

Suzuka National College of Technology

SNCT News Letter

鈴鹿高専技術便り

第13号

より一層の産学官連携と地域社会への貢献を目指して

鈴鹿高専 研究活動推進委員会委員長
研究主事・センター長 埤 克己



鈴鹿工業高等専門学校は共同研究推進センターを拠点として産学官連携活動を行っています。本校教員の研究成果を高専のWebページや研究シーズ集に掲載し、SUZUKA産学官交流会の交流フォーラムや全国高専テクノフォーラムを利用して広報に務めるほか、学内外のプロジェクト研究や共同研究を積極的に推進し、さらに技術開発相談など地域産業界に貢献する活動を行っています。

地域の企業ニーズの把握と高専のシーズのマッチングをより一層図るべく、昨年6月より文部科学省の産学官連携戦略展開事業によるコーディネータが本校と鳥羽商船高専に兼務し、精力的に高専のシーズと三重県下の企業ニーズの把握・発掘に努めています。その成果があって、本校の研究シーズの外部への発信やシーズの知的財産化、共同・受託研究へのより一層の取り組みが図られています。

さらに社会が高等専門学校に求めているものとして、上記の「共同研究等による地域産業の振興・活性化」のほかに、「地域に貢献できる人材の育成」があります。実践的・創造的技術者を育成することは地域における高等教育機関としての高専の本来の役割であり、企業の現役・退職技術者（エキスパート）を講師に招いて、エンジニアリングデザイン教育の高度化に取り組んでいます。その高度化をさらに促進する活動として、鳥羽商船高専との連携強化を目的とした「高専間及び地域との連携による技術者人材育成組織と方法論の構築」の事業が今年度認められました。企業技術者との共同編纂によるエンジニアリングデザイン教育の教科書・教材の開発に取り組むとともに、テレビ会議システムを導入して、高専間連携によるエンジニアリングデザイン教育をはじめ、三重県の産業・歴史・文化・地勢等に関する教育も実施することになっています。

高等専門学校は「創造性のある実践的技術者の育成」を使命とした教育を実施しており、専門教育に優れた教授力を持っています。教員の得意な技術的知識や専門的知識と高専のもつ実験設備を活用して、昨今の厳しい経済情勢の中で新分野への製品開発、製造工程の効率化等に向けて技術者のリフレッシュ教育を必要とする地域企業の皆様に、研修等の機会を提供し協力できないか、と思っています。技術相談、共同・受託研究も合わせてご要望等ありましたら、お気軽に共同研究推進センターにご連絡をお願い申し上げます。

目次

より一層の産学官連携と地域社会への貢献を目指して（埤 克己）	1
鈴鹿高専における環境教育の取り組み（江崎 尚和）	2
第7回全国高専テクノフォーラムに参加して（澤田 善秋）	4
SUZUKA産学官交流会設立10周年特別企画「近大マグロ養殖視察研修会」同行記（山崎 賢二）	6
第8回産学官連携推進会議に参加して（澄野 久生）	8
リーディング産業展みえ2009（柴垣 寛治）	9
鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジーネットワークの活動報告（藤松 孝裕）	10
研究者紹介（小川 亜希子、黒田 大介）	12

鈴鹿高専における環境教育の取り組み

文部科学省「質の高い大学教育推進プログラム」採択事業 『環境志向・価値創造型エンジニアの育成』

材料工学科
江崎 尚和



鈴鹿高専では平成20年度に、文部科学省による国公立大学を通じた大学教育改革の支援のひとつである「質の高い大学教育推進プログラム」の採択を受けた。名称は大学教育となっているが、これは短大や高専を含む高等教育機関すべてを対象としたもので、少子化が進む中これからの高等教育機関が個性・特色を発揮し、社会のニーズに応じた人材育成機能を保っていくための「取組」に対する支援事業である。このように国公立の区別なく各大学等が積極的に教育改革に取り組むことのできる「競争的環境」を整えることで学校間の教育改革に対する切磋琢磨を喚起することもその目的のひとつになっているようである。

取組の背景

鈴鹿高専から提案した教育の取組テーマは「環境志向・価値創造型エンジニアの育成」でその内容は一言で言うと、環境教育と実践的な技術者教育を融合させた教育プログラムの構築と実施ということになる。ご存知のように、20世紀の高度経済成長や今日に至るまでの先端技術の発達の代償として様々な環境問題が発生し、近い将来の我々の生活環境を危機的な状況に陥れる可能性のあることが問題視されてきている。これに対応して、京都議定書に代表されるように環境問題に対する多くの国際的な取り組みや対策が打ち出され、人類の将来をかけた迅速な対応が求められている。このような状況の下で、これからのものづくりに関わる技術者は、生産活動に伴う環境への影響を強く意識した上で、それを最小に押さえるための創意工夫、製品開発ができることが不可欠な素養となる。すなわち、環境志向型の技術者育成が重要となってくる。

一方、最近の工学教育では「講義」や指導書に沿った「工学実験」を通じて専門知識を身に付けることに重点を置いた教育から、より実践的な技術者教育システムの導入の重要性が指摘されてきている。すなわち従来型の教育または自学自習で身につけた専門知識を駆使して、独自に課題を探索し、新製品・新技術を創成する能力を訓練するための教育、いわゆるエンジニアリング・デザイン型の教育システムによる価値創造型の技術者育成が強く求められている。

この取組では、上記のような異なる2つの要求を満たすことができる技術者教育の構築を目指す。高専における15才年齢からの早期技術者教育の特徴を生かし、後述するような低学年対象の意識付け教育、高学年での実践型プロジェクトの充実を図り、環境に配慮しながら価値創造のできる技術者を育成するための効果的な環境教育システムの構築を目指すものとなっている。

提案する技術者教育システム

この取組で構築する教育システムの概略を簡単な図に示した。この教育システムは1～3年次における導入教育部分と4および5年次における環境をテーマにした実践教育部分（実践型エコ・プロジェクト）からなっている。

【導入教育】

1～3年生を対象とした環境への配慮ができるような意識付け教育を導入する。「身近な地球環境問題の現状について」「生産・消費と地球環境の係わり合い」および「環境関連の各種規制法や取り組み状況」や「エネルギー問題」等の講義またはディスカッション、講演会等を実施し環境に関する現状認識、環境対策の大切さを学ぶとともに、常に環境問題を意識しながら自主的に判断、行動をできる素養を身に付けさせる。これらの導入教育は「特別教育活動」の時間を利用し、教員によるプロジェクトチームで作成したテキスト等を利用して実施する。

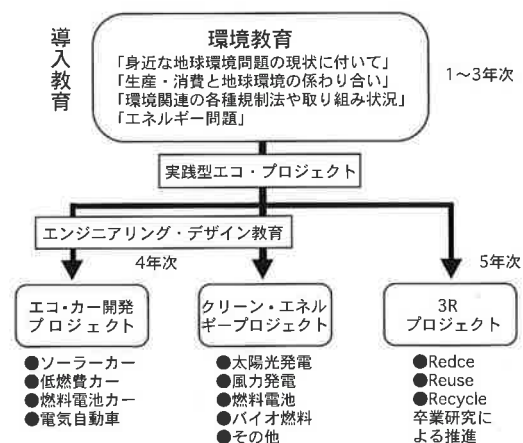
記事

【実践型エコ・プロジェクト】

4年次で実施している「創造工学」は学生達が自ら考えた課題や教員から与えられたキーワードで学生が自主的に取り組むエンジニアリング・デザイン型の授業である。この課題の中に、環境負荷に配慮した近未来の乗り物として注目されるソーラーカーおよび燃料電池カー製作（ものづくり技術者育成のための課題としてすでに導入済）に加えて、新たに低燃費カー製作および電気自動車の製作を加え『エコカー開発・プロジェクト』として内容を充実させ、環境問題への取り組みを実践で体験させる。この他、環境に配慮できる新エネルギーに関連したテーマとして太陽光発電、風力発電、燃料電池発電、バイオ燃料等を課題とする『クリーン・エネルギープロジェクト』を立ち上げ、幅広いバックグラウンドを持った学生が創造性を発揮して取り組める実践的エコロジー教育の実施環境を整えている。

さらに5年次では『3Rプロジェクト』と称して卒業研究を実施する。地球環境やエネルギー問題、3R（Reduce・Reuse・Recycle）を意識した環境への取組・解決に関わるテーマを積極的に創出し推進できるよう研究に必要な設備・機器の導入や経費の配分を行っている。このように、入学から卒業までの5年間を通じたこれら一連の教育プログラムにより『生産により生じる環境と社会への影響を認識し責任を自覚できる』技術者の育成を目指す。

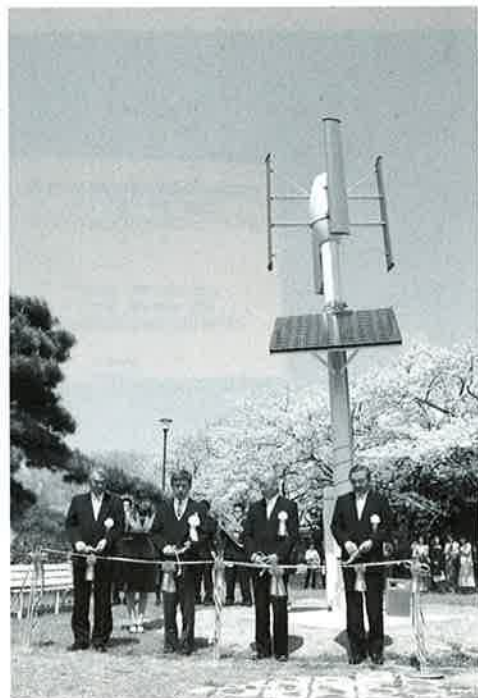
以上、本校が取り組む「質の高い大学教育推進プログラム」の概略について述べたが、初年度には導入教育用に環境関連図書やDVD教材の充実、教育用テキストの作成のほか、実践エコプロジェクトのための小型風力発電機、電気自動車、バイオディーゼル燃料製造装置などの設備を導入し実施体制の構築を行った。2年目となる本年度はそれらを活用して環境教育の実施を行っているところである。また、新たに卒業研究の充実のために環境計測のための微量元素分析の装置や赤外線サーモグラフィーの導入、より実用車に近い4輪ソーラーカーの製作等の準備を行っている。この教育プロジェクトの実施を通じて、競争的外部資金の獲得が今の高等教育機関にとって教育環境の充実にいかに大きな役割を果たすかを強く実感するとともに、この支援事業の採択を本校の技術者教育のレベルアップに繋げられるよう、本年度の教育成果をしっかりと検証し最終年度に向けた教育プログラムの改善を図りたいと考えている。



環境教育システムの概略図



新しく導入した電気自動車



小型風力発電機の起動式

第7回全国高専テクノフォーラムに参加して

生物応用化学科
澤田 善秋



第7回全国高専テクノフォーラムが平成21年8月6日（木）～7日（金）の2日間、高松市で開催された。「高専パワー全開への軌跡、そして未来へ」と題して、基調講演、パネル討論、口頭事例発表、産官学交流会が実施された。本校からは「鈴鹿高専での環境教育の取組みと授業（創造工学）で実施するバイオディーゼル燃料の合成について」と題して口頭事例発表を行った。開催趣旨および内容は以下の通りであった。

国立高等専門学校（以下高専）が全国に設置されて40年以上経ち、高専は「製造現場に強い技術者の育成」を実践し、戦後の製造業発展の一翼を担ってきた。最近では、アジア諸国の急激な経済成長などにより製造現場の海外移転が積極的に行われ、グローバル化が進んでいる。一方、米国のサブプライム・ローン問題に端を発した世界同時不況による需要の急速な減退という状況に直面し、日本の製造業は、深刻な打撃を受けている。このような内外の急激な変化に対応し、日本が「技術立国」、「ものづくり大国」として生き残るために、技術者を育成する高専の未来についてみつめなおす時期にきていると考えられる。本



口頭事例発表風景

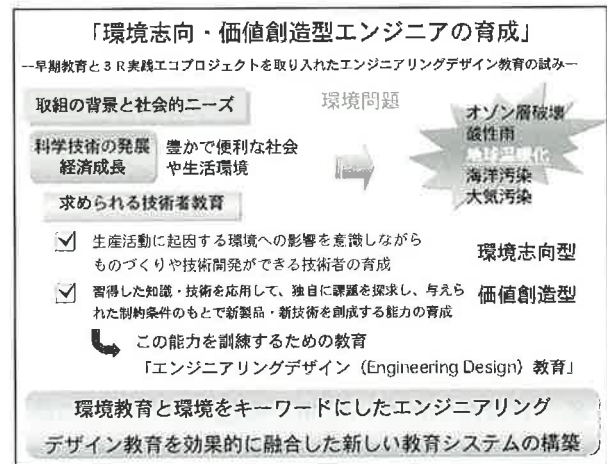
フォーラムでは、全体パネル討論として(1)「高専、農林水産連携への挑戦—1次産業と2次産業の新たな連携・融合—」、(2)「今後10年間に高専の果すべき役割—教育・研究・新しい地域連携—」で積極的な討論が行われた。また、口頭事例発表の部としては「環境・エネルギー問題への取り組み」、「安全・安心な社会の構築を目指して」、「一般研究成果」が行われた。

以下に口頭事例発表を行った概要を紹介する。鈴鹿高専では文科省の「質の高い大学教育推進プログラム」として「環境志向・価値創造型エンジニアの育成」が採択され、昨年度から運用している。

科学技術の発展や経済成長は、豊かで便利な社会や生活環境をもたらした反面、地球温暖化や様々な環境問題などを引き起こしている。これからのものづくりに関わる技術者は、生産活動に起因する環境への影響を意識しながらものづくりや技術開発ができることが不可欠な素養となる。そのためには、早い時期からの環境問題に関する導入教育が大切となる。そこで環境教育と環境をキーワードとしたエンジニアリング・デザイン教育を効果的に融合した新しい教育システムを構築し、環境志向・価値創造型エンジニアの育成を図りたいと考えている。

記事

本取組では、高専の特徴である5年一貫教育の中に、継続的な環境教育の仕組みを構築し、3つの取組を学年進行に沿って実施する。1～3年次では導入教育として、特別教育活動の時間帯に環境教育を行い、動機付けを行う。4年次では創造工学の時間帯で、エンジニアリング・デザイン教育を意識して、エコカー開発PJおよびクリーンエネルギーPJの中で課題設定、問題解決、創造性、チームワーク力を養う予定である。最終学年の5年次では、学生が専門とする分野における環境やエネルギー問題、3Rをキーワードとした卒業研究テーマを積極的に創出し実施していく。具体的なテーマとして、従来のソーラーカー、燃料電池などに加えて風力発電、バイオ燃料などのテーマを新規に導入している。ひとつの例として、本年度に、生物応用化学科の創造工学で実施したバイオディーゼル燃料の合成について紹介する。本テーマは、食堂で使用した天ぷら油を回収し、バイオディーゼル燃料の合成を行うものである。現在、多くの自治体において使用済み食料油を回収し脂肪酸メチルエステルに変え、軽油代替燃料(BDF)としてディーゼル車に使う取り組みが行われている。バイオディーゼル燃料は、カーボンニュートラルで温室効果ガスの排出を減らす事が可能でまた、廃食油を使うので廃棄物のリサイクルになる。さらにBDFは比較的温和な条件で製造できるため、多くの簡易設備が開発されている。鈴鹿高専では、100Lのバイオディーゼル燃料反応装置および2kWhの発電能力を持つディーゼル発電機を有している。これらを用いてBDFの合成および発電



環境志向・価値創造型エンジニアの育成

を実施した。植物油をメタノールと反応させ脂肪酸メチルエステルのBDFとグリセリンへと転化させる反応は、平衡反応であり多量のメタノールを使用しない限り未反応のグリセリドが残留する。残留グリセリドはディーゼル燃料としての品質を低下させ、エンジンの障害を起こすことになる。そこで、200mlのフラスコスケールにおいて、反応条件を確認した上で、100Lサイズの実機に応用することとした。メンバーは10名で、3名の教員が指導し、学生をフラスコ班、実機試作班および発電機班と担当を分けて取り組むこととした。取り進め

に当たっては産学連携による実践型人材育成事業「エキスパートのスキルと感性を導入した創造工学プログラムの構築」の一環として、企業技術者（エキスパート）の方の指導を仰いだ。本校のものづくり教育の核である「創造工学」の授業に、企業技術者のスキルと感性を導入し、ものづくりの流れと勘所を学ぶことを目指している。フラスコ班では反応条件の未反応物濃度への影響を調べ、それらの結果を基に実機班が100Lスケールで合成した。また、合成したBDFを用いて発電機班が発電量及び煤の発生量を測定した。さらに作製したBDFを軽油に混合して発電を行い、高専祭でもPRした。



鈴鹿高専が有する反応器および発電機

の構築」の一環として、企業技術者（エキスパート）の方の指導を仰いだ。本校のものづくり教育の核である「創造工学」の授業に、企業技術者のスキルと感性を導入し、ものづくりの流れと勘所を学ぶことを目指している。フラスコ班では反応条件の未反応物濃度への影響を調べ、それらの結果を基に実機班が100Lスケールで合成した。また、合成したBDFを用いて発電機班が発電量及び煤の発生量を測定した。さらに作製したBDFを軽油に混合して発電を行い、高専祭でもPRした。

SUZUKA産学官交流会設立10周年特別企画

「近大マグロ養殖視察研修会」同行記

研究推進・産学官連携部会員
教養教育科
山崎 賢二



平成21年9月8、9日の一泊二日の行程で、SUZUKA産学官交流会設立10周年特別企画「近大マグロ養殖視察研修会」が実施されました。本校からは文科省産学官連携コーディネーターの澄野さんと、同行記執筆のため広報担当ワーキンググループの私が参加させていただきました。参加者は、（有）ヤマモトの山本本会会長はじめ地元企業から13名、鈴鹿医療科学大学と鈴鹿国際大学関係から各1名、鈴鹿市から1名、三重県から2名、お世話いただいた商工会議所から3名の計23名でした。

硬い内容の多い技術便りですので、この同行記は少しやわらかタッチで書かせていただきます。それから、たくさん写真も撮ったのですが、紙面の都合もあり施設の写真等は割愛させていただき、その代わりに各施設のホームページのURLを掲載しました。ぜひご覧ください。今回の視察研修会は、表題のように設立10周年特別企画と銘打っており、関係者一同待ち望んでいた企画だそうです。それもそのはず、日本人の好物、クロマグロが食べられるからです（失礼、食べるのだけが目的ではありません）。詳細は後述しますが、一匹うん十万円のクロマグロが群れをなして遊泳する姿には、参加された皆さん「おおっ！」と感嘆の声を上げていました。

さて一行は、8日朝、鈴鹿商工会議所を出発して、亀山ICから伊勢自動車道、紀勢自動車道をとおり、尾鷲市にある「三重県立熊野古道センター（<http://www.kumanokodocenter.com/>）」と「夢古道おわせ（<http://yumekodo.jp/>）」を目指しました。以前の南三重方面へのドライブは、峠の多い国道42号線一本でしたが、紀勢自動車道紀勢大内山ICが今年2月に開通し、また平成24年には紀伊長島まで開通予定で、そのあとも尾鷲まで延伸が決まっています。三重県立熊野古道センターは、平成16年に熊野古道が世界遺産に登録されたのを記念して、平成19年2月に、熊野古道を訪れる人々や地域の人々がくつろぎ、交流する場としてオープンした施設です。名産尾鷲ヒノキの木造建物の中は、ヒノキの香りが充満していて癒しの空間でした。夢古道おわせは、熊野古道センターに隣接している地場特産品情報交流センターで、海洋深層水温浴施設（温泉ではありません）「夢古道の湯」や「お母ちゃんのランチバイキング」などユニークな取り組みをしています。もちろん昼食はこのバイキングをいただきました。とても美味しいというのは言い過ぎですが、地元産の安心安全な食材が売りで、地元のお母さん（おばあちゃん？）たちが手間暇をかけて作った料理が並んでいて、平日にもかかわらず盛況でした。時間がなくて海洋深層水風呂を体験できなかったのは残念でした。その後国道42号線を南下し、熊野市の「里創人・熊野倶楽部（<http://kumanoclub.jp/>）」を訪問しました。



夢古道おわせの伊東店長の話を聞く参加者



バイキングの一部とお世話になったお母さん

記事

ここは今年7月にオープンしたばかりで、三重県の紀南中核的交流施設整備事業によってつくられた体験交流型リゾート施設です。同事業は三重県と地元市町が約30億円の財政支援をし、民間事業者のノウハウを活用して10年以上の施設運営をするというものですが、言い換えれば10年経って民間事業者が手を引けば、30億円の廃墟が残る可能性もあるわけです。かたや夢古道おわせでは、一般市民が出資して設立された苦労話や、地元の人たちが試行錯誤しながら手作りで運営しているのを見聞したすぐ後だっただけに、バスの中では皆さん口々に「盛況な地域密着型施設と閑散とした大規模リゾート、どっちが必要か、県ももうちょっとお金の使い方を考えれば・・・」と言っていました。この時ばかりは県職員の方は苦笑いを浮かべていました。

翌9日は、本州最南端の地・串本へ、紀伊大島の田代漁港から出港し、いよいよクロマグロ養殖体験です。海上生け簀で遊泳するマグロにコンテナいっぱいのアジやサバなどを豪快に与えていきます。海面に餌が落ちるや否やあっという間に食べてしまいます。その食欲旺盛なことにはびっくりです。案内してくれた漁師さんはまだ20歳代の兄弟で、漁師を継げたのはこの養殖漁業があるおかげだと言っていました。次に近大生け簀に行き、近大ブランドのクロマグロを見学しました。その姿形の綺麗で立派なこと！。面白いのは、いつもは深いところにいるマグロも、船が生け簀そばに停まると、餌をもらえるものと思い海面近くに上がってくるそうです。今回餌やりはなかったので、しばらくすると、何だ餌はくれないのかとでも言うように深く潜ってしまいました。港に戻り、近畿大学水産研究所大島実験場 (<http://www.flku.jp/index.html>) を訪問し、平成14年に世界で初めて完全養殖に成功した経緯を伺いました。このことは新聞紙上やテレビ番組等で広く伝えられ、皆さんもご存じのとおりです。平成15年には文科省21世紀COEプログラムに「クロマグロ等の魚類養殖産業支援型研究拠点」が採択されました (<http://www.21coe-kinkiuniv.jp/index.html>)。とかく天然モノが重宝される魚分類ですが、餌を吟味して育った近大マグロは、水銀含有量が天然モノの半分だそうです。



出港前ワクワク顔の参加者



クロマグロお待ちかねのご馳走



養殖体験の参加者



餌に群がるクロマグロ



悠々と泳ぐ近大クロマグロ



参加者集合写真（橋杭岩）

お待ちかねの昼食は、先ほど養殖体験した生け簀で育ったクロマグロを「串本町都市交流海洋施設・水門まつり (<http://www.minatomatsuri.net/>)」でいただきました。これがあのマグロかと期待が大きかっただけに、びっくりするほど美味しいとは思えませんでした。トロがリーズナブルな値段で食べられるのは羨ましく思いました。家族のためにお土産のマグロを買ったのはもちろんです（このためにクーラーボックス持参でした）。名勝橋杭岩で記念写真を撮った後、帰路につきました。日本で一番遠い場所とも揶揄されるこの地はやっぱり遠かったです。鈴鹿に帰ってきた頃にはもうすでに暗く、長時間のバス移動で皆さんお疲れ気味でしたが、会員間の交流も深まり実のある2日間でした。

最後になりましたが、本視察研修会の企画等でお世話いただきました鈴鹿商工会議所の皆さんにお礼申し上げますとともに、またお誘いいただくのを楽しみにしております。ありがとうございました。

第8回産学官連携推進会議に参加して

文科省産学官連携コーディネーター
澄野 久生



産学官連携の関係者が一堂に会する最大のイベント「第8回産学官連携推進会議」が、今年も京都で開催されました。概要を以下に示します。

日時 6月20日(土) 9時～20時15分

6月21日(日) 9時～12時30分

場所 国立京都国際会館

主催 内閣府、文部科学省、経済産業省、(社)日本経済団体連合会、日本学術会議

参加者 約4000人

この会議に参加して、会場のようすや感想をご紹介します。

開会30分くらい前に会場に入りましたが、収容人員1840名の大会議場は既に満員で、数百人収容のアネックスホールへ。開会とともに、大画面には麻生総理大臣からのメッセージが流れ、これは事前準備の映像のようでした。続いて、科学技術政策担当の野田聖子特命大臣の基調講演は、大会議場からの中継でした。パワーポイントを駆使し、流暢な講演に、さすが野田大臣の感がありました。大会議場に後で入ったとき、4階席からはステージの人が豆粒のよう見え、第2会場に着席したのは正解と思いました。

会議案内の「趣旨」の部分を私なりに要約すると、

① 世界は今、未曾有の金融危機や、産業革命以来の化石燃料消費に由来する地球温暖化問題などの根源的な課題に直面し、科学に根ざした課題解決が求められている。

② 円高やオイルショックなどの危機を乗り越え培った先端技術や省エネ・環境技術が、わが国の最大の強みである。

③ 地球レベルの課題に直面する現在、この強みを基に産学官連携を進め、科学技術の成果を世界に向けて発信することが、わが国の役割であり、成長への糧である。

④ このような認識の下に、組織の垣根を越えた産学官連携を進め、資源・環境制約などの諸課題への対応を切り口に成長を図ろう。

⑤ この会議で産学官連携の共通課題について、情報交換、対話・交流を通し連携活動の議論を深めよう。という理解です。

そして、よく使われる「オープンイノベーション」という言葉は、「組織や分野を越えて革命的な技術の創出、さまざまな企業、大学、行政機関が自在に口挟む課題解決への取り組み」と言えるでしょうか。

科学技術の成果が希求される社会情勢の中で、特に基礎的な研究開発は、短期で明確な業績が目に見える形に至らない現実があります。企業においても同様ですが、「実績の上がないものは止める」となりがちです。一般人(事業仕分人?)からの批判に応えるため、科学技術の研究開発において、a 社会的なニーズが何であるか、b 具体的な到達点(Key Goal Indicator, Key Performance Indicator)、やマイルストーンによる段階的目標などを明確に設定し、わかりやすくする必要性を感じます。



分科会会場



高専機構の展示

リーディング産業展みえ2009

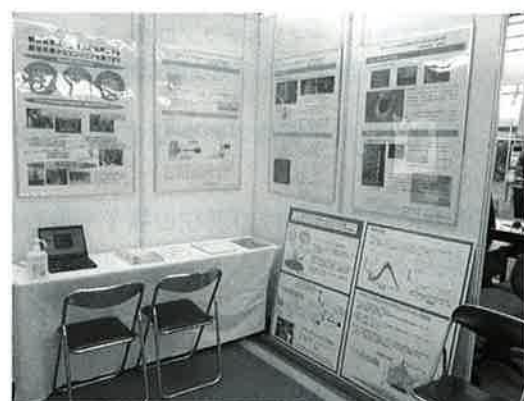
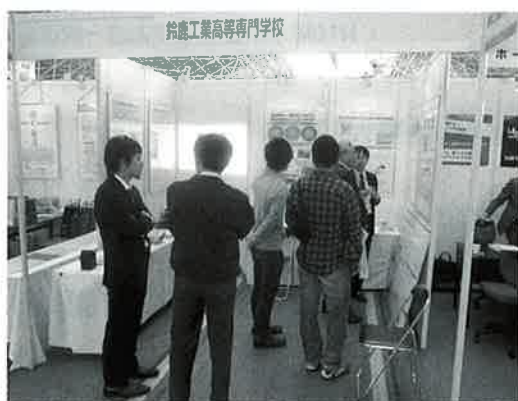
電気電子工学科
柴垣 寛治



平成21年11月6日（金）と7日（土）の二日間にわたって、四日市ドームを会場として「リーディング産業展みえ2009」が開催された。三重県内の企業や教育機関を中心として196団体が出展し、テーマ別に複数のゾーンを設けてブース展示がなされたほか、企業プレゼンテーション、セミナー、相談会、各種イベントが同時に実施された。三重県の産業振興を目的として、企業関係者のみならず消費者に対しても活発な情報交換・アピールが行われたものである。鈴鹿高専も昨年に引き続き、鈴鹿高専の各教員の研究シーズの紹介および教育活動の紹介を行った。今回は特に、私の研究である「高出力レーザーを用いた液体プラズマの生成と応用」に関して、ポスターおよびプロジェクタを用いた展示をさせていただいた。興味をもって来訪して下さった企業の方、一般の方、メディア関係者に対してこの場をお借りして御礼を申し上げる。

さて、ここでは簡単に私の研究紹介をさせていただく。私の研究対象はプラズマであり、これまでは半導体製造プロセスにおける低圧プラズマを用いた材料加工技術が大きなトピックであったといえる。しかし、バイオ・生体応用など新しい分野への発展を念頭に置いて、近年は、液相・気相およびその境界でのプラズマ生成が注目を集めている。新材料創製等への応用は加速的に発展しているが、その理解は未だ十分でない。そこで、レーザーアブレーション技術を用いて、液体中に設置したターゲットに高出力レーザーを照射してプラズマを生成する技術の開発に取り組んでいる。本手法は、簡便なシステムおよび制御のしやすさという点において通常の放電プラズマに対してアドバンテージがあり、容易に高温かつ高圧の反応場を実現することができる。現在はプラズマの診断を行って素過程の理解を進めると同時に、材料創製・表面改質について実験的研究を進めている。

鈴鹿高専における研究活動は各教員の努力と責任のもとで推進されているが、限られた時間とマンパワーの中、特に昨今の厳しい社会情勢にあって資金確保も難しくなっていることを考えると、幅広い情報交換および人的交流・技術協力は欠かすことができないと認識している。高専に少なからず蓄積されている知識と技術を地域の皆様に有効活用していただくことにより、産学官連携が一層進展することを強く期待する。



鈴鹿高専展示ブースの風景

鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジーネットワークの活動報告

研究推進・産官連携部会

SHTN対応 WG長

機械工学科 藤松 孝裕



鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジーネットワーク（略称 SHTN）が、鈴鹿高専卒業生の相互および高専教職員との人的ネットワークの構築、互いの自己啓発、異業種および異年代間交流による新発想の開拓や新技術の創出などを目的として平成12年10月に発足して以来、本年10周年を迎えました。この間、年1回の総会と2回の技術交流会が定期的に開催されてきました。平成21年11月14日（土）には第10回総会と第19回技術交流会が本校マルチメディア棟視聴覚室において開催され、卒業生、教職員31名が出席しました。

著者が平成20年度および21年度の SHTN 対応 WG 長を仰せつかり、学内幹事の意見を集約して、この2年間の本会を運営してきました。本会では、基調講演として、本校のプロジェクト紹介を行なうことにより卒業生に本校の取り組みを紹介し、そのプロジェクトに関連したテーマに基づく卒業生による一般講演を企画・開催してきました。

平成20年度の報告が行なわれていなかったため、はじめに、平成20年度技術交流会の報告を簡単に行なうことにします。基調講演としては、44M 澄野 久生さんによる「文科省産学官連携コーディネート活動での感想」と生物応用化学科 山本 智代先生による「続け、理系の卵たち！ 描け、貴女（あなた）の未来予想図！」の2件の講演があり、一般講演では、後者の女子中高生の理系進路選択支援事業に関連して、女性の卒業生3名（H10M 小木曾 静香さん、H18M 前坂 海香子さん、H13E 松林 摩衣さん）による「高専卒業からの私」というテーマでのリレー講演が行なわれました。



鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジーネットワーク
第9回総会と第17回技術交流会参加者



H10M 小木曾 静香さんの一般講演

つぎに、平成21年度に開催された総会および技術交流会の様子を報告します。

総 会

齋藤 SHTN 副代表から本校の現在の様子や取り組みなどが紹介されて総会が始まりました。本年は8名の卒業生が新規参加してくださりました。近年では、設立当初の参加者数に比べるとおよそ半分くらいの参加者数で下げ止まり感はあるものの、なかなか増加しないこと、増加させるための改善案などが議論されました。

技術交流会

総会に引き続き、技術交流会が以下のような内容で開催されました。本年は、環境（エコ）に関する基調講演と一般講演に加えて、会員企業からのものづくりへの提言や今年度退職される先生方にお話を頂きました。

○ 基調講演

鈴鹿高専における環境教育プロジェクトの紹介（52H江崎 尚和先生（材料工学科 教授））

○ 一般講演

(1) 自然エネルギー利用への取り組み（44E 森田 正実さん，シンフォニアテクノロジー（株））

(2) ドライミストを用いた細霧冷房システムの開発（47M 国吉 修司さん，（株）エース設備）

(3) 環境対応と製品戦略（52M 小林 茂樹さん，三恵工業（株））

○ SHTN 会員企業からのものづくりへの提言

圧力容器製作を通してもの作りのシナリオを探る（44M 山本 伸雄さん，三重機械鉄工（株））

○ 本年度退職予定教員（鈴木 昭二先生（電気電子工学科），伊藤 保之先生（電気電子工学科），国枝 義彦先生（材料工学科））によるリレー講演

基調講演と一般講演では，本校の1年生から5年生までの環境教育の流れや各社での環境への取り組みが紹介されました。次に，ものづくりへの提言では，来場者に伝えたいと思うあまり，講演者の山本さんが少々ヒートアップして時間を大幅に超過するくらいでした。最後に，本年度退職予定教員によるリレー講演では，卒業生には懐かしい風景が目に見えたり，懐かしい先生を思い起こす場面もありました。

最後になりましたが，本年の技術交流会は講演数が多すぎたため，今後はシンプルな企画・運営をしたほうが，参加して頂く卒業生も間延びせずに講演が聴けるのではないかと，少々反省しております。



参加者集合写真（平成21年11月14日）



江崎先生による基調講演



44E 森田 正実さん



47M 国吉 修司さん



52M 小林 茂樹さん

環境（エコ）に関する一般講演風景



44M 山本 伸雄さん
会員企業からのものづくりへの提言



鈴木先生 伊藤先生 国枝先生
本年度退職予定教員によるリレー講演

抗体生産時に生じる廃液を利用した無血清培養の物質生産性向上



小川 亜希子(OGAWA Akiko)

生物応用化学科

所属学会：日本動物細胞工学会

日本生物工学会

日本化学工学会

日本農芸化学会

鉄鋼協会

研究分野

動物細胞工学全般

生物化学工学（動物細胞）

生体（環境）毒性評価

キーワード

無血清培養

物質生産

使用・応用分野

1. バイオ医薬品生産

2. 動物細胞の無血清培養系

1. はじめに

今年は新型インフルエンザが猛威をふるっている。読者の中には、医療機関で「インフルエンザ簡易検出検査」を受けた方もいるのではないだろうか。この診断薬に使用されているのが抗体である。抗体は基質特異性が非常に高く、ある特定物質とのみ反応する特性を有している。この特性を利用し、各種感染症の診断薬として、さらにはリュウマチなどの自己免疫疾患やガンなどの治療薬（抗体医薬）として利用されている。抗体医薬の発展は目覚ましく、その世界市場は10%成長で拡大を続けており、2014年には580億ドル（5兆1000億円程度）に達すると予想されている¹⁾。

こうした抗体医薬や診断薬に使用される抗体は、モノクローナル抗体と呼ばれている。これは単一のアミノ酸組成を持ち、抗原物質のある特定の部分を認識して反応する。このモノクローナル抗体は、動物細胞培養で生産されている。生産の担い手である動物細胞は微生物と比較して増殖速度が遅く、また剪断力に弱いこともあり、微生物に比べて生産効率が低い問題がある。現在、抗体生産性を向上させる努力が続けられているが、そのひとつの手段として、高機能培養培地の開発が挙げられる。

高機能培養培地は、各種アミノ酸や糖類、ビタミンやホルモンなどの低分子成分と、脂質やタンパク質などの高分子成分から構成されている。高分子成分には、インスリンやトランスフェリンといった成長因子が含まれており、これらは抗体生産に必須であることが知られている²⁾。しかし、培地に占めるコストの割合が高く、時に4～5割に達することもある。

そこで我々では、抗体生産のコスト削減と生産性の向上とを同時に達成するため、高価な成長因子に代わる物質の探索を行ってきた。その候補として、抗体生産で生じる廃液に含まれる高分子成分に着目してきた。この廃液には（1）抗体生産で消費されなかった成長因子、そして（2）細胞が生産した抗体以外の有用物質が含まれていると考えられている。しかし、（2）に関しては、その機能も含めて未解明なままとなっているのが現状だ。

本稿では、これまでに明らかになった廃液の持つ機能および廃液を利用した新規抗体生産製造法について紹介する。

2. 廃液中のタンパク成分の分析

細胞培養で生産された抗体は、培養培地中に蓄積する。そこで、細胞培養後の培地を回収し、プロテインGカラムを用いたアフィニティークロマトグラフィーにより抗体のみを培養培地から分離精製した。このとき、抗体以外の培地成分はカラムから排出されるため、我々はそれを培養廃液として回収し、SDS電気泳動を用いてタンパク成分を分析した（図1）。結果、得られた廃液中には、元々培地に含まれていたトランスフェリンが残存している以外にも、細胞が産生したと考えられるタンパクが多種存在していることが確認された。

3. 廃液からの有用物質の回収方法

得られた廃液には、タンパク質以外の細胞培養にとって有害な老廃物（アンモニア、乳酸など）が存在していた。こうした老廃物は、いずれも分

研究者紹介

子量が100程度の低分子であったが、一方の有用物質は分子量が数千以上のペプチド・タンパクであると考えられた。そこで、得られた廃液から有用物質を選択的に回収する目的で、限外濾過フィルター (Amicon Ultra-15 centrifugal filter units, ミリポア)を用いて分子量分画 (3000 MW) を実施した。

得られた溶液のうち、高分子領域のみを回収液として使用した。

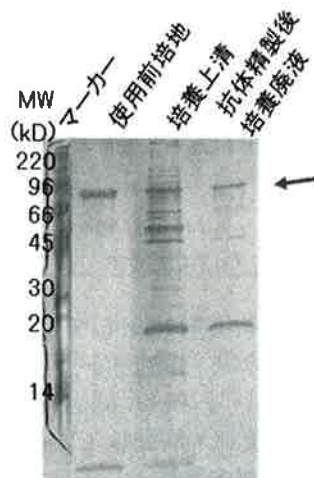


図1 廃液中のタンパク成分の検出
(矢印はトランスフェリンを示す)

4. 回収した有用物質を利用した抗体生産について
続いて、回収液の抗体生産細胞における細胞増殖および抗体生産に対する効果を評価した。

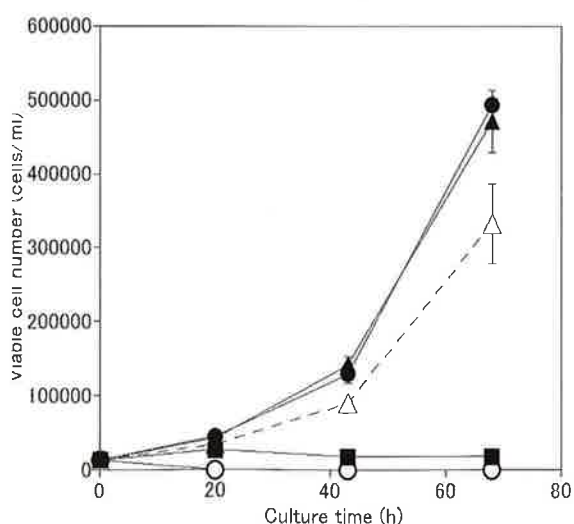


図2 細胞増殖に対する回収液の効果 (3
(○)成長因子無、△成長因子1.7 mg/l、●成長因子5 mg/l、■回収液、▲成長因子1.7 mg/l&回収液)

増殖については、回収液と成長因子1.7 mg/lを

混合して使用したところ、成長因子5 mg/l使用時とほぼ同等の細胞増殖を示した(図2)。

一方、抗体生産については、回収液と成長因子1.7 mg/lを混合して使用した場合、培養培地中に産生される抗体量が、検討した培養条件のうち最も高くなった(図3)。

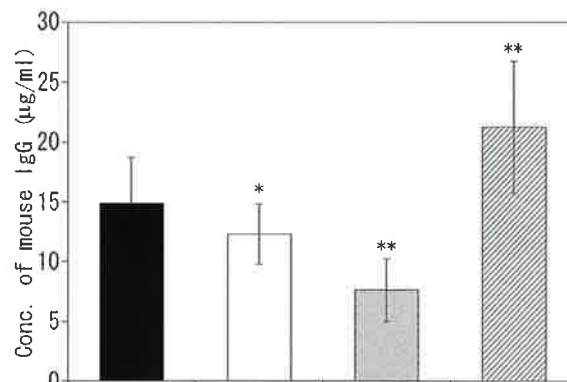


図3 抗体生産に対する回収液の効果 (3
(左から)成長因子5 mg/l、成長因子1.7 mg/l、回収液、成長因子1.7 mg/l&回収液

以上により、抗体生産時に生じる廃液には、(1)動物細胞培養による物質生産性の向上に有用な物質が含有していること、(2)その物質はタンパク質・ペプチドであること、さらに(3)その物質は既存の成長因子と協同して作用することが示唆された。

今後は、有用物質の更なる解析を行っていくとともに、この廃液を利用した新規培地添加剤の開発につなげていきたい。本研究は、抗体製造の生産効率が大幅に向上するとともに、産業廃棄物の削減も同時に達成可能になる技術開発につながるものであると考えている。

5、参考文献

- 1) 日経産業新聞、2009.11.27
- 2) Murakami, H., Masui, H., Sato, G. H., Sueoka, N., Chow, T. P., and Kano-Sueoka, T., Growth of hybridoma cells in serum-free medium: ethanolamine is an essential component. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 79, 1158-1162 (1982).
- 3) A. Ogawa, N. Takada, S. Terada, Effective antibody production by reusing culture medium previously used in antibody purification. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* (BBB), 73, 719-721 (2009)
- 4) 小川亜希子, 寺田聡, 動物細胞培養用の再生培地添加剤とその製造方法, 特願2008-2162

金属材料の高機能化および劣化機構解析に関する研究



黒田 大介(KURODA Daisuke)

材料工学科

所属学会：日本鉄鋼協会

熱処理技術協会 他6学会

使用・応用分野

1. 金属系生体材料
2. 金属系抗菌材料
3. 航空宇宙材料

研究分野

医用金属材料

加工熱処理

化学熱処理

キーワード

Niフリーステンレス鋼

生体用Ti合金

Co基耐熱合金

1. はじめに

金属材料は導電性、金属光沢を有し、かつ強度や靱性（粘り強さ）が高いという特徴があるため、導電体や大きな荷重が負荷される構造体の素材として主に使用される。しかしながら、金属材料には"腐食（サビる）"という最大の弱点があるため、腐食環境中で使用される金属材料には"腐食"に強いステンレス鋼、Ti合金などが使用されている。これらの金属材料の耐食性は合金表面に形成される強固な不働態皮膜によるものであり、不働態皮膜の再生に必要なOが存在する環境中ではたとえ摺動や摩耗により皮膜が破壊されても直ちに修復が行われるため耐食性は維持される。しかしながら、生体内および宇宙空間などはOの少ない特殊かつ過酷な環境下であるため、それらの金属材料にとって過酷な環境中においても力学的強度を維持しつつ長期間使用できる金属材料の開発が望まれている。

筆者はこれまでに生体用金属材料の設計および製造技術の開発、航空宇宙材料の環境劣化機構の解析、鉄鋼材料の微生物腐食に関する研究などを行ってきた。本稿では筆者の研究の一部をご紹介します。

2. 生体用Ti合金の開発

β 型チタン合金は溶体化処理状態において体心立方構造(b.c.c.)を有するため常温での加工性に優れており、かつ熱処理によって強化相である α を析出させることにより強度や弾性率を任意に制御することが可能である。骨プレート、髄内釘などの骨固定器具の弾性率を皮質骨の弾性率(～20 GPa)に近づけることにより骨折の早期治癒が可能であるため、加工性および力学的強度だけでなく生体親和性という視点からも β 型チタン合金は生体用金属材料として有用である。

筆者はこれまでに生体に対して毒性が低い合金元素により構成される Ti-Nb-Ta-Zr 系合金、Ti-Fe-Ta 系合金および Ti-Fe-Ta-Zr 系合金などの生体用 β 型チタン合金を設計・開発している。Ti-Nb-Ta-Zr 系合金は低弾性率を特徴としており、84%の冷間加工を施した本合金では 840 MPa の引張強さが得られるとともに 58 GPa という低弾性率を実現している。また、この試料に適切な時効処理を施すことにより1180 MPa までの高強度化が可能であるが依然として既存の生体用金属材料である Ti-6Al-4V よりも低弾性率を維持する。家兎の大腿部骨折モデルに対して本合金製の髄内釘を使用した場合には術後6週で骨折が治癒するが、既存の生体用金属材料である Ti-6Al-4V 製の髄内釘を使用した場合には本合金よりも治癒に時間が必要であることが明らかになっている。

表1 Ti-Nb-Ta-Zr合金製髄内釘試作品および市販の髄内釘の特性比較.

合金名	Ti-Nb-Ta-Zr	Ti-Nb-Ta-Zr	Ti-6Al-4V
仕様	低弾性率	高強度	市販品
状態	84%CW	84%CW+AG	ST
TS (MPa)	840	1180	1000
E (GPa)	58	80	108

TS:引張強さ E:弾性率 CW:冷間加工 AG:時効 ST:溶体化処理

また、Ti-Fe-Ta 系合金および Ti-Fe-Ta-Zr 系合金は高耐食性を特徴としており、37℃ の Hank's 溶液(擬似生体溶液)中で 4V まで孔食を発生することなく不働態皮膜を維持することが明らかになっている(図1)。金属材料の中でも腐食に強いといわれる cp-Ti および Ti-6Al-4V では 2.5 V 付近で不働態皮膜の破壊が認められていることから開発合金の耐食性の高さが理解できる。Ti-Fe-Ta 系合金および Ti-Fe-Ta-Zr 系合金の高い耐食性には表面酸化皮膜直下に濃化したFeが寄与している。

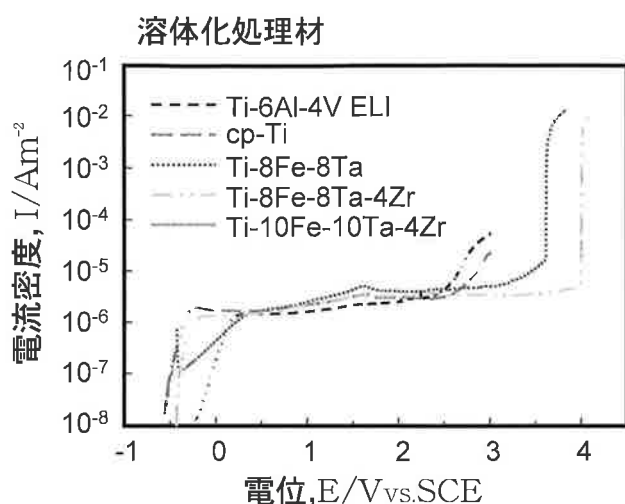


図1 Ti-Fe-Ta系合金, Ti-Fe-Ta-Zr系合金ならびに既存の生体用cp-TiおよびTi-6Al-4V合金のHank's溶液中(37℃)における分極曲線。

3. 生体用Niフリーステンレス鋼の製造技術の開発
金属アレルギーの原因物質として問題視されているNiのかわりに同じγ安定化元素であるNを添加したNiフリーステンレス鋼の生体分野への応用が期待されている。Nはステンレス鋼の耐食性および力学的特性の改善に極めて有効な元素であることが知られている。しかしながら、Nは通常の溶解法では添加が困難であり、さらにNを高濃度を含むNiフリーステンレス鋼は非常に硬くなるため小型かつ複雑形状の製品を製造することは容易ではない。

そこで、筆者はNを含まない軟らかいフェライト(α)状態で製品形状に加工した後に化学熱処理法の1つである"固相N吸収法"により1 mass%程度のNを添加する新しいNiフリーステンレス鋼製品の製造技術を開発した。図2に直径1 mmに細線加工したFe-24Cr-2Mo合金に1 mass%のNを"吸収"させたFe-24Cr-2Mo-1N合金の強度と延性のバランスを示す。通常、金属材料では高強度化にともない延性は低下する傾向を示すが、Nを吸収させたFe-24Cr-2Mo-1N合金では延性を犠牲にすることなく高強度化が可能である。また、一般的な耐食性ステンレス鋼では250 mV程度の電位で孔食が発生するが、本合金では1000 mVの電位を印加しても孔食は発生しない。この耐孔食性の改善には表面酸化皮膜直下に濃化したNの寄与が大きい。さらに、ヒト正常繊維芽細胞およびウィスター系ラットを用いた生体適合性評価においても、Fe-24Cr-2Mo-1N合金では既存の生体用ステンレス鋼よりも良好な結果が得られている。

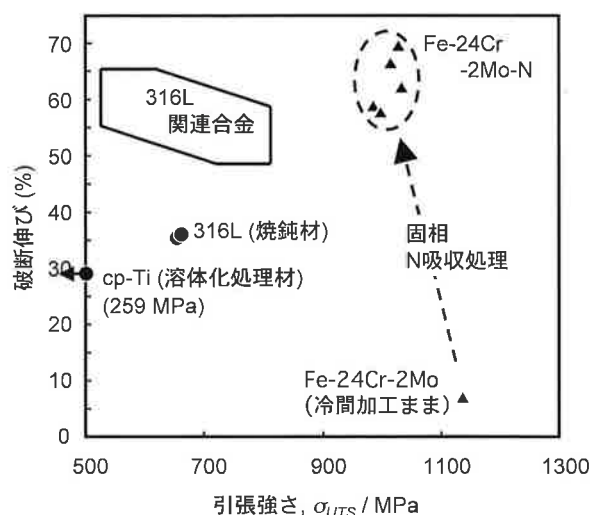


図2 Fe-24Cr-2Mo合金, Fe-24Cr-2Mo-1N合金および既存の生体用金属材料の強度-延性バランスの比較。

4. 航空宇宙材料の劣化機構の解析

人工衛星には姿勢制御用としてヒドラジン(N_2H_4)を推進剤とする一液触媒式スラスタが搭載されており、その素材としてL-605合金が使用されている。近年、L-605合金の劣化に起因すると考えられるスラスタの不具合が報告されており、一液触媒式スラスタの長寿命化および高信頼性化のための冶金学的データの蓄積が急務となっている。筆者らの研究グループではL-605合金に対して N_2 ガス雰囲気中で900℃前後の温度で熱処理を施し、ミクロ組織、合金組成、力学的特性などの変化と熱処理条件の関係について検討を行っている。これまでに、①熱処理雰囲気に関係なく800℃以上の温度で熱処理を施すと、合金表面にCrが濃化する、② N_2 ガス雰囲気中で800℃以上の温度で熱処理を施すと合金表面にCr窒化物が形成される、③熱処理雰囲気に関係なく800℃以上の温度で熱処理を施すと、結晶粒内および結晶粒界にWを主体とする炭化物が形成されることなどが明らかになっている。さらに、 N_2 ガス雰囲気中で熱処理した合金においては引張強さおよび伸びが低下することも明らかになっており、L-605合金の劣化挙動および劣化要因を着実に明らかにしつつある。

5. おわりに

種々の金属系デバイスの機能性付与あるいは高付加価値化に関する研究はその成果が明瞭に現れるため注目されがちであるが、それらの基盤となる"金属材料"や"熱処理"に光が当たることは少ない。しかしながら、金属材料分野における新しい価値の創造は十分な"材料", "熱処理", "損傷解析"などの知識を基盤として構築されるものであるため、これらの知識と実践的手法について次世代を担う学生と共に学び、その技術向上に切込琢磨したい。

◆ お知らせ ◆

お問い合わせ・ご質問・ご要望等は下記までお願いします。

〒510-0294 三重県鈴鹿市白子町 国立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41回産学官技術サロン 研究者シーズサロンPART I (平成21年6月29日)

- ・平成20年度日本設備管理学会『ものづくり大賞』受賞
(株)データスピリット・中山水熱工業(株) 代表取締役 中山慎司氏
- ・粘性流体を含む多孔質殻の動的応答解析について
鈴鹿工業高等専門学校 校長補佐・機械工学科 教授 埜 克己氏

第42回産学官技術サロン 研究者シーズサロンPART II (平成22年1月29日)

- ・芍薬の成分を活用した機能性製品開発について
(株)東海オールセット 代表取締役 齋木俊博氏
- ・平成21年度高専プロコン優秀賞受賞「Melody Line」
鈴鹿工業高等専門学校 電子情報工学科 講師 青山俊弘氏

せれんでクラブ (平成22年2月15日)

- ・『チタン合金の組織制御による制振性向上』材料工学科 助教 万谷義和氏

行事内容

- 3月 4日(木) SUZUKA産学官交流会産学官交流フォーラム
- 3月25日(木) 卒業式、専攻科修了式
- 4月 6日(火) 入学式

編集後記

SNCT News Letter (鈴鹿高専技術便り) が発刊されて今回で第13号を迎えることができました。今回編集を担当するにあたりこれまでの12号を読み返してみました。創刊号の発刊が平成11年の10月ですからちょうど10周年となります。その間、鈴鹿高専が地域に根ざした高等教育機関として社会や地域産業界の多様なニーズに答えるために様々な活動をしてきた歴史を思い返すことができました。バックナンバーは、本校Webページ「施設・設備」の中の「共同研究推進センター」からダウンロードすることができます。これからも鈴鹿高専における教育研究活動状況をこの SNCT News Letter (鈴鹿高専技術便り) に掲載し皆様に発信していきます。この SNCT News Letter (鈴鹿高専技術便り) が産学官共同研究推進の一助になれば幸いです。(M.T)

SNCT News Letter 第13号 平成22年2月印刷 平成22年2月発行

編集 国立鈴鹿工業高等専門学校 研究活動推進委員会

発行 国立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/>

印刷 東写真工芸株式会社

(再生紙を使用しています。)