

NIT(KOSEN), *Suzuka* College

Technology Newsletter

鈴鹿高専技術便り



第 21 号

高専と企業の社会実装研究

鈴鹿工業高等専門学校 校長
竹茂 求



鈴鹿高専は地域企業の皆様と様々な形態で連携を行なっています。その一つが鈴鹿高専のキャンパス内に設置された企業の研究室、つまり産学官連携協働研究室（K-Team）です。この K-Team は、全国の高専の産学官連携の先進事例となっておりまして、詳細につきましては前号（第 20 号）で御紹介しました。K-Team を含めて、高度な実践的技術者の教育がモットーである高専にとりまして、社会実装を目的とした共同研究は極めて重要です。高専が企業の技術的課題に取り組むことの意義は、しばしば地域産業振興への貢献という観点で議論されます。これに加えて、高専教員が現実の問題解決にチャレンジし、各人の研究テーマが拡大・深化することも重要と考えています。

高専の教員は大学教員と同様に、学術的な研究成果を論文という形で発表することも求められています。このタスクが企業技術者に求められる成果（社会実装）と違う点であることは理解されていると思います。しかし、学術的な研究が技術の社会実装よりも高度である、あるいは難しいとは一概に言えません。私は、ある意味で社会実装の方が学術的研究よりも難しいと感じたことがあります。個人的な経験に

目次

巻頭言

高専と企業の社会実装研究	（鈴鹿高専校長 竹茂 求）	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：フィンランド・トゥルク応用科学大学との連携	（日下 隆司）	3
三重県の DX 推進事業と連携した社会実装教育の導入と展開	（田添 丈博）	5
GEAR5.0 マテリアルユニットの取り組み紹介とバーチャルラボ構想	（橋本 良介）	7
鈴鹿高専産学官協働研究室の企業紹介		
株式会社光機械製作所		9
鈴鹿高専の研究者紹介		
四級アンモニウム塩系両親媒性イオン液体の開発	（河合 里紗）	10
微小領域の攪拌技術とワークシート『ESSENCE』の紹介	（黒飛 紀美）	12
日本の選挙制度をめぐる論理	（松岡 信之）	14
テクノプラザの事業内容紹介		15
令和 3 年度 産学官連携活動実績報告		16
お知らせ、行事予定、編集後記		16

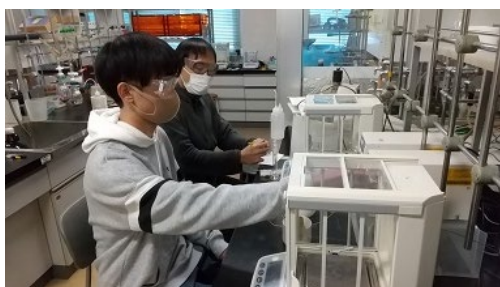
基づいた感覚ですので一面的なことは否めませんが、これには以下の事情があると思われます。

言うまでもなく論文は、研究で得た知見を先人の知見（過去の論文）の上に客観的・論理的に記述したものです。論文記述にも知識と経験を要しますが、多くの場合、意義ある知見を得ることに最も工夫・努力・時間を要します。ただし、学問は知見の蓄積で進歩するという考え方があり、論文では問題を完全に解明・解決できていなくてもある程度の意義ある学術的知見を述べれば、「・・・は今後の課題である」と結ぶのを許されています。それに対して社会実装研究では、実際に利用されるための多角的課題について、それらを社会が求めるレベルまで解決・達成することを求められます。

私には、実用化の一手前までは既存の知識と技術で達成できたのですが、「最後の一步」が難しく、しかしながら「その一步」を解決する過程で研究の新しい発想が生まれ、学術的成果にも結実した経験があります。最後の一步の解決で最も重要かつ難しかったのは、専門的技術・知識の深化ではなく、バックボーンと思考方法が互いに異なる教員と企業技術者が、各々の情報を共有して徹底的に議論することでした。現在、重要となっております異分野融合においても、情報共有と議論の重要性が指摘されておりますから、納得される方も多いでしょう。

さらに、高専における社会実装研究の意義は、教員と一緒に関わる高専学生に対する教育効果が極めて高いことにもあります。企業の方におかれましても、製品開発にあたり、学術的な側面からもアプローチする経験は、長期的な研究開発の視点では意義があるのではないのでしょうか。極めて希ですが、企業の方が共同研究を契機にその後も研究を続けられて博士号取得に至った例もあります。

共通の目的に向かって企業と高専が連携すれば、種類や大きさは異なれども、様々な成果が開花すると思いますのでどうぞ宜しくお願い致します。



AI フロー合成機開発室（東京化成工業株式会社）



機能性コーティング研究室
(株式会社ディ・アンド・ディ)



ダ・ヴィンチ iLab（株式会社光機械製作所）



複合材料研究室（ミズノテクニクス株式会社）



調理器材料開発・省力機械開発研究室
(株式会社華月)

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： フィンランド・トゥルク応用科学大学との連携

鈴鹿工業高等専門学校

教養教育科 教授

国際交流室長

日下 隆司



1. トゥルク応用科学大学との協定締結

鈴鹿高専は2021年11月16日にフィンランド・トゥルク応用科学大学と「交換留学プログラム協定」を締結しました。これにより、2022年度には本校からトゥルク応用科学大学への派遣が開始され、2023年4月にはトゥルク応用科学大学からの学生受入が行われる予定です。

本校はこれまで米国・オハイオ州立大学、カナダ・ジョージアンテック、中国・常州信息职业技术学院、そしてドイツ・ハノーファー大学と「学術交流協定」を結び、短期派遣（10日～2か月間）を行ってきましたが、今回のトゥルク応用科学大学への派遣は1 Semester（約5か月間）の長期派遣となります。対象は本科4・5年生および専攻科1年生となり、現地学生や他国からの留学生と共に「インターナショナル・プログラム」を履修することになります。

また、トゥルク応用科学大学からの学生受入については、本校でも「インターナショナル・プログラム」を立ち上げ、一般留学生と同様に本校学生と共に通常の授業に参加するだけでなく、研究に取り組んでいくことになります。



トゥルク応用科学大学との調印式



コンティオ学部長の講演

2. 交流イベントの実施

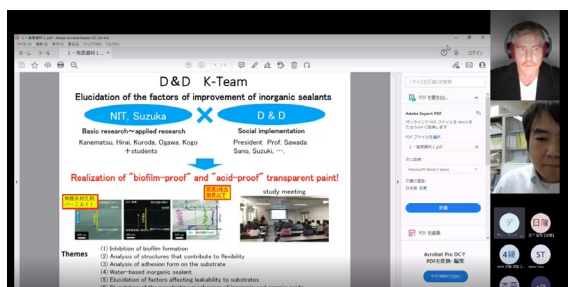
協定締結に先立ち、9月29日にトゥルク応用科学大学工学ビジネス学部のユハ・コンティオ学部長による「トゥルク応用科学大学の実践的教育」と題したオンライン講演を実施しました。講演は「卓越したグローバルエンジニア育成事業特別講義」の一環として行われ、「特別講義」または「国際インターンシップ」履修学生には授業の一部として単位認定が行われます。夏休み中の実施にもかかわらず、多くの学生、および教職員が視聴しました。

また、今後の国際交流の方向性を示す新しい試みとして、トゥルク応用科学大学とのウェビナーを開催しました。11月30日、12月2日、12月7日、12月9日そして2月10日の全5回で行われました。内容は、日本とフィンランドそれぞれの国において産学連携で共同研究を行う研究者が「社会実装」をテーマに講演を行い、その後、Teams の Breakout Room 機能を利用して、日本人学生3名とフィンランド人学生3名の計6名の小グループを作り、テーマに基づき各専門分野の観点からディスカッションを行いました。

初回は、本校プロジェクト GEAR5.0 の K-Team 産学官協働研究室のミズノテクニクス株式会社から藤川良宏氏にご協力いただき、テーマに沿って講演いただきました。2回目は、同じく K-Team 産学官共同



藤川氏による講演の様子



平井教授による講演の様子

り方を知る貴重な機会となりました。また、講演後に行われたトゥルク応用科学大学の学生とのディスカッションでは、本校学生にとっては単に英語コミュニケーションの促進に留まらず、異文化理解や、学際的観点からの工学的社会実装の在り方について理解を深める貴重な機会となりました。

今回のウェビナーもまた「特別講義」または「国際インターンシップ」履修学生には、授業の一部として単位認定が行われます。さらに、今回の両校の交流イベントは実際の派遣・受入に先立つ交流として位置付けており、今後も継続的に実施してまいります。実際に今回のウェビナーに参加したトゥルク応用科学大学の学生は、他高専や大学に向けて来日予定の学生であり、実際の派遣・受入に先立つイベントとして、日本や高専を知る良い機会となりました。

本校は、コロナ禍の状況の下で、この2年間、協定校に向けた派遣が実施できませんでした。今後は、オンラインによる交流と実際の派遣を組み合わせた「ハイブリッド型の国際交流」を展開していきたいと考えています。実際に派遣できる学生数は限られていますが、オンライン交流では留学や海外の学校等との交流や活動に興味のある学生の裾野を広げることができます。さらに、派遣される学生にとっては、事前交流に参加することで現地の活動がより実り多いものになることが期待されます。ハイブリッド型国際交流の継続的な実施が、本校が掲げる理念の一つ「グローバルに活躍するエンジニア」育成の一助となればと考えております。



ウェビナー・ディスカッションの様子

鈴鹿高専の取り組み紹介

三重県の DX 推進事業と連携した社会実装教育の導入と展開

鈴鹿工業高等専門学校

電子情報工学科 教授

田添 丈博



1. はじめに

近年、企業の成長戦略において DX が重要と言われている中、実際に DX を理解して推進している企業は多くない。この状況を改善するため、令和 2 年度に三重県と東京大学が推進する三重県 DX 推進事業が動き出した。本校は「三重県デジタルものづくり推進拠点サポーターシップパートナーズ」として登録され、高専が得意とする社会実装およびそのスキルを有する人材育成の観点で事業を支援することで地域に貢献することを目指す。その一環として、本校では令和 3 年度から産業界と連携した DX 社会実装教育・研究プログラムを立ち上げた。ここでは、本プログラムとそれに基づくこれまでの活動、および今後の展開について述べる。

2. DX 社会実装教育・研究プログラム

本プログラムの概要と実施体制を図 1 に示す。令和 3 年度は、ICT 企業であるフラー株式会社から講師を招き、次の(1)～(4)の取組を行っている。フラー株式会社は、本校 OB を含む多くの高専 OB が在職しているため高専の特徴を理解しており、すでに様々な高専との連携教育事業を展開していることから本プログラムを推進するための知見を備えている。また、三重県に在住していた本校 OB が窓口になり、地域性を考慮した展開に有利である。

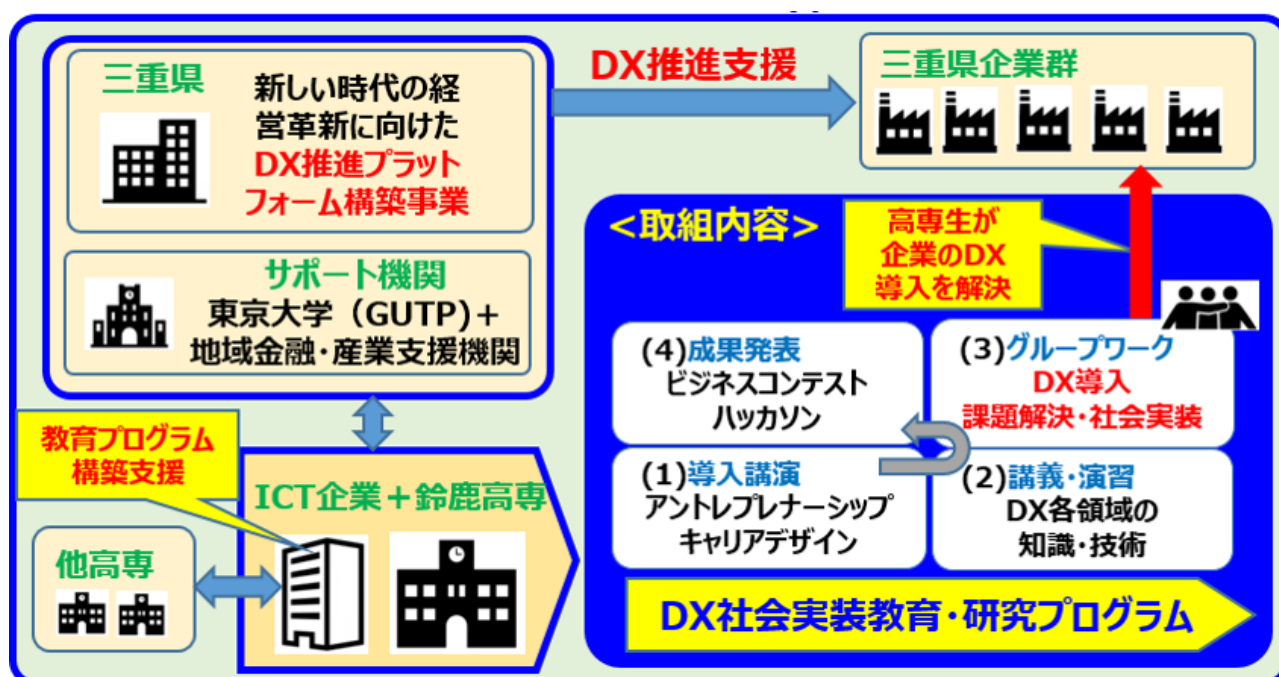


図 1 DX 社会実装教育・研究プログラム

(1) 導入講演 (5 月)

電子情報工学科第3・4学年約80名に、フラール株式会社による導入講演を開催した(図2)。DXに向けた技術者のマインドセットに関する内容で、高専で学ぶ技術を人の役に立てるにはどのようなことが必要かなどについて学んだ。この講演の後、本プログラムに参加する学生(定員12名)を募集した。

(2) 講義・演習 (前期、90分×6回)

令和3年度は「デジタルの力で、三重の真珠産業を元気に。」をテーマとして設定し、三重県の地場産業である真珠産業を例に用いながら、課題抽出やサービス設計に関する講義と演習を行った(図3)。

- デザイン概論
- フレームワーク学習
- データ分析(夏休み集中講座)

(3) グループワーク (後期、90分×12回)

まず真珠産業を取り巻く課題を把握するために、アコヤ貝の養殖から真珠の販売までの各段階での問題について県内の真珠産業関係者にインタビューを行った。インタビューを基に自ら問題設定およびその解決のためのサービス設計を行う。情報構造やUIなどユーザ体験をデザインする「デザインコース」と、プログラム設計やシステム構築などICTを扱う「テックコース」に分かれて開発を進めている。

- リサーチ
- サービス設計
- プロトタイプ構築

(4) 成果発表 (3 月)

複数の高専とDemo Dayを共同開催し、学生が今年度の成果について発表する予定である。また、ビジネスコンテストやハッカソンへの出場を検討している。



図2 導入講演



図3 講義・演習

3. 今後の展開

今後は、令和3年度の実践をモデルケースとして、以下のような横展開を考えている。

- 複数高専との合同授業やグループワーク
- 三重県内に限らず企業のDX実装をサポート(企業と協働したDX導入課題解決・社会実装)
- 複数のICT企業から講師・メンターとして本プログラムへ参画

さらに、企業と高専生との直接的な交流による地域産業の発展に貢献できればと考えている。

謝辞

フラール株式会社様におかれましては、本プログラムの推進にあたり多大なるご尽力をいただいております。この場をお借りしまして感謝申し上げます。

鈴鹿高専の取り組み紹介

GEAR5.0 マテリアルユニットの取り組み紹介と

バーチャルラボ構想

鈴鹿工業高等専門学校

電気電子工学科 講師

GEAR5.0 マテリアルユニット プログラム・サポートエンジニア

橋本 良介



1. はじめに

GEAR5.0 事業がスタートして、既に2年が経過しようとしています。本事業は、マテリアル / 介護・医療 / 防災・減災 / エネルギー / 農水 の5つのユニットに分かれて、Society5.0に対応して活躍できる人材を育成するプロジェクトです。ご存知の方も多いと思いますが、鈴鹿高専はマテリアルユニットの中核拠点校を務めています。今年度は、新たに2つのユニットが新設され、現在、4つのユニットが活動しています。これまでのマテリアルユニットの活動の中で、事業が終了する2年後を見据えた当ユニットの構想が固まりつつあり、本稿では、その概要についてご紹介します。

我々のユニットでは、「材料開発なら高専に！」を合言葉に、鈴鹿を含む全国5ブロックの協力校に研究拠点を形成し、「地域密着型で日本の材料開発を支える、持続可能なバーチャル研究室の設立」を目標として事業を進めております(図1参照)。このバーチャルラボの中で、教員と企業技術者が一体となって研究し、そこに学生を参画させることで、高専ネットワークをフル活用したスピーディな製品開発を後押しするとともに、人材育成を達成するというビジョンを掲げています。

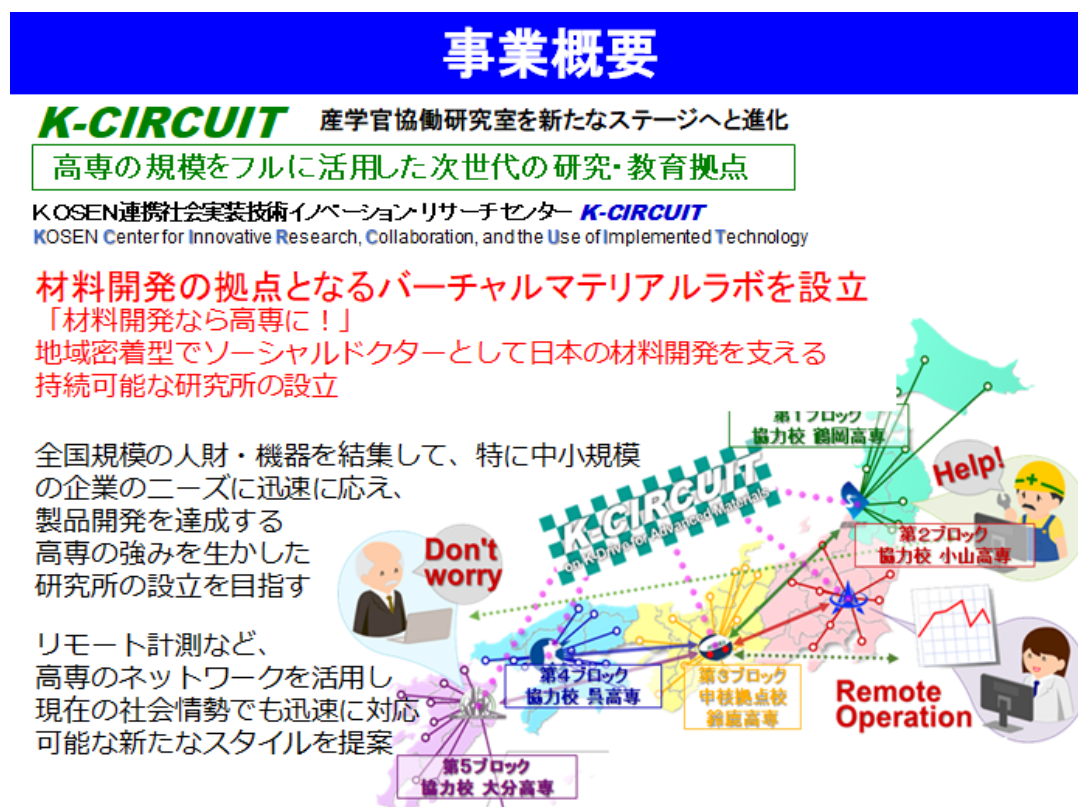


図1. GEAR5.0 マテリアルユニットの事業概要

2. マテリアルユニットが提案するバーチャルラボの特長

マテリアルユニットが提案するバーチャルラボの最大の特長は、KOSEN 連携社会実装技術イノベーション・リサーチセンター（K-CIRCUIT）の存在です。社会実装の達成には、異分野の専門家との連携が必要不可欠です。私が言うのも恐縮ですが、高専は豊富な研究分野の人財を抱えていて、各地域の課題解決に貢献している巨大な組織です。K-CIRCUIT は、この高専の人財をフル活用して、各研究グループの教員間連携を活性化し、適切な人財の選定や配置、研究の遂行をサポートする組織です。K-CIRCUIT には各拠点校のリーダー、サブリーダーの教員をはじめ、拠点のコアとなる教員を配置して、ある拠点での研究の成果や進捗は、同時進行で他の拠点も共有し、何か課題があるときには、迅速な解決を図る組織として機能させるべく、現在、案を練っているところです。

3. 各拠点の構想

現在構想中の拠点を図 2 に紹介しています。まだ構想段階ですので、これからどんどん進化していきます。来月にはもう変わっているかもしれません。鈴鹿高専は、豊富な材料分析装置や兼松秀行ユニットリーダーの専門分野を活かし、表面技術に関する材料の評価・分析拠点として構築していく計画で進行しています。例えば、共同研究している企業や大学、他高専などが材料分析でお困りの時に鈴鹿高専の分析装置を使っていただいて、新製品開発や論文発表につながる成果を得られるような拠点を目指します。

今後は、各高専の強みを分析して特長に合った拠点を整備・強化していき、次世代を睨んだ複数の研究トピックを展開すると共に、時代の流れを敏感に察知して、拠点のコアを柔軟に変化させ、地域貢献、研究開発の加速化、新たな人財育成に取り組んでいきます。そして、マテリアルユニット全体として、高専から人財を、地域産業から製品を社会実装し、地域を活性化してボトムアップ的に我が国全体の産業力強化に貢献していけるようなバーチャルラボを目指して活動していきます。

4. おわりに

まだまだ道半ばのプロジェクトで手探りのところも多数ございます。この鈴鹿高専のバーチャルラボ構想及び GEAR5.0 マテリアルユニットの活動に今後ともご支援を賜りますようお願い申し上げます。

最新の情報をお知りになりたい場合は、GEAR5.0 マテリアルユニットのホームページがございます。お時間があるときにご覧いただければと思います。

<https://www.suzuka-ct.ac.jp/gear-materials/> （「GEAR マテリアル」で検索）

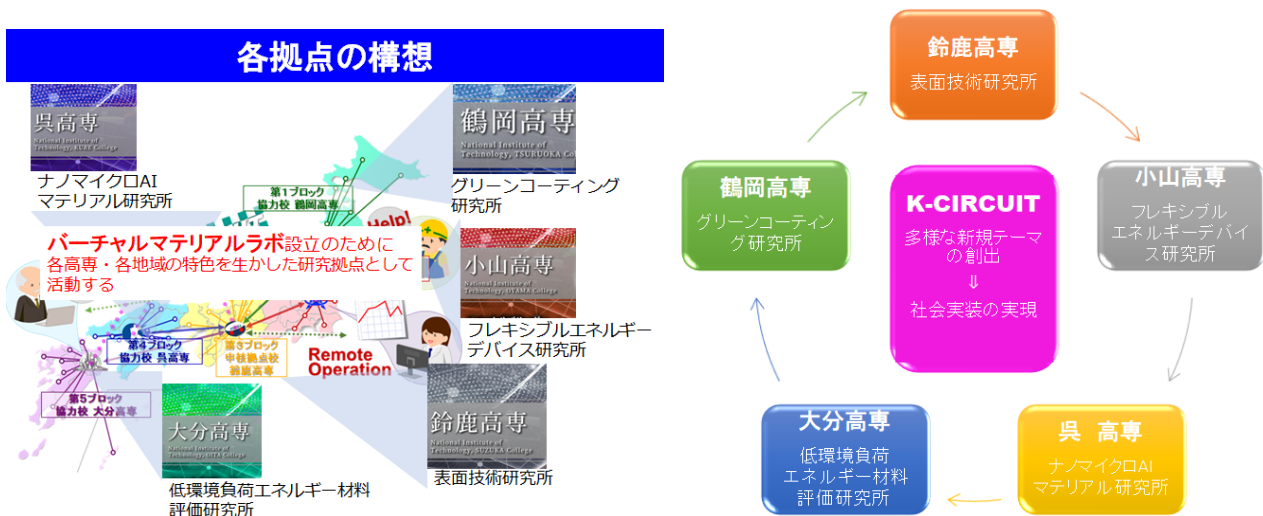


図2. 構想中の拠点

鈴鹿高専産学官協働研究室の企業紹介

「産学官協働研究室 株式会社光機械製作所」

株式会社光機械製作所
第二製造部 生産企画係
エキスパート
鈴鹿工業高等専門学校
客員教授
伊藤 雅己



株式会社光機械製作所
第二製造部 工具設計係
鈴鹿工業高等専門学校
客員研究員
小畑 雄紀



令和1年度4月より、産学官協働研究室を開設しました。研究テーマは多岐にわたり、レーザー加工用高速高精度多軸ステージ、マテリアルハンドリング装置における画像処理の高速化、新たなガラス切断技術、工場廃液処理用バイオシステムの開発で、鈴鹿高専の様々な学科の先生と協力して研究に取り組んでいます。

弊社ではものづくりを支える工作機械の製造とレトロフィット、精密部品加工、超微細レーザー加工等を行っています。なかでも近年はレーザー加工に対する要求が複雑、高度化しており、新たなレーザー加工機が必要不可欠です。そこで、それらの要求を実現する新たなレーザー加工用多軸ステージの開発を行っています。その開発では、機構系の最適設計、新たなアルゴリズムによる同時多軸制御の構築までを行っています。従来にない高速かつ高精度、自由度の高い多軸ステージの実現を目指しています。さらに近年の産業界では、画像処理の高速化や高精度化も要求されています。弊社の製品においても業界一の性能を実現するため、画像処理技術の高度化についても鈴鹿高専様と共同で開発に取り組んでいます。一方、SDGs に代表されるような持続可能で豊かな社会を実現するため、産業界においても環境負荷の小さい廃液処理が必要となります。そこで、従来にない高効率な廃液処理を実現することを目的に、新たな廃液処理システムについても研究を行っています。これにより、従来では導入が困難であったバイオ廃液処理システムを広く普及させ、環境負荷軽減に寄与したいと考えます。

鈴鹿高専様と共同研究を行うことで、産業技術の発展に寄与するだけでなく、環境負荷低減にも積極的に取り組んでいきたいと考えます。

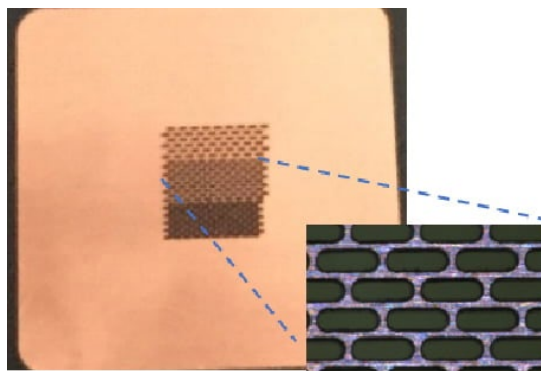


図 レーザー加工例
銅薄膜、トリミング加工
厚み 0.1 mm、拡大部残し幅 50 μ m

鈴鹿高専の研究者紹介

日本の選挙制度をめぐる論理

松岡 信之 (Matsuoka, Nobuyuki)

鈴鹿工業高等専門学校

教養教育科 講師

所属学会：日本政治学会

日本選挙学会

研究分野

政治学

日本政治史

自治体史



使用・応用分野

1. 選挙制度

2. 地方自治

キーワード

戦後政治史、選挙、議会制度

1. はじめに

選挙制度は、有権者の民意を議会の構成員に反映させるための変換装置である。選挙制度の変更にはその時の政治バランス、あるべき政党制論など、さまざまな要素が組み合わさっている。筆者の関心は主に、1936 年から 1947 年までに行われた選挙制度改革（構想を含む）に注目して、戦前と戦後を通じた改革構想を解明することにある。

2. 戦後日本の選挙制度

1945 年の選挙法改革において、女性参政権や 20 歳選挙権の実現とともに、大選挙区制限連記制への変更が行われたことはあまり知られていない。同制度は、原則として一府県を一選挙区（大選挙区）として、投票用紙には最大 3 人の候補者名を連記する方法であり、現代の私たちにはあまり馴染みのない投票方法である。衆議院の選挙制度は、1925 年改正（男子普選）で採用され、1994 年の現行制度への変更までほぼ一貫して中選挙区制であるが、その中でただ 1 度のみ、異質な制度が採用されたことになる。

敗戦後の日本では、新たに選挙を行うことで統治の正統性を担保する必要に迫られたため、内務省や戦前に選出された議員によって、新たな方法での選挙の実施が目指された。幣原喜重郎政権は、「旧来の地盤を覆して議会を一新する」との方針のもと、思い切った制度改革を行うことにしたのである。

日本の選挙制度史において異質な制度である大

選挙区制限連記制は、その源流を戦前期の男子普選導入によって起きた「弊害」に求めることができる。すなわち有権者の増加や選挙腐敗の深刻化、1930 年代の不況などを理由として政党政治に対する不信が高まっていた [2]。そのため、政党政治家の地盤を掘り崩す手段として制度改革が構想され、政府の審議会でも大選挙区制や比例代表制の採用、制限選挙への回帰などが話し合われた。

3. 研究の方向性

上記の背景のもと、筆者は主に 1936 年から 1947 年までの選挙制度改革やその構想を解明することで、戦前と戦後の制度的連続性を政治史の手法を用いて明らかにしたいと考えている。権力を研究対象とする政治学において、その過程を仔細に「叙述」するのが政治史である [3]。選挙制度改革の歴史を調べようとするならば、政治的闘争や政治家だけでなく、当時の社会に関するあらゆる知識に通じていなければならない。それが可能であるかは別として、当時の政治情勢や選挙だけでなく、当時の社会に関する研究をさまざまな史料に基づいて行っていきたい。

【参考文献】

- [1] 小西徳應、松岡信之ほか〔編著〕「戦後日本政治の変遷-史料と基礎知識-」北樹出版、2020 年
- [2] 伊藤之雄「『ファシズム』期の選挙法改正問題」『日本歴史』212 号、1980 年
- [3] G.R. エルトン〔著〕、丸山高司〔訳〕「政治史とは何か」みすず書房、1974 年

鈴鹿高専の研究者紹介

微小領域の攪拌技術とワークシート『ESSENCE』の紹介

黒飛 紀美 (Kurotobi, Kimi)

鈴鹿工業高等専門学校

材料工学科 准教授

所属学会

高分子学会、日本工学教育協会

研究分野

遺伝子検査

教育



使用・応用分野

1. 医療分野

2. 理科教育

キーワード

誘電泳動、マイクロ検査チップ

ワークシート、反転授業

現在、マイクロ検出チップに用いるための、微小領域の溶液攪拌に特化した SiO_2 粒子の創生を行っている。マイクロチップによる生物検体の検出は、ELISA 法を用いたものが有名である。図 1 のように、チップ表面に一次抗体を固定し、それらの抗体に血液や洗浄液、検出用標識二次抗体を順に流し込み最終的にチップ表面の蛍光量を測定することで検査を行っている。つまり、マイクロチップにはそれら各溶液を保持する溶液タンクと送液ポンプが必要であり、そのため装置自体が大型にならざるを得ないのが現状である。筆者は誘電泳動法を用いて、 SiO_2 粒子を直線的に動かすと同時に、粒子の直線運動に使用した同じ電極基板上で粒子の往復運動が行えることを発見（公開特許*1）した。誘電泳動の特徴として、異なる誘電率を持った物質は、一方が動いて、他方が静止しているといったよう

に、選択的に物質を動かすことが可能である。つまり、ある交流電場の条件では SiO_2 粒子は動かせるが、異なる誘電率を持つ遺伝子やたんぱく質は動かさないといったことが可能である。特定の遺伝子やたんぱく質検出用プローブ

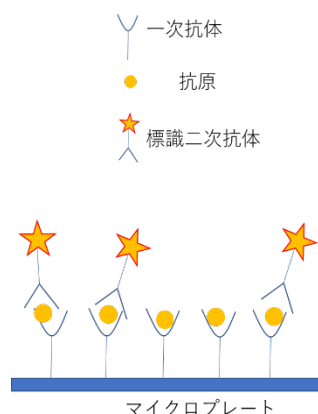


図 1. サンドイッチ ELISA 法による抗原抗体反応

を粒子表面に固定し、誘電泳動を用いて各液溜まりまで搬送し、溶液の中で往復運動をさせることで核酸のハイブリダイゼーションやたんぱく質の抗原抗体反応を促進することが可能である。最終的に粒子表面の蛍光を検出することで、特定遺伝子や抗原の有無を検査できる小型マイクロ検出チップの創生が可能だと考える。現在は、交流電場応答性の良い攪拌運動に特化した粒子を、w/o エマルションを反応場として利用したゾル-ゲル法を用いて作製している。来年からは誘電泳動電極及びチャンバーの作製を予定している。先の長い研究になると思うが、コツコツ進めていきたい。

教育に関しては、独自のワークシートを用いてノートの仕方を工夫した授業を行っている。幾何学的に分割した A4 サイズのワークシートは、学生が大事な部分を記入するもので、ESSENCE（英語で本質を意味する）と命名し、2014 年から授業に用いている*2。前職は一般基礎科目の物理や数学を教えていた。板書が多いと学生は板書に集中してしまうため、理解できない学生を増産してしまう。さらに、ノートや教科書の記述は、ページをまたぐと途端に頭に入っていない経験から、必要なことを 1 ページにまとめたワークシートを考案した。考案に際し参考にしたのは fishbone ノート術*3 である。要点を 1 ページにまとめるノート術は、他にマインドマップがある。しかし、マインドマップのように中心から外側へと自由に書き込んでいくような自由な形式ではない。魚の骨を意味する fishbone ノート術には、題名は左端（魚の頭）、

章の区切りは骨の上下に表記するといったように一定の規則がある(図2)。鈴鹿高専に転任したのは2020年、まさに新型コロナウイルスが流行しパンデミック状態であったときで、その年の前期の授業はネットワークによる遠隔授業であった。遠隔授業では情報量を抑えるため、黒板を用いた授業よりもPowerPointでの授業が推奨され、このときも本ワークシートはとても便利なアイテムであった。90分授業に作成したPowerPoint資料は全部で15枚前後、それらを1~2ページにまとめたESSENCEを学生に送信し、学生には各自プリンターやコンビニでプリントアウトして授業に臨んでもらった。一例として、材料環境科学で用いたESSENCEを図3に示す。講義の題名は左端に書かれ、いくつかの章には小見出しが付けられて一目瞭然である。講義名の近くには達成目標がさりげ

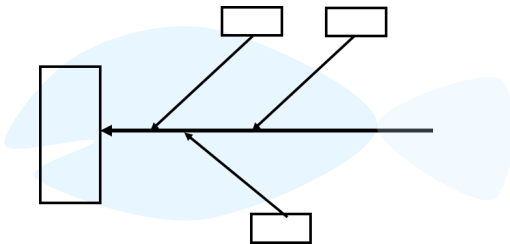


図2. fishbone ノート術

なく表記されている。授業で書き込んだワークシートを復習に活用する。慣れれば2分くらいで1回の授業を見直すことができる。こうした遠隔授業でも学生の学習効果は高いように思われた。今後、これらの授業効果の詳細を分析して何かの折に発表していきたいと考えている。対面授業に戻った現在でも、本ワークシートを用いた授業は続けている。直観的に理解できる数学や物理のような教科との相性は良いように思える。しかし、教科によってワークシートとの相性があり、ワークシートが効果的なのかそうでないのかが分かれるところではある。今後は、こうした教材を反転授業のビデオ教材の副教材として取り入れその利用を拡大していけたらと考えている。

【参考文献】

- [1] 特開 2010-008254、黒飛紀美「攪拌方法および該攪拌方法を用いた分析方法」
- [2] 黒飛紀美「反転授業を効率的に遂行する唯一の方法ーワークシート『ESSENCE』を用いた教授法ー」
- 東京理科大学紀要(51)405-414、2019年3月
- [3] フィッシュボーンノート術、駒井伸俊著、フォレスト出版

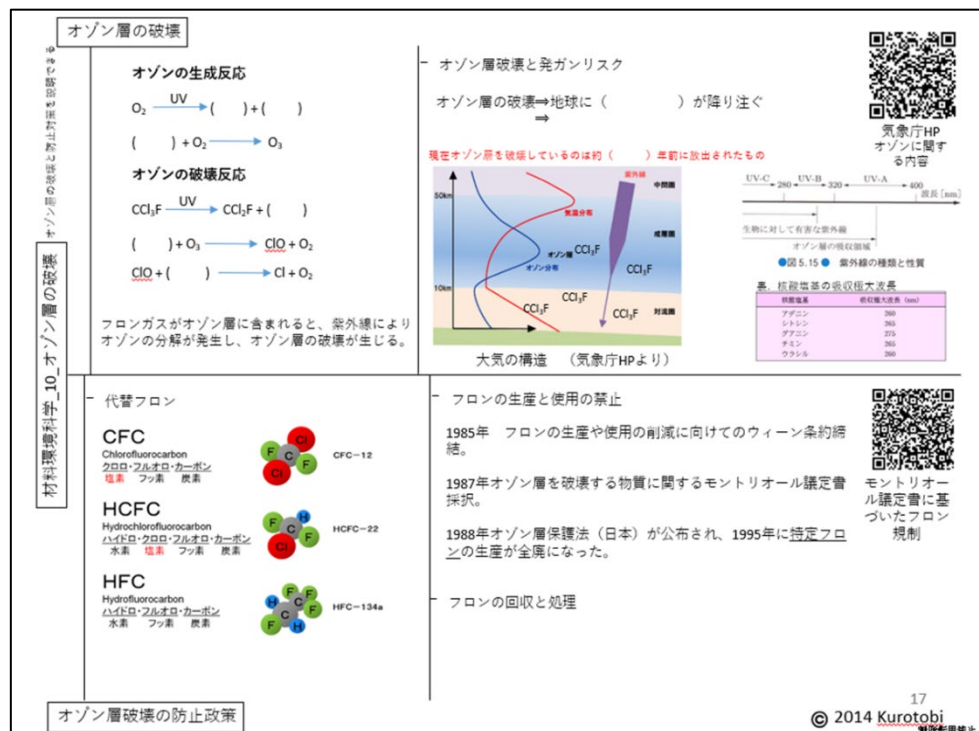


図3. 授業で用いている ESSENCE の一例 (材料環境科学より)

鈴鹿高専の研究者紹介

四級アンモニウム塩系両親媒性イオン液体の開発

河合 里紗 (KAWAI Risa)

研究分野

鈴鹿工業高等専門学校

コロイド・界面化学

材料工学科 助教

所属学会：日本化学会コロイドおよび界面化学部会

日本油化学会

高分子学会 など



使用・応用分野

1. 両親媒性化合物の合成
2. 可溶化、薬物輸送、洗浄
3. 表面改質、抗菌・抗ウイルス

キーワード

界面活性剤、イオン液体、四級アンモニウム塩、
界面吸着、分子集合体

1. はじめに

イオン液体とはカチオンとアニオンのみで構成され、100 °C 以下で融解する塩であり、不揮発性や不燃性の性質から環境負荷の低い新規な溶媒として注目を集めている。イオン液体はその分子構造によって、融点、密度、粘度、極性などの物理化学的性質を目的に応じて変えることができる。

界面活性剤は、分子内に親水基と疎水基を併せもつ両親媒性構造である。その界面への吸着や水溶液中での会合体形成の性質を利用して、洗浄、化粧品、塗料などの多くの分野で用いられている。

ジェミニ型界面活性剤は、1 疎水鎖 1 親水基構造の単鎖型界面活性剤同士をスペーサー（連結基）で 2 分子繋いだ構造をとり、従来の単鎖型と比べて臨界ミセル濃度（CMC）が低く表面張力低下能が高いといった優れた界面活性を示すことから、次世代型界面活性剤として近年注目されている。

分子内にアルキル鎖を有する両親媒性構造のイオン液体は、水溶液中で界面活性を示し会合体を形成することが知られている。したがって、両親媒性イオン液体は、イオン液体と界面活性剤の両特性を併せもち、優れた性能や機能性の発現が期待される。

我々はこれまでに、四級アンモニウム塩系のジェミニ型、トリメリック型、アダマンタン含有型など、種々の構造を有した新規両親媒性イオン液体を分子設計・合成し、それらの(1)物理化学的

性質、(2)水溶液物性、(3)イオン液体単独のバルク中でのナノ構造、(4)イオン液体を媒体とした界面活性剤の物性、さらに水を加えた(5)イオン液体と界面活性剤の混合水溶液における物性について明らかにした [1-8]。ここでは両親媒性イオン液体の(1)~(3)、(5)について簡単に紹介する。

2. 研究手法

四級アンモニウム塩系両親媒性イオン液体は、各種アミンと臭化あるいはヨウ化アルキルにより得られた四級化物の対イオンを、フッ素系の対イオンにイオン交換して得た。エチレン鎖をスペーサーとしたジェミニ型およびトリメリック型イオン液体の分子構造を図 1 に示す。

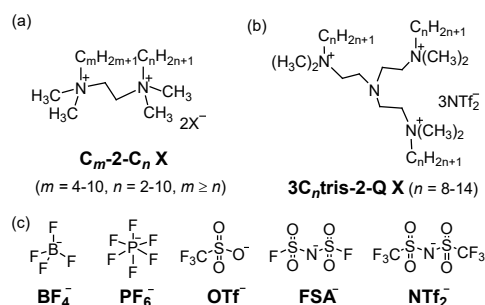


図 1. 両親媒性イオン液体の構造: (a) ジェミニ型; (b) 星状トリメリック型; (c) 対イオン(X)
両親媒性イオン液体の物理化学的性質は、融点、粘度、導電率、密度、表面張力などの測定で評価し、水溶液物性は、導電率、蛍光、表面張力、動的
光散乱、X 線小角散乱の測定で評価した。イオン

液体のナノ構造は、X 線広角散乱および低温透過型電子顕微鏡 (cryo-TEM) で調べた。

3.1. 両親媒性イオン液体の融点

ジェミニ型両親媒性イオン液体 (C_m -2- C_n NTf₂) の融点を図 2 に示す。

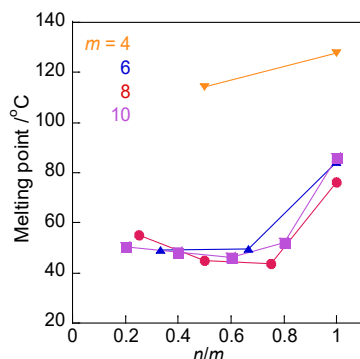


図 2. ジェミニ型両親媒性イオン液体 C_m -2- C_n NTf₂ のアルキル鎖の非対称度と融点の関係

2 本のアルキル鎖長の比が 0.4~0.8 の時に融点は極小となった。一般に四級アンモニウム塩の融点は、イミダゾリウム塩やピリジニウム塩と比べて高く、価数の増加で結晶性が向上する。今回、アルキル鎖の非対称度を変えることでファンデルワールス力を強めることなく、融点を 40 °C 付近まで低下できることは価値がある [1]。さらに、スペーサーに窒素または酸素原子を含有したジェミニ型両親媒性イオン液体は、対称構造の場合も融点が室温以下となり、スペーサーの構造が融点をはじめとする物性に大きく影響した [2]。トリメリック型イオン液体の融点は、カチオン分子の骨格によって異なり、直鎖状ではアルキル鎖長の増加とともに融点が上昇したものの、星状構造では鎖長に依存せず、アルキル鎖長 10~14 ではスペーサー長が 3 のときに融点が 0 °C 以下となった [3]。

3.2. 水溶液物性

3.1 項で紹介したジェミニ型イオン液体は、フッ素系のアニオンを有するために水溶性が低く、水溶液中でミセルを形成しなかった。しかし、トリメリック型では気/液界面における効率のよい吸着・配向とミセル形成が認められた [3]。四級アンモニウム塩の融点と親水性のバランスを維持しつつ高い界面活性を示す分子構造を考案することが今後の課題である。一方、単鎖・ジェミニ型イオ

ン液体単独ではミセルを形成しないものの、アニオン界面活性剤であるドデシル硫酸ナトリウム (SDS) との混合水溶液中では、SDS 単独の CMC よりも低濃度でミセルを形成した。形成された会合体は SDS 濃度の増加とともにベシクル、線状ミセル、球状ミセルへと転移し、気液界面では密で効率のよい吸着・配向も示唆された [5、6]。

3.3. 両親媒性イオン液体のナノ構造

イオン液体のナノ構造に関して、X 線・中性子線散乱や MD シミュレーションなどを用いた報告があるものの、不明な点が多い。我々は、両親媒性イオン液体の cryo-TEM 観察により層構造を可視化することに成功し、X 線広角散乱より得られる面間隔と一致することを報告した。両親媒性イオン液体が形成する層構造は、アルキル鎖長・鎖数、スペーサーおよび骨格構造、対イオン構造によって制御でき [7、8]、将来的には非水溶性化合物の可溶化や薬物輸送などへの応用展開が期待される。

4. 今後の研究

これまでの四級アンモニウム塩系両親媒性イオン液体の開発を基盤として、環境負荷低減型の骨格構造や人体・環境に優しい天然由来の分子構造を導入した新しい界面活性剤およびイオン液体の分子設計・合成を行っている。イオン液体は主に電解質や反応溶剤としての利用が検討されているが、両親媒性イオン液体の各種物性と構造の関係の解明によって新展開が期待される。また、四級アンモニウム塩の優れた殺菌・抗菌性に着目し、抗菌・抗ウイルス材料への展開も進めている。

【参考文献】

- [1] Kawai, R. *et al.*, *ACS Omega*, **4** (10), 14242 (2019).
- [2] Kawai, R. *et al.*, *Colloids Surf. A*, **603**, 125218 (2020).
- [3] Kawai, R. *et al.*, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **21**, 25065 (2019).
- [4] Kawai, R. *et al.*, *J. Mol. Liq.*, **294**, 111586 (2019).
- [5] 河合里紗ら「四級アンモニウム塩系両親媒性イオン液体」色材協会誌, **93** (3), 91-98 (2020).
- [6] Kawai, R. *et al.*, *Langmuir*, **37** (38), 11330-11337 (2021).
- [7] Kawai, R. *et al.*, *Molecules*, **25** (21), 4881 (2020).
- [8] Kawai, R. *et al.*, *J. Mol. Liq.*, **337**, 116459 (2021).



産学官連携で、ものづくり支援 鈴鹿高専テクノプラザ

事業内容

1. 会員企業との共同研究、研究協力の推進
 - (1) 共同研究・受託研究に関する助成
 - (2) 技術相談ならびに学内の研究設備利用に関する会員への便宜
 - (3) 会員企業との共同研究等推進に関する助成
 - (4) ランチミーティングによる取組み
2. 産学官の人的、情報交流の促進
企業交流会の開催
3. 会員企業の技術向上に関する支援
 - (1) 企業技術者対象の講習会の実施
 - (2) 企業見学会の実施
 - (3) 講演会の開催
 - (4) 高専教員の企業訪問による「出前講座」の開催
 - (5) メール等による会員企業向けの情報提供
4. 人材確保の支援、企業PR
 - (1) 「企業ガイドブック」の作成:就職希望学生に提供し紹介
 - (2) 「合同業界説明会」での就職希望学生向け会員企業紹介:就職希望学生を対象に、ブース形式による個別相談会を実施
 - (3) 高専祭での会員企業展示
 - (4) 銘板への企業会員名の掲載 (事務教養棟玄関)
 - (5) 産業展での活動紹介
 - (6) 企業会員の情報共有における企業取組み発信
 - (7) 高専卒業生の転職、Uターン就職希望者
 - (8) 高専OBによる知的シルバー人材活用
5. 高専の教育、国際交流の充実の支援および学生との交流の促進
 - (1) 高専の技術者教育に関する支援
 - (2) 高専祭学科展示作品の審査と優秀作品の表彰
 - (3) 学生海外派遣支援
 - (4) 会員企業による授業支援



デジタルサイネージ



企業ガイドブックの発行



高専祭の風景(令和元年度)



企業交流会での創造工学
「各学科優秀作品」表彰



合同業界説明会の開催



会員企業の銘板

令和3年度 産学官連携活動実績報告**◆みえアカデミックセミナー2021**

(令和3年8月25日、三重県生涯学習センター)

- ・生命の設計図・遺伝子の働きを知る：

細胞内での働き方と応用例

生物応用化学科 講師 今田 一姫

◆第10回 SUMS-NITS医工連携研究会

(令和3年9月24日、オンライン開催)

- ・分裂酵母の胞子形成に見られる独自性と普遍性

生物応用化学科 講師 今田 一姫

◆イノベーション・ジャパン2021ー大学見本市 Online

(令和3年8月23日～9月17日)

- ・展示タイトル「磁気光学イメージングによる高空間分解能非破壊センシング技術」

電気電子工学科 講師 橋本 良介

◆鈴鹿高専テクノプラザ出前講座

- ・金属材料の基礎講座/熱処理の基礎講座 (令和3年9月9日)

材料工学科 教授 黒田 大介

- ・金属材料の機械的性質評価法/数値計算(FEM、有限要素法)の基礎 (令和3年9月17日)

機械工学科 教授 末次 正寛

- ・熱処理講習会 (令和3年10月19日、11月9日、12月14日)

第1回 金属材料の結晶構造と変形、再結晶と炭素鋼

第2回 構造用鋼、工具鋼、ステンレス鋼について

第3回 熱処理全般

材料工学科 教授 黒田 大介

- ・渦電流に関する計測技術の基礎及び応用

(令和4年1月24日、2月21日)

電子情報工学科 准教授 板谷 年也

◆すずか市民アカデミー『まなべル』

～アフターコロナの鈴鹿探求～

- ・地球温暖化をはじめとする環境の状態について

(令和3年10月2日、本校)

生物応用化学科 准教授 甲斐 徳高

- ・物質の階層～素粒子から宇宙まで～

(令和3年11月6日、本校)

教養教育科 教授 仲本 朝基

◆鈴鹿高専テクノプラザ企業交流会

(令和3年11月17日、本校)

- ・新規両親媒性化合物の構造と物性に関する研究

材料工学科 助教 河合 里紗

◆リコチャレ2021

(令和3年12月4日、鈴鹿市男女共同参画センター)

- ・チタンアート、オリジナル石けん作り

(ビギナーコース)

- ・色素増感太陽電池でオルゴール作り

(チャレンジコース)

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4年1月23日、鈴鹿ハンター)

- ・GEAR5.0マテリアル紹介

- ・研究紹介 材料工学科 助教 河合里紗

- ・鈴鹿高専テクノプラザ紹介

◆第11回 SUMS-NITS医工連携研究会

(令和4年2月21日、オンライン開催)

- ・誘電体バリア放電の誘起流を用いた大腸菌の殺菌

電気電子工学科 教授 横山 春喜

行事予定

令和4年3月 予定

◆鈴鹿高専せれんでクラブ講演会 (本校)

令和4年5月27日(金)

◆鈴鹿高専テクノプラザ 総会 (本校)

編集後記

世界中で新型コロナウイルス感染症が猛威を奮っている状況が続いています。人々の移動や生産活動が制限され、経済状況は決して楽観できません。しかしながら私たちは、SDGsの考えを取り入れつつ次世代の技術者・研究者育成、そして未来につながる技術の創成に取り組んでおります。本報では、そうした鈴鹿高専の新たな取り組み、産学官協働研究室や近年着任した研究者をご紹介します。また、共同研究や人材育成に役立つ情報といたしましてテクノプラザ事業も掲載しております。

鈴鹿高専を支える皆さまにとりまして、本報が何らかのお役に立ちますこと心より望んでおります。ご意見、ご感想やご相談などございましたら、下記の問い合わせにご連絡ください。

(生物応用化学科・准教授 小川 亜希子)

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 総務課地域連携係

TEL 059-368-1717 FAX 059-387-0338

E-mail : chiiki@jim.suzuka-ct.ac.jp