

NIT (KOSEN), Suzuka College



Technology Newsletter

鈴鹿高専技術便り

第 19 号

世界へ羽ばたくエンジニアの育成を目指して

鈴鹿工業高等専門学校 副校長
機械工学科教授 末次 正寛



高等専門学校は設立から半世紀を過ぎ、時代の変化とともに進化と発展を続けています。平成 16 年 (2004) には独立行政法人 国立高等専門学校機構が発足して大きな組織変革があり、全国 51 高専のスケールメリットを生かした運営がスタートしました。このような中、高専の将来像・向かうべき方向として「国際化・グローバル化」が強く打ち出されました。高専の教育システムそのものを海外へ展開する事業も着実に進んでおり、「KOSEN」は世界で通用するワードになりつつあります。本校でも早い段階から国際化の重要性を認識しており、「世界へ羽ばたくエンジニア」を合言葉として学生の教育を行

目次

巻頭言

世界へ羽ばたくエンジニアの育成を目指して (末次正寛) 1

鈴鹿高専の取り組み紹介

卓越したグローバルエンジニア育成事業 (下古谷博司, 平井信充) 3

工学基礎実験の 3 年間を振り返る (大貫洋介) 6

トピックス

酵母を探します・見つけます・利用します 地元企業との共同研究と専攻科実験での利用 (今田一姫, 伊東真由美) 8

鈴鹿高専テクノプラザ参加報告

鈴鹿高専テクノプラザ企業人材育成講座報告 (打田正樹) 9

研究者紹介

粒子群最適化の並列計算アルゴリズムの開発 (生田智敬) 11

多目的進化ゲームに基づいた分配規範モデル (桑野一成) 13

令和元年度 産学官連携活動実績報告

お知らせ, 行事予定, 編集後記 15

16

っております。例えば、第2学年の海外研修旅行をはじめとして、Native Speaker 教員による少人数語学教育、TOEIC 受験の推奨、海外でのインターンシップ実施、学術提携校（アメリカ・カナダ・ドイツ・中国）との定期的な教員・学生の交流等で、活発かつ意欲的に活動しております。また、モンゴル・マレーシア・インドネシア等からの留学生も、学生寮で暮らしながら一緒に勉強しております。更に、本校は2017年から2年間、「KOSEN（高専）4.0」イニシアティブ 卓越したグローバルエンジニア育成事業」に採択され、本科1学年から専攻科2年次までの7年間を通したプログラムを構築して一貫した教育を行っています。

以上のような語学を中心とした取組が重要であることは当然ですが、真の国際人であるためには、“エンジニア”としての高い実力と、海外で力強く生きていけるタフで柔軟な思考力・人間性がベースとして求められるのではないのでしょうか。人それぞれで向き、不向きもあると思いますが、そのあたりが最終的な決め手になるような気がします。上で述べた「高専教育システムの海外展開」に関連した海外協力員への応募条件に、① 英語によるコミュニケーションができること。② 現地で一人歩きができること。③ フライトやホテルの予約、変更に対応できること。の三つが書いてありました。①はともかく、かなり現実的な②、③の事項が明記してあるということは、そのあたりの重要性を示していると思われる。



アメリカ オハイオ州立大学 コロンバスキャンパスにて -1997年9月ごろ-
学術交流協定の締結へ向けた訪問時。右端は江崎尚和先生（現 有明高専校長）

鈴鹿高専の取り組み紹介

「卓越したグローバルエンジニア育成事業」

鈴鹿工業高等専門学校
教務主事
材料工学科 教授
下古谷 博司



鈴鹿工業高等専門学校
グローバル教育推進部会員
生物応用化学科 教授
平井 信充



高専機構は、新産業を牽引する人材育成、地域への貢献、国際化の加速・推進の3つの方向性を軸に、各高専の強み・特色を伸長することを目的として、“KOSEN（高専）4.0”イニシアティブを実施した。本校では、平成29年度は「卓越したグローバルエンジニア育成事業」、「産業界が求めるロボット技術者を育成するためのロボット工学教育」の2件、平成30年度は前記2件の継続に加え、新たに「地域の情報セキュリティレベル向上に貢献する人材の育成」の1件が採択された。本稿では、「卓越したグローバルエンジニア育成事業」についてその概要を紹介する。

本事業の目的は、国際インターンシップ、産業界と協働のグローバル・リーダー論、英語力向上、地域との連携等の取り組みを中心とした「グローバルエンジニアプログラム」を強力に推進し専攻科の高度化に呼応した「卓越したグローバルエンジニア」を育成することにある。

この目的を達成するための具体的な取組内容は以下の通りである。当校が学科第4学年対象に開講してきた「創造工学」で培った経験を低学年に展開し、第1学年に「工学基礎実験」（全学科共通の横糸教育）、第2学年に「デザイン基礎」（問題発見・解決型学習）を新規開講し、グローバル人材に必要な能力の底上げをはかる。高学年および専攻科では、英語のみでの授業でビジネス英語を学ぶ「上級英会話」等により産業の国際化にも対応可能な実践的英語力を強化すると共に、当校OBで国際的に活躍している技術者を講師に招いての「グローバル・リーダー論」や近隣企業の協力により開拓した「国際インターンシップ」等、当校がこれまでに培ってきた人的資源や地域ネットワークを最大限活用した取り組みを通じて、専攻科の高度化に呼応した「卓越したグローバルエンジニア」を育成する。図1に本事業の「取組の目的、内容」「実施体制」「工程表」「成果指標」「第4期中期目標期間への展開（見込み）」を示す。以下、これら取組内容のいくつかを紹介する。

まず、「グローバルエンジニアプログラム」の詳細を示す。今後益々深度化するグローバル化、ボーダレス社会において国際的に通用する高度な技術を持ち、リーダーシップを兼ね備えた人材を育成することがグローバルエンジニアプログラムの目的である。学科第1学年から専攻科2年次までの7年間でグローバルエンジニアとして求められている英語力、交渉力、企画力、実行力、経営力、マネジメント力について学ぶ。さらに、専門分野の異なる学生が共に課題に取り組むことで順応力および強靭さ、優れた人間力を涵養する。本プログラムの修了要件は、専攻科修了時に以下3つの要件（本専攻科の修了、TOEICスコア650以上、「上級英会話」、「グローバル・リーダー論」、「国際関係論」、「国際インターンシップ」を習得）を満たすことである。

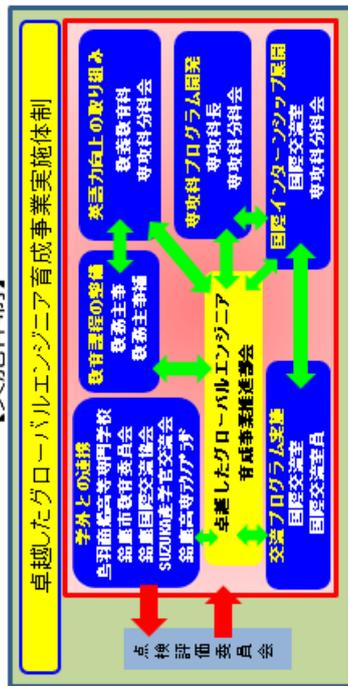
次に、「グローバル・リーダー論」の詳細を示す。グローバル・リーダー論の目的は、世界規模ないし地球規模の視野を持って、産業界、学界、官界等の多様な分野において、ダイバーシティを尊重しつつ、リーダーとして国内外を問わず活動できる人材の育成である。取り組みの一環として、国際的な活動経験ならびにグローバル展開に関する高い識見を有する5名の講師（平成30年度以降は6名）から、自らの経験・考え方についての講義を聴き、つづいてその講義の中で提示されたテーマに基づき、グループ討議を行い、グローバル・リーダーとしての資質を高めることである。最終発表会は、学生発表および質疑応答と先生方との座談会の2部構成とし、学生発表では「先生方の授業を受けて、皆さんが考

平成29年度「KOSEN (高専) 4.0」イニシアティブ採択事業 (主: 国際化の加速・推進、副: 地域への貢献)
卓越したグローバルエンジニア育成事業
 鈴鹿工業高等専門学校

【取組の目的、内容】

国際インターンシップ、産業界と協働のグローバル・リーダー論、英語力向上、地域との連携等の取り組みを中心とした「グローバルエンジニアプログラム」を強力に推進し専攻科の高度化に呼応した「卓越したグローバルエンジニア」を養成する。
 本事業では、「創造工学」で培った経験を低学年に展開し、本科1年に「工学基礎実験」(全学科共通の橋梁教育)、本科2年に「デザイン基礎」(問題発見・解決型学習)を新規開講し、グローバル人材に必要な能力の底上げをはかる。高学年および専攻科では、英語のみでの授業でビジネス英語を学ぶ「上級英会話」等により産業界の国際化にも対応可能な実践的英語力を強化すると共に、当校OBで国際的に活躍している技術者を講師に招いての「グローバル・リーダー論」や近隣企業の協力により開拓した「国際インターンシップ」等、当校がこれまでに培ってきた人的資源や地域ネットワークを最大限活用した取り組みを通じて、専攻科の高度化に呼応した「卓越したグローバルエンジニア」を養成する。

【実施体制】



【工程表】

4月～(奨励期)	7月～	10月～	1月～	次年度～
<ul style="list-style-type: none"> グローバルエンジニアプログラム開始 本科1年「工学基礎実験」開講 専攻科1年次「上級英会話」開講 	<ul style="list-style-type: none"> 専攻科生「国際インターンシップ」開講 専攻科生「海外研修」実施 SUZUKA産学官交流会、鈴鹿高専等が、産業界等との国際化に関するニーズ調査 	<ul style="list-style-type: none"> 専攻科1年次「グローバル・リーダー論」開講 本科2年「短期海外研修」実施 交流協定校への学生派遣 鳥羽商船高等、鈴鹿国際交流協会、鈴鹿市教育委員会等との協働化に関するニーズ調査 	<ul style="list-style-type: none"> 事業総括 ニーズ調査の分析 点検評価委員会および外部評価の実施 	<ul style="list-style-type: none"> 左記のプログラムの継続に加え、 本科2年「デザイン基礎」開講 専攻科2年次「国際関係論」開講 ニーズ調査の結果を受けての国際化、協働化の更なる展開

【成果指標】

○H30年度末時点で、H29年度専攻科入学生「グローバルエンジニアプログラム」受講生9名中全員のTOEICスコア650以上(TOEFL,工業英検のスコア換算も可)を達成する。

受講生	A	B	C	D	E	F	G	H	I
現状	500	575	755	540	510	735	555	595	625
目標	650以上	650以上	達成	650以上	650以上	達成	650以上	650以上	650以上

現状 目標
 平均点599 → 全員650以上

○「国際インターンシップ」において、学生を派遣する地元企業数の増加 現状：H28年度 0社 → 目標：H30年度 2社以上



【第4期中期目標期間への展開 (見込み)】

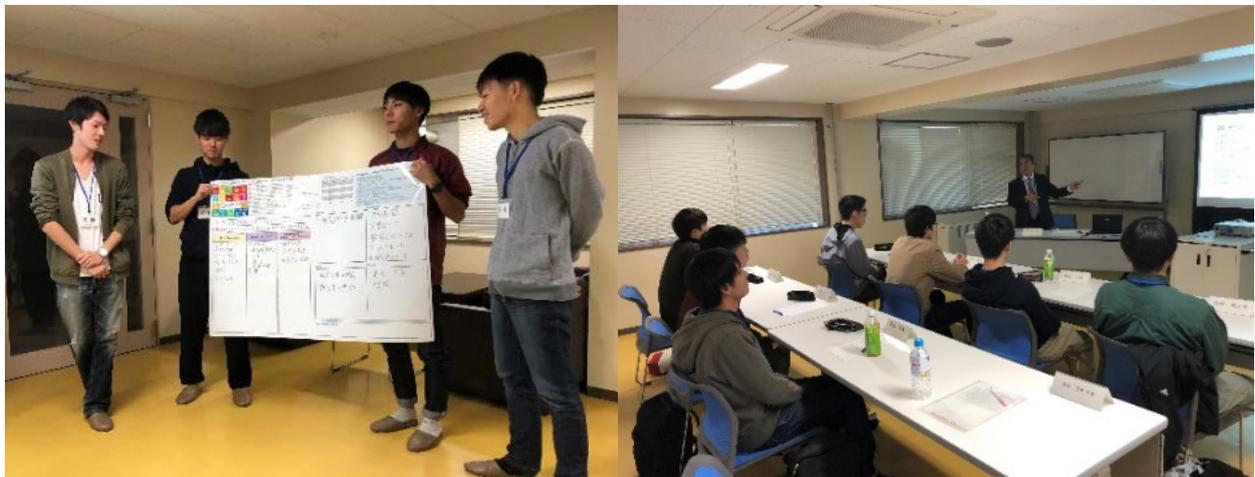
○国際インターンシップの一層の推進、協定締結校とのさらなる交流強化、グローバル関連のカリキュラム改革に全学で積極的に取り組み、高度な技術者身につけ、国際的に通用する卓越したグローバルエンジニアを養成する。

図1 卓越したグローバルエンジニア育成事業の概要

えたこと、感じたこと、さらに、授業を受けた結果、専攻科で過ごす残りの1年間や就職後、貴方はどのように過ごすか」について、1人あたり持ち時間発表5分、質疑5～10分でおこなった。学生からのアンケートでは、グローバル・リーダーに対する考えを複数の方から聞いて自分に不足しているものがわかった、いつも受けている授業とは違って新鮮だったなどの感想があり、想定していた以上の教育効果は得られたものと考えている。実際の授業風景の写真を図2に示す。

続いて、「国際インターンシップ」の詳細を示す。国際インターンシップは、専攻科生を対象に、国際的に活躍する技術者が経験する実務上の問題点や課題を体験し、実践的国際感覚を身につけることを目的としている。実働10日以上19日以下の「国際インターンシップ I」と実働20日以上29日以下の「国際インターンシップ II」がある。実施時期としては、夏季休業、冬季休業、学年末休業期間中のいずれかを考えているが、平成29年度の2社(2名)に続き平成30年度も夏季休業期間に実施した。平成30年度に受け入れ条件をご提示いただいた地元企業数は平成29年度の2社から1社増加し3社となった。平成30年度は調整の結果、その中の1社に学生2名を受け入れていただいた。実際のインターンシップでの写真を図3に示す。令和1年度は更に1社増加し4社となり、その中の1社に学生2名を受け入れていただいた。

なお、「工学基礎実験」の詳細については次ページに大貫先生よりご説明頂く。



グループ討議後の学生による発表風景

講義形式での授業の様子

図2 グローバル・リーダー論 (平成30年度)



インターンシップ先での実習のひとつ

受け入れ先ご担当者とのスナック

図3 国際インターンシップ (平成30年度)

鈴鹿高専の取り組み紹介

「工学基礎実験の3年間を振り返る」

鈴鹿工業高等専門学校
グローバル教育推進部会長
教養教育科 准教授
大貫 洋介



産業の複合・融合化により様々な形で現れる新分野に対して、各専門分野で培った高度な知識と技術を活かし、新しい創造的な技術を創出できる広い視野と知識を有した創造的実践的な技術者を育成するために、本校では、平成29年度に2専攻であった専攻科の1専攻化への高度化改組を行った。時を併せ、高専4.0イニシアティブ「卓越したグローバルエンジニア育成事業」の採択により、学科においても複合・融合化される専門分野に対応するための授業を配置、低学年においても技術者として広い視野と知識を涵養するために、平成29年度新入生より1年生において工学基礎実験、2年生においてデザイン基礎を導入することとなった。本稿では、1年前期専門科目1単位として開講された工学基礎実験に関する紹介をさせて頂く。

工学基礎実験においては、4月2週または3週を利用してガイダンスを実施、各学科の実験内容の説明だけでなく、実験レポートの書き方や廃液処理など、共通で周知が必要な項目に関する案内を実施している。本格的な実験が始まるのは例年5月に入ってからであり、学生は専門学科ごとに2週ずつの時間を用いて実験や実習を経験しながら自身の所属学科はもちろん所属以外の学科の雰囲気・設備・学習内容を感じ取ってもらっている。なお、工学基礎実験が入学直後の新入生の5月の時期ということもあり、担当の先生には多くのご苦勞と共に、予備知識が必要ないながらも、学科の雰囲気を感じてもらえるような実験テーマを表1のように選定・実施して頂いた。

表1 工学基礎実験 各学科の実験内容

学科	実験テーマ	到達目標
機械工学科	ミニ四駆の製作とギヤ比の計算	<ul style="list-style-type: none"> 組立手順書に従って正しい道具を正しく使用して模型を製作できる。 平歯車による減速機の減速比を計算し、トルクと回転速度の増減の関係を理解できる。
電気電子工学科	基本的な電気回路・電子回路の製作実習	<ul style="list-style-type: none"> 電子回路の製作ができる。 電子回路素子（抵抗、LED等）の働きについて理解できる。
電子情報工学科	プログラミング (Code.org) マイコン(Arduino)	<ul style="list-style-type: none"> 基礎的なプログラミングができる。 マイコン制御の仕組みについて理解できる。
生物応用化学科	乳酸発酵工学の基礎	<ul style="list-style-type: none"> 乳酸発酵の仕組みについて理解できる。 pHの原理およびその測定法について理解できる。
材料工学科	自作UVレジンレンズによるスマートフォン光学顕微鏡観察	<ul style="list-style-type: none"> 顕微鏡の原理が理解できる。 顕微鏡観察の意味と大切さが理解できる。

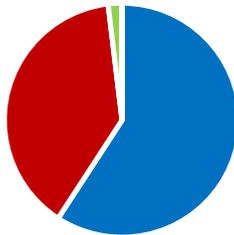
工学基礎実験の写真を図1に示す。入学直後の1年生ではあるが、不慣れながらも意欲を持って取り組む様子が確認できた。新入生にとってクラス内に顔と名前が一致していない友人も多い中で行った初めてのグループで行う実験を通して、今後クラスメイトと協力して5年間を乗り越えようという気持ちが表れており、本授業の何よりの成果であったように感じる。



図1 工学基礎実験の様子

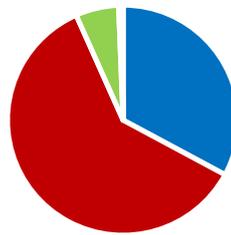
本授業に関しては、全ての実験を終えた15週目を利用し工学基礎実験全体の振り返りを行った。ここで、答えてもらったアンケート（3年間635人分(欠席者を除く)）に関して報告をさせて頂く。

Q 主体的・積極的に実験に参加出来たか？



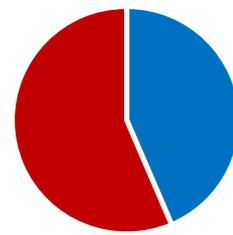
- 積極的に参加
- どちらでもない
- 積極的でない
- ある程度は参加
- あまり積極的でない

Q 本授業は今後の学びに役に立つと思いますか？



- とても役立つ
- 役に立つ
- 役に立たない
- どちらでもない
- あまり役に立たない

Q あなたにとって最も興味深かった実験は？



- 所属学科の実験
- 所属学科以外の実験

図2 振り返りアンケートより

振り返りアンケートからは、学生が意欲的に実験実習に取り組んでいる様子、今後本格的に始まるであろう専門科目の授業・実験実習に対する期待が感じ取ることができ、前向きにとらえている。なお、興味関心の中で専門学科を決め受検を通過した新入生にとってでも、他学科の実験内容が興味深かったと感じてくれている割合が高いことは、5学科すべての実験実習を楽しんでくれた証であるように感じる。

多くの先生のご協力のもとで実現・実施させて頂いた工学基礎実験ではあるが、令和2年度以降の実施の形は記事を書いている現在も検討中であり、3年間実施した工学基礎実験の形から変化がありそうではある。ただ、今後も学生にとってより有益でやりがいのある時間であると共に、高専における将来の学びに結びつく知識や経験の獲得の場になるはずである。最後に、実験・実習の実施にご協力いただいた専門科目の先生方、技術職員・事務職員の皆さまにこの場をお借りし、御礼をお伝えさせて頂きたい。本当にありがとうございました。

トピックス

酵母を探します・見つけます・利用します

地元企業との共同研究と専攻科実験での利用

生物応用化学科 助教 今田 一姫 教育研究支援センター 技術専門職員 伊東 真由美

キーワード 酵母 スクリーニング 専攻科実験

はじめに

人間は大昔から微生物機能を利用してきた。酒類製造と製パンはその最古の例である。その発酵現象が、主に酵母 *Saccharomyces cerevisiae* (サッカロマイセス・セレビシエ) という微生物の働きによるものと解明されたのは、19世紀、天才科学者ルイ・パスツールによる。その他にも各地に根差す様々な微生物利用があり、その中での微生物の働きが明らかにされつつある。20世紀中頃から、目的に沿った有用微生物を見出し、利用する流れが急速に発展してきた。日本は資源が乏しいといわれているが、生物資源は豊富である。南北に長い国土と海岸線、深海、高山、火山がある変化に富んだ国土には、他種多様な微生物が存在する。それらを分離・利用することは、「新しいものづくり」であるといえる。

私たちは「自然環境中からの微生物の分離と利用」という技術を、学生実習の優れたテーマとして、生物応用化学科の学生実験や公開講座で実施している。本テーマでは、自然界に存在する多種多様な微生物群から、目的に沿ったものを選抜してくるスクリーニング過程を通して、論理的思考を実践的に学ぶことができる。

共同研究

平成30年、テクノプラザの企画する出前授業で株式会社伊勢之里の上島憲社長と意見交換をしたご縁で、「伊勢からの醸造微生物の分離と利用」というテーマで共同研究をスタートさせた。鈴鹿高専側が、自然豊かな伊勢地域の特色ある場所から、長い食経験を有し高い発酵能を示す出芽酵母 *S. cerevisiae* を分離し、株式会社伊勢之里が製品への利用を通して伊勢地域の付加価値向上に利用するというものであった。

酵母のスクリーニング

平成30年の5月と12月に、伊勢へサンプリングに出かけた。伊勢之里中西洋一氏の案内で、海、山、川を回り、植物、土壌、水など、約130サンプルを採取した。*S. cerevisiae* は花や果実、樹液

といった植物体の栄養豊富な部位に付着していると考えられているが、今回はこだわらずに、サンプリング対象を広げた。サンプルは直ちに高専に持ち帰り、酵母が選択的に生育するような液体培地に接種して培養を開始した。菌が増殖した頃合いで寒天平板培地上に塗布し、増殖によって生じる菌の集まり(コロニー)の発生を待った。それぞれのコロニーを単独で培養し、148株の酵母を分離した。分離菌株のコロニー形態からある程度絞り込み、遺伝子解析を経て、34株を *S. cerevisiae* として同定した。

専攻科実験での利用

今回 *S. cerevisiae* が得られた川底、海岸の砂、鉱物の露頭等は従来の常識を覆すような場所であり、興味深かった。当初より、得られた *S. cerevisiae* は伊勢之里、それ以外は鈴鹿高専が所有・利用すると取り決めたが、分離した *S. cerevisiae* 菌株を学生実験に使いたいと希望したところ、ご快諾いただいた。そこで専攻科1年生を対象に開講する実験の一つに「エタノールの合成実験」として取り入れることとした。内容は、今回得られた *S. cerevisiae* のうち25株について、エタノール生成能の検定と発酵生成物の官能試験を行うものである。エタノール生成能の検定は酒税法に抵触しない方法を考案した。官能試験は、希釈したジュースに酵母菌株を接種しアルコール発酵後、実際に口に含み風味を評価するものである。安全性と合法であることは次の条件で担保した。(1) *S. cerevisiae* は国際的に食品添加物として安全性が認められている。(2) 食品専用の培養器を使用する。(3) 発酵後のエタノール濃度が0.8%以下になるよう調製し、酒類ではない。専攻科生は実験手技が上手で、本実習で得られたデータは本格的な試験の予備実験としても信頼できるものであった。官能試験は任意としたが、ほぼ全員が行った。本実験の使用菌株が企業と共同で見つけたものであること、またこれらの発酵能を調べるのは本実験が初めてであることが、学生のモチベーション向上に繋がったようである。

鈴鹿高専テクノプラザ参加報告

「鈴鹿高専テクノプラザ企業人材育成講座報告」

鈴鹿工業高等専門学校

研究主事補

機械工学科 准教授

打田 正樹



今年度の鈴鹿高専テクノプラザ企業人材育成講座は、「ラズパイとマイコンで試すお手軽 IoT」というテーマで、私と電子情報工学科板谷年也先生、電気電子工学科橋本良介先生で担当させていただき、8名の企業の技術者様に参加していただきました。講座をお手伝いいただいた両先生、テクノプラザ事務局の方々、テクノプラザ会員企業様、また参加していただきました企業の技術者へ、の方々に紙面ではありませんが、厚く御礼申し上げます。

テクノプラザ企業人材育成講座は、テクノプラザ会員企業の技術者様を対象として毎年開講しているものです。今年度は、最近話題の IoT(Internet of Things)を取り上げました。これは様々なものをインターネットに接続し、データのやり取りや集約を行うもので、見える化が実現できるだけではなく AI 技術と組み合わせるとメンテナンスの自動化や業務の効率化等の様々なメリットの創出が期待できます。現在も新たな利用方法が次々に示され、IoT は将来的に大きな可能性を秘めたツールであることは言うまでもありません。その IoT システムとしては Microsoft Azure や Amazon AWS 等が有名ですが、日本国内のモノづくり系企業もその開発に取り組んでおり、大規模なもののみを取り上げても国内で約 30 種類の IoT システムがあり、世界に目を向けると約 50 のシステムが稼働しているといわれています。小規模なものまで含めると数百、数千種類になるかもしれません。しかし、それらの既存の IoT システムを導入する際には、選定の困難さ、さらには費用対コストの予測が困難であること等から、導入がすることが難しいことがあります。そこで、今回の講座では、低機能ではあるものの超低コストな IoT システムを構築しながら、IoT システムの概要を学ぶことで、他社の IoT システム導入時の予備知識を得ること、さらには IoT システム構築の足掛かりとすることを目的としました。

ここで、今回の講座内容をもう少し具体的に説明させていただきたいと思います。この講座では、BLE(Bluetooth Low Energy)機能を持った microbit というマイコンボードをエッジデバイスとし、Raspberry Pi をゲートウェイとしてインターネット上のサーバにデータを保存するという構成のものを構築しました。エッジデバイスとは IoT の末端に位置するセンサーや機器等のことで。今回は、それ自体が直接インターネットに接続する構成ではなく、BLE を介してゲートウェイがインターネットに接続する構成としました。そうすることで、低消費電力化や高いセキュリティーが見込めます。今回エッジデバイスとして用いた micro bit はイギリスの小学生に無償配布されているもので、プログラム言語の知識がなくてもプログラミングが可能なものです。また、ゲートウェイとして用いた Raspberry Pi

zero も 15 年前のデスクトップ PC とほぼ同じ性能を持つもので、インターネット上にあるサンプルプログラムを利用するのみで様々なことを実現することができます。最終的に、インターネット上のレンタルサーバに Raspberry Pi が保存したデータを参加者のスマートフォンでグラフ表示するというところを行いました。これらのハードウェアはどれも数千円で micro bit と Raspberry Pi zero を合わせても 5 千円で相当おつりがくるほどです。さらに、レンタルサーバもデータ量を削減するとほぼ無料で利用できるようです。さらに、今回の講座ではプログラムのコードをほとんど書くことなく、このシステムを実現しました。

現在、IoT, AI の流行に乗り、エッジデバイスやゲートウェイを実現する組込マイコン等の低下価格化が加速しています。この原稿を執筆している時点では 800 円程度で画像処理まで可能なカメラ付きのマイコンボードが登場し、その低価格化には驚くばかりです。さらに、従来であると有料であったプログラミング開発環境も無料で高機能のものが多数登場しています。

私が学生時代であった 20 年前には想像もつかなかったほど、様々なものが低下価格化、高性能化しており、アイデアを手軽に形にできる時代になっています。私自身非常に楽しい時代になったと考えます。もし、IoT や組み込みシステム等に興味がありましたらご一報いただけましたらと思います。

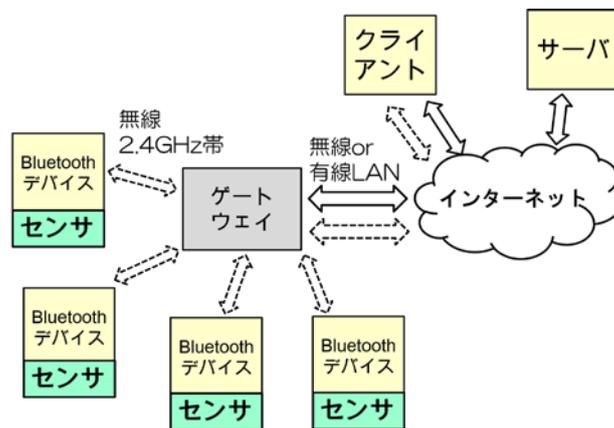


図 1 本講座で構築した IoT システムの構成

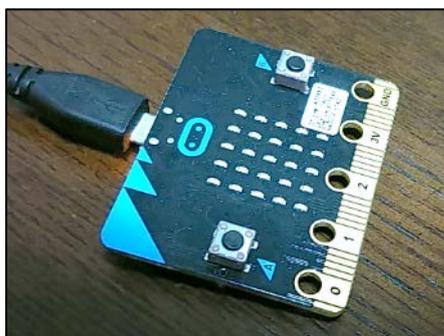


図 2 micro bit と BLE プログラム例

[研究者紹介] 粒子群最適化の並列計算アルゴリズムの開発

生田 智敬 (Chihiro Ikuta)

鈴鹿工業高等専門学校
電気電子工学科 助教
所属学会：IEEE

研究分野

ニューラルネットワーク
最適化アルゴリズム
非線形工学



使用・応用分野

1. データ解析
2. パラメータ最適化

キーワード

進化計算, メタヒューリスティクス, 最適化

1. 概要

最適化アルゴリズムのひとつである粒子群最適化 (Particle Swarm Optimization: PSO) ^[1] は鳥や魚が群れで移動する様子を基に開発された群知能アルゴリズムのある。群知能には、蟻コロニー最適化やホタルアルゴリズムといった手法があるが、そのなかでも PSO は非常に就職性が高いことで知られている。

PSO は、多数のエージェントが群れを構成しており各エージェントが速度(v)と位置(x)の情報を持っており、解空間を移動しながら解探索を行う。そのとき、群れ全体においてそれまで発見した中で最も優れた解がグローバルベスト(x_{gbest})として群れ全体に共有される。また、各エージェントが個別に発見した解の中で最も優れた解がローカルベスト(x_{pbest})として記憶される。この x_{gbest} 及び x_{pbest} に引き寄せられながら解空間を移動することで、より優れた解を発見していく。図 1 に示すように、現在の x_{gbest} に近づくように移動することで新しい解を発見することができる。

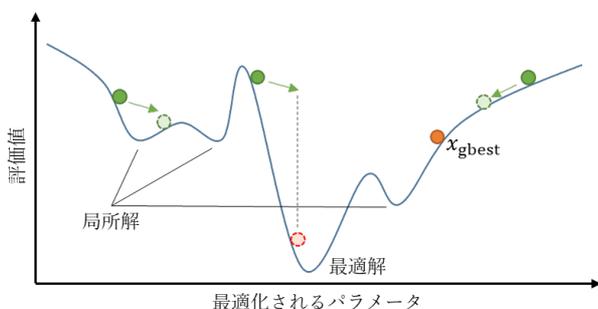


図 1 : 1次元 PSO のイメージ図

一般に、PSO は非常に高速に解探索が行えることが知られており様々な拡張アルゴリズムや応用方法が提案されている。しかし、多くの

最適化アルゴリズムと同様に局所解問題があり、十分な速度を有せず局所解に陥った時にそこから脱出することができない。

本研究では、エージェントを複数の独立したグループに分けそれぞれ個別に解探索を行う。一般的な PSO と同様に x_{gbest} 及び x_{pbest} を有しており、それぞれに引き寄せられながらエージェントが解空間を移動することで優れた解の発見を行う。さらに、それぞれ独立して実行されているグループ間において、一定のタイミングに置いてそれぞれの x_{gbest} の共有を行う。これを x_{obest} と定義し、 x_{gbest} と同様に扱う。ただし、 x_{obest} は決まったタイミングのみ更新が行われるため次に更新されるまでは、 x_{obest} の位置は変わらず同じ位置へ引き寄せられる。各 PSO グループは、独立して解探索を行っており、違う位置へ収束しようとするが x_{obest} が加えられることで、更新するたびに徐々にそれぞれの位置が近づいてくる。このように、解探索の初期では広い範囲の探索を行い、解が収束するに従いエージェントが集まり狭い範囲を探索することができる。さらに、局所解へ陥ったとしても x_{obest} に引き寄せられることで局所解から脱出できる可能性が高まる。また本アルゴリズムでは、それぞれの実行は完全に独立して行えるため複数のグループによる並列演算が可能である。その結果、使用メモリ帯域や計算速度の改善が期待できる。実際に、PSO と並列化 PSO をベンチマーク関数に適用しその学習の違いについて紹介する。

2. 並列化 PSO

(1) PSO

一般的な PSO は以下の式に従って位置の更新を行う。

$$\begin{cases} v(t+1) = w(t)v(t) + C_1 \text{rand}() [x_{g\text{best}} - x(t)] \\ \quad + C_2 \text{rand}() [x_{p\text{best}} - x(t)] \\ x(t+1) = x(t) + v(t+1) \end{cases} \quad (1)$$

ここで、 $\text{rand}()$ は0~1の範囲の乱数を生成する関数であり定数 C_1 , C_2 を最大値として $x_{g\text{best}}$ と $x_{p\text{best}}$ へ近づく距離を決定する。 w は慣性項と呼ばれ、速度を保持する役割を果たしている。 x はエージェントの位置を表しており、最適化すべきパラメータをすべて含んだ次元配列となっている。速度 v も同様に最適化すべきパラメータと等しいサイズの1次元配列であり、この v に従ってエージェントは移動する。なお、プログラムの実行の最初に x , v はそれぞれランダムに初期化される。

(2) 並列化 PSO

並列化 PSO は以下の式にしたがって位置の更新を行う。

$$\begin{cases} v(t+1) = w(t)v(t) + C_1 \text{rand}() [x_{g\text{best}} - x(t)] \\ \quad + C_2 \text{rand}() [x_{p\text{best}} - x(t)] \\ \quad + C_3 \text{rand}() [x_{o\text{best}} - x(t)] \\ x(t+1) = x(t) + v(t+1) \end{cases} \quad (2)$$

一般的な PSO に対して C_3 という新たな項を追加している。この $x_{o\text{best}}$ は一定の位置更新回数毎に書き換えられるため、一度設定された $x_{o\text{best}}$ に一定回数引き寄せられながら移動する。このように、現状における最適ではない位置を参照しながら位置更新を行うことで局所解の影響を緩和することができる。図2は、3つのグループを並列化してPSOを実行する例である。 $x_{o\text{best}}$ をループ状に交換するように設定することで、更新式をグループの数に関係なく利用することができる。

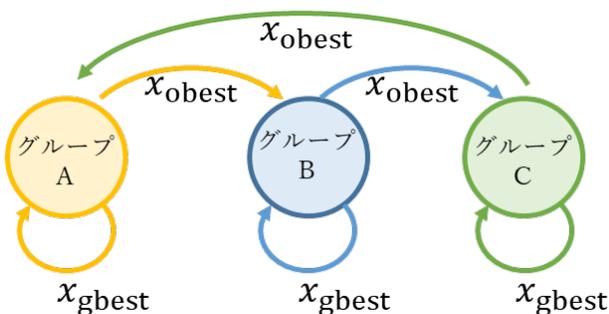


図2：3グループで並列に解探索を行う場合のPSOの構成例

3. 実験

一般的な PSO と並列化 PSO の比較を行う。実験の条件は、試行回数 20 回、位置の更新回数 10000 回、粒子数 30 個、 $C_1 = C_2 = 2.0^{[2]}$, $C_3 = 0.1$ として実験を行った。最適化の対象としては、最適化問題の解探索能力を比較するのによく用いられる目的関数を使用する。なお、 f_1 : Sphere function, f_2 : Rosenbrock function, f_3 : Rastrigin function, f_4 : Ackely function である。また、各目的関数の次元数 (パラメータ数) を 30 としている。表 1 に実験結果を示す。各目的関数の最適解は 0 となるため、より 0 に近い結果が良い解と評価できる。 f_1 及び f_2 は単峰性関数と呼ばれる局所解の存在しない関数である。そのため、すべての粒子が $x_{g\text{best}}$ に引き寄せられる一般的な PSO が優れた結果を得ている。対して、並列化 PSO は、 f_3 と f_4 の多峰性関数で優れた結果を得ている。多峰性関数は、多数の局所解を有した関数であるため、 $x_{o\text{best}}$ によって局所解を脱出しより優れた解を探索できていることがわかる。

表 1 : 実験結果

関数	PSO	並列化 PSO
f_1	$2.4 * 10^{-68}$	$1.1 * 10^{-16}$
f_2	$3.7 * 10^0$	$1.8 * 10^1$
f_3	$6.2 * 10^1$	$9.9 * 10^0$
f_4	$7.1 * 10^0$	$9.9 * 10^{-15}$

4. 今後の展開

並列化 PSO は、実装面においてエッジコンピュータで利用することを考えて開発を行っている。非力なエッジコンピュータ上でも大規模な最適化アルゴリズムが実行可能となることにより、データ解析を簡便に行うことができる。とくに IoT 端末としてエッジコンピュータの利用が進んでいることから、エッジコンピュータ上においてデータの取得から解析まで行えるシステムの構築を目指し研究を行っている。

5. 参考文献

[1]R.C. Eberhart, J. Kennedy, "A New Optimizer Using Particle Swarm Theory," proc. of the Six International Symposium on Micromachine and Human Science, pp.39-43, 1995.
 [2]Q. Bai, "Analysis of Particle Swarm Optimization Algorithm," Computer and Information Science, vol.3, no.1, pp.180-184, 2010.

[研究者紹介] 多目的進化ゲームに基づいた分配規範モデル

桑野 一成 (Kuwano, Issei)

鈴鹿工業高等専門学校

教養教育科 講師

所属学会：日本数学会，日本 OR 学会，
数理社会学会

使用・応用分野

1. 社会制度設計
2. 集団現象の分析

研究分野

凸解析

ゲーム理論



キーワード

1. 多目的計画問題
2. 進化ゲーム

1. はじめに

進化ゲームに基づいた社会規範の発生基盤の分析は、Axelrod らによって導入され、非常に有効な分析ツールとして用いられている([1])。亀田らは、分配ルールを戦略とした、進化ゲームによる分配規範モデルを考案した([2])。このモデルでは、各個体が資源を得られる確率や、個体間の闘争の勝敗確率に差がない状況を想定し、共同分配(資源を各個体に均等に配分する)が進化的安定戦略(ESS)になることを示している。これは協力ゲームや交渉ゲームで言うところの貢献度や交渉力に個体間での差がない状況を考えており、共同分配規範が発生するという結論は自然な結果と言える。一方で、現実には資源獲得能力には差があり、そのことが分配ルールに影響を及ぼすと考えられる。

そこで[3]において、個体に獲得能力(貢献度)の高いタイプ(H)と低いタイプ(L)が混在している状況を想定した、多目的ゲームとしてのモデルを提案した。本稿ではその内容と、得られた結果について紹介する。

2. 多目的進化ゲーム

$S = \{1, 2, \dots, N\}$ を純戦略集合とし、 S 上の混合戦略集合を

$$\Delta = \{x \in R_+^N \mid \sum_{i=1}^N x_i = 1\}$$

と表記する。また、 $U: \Delta^2 \rightarrow R^n$ を戦略の組み合わせ $(x, y) \in \Delta^2$ に対する期待効用関数とする。加えて、半順序 $\leq_{R_+^n}$ を次のように定義する：

$$x \leq_{R_+^n} y \leftrightarrow y - x \in R_+^n$$

多目的ゲームではベクトル同士を比較する

ため、通常の1目的ゲームで用いられる全順序 \leq を、半順序 $\leq_{R_+^n}$ を用いて拡張した形で定義するのが一般的である。以下は、1目的の進化ゲームにおける進化的安定戦略を多目的ゲームに拡張した、多目的進化ゲームにおける解の定義である。

定義 2.1

戦略 $x^* \in \Delta$ が、

- ① 広義の進化的安定戦略：任意の戦略 $y \in \Delta$ に対し、ある $\varepsilon \in (0, 1)$ が存在して、

$$U(x^*, (1 - \delta)x^* + \delta y) \\ \leq_{R_+^n} U(y, (1 - \delta)x^* + \delta y)$$

が任意の $0 < \delta < \varepsilon$ について成り立つ。

- ② 狭義の進化的安定戦略：任意の戦略 $y \in \Delta$ に対し、ある $\varepsilon \in (0, 1)$ が存在して、

$$U(x^*, (1 - \delta)x^* + \delta y) \\ \leq_{\text{int}R_+^n} U(y, (1 - \delta)x^* + \delta y)$$

が任意の $0 < \delta < \varepsilon$ について成り立つ。

ただし、 $\text{int}R_+^n$ は R_+^n の位相的内部を表す。狭義の進化的安定戦略は、 $U = (U_1, \dots, U_n)$ の全ての U_i に対して ESS となることを意味している。一方、広義の進化的安定戦略は、ESS の多目的への自然な拡張ではあるが、どの U_i に対しても ESS とならない可能性がある。

3. 分配規範モデル

ここでは、獲得した資源 V を集団内で分配するという状況を考える。純戦略集合 $S = \{\text{共同分配}, \text{貢献度}\}$ の上で定義される混合戦略 $x \in \Delta$ について、以下のルールと表記に基づいた多目的進化ゲームを行い、集団内でどのような分配規範 (x) が導かれるかを考察する。

- ① ある戦略 $x \in \Delta$ に従う集団 $B(x)$ に、 $y \in \Delta$

に従う集団 $I(y)$ が侵入してくる状況を想定する。ただし、 $B(x)$ および $I(y)$ 内には、資源獲得に対する貢献度の高い個体 (H) と低い個体 (L) が混在している。 $B(x)$ と $I(y)$ における個体 H と L の比率は同じとする。

- ② 同じ貢献度の場合は、同じ効用関数を持ち、同じ行動を選択する。また、いずれの個体も合理的であると仮定する。
- ③ 集団 $B(x)$ における個体 i ($i = H, L$) の数を $N_B(i)$ 、全ての個体の数を N_B と表記する。集団 $I(y)$ の場合は、 B を I に置き換えて表記する。なお、ここでは $N_*(H) < N_*(L)$ と仮定する。
- ④ 個体 i の貢献度を V_i とする。ここでは、以下が成り立つと仮定する：

$$V_L < \frac{N_L V_L + N_H V_H}{N} < V_H$$

- ⑤ 戦略 $x = (x_1, x_2)$ に従うときの個体 i に分配される資源量は

$$M_i(x) = x_1 \frac{V}{N} + x_2 V_i$$

と定義する。ここで、 $x_2 = 1 - x_1$ であることから、以降は $\Delta = [0, 1]$ とし、混合戦略 x は $\frac{V}{N}$ が配分される資源量に占める割合を表すと考える。

- ⑥ 通常の進化ゲームと同様に、戦略 x に従う個体 i が、戦略 y に従う個体 j とランダムに出会う状況を想定する。ここで、互いに「自身の戦略を主張する」か「相手の戦略に従う」のいずれかを選択する。互いに異なる戦略を選択した場合は闘争が起こる。
- ⑦ 闘争に勝つ確率はいずれの個体も $1/2$ とし、負けた方は勝った方の戦略に従うことになる。さらに、闘争コスト C を負う。
- ⑧ 以上から、戦略の組み合わせ $(x, y) \in \Delta^2$ に対する個体 i の期待効用は
- $$U_i(x, y) = P_x(x, y)M_i(x) + P_y(x, y)M_i(y) + \frac{1}{2}P(x, y)(M_i(x) + M_i(y) - C)$$
- ただし、 $P_x(x, y)$ は、互いに戦略 x を選択

する確率、 $P_y(x, y)$ は、互いに戦略 y を選択する確率、 $P(x, y)$ は互いに異なる戦略を選択する確率を表す。紙面の関係で、それぞれの計算式は省略するが、戦略と人数比に依存して決まる。

- ⑨ $B(x)$ に $I(y)$ が侵入してきたときの、戦略 x に対する期待効用は

$$U(x, y) = (U_L(x, y), U_H(x, y))^T$$

4. 結果

効用関数の連続性から、広義の進化的安定戦略が存在するのは明らかである。また、先のルールに基づいたシミュレーションから、概ね次のような結果が得られている。

- ① H と L のコストが同じ：
- (ア) コストが高い：概ね $x=0.5$ が狭義の進化的安定戦略となる
- (イ) コストが低い：狭義の進化的安定戦略は存在しない
- ② H と L のコストが違う：コストが低い方の期待効用を最大にする戦略が、狭義の進化的安定戦略となる

5. おわりに

個体差がある状況では、共同分配 ($x=1$) が進化的安定戦略となるのは、H の闘争コストだけが極端に大きい場合に限られる。一方で闘争コストが下がると、安定しない状況が見られた。これらの結果から、先行研究のモデルより汎用性のあるモデルになっていると考えられるが、モデルの妥当性を含め、まだ十分な検証はできていない。各種定義式の妥当性、学習行動を考慮した貢献度の算出方法などの検証が今後の課題である。

6. 参考文献

- [1] R. Axelrod, *An Evolutionary Approach to Norms*, The American Political Science Review, Vol. 80, No. 4, pp. 1095-1111 (1986)
- [2] T. Kameda, M. Takezawa, and R. Hastie, *The Logic of Social Sharing: An Evolutionary Game Analysis of Adaptive Norm Development*, Personality and Social Psychology Review, Vol. 7, No. 1, pp. 2-19 (2003)
- [3] 桑野一成, 多目的ゲームに基づいた分配規範モデル, 第 61 回自動制御連合講演会論文集, 2018

令和元年度 産学官連携活動実績報告

◆鈴鹿高専テクノプラザ総会

(令和元年5月24日、本校)

- 産学官協働研究室の設置とそれを活用した工学教育
電気電子工学科 教授 横山 春喜
- カーボンナノチューブを使用した複合材料の機能・特性評価
機械工学科 教授 民秋 実
- ロボットを活用して地域の課題解決を目指す実践的技術者育成教育
～塗膜耐久試験片搬送ロボットの開発～
電子情報工学科 准教授 板谷 年也

◆こどもエコラボ

「めざせ! Dr. Eco (ドクター エコ) 発電と材料の実験」

(令和元年6月22日、四日市公害と環境未来館)
材料工学科教員チーム

◆鈴鹿市ものづくり産業支援センター 人材育成「リーダー研修」

(令和元年6月29日、本校)

- 次世代生産技術に見る機械の知能化の実際とICT活用による仕事の見える化
機械工学科 教授 白井 達也
教育研究支援センター 技術専門職員 真伏 利史
- 金属と熱処理の基礎と演習
材料工学科 准教授 黒田 大介
教育研究支援センター 技術専門職員 真伏 利史
- プロジェクト活動における苦労話(リーダーシップ、チームワーク等)
機械工学科 教授 白井 達也
材料工学科 准教授 黒田 大介

◆みえ産学官技術者連携研究会総会および三重県工業研究所事業成果発表会

(令和元年7月31日、プラザ洞津)

- 展示タイトル「産学官協働研究室からイノベーション工学研究センターへ～鈴鹿高専今後の産学官連携の方向性～」
材料工学科 教授 兼松 秀行
- 展示タイトル「4次元ピンポイント渦電流法によるCFRTPの剥離修復技術の開発」
電子情報工学科 准教授 板谷 年也

◆化学・プロセス産業基礎講座

(令和元年8月～10月 5回開催、三重県産業支援センター)

- 化学工学理論
生物応用化学科 嘱託教授 澤田 善秋

◆みえアカデミックセミナー

(令和元年8月17日、三重県生涯学習センター)

- 筋肉のお話し
教養教育科(物理) 嘱託教授 田村 陽次郎

◆鈴鹿市青少年育成協議会夏休みモノづくり体験教室

(令和元年8月18日、鈴鹿市文化会館)

- 楽しい電子回路づくり
電気電子工学科教員チーム

◆第6回 SUMS-NITS医工連携研究会

(令和元年8月23日、本校)

- 巨大単一膜ベシクルを用いた抗菌性ペプチドやフラボノイドと脂質膜相互作用の研究フロー・マイクロ合成
教養教育科(物理) 准教授 丹波 之宏

◆リコチャレ「ものづくり体験」

(令和元年8月24日、鈴鹿市男女共同参画センター)

- 高分子を使った液晶づくり、液体窒素を使ったおもしろ実験など
生物応用化学科教員チーム

◆イノベーション・ジャパン2019—大学見本市

(令和元年8月29日～30日、東京ビックサイト)

- 展示タイトル「バイオフィルム形成抑制を有した可視光透過性膜の防汚性効果」
材料工学科 講師 幸後 健
- 展示タイトル「水素分離合金膜および固体酸触媒の機能設計と先端材料分析技術」
材料工学科 教授 南部 智憲

◆鈴鹿高専テクノプラザ企業人材育成講座

(令和元年9月3日 本校)

- 組み込みシステムに関わる座学と学習「ラズパイとマイコンで試すお手軽IoT」
機械工学科 准教授 打田 正樹
電子情報工学科 准教授 板谷 年也
電気電子工学科 助教 橋本 良介

◆すずか市民アカデミー『まなべル』未知との遭遇～学びの楽しさ再発見～

～映画技術論入門～黒澤映画の魅力～

(令和元年10月26日、本校)

- 映画技術論入門 ～黒澤映画の魅力～
電気電子工学科 助教 橋本 良介
- 英国小説『嵐が丘』の不思議な魅力
(令和元年11月16日、本校)
教養教育科 講師 古野 百合

◆SUZUKA産学官交流会ミッドテクノロジーサロンI

(令和元年10月29日 本校)

- 会員企業が抱える課題解決に向けた技術提案
機械工学科 教授 末次 正寛
電気電子工学科 教授 横山 春喜
電子情報工学科 教授 伊藤 明
機械工学科 准教授 白木原 香織
材料工学科 准教授 黒田 大介
教育研究支援センター 技術専門員 中村 勇志

◆技術交流会inデンソー

(令和元年11月5日～6日 (株)デンソー本社)

- 展示タイトル「使用環境に対応した新規材料の設計開発」
材料工学科教員チーム

◆鈴鹿高専テクノプラザ企業交流会

(令和元年11月18日、本校)

- 食塩だけではダメなのか?カニの生存に対する海水中のイオンの役割
生物応用化学科 准教授 山口 雅裕

◆四日市市環境フェア

(令和元年12月7日、じばさん三重)

- 材料工学科の環境に関する体験学習
材料工学科教員チーム

◆SUZUKA 産学官交流会ミッドテクノロジーサロンⅡ

(令和元年12月23日 本校)

- ・会員企業が抱える課題解決に向けた技術提案

機械工学科	教授	末次 正寛
電気電子工学科	教授	横山 春喜
電子情報工学科	教授	伊藤 明
機械工学科	准教授	白木原 香織
材料工学科	准教授	黒田 大介

◆近畿地区高専等マッチング交流会

(令和2年1月18日、クリエイション・コア東大阪)

- ・展示タイトル「材料工学科の教員研究シーズ紹介」、
モニター展示「共同研究推進センター材料分析室紹介」

材料工学科教員チーム

◆鈴鹿市ものづくり企業交流会

(令和2年1月19日、鈴鹿ハンター)

- ・展示タイトル「材料工学科～個性あふれるマテリアルサイエンティストがものづくりを支援します～」
モニター展示「共同研究推進センター材料分析室紹介」
材料工学科教員チーム

◆第7回 SUMS-NITS医工連携研究会

(令和2年2月6日、鈴鹿医療科学大学)

- ・人工ニューラルネットワークに対する生物学的アプローチ
電気電子工学科 助教 生田 智敬

行事予定

令和2年3月5日(木)

◆鈴鹿高専せれんでクラブ講演会 (本校)

- ・社会分析のための数理モデル

教養教育科(数学) 講師 桑野 一成

令和2年5月29日(金)

◆鈴鹿高専テクノプラザ 総会 (本校)

編集後記

鈴鹿高専技術便り第19号では、本校が平成29年度から継続しております「卓越したグローバルエンジニア育成事業」について、その全体像と「工学基礎実験」の取り組みをご紹介しました。また、トピックスとして、地元企業との共同研究を本校専攻科の学生実験へ結びつける取り組みをご紹介しました。加えて、本校テクノプラザにおける企業人材育成講座についてご報告しました。研究者紹介では、近年着任いたしました若手教員の研究をご紹介しました。

今後とも、この鈴鹿高専技術便りを通じて本校の取り組みを皆様へ発信して参ります。それが、産学官の共同研究推進の一助になれば幸いです。ご意見やご感想、ご相談などございましたら、下記問い合わせ先までご連絡ください。(森育子、電子情報工学科准教授)

お問い合わせ・ご質問・ご要望は下記までお願いします。

〒510-0294 三重県鈴鹿市白子町

独立行政法人国立高等専門学校機構 鈴鹿工業高等専門学校 総務課

TEL 059-368-1717 FAX 059-387-0338 E-mail:sangaku@jim.suzuka-ct.ac.jp