること”を制御目標とする機器である。この機器開発においては、[要件 1-1]～[要件 1-4]を満たすために、レール上の球体位置を検出するセンサとしてリニアポテンショメータを利用することを検討した。しかしながら、リニアポテンショメータの利用においては、断続的に位置を検出できない状態が発生する可能性があることから、この問題をソフトウェアにより解決する検討を行った。

(2)学習法の考案

研究目的を達成するための具体的な学習法の考案は、学習機器の開発と密接に関係するため、その進行と連携させながら検討した。学習法の考案に関しては、以下の要件を満たすことを目標として学習内容および学習環境の構築を行っていった。

[要件 2-1] 学習対象者が修得済みの基礎的な数学知識で学習できる内容であること

[要件 2-2] 学習機器の動作原理を数学で捉えることの重要性が学習できること

[要件 2-3] 制御問題を数学の問題に帰着し、論理的に考察していく過程が学習できること

[要件 2-4] 初学者でも扱いやすい学習環境であること

以下では、これらについて具体的に述べる。

①学習内容の構築

まず、具体的な学習内容として、次のように 3 つの段階を踏んで構築していくことを検討した。

はじめに、“学習機器の動作原理を数学で捉えること”について学習する。この段階では、五感のみで現象を捉えることの限界を学び、数学で本質を理解することが重要性であることを学習する。つぎに、“制御問題を数学の問題に帰着すること”について学習する。動作原理を数学で捉え、その本質を論理的に考察していくと、“望ましい状態になるにはどのように操作すればよいか”の道筋が見えてくることを学ぶ。この段階では、問題解決における数学の役割について学習する。さいごに、“帰着された数学の問題を解いて制御則を導くこと”について学習する。この段階では、望ましい状態への道筋が見えてくると、その論理的帰結として、制御目標を達成するための「制御則」が導かれることを学習する。

本研究では、「安定性」をキーワードに、「PD 制御」と「状態フィードバック制御」の 2 手法に基づいて、上記各段階における具体的学習内容を構築することを検討した。これら手法の厳密な理解には、微分・積分の知識が要求されるが、微分を「平均変化」、積分を「足し合わせ」の考え方で近似することで、学習対象者が平易に理解できるように配慮することとした。

②学習環境の構築

効率的な学習が行えるように、初学者でも対応可能な学習環境を構築することを検討した。具体的には、煩雑なプログラミング等を避けるため、制御システム設計・検証ソフトウェアとして、Scilab/Xcos を利用する学習環境の整備を検討した。また、学習機器（ハードウェア）の制御において、制御プログラムの作成が学習の妨げにならないように、制御ユニットとしてマイコンボード Arduino Uno を採用した。

Arduino Uno の制御プログラムは、Scilab/Xcos での制御システム設計および検証結果から自動的に生成できるように検討を行った。

(3)教材を利用した教育の実践

そして本研究では、開発した教材による科学技術教育活動の実践についての検討を行った。この実施においては、まず、沖縄工業高等専門学校（以下、沖縄高専）において、学習対象者と同年代の学生を対象に、講義内の実習課題として実施することを検討した。また、そこで得られたアンケート結果等を反映させ、学習内容の改善を行っていくことを検討した。そして、沖縄高専の学生以外の学習対象者に実施することを目指し、教育効果の検証を行っていくことを検討した。

４．研究成果

平成 27 年度～29 年度の期間において、3 つの研究課題「学習機器の開発」、「学習内容の構築」、「開発教材を利用した教育の実践」に関する研究を実施した。以下、それぞれで得られた研究成果について述べる。

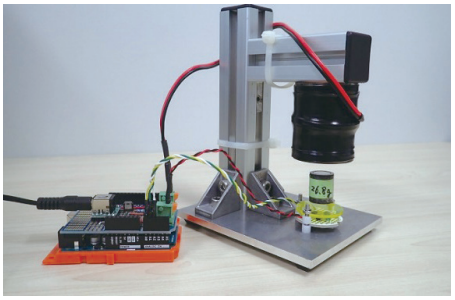


図 2　磁気浮上装置

図 3　倒立ロボット

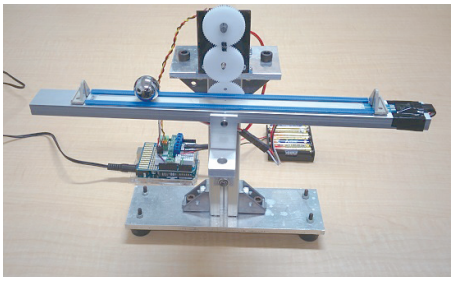


図 4　球体位置決め装置

(1)学習機器の開発における成果

当初の計画どおり、[要件 1-1]～[要件 1-4]を満たす「磁気浮上装置」、「倒立ロボット」、「球体位置決め装置」を開発することができた。実際に開発したこれらの学習機器を図 2～図 4 に示す。また、それぞれの学習機器における主な構成要素と仕様について、表 1～表 3 にまとめる。

表 1　磁気浮上装置の主な構成機器・仕様

項　目	構成機器・仕様
制御ユニット	Arduino Uno
変位センサ	ホール素子変位センサ A1324LUA-T 他
電磁石	鉄心：SS400 （長さ 500mm，直径 20mm） 巻線：0.6mm エナメル線 （約 1100 巻）
電圧アンプ	Power MOSFET 2SK4017

表 2　倒立ロボットの主な構成機器・仕様

項　目	構成機器・仕様
制御ユニット	Arduino Uno
IMU	ITG3200/ADXL345
モータ	RA250015-58Y91
モータドライバ	Pololu DRV8835
タイヤ	TAMIYA NARROW TIRE
電源	1.5[V]アルカリ電池 4 本

表 3　球体位置決め装置の主な構成機器・仕様

項　目	構成機器・仕様
制御ユニット	Arduino Uno
位置センサ	SOFTPOT 200mm
角度センサ	SH16K4B102L20KC
レール	アルミチャネル（30cm）
モータ	TAMIYA Planetary gear
モータドライバ	Pololu DRV8835
電源	9[V] AC アダプタ 1.5[V]アルカリ電池 4 本

「磁気浮上装置」の開発においては、新たなホール素子を利用した変位センサの開発を行った。このセンサは、ニューラルネットワークとカルマンフィルタの適用によって高精度変位センサとしての利用が可能となっており、機器製作コストの大幅な低減化が達成できた（1 台あたり、1 万円弱で製作可能）。また、電圧駆動のシステムへと改良を行うことで、機器構成をコンパクト化でき、9[V] AC アダプタ電源 1 つで駆動できるなど、高可搬性も達成することができた。

「倒立ロボット」の開発においては、主に機器構成の簡略化と、ゲイン調整用のインターフェース検討を重点に行った。具体的には、表 2 に示す構成品をロボット内部に収めることができるよう、IMU とモータドライバをシールドとしてまとめ、制御ユニットである Arduino とモータ駆動の電源をアルカリ電池 4 本（計 6[V]）のみで供給するシステムとすることでコンパクト化することが可能となった。また、3 つのボタンによって、制御プログラムを書き込み後もある程度柔軟にゲイン調節が可能となるように工夫した。本学習機器においてもコストを抑えることが達成できており、1 台あたり約 1 万 2 千円程度で製作可能となった。

「球体位置決め装置」の開発においては、主に球体の位置を計測するためのセンサの検討を行った。検討の結果、安価で球体の正確な静的位置を計測することができるリニアポテンショメータ SOFTPOT を採用することとした。しかしながら、このセンサは球体の動的位置計測において、計測値の欠陥が生じてしまうため、Arduino のプログラム上でローパスフィルタを設計し、その欠陥を補償する対策を施した。また、機器構成の簡略化を図るため、レールを直接駆動させることで角度制御を行う方式を採用した。本学習機器においてもコストを抑えることが達成できており、1 台あたり 1 万円弱で製作可能となった。

(2)学習法の考案における成果

本研究の目的である『数学を主体とする論理的思考力の育成』および『就業意識のさらなる向上』を達成するために、開発した各学習機器を活用した学習法を考案した。

まず、学習内容の構築について、当初の計画どおり安定性のみを考慮し、「PD 制御」と「状態フィードバック制御」の 2 手法による制御を中心に学習項目の選定を行った。安定性のみを考慮するとき、「磁気浮上装置」の制御においては、入力を電流とするシステムとみなすことで、制御問題を 2 次関数の解を求める問題に帰着することができる。また、「倒立ロボット」においては姿勢角度の制御のみを想定することで、「球体位置決め装置」においては遅れなく指令通りにレールの傾き角を制御できると仮定することで、同様に 2 次関数の解を求める問題に帰着することができる。この結果に基づいて、学習機器の制御に関する学習テキストを作成した。そのサンプルを図 5 に示す。

そして、学習環境の構築においては、グラフィカルなプログラミングによって制御シミュレーションの検証が可能な Scilab/Xcos を利用することとした。このソフトウェアは、図 6 に示すように、図 1 と同型のブロック図を描くことで、制御シミュレーションを行うことが可能となっている。そのため、文字ベースのプログラムに比べて直感的に作成できるという利点があり、効率よく本質的な学習を行うことができる。また、実際の学習機器を制御するためには、Arduino 用の制御プログラム（文字ベース）を作成する必要があるが、Scilab/Xcos 上であらかじめ用意したプログラムを実行することで、それが自動で生成されるシステムを構築した。自動で生成された Arduino 制御用プログラムのサンプルを図 7 に示す。

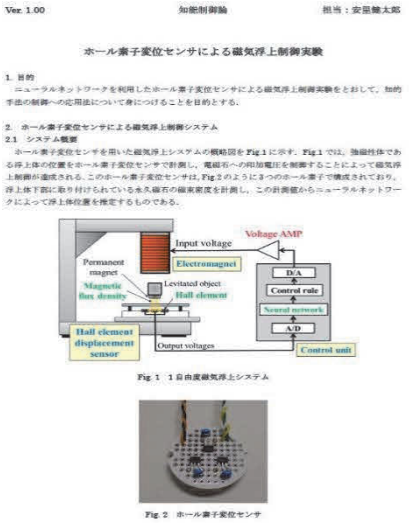


図 5　学習テキストのサンプル

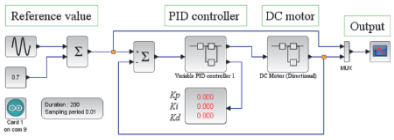


図 6　Xcos プログラムのサンプル

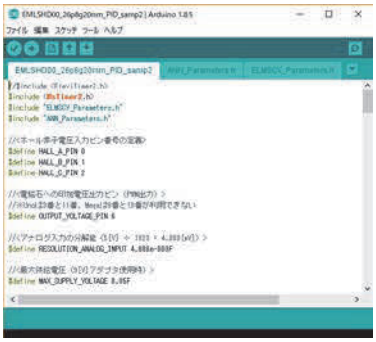


図 7　Arduino プログラムのサンプル

(3)教材を利用した教育の実践における成果

開発した教材を活用した科学技術教育として、まずは沖縄高専機械システム工学科の専門科目「知能制御論」において、実習形式で実施した。学習対象者は、すでに制御工学の講義を受講しているが、実習形式での学習はほとんど経験がない学生である。そのため、機器の制御や制御プログラムの作成の知識に関しては、初心者とほぼ同等であった。教材を使った実習を行った後に感想を聴取したところ、論理的に制御を達成していく過程を学ぶことがおおむねできたことが分かったが、安定性の概念と2次関数の解を求める問題との関連性が初学者には難しいのではないかとの意見があがった。これは、今後の課題として解決していく必要がある。

なお、当初の計画では、沖縄高専外の学習対象者に本教材を使った教育を実施する予定であったが、時期的な問題もあり、近隣の中学校や高等学校との調整が困難であったため実施できなかった。そのため、平成 29 年度の「沖縄高専オープンキャンパス」や平成 30 年 2 月に開催された「第 40 回沖縄青少年科学作品展」において動作デモを実施し、制御するための原理を解説するのみにとどまった。これについては今後の課題として検討していきたいと考えている。

５．主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 2 件）

（1）安里健太郎，照屋孔明，長堂勤，玉城史朗:「科学技術教育のための磁気浮上システムの開発 ： ニューラルネットワークを利用したホール素子変位センサによる磁気浮上制御」,電気学会論文誌 D，Vol.136，No.10，pp.744-752（2016），査読有
DOI：10.1541/ieejias.136.744

（2）安里健太郎，長田匡司，玉城大暉：「ハイブリッド電磁石を用いた教育用磁気浮上システムの開発：最適レギュレータおよびカルマンフィルタによる制御システム設計」,独立行政法人国立高等専門学校機構沖縄工業高等専門学校紀要，Vol.10，pp.1-11（2015），査読有
http://hdl.handle.net/20.500.12001/19263

〔学会発表〕（計 24 件）

（1）安里健太郎，長堂勤：「ホール素子変位センサを用いた磁気浮上システムの開発：Arduino による電圧駆動制御システムの実現」，平成 30 年電気学会全国大会，2018 年 3 月 16 日

（2）平川貴一，安里健太郎：「科学技術教材の開発―開発した Ball & Beam 実験装置の動作検証―」，電気学会次世代産業システム研究会，2017 年 3 月 9 日

（3）安里健太郎：「論理的思考の重要性が実感できる科学技術教育：制御の観点から科学技術を学ぶ」，平成 28 年度第 3 回日本科学教育学会研究会，2016 年 12 月 3 日

（4）安谷屋卓矢，安里健太郎：「科学技術教育に適した 2 輪倒立ロボットの開発―低コストなロボットの製作および動作検証―」,電気学会次世代産業システム研究会，2016 年 3 月 10 日

（5）K. Asato, K. Asato, T. Nagado and S. Tamaki: “Development of low cost educational material for learning fundamentals of mechatronics”, International Conference on Intelligent Informatics and Biomedical Sciences 2015, 29 Nov. 2015

（6）K. Asato, K. Asato, T. Nagado and S. Tamaki: “Development of a Hall Element Displacement Sensor with Artificial Neural Network for Magnetic Levitation Control”, International Conference on Intelligent Informatics and Biomedical Sciences 2015, 28 Nov. 2015

（他 18 件）

６．研究組織

(1)研究代表者

安里　健太郎（KENTARO ASATO）
沖縄工業高等専門学校・機械システム工学科・講師
研究者番号：10610321

※本研究はJSPS科研費JP15K16254の助成を受けたものです。

研究課題名	神経伝達物質に着目したサンゴ産卵誘発メカニズムの解明と応用研究
研究代表者	生物資源工学科　教授　平良 淳誠

研究の概要

ミドリイシ属サンゴの群体は、水温、月光、潮汐、日没などの様々な環境からの刺激で、一斉産卵を行うことが知られている。しかしながら、一斉産卵が起こる生理機構についてはほとんどわかっていない。本研究は生殖にも関与する神経伝達物質に着目した。はじめに、ミドリイシ属サンゴの群体の神経伝達物質（ドーパミン、アドレナリン、ノルアドレナリン）の抽出法並びに LC/MS による微量分析法検出方法を確立した。本分析法を用いて、サンゴの一斉産卵日の前後及び産卵誘発する過酸化水素刺激による神経伝達物質の動態を明らかにし、神経伝達物質が産卵に重要な役割を担っていること、また産卵時期予測の指標物質になることを示唆した。

１．研究開始当初の背景

ミドリイシ属サンゴの群体は、水温、月光、潮汐、日没などの様々な環境からの刺激で、一斉産卵を行うことが知られている[1-2]。しかしながら、一斉産卵が起こる生理機構についてはほとんどわかっていない。海洋性脊椎及び無脊椎動物の生殖に、神経伝達物質が関与していることが報告されている[3-5]。本研究は、サンゴの産卵においても神経伝達物質が関与していることを推察し、研究に着手した。

２．研究の目的

本研究では *Acropora*（ミドリイシ属）サンゴの一斉産卵現象のメカニズムを明らかにするため、生殖に関与するサンゴの神経伝達物質の抽出法と分析法を確立すること、及び本法を用いて一斉産卵における神経伝達物質の関与を明らかにすることを目的とした。

３．研究の方法

Acropora intermedia（一斉産卵のサンゴ試料）と *Acropora digitifera*（過酸化水素（H_2O_2）処理したサンゴ試料）の両ミドリイシ属サンゴの神経伝達物質の抽出は、粉末状にしたサンゴ試料（50 mg）に、1 ml のリン酸緩衝液（10 mM、pH 8.5）を添加した懸濁液を遠心分離して、その上清に含まれるモノアミンである神経伝達物質の Dopamine（DA）、Adrenaline（AD）及び Noradrenaline（NA）を固相抽出した。固相カラムは、1%トリフルオロ酢酸を含む 30%アセトニトリル溶液で平衡化後に試料を添加して、5%アセトニトリル含有のリン酸緩衝液で洗浄を行い、1%トリフルオロ酢酸含有 30%アセトニトリル溶液で、目的の神経伝達物質を溶出させた。

溶出試料は LC/MS を用いて選択的イオンモード（SIM）で検出し、各々標準物質の保持時間と質量数の一致で同定を行い、定量は、各標準物質の検量線から求めた。

４．研究成果

（１）サンゴ神経伝達物質の検出

図 1 にサンゴ抽出物より検出した各種神経伝達物質のトータルイオンクロマトグラム（TIC）（DA，*m/z* 154；AD，*m/z* 184；NA，*m/z* 170）を示した。また、各神経伝達物質の標準物質より、検量線を作成した（図 2）。各々の DA、AD 及び NA の検量線の相関係数（R^2）は、0.999、0.9991、0.9994 となり，高い相関を示した。また、各々の神経伝達物質の定量下限値（minimum determination limit, MDL）は、DA < 2.54 nM、AD < 1.42 nM、NA < 32.17 nM となり、本分析法が試料中の低濃度の神経伝達物質を定量できることが示された。試料中の神経伝達物質は、各種標準物質で作成した検量線から求め、タンパク質（g）当たりの伝達物質の含有量（mg）で表示した。本研究で確立したサンゴ試料の神経伝達物質の定量法は、固相抽出した微量成分を選択的に高感度に検出でき、また他の海洋脊椎及び無脊椎生物においても汎用できる分析法であることが示された。

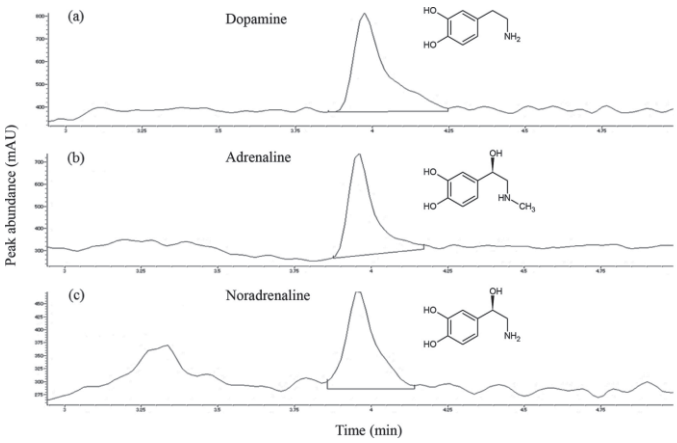


図 1　サンゴ *Acropora* から検出された各種神経伝達物質のトータルイオンクロマトグラム

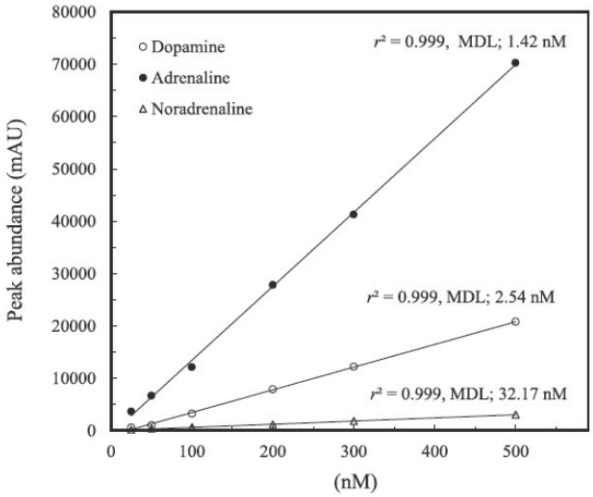


図 2　神経伝達物質の検量線と定量下限値

（２）一斉産卵前後での神経伝達物質の変動

サンゴの生殖活動は一斉産卵を伴うことがよく知られている[1-2]。図 3 に群体ごとの産卵前後の神経伝達物質の変動を示した。産卵と関係ない時期（コントロール）の神経伝達物質は産卵直前に増加し、産卵後の数日間も増加した。特に、NR と DA の変動は顕著に観察された。この結果は、サンゴの一斉産卵に神経伝達物質が関与していることをはじめて示唆した。

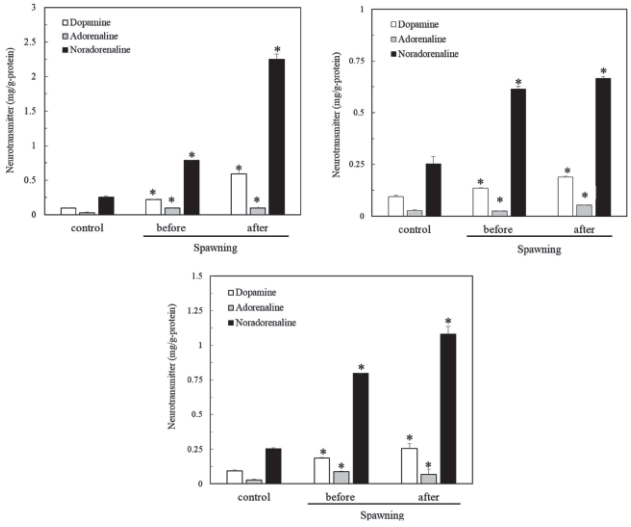


図 3　サンゴ *A. intermedia* の一斉産卵に伴う神経伝達物質の変動

* $p < 0.01$、コントロールに対する有意差

（３）過酸化水素刺激に伴う神経伝達物質の変動

H_2O_2 はサンゴの産卵誘発剤として知られ、また神経伝達物質の分解酵素モノアミンオキシダーゼ（Monoamine oxidase, MAO）の代謝副産物として生成する。本研究において 5 mM H_2O_2 で 30 分間処理した *A. digitifera* では、図 3 の一斉産卵における神経伝達物質の動態と同様に、H_2O_2 刺激により増加し、また、NR と DA の変動は顕著であった（図 4）。H_2O_2 刺激によりサンゴの産卵が誘発することが知られている[6]。また、神経伝達物質のモノアミンオキシダーゼ（MAO）による代謝分解に伴い、副産物として H_2O_2 が生成する[7]。従って、光や水温などの環境ストレスにより増加した神経伝達物質は、代謝分解を受けて生じた H_2O_2 が刺激となり、産卵が誘発されたものと推察された（図 5）。

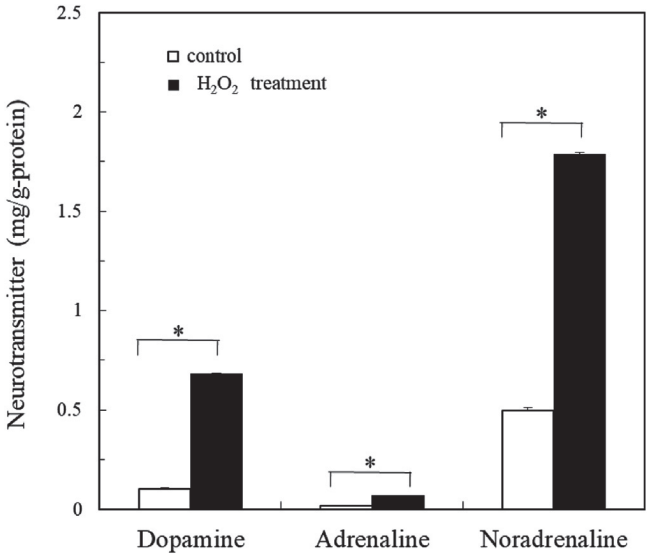
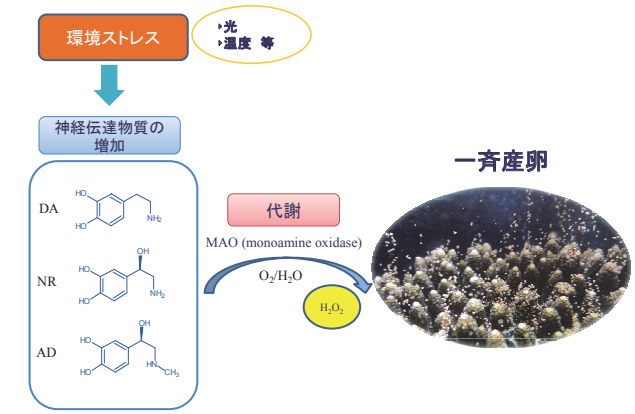


図 4　過酸化水素刺激による *A. digitifera* の神経伝達物質の変動
* $p < 0.01$、H_2O_2 処理と未処理（コントロール）における神経伝達物質の有意差



DA, Dopamine; NR, noradrenaline; AD, adrenaline.

図 5　神経伝達物質と過酸化水素によるサンゴの一斉産卵の提案機構

（4）総括

本研究では、サンゴ神経伝達物質の固相抽出による選択的イオンモードの LC/MS による分析法を確立した。本法は海洋性脊椎及び無脊椎動物の生活史及び環境ストレスに伴う神経伝達物質の研究に幅広く適用できる。また、神経伝達物質と H_2O_2 は、造礁サンゴの一斉産卵及び生殖に重要な役割を担っていることが示唆された。

＜引用文献＞

[1] Babcock, R.C., Bull, G.D., Harrison, P.L., Heyward, A.J., Oliver, J.K., Wallace, C.C. Willis, B.L. Synchronous spawnings of 105 scleractinian coral species on the Great Barrier Reef, Mar. Biol. 90 (1986) 379e394.
[2] Harrison, P.L., Babcock, R.C., Bull, G.D., Oliver, J.K. Wallace, C.C. Willis, B.L. Mass spawning in tropical reef corals, Science 223 (1984) 1187e1188.
[3] Bonar, D.B., Coon, S.L., Walch, M., Weiner, R.M. Fitt, W. Control of oyster settlement and metamorphosis by endogenous and exogenous chemical cues, Bull. Mar. Sci. 46 (1990) 484e498.
[4] Pechenik, J.A., Wei, L., Cochrane, D.E. Timing is everything: the effects of putative dopamine antagonists on metamorphosis vary with larval age and experimental duration in the prosobranch gastropod *Crepidula fornicate*, Biol. Bull. 202 (2002) 137e147.
[5] Khotimchenko, Y.S. Effect of noradrenaline, dopamine and adrenolytics on growth and maturation of the sea urchin, *Strongylocentrotus nudus* Agassiz, Int. J. Invertebr. Reprod. Dev. 4 (1982) 69e373.
[6] Hayashibara, T., Iwao, K., Omori, M. Induction and control of spawning in Okinawan staghorn corals, Coral Reefs 23 (2004) 406e409.
[7] Pizzinat, N., Copin, N., Vindis, C., Parini, A. Reactive oxygen species production by monoamine oxidases in intact cells. Naunyn Schmiedeberg`s Arch. Pharmacol. 359 (1999) 428-431.

5．主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 1 件）

Junsei Taira, Itsuki Higa, Eito Tsuchida, Naoko Isomura, Akira Iguchi, Neurotransmitters in hermatypic coral, *Acropora* spp., and its contribution to synchronous spawning during reproductive event. Biochemical and Biophysical Research Communications, 査読有, 501, 2018, 80-84
https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2018.04.170

〔学会発表〕（計 1 件）

平良　淳誠　他、サンゴ産卵期における神経伝達物質の動態、日本サンゴ礁学会　第 20 回大会（東京）2016 年

〔その他〕
新聞（沖縄タイムス）2018 年、7 月 17 日掲載

サンゴ産卵解明に一歩

神経伝達物質が影響

沖縄高専教授ら検出法確立

国立沖縄工業高等専門学校の平良淳誠教授の研究室がこの程、サンゴの一斉産卵にドーパミンやアドレナリンなどの神経伝達物質が影響していることを確認した。サンゴの神経伝達物質の検出方法を初めて確立、既存の一斉産卵の要因解明や、産卵時期の予測につながる可能性があるという。

神経伝達物質などの成分を抽出、分析できる専用機器（LC/MS）を使った。慶良間諸島の周辺海域に生息するトゲスキミドリイシとコユビミドリイシの、サンゴ礁の産卵後の神経伝達物質の量を調べた。

ドーパミンは、産卵前は通常より2・5倍となり、産卵後はさらに2倍に増加。アルアドレナリンは産卵前は3倍、産卵後はさらに3倍となった。アドレナリンは産卵前後で大きな変化はなかったが、産卵でない時期よりも増えていた。

サンゴの一斉産卵は太陽や月光などの環境の変化が原因とされているが、何がどのように影響しているのか科学的に解明されていない。サンゴの生体内での仕組みも分かっておらず、平良教授は「解明の一歩になればと考えている」と話した。

研究は2年前から国内学術振興会の研究助成事業を活用して始めた。磯村尚子准教授、井口亮研究員、卒業生の比嘉恵さん（同書き込む時）が参加した。

欧州の学術誌（BBRC）に5月に掲載された。

平良教授は「研究を進めれば、一斉産卵のメカニズム解明が期待でき、産卵時期の予測も可能になる」と話した。

（政経部・照屋剛志）

石西礁湖で確認されたサンゴ（ミドリイシ類）の産卵の様子（©鈴木倫太郎さん）

６．研究組織

(1)研究代表者
沖縄工業高等専門学校・生物資源工学科・教授
平良　淳誠（TAIRA, Junsei）

研究者番号：20462153

(2)研究分担者
国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合センター・主任研究員
井口　亮（IGUCHI, Akira）

研究者番号：　50547502

※本研究はJSPS科研費JP16K14661の助成を受けたものです。

研究課題名	衝撃成形による金属製新規レプリカ標本製作の試みと技術応用の検討
研究代表者	生物資源工学科　准教授　嶽本 あゆみ

研究の概要

植物標本に関しては、外形から葉脈、表面組織構造が微細に金属板上に転写された。指先で明瞭に転写の凹凸が確認でき、人間の指の２点識別距離基準を満たした。鳥の羽毛の転写は、視覚では転写された単独の羽毛が確認できるが、触角ではほとんど変化が確認できなかった。原型の素材に寄らず、葉の重なりや、折り紙のような重なった構造をとる原型の衝撃成型レプリカは、その内部の立体構造を転写する。この場合は視覚によっても構造を把握しづらくなる。不特定多数が触る展示を前提とした博物館標本としては銅、アルミニウムが適する。走査型電子顕微鏡観察によりほぼすべての細胞壁ならびに細胞壁表面構造の 68%程度の転写を確認した。

１．研究開始当初の背景

衝撃波とは、音速を超える速度で伝播する高圧力の波を指す。音速は常温で大気中なら秒速 350 メートル程度、水中なら秒速 1500 メートル程度である。圧力は通常実験で利用するのは数 10MPa から数 GPa 程度であり、超音速で高圧が伝播するために対象物への負荷時間は数マイクロ秒程度の極端に短いものとなる。そのため、瞬間的高圧と呼ぶこともある。

衝撃波には金属に対する塑性加工の効果がある。衝撃成形は、爆発圧着や爆発硬化などの材料生産・加工技術と共に 1960～1990 年代に衝撃圧力利用研究として産学双方で盛んに研究が行われた [1]。その中で板材の型成形技術は多品種・少量生産に適している [2]即ち製造ラインに組み込むことが困難である。近年では爆発実験設備を有する等の特殊な大学等研究機関で記念品や看板などの美術品の製作 [3]に用いられる程度であり、産業における衝撃成形技術が失われつつある。こうした現状を憂慮し、前述大学機関の一つである崇城大学工学部の藤田昌大教授、森昭寿准教授らにより、2015 年 8 月に崇城大学ギャラリーにて「爆発成形作品展」が開催され、カッティングシートや粘土細工を型とした作品が紹介された。

1) 荒木,"衝撃高圧力技術の 35 年" 高圧力の科学と技術, 4(2),1995, pp.105-106
2) 外本, "爆薬を利用した衝撃材料プロセッシングの現状と将来展望" 高圧力の科学と技術, 17(4), 2007, pp.341-346
3) 藤田, "爆轟エネルギーによる成形加工" まてりあ 36(5), 1997, pp.464-467

２．研究の目的

本研究では、衝撃成形による再現性の高さと強度ならびに二次加工性を活かし、新規レプリカ標本作成技術として活用することを目的とする。金属上に細密に写し取られた標本は、走査型電子顕微鏡画像同様に構造観察を行いやすい上、視覚障碍者が手に取り構造を知ることができるバリアフリー標本としても活用できる。本研究では衝撃成形技術の細密さと立体再現性とを活かした標本を作成し、単なる作品としてではなく学術的、教育的な活用を検討する。

３．研究の方法

1. 衝撃成型レプリカ標本に適した原型試料の検討。動植物の比較的平面的な部位を原型試料として採取して用いた。植物は葉を中心に用い、動物由来試料である昆虫類の翅、鳥類の羽毛などは生存個体からの採取ではなく落下物や遺骸から採取した。

2. 金属試料として銅ならびにアルミニウムを中心に展性に富む金属板を用い、板厚は 0.1～0.3mm を検討した。

3. 衝撃成型実験は主に導爆線と 6 号電気雷管を発生源とした水中衝撃波を利用した。

4. 衝撃成型レプリカ標本の再現性の解析は、主に走査型電子顕微鏡を用いた表面構造解析を行った。また、紫外線硬化樹脂を用いたレプリカ標本からの型成形による複製も試みた。

４．研究成果

植物標本に関しては、外形から葉脈、表面組織構造が微細に金属板上に転写された。指先で明瞭に転写の凹凸が確認でき（図１）、人間の指の２点識別距離は 3～ 5mm 程度の触覚分解能とする基準 [4]を満たした。

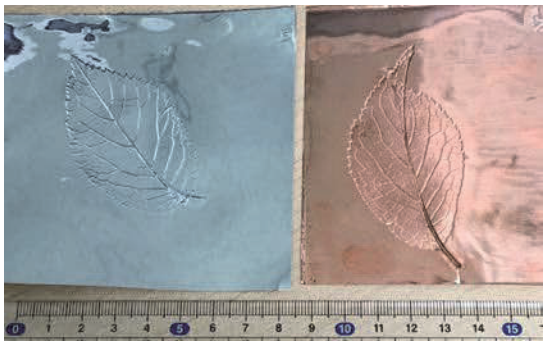


図１　衝撃成形によるカンヒザクラ（*Cerasus campanulata* (Maxim.) Masam. & S.Suzuki）葉のレプリカ（左：アルミニウム板・凸面、右：銅板・凹面）

一方、キジバトの羽根の転写を試みた際は、視覚では転写された単独の羽毛が確認できるものの、触覚ではほとんど変化が確認できなかっ

た。視覚障がい者に対応する標本としては原型がある程度の厚みをもつ必要が考えられる。

また、原型の素材に寄らず、葉の重なりや、折り紙のような重なった構造をとる原型の衝撃成型レプリカは、その内部の立体構造を転写する（図２）。この場合は本来複数の層を成している構造が一枚の板上に重ねて転写されるため、視覚によっても構造を把握しづらくなることが判明した。このため、成型を行う前に標本同士の重なりが生じないように配置を整える必要がある。

図２　原型試料の折り重なり部分。複数の構造が１枚の銅板上に転写されている。

衝撃成型において原型試料と金属試料との間に気泡が存在すると、衝撃波により気泡が大きく膨張するため、金属試料上に気泡痕を残す（図３）。この痕跡は常圧での気泡と比べて非常に大きなものとなるため、衝撃成型の仕上がりは気泡の除去にあり、今後の大きな課題となる。

金属試料は金や銀といった展性が高い金属への転写は良好であったが高価な貴金属であるため、不特定多数が触ることのできる展示を前提とした博物館標本としては適しているとは言えない。比較的安価かつ転写性が良好な金属は銅およびアルミニウムであった。

図３　衝撃成型後のアルミニウム板上の気泡痕

銅板厚 0.2 mm、衝撃波圧力およそ 123 MPa の条件で衝撃成型を行ったイチョウ（*Ginkgo biloba* L.，1771）ならびにカンヒザクラ葉の、走査型電子顕微鏡による表面構造観察（図３）で細胞壁や、細胞壁表面構造の 68 %程度の転写（図４）が得られた。また、イチョウ葉ならびにトンボ翅の衝撃成型レプリカを原型として紫外線硬化樹脂による複製品の作成を試みた。構造が転写されるのは片面のみとなるが安価に精密・微細なレプリカが作成できることから、これらを用いた体験学習教材への展開の可能性が期待される。

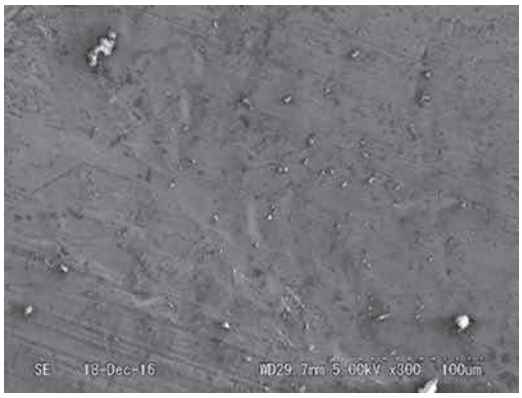


図３　走査型電子顕微鏡（日立ハイテクノロジー社製 S-3600N）によるイチョウ葉の衝撃成型レプリカの表面構造。細胞壁や細胞表面構造が転写されている。

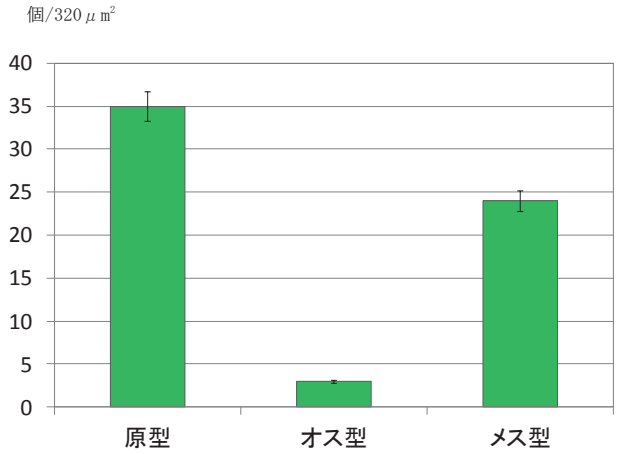


図４　走査型電子顕微鏡によるイチョウ葉の衝撃成型レプリカの細胞表面構造の数比較

衝撃成型レプリカ標本の利点と課題を以下にまとめる。

利点として、原型試料が軟らかいものや脆いものであっても、金属板に成型できる。そのため安心して触れることができるハンズオン展示が可能となる。また、表面構造が明瞭になり、実物を見るよりも分かりやすい。これは生物学におけるスケッチを立体的に表現したものと表現できる。金属板であるため、手で触れてもほとんど損傷しない。脆く触ることで形を失うような試料であっても、衝撃成型レプリカにより、触覚による観察が可能となる。

課題点として、テクスチャ構造は成型するが手触りは複製できない。これは物体を把握するための要素を一つ欠いていると言える。重なり部分の内部構造が反映されるため、部分的に分かりづらい構造の可能性がある。平面かが容易な原型試料では問題とはならないが、重なりを

伴う立体構造をもつ原型試料を用いるためには今後対策手段の構築が必要である。小さな気泡が大きなノイズとして成型されるため、仕上がりが真空密封の完成度に依存する。今後は標本としての活用上、茎や根などの植物の全体像を触覚により確認することができるレプリカ標本を作るために、標本の大型化を検討する必要があるため、いかに真空密封を行い、また真空密封を保った状態での衝撃成型を行うかが最大の課題となる。このためには真空ポンプの性能だけでなく、脱気路の形成法や密封素材の検討も必要である。

4) Nakada, M. : Localization of a constant-touch and moving-touch stimulus in the hand, Journal of Hand Therapy, 6, 23-28, 1993.

５．主な発表論文等

〔学会発表〕（計　7　件）

1. 嶽本あゆみ ″衝撃成形技術により金属板へ
転写された植物標本の触れる展示物としての活用可能性″ 全日本博物館学会第 44 回研究大会, 2018.06.23-24, 東京
2. Ayumi Takemoto, Shigeru Tanaka, Ken Shimojima, Osamu Higa and Shigeru Itoh″ Applicability of shock wave moldings as the tactile specimen″ Yellow Sea Rim Workshop on Explosion, Combusion and other Energetic Phenomena for Various Environmental Issues (YSR2018), 22 February 2018 KAIST, Daejeon, Korea
3. Ayumi Takemoto, S. Tanaka, A. Mori, K.Hokamoto and S. Itoh ″衝撃成形レプリカ標本における金属素材の転写性比較 Comparison of Transferability of Metal Material in Shockwave Molded Replica Specimen″ 第 27 回日本 MRS 年次大会, 横浜
4. Ayumi Takemoto, S. Tanaka, A. Mori, K.Hokamoto and S. Itoh ″衝撃成形技術を利用した樹脂レプリカ標本製作法 Resin Replica Specimen Fabrication Method using Shock Wave Molding, the Explography″ 第 27 回日本 MRS 年次大会, 横浜
5. Ayumi Takemoto, S. Tanaka, O. Higa, A. Mori, K. Hokamoto, S. Itoh ″Comparison of Cell Transferability in Shockwave Molded Replica Specimen″ MULTYPHISCS 2017,pp.38, 14-15 Decenver 2017 Beijing, China
6. Ayumi Takemoto, S. Tanaka, A.Mori, K. Hokamoto and S. Itoh ″Dimensional Repeatability of the Replica Specimen using the Shock Wave Metal Molding″ The International union of materials research society-International conference of advanced materials (IUMRS-ICAM) 2017, Kyoto University, Kyoto, Japan
7. 嶽本あゆみ, 伊東繁 ″衝撃成形による金属製新規レプリカ標本制作″第 26 回日本ＭＲＳ年次大会, E2-020-009(CD-ROM), 横浜, 2016,12 月

〔その他〕
ホームページ等
http://tkmt-ayumi.sakura.ne.jp/kaken_16K12815/

６．研究組織

(1)研究代表者
嶽本あゆみ（TAKEMOTO, Ayumi）
沖縄高専・生物資源工学科・准教授
研究者番号：60505858

※本研究は JSPS 科研費 JP16K12815 の助成を受けたものです。

研究課題名	倍数化を伴う二型花柱性から雌雄同株性への進化過程の解明
研究代表者	技術室　技術専門職員　渡邊 謙太

研究の概要

本研究では二型花柱性を主とするアカネ科ボチョウジ属において、雌雄異花同株を含む特異な性表現を有する可能性が考えられたナガミボチョウジについて、その性表現と繁殖の実態を明らかにし、その進化的背景を解明することを目的として調査を進めた。その結果、ナガミボチョウジは雌雄異花同株や雌株等を集団内に含む雑居性という複雑な性表現を有し、主にハエ類やハチ類により送粉されていることが明らかになった。近縁種との系統関係にはなお不明な部分が残されたものの、最も近縁で側所的に生育するボチョウジが４倍体であることなどを考慮すると、８倍体に倍数化したことが現在見られる性表現の進化に関与した可能性が考えられた。

１．研究開始当初の背景

被子植物の雌雄性（性表現）は非常に多様であることが知られている。その中でも異型花柱性（heterostyly）は、植物が他殖を促進するために発明した極めて巧妙な進化的工夫であり、その進化や生態は世界中の研究者の注目を集めてきた。２種類の異型花柱性のうち、より一般的な二型花柱性（distyly）は、両性花でありながら、雌蕊が雄蕊よりも長い長花柱花（L, Long-styled morph）と雌蕊が雄蕊よりも短い短花柱花（S, Short-styled morph）の二型の花をつける株が集団中に共存し、それぞれの型は遺伝的に決定され、一般に異なるタイプ同士で相互に受粉しないと結実しないことが知られている。この二型花柱性は、遺伝的に非常に複雑なシステムであるが、被子植物のいくつかの分類群で独立して進化したことと考えられている。一方、二型花柱性が他の性表現に進化する（崩壊する）こともしばしば報告されてきた。この二型花柱性の崩壊パターンとして、どちらか一方の型が失われる、あるいは雄蕊と雌蕊の長さが等しい等花柱花などの単型になる例がよく知られている。より珍しいパターンとして、雌雄異株(dioecy)への進化の例もいくつか報告されてきた。しかし、これまで雌雄異花同株（monoecy）のような、異なる性の花を同じ個体内につけるような性表現への進化は全く報告がなかった。

二型花柱性種を含む最大の分類群の一つに、アカネ科ボチョウジ属（*Psychotria*）がある。ボチョウジ属は熱帯を中心にアジア、アフリカ、中南米と太平洋の島々に広く分布し、1600 種以上を含む大きな属である。そのうち、日本からは、琉球列島と小笠原諸島から５種が知られている。この５種のうち３種はそれまでの研究代表者らによる研究により、二型花柱性であることが確かめられていた(Kondo et al. 2009 等)。また琉球列島に分布するボチョウジは、二型花柱性から雌雄異株へ進化したと考えられた（Watanabe et al. 2014a)。さらに、同じく琉球列島に生育するナガミボチョウジでは、予備的な観察から、形態的には雌花、雄花、両性花のような花が認められ、複数の異なるタイプの花が時として同じ株内に見られることが確認された。これは少なくとも集団中に雌雄異花同株を含む可能性を示唆しており、これまで二型花柱性のグループからは確認されていない特異な性表現の発見である可能性があった。

２．研究の目的

本研究ではナガミボチョウジの性表現と繁殖の実態を明らかにし、その上でこの性表現が祖先形質と考えられる二型花柱性からどのように進化してきたのか、その進化過程を明らかにすることを目的とした。

具体的にはまず、①ナガミボチョウジの性表現を複数の集団で明らかにし、②野外での送粉者と自然状態での繁殖状況を明らかにすることを目指した。

次に、③二型花柱性の祖先種からの進化経路を明らかにするため、ボチョウジ属全体における系統的位置について分子系統解析により解明することを目指した。

さらに、この特異な性表現の進化を引き起こした要因と想定された④倍数性の解明、及び⑤

側所的に分布する近縁種との種間関係の解明を目指した。

最後に、この性表現がナガミボチョウジに特有のものであるのかどうか、またそこに島という環境が影響しているのかどうかを明らかにするために、⑥近隣の近縁種数種の性表現を明らかにし、さらに⑦島における二型花柱性と二型花柱性から別の性表現への進化に関わる状況を世界の研究例の解析から明らかにすることを目指した。

３．研究の方法

（１）ナガミボチョウジの性表現の解明

沖縄島３集団と西表島２集団の合計５集団を対象に、花をサンプリングし、花の形態を計測し、機能と連動すると考えられる雌蕊の柱頭形状と雄蕊の葯の形状及び花粉の有無により花を分類した。また形態的に分類した花の雄機能、雌機能を受粉実験により確認した。

（２）ナガミボチョウジの送粉者の解明

上記性表現の調査を実施した集団において、ナガミボチョウジの訪花昆虫を調べ、送粉生態学的調査を実施した。

（３）ボチョウジ属における系統解析

琉球列島産のナガミボチョウジ、ボチョウジ、シラタマカズラ、小笠原諸島産オオシラタマカズラ、オガサワラボチョウジ、台湾産ボチョウジ属３種からDNAを抽出し、葉緑体DNAの *ndh*F, *atp*B-*rbc*L, *rbc*L, *trn*T-F, *rps*16の５領域、及び核DNAのITS, ETS領域について塩基配列を決定し、genebankに登録された近縁種の配列データと併せ、ボチョウジ属全体の分子系統解析を行った。

（４）倍数性、及びDNA含有量の測定

琉球列島沖縄島に分布するボチョウジ属３種の倍数性について、根端の押しつぶし法による染色体の計数と PI 染色を用いたフローサイトメトリーによるDNA含有量の推定を行い、それぞれの倍数性を推定した。

（５）近縁種ボチョウジとの種間関係

しばしば側所的に生育し、上述（３）の分子系統解析から入手できたサンプルの中で最も近縁であることが示された同属種ボチョウジとの種間関係を調査した。これはボチョウジとの種間関係がナガミボチョウジの種分化や、その独特な性表現の確立に影響している可能性が考えられたためである。具体的には、①雑種形成の可能性と雑種体の分布の調査、②土壌生育特性と③発芽特性の比較を行った。

（６）近隣に分布する近縁種の性表現の解明

小笠原諸島、台湾、ハワイに分布する日本産ボチョウジ属に近縁な同属種について、花形態と受粉実験により性表現（雌雄性）の解明を試みた。また、野外でどのように繁殖しているのかを明らかにするため、送粉者の調査を実施した。

（７）島における二型花柱性種の分布と二型花柱性から始まる性表現進化に関する文献レビュー

これまでの研究代表者らの研究を中心として、島における二型花柱性種の分布と研究例について、文献をレビューし、二型花柱性が島において稀であるという定説を検討すると共に、ナガミボチョウジの進化の特殊性と島との関連についても検討した。

４．研究成果

（１）ナガミボチョウジの性表現

ナガミボチョウジは、多くの花が雄花か雌花という単性花をつけるが、稀に両性花をつけることもわかった。株としては雌株・雌雄異花同株を中心として、雄株や両全性株を集団内に含む雑居性であることがわかった。

（２）ナガミボチョウジの送粉者の解明

ナガミボチョウジは主に近縁種のボチョウジと同じく、ハエ類とカリバチ類により訪花され、送粉されていることが明らかとなった。

（３）ボチョウジ属における系統解析

DNA による系統解析では、第一にナガミボチョウジとボチョウジの近縁性が示され、さらにそれらが中国大陸またはフィリピン等の東南アジアからやってきたことが示唆された。しかし、特にフィリピンと中国の周辺種のサンプルの入手が困難だったため、その起源を特定するには至らなかった。

（４）ボチョウジとナガミボチョウジの倍数性、及び DNA 含有量の測定

染色体の計数は先行研究と一致し、ナガミボチョウジは、2n=84 の８倍体、近縁種のボチョウジは 2n=42 の４倍体であることが確認された。また琉球列島ボチョウジ属３種（シラタマカズラ（2n=22)、ボチョウジ、ナガミボチョウジ）についての DNA 含有量は、それぞれ２C=約 1.9, 4.0, 6.9 (pg)と推定された。

ナガミボチョウジが同質倍数体か、それとも交雑由来の異質倍数体であるのか、更にはその母種の少なくとも一方がボチョウジであるのかについては、現在なお解析中である。

（５）近縁種ボチョウジとの種間関係

①雑種形成　受粉実験によりボチョウジとナガミボチョウジの間に雑種が形成され得ることが確認された。また野外でも実際に雑種とみられる中間的な形質を示すものが見つかり、DNA 配列と DNA 含有量の両方の調査によっても雑種であることが確かめられた。本研究で確認した雑種は花粉を作らず、また種子を生産していないため、不稔であると考えられた。

②土壌適性　琉球列島に分布するボチョウジとナガミボチョウジの２種は異なる土壌に適応しており、そのことが２種が同じ島嶼内に生育することを可能にしていると考えられた。この土壌適性に関して、相互移植実験と栽培実験を実施した結果、ナガミボチョウジはほぼ全ての土壌に生育できるが、ボチョウジは石灰岩性の土壌に生育できないことがわかった。このことは、ナガミボチョウジは、琉球列島全域に生育する潜在的能力があるが、ボチョウジの存在によりその分布を制限されている可能性を示唆している。

③発芽特性　ナガミボチョウジとボチョウジはともに Morphophysiological Epicotyl Dormancy（形態生理上胚軸種子休眠性）を有することがわかり、より大きな種子を持つナガミボチョウジが、ボチョウジよりも発芽までにより多くの時間を要することがわかった。しかし、pH の違いによる発芽率や速度の違いは確認できなかった。

（６）近隣に分布する近縁種の性表現の解明

小笠原諸島の固有種オガサワラボチョウジと台湾の離島、蘭嶼のコウトウボチョウジは形態的にも機能的にも二型花柱性を保っていることが明らかとなった（Watanabe et al. 2014b, 2015, 2018)。

ハワイのボチョウジ属１１種は、単一の祖先種から種分化したことが知られており、二型花柱性から雌雄異株に進化した例として知られていたが、実際には、二型花柱性が一旦単形に崩壊してから二次的に雌雄異株化した可能性が高いことを明らかにした。

（７）島における二型花柱性種の分布と二型花柱性から始まる性表現進化に関する文献レビュー

これまで全世界の主な海洋島から報告された二型花柱性植物はわずかに１１例のみであった。島においては、一旦移入し定着することに成功

したとしても、限られた送粉者との関係の中で、諸島内で他の性表現に進化するということが比較的よく生じている可能性が示唆された。ただし、今回のナガミボチョウジに見られたような複雑な性表現については、他に例がなく、島という環境と直接結びついているかどうかは明らかにならなかった（Watanabe & Sugawara 2015）。

＜引用文献（引用した文献のうち本研究の成果「主な発表論文等」に該当しないもの）＞

Kondo Y, Nishide M, **Watanabe K** and T Sugawara (2007) *Japanese Journal of Botany.* 82. 251-258.

Watanabe K, Shimizu A and T Sugawara (2014a) *Plant Species Biology* 29 (2) 181-191.

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計９件）

① **Watanabe K,** Kato H, Kuraya E and T Sugawara (2018) Pollination and reproduction of *Psychotria homalosperma*, an endangered distylous tree endemic to the oceanic Bonin (Ogasawara) Islands, Japan. Plant Species Biology, 33 (1), 16-27.査読有

② Yoshii K, Watari M. **Watanabe K**, et al. (2018) On the occurrence probabilities of third year branching pattern models of *Psychotria* species on Okinawa Island. 沖縄高専紀要 12: 47-54. 査読有

③ Sugai K, **Watanabe K,** Kato H and T Sugawara (2016) Development of SSR markers for *Psychotria homalosperma* (Rubiaceae) and cross-amplification in four other species. Applications in Plant Sciences, 4(5), 1500133. 査読有

④ Sugawara T, **Watanabe K,** Tabata M, Takaso T and A Shimizu (2016) Incompatibility and pollination of distylous Psychotria serpens (Rubiaceae) in the Ryukyu Islands, Japan. Acta Phytotax. Geobot. 67 (1). 37-45. 査読有

⑤ **Watanabe K** and T Sugawara (2015) Is heterostyly rare on oceanic islands? AoB Plants 7: plv087, 1-16. 査読有

⑥ **Watanabe K**, Yang TYA, Nishihara C, Huang TL, Nakamura K, Peng CI and T Sugawara (2015) Distyly and floral morphology of *Psychotria cephalophora* (Rubiaceae) on the oceanic Lanyu (Orchid) Island, Taiwan. Botanical Studies. 56: e10. 1-9. 査読有

⑦ **渡邊謙太**, 須貝杏子, 向哲嗣, 加藤英寿, 菅原敬 (2015)オガサワラボチョウジにおける花序あたりの花数は列島間で異なる.小笠原研究年報 38: 97-101.

⑧ 須貝杏子, **渡邊謙太**, 向哲嗣, 加藤英寿, 菅原敬(2015) 小笠原諸島固有種オガサワラボチョウジの保全について(2).小笠原研究年報 38: 65-73.

⑨ **Watanabe K**, Kato H and T Sugawara (2014b) Distyly and incompatibility in *Psychotria homalosperma* (Rubiaceae), an endemic plant of the oceanic Bonin (Ogasawara) Islands. Flora. 209 (11). 641-648. 査読有

〔学会発表〕（計 15 件）

① 宮城愛夏, **渡邊 謙太**, 善岡祐輝, 井口亮 (2018) 琉球列島の森林に棲み分ける近縁低木２種における共生菌根菌の多様性評価. 日本生態学会（第 65 回大会） 札幌コンベンションセンター.

② **渡邊謙太** (2017) 島の植物に見る二型花柱性を中心とした性表現の多様化.（片岡奨励賞受賞講演）種生物学会（第 49 回大会）すかっとランド九頭竜（福井）

③ **渡邊謙太** (2017) 小笠原諸島と琉球列島に生育する二型花柱性植物とその繁殖. 三学会合同沖縄例会 （日本生態学会九州支部・日本動物学会九州支部・九州沖縄植物学会）琉球大学.

④ **渡邊謙太**, 川満日向子, 西田琉弥, 井口亮 (2017) 琉球列島産ボチョウジ属植物３種の発芽特性：上胚軸種子休眠は沖縄でも見られるか. 沖縄生物学会第 54 回大会. 琉球大学

⑤ **渡邊謙太**, Adam WILLIAMS, Steve PERLMAN, Wendy KISHIDA, David LORENCE (2017) ハワイ産ボチョウジ属における雌雄異株性の進化. 日本植物分類学会台 16 回大会.

京都大学

⑥ Drake D, Akamine M, Graham R, Kroessig T, Krushelnycky P, Reynolds, L, Sahli H, Shay K, **Watanabe K**. (2017) Flower visitation by native and non-native bees: what do we know and what do we need to know? Pacific Entomology conference 2017. Honolulu, USA.

⑦ **Watanabe K.** (2016) Evolution of the breeding systems and floral traits in Hawaiian *Psychotria* and *Gynochthodes trimera* (Rubiaceae). UH Occasional talk, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, Hawaii, USA

⑧ **渡邊謙太** (2016) 島におけるボチョウジ属の繁殖様式と進化. 種生物学会（第 48 回大会）北海道ビューホテル

⑨ **Watanabe K**. (2015) Breeding systems of genus *Psychotria* (kopiko, Rubiaceae) on the Ryukyu, Bonin and Hawaiian Islands. EECB Evolunch session, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, Hawaii, USA

⑩ **Watanabe K** and T Sugawara (2015) Dioecism and Monoecism in two *Psychotria* species (Rubiaceae) in the Ryukyu Islands, Japan. Annual meeting of the association for tropical biology and conservation, 2015. Honolulu, Hawaii, USA

⑪ **渡邊謙太**，庭野駿介，仲尾錦，金城和俊，菅原敬，井口亮（2015）琉球列島におけるボチョウジ属近縁 2 種の土壌適応と雑種形成. 日本生態学会（第 62 回大会）鹿児島大学

⑫ 井口 亮，小島まり，蔵屋眸，**渡邊謙太**（2015）琉球列島産ボチョウジ属の種間・種内における遺伝的変異を探る. 日本生態学会（第 62 回大会）鹿児島大学

⑬ **Watanabe K** and T. Sugawara (2014) Distyly, dioecy and monoecy in six species of *Psychotria* (Rubiaceae) in the oceanic and continental island groups in East Asia. An international conference on Island Evolution, Ecology, and Conservation 2014. Manoa, Hawaii, USA

⑭ **渡邊謙太**，T. Y. Aleck Yang，Tai-LiangHuang，仲尾錦，井口亮，菅原敬（2014）台湾南東部緑島におけるボチョウジ属 3 種の生育地接触と環境について. 沖縄生物学会（第 51 回大会）琉球大学

⑮ 須貝杏子，**渡邊謙太**，加藤英寿，菅原敬（2014）小笠原産ボチョウジ属植物の繁殖生態に着目した域内保全手法の開発に向けて. 日本応用生態工学会 （第 18 回大会）首都大学東京

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕（計 0 件）

６．研究組織

(1)研究代表者

渡邊 謙太 (WATANABE, Kenta)
沖縄工業高等専門学校・技術室
・技術専門職員
研究者番号：50510111

※本研究は JSPS 科研費 JP26840130 の助成を受けたものです。

平成 29 年度
地域連携推進センター　事業報告

平成２９年度 地域連携推進センター 事業報告

１．企業等との技術交流、共同研究及び受託研究に関すること

（1）企業等との技術交流

①沖縄産学官イノベーションフォーラム 2017 への参加

開 催 日：平成 29 年 8 月 31 日（木）

場　　所：沖縄県工業技術センター

②沖縄高専フォーラム・情報交換会の開催

開 催 日：平成 29 年 11 月 13 日（月）

場　　所：ロワジールホテル那覇

フォーラムの様子

情報交換会の様子

③平成 29 年度　第 4 回九州沖縄地区高専・日本弁理士会九州支部交流会への参加

開 催 日：平成 30 年 2 月 2 日（金）

場　　所：北九州国際会議場

（2）共同研究及び受託研究に関すること

「地域連携推進センター報 2017」を発行し、共同研究及び受託研究等の受け入れに努めた。共同研究、受託研究等の受け入れ一覧は別紙（P40）のとおり。

２．企業等からの技術相談に関すること

技術相談受入件数　37 件（内、共同・受託研究に発展した件数 1 件）

３．協定・覚書等に関すること

（1）長崎県立大学と佐世保工業高等専門学校、熊本高等専門学校との情報セキュリティに係る連携協力に関する協定の締結について

締結日：平成 30 年 1 月 30 日（火）

場　所：長崎県立大学シーボルト校　特別会議室

（2）日本トランスオーシャン航空株式会社との包括連携に関する協定の締結

締結日：平成 30 年 3 月 30 日（金）

場　所：沖縄工業高等専門学校創造・実践棟

４．知的財産の管理・運用に関すること

（1）平成 29 年度 沖縄高専知財セミナー開催

開 催 日：平成 29 年 7 月 19 日（水）
場　　所：設計演習室
講　　師：えるだ法律特許事務所
　　弁理士 大久保 秀人　氏
内　　容：知財に関する基礎講義 / 座談会

（2）知的財産活用企業の訪問

開 催 日：平成 30 年 1 月 12 日（金）
場　　所：北谷ハーバーブリュワリー
内　　容：会社概要、知財の紹介 / 工場見学

５．小学校、中学校及び高等学校への出前授業・出前講座・体験授業に関すること

（1）出前授業の実施

①開 催 日：平成 29 年 8 月 23 日（水）
場　　所：松田区事務所
内　　容：ドローン体験

②開 催 日：平成 29 年 9 月 30 日（土）
場　　所：宜野湾市立嘉数中学校
内　　容：LED を点灯させよう / 低融点合金を活用したアクセサリーの製作 / 使い捨てカイロを作ろう

③開 催 日：平成 29 年 9 月 30 日（土）
場　　所：琉球大学附属小学校
内　　容：ホタルの生態や発光実験を通して身近な環境や自然について考える

④開 催 日：平成 30 年 3 月 1 日（木）
場　　所：名護市立名護小学校（幼稚園児、小学 1～6 年生）
内　　容：ロボットづくりの魅力

高専のロボコン学生による
熱い講話

わくわくどきどきの
ロボットデモ

⑤開 催 日：平成 30 年 3 月 19 日（月）
場　　所：宮古島市立久松中学校
内　　容：液体窒素を使った実験 / アクリル発光ボード製作実験

(2) 体験授業の実施

①実施機関：うるま市・金武町

開 催 日：平成 29 年 8 月 19（土）

場　　所：沖縄工業高等専門学校創造・実践棟

内　　容：工夫と創造の架け橋（紙を使った橋の工作） / プログラミング / ペットボトルロケットで学ぶ科学技術 / サーモン egg ゼリー工場

発射 5 秒前！
ペットボトルロケット

サーモン egg ゼリー製造中

②実 施 校：名護市立上本部中学校

開 催 日：平成 29 年 8 月 31（木）

場　　所：沖縄工業高等専門学校創造・実践棟

内　　容：金属の変形と熱処理 / ジャイロ効果の体感（ジャイロ 2 輪の製作）

6．公開講座等に関すること

(1) 夏休み！自由研究お助け隊

開 催 日：平成 29 年 8 月 23 日（水）

場　　所：大西公民館

内　　容：風船ホバークラフトを作ろう

(2) わくわくチャレンジ実験教室 in 宮古

開 催 日：平成 29 年 8 月 27 日（月）

場　　所：宮古合同庁舎

内　　容：ゲームを作るよ～小学生向け～ / ゴムを使って遊ぼう！ / プログラミングに挑戦

初めてのプログラミング

どうやって作るのかな？
みんなで相談しながら工作

(3) ミニロボットフェスティバル

開 催 日：平成 30 年 3 月 22 日（木）

場　　所：イオン名護ショッピングセンター　1 階イベント特設会場

内　　容：高専ロボコン / デモ＆操縦体験

7．その他 地域社会との連携・交流の推進に関すること

(1) 産学連携協力会に関すること

①平成 29 年度 沖縄高専産学連携協力会理事会・総会・懇親会の実施

開 催 日：平成 29 年 5 月 1 日（月）
場　　所：ロワジールホテル那覇

理事会の様子

総会で挨拶をする呉屋会長

(2) 各種イベント（沖縄の産業まつり等）への実験教室、展示会参加

①夏休みこども自由研究 in 沖縄コンベンションセンター2017 への参加

開 催 日：平成 29 年 7 月 29 日（土）、30 日（日）
場　　所：沖縄コンベンションセンター
内　　容：ちょっと変わった標本づくり！

②楽しんで学ぼう！夏の自由研究 in カヌチャリゾートへの参加

開 催 日：平成 29 年 7 月 29 日（土）、8 月 12 日（土）、19 日（土）、26 日（土）
場　　所：カヌチャベイリゾート　フロント棟内「久志の間」
内　　容：反射神経選手権 / 低融点合金を活用したアクセサリーの製作 /
ロボット作りの裏側を見てみよう！！ / ロボットカーを走らせよう！

運転上手なロボットカー

ロボットカー完成まで
あと少し！

③ゆがふいんフェスタへの参加

開 催 日：平成 29 年 8 月 20 日（日）
場　　所：ホテルゆがふいん沖縄
内　　容：ロボットの操縦体験を通して、ロボットって何？を考えよう！

④やんばるの産業まつりへの参加

開 催 日：平成 29 年 10 月 7 日（土）、8 日（日）
場　　所：名護市 21 世紀の森屋内運動場
内　　容：学科紹介ポスター展示

⑤お仕事体験やんばる☆きらりんへの参加
開 催 日：平成 29 年 10 月 8 日（日）
場　　所：名護市民会館
内　　容：ロボットを動かすために必要なものは？
～ものをコントロール（制御）するための技術と仕事～

⑥第 3 回沖縄海洋ロボットコンペティションへの参加
開 催 日：平成 29 年 11 月 11 日（土）、12 日（日）
場　　所：宜野湾マリン支援センター / 宜野湾新漁港
内　　容：海洋ロボット（水中小型ロボット）の製作、コンテストへの参加

思いが詰まった
ワークショップ

競技直前まで念入りに
機体の整備を行います

⑦久辺テクノフェスタ 2017 への参加
開 催 日：平成 29 年 11 月 23 日（木）
場　　所：名護市マルチメディア館
内　　容：低融点合金を使ったアクセサリーの製作

⑧沖縄市サイエンスフェスタ 2017 への参加
開 催 日：平成 30 年 1 月 14 日（日）
場　　所：沖縄こどもの国
内　　容：工作教室「風船ホバーを作ろう」

⑨なごサイエンスフェスタ 2018 への参加
日　　時：平成 30 年 1 月 27 日（土）
場　　所：21 世紀の森体育館
内　　容：電子オルゴールを作成しよう / 高専ロボコン　デモ＆操縦体験

ロボットを操縦して
風船を割ってみよう

丁寧に作業をして
自分だけのオルゴール作り

⑩第 40 回沖縄青少年科学作品展への参加
開 催 日：平成 30 年 2 月 10 日（土）、11 日（日）
場　　所：浦添市民体育館
内　　容：プログラムを作ってロボットを制御しよう！ /
サンゴは動物？植物？-サンゴ礁を支える縁の下の力持ち- /
電子オルゴールを作ろう！ / 低融点合金を活用したアクセサリーの製作

⑪第 4 回くべま～る祭への参加
開 催 日：平成 30 年 2 月 24 日（土）
場　　所：久辺保育園
内　　容：振動おもちゃの作成

共同研究等について

共同研究・受託研究・寄附金・受託試験・技術相談

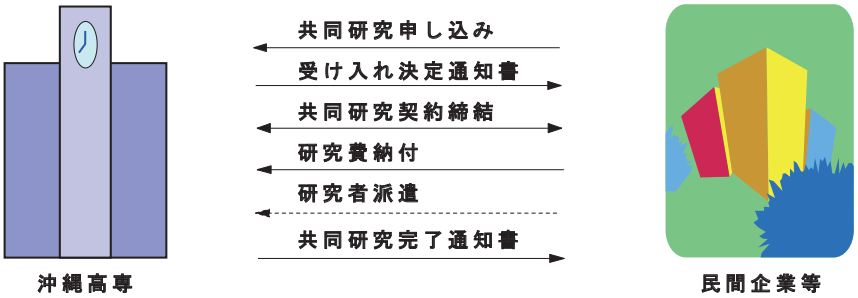
外部資金受入状況

（単位：千円）

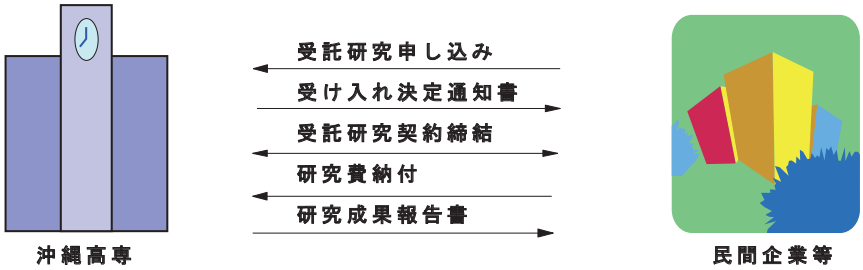
受　　入 外部資金名	平成25年度		平成26年度		平成27年度		平成28年度		平成29年度	
	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額
共同研究	17	9,305	24	18,997	15	16,139	30	14,469	18	17,042
受託研究	15	77,272	15	117,843	17	243,383	24	158,540	24	166,078
寄 附 金	13	5,401	17	5,129	19	9,005	10	4,198	25	10,111
受託事業	2	12,492	2	2,031	3	2,806	2	2,574	1	731
受託試験	0	0	1	43	0	0	0	0	0	0
合　計	47	104,470	59	144,043	54	271,333	66	179,781	68	193,962

共同研究・受託研究・寄附金・受託試験・技術相談

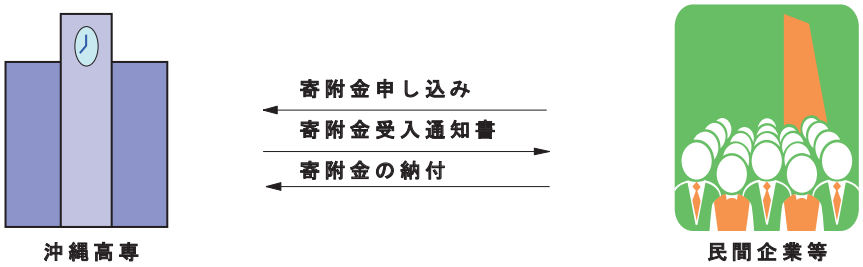
◎共同研究　民間企業等（地方公共団体、各種特殊法人等を含む）から研究者、研究費を受け入れ高専の当該教員と共同して研究をおこなうものです。
民間等共同研究員を受け入れる場合、研究指導料は６ヶ月につき２１万円／１人となります。



◎受託研究　民間企業等（地方公共団体、各種特殊法人等を含む）から委託を受けて行う研究で、これに要する経費は、受託者に負担していただくものです。



◎寄附金　民間企業等や個人の方などから本校の学術研究や教育の充実の奨励、支援を目的として寄附金を受け入れています。この寄附金は、本校の教育・研究の充実、発展に重要な役割を果たしています。
なお、寄附金は、法人税法、所得税法による税制上の優遇措置がうけられます。



※共同研究、受託研究、寄附金については、原則、間接経費をいただいておりますのでご了承下さい。
なお、共同研究の間接経費は直接経費の１０％に相当する額、受託研究の間接経費は直接経費の３０％に相当する額となっております。また、受託研究については、原則、別途受託料をいただいています。

◎受託試験　沖縄高専が、企業等からの依頼により試験、分析等を実施し、その結果を報告します。
受託試験料については、試験等の内容に応じて料金を頂くことになります。

◎技術相談　地域産業界との連携の一つとして、現場で抱えられている技術的問題等についてのご相談を受け付けております。ご相談は、地域連携推進センターにてご相談内容を検討させていただき、ご連絡します。

◆共同研究・受託研究・寄附金・受託試験・技術相談のお問合せ、申込書の提出は下記までよろしくお願いいたします。

お問合せ･申込先
沖縄工業高等専門学校　総務課　研究連携推進室
TEL:0980－55－4070　FAX:0980－55－4012
E－mail:skrenkei@okinawa－ct. ac. jp

詳しくは沖縄工業高等専門学校ホームページ（http://www.okinawa-ct.ac.jp）から
［図書館･センター等］→［地域連携推進センター］をご覧ください。（様式等ダウンロードできます。）

別紙第１号様式（第４条関係）

平成　　年　　月　　日

沖縄工業高等専門学校長　　殿

所　　在　　地
民間機関等の名称
代 表 者 氏 名　　印

共　同　研　究　申　込　書

沖縄工業高等専門学校共同研究取扱規則の規定に基づき、下記のとおり共同研究を申し込みます。

記

１　共同研究の概要

<table>
<tr><td colspan="2">研　究　題　目</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">研 究 の 概 要</td><td colspan="4">（何をどのように進めようとするのか等、具体的に記入すること。）</td></tr>
<tr><td colspan="2">研究の特色・意義</td><td colspan="4">（必要性、独創性等について、具体的に記入すること。）</td></tr>
<tr><td colspan="2">この研究に関連する国内及び国外における研究状況</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">研 究 の 期 間</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">研究を実施する施設</td><td colspan="4">（施設名及び使用する設備名について、具体的に記入すること。）</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">沖縄工業高等専門学校の研究組織
（研究代表者（※印を付す）及び研究分担者）</td><td>氏名</td><td>学科名・職名</td><td>現在の専門</td><td>役割分担</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">民間等の研究機関の組織</td><td>主な事業内容</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">民間機関等における共同研究員
（沖縄高専へ派遣を予定している者に○印を付す）</td><td>氏名</td><td>所属・職名</td><td>現在の専門</td><td>役割分担</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">事務連絡先</td><td>機関名</td><td>担当課・係名</td><td>担当者氏名</td><td>電話・FAX・電子ﾒｰﾙｱﾄﾞﾚｽ</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

２　共同研究経費の内訳

（１）　共同研究経費の全体計画　（単位：千円）

区　　分	直接経費	間接経費	研究指導料※	合計
民間機関等				

（２）　共同研究経費（民間機関等）の積算内訳　（単位：千円）

事　　項		金　　額	算　出　内　訳
直接経費	諸　謝　金		
	旅　費		
	設備・備品費		
	消耗品費		
	賃　金		
	光熱水料		
	通信運搬費		
	その他		
	計		
間接経費 （直接経費の１０％相当額）			（千円未満切上げ）
研究指導料※ （６カ月単位）			
共同研究経費合計			

※研究指導料は、沖縄高専が学外共同研究員を受け入れる場合に計上する。
　共同研究員１名にかかる料金は６ヵ月につき２１万円とし、月割計算はしない。ただし、共同研究申込者の資力に応じて減額することができるので、減額を希望する場合は、「（4）その他」欄に減額希望及び理由を記載することにより減額を申し出ることとする。

（３）　研究期間が複数年の共同研究の場合当該共同研究費用の年度計画　（単位：千円）

区　　分	直接経費	間接経費	研究指導料※	合計
平成　　年度				
平成　　年度				
平成　　年度				

（４）　その他

別紙様式第１号（第６条関係）

平成　　年　　月　　日

沖縄工業高等専門学校長　殿

（委託者）
住所
氏名（名称・代表者）　　印

受託研究申込書

沖縄工業高等専門学校受託研究取扱規則に基づき、下記のとおり研究を委託したいので申し込みます。

記

１．研究題目

２．研究目的及び内容

３．研究期間　　平成　年　月　日～ 平成　年　月　日

４．研究に要する経費　　円（消費税額を含む）

５．希望する研究担当者

６．研究用資材、器具等の提供

７．その他必要事項

別紙様式第２号（第６条関係）

受 託 研 究 費 算 定 内 訳 書

事　項		金　額	算　出　内　訳
直接経費	受託研究謝金 受託研究旅費 受託研究費 　備品費 　消耗品費 　光熱水量 　通信運搬費 　印刷製本 　借料及び損料 　賃金等 　雑役務費 　その他		
	計		
間接経費			
	計		
受託料			
	計		
合　計			

別紙様式第１号（第３条関係）

平成　　年　　月　　日

独立行政法人国立高等専門学校機構
沖縄工業高等専門学校長　殿

（寄附者）
住所
氏名　　印

寄　附　金　申　込　書

このことについて、下記のとおり寄附します。

記

１　寄附金額　　円

２　寄附の目的

３　寄附の条件

４　使用内訳

５　使用時期

６　研究担当者等

７　そ　の　他
連絡先：
研究担当者が、独立行政法人国立高等専門学校機構から異動した場合は、その異動に伴う寄附金の移動について同意する。（同意いただける場合にはご記入下さい。）

別紙様式第１号（第５条関係）

平成　　年　　月　　日

沖縄工業高等専門学校長　　殿

（委託者）
住　所

氏　名　　印

受　託　試　験　申　込　書

沖縄工業高等専門学校受託試験取扱規則に基づき、下記のとおり受託試験を委託したいので申し込みます。

記

１．受託試験種目

２．受託試験単位

３．受託試験規格等

４．実　施　場　所

（別紙様式１）

技術相談申込書

平成　　年　　月　　日

沖縄工業高等専門学校
　地域連携推進センター長　　殿

下記のとおり技術相談を申し込みます。

申込者	企業名			
	所　属		氏　名	
	連絡先	住　所	〒	
		ＴＥＬ	（　　）　　－	
		ＦＡＸ	（　　）　　－	
		E-mail		

相談分野	
担当教職員の希望	□ 無　□ 有　（担当教員名：　　）
相談内容（具体的に記入してください）	

＜ 次の事項について、ご確認の上、同意いただける場合は、✓をご記入願います。＞

秘密保持	□ 技術相談の経過において、担当教職員よりノウハウ等の提供を受けた場合、協議の上、秘密保持契約を締結することに同意します。 ※同意いただけない場合、技術相談を実施できないことがあります。
知的財産の取扱い	□ 技術相談の経過又は結果、担当教職員の寄与により知的財産が生じた場合、本校へ書面にて通知することに同意します。 ※同意いただけない場合、技術相談を実施できないことがあります。
今後の希望	□ 共同･受託研究　□ 受託試験　□ 技術相談　□ その他（　　）

提出先	沖縄工業高等専門学校 総務課 研究連携推進室 〒905－2192 沖縄県名護市字辺野古９０５番地 TEL：0980-55-4070　FAX：0980-55-4012 E-mail:skrenkei@okinawa-ct.ac.jp	※印記入不要	
		※受付日･番号	※相談受入者名
		H　年　月　日 H　年度 第　号	

位置及び交通機関　Directions

県内から

●「那覇バスターミナル～名護バスターミナル」間（系統番号 77）、または、「中部病院～名護バスターミナル」間（系統番号 22）の路線バスにて「第二辺野古」下車、徒歩５分。〔バス路線の経由地詳細は、http://okinawabus.com/ を参照願います。〕
Use the 77 Bus or 22 Bus to Dai 2 Henoko and walk 5 minutes. (See〔http://okinawabus.com/〕)

●自動車の場合は、沖縄自動車道「宜野座 I.C.」を出て国道329号線を北に約10km左側。(国道上の歩道橋が目印です。)
By car, exit at Ginoza IC on Okinawa Highway and drive up along the 329 Regional Road about 10km. Our office is on the left. (The bridge over the Road 329 is a guide.)

県外から（空港からの所要時間：約２時間）

●那覇（なは）空港国内線ターミナル到着２番バス停から下記①または②のいずれか
①系統番号 111「名護（なご）バスターミナル」行きに乗車。「宜野座 I. C.（ぎのざインターチェンジ）」下車、「中央公民館前」から系統番号 77「名護バスターミナル」行きに乗換「第二辺野古（だいにへのこ）」下車、徒歩５分。
②系統番号 117「オリオンもとぶリゾート」行きに乗車。「世冨慶（よふけ）」下車、歩道橋を渡り道路反対側より系統番号 77「那覇（なは）バスターミナル」行きに乗換「第二辺野古（だいにへのこ）」下車、徒歩５分。
From bus stop No. 2 at Naha Airport
①Take the 111 Bus (to Nago Bus Terminal). Transfer buses at Ginoza IC . Take the 77 Bus (to Nago Bus Terminal) from the Central Community Center to Dai Ni Henoko . It is a 5-minute walk from the bus stop to the school.
②Take the 117 Bus (to Orion Motobu Resort). Get off at Yofuke , cross the pedestrian overpass to the other side of the road and take the 77 Bus (to Naha Bus Terminal) and get off at (Dai Ni Henoko). It is a 5-minute walk from the bus stop to the school.

独立行政法人　国立高等専門学校機構
沖縄工業高等専門学校

技術相談、共同研究等に関するお問い合せは下記までご連絡ください。

〒905-2192　沖縄県名護市字辺野古905番地
総務課研究連携推進室
TEL:0980-55-4070　FAX:0980-55-4012
E-mail:skrenkei@okinawa-ct.ac.jp
http://www.okinawa-ct.ac.jp