

NIT, Suzuka College



# Technology Newsletter

鈴鹿高専技術便り

第 16 号

## 養成すべき人材像

鈴鹿工業高等専門学校副校長  
井瀬 潔



国立大学を 3 グループ（「世界最高水準の教育研究ができる大学」、「特定の分野で世界的な教育研究ができる大学」、「地域活性化の中核となる大学」）に分類する動きがあり、また、高校に専攻科を設置する動きが出てきています。大学では強みを伸ばすことを目的にしたグループ化であるが、毎年の評価を考えると「地域の中核」としての大学が多数となることが予想され、また、高校ではさらに高度な学習をするための専攻科で、5年一貫教育を狙っています。すなわち、大学、高校とも高専化の動きがあるといえると思います。

こういう時代にあって、今まさに、今後、高専がどういう人材を輩出していくのかが問われています。高専創立当時の「中堅技術者」の養成から、技術の急速な高度化を背景に平成になって生産部門では「中核的・指導的技術者」、研究部門でも「企画設計、応用開発研究を担う技術者」として高い位置づけに変わってきていますが、これからは、イノベーションを起こす人材の排出こそ、高専の目指す役割と考えます。

高専は、学校の規模は小さいが複数の学科をもち、本科では集中して専門を勉強することができ、さらに専攻科では出身学科以外の学科の勉強をするとともに、異種の学科出身者でグループを作って、新たな価値を創造するチーム作業を経験することができます。こんなことは大学では難しい。高専では規模の小ささを良いほうに作用させることができる。ひとつのことを深く修めながら他の分野もある程度わかる、太い幹をもっていてしかもいろいろな種類の枝を伸ばしている、そういう人材は高専でしか育てられない。技術の高度化に加え、技術を融合・複合して使用することが必須となっている現代にはこういう人材がなくてはならないし、こういう人材が広い視野から新たな価値を創造できると思っています。

これからも他の教育機関では輩出できない人材を養成していきたいと思っています。

### 目次

養成すべき人材像（井瀬 潔）	1
鈴鹿高専における男女共同参画への取組（井瀬 潔・白木原 香織）	2
鈴鹿高専を拠点とする「社会ニーズを踏まえたロボット人材の育成事業」（江崎 尚和・藤松 孝裕）	3
次世代水素エネルギーキャリアからの高純度水素精製用金属膜の開発（南部 智憲）	5
鈴鹿高専テクノプラザ 『企業交流会』に参加して（船越 邦夫）	7
研究者紹介 有浮力水着が子どもの泳能力に与える効果（宝来 毅）	9
研究者紹介 情報通信ネットワークを支える誤り訂正符号（森島 佑）	11
研究者紹介 EQCM を用いた <i>in-situ</i> なバイオフィルム測定評価の試み（幸後 健）	13
お知らせ、行事内容、編集後記	15

## 鈴鹿高専における男女共同参画への取組

鈴鹿工業高等専門学校  
男女共同参画室室長  
電子情報工学科 教授  
井瀬 潔



鈴鹿工業高等専門学校  
男女共同参画室副室長  
機械工学科 准教授  
白木原 香織



鈴鹿高専では、平成 20, 21, 23, 24, 25 年度の 5 ヶ年において、文部科学省、JST 委託事業「女子中高生の理系進路選択支援プログラム」に採択されており、女子中高生に向けた講演会、体験教室および職場訪問の企画運営を行い、実施体制の確立やノウハウ・人財を蓄積してきた。しかしながら、これらの企画は外部に向けた進路選択支援であり、本校学生のキャリア教育としての取組みには至っていないのが現状である。平成 26 年度からは、高専機構「男女共同参画推進モデル校」に採択されており、JST 事業で蓄積した多分野の業種・職種で活躍されている理系女性のキャリアおよびメッセージを本校女子学生に届けることで、自らの将来像を具現化するきっかけを与え、この学生達が女性研究者・技術者の道へと進む支援をすることを目的に、講演会の開催や環境の整備を行っている。また、キャリア教育を受けた本校女子学生は、女子中学生の最も身近なロールモデルとして志願者増加の取り組みにも参加しており、公開講座やオープンカレッジ等で女子学生 TA として、中学生や保護者の進路選択や将来への不安を低減・払拭する、「知る」きっかけ・機会を提供している。

平成 26 年度は大きな柱として 2 つの取組を行った。1 つ目は「女子学生のキャリア教育・支援」として高専女子フォーラム in 東海北陸で 4 件（7 名）のポスター発表に挑戦した（図 1）。このフォーラムは中学生に対してのみの発表ではなく、企業の方に高専教育や研究内容などを紹介する機会であり、キャリア教育としては大きな成果を上げたと言える。2 つ目は「理系中学生応援プロジェクト」である。鈴鹿高専オープンカレッジ内で“英語による楽しい科学実験”と“理系のたまごカフェ”を企画し、女子学生が TA として活躍した。特に“理系のたまごカフェ（学生サポーター相談室）”では、相談員が学生だからこそその質問も多数あり、教員が行う入試相談では聞きにくい内容のものが含まれていることが特徴的であった（図 2）。

環境整備面においては、寮の耐震改修によって建設されたイノベーション交流プラザ内に、男女共同参画推進の拠点として男女共同参画エリアが新設され、今後はキャリアガイダンスやワークショップなどを積極的に開催していく予定である。



図 1 高専女子フォーラムでのポスター発表



図 2 理系のたまごカフェの様子

## 鈴鹿高専を拠点とする「社会ニーズを踏まえたロボット人材の育成事業」

鈴鹿工業高等専門学校  
 運営統括責任者  
 材料工学科 教授  
 江崎 尚和



鈴鹿工業高等専門学校  
 運営統括副責任者  
 機械工学科 教授  
 藤松 孝裕



### 【本事業の背景】

18世紀後半の蒸気機関の発明による第1次産業革命、電気の活用による第2次産業革命、ITや産業用ロボットの活用による第3次産業革命により、ものづくり産業は飛躍的な発展を遂げてきました。そして現在、ロボットやAI (Artificial Intelligence の略, 人工知能), IoT (Internet of Things の略, モノのインターネット化) といった最新の技術を駆使して、すべてのものづくり工程を人の手を介さずに自動化する「第4次産業革命」に注目が集まっています。

日本でも世界の中でのイニシアティブをとるべく、2014年の「日本再興戦略」の中で『イノベーションの推進とロボット革命』ーロボットによる社会的課題の解決と新たな産業革命ーを打ち出しています。また、その実現のため、ロボット革命実現会議が開催され、その戦略や分野ごとのアクションプランが「ロボット新戦略」として2015年1月に経済産業省から発表されました。

このような社会背景の中、文部科学省は、企業からの評価の高い高専を対象に、ロボット、情報セキュリティ、航空機整備の3部門について教育プログラムを立上げる計画を発表しました。全国高専の中から各部門のモデル校を選定し、その成果を全国高専に展開して行く計画になっています。その中で、ロボット関連分野である「社会ニーズを踏まえたロボット人材の育成事業」に、全国高専の中から拠点校として本校が採択(平成27~29年度)されました。これにより、本校は、全国高専に先駆け、日本初のロボットエンジニアを育成するための教育プログラムを構築することになりました。採択された理由は種々考えられますが、最近の高専ロボコンでの活躍で名が知られるようになったこともあるでしょう。また、地元のSUZUKA産学官交流会と連携したロボットテクノロジー研究会の実施実績なども評価されたものと考えています。

モデル校としての選定を受けて、学内では新田校長を事業責任者とする実施組織が整備され、事業を進める中心的役割を担った「ロボット人材育成事業推進委員会」が組織されました。また、この事業の取り組みに賛同・協力して頂くことができる連携校の募集を行い、函館、釧路、東京、舞鶴、奈良、和歌山、松江、北九州の8校が選定され、本事業に取り組む体制が立ち上がりました。9月16日には鈴鹿高専を会場に、連携校が一同に会して本事業のキックオフ会議が開催されました。

### 【事業の内容について】

この事業では、ロボット開発ができる技術者を育成することのできる教育カリキュラムや教材を開発することを主な目的としています。ロボット開発に必要な知識や技術は何なのかを明確にしながら、それを効果的に身に付けられる教育プログラムを構築していきます。また、実際にそれに沿った教育を実践することにより、その効果や有効性、評価方法の検討までを行います。最終的には構築したロボット教育プログラムを

全国高専に普及させることを目標としています。

連携校とともに行う内容は、① ロボット技術に関連した座学系および実験・演習系コンテンツの作成（開発する教育コンテンツは電子媒体でオープンコンテンツ化し、全ての国立高等専門学校において利用できる形態とする）、② 地域社会課題解決型演習プログラムの開発と実践（地域・産業界からの要望に対応するロボットの提案・製作）であり、ロボット技術に関連する社会ニーズアンケートを実施しつつ、各プログラムの改善を行い、社会ニーズによりマッチングした教育プログラムの作成を目指しています。

また、鈴鹿高専では、上記に加えて、① ロボットおよび基礎的なロボット技術を用いたアプリケーションを学内に提供することでロボット技術を身近に感じる環境づくりを目指した「校内ロボット化」や②ロボット関連基礎知識の向上だけでなく、学生自身の積極性・協調性・思考力向上を目的とする合宿形式の「他高専学生との共同教育」の実施を予定しています。

### 【今年度実施済みイベント例】

ロボット技術者育成事業を継続的に実施するために重要なことは、対象となる学生のロボットへの興味を喚起すること、いわゆる導入教育です。モデル校の採択を受けて間もない5月20日には、第1～3学年（約600名）を対象にしたロボット講演会を実施しました。アルデバランロボティクス株式会社の小型ヒューマノイドロボット NAO がロボット開発と本校5学科の専門分野とのつながりをわかりやすく説明する等、楽しい講演を行って頂きました（図1）。また、その第2部として、希望者約100名を対象に、受講者自らのプログラミングにより NAO を動かす touch&try も実施して頂きました。

さらに、8月29日～9月3日には、第3学年の希望者21名に対して、ソフトバンクモバイル株式会社（ロボット全般およびAI関連の講義）、アルデバランロボティクス株式会社（プログラミング演習とロボット製作）、ニュアンスコミュニケーション株式会社および大阪工業大学（音声認識に関する講演と演習）、インテル株式会社（SoC 全般と Edison を使った演習）から講師を招いて、ロボット技術に関する講演や演習を行いました（図2）。

以上、本校を拠点とする「社会ニーズを踏まえたロボット人材の育成事業」について、その背景や事業の全体的な概要、これからの推進計画などについて紹介をさせて頂きました。本校はモデル校として中心的役割を果たす必要があるためその負担は大きいですが、今後はロボット教育の先進校として全国高専をリードすることになります。この事業を機会に、ひとりでも多くの学生がロボット技術に関心を持ってくれることを期待しています。



図1 ロボット講演会（5月20日）



図2 プログラミング演習（8月29日）

## 次世代水素エネルギーキャリアからの高純度水素精製用金属膜の開発

鈴鹿工業高等専門学校

材料工学科 准教授

南部 智憲



### 1. CREST 事業の採択について

科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業である CREST の研究領域「再生可能エネルギーからのエネルギーキャリアの製造とその利用のための革新的基盤技術の創出」に、物質・材料研究機構（NIMS）、太陽鋳工（株）、名古屋大学、大分高専そして鈴鹿高専がチームを組んだ研究課題名「バナジウム系合金膜による次世代エネルギーキャリアからの革新的水素分離・精製基盤技術の創出」が採択されました。5年半（2014年10月～2020年3月）を研究期間とし、総額2億6千万円のプロジェクトがスタートしました。

このプロジェクトでは、水素を高速に透過する機能を有するバナジウム（V）系合金膜を用いて、アンモニアあるいはメチルシクロヘキサン（MCH）に代表される次世代エネルギーキャリアからの水素分離に最適な革新的水素分離・精製システムを開発することを目標としています。この目標を達成するために、アンモニアや MCH を燃料とする混合ガス中での V 系合金膜の水素化特性、機械的耐久性性能、および水素分離性能を定量評価し、次世代エネルギーキャリアからの水素分離に最適化した V 系合金膜を設計開発します。鈴鹿高専の役割は設計した合金膜の水素分離・精製能力を定量評価することであり、設計合金膜を用いて実際にアンモニア分解ガスから水素のみを分離・精製する試験を実施しています。V 系合金膜によるアンモニア分解ガスからの水素分離・精製は世界初の試みであり、すでに超高純度の水素精製に成功したデータが得られています。

### 2. 合金膜による水素分離とは

一般的な膜分離法では、膜に設けられた細かい孔を利用して、孔サイズより大きい物質と小さい物質とを分離する、あるいは特定の物質のみが吸着する素材で膜を構成し、吸着する物質と吸着しない物質とを分離しています。例えばコーヒーを煎れる際には、紙フィルターの孔サイズを利用して挽いた豆と抽出されたコーヒーとを分離しています。あるいは浄水器では、水道水中に溶解している不純な物質をフィルターに吸着させて水を綺麗にしています。当然のことながら、コーヒー豆を細かく挽きすぎるとコーヒーが濁ったようになりますし、浄水器では吸着されずに流れていく不純物もあるでしょう。すなわち、これらの分離方法では、完全な分離ができないことを容易に想像できます。

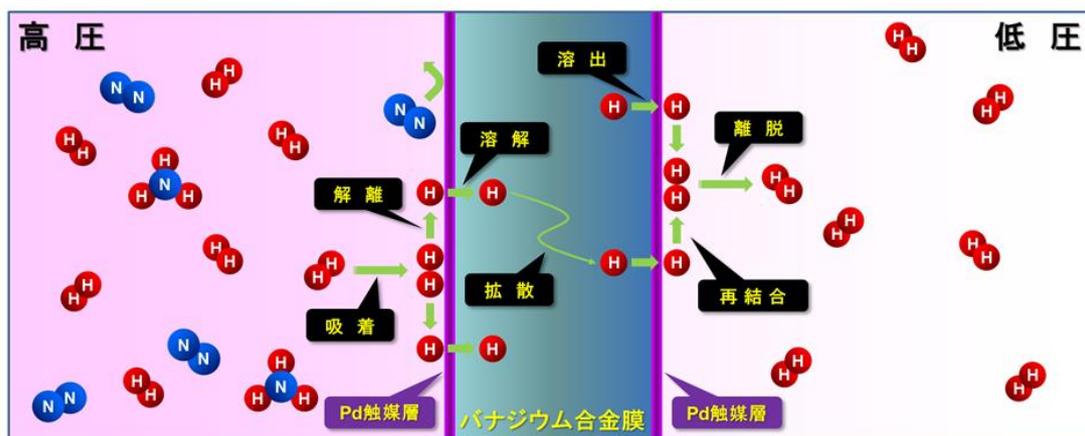


図1 水素透過反応の模式図

一方、合金膜の機能を活用した水素分離では、全く異なる機構で水素のみが分離されます。合金膜による水素分離反応の模式図を図1に示します。合金膜を介して左側の表面では、水素分子が水素原子へと解離し、合金膜の中へと溶解していきます。溶解した水素原子は金属原子で構成される格子の隙間を通り抜け、図中の右側表面で再び水素原子同士が結合し、水素分子となって脱離します。水素原子が金属の中に溶けるといふ反応と、金属の中を高速に拡散するという反応を利用して、水素のみを分離しています。水素以外の原子では金属中に溶解し、高速に拡散する反応を生じないため、理論的には水素の絶対分離が実現します。水素分子の吸着、解離、溶解、拡散、溶出、再結合、脱離と、膜を通り抜けるまでに様々な工程を要します。一見、大変時間がかかりそうに見受けられますが、競合技術である細孔を利用した分離膜よりも高速に水素が分離され、かつ高純度の水素が得られるという優位性を持っています。

### 3. 研究の位置づけと今後の展開

日本では、世界に先駆けて量産型燃料電池自動車（FCV）の販売が開始されました。しかしながら、FCVに燃料水素を供給するためのステーションの建設が遅れています。また、燃料水素の製造コストが高く、ガソリンと競合するにはさらなる技術革新を必要としています。FCVでは、燃料電池の寿命に大きな影響を及ぼすことから、燃料水素の品質が規格化されています。純度は99.97%以上と、一見それほど高いようには見受けられませんが、例えば、全炭化水素2ppm以下、アンモニア0.1ppm以下、一酸化炭素0.2ppm以下、二酸化炭素2ppm以下など、不純物の濃度が成分毎に定められています。この品質を維持しながら大量の水素を製造しなければならず、従来技術では製造コストが高くなってしまいます。また、現在工業的に利用されている水素は天然ガスから製造されており、化石燃料に依存していることも問題の一つです。合金膜による膜分離技術は水素製造の高効率化、低コスト化に寄与する新技術であり、コンパクトで高性能な水素製造装置を開発し、オンサイト型水素ステーションでの運用を目指しています。

## 鈴鹿高専テクノプラザ 『企業交流会』に参加して

鈴鹿工業高等専門学校

研究活動推進委員会

生物応用化学科 准教授

船越邦夫



去る平成 27 年 11 月 9 日、鈴鹿高専の第 3 合併講義室にて開催された鈴鹿高専テクノプラザ主催の「平成 27 年度企業交流会」に参加した。その様子について報告させて頂く。なお鈴鹿高専テクノプラザの詳細については、次ページをご参照頂きたい。

本年度の企業交流会は『金属加工』をテーマとして、①鈴鹿高専教員の研究に関わる話題提供、②会員企業紹介—我が社のイチ押し技術—、③招待講演、④高専祭学科展示優秀作品の紹介と表彰、が行われた。

『①鈴鹿高専教員の研究に関わる話題提供』では、電気電子工学科の西村高志教員による「融解現象を利用したシリコンの微細加工法の開発」と材料工学科の兼松秀行教員による「バイオフィルムに関わる工業上の問題とその解決法について」の 2 件の講演があった。西村教員の講演では、シリコンなどの微細加工法である電子ビーム法と熔融微細加工法について、ご自身の研究成果を交えながら紹介されていた。また兼松教員の講演では、バイオフィルムの可視化および評価を行うために、光学顕微鏡を用いた観察や Raman 分光光度計を用いた評価結果について紹介された。

『②会員企業紹介—我が社のイチ押し技術—』では、杉野工業株式会社の杉野社長と一柳氏より、溶射法を用いた金属部品の加工や補修方法について、作業の様子の映像を交えながら説明されていた（写真 1）。金属溶射法を用いることによって、補修が必要な様々な金属部材を比較的低温で正確な厚さに加工できることが紹介されていた。

『③招待講演』では、豊橋技術科学大学の福本昌宏教授をお招きして「接合および表面改質による異材接合・複合化技術の最新」というテーマでご講演を頂いた（写真 2）。溶射法を用いて金属加工を行った際の金属表面の様子を詳細に検討された結果や、新しい技術である摩擦攪拌接合法について紹介された。特に摩擦攪拌接合法については、接合面が一体化していく様子について映像を示しながら説明され、大変興味深いご講演であった。

『④高専祭学科展示優秀作品の紹介と表彰』では、4 年生が中心になって展示発表された高専祭での学科展示にて、努力して創作に取り組み、創意工夫して観客を魅了する優れた作品がテクノプラザ理事の方々により選ばれ、その作品の紹介と表彰があった。本年度は電気電子工学科の「10×10×10 のフルカラーLED キューブ」と電子情報工学科の「Track Sessel」、応用生物化学科の「化学マジック『3 びきの子豚』」の 3 件が表彰された。

本交流会では、特に鈴鹿高専テクノプラザの会員企業が保有する優れた技術について詳細に紹介して頂けるため、大変興味深い講演会であったとともに、講演会終了後の懇親会では参加者の交流が図られ、有意義な会となった。来年度も多くの方がご参加いただくことを期待している。



写真 1 会員企業紹介『我が社のイチ押し技術』  
（杉野工業株式会社：杉野氏、一柳氏）



写真 2 福本教授による招待講演

## テクノプラザのご紹介



# 産学官連携で、ものづくり支援 鈴鹿高専テクノプラザ

## 設立の目的

- 企業の技術活性化に、鈴鹿高専の人的・知的技術資源を活用し役立てます。
- 地域産業界の連携・交流を深め、地域産業の発展に、鈴鹿高専と協働します。
- 企業の参加で、鈴鹿高専の教育研究の振興に協力します。

## 事業内容と 入会の特典

### ●研究に関する協働事業

地域産業・企業の課題について、鈴鹿高専と共同研究、委託研究、委託試験などとしてご支援いたします。

### ●企業の人材育成

リフレッシュ教育のために、技術講習会、研修会の開催を通して、キャリアアップのお手伝いをいたします。

### ●人材確保の支援、企業PR

企業と学生を結び、就職につなげるため、「企業ガイドブック」を発行して学生に配布し、就職指導会などの資料として活用します。

### ●鈴鹿高専の学生との交流の促進

エンジニアリングデザイン能力を養う創造活動プロジェクトや創造活動に基づく知的財産教育の機会を通して、学生との交流・支援の場を提供します。

会員企業

鈴鹿高専



## 会費

### 年会費

法人会員は一口3万円、個人会員は一口5千円

### 振込先

百五銀行 旭が丘支店  
[普通預金口座] 338602 [名義]スズカコウセンテクノプラザ

お問い合わせ・お申込みは下記連絡先までお気軽に！

連絡先

鈴鹿工業高等専門学校 総務課（鈴鹿高専テクノプラザ 事務局）

**Tel 059-368-1717** 〒510-0294 三重県鈴鹿市白子町  
FAX: 059-387-0338 Mail: technoplaza@jim.suzuka-ct.ac.jp

## 有浮力水着が子どもの泳能力に与える効果

宝来 毅 (HOHRAI Takeshi)

教養教育科 助教

所属学会：日本水泳・水中運動学会  
日本トレーニング科学会

研究分野

スポーツバイオメカニクス

体育科教育



使用・応用分野

1. 水泳教育現場での指導
2. 客観的指標のフィードバック
3. 非運動者への運動の推進、普及

キーワード

有浮力水着, 受動抵抗, 水中姿勢

### 1. はじめに

水泳運動は、陸上で行われる運動とは環境が違い、水の中で行われる。そのため、たとえ、同じ姿勢、同じ速度で移動したとしても、水中の方がはるかに大きい抵抗を受けることになる。

水中で泳者が受ける抵抗には、主に摩擦抵抗、造波抵抗、圧力抵抗の3種類があり、この中で、泳者に大きく影響を及ぼすのが圧力抵抗である。圧力抵抗とは、推進している時の泳者の前縁部と後縁部の圧力差から生じる抵抗のことである。圧力抵抗は、主に身体の横断面積に依存する。さらに、身体表面における流れの剥離領域が増大するほど、圧力抵抗の増加につながるということが知られている。つまり、圧力抵抗は、水中姿勢によって大きさが変わってくる。そのため、水泳運動中は、水中姿勢をなるべく水平に保ち、身体表面における流れの剥離領域を増やさないようにすることが重要である。

これまで、水泳運動中において抵抗を減らすための研究は数多くなされてきた。また、近年では水中姿勢を保つための練習道具の開発も進んでいる。

本稿では、水中姿勢の保持を目的として開発された有浮力水着と呼ばれる練習用水着の着用効果について検証した研究の概要を記す。

### 2. 有浮力水着の着用効果について

泳者の水中姿勢改善を目的として開発された有浮力水着は、スパッツ型の水着である。ポリクロロプレンラバーと呼ばれるゴムでできており、泳者に浮力を持たせる効果がある。この浮力により、泳者の下半身が持ち上げられ、水平姿勢が保ちやすくなるのである。



**Fig.1 This is the swim suit which has buoyancy that was used in this study**

#### 2-1. 実験方法

けのびの試技、ならびに 25 m 最大努力クロール泳のパフォーマンステストを以下の2条件で行い、比較した。また、同条件で、トレーニング実験も実施した。

- ・標準的な水着 (STD) を着用する
- ・有浮力水着 (ZP) を着用する。

#### 2-2. 被験者

スイミングスクールに定期的に練習を行っている男女計 6 名を被験者とした。

## 研究者紹介

## 2-3. 結果及び考察

けのびの到達距離は、STD で  $5.66 \pm 1.31$  m, ZP で  $6.34 \pm 1.33$  m であり、STD より ZP の方が有意に長かった。また、リリースする瞬間の速度には、STD と ZP で有意差は見られず、STD より ZP で 2.5 m 通過時の速度が有意に速かった。これらの結果から、けのびの到達距離の差は、水中での移動速度の影響であることが考えられる。また、けのび動作中において、水中姿勢の動作分析を行ったところ、STD よりも ZP の方が、水平に近い姿勢をしていることが明らかになった。ZP を着用することにより、水中姿勢が改善し、けのびの到達距離、および移動速度が速かったと考えられる。(Fig.2)

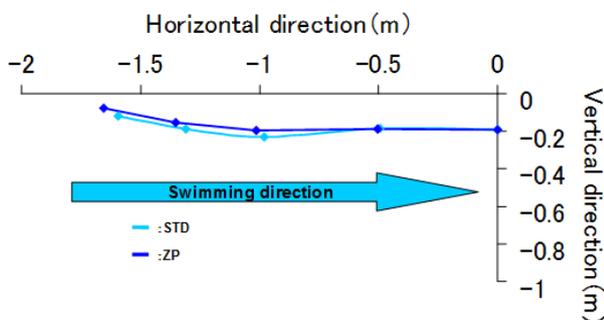
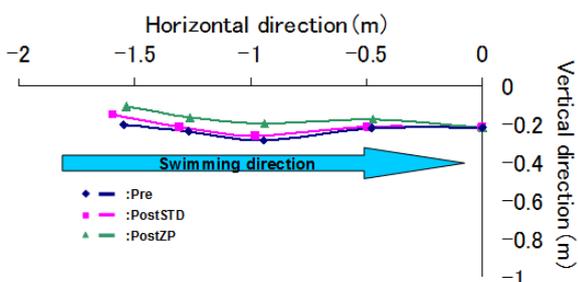


Fig. 2 The position of each body marker

また、ZP を用いたトレーニング実験も行い、トレーニングの前後に STD を着用した状態で、けのびの測定を行った。その結果、ZP を着用してトレーニングを行うと、トレーニング前後で水中姿勢が改善する傾向が見られた。Fig.3 は被験者の水中姿勢を 2 次元座標に示したものである。緑色のグラフが ZP を用いたトレーニング後の水中姿勢である。トレーニング前 (紺色)、STD を用いたトレーニング後 (ピンク) よりも、水平姿勢を保っていることがわかる。この結果から、ZP を用いてトレーニングを行うことで、



水中姿勢の矯正効果があることが期待される。

Fig.3 The body position for the streamlined gliding test

25 m 最大努力泳のパフォーマンステストは、被験者によってスタートするタイミングがばらばらであったため、頭部が 5 m 地点を通過した時を 0 として、計測を行った。STD で  $20.92 \pm 6.82$  sec, ZP で  $20.45 \pm 7.01$  sec で、STD より ZP の方が有意に速かった。前半の泳速度に有意差は見られなかったが、後半の泳速度は STD よりも ZP で速かったため、20 m タイムの差は、後半の差によるものであると考えられる。また、ストロークタイムは、前後半共に、STD と ZP で有意差は見られなかった。一方、ストローク長は、前後半共に、STD よりも ZP で長かった。この結果より、STD より ZP で後半の泳速度が高かったのは、後半のストローク長が大きかったためであることが示唆される。

## 2-4. まとめ

以上の結果より、有浮力水着を着用すると、水中姿勢が改善され、クロール泳ではストローク長増加に伴い、泳速度が増加することが示唆された。また、ZP を着用してトレーニングを行うことで、水中姿勢矯正効果が期待される。

## 3. おわりに

有浮力水着の着用効果についての研究結果をまとめた。この研究の目的は、泳ぐことが苦手な人へのアプローチの手段の 1 つとして、有浮力水着の有効性を確かめることであった。泳ぎの苦手な人がこの水着を着用して練習を行うことで、水泳嫌いを克服することを願う。

## 4. 参考文献

- 1) 白木孝尚, 若吉浩二 (2010) ラバー水着が泳者の身体負荷に与える影響-血中乳酸カーブテストから- : びわこ成蹊スポーツ大学研究報告 117-122
- 2) 高木英樹 (2001) 抵抗を制する者, 勝負を制す : Japanese Journal of Sciences in swimming and water exercise No.4 5-10
- 3) 高木英樹 (2001) 競泳で勝つための流体力学 : パリティ Vol.16 No.08 22-27
- 4) 若吉浩二, 白木孝尚, 波多遥 (2010) 有浮力水着が重心-浮心間距離およびけのび動作に及ぼす影響 : 日本水泳・水中運動学会 2010 年次大会抄録論文集 82-83
- 5) 吉村豊, 小菅達男 (2008) 泳ぐことの科学 : NHK ブック

## 情報通信ネットワークを支える誤り訂正符号

森島 佑 (Morishima Yu)

電子情報工学科 助教

所属学会：電子情報通信学会

IEEE

研究分野

通信工学

ネットワーク工学

情報理論



使用・応用分野

1. 情報通信ネットワーク
2. 無線通信
3. センサネットワーク

キーワード

誤り訂正符号

レートコンパチブル符号

### 1. はじめに

近年, IoT (Internet of Things), M2M (Machine to Machine), D2D (Device to Device) といった情報通信技術の応用分野への関心が高まっている. これらは, 既存のデバイスやセンサー等をネットワークに接続することで新たな付加価値を生み出す, というコンセプトにもとづいており, 以下の応用例に大別される.

- (1) センサー等を用いた制御対象情報のリアルタイム把握によるサービス効率の向上.
- (2) 収集したデータにもとづく需要予測などの二次的データ利用.

前者ではエンジン等の装置部品・サプライの消耗状況の監視といったリードタイムの短縮を主目的とした利用, 後者ではスマートグリッドにおける需要・発電量の予測といった効率化を目的とした利用が検討されている. また, その他の応用例として, 車載通信, ヘルスケア, 農業分野などにおいても通信関連技術の応用が検討されており, 情報通信技術の対象領域は昨今急速に拡大している.

このような情報通信技術への需要増加を背景に, ネットワーク上の通信量増加が問題となっている. 今後 5 年程度でネットワーク上の通信量はおよそ 10 倍程度増加すると予測されており, ネットワークシステムを維持するために, より高効率な通信システムが必要とされている. 高効率な通信システムを実現する上で重要な問題としては通信中に生じるデータの誤り制御が挙げられ, システムにおいて, データ破損の検出・訂正を行う誤り訂正符号[1]を採用することで通信効率・信頼性を向上させている. 本稿では, 今日の情報通信技術を支える技術要素である, 誤り訂正符号の考え方とその例を紹介する.

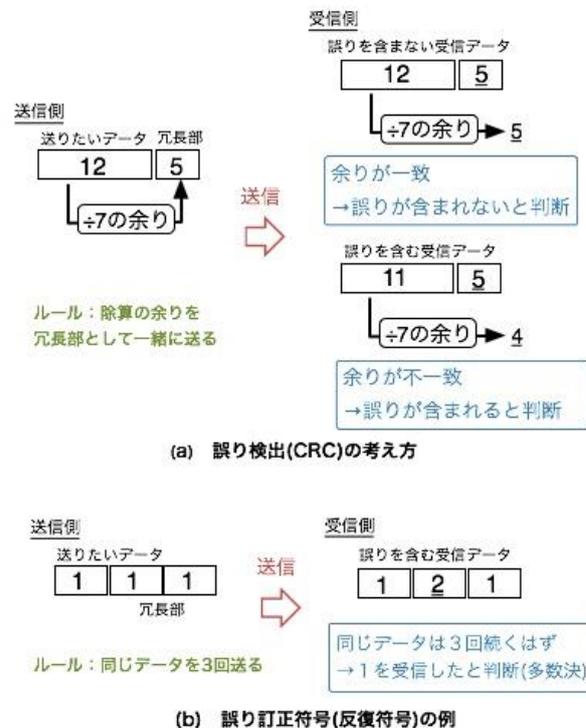


図 1. 誤り検出と誤り訂正の例

### 2. 誤り訂正符号

通信中に生じるデータの誤りへの対策として,

- 受信側で誤りが検出された場合, 送信側にデータの再送を要求する.(再送要求, ARQ)
- 送信側では数学的な仕組みにもとづいて生成した冗長データと元データを送信し, 受信側では冗長データと元データから誤りを訂正する.(誤り訂正, FEC)

といった二つの方式, およびこれらを組み合わせたハイブリッド方式が用いられる.

研究者紹介

図 1-(a)は、受信したデータ中の誤りの有無を判断する巡回冗長検査 (CRC) 符号による誤り検出の仕組みの概念図である。送信側では元データを除算して得られる商を冗長データとして送信し、受信側では受信データを除算して得た商が一致すれば誤り無し、商が不一致であればデータに誤りが含まれると判断できる。ただし、図中の例では簡単のため 10 進数を用いたが、実際には 2 進数で計算が行われる。

図 1-(b)は誤り訂正符号 (反復符号) の例である。送信側で冗長データを付与して送信することで、受信側では誤りを訂正することができ、冗長データ部のオーバーヘッドと引き換えに再送回数を低減することでトータルの通信量を低減する。実用的な符号としては、無線 LAN で用いられる畳込み符号, LDPC 符号, CD や 2 次元バーコードで用いられる RS 符号などが代表的な例として挙げられ、近年では量子誤り訂正符号, Write Once Memory 符号といったような特定のデバイスに適応した誤り訂正符号も盛んに研究されている。

3. 高効率な誤り訂正符号

本稿では、高効率な誤り訂正符号の例として、Spinal 符号[2]を紹介する。Spinal 符号は、その特徴としてデータの符号化にハッシュ関数を用いる点、高密度な信号点配置で動作する点が特徴として挙げられ、直感的には、拘束長の長い非線形な畳込み符号により擬似的なランダム符号化を行っている」と解釈できる。図 2 は Spinal 符号の符号化手順を示しており、ハッシュ関数と入力からハッシュ値を再帰的に生成し、ハッシュ値から符号語と送信信号を生成する。

Spinal 符号では伝送効率を向上させる目的で送信シンボルのパンクチャリングを行う。受信信号から元の情報を推定する際に実行する符号木上の最小コストパス探索において、従来方式では受信シンボル数が少ない場合にコストを評価できない枝が生じてしまい伝送効率が低下するという問題があった。図 3 は複数のハッシュ値から送信

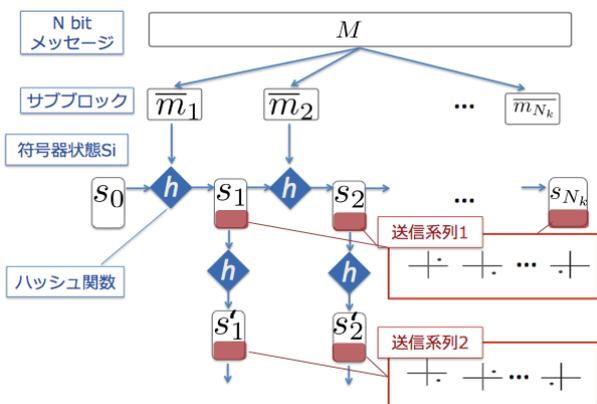


図 2. Spinal 符号の符号化

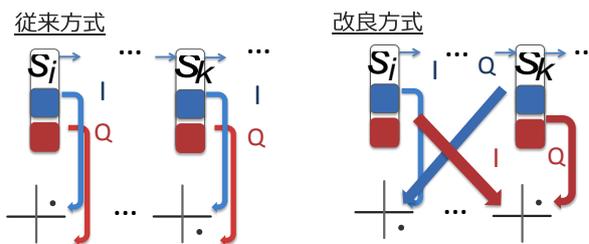


図 3. 複数ハッシュ値による送信シンボル生成

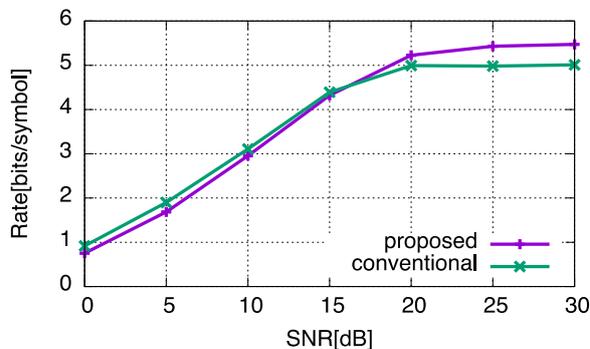


図 4. 従来方式と改良方式の比較 (64QAM, AWGN 通信路, 情報ブロック長 N=64)

シンボルを生成することでコストを評価できない枝の影響を低減する方式[3]を示しており、図 4 は伝送効率(bits/symbol)を既存方式と比較した結果である。図より、低 SNR 領域では雑音の影響が複数ブランチに影響するため伝送効率が劣化するが、受信シンボル数が少ない高 SNR 領域において提案方式(Proposed)が既存方式(Conventional)よりも高い伝送効率を達成していることが分かる。

4. おわりに

通信関連技術への応用領域の拡大に伴い、通信量の増加が危惧されており、より高効率な通信システムが必要とされている。誤り訂正符号は、数学的な仕組みにもとづいて通信中のデータ誤りを制御する技術であり、近年では高効率化にとどまらず、特定のアプリケーションを対象とした符号化方式の研究も盛んに行われている。本稿では、通信システムを支える要素技術としての誤り制御、誤り訂正符号について解説し、より高効率を示す符号として Spinal 符号を例として紹介した。

参考文献

[1]和田山 正,“誤り訂正符号の基礎,” 森北出版, 2010.  
 [2] J. Perry, et al,“Spinal codes,” in *Proc. ACM SIGCOMM2012*, pp.49-60, 2012.  
 [3]Yu Morishima, et al, “Symbol Counting Based Threshold Algorithms for Decoding Spinal Codes,” in *Proc. VTS APWCS2014*, 2014.

EQCM を用いた *in-situ* なバイオフィーム測定評価の試み

幸後 健 (TAKESHI Kogo)

材料工学科 助教

所属学会：電気化学会

鉄鋼協会

研究分野

電気化学

無機材料



使用・応用分野

1. 様々な環境でのバイオフィーム形成評価
2. 生物腐食に対する材料評価
3. バイオフィーム形成の促進・抑制の提案

キーワード

バイオフィーム  
EQCM 測定  
*in-situ* 測定

## 1. 緒言

工場や発電所などの流路管材料は河川や海などを取水源としているため、生物汚損による腐食や劣化が生じる。特に生物由来の膜状物質であるバイオフィームは生物汚損で大きな要因を占めていると考えられている<sup>1)</sup>。バイオフィームとは、微生物細菌などが作り出す生物由来の膜状物質である。図1にバイオフィーム形成過程の例を示す。バイオフィーム形成には周辺環境はもとより、形成する材料の特性も大きく影響されると考えられる。我々は大気暴露式水循環型バイオフィーム加速試験装置を作製し、種々の材料について遍在性細菌によって形成されたバイオフィームの形成状態を評価してきた<sup>2,3)</sup>。我々が用いて来たバイオフィームの評価方法は光学顕微鏡や走査型電子顕微鏡、蛍光X線による元素分析などが主体であった。しかしながら、これら各評価方法は試料の極微小な領域でしか評価出来なかったため、試料全体としての定性的かつ定量的な評価性に欠けている問題があった。また、バイオフィームが形成される

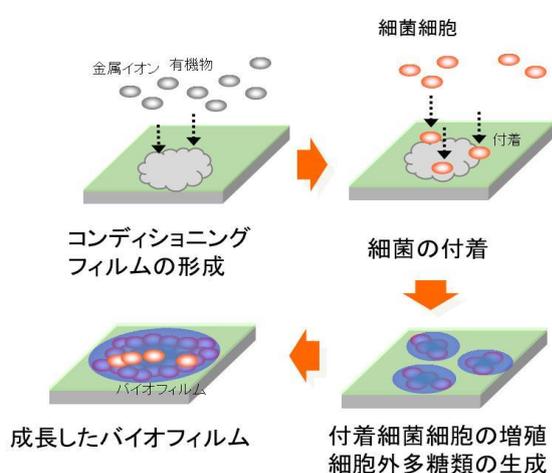


図1 バイオフィーム形成の過程.

過程で材料に対してどのような影響を及ぼすのかについては十分に議論出来ておらず、*in-situ* な状態で材料自体と材料上に形成されたバイオフィームの両方を評価する手法を確立する必要性があった。これら問題点を解決するために我々はEQCM(Electrochemical Quartz Crystal Microbalance)法に着目した。本稿ではEQCM法及び従来評価法を組み合わせ、*in situ* な状態でのバイオフィーム形成挙動解析の結果について報告する。

## 2. 実験方法

大気暴露式水循環型バイオフィーム加速試験装置<sup>2)</sup>に、金薄膜付き水晶振動子プローブを作用極として装置内に浸漬させた(図2)。対向電極には白金電極を用い、参照電極にはAg-AgCl電極を用いた。各々の電極をEQCM(北斗電工:HQ-101B, HABF5001)に接続しバイオフィーム形成を評価した。循環水には水道水を使用し、

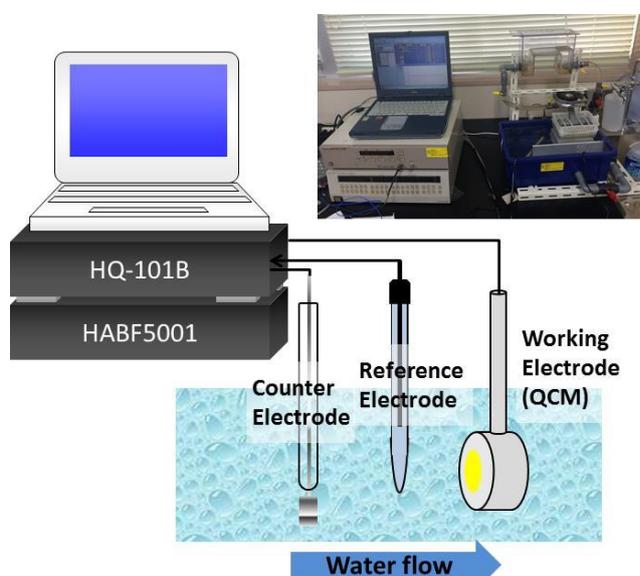


図2 EQCM法によるバイオフィーム測定装置図.

## 研究者紹介

水温は  $28 \pm 0.5$  °Cになるように調整した. 実験は 10 日間実施した. バイオフィーム形成評価には EQCM の他, 色素染色法を用いた光学顕微鏡(Keyence:VW-9100)による観察や蛍光 X 線を用いた元素分析(日立ハイテクノロジーズ:TM-1000)を実施した.

## 3. 実験結果と考察

EQCM を用いたバイオフィーム形成の測定結果について図 3 に示す. 時間の経過と共に周波数が減少しており, 何らかの堆積物が金薄膜上に形成されたことが確認された. 水晶振動子を色素(和光純薬:クリスタルバイオレット)水溶液で染色し, 光学顕微鏡にて表面を観察した. 図 4 に(a)バイオフィーム加速形成試験前, (b)10 日間の加速試験後の光学顕微鏡の観察結果を示す. 加速試験前ではクリスタルバイオレットが表面

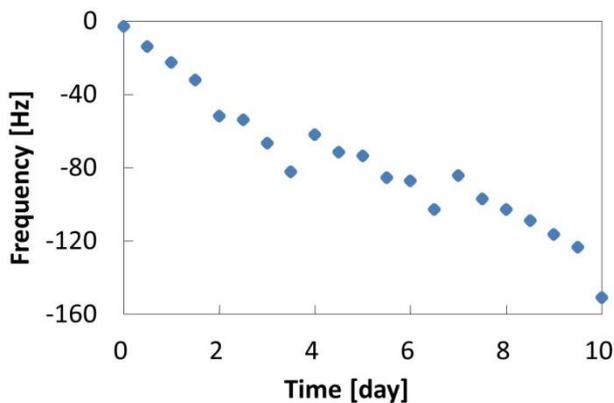


図 3 EQCM 測定結果.

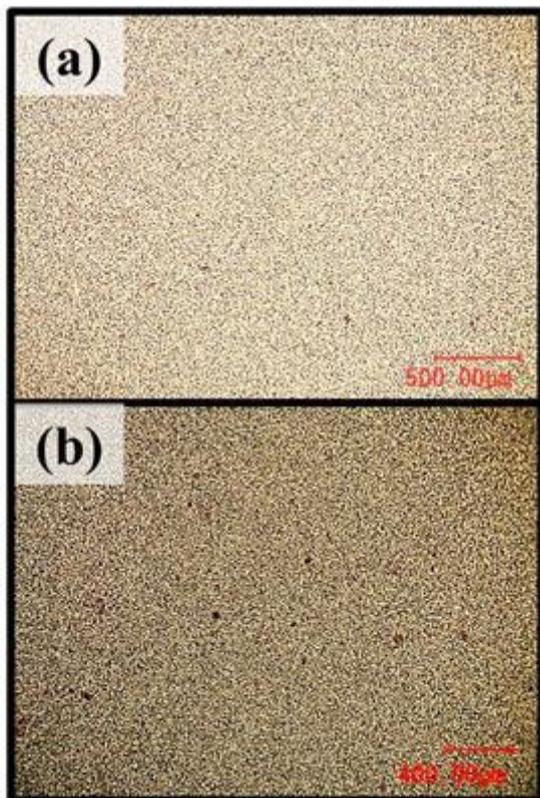


図 4 色素染色後の金薄膜の顕微鏡観察結果.

表 1 堆積物中の元素分析結果.

	Elements (wt%)				
	Au	Na	Si	Cl	Ca
0day	100	0	0	0	0
1day	98.7	0.1	0	0.5	0.7
3day	98.3	0	0.5	0.7	0.4
10day	88.9	0	1.2	2.3	7.6

に殆ど吸着していない. 一方で 10 日間の加速試験後では金薄膜上に色素が吸着されていることが観察結果より分かった. また堆積物について元素分析した結果を表 1 に示す. 表 1 より Ca 成分や Cl 成分が堆積物中で濃化されていることが確認された. バイオフィームは脂質やタンパク質からなる粘着性のある膜であることから, 水晶振動子上の堆積物はバイオフィームと水中に含まれるカルキなどの成分が複合したものであると示唆考えられる. この結果, 顕微鏡などの局所的に観察する必要があった微細な挙動も EQCM で測定することが出来たと結論づけられ, さらにその過渡変化についても定量的に評価できることが分かった.

## 4. まとめ

EQCM法を用いることでバイオフィーム形成の *in-situ* で定量的な評価が出来ることが確認できた. 現在, 電位測定についても実験をすすめており, 確立できればバイオフィーム形成や腐食による電位的な挙動が解析できる. 今後, 水晶振動子に別の材料を形成した場合についての周波数挙動や電位挙動の測定を予定しており, バイオフィーム形成についての抑制, またはその促進メカニズムを明らかにし, それぞれの指針に繋がると期待される.

## 参考文献

- 1) W. G. Characklis and K.C. Eds. Marschall, *Biofilms*. John Wiley & Sons, Inc.: New York, U.S.A (1990).
- 2) H. Kanematsu, T. Kogo, K. Sano, M. Noda, N. Wada, and M. Yoshitake, *Journal of Material Science & Surface Engineering*, (2):(2014),p58.
- 3) Flemming H. -C. 2009 *Marine and Industrial Biofouling* (Berlin Heidelberg, Germany: Springer Verlag).
- 4) T. Kougo, H. Kanematsu, N. Wada, T. Hihara, M. Minekawa and Y. Fujita, *AIP conference proceedings*, 1585, (2014),p160.

◆お知らせ◆

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

- ◆第2回鈴鹿高専RT・機械・材料サロン (平成27年8月4日, 本校)  
・水素社会を支える新しい材料開発と分析技術  
鈴鹿工業高等専門学校 材料工学科 准教授 南部 智憲 氏
- ◆第3回鈴鹿高専RT・機械・材料サロン (平成27年9月11日, 本校)  
・細菌と金属の腐食について  
鈴鹿工業高等専門学校 生物応用化学科 教授 生貝 初 氏
- ◆みえリーディング産業展2015 (平成27年11月20～21日, 四日市ドーム)
- ◆第4回鈴鹿高専RT・機械・材料サロン (平成28年1月19日, 本校)  
・リハビリ支援システムの研究紹介  
鈴鹿工業高等専門学校 機械工学科 講師 内田 正樹 氏
- ◆せれんでクラブ (平成28年2月12日, 本校)  
・Ⅲ-V族化合物半導体電子デバイス技術と今後の研究について  
鈴鹿工業高等専門学校 電気電子工学科 教授 横山 春喜 氏
- ◆第41回SUZUKA産学官交流フォーラム (平成28年2月26日, 本校)  
・2本のリボン状フィルムを用いた積層型静電アクチュエータ  
鈴鹿工業高等専門学校 電気電子工学科 教授 奥田 一雄 氏

行事予定

3月18日(金)	卒業式・専攻科修了式
4月6日(水)	入学式
5月 予定	鈴鹿高専テクノプラザ 総会

編集後記

NIT, Suzuka College Technology Newsletter 第16号では、本年度より本校が推進している「ロボットエンジニアリンク教育」と「水素社会のための材料開発」について、中心メンバーの教員に紹介して頂きました。また本校の男女共同参画への取り組みについて案内させて頂きました。さらに「研究者紹介」も近年に着任しました3名の若手教員に現在遂行している研究について執筆をお願いしました。今後も鈴鹿高専内における研究教育活動をこのNIT, Suzuka College Technology Newsletterに掲載し、皆様へ発信していくとともに、産学官の共同研究等の推進の一助になれば幸いです。ご意見やご相談がございましたら、上記問い合わせ先までご連絡下さい。(船越邦夫, 生物応用化学科准教授)

# 鈴鹿工業高等専門学校

National Institute of Technology, Suzuka College



NIT, Suzuka College Technology Newsletter 第16号 平成28年3月印刷 平成28年3月発行

編集 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 研究活動推進委員会  
産学官連携推進部会

発行 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

三重県鈴鹿市白子町(〒510-0294) TEL 059-368-1717 FAX 059-387-0338 <http://www.suzuka-ct.ac.jp/>