

Suzuka National College of Technology

SNCT News Letter

鈴鹿高専技術便り

第12号

産学官連携による事業創出を目指して

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 国枝 義彦



平成20年6月、文部科学省の平成20年度「産学官連携戦略展開事業」の産学官連携コーディネーターを配置する《コーディネートプログラム》で、鈴鹿高専と鳥羽商船高専の両高専の「産学官連携コーディネーターの配置」が新規に採択されました。コーディネーターには、産学官連携による地域貢献、社会活性化を推進するため、高専のシーズと企業ニーズの把握・発掘、高専と企業ニーズのマッチング、産学官連携による事業の創出などの活動を行って頂いております。

この活動の拠点である共同研究推進センターは、地域企業等と鈴鹿高専の連携による共同研究や受託研究への取り組みを円滑に行うための中核となる施設であり、学内外のプロジェクト研究および産学官連携の共同研究を積極的に推進し、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。

また、本校ホームページの《産学官連携ページ》から、本校が所有する教育研究機能、知的資源、施設設備、および本校教員の《研究者データベース》から各教員のこれまでに蓄積されている技術・研究内容をご覧頂くことができます。シーズ集やパンフレットなどの広報誌でも紹介しています。

これらをベースとして活用し、ものづくりの技術支援を積極的に進め、地域と密着した共同研究プロジェクトを流動的、機動的に推進し、地域の産業と社会に貢献することができる更なる幾つかの産学官連携による事業創出が図られたらと考えております。

目次

産学官連携による事業創出を目指して (国枝 義彦)	1
特集記事「鈴鹿高専におけるエンジニアリングデザイン教育」 (齋藤 正美)	2
第7回 産学官連携推進会議に参加して (西村 一寛)	4
第6回 全国高専テクノフォーラムに参加して (小川 亜希子)	5
SHTN 第9回総会基調講演「続け、理系の卵たち！ 描け、貴女の未来予想図」 (山本 智代)	7
リーディング産業展みえ 2008 (澤田 善秋)	10
研究者紹介 競泳選手におけるパフォーマンス向上のための研究 (森 誠護)	11
研究者紹介 自己複製ベシクルの構築ーものづくりで挑む細胞モデルー (高倉 克人)	14
お知らせ・行事内容・編集後記	16

特集記事

「鈴鹿高専におけるエンジニアリングデザイン教育」

教務主事 齊藤正美



「エンジニアリングデザイン」という言葉は一般的になじみが薄いかもしれませんが、自立した技術者として工業高専や理工系大学の卒業生が社会で活躍するための必須の能力です。この稿では、エンジニアリングデザインとは何か、それを実現するための能力とはどのようなものか、また鈴鹿高専ではそれをどこでどのように教えているのか、などについて述べたいと思います。

エンジニアリングデザインとは何か

JABEE(日本技術者教育認定協会)の基準の解説には、エンジニアリングデザイン能力とは、「必ずしも解が一つでない課題に対して、種々の学問・技術を利用して、実現可能な解を見つけ出ししていくために必要な能力」とあります。具体例を考えてみましょう。1961年、米国のケネディ大統領は、「1960年代末までにアメリカが月に人間を送り込み、無事帰還させる」という政策を打ち出しましたが、それを達成する手段や方法には一言も触れませんでした。しかし、多数の関係者は多くの難問を解決し、アームストロング船長らを見事月面に着陸させたのち無事地球に帰還させました。もうひとつは最近の例です。昨年開催された北京オリンピックのメインスタジアムは別名「鳥の巣」と呼ばれていたことは有名ですが、スタジアムのイメージは公募だったそうです。これを発案した人(ヨーロッパ人)は、単に「鳥の巣のようなイメージをもった競技場」という案を出しただけ、だそうです。そして、中国の技術者達はその方針に基づいてあの独創的なスタジアムを完成させ、オリンピックの成功に大きく貢献しました。この二つの例の特徴は、A. 技術者に提示された「課題」はきわめてあいまいに定義されたものである、B. それにもかかわらず最終的に技術者達はきちんと定義された解決案(デザイン案)を提出した、ということにあります。Aの状態とBの状態の間には、深く大きな谷間がありますが、種々の能力を発揮して両状態間に橋を架けて渡れるようにすること、それがエンジニアリングデザインという仕事です。この場合、単純な解決への一本道はありません。技術者の仕事とは、「課題の理解」と「解決策の提出」の間を行ったり来たりしつつ、最終的に目的に適った、あるいはそれ以上に優れた解決策を提出することです。

エンジニアリングデザインに必要な能力

課題(desired needs)が示されたとき、技術者には解決に向けてつぎのような能力と実践力が必要となります。①依頼者の狙いやニーズをしっかりと理解する(課題理解力、想像力)、②経験や直感からいくつかの解決策を考え出す(アイデア力、創造力)、③いろいろな観点からそれらの案を検討して問題点を見つけ出す(問題発見能力)、④問題点を解決するための個々の課題と手順を見出し、設定する(課題設定力)、⑤設定された個々の課題を総合的に解決できる案を提案する(知識応用力、課題解決能力)、⑥解決案の細部を説明するための図、資料、フローチャートなどを作成する(プレゼンテーション能力)、⑦関係者に解決策の内容を説明し、意見・要望等を求める(コミュニケーション能力)、⑧課題と解決案との整合性や妥当性を検討し、最終図面や仕様書を完成させる(広い視野、文書作成能力)、

⑨課題の解決に向けて他の関係者の適切な協力を得る（チームワーク力）などがあります。ここで、広い視野とは、人間の健康・安全、文化、経済、環境、倫理等の観点から問題を認識し、それらの制約条件下で問題を解決する能力などを意味します。また、これらをすべてやり遂げるためには、人間や社会に対する興味とものづくりに対する強い意欲をもっていることが前提となっていることはもちろんです。このように、技術者には非常に幅広い知識、能力、感性が求められます。

「ものづくり」におけるエンジニアリングデザインについて

自動車や家電製品に代表されるものづくりの場では「月面着陸」や「鳥の巣」の例のように極端に抽象的な課題は少なく、もう少し具体性のある課題が出されるでしょう。“CO₂ 排出量が今よりも30%少ない自動車を作りなさい”，あるいは“1000台/日の生産速度を実現する液晶テレビの製造ラインを構築しなさい”などです。このような場合でも、質や規模の違いこそあれ、技術者の挑戦の仕方は同じようなものです。一般に、ものづくり工程の流れを大別すると、①与えられた課題に対する解決案を提出して、全体図面や仕様書を作成するまでの過程（製品企画工程）、②全体図や仕様書からさらに詳細な設計図や回路図を作成・展開し、それらに基づいて製品を製作・製造する過程（設計製作工程）の2つがあります。これは、いわばものづくりの上流と下流と言えます。上述のエンジニアリングデザインの話は主に上流での話でしたが、下流においても、技術者には基本的に同じような能力（上述の①～⑨）が求められます。これまでの日本の技術者達は、どちらかと言えば、こちらの能力がとくに高く、それが戦後の経済発展の原動力になってきたことは周知のことです。したがって、エンジニアリングデザイン能力とは、ものづくり全体を通して技術者が必要不可欠の能力ということになります。創造的な技術者の養成を使命とする工業高専においては、とくにこのことを忘れてはならないと考えています。

どこでどのように能力をつけるのか

高専や大学等の普通の授業（座学）や工学実験だけでは、このような能力を身につけさせることは困難です。鈴鹿高専では、創造工学（4年次）、卒業研究（5年次）、専攻科の工学実験（1年次）、特別研究（1、2年次）でそれらの力を養うことを計画の中に組み入れて実施しています。創造工学は、学生が自分でテーマを創り出したり、興味をもてる技術テーマを選んだりして主体的にものづくり活動に携わる授業（全学科第4学年前期2コマ）であり、ものづくりに対するモチベーション、創造力、知識応用能力、チームワーク力などを育てるための実践的な工学教育です。専攻科1学年の工学実験も同様の趣旨に基づいています。それに加えて、本校には技術プロジェクトという技術活動制度があります。現在は、ロボコン、プロコン（プログラミングコンテスト）、ソーラーカー、燃料電池の4つのプロジェクトがあり、学生の活動に対する教職員の支援体制ができあがっています。また、昨年からは、より実践的な能力を身につけることができるよう、創造工学とプロジェクト活動に企業の技術者に講師となっていただく制度を取り入れました。これは、鈴鹿高専独自の試みとして文部科学省から資金を得て行っているユニークな事業です。また、次年度からは、創造工学の中に環境問題に関する技術開発テーマを取り入れる予定です。これからの技術者はとくに環境問題、資源問題に関する知識や見識をもつことが大切であり、このような見識をもつこと自体が重要なエンジニアリングデザイン能力のひとつになるものと考えられます。鈴鹿高専は、これらの授業やプロジェクト活動を通して、世界に通用する技術者の卵としての大切な素養を培っていきます。

第7回産学官連携推進会議に参加して

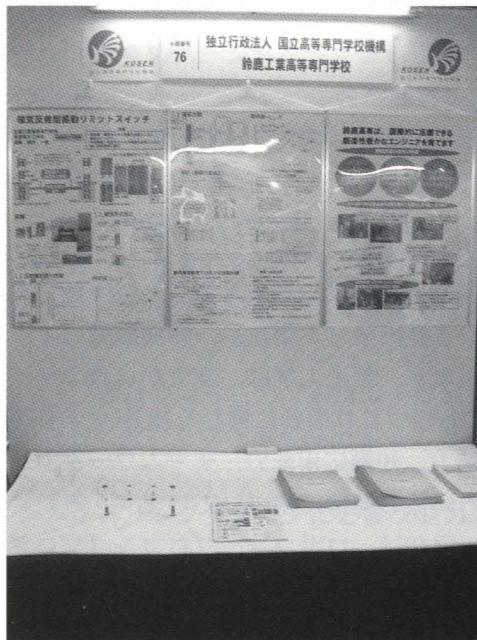
研究推進・産学官連携部会員
電気電子工学科 西村 一寛



平成20年6月14日(土)、15日(日)の二日間に渡り国立京都国際会館(京都市左京区宝ヶ池)で開催された「第7回産学官連携推進会議」に参加した。この会議は、科学技術による地域イノベーションを趣旨として、平成14年度から毎年開催されている内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省、日本経済団体連合会、日本学術会議が主催の会議である。産学官の第一線のリーダーや実務者・専門家等の約4千人の参加者が、一堂に会し、産学官連携の新たな展開を図るものである。

展示ブースでは、産学官連携の推進に多大な貢献をなし優れた成功事例に関する功労賞表彰や、共催団体、若手、一般の部に分かれ展示が行われ、本校を始め他高専も、一般の部で展示を行った。分科会などで発表も行われた。第8回は、平成21年6月14日(土)、15日(日)に開催を予定している。

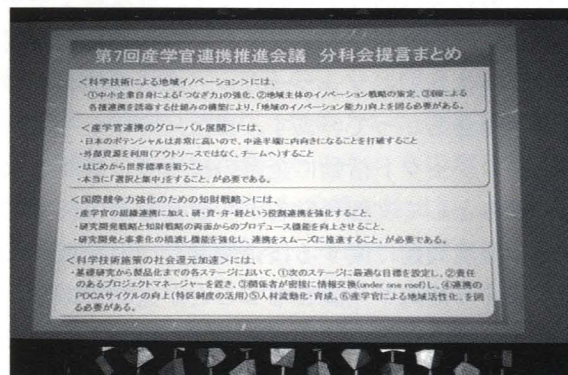
<http://www.congre.co.jp/sangakukan/top.html>



本校からの展示の様子



岸田文雄内閣府特命担当大臣(当時)による基調講演風景



第7回産学官連携推進会議 分科会提言のまとめ

第6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 小川亜希子



第6回全国高専テクノフォーラムは8月20、21日の日程で広島県呉市にあるクレイトンベイホテルで行われた。地元広島の企業や市長、文部科学省や理事を含む高専機構本部並びに各高専からの参加者は約450名を数え、産官学や地域連携によるイノベーション創出をテーマに盛大に開催された。

1日目は、開会に続いて基調講演が3件なされた。まずは、国立高等専門学校機構理事（小田公彦氏）から「国立高専の新たな産学官連携戦略について」と題し、高専の特色である技術力・人材育成力・地域ネットワークを活用し、今後は

「地域イノベーション」を創出すべく産学官連携・地域連携の新展開を実現することの重要性と戦略について概要が紹介された。次に、官の立場から広島県立総合技術研究所西部工業技術センターの土取功氏より「広島県の産学官連携施策と状況について」と題した講演がなされた。広島県は近年、特に

バイオ関連分野における産学官連携プロジェクトや大学発ベンチャーが活発であり、パネル展示でも蚕を利用した新しいタンパク生産システムサービスを行う「ネオシルク」が紹介されるなど、研究成果の技術移転・事業化の成功例も多い。講演では、こうした産学官連携の鍵となる広島県産業科学技術研究所の産学官連携体制の在り方と運営方法について紹介された。最後に、

産の立場から西川ゴム工業株式会社の橋本邦彦氏より「企業としての産学官連携の取り組みについて」と題し、主に公的な補助事業活用による研究・開発の成功事例が紹介され、成功に導く肝要を知る機会となった。午後は「地域イノベーションの創出をめざして―産学官連携・地域連携の新たな展開―」と題した全体パネル討論に続き、「産学共同教育（COOP）の取り組み・課題」（第一分科会）および「高専における知的財産活動」（第二分科会）と題したパネル討論が2会場で行われた。本校からは、第一分科会にて国枝研究主事による「エキスパートと感性を導入した創造工学プログラムの構築」と題し、現在進行中である、企業退職者などの技術者（エキスパート）を講師に迎えた、創造工学の授業の現状とその効果、そして教員のものづくり力向上を目的とした企業研修システムの実施例が紹介された。本プログラムでは、これまで意識されてこなかった開発スピード、製造（制作）コストといった現場が抱えるものづくりの問題点とそれらの解決力について、エキスパートとの交流を通じて直に感じ吸



写真2 国枝研究主事による講演の様子



写真2 国枝研究主事による講演の様子

記事

収が可能だ。その成果はソーラーカーレースでの上位入賞をはじめ全学的なもののづくり力の向上に貢献しており、エキスパートの活用を含めた地域連携型の教育システムのモデルとなりうる。また、同分科会では他高専での「ものづくり技術者育成」に関しても活発な意見交換がなされ、続く交流会でもその白熱した議論が随所で見られた。

2日目は口頭事例発表とポスター発表がなされた。口頭事例発表は3会場に分かれ、「人材育成事業・地域連携・地域貢献」（第1会場）、「地域連携・地域貢献」（第2会場）、「共同研究成果・知的財産活動・一般研究成果」（第3会場）をテーマに同時に進められた。本校からは、第2会場で2件の発表があった。1件目は小川から「学生と番組制作プロとのコラボレーションを通じて～高専学生のやる気を地域に知ってもらうために～」と題し、地元ケーブルテレビの協力による学校紹介番組制作の概要と学生への効果を紹介した。地域住民へ向けた情報発信は、今後高専が地域と協同で発展してゆくために非常に重要であり、マスメディアの協力は外すことができない。会場からも、テレビ放映後の反響に関心が集中し、こうした取り組みの拡大を痛切に感じるものであった。2件目は井上哲雄教授から「高専教員連携による村づくり」と題し、まさに開始されたばかりの高専間の枠組みを超えた地域活性化事業への取り組みが紹介された。本事業は地域連携の中でも特に限界集落と言われる小さな自治体の再興に、高専間連携による教職員の資源をフルに動員して進められている。発表では、高専教員で組織されているブレイクスルー技術研究所と長野県下伊那郡阿智村との間で取り交わされた協定の下、開始したばかりの「阿智村プロジェクト」による村づくりバックアップの現状が語られた。座長をはじめとし本事業に対する反応は大きく、今後は高専間を超えた連携も活性化していくと感じられた。



写真3 小川による発表の様子



写真4 井上教授による発表の様子

ポスター発表では、呉市を中心とした各企業ブースやベンチャー企業の紹介、そしてパネルによる全国55高専の学校紹介もなされた。各高専の特色を生かした学校づくりの様子を知ることができたと共に有意義な情報交換の場となった。



写真5 ポスター展示会場の様子

SHTN 第9回総会 基調講演

『続け、理系の卵たち！ 描け、^{あなた}貴女の未来予想図！』

生物応用化学科 山本智代



表題の『続け、理系の卵たち！ 描け、貴女の未来予想図！』は、今年度、鈴鹿高専が採択を受けた文部科学省の委託事業「女子中高生の理系進路選択支援事業」の課題名です。文部科学省では現在、科学技術分野における女性の活躍促進のために、「女性研究者の育成、活躍促進を支援する事業」「出産・育児による研究中断からの復帰を支援する事業」など女性研究者を支援する様々な事業を行っています。本校が採択された「女子中高生の理系進路選択支援事業」もその取り組みの1つであり、女子中高生の科学技術分野に対する興味・関心を喚起し、理系への進路選択を支援する事業として平成18年度より始まりました。文部科学省がこのような女性活躍促進の事業を行っている背景には、我が国の研究者に占める女性の割合が12.4%と低い現状があります。私達は、自分の周りの状況が普通と思いがちですが、この数値は諸外国に比べて低く、データの得られる国の中では「最下位」です。参考までに、アメリカでは34.3%と日本の約3倍近い数値になっています（2008年度版男女共同参画白書より）。

さて、本校の「女子中高生の理系進路選択支援」の取り組みは、平成20年度の事業として文科省での書類審査とヒアリング審査を経て採択を受けました。応募29機関のうち採択は11機関。その多くは大学であり、高専の採択は本校と東京高専の2校でした。他に、国立科学博物館、国立女性教育会館なども含まれています。高専である本校は支援対象を女子中学生とし、主に本校の女性教職員7名が中心となって企画を立案、実施しました。その主な内容は、「高専学生への理系進路選択に関するアンケート調査」と「女子中学生を対象とするイベントの企画実施」です。本校の女子学生比率は22%。これは大学の理工系学部と比べるとおよそ2倍にあたります。高専の女子学生たちは、なぜ中学卒業という早い段階で理系に進路を決めたのか。理系に興味を持ったきっかけは何で、それはいつ頃だったのか。保護者の意見は？そして、これら設問に対する回答の男女差は？・・・早くから理系の道に進んだ高専学生に対するこれら調査から、理系進学を効果的に支援するための、さらには理系離れを防ぐためのヒントが得られることを期待し、私たちはまずこのアンケート調査から事業にとりかかりました。アンケートからは、女子の方が理系に興味を持ち始める時期が男子に比べて遅いが、小学校高学年、中学校時に高専や大学などの科学イベントに参加し、ものを作ったり動かしたりする喜びを体験したことが理系進路選択に大きな影響を与えていることを示す結果が得られました。そして、その影響は女子の方が大きく、イベントに参加した女子の75%から、「イベント参加が理系進路選択に影響を与えた」という回答が得られました。また、将来どんな職業に就けるかわからない不安は女子の方が大きく、「身近に理系の人がいたことが理系に興味を持ったきっかけ」との回答は男子よりも女子学生の方が多いこともわかりました。やはり理系の進路を選択する際に不安を持つ女性は多く、そのようなときに「理系に進んだ」身近な家族や先輩、知り合の存在は、不安を取り除き、理系への進学を後押ししてくれることでしょう。その身近な存在が「理系の女性」であればなお、心強いものです。しかし、実際のところは、理系女性のロールモデルが少ないのが現状です。そこで女子中学生対象のイベントには、年齢の上で最も近い理系女性である高専女子学生にTA（ティーチングアシスタント）として大いに活躍してもらい

記事

ました。また、イベントにはできるだけ多くの理系女性に参加してもらい、さらに、女子中学生を取り巻く周りの環境を含めて支援するため、これらの企画は全て、保護者、中学生教員の参加を可としました。イベントは夏休みの8月に3回行いました。この3回には連続性を持たせ、第1回目は【導入】として理系分野で活躍する女性の講演会を、第2回目は【展開】で、公開授業、見学・体験、工作実習を、第3回目の【発展】では理系女性が働く職場訪問を行いました。

第1回目の講演会では、様々な分野で活躍する計15名の理系女性に講師として参加して頂きました。この企画は高専の宣伝ではなく、広く理系分野への進学を支援するものですので、工学だけではなく、医学、理学、農学を含む様々な分野の女性を企業、省庁、大学などから講師として招き、まずは理系にどのような職業があり、実際にその職業に就いた女性たちが何に興味をもち、どのような道を辿ってきたのかを知ってもらうことを目的としました。また、午前中の全体講演に対して午後からは小グループに分かれた座談会形式とし、参加者が講師を囲んで近い距離で話を聞き質問できる場も設け、各グループにはTAをつけて場の雰囲気作りを手伝ってもらいました。最後は一堂に会して親睦会を開き、女子中学生とTA、講師の皆さんが入り交じって談笑する光景も見られました。



第1回目イベント・講演会午後の部

第2回目は高専女性教職員による授業、体験、実習を行い、身近な科学や、自分でものを作り動かすこと、観察することの楽しさを知ってもらう機会とし、午前中は身の回りの科学に関する授業、その授業の中でふれた光ファイバー工作や電子顕微鏡観察、午後からは2班にわかれたメロディー時計、虫型ロボット工作を行いました。いずれも、ただ作るだけではなく、「なぜ？」と考える過程も大切にし、また、作った時計でメロディーを鳴らす、ロボットで対戦するなど、自分で作ったものを動かす喜びを体験してもらいました。初めての半田付けに挑戦してもらった保護者のお母さんからは、「意外に女性でもやれるんだ」という声も聞かれました。



第2回目イベント・時計工作



第2回目イベント・ロボット工作

記事

最後の第3回目には職場訪問を行い、実際に女性が働く場所を見学することで、理系進学後の自分自身の未来予想図を具体的に思い描いてもらうことを期待しました。午前中は三菱化学株式会社の四日市事業所で2人の女性技術者の方々に研究施設を案内していただき、また理系進学のきっかけや仕事の話などを車座になって聞かせていただきました。その後、三重大学の学生食堂で女子大学院生の方々と一緒に昼食をとり、午後からは安濃町にある独立行政法人の野菜茶業研究所を訪ね、トマトを品種改良、地球温暖化による野菜栽培への影響を研究するための施設の見学、DNAマーカーによるイチゴの品種識別などの研究を紹介いただきました。最後は、参加した中学生の皆さんに、5年後、10年後、20年後の自分の未来予想図を描いてもらい、親睦会を開いて3回のイベントを締めくくりました。未来予想図には、「高専に進学したい」という意見も多くみられ、また、「理系の分野で活躍する」、「学会発表する」などの夢が絵入りで描かれたものもありました。



第3回目イベント終了後・集合写真

各回のイベント終了後に行ったアンケート調査では、「理系に対する興味や関心が非常に高まった」と答えた中学生の割合が回を追うごとに高くなり、連続性を持たせたイベントの効果が感じられました。また、保護者の皆さんからは、「理系＝男性のイメージがかわった」「好きで興味があることなら理系を選ぶことも良いと思った」などの意見も聞かれ、イベント参加により理系進学への理解を深めていただくこともできたようでした。さらに、TAとして参加した高専女子学生からは、「自分が中学生なら是非参加したかった」「これからも頑張らなくては」「将来の展望がみえた」という回答が得られ、高専生にとっても中学時代の自分を思い出し、今の自分を見つめる良い機会になったようでした。

参加中学生、保護者の方々、そしてTAからは、来年度以降も同様の企画を続けて欲しいとの意見が多数聞かれました。この文部科学省の事業自体は単年度形式のため、毎年に応募・採択が必要です。しかし、こうした事業を開催するかどうかは、本来、事業の採択、不採択に左右されるものではありません。また、今回の事業を通し、地域が1つとなって一緒にイベントを盛り上げることの必要性を感じました。来年度以降も、参加者の意見を取り入れ、また、近隣の様々な機関と連携して、地域全体で女子中高生の理系進路選択を支援していきたいと考えています。理系、文系に限らず、女性だから、という理由で夢をあきらめることなく、またその道を閉ざされることなく、女性も男性も自分の興味ある分野で頑張っていってほしいと思います。最後に、この事業にご協力いただいた多くの皆さんに、心よりお礼を申し上げます。今後ともご支援のほど、宜しく願い申し上げます。

リーディング産業展みえ2008

生物応用化学科 澤田 善秋

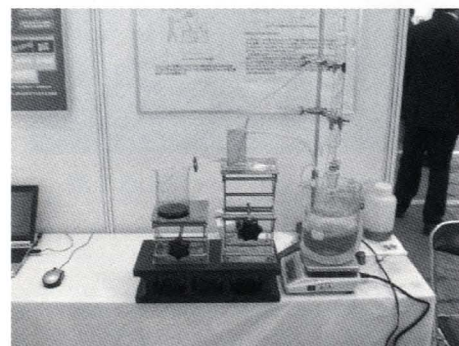


平成20年11月7日(金)～8日(土)の2日間、四日市ドームにて「リーディング産業展みえ2008」が開催された。出展企業・団体が180社(企業団体:150社, 市町・大学等:30社), 来場者数7,000人, 来場企業数1,000社という大規模のものであった。本産業展は, 三重県内の企業等が一堂に集う展示会であり, 三重県の産業や地域のもつ「強み」を県内外の産業関係者や消費者の皆様に応用する機会を提供し, 出展企業の知名度アップや販路拡大, 新規事業開拓等につなげようとするものである。鈴鹿高専は, 長年の教育・研究実績を生かし産学連携に力を入れており, 企業との共同研究を推進している。今回の鈴鹿高専の展示ブースでは①「新エネルギー社会を支える機能性材料の理論設計」の紹介(南部教員), ②「磁気反動型振動リミットスイッチ」の紹介(西村教員)および私の担当する③「バイオディーゼル燃料・グリセリン抜き出しによるエステル交換反応率の向上」の紹介を行った。また, 同時にSUZUKA産学官交流会員として「シヤクヤクに含まれる抗菌物質を用いた抗菌学生服」に関する紹介(生貝教員)(東海オールセット)を行った。

この紙面をお借りして私の研究内容の一部を紹介させて頂く。現在, 多くの自治体において使用済み食用油を回収し脂肪酸メチルエステル(以下バイオディーゼル燃料BDFと略す)に変え, 軽油代替燃料としてディーゼル車に使う取り組みが行われている。BDFは比較的温和な条件で製造できるため, 多くのバッチ式簡易製造設備が開発されている。しかしながら植物油(グリセリド)をメタノール(以下MeOHと略す)と反応させ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MeOHを使用するか, あるいはグリセリンを除く等, プロセス上の工夫をしない限り未反応のグリセリド(不純物)が残留する。不純物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しうる。そこで本研究では複数の傾斜板を挿入した効率の高い重力沈降分離装置を用いることによって, 副生するグリセリンを抜き出しながら反応させ平衡を目的物側にずらせて, 不純物を減少させようとするものである。本法は不純物を低減するとともに, 使用するMeOHの削減にも寄与できるものと考えられる。また, 本年度は文部科学省の「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」が採択されたので, その一環としてBDF簡易合成装置の実機を設置し実用化の検証を実施していく予定である。



鈴鹿高専展示ブース風景



バイオディーゼル燃料・出展風景

競泳選手におけるパフォーマンス向上のための研究 ーバイオメカニクスの側面からのアプローチー



森 誠護 (MORI Seigo)

教養教育科

所属学会：日本体育学会

日本水泳・水中運動学会

使用・応用分野

1. 競泳選手へのコーチング
2. 水中運動の普及・指導
3. 非運動者への運動の推進・指導

研究分野

コーチ学

スポーツバイオメカニクス

キーワード

受動的抵抗, 自己推進時抵抗, 最大泳パワー,
最大推進力, アダプテッドスポーツ

1. はじめに

競泳競技の100mにおいて人類史上初めて50秒の壁を破ったのは1976年, 日本人選手が50秒の壁を突破したのは2005年, 実に29年の遅れである。日本人選手と海外選手を比較したとき, 顕著に現れているのが体格の問題である。しかし, 2004年のアテネ五輪では北島康介選手, 柴田亜衣選手の金メダルをはじめとする実に8個のメダルを獲得した。2008年に行なわれた北京五輪ではメダル獲得数ではアテネ大会より劣る5個に終わったが, 北島康介選手の2種目連覇という偉業が目立った大会でもあった。いまや日本は競泳では世界トップクラスのレベルであることは言うまでもない。

泳速度を向上するための要因は, ①推進力の向上, ②抵抗の低減である。これまでのトレーニングでは推進力の向上に重きをおいていたが, 近年では科学の発達に伴い, 抵抗の低減にも力を注ぐようになってきている。体格で海外選手に劣る日本人選手にとっては抵抗の少ない技術を獲得することは世界と戦う上では必要不可欠な要素となっており, これまで泳動作中の推進力やパワー, 抵抗を測定するための研究が数多く行なわれている。

2. Active Drag Systemについて

筆者がこれまで行なってきた研究ではActive Drag System (図1, 以下ADSとする) を用いて測定を行なってきた。ADSは下永田ら⁴⁾ が作製した移動可能な牽引装置である。ADSが作製されるまでの研究では, 力学的な測定をするにしても, 推進力もしくは抵抗の測定が別々に行なわれたが, ADSは推進力, 泳パワー, 受動的抵抗, 自己推進時抵抗の計測が可能である。

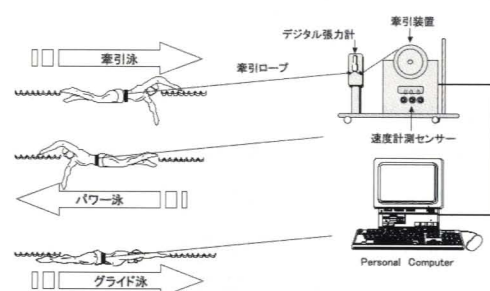


図1 Active Drag System模式図

3. 測定方法

3-1 実験試技

ADSをプールサイドに固定し、泳者の腰ベルトに牽引ロープ（ケプラー繊維製）を装着する。その後、牽引装置（森山製作所製MLD-G1-1型）で泳者を一定の速度で牽引し、その時の牽引速度を速度センサー（オムロンE6B10R/P）から、張力をデジタル張力計（SHIMPO,FXG-50）からそれぞれ検出し、検出されたデータをパーソナルコンピュータ（PC-9821）に取り込む。また、動作局面と牽引張力の関係を知るためには、側方に水中ビデオカメラを設置し、張力変化及び速度変化を同期して撮影を行なうことも可能である。

測定試技は、以下の3種類で行なわれる。

① 受動的抵抗測定（グライド泳）

けのび姿勢で受ける抵抗を受動的抵抗（Passive Drag, 以下Dpとする）とし、けのび姿勢で約7段階の速度にて牽引を行なう。実際の泳動作に近似させるため水面で牽引し、測定する。

② 自己推進時抵抗測定（牽引泳）

自ら泳ぐことによって生じる抵抗を自己推進時抵抗（Active Drag, 以下Daとする）とし、約4段階の牽引速度で牽引されながら最大努力で泳ぐ。

③ 泳パワー測定（パワー泳）

泳パワー測定は、牽引ロープを無負荷の状態から泳者が固定された状態で泳ぐ速度0m/secまでの約4段階の速度で泳者と逆方向へ牽引する。なお泳者は最大努力で泳ぐ。

3-2 分析方法

3種類の測定で得られたデータは速度・張力ともに50Hzでサンプリングを行い、各試技の動作の安定した局面のデータを抽出する。ここで検出された速度及び張力の関係は最小二乗法を用いて指数関数に回帰し、抵抗係数、指数係数、最大推進力、最大泳速度、Da、Dpを（a）（b）（c）の式より算出する。

なお、最大推進力の定義は泳パワー測定にて得られたデータの中から速度ゼロ時における張力とする。

$$Dp=kpV^{np} \dots\dots\dots(a)$$

$$Tr=P_0\{(1-V/V_0)^{na}\} \dots\dots\dots(b)$$

$$Da=P_0-Tr-Dp \dots\dots\dots(c)$$

kp=Passive Dragにおける抵抗係数

np=Passive Dragにおける指数係数

Tr=クロール泳中に検出された力

V=泳速度

na=Active Dragにおける指数係数

P₀=最大推進力

V₀=最大泳速度

4. 身体障害者水泳選手を対象とした研究

わが国における身体障害者の競技スポーツは東京パラリンピック（1964年）、長野パラリンピック（1998年）を経て旺盛になった。競技水準も高度化してきており、健常者の競技スポーツと同様、スポーツ障害も顕在化しつつある。反面、障害者競技スポーツの医科学研究は健常者競技スポーツより顕著な遅れである。日本体育学会の専門分科会では2006年よりアダプテッドスポーツ研究が設置され、今後さらなる医科学研究の推進、発展が期待される。

筆者は、身体障害者の欠損部位や機能障害の程度によって、抵抗や泳パワーの違いを知るとともに、健常者水泳選手における障害者と同様の動作制限との比較から、身体障害者の泳動作特性を検討することを目的とした研究を日本身体障害者水泳連盟との共同研究として行なった。その結果、健常者との比較において受動的抵抗、最大推進力、最大泳パワー、自己推進時抵抗の平均値では健常者が高い値を示したが、障害のクラス別では一定の傾向を見出すことはできなかった。

現在、身体障害者の水泳競技はMMT (Manual Muscle Test) などの機能的検査と可能な水中動作による検査を基にクラスが決定されて大会が実施される。この検査は身体障害者特有の形状抵抗の概念は導入されていない。今後は障害者スポーツ選手に着目した研究を、バイオメカニクスの側面からのアプローチに限らず、様々な観点から積極的に行なっていくことが障害者スポーツのさらなる発展のためには必要である。

5. おわりに

スポーツ (sport) という言葉の語源は、ラテン語のdeportareであり、人間の生存に必要なことと一時的に離れる、すなわち気晴らしする、休養する、楽しむ、遊ぶなどを意味したとされる。その後中世フランスでdesportになり、16世紀に入るとsporteもしくは省略されたsportがイギリス人によって使用されるようになった。ホイジンガ²⁾は、著書の中で「ホモ・ルーデンス (=遊ぶ人)」という言葉を使っており、人間文化は遊びのなかにおいて遊びとして発生し、展開してきたと述べており、「遊び」を原点とする人間文化を主張している。また、早川¹⁾は、「人間は生まれながらにしてスポーツをする・みる存在であり、ホモ・スポルティーヴス (Homo Sportivus) なのである。」と定義している。

障害者にとってスポーツ活動は健康を守り、社会的な資質を向上させることに役立っている。これは健常者にとっても同じことが言える。障害者スポーツに対する社会的認知や理解は歴史的にまだ浅く、障害者のスポーツ参加への支援体制や受け皿はまだ少ないのが現状であるため、今後1人でも多くの人が障害者スポーツに対し関心を持ち、認知することが重要である。

参考文献

- 1) 早川武彦 (1995) : 地球時代のスポーツと人間. 創文企画
- 2) J.ホイジンガ著, 高橋英夫訳 (1973) : ホモ・ルーデンス. 中公文庫
- 3) 日本体育協会監修 (1987) : 最新スポーツ大事典. 大修館書店
- 4) 下永田修二, 田口正公, 田場昭一郎, 青柳美由季 (1998) : クロール泳におけるActive Dragの定量化の試み. 福岡大学体育研究28(2) : 65-79
- 5) 下永田修二, 田口正公, 田場昭一郎, 大城敏裕, 浜口麻衣子 (1999) : クロール泳におけるActive drag定量法の検討. バイオメカニクス研究概論 : 270-275
- 6) 渡邊浩美 (2006) : 障害者スポーツの社会的可能性. 立教大学21世紀社会デザイン研究

人工分子による自己複製ベシクルの構築 —ものづくりで挑む細胞モデル—



高倉 克人(TAKAKURA Katsuto)

生物応用化学科

所属学会：日本化学会

日本油化学会

アメリカ化学会

使用・応用分野

1. 機能性両親媒性分子の設計・合成
2. 新規蛍光色素の設計・合成
3. ドラッグデリバリー

研究分野

構造有機化学

超分子化学

キーワード

ベシクル, 人工両親媒性分子,
自己複製,

1. はじめに

生命の起源は有史以来人類最大の関心事のひとつであり、筆者の研究分野である化学の領域においては、主にオパーリンの化学進化説に沿ったアプローチ（原子地球環境下での生体分子の合成研究）が行われてきた。一方で、生体分子とそっくりな物質により細胞を再構成するのではなく、より素性の知れたシンプルな分子を用いて反応ネットワークを組み上げ、系全体として高次な機能を発現する仕組みを構築することにより、集合体レベルでの生命現象の本質がより明確にみえてくるのではないかという従来とは異なる考え方が近年確立されつつある（文献1）。このような“構成的アプローチ”により原子細胞のモデルを創るためには、物質の構造やそれらの化学反応を設計し、実際につくることが必須となる。以下に、“ものづくり”の立場から筆者が携わってきた細胞モデル（自己複製ベシクル）の構築について紹介したい。

2. 自己複製ベシクルの構築

疎水的な長鎖アルキル基に親水基の結合した両親媒性分子は、主にアルキル基の疎水相互作用により水中で自己集合する。このようにしてできる分子集合体のひとつに、ベシクル（リポソーム）といわれる袋状に閉じた2分子膜がある（図1）。これは生体の細胞膜と構造的に類似しているという特徴を持っている。

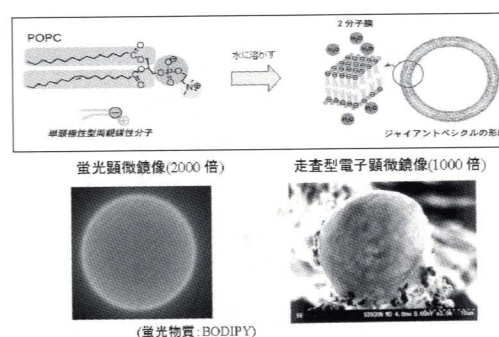
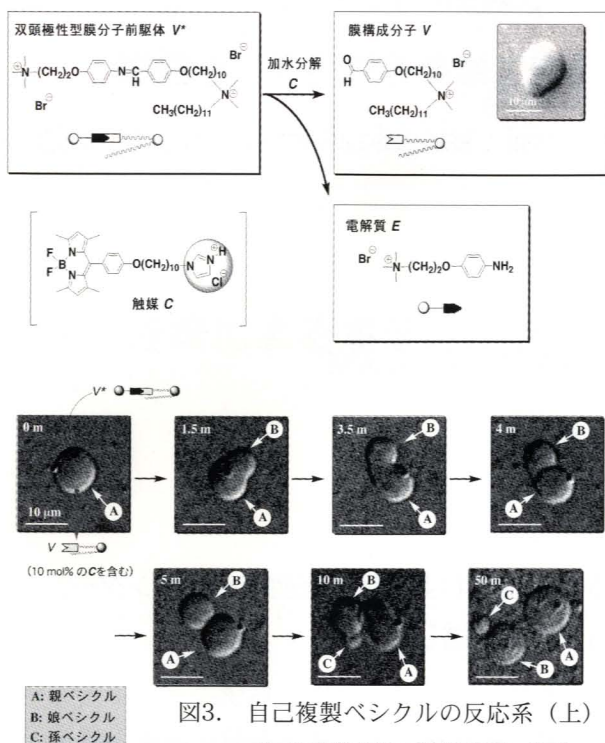


図1. 両親媒性分子とベシクル

ベシクルをつくる膜分子の原料となる分子を“養分”としてベシクルに与えた際に、ベシクル内で化学変換が起こりベシクルを構成するものと同一の膜分子が生産されると、ベシクルを構成する膜分子数が増加してベシクルは肥大すると考えられる。続いて、分裂などベシクルが増えるような形態変化が起きると、結果的に同じ組成を持ったベシクルが増殖する。このような動的挙動をみせるベシクルを自己複製ベシクル（Self-reproducing vesicle）と呼ぶ。筆者らは、酸触媒で速やかに進行するイミン結合（炭素-窒素2重結合）の形成や加水分解を膜分子生産反応に用い、さらに反応の前後で分子内の疎水部/親水部間のバランスが大きく変わるような分子設計および有機合成をおこなうことにより、人工的に合成された物質により自

己複製ベシクルをつくることに成功した(文献2)。それらの1例として、イミンの加水分解に基づく自己複製ベシクルを図3に示す。



養分 (V^*) は分子鎖の両末端に親水基を持つため水中でベシクルを形成しない。一方、これが加水分解されると、片方の親水基が脱離することにより分子中の疎水部の割合が増して、ベシクルを形成する膜分子 (V) が生成する。

また、ベシクル膜内で加水分解反応が優先的に進むように、膜との親和性の大きい両親媒性イミダゾール塩酸塩 (C) がベシクルに組み込まれている(なお、この触媒は蛍光標識されているので、蛍光顕微鏡で観測すると触媒がベシクルに担持されていることが確認できる)。触媒を少量含むベシクルに対して養分 V^* を外から添加すると、膜分子 V の生成に伴いベシクルが肥大・分裂することにより自己複製することが光学顕微鏡観測により明らかになった(図3 下)。このような形態変化が、反応の副生成物である電解質 (E) のベシクル内への浸透や、化学反応に伴う2分子膜の曲率変化に起因することが明らかになっている(文献3)。また、この系においては1世代目のベシクル(親ベシクル)から2世代目(娘ベシクル)が

生まれるだけでなく、3世代目のベシクル(孫ベシクル)の誕生まで観られたことは生命現象の再帰性との関連から興味深い。フローサイトメトリー的手法を用いることにより、この動的挙動がベシクル集団として普遍的に起こり、さらには分裂して触媒濃度の下がったベシクルに外から触媒を加えると、数世代にわたり自己複製が繰り返されることが明らかにされた(文献2d)。

3. 終わりに

“生命をつくる”ためには(i)自身と外界を隔てるための境界、(ii)内部で起こる化学反応の触媒、(iii)自己保存のために情報物質、を系内に持たせることが最低限必要であるとされている(文献4)。ここで紹介してきた自己複製ベシクルについては、境界と触媒を有する段階までは達成しているのであるが、3番目の条件をクリアすることは容易ではない。“究極のものづくり”のひとつともいえるテーマに挑んでいくことの楽しさと厳しさを学生と共有しつつ、歩みは遅くとも前に進んでいければと感じている。

4. 謝辞

本研究は、筆者が東京大学大学院総合文化研究科・菅原研究室在籍中および鈴鹿高専に着任後共同で行なわれたものであります。菅原正先生、研究に携わった皆様に御礼申し上げます。

5. 参考文献

- 金子邦彦, 生命とは何か [複雑系生命論序説]. 東京大学出版会 (2003)
- (a) K. Takakura, T. Toyota, T. Sugawara, J. Am. Chem. Soc., 125, 8134-8140, (2003) (b) K. Takakura, T. Sugawara, Langmuir, 20, 3832-3834 (2004) (c) T. Sugawara, K. Takakura, K. Shoda, K. Suzuki, Biol. Sci. Space, 20, 10-14 (2006) (d) T. Toyota, K. Takakura, Y. Kageyama, K. Kurihara, N. Maru, K. Ohnuma, K. Kaneko, T. Sugawara, Langmuir, 24, 3037-3044 (2008).
- (a) K. Takakura, T. Toyota, K. Yamada, M. Ishimaru, K. Yasuda, T. Sugawara, Chem. Lett., 404-405 (2002) (b) T. Toyota, K. Takakura, T. Sugawara, Chem. Lett., 1442-1443 (2004) (c) T. Toyota, H. Tsuha, K. Yamada, K. Takakura, K. Yasuda, T. Sugawara, Langmuir, 22, 1976-1981 (2006) (d) T. Toyota, H. Tsuha, K. Yamada, K. Takakura, T. Ikegami, T. Sugawara, Chem Lett., 708-709 (2006) (e) T. Toyota, K. Takakura, J. Kose, T. Sugawara, ChemPhysChem, 7, 1425-1427 (2006).
- T. Ganti, J. Theor. Biol. 187, 583 (1997) b) J.W. Szostak, D. Bartel et al, Nature 409, 387-390 (2001)

◆ 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

せれんでクラブ

毎月第3金曜日 17:00～ 鈴鹿高専共同研究推進センター会議室

産学連携に関する協定

締結日 平成21年1月22日(木)

鈴鹿高専と株式会社百五銀行との産学連携に関する包括協定および伊勢市産業支援センター、
鳥羽商船高専及び鈴鹿高専との産学官連携に関する協定を締結しました。

行事内容

3月 6日(金) 鈴鹿高専産学官交流フォーラム

3月25日(水) 卒業式、専攻科修了式

4月 6日(月) 入学式

編集後記

今年の3月末をもって鈴鹿高専研究活動推進委員会の前身である産学官共同研究推進協議会が発足してちょうど10年が経つことになります。この10年間、地域に根ざした高等教育機関として、鈴鹿高専では地場産業界からの様々なニーズに答えるべく様々な活動が実施されてきました。SNCT News Letterも、それらの一環として本校における教育研究活動の状況を周辺地域の皆様に発信していくという役割を担ってきたものであります。これからも、産学官共同研究推進の一助となるような SNCT News Letter を発行していければと思います。

SNCT News Letter 第12号 平成21年2月印刷 平成21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 東写真工業株式会社

(再生紙を使用しています。)