

Suzuka National College of Technology

SNCT News Letter

鈴鹿高専技術便り

第6号

産学連携と工学教育

鈴鹿高専産学官共同研究推進協議会
推進委員会副委員長 小 倉 弘 幸



現代は、産業や社会の変革期にあり、工学教育も同様、ご多分に漏れずその方向性を模索検討している現状です。今や、工学教育とは何か、何を教えるべきかについて産学連携を軸にして考えなければならない段階と思います。工学教育であるが故に社会、すなわち産との密接な関係が必要であり、そのためには常に社会と接していなければならない。その手段の1つとして産学連携が必要なのだと思います。

学生の基本的ポテンシャルを上げるためには、どのような教育が必要なのか、産からはどのような教育が求められているのか。実際に学生が社会に出たとき産から直接求められていることは何なのか。これらを知り、それを教育に反映するためにも産学連携が大変重要だと思います。

本委員会も発足以来大分時間が経過し、これまで種々の活動が展開されてきましたが、その成果はと言うと今一步といった感があります。しかし、成果のみを求めるのはある意味では正しくはないように思います。教育を行う上でも産学の密接な連携が必要だからです。本会で大きなプロジェクトを立ち上げ走る以外に、本校先生方すべてが個々に、草の根運動的に小規模なテーマを掲げつつ、何らかの形で地道に産学連携を展開し、得られた果実を教育に反映させることが今後肝要なことと存じます。

目次

産学連携と工学教育（副委員長 小倉弘幸）	1
共同研究推進センターの発足（江崎尚和）	2
第1回全国高専テクサミットを開催して（井上哲雄）	4
鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジーネットワーク（SHTN）第5回技術交流会の報告（長原 滋）	6
SUZUKA産学交流会との連携活動ーひとつの試み（齊藤正美）	8
研究者紹介（兼松秀行、白井達也）	10

共同研究推進センターの発足

共同研究推進センター

副センター長 江 崎 尚 和



本年4月、旧情報処理教育センターを改装し、新しく共同研究推進センターが誕生しました。これと同時に、従来の材料科学研究センターを同センター材料分析室と改称し、統合することによって先端研究機器を装備した共同研究施設に生まれ変わりました。全国の多くの大学・高専ではすでに地域共同研究センター（学校によって多少名称は異なる）が設置されており、地域に根ざした高等教育機関としての役割に大きな期待が寄せられています。本校では旧材料科学研究センターがこれに相当する施設であった訳ですが、改称によって改めてセンターの目的が明確化されたとともに、設備面でのいっそうの充実が図られたこととなります。

センター内には、技術相談室、産学交流室、収容人数30名程度の会議室のほか、異なる学科間や他大学・企業・公設研究機関との共同研究を実施する共同研究開発室や回路試作室が設けられています。現在、本校で行われている共同研究プロジェクトは登録されているだけでも35件にのぼりますが、当面、以下の7件の研究プロジェクトが共同研究開発室を利用し、開発研究を推進しております。

ニューラルネットワークの集積回路化に関する研究	研究代表者	電気工学科	北村 登
磁気センサーの集積回路化に関する研究	研究代表者	電気工学科	北村 登
気泡を利用した3次元ディスプレイの開発	研究代表者	電子情報工学科	桑原裕史
高等専門学校における「ものづくり教育」の新しい展開	研究代表者	電子情報工学科	桑原裕史
バイオインフォメーションテクノロジーに関する研究	研究代表者	電子情報工学科	齊藤正美
次世代半導体チップ対応マイクロ接合材の開発	研究代表者	材料工学科	江崎尚和
ニッケル電極の高性能化	研究代表者	材料工学科	小倉弘幸

また、開館以来、当センターを利用して商工会議所が主催する「産学技術サロン」が毎月1回定例的に開催されている他、地元企業の技術者を対象としたアフターファイブ公開講座「金属材料の基礎」なども開催されました。さらに、11月からは、学内の教官が学科の壁を乗り越えて研究紹介や情報交換をする「せれんでクラブ」が発足し、当センターで毎月1回の定例会を開催することになっています。

今後は、鈴鹿商工会議所が中心となるSUZUKA産学交流会、三重県産業支援センター、三重県科学技術振興センターなどとの連携を図りながら、学内で組織されている産学官共同研究推進協議会とともに、本校が地域産業界に貢献するための中心的役割を果たすべく、センターとしての活動および有効利用を検討していきたいと考えています。皆様方のご協力をよろしくお願い致します。



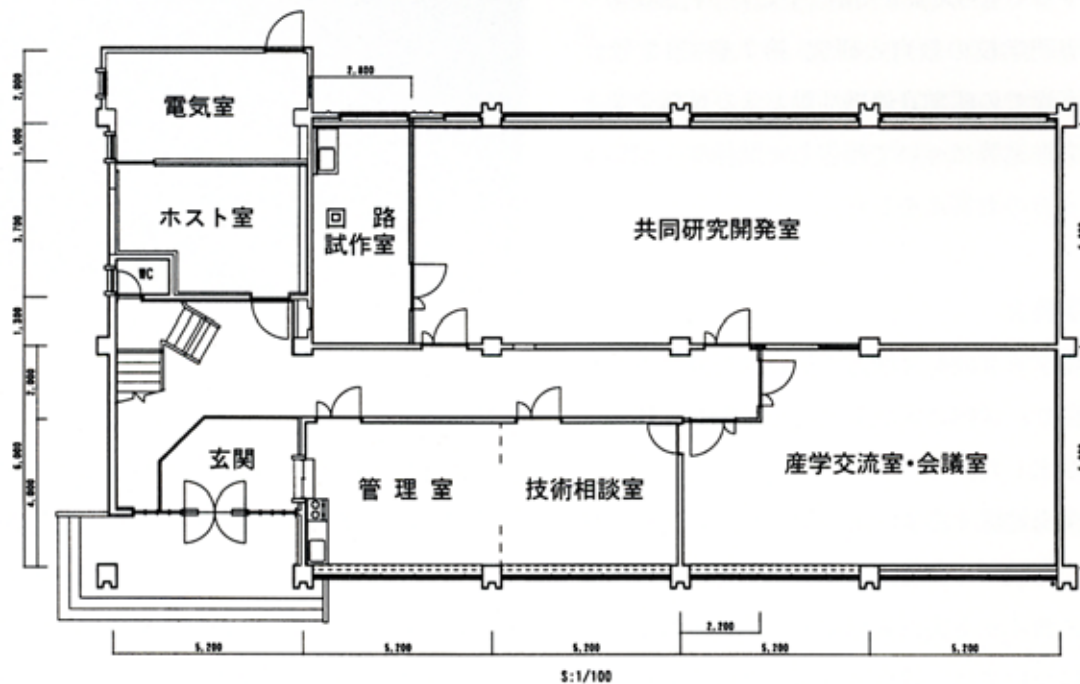
共同研究推進センター



共同研究開発室



会議室



平面図

第1回全国高専テクノサミットを開催して

材料工学科 井上 哲雄



1. はじめに

地域産業界との連携や産学官連携など、「地域に開かれた高専」とか「地域産業界に貢献する高専」というキャッチフレーズで、高専が設置されている地元産業界との関係が取り上げられて、もう相当の年限が経過している。とくに最近では高専における教育・研究成果が世の中や地域の要請にどのように役立っているのかということが鮮明に問われる時代になってきており、全国高専に「地域共同研究センター」や「産学官連携推進センター」などの地元企業からの技術相談や共同研究等を推進するための施設が設置されてきている。そのような時期に徳山高専の大成教授から「産学官連携関連のシンポジウムを鈴鹿でやってもらえませんか？」という打診があった。「高等専門学校の教育と研究 第7巻 第1号」⁽¹⁾に、鈴鹿高専での産学官連携活動および地域企業との共同研究推進等について報告した関係で、前向きに検討する旨のお答えをした。

2. 実行委員会

鈴鹿の産学官共同研究推進委員長（齊藤教授）を実行委員長に、学内の実行委員会を組織し、開催に向けて動き出した。

また、東海地区4高専の協力および、木更津、神戸、徳山、有明の4高専からの協力も得て、「全国高専テクノサミット実行委員会」が始動した。種々の準備等については、鈴鹿高専事務部の全面的な協力により進められた。

3. 会議の内容

開催日は平成14年7月22日（月）13:00～23日（火）12:10 とすることにし、全国高専に案内文書を送付した。内容は、特別講演1（企業人）、基調講演3（高専関係者）および一般講演（参加者）とすることにした。

特別講演

「産学連携に何を求めるかー未曾有の変革期を

迎えて」

（有）三重緑地 代表取締役 河村 止 氏
（SUZUKA産学交流会副会長）



河村 止 氏の特別講演

基調講演3

①「高専における産学官連携活動を展望する」

鈴鹿高専 教授 産学官共同研究推進委員長

齊藤 正美 氏

②「高専新時代における地域・産学連携を考える

ー私の地域協力20年を踏まえてー」

徳山高専土木建築工学科 教授 大成 博文 氏

③「神戸高専における地域協力とその発展形」

神戸市立高専機械工学科 教授 赤対 秀明 氏

一般講演は函館、群馬、木更津、都立、都立航空、豊田、宇部、松江、久留米、有明、鹿児島各11高専から発表の申し込みがあり、時間の関係から当初予定していた鈴鹿高専からの発表2件を取り下げるという嬉しい悲鳴をあげる事態になった。参加者は鈴鹿高専関係者を含めて全国40余高専から120名を超える教職員が集まることになった。

また、初日の夕刻からは懇親会が開催され、講演会の固い雰囲気ではなく、アルコールを飲みながらの和気藹々の雰囲気の中で、真の情報交換を行い予定時間をオーバーすることになってしまい、各自宿舎のホテルに向かうことになってしまった。この中には教員のみでなく、庶務課長や専門職員等実務担当者も含まれ、あらためて産学官連携活動に向けての全国高専の関心の高さを再認識した。



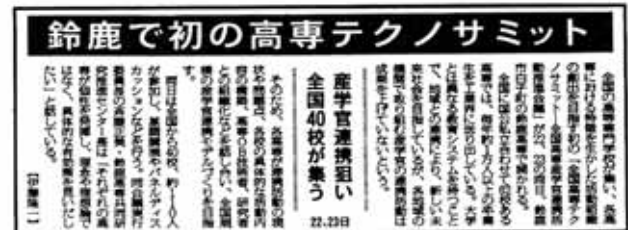
碓山（都城高専OB）さんの乾杯音頭（懇親会）

4. 終わりに

閉会時にこの「全国高専テクノサミット」の継続開催に向けての組織づくりが提案され、本校の齊藤教授が責任者に選任され、「全国高専産学連携活動推進会議（仮称）」が設立された。8ブロックからの委員の人選も進み、9月6日に正式にそのための推進会議が立ち上がり、そのメーリングリスト(ML)も構築し、議論が始まった。そこでは、事務局

の選出、事業案、財政案およびその他次回サミット関連事項の審議を始めている。

また、このサミットの内容は、テレビや新聞に大きく報道され、メディアの関心の高さをうかがわせた。



毎日新聞（7/10朝刊）



中日新聞（7/24朝刊）

新聞各紙の報道

独法化やJABEE問題と高専を取り巻く社会環境は非常に厳しいものがあるが、地域貢献や社会貢献を求められる今、この「全国高専産学連携活動推進会議（仮称）」の果たす役割は非常に大きいと考える。

[参考文献]

(1)井上哲雄, 齊藤正美, 勝山正嗣: 高等専門学校の教育と研究, vol.7, No.1(2002), P30-35

本テクノサミットの講演要旨やその内容については鈴鹿高専HP参照

<http://www.suzuka-ct.ac.jp/sangaku/tsummit/>

鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジーネットワーク (SHTN) 第5回技術交流会の報告

生物応用化学科 長 原 滋



平成14年8月3日(土) 鈴鹿高専マルチメディア棟視聴覚室にて、「鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジーネットワーク (SHTN)」第5回技術交流会が開催され、卒業生、教職員約30名が出席した。

近県の企業等で活躍している卒業生と鈴鹿高専教職員との技術交流集団として本ネットワークが発足して3年目を迎え、新たな技術開発や共同研究等へつなげるために開催している技術交流会において、卒業生及び鈴鹿高専研究者の技術講演に加えて、「自社製品・技術の紹介」コーナーを設けた。さらに、技術交流会に先立って開かれた第3回総会において、鈴鹿高専の技術者教育に少しでも貢献できるように、在学学生(5年生、専攻科生)等を対象とした学生会員の新設が承認された。

技術講演は、本ネットワーク副代表の橋本電子工業(株)橋本正敏氏、(株)島津製作所医用機器事業部の武村聡史氏、鈴鹿高専から材料工学科の江崎尚和助教授、電子情報工学科の齊藤正美教授が以下の演題で行った。

(1) 「新技術への挑戦－自社商品の創出を目指して」

橋本電子工業(株) 橋本 正敏 (44E卒)

(2) 「CTスキャナのデテクターを作る」

(株)島津製作所医用機器事業部 武村 聡史 (47E卒)

(3) 産学官共同研究事例紹介「次世代半導体チップ対応マイクロ接合材の開発」

鈴鹿高専材料工学科 江崎 尚和 (52H卒)

(4) 「産学官連携に関する全国高専の動向」

鈴鹿高専電子情報工学科 齊藤 正美 (43M卒)

橋本氏は、自社商品をオーダーメイド商品と量産商品に分けて概要を説明されたのち、産学官連携及び異業種交流を活用した新商品開発について、鈴鹿高専との共同研究である人工筋肉及び無痛注射器の開発、ビジネスコンペで最優秀賞を受けた「マイクロデジタル電話局」等について紹介された。武村氏は、医療機関の日常臨床に欠かせない画像診断装置であるCTスキャナのデテクターの構造と製造法を、製品開発において経験した様々な問題点とその解決方法とともに紹介された。鈴鹿高専からは、江崎助教授が、産学官共同研究「次世代半導体チップ対応マイクロ接合材の開発」に関して、共同研究のきっかけ、共同研究概要・体制、進捗状況等について説明された。齊藤教授は、本年7月22日(月)、23日(火)に鈴鹿高専で開催した「全国高専テクノサミット－全国高専産学官連携活動推進会議－」において報告された各高専の産学官連携活動の現状等の紹介を中心に、本ネットワークの今後の展開についても講演された。何れの講演も活発な質疑応答が行われた。

「自社製品・技術の紹介」では、FairCom JAPAN Inc.の酒井善樹氏(53E卒)から提供された「FairCom社データベースソフトウェア製品、c-tree Plus と c-tree Server」の紹介資料及び評価版CD-ROM

を配布した。

本ネットワークの平成13年度の事業を以下にまとめる。

1. 第2回総会・第3回技術交流会（詳細は「鈴鹿高専技術便り」(SNCT News Letter) 第5号)

実施日：平成13年10月6日(土)

場所：鈴鹿高専マルチメディア棟視聴覚室

内容：(1) 総会

(2) 技術交流会

「食品加工の隠れたマジシャンー食品用界面活性剤を中心として」

加藤 友治(47C卒, 太陽化学(株))

「ITサバイバル時代を生き抜くー急激に変わりゆくインターネット環境」

大矢知直登(49E卒, (株)マイクロキャビン)

「産学官共同研究開発事例の紹介ー農業関係プロジェクトについて」

長原 滋(52C卒, 鈴鹿高専)

(3) 懇親会

2. 第4回技術交流会(第6回SUZUKA産学交流会産学官交流フォーラムへ参加)

実施日：平成14年3月12日(火)

場所：鈴鹿高専マルチメディア棟視聴覚室

内容：(1) 特別講演「産学連携について」 品川 隆幸((株)ロダン21)

(2) 基調講演「産学連携による新事業創出の可能性について」

齊藤 正美(43M卒, 鈴鹿高専)

(3) 分野別懇談会「地域産業の活性化に関する自由討議」及び全体会議

[機械・材料分野]

議長：大森 久男(三恵工業(株))

[電気電子・情報分野]

議長：橋本 正敏(44E卒, 橋本電子工業(株))

[生物・化学分野]

議長：河村 止((有)三重緑地)

(4) 懇親パーティ

3. ネットワーク機関紙の発行

「鈴鹿高専技術便り」(SNCT News Letter) 第5号の紙面を借りて発行



技術交流会参加者

SUZUKA産学交流会との連携活動ーひとつの試み

産学官共同研究推進協議会
推進委員会委員長 齊藤 正 美



平成11年度に発足したSUZUKA産学交流会との連携活動も4年目に入り、ようやく真の産学連携の形らしきものが見えてきました。同交流会との連携の主目的は新技術の創出を核とした地域産業の振興にあり、また地域における人づくり、物づくり、街づくりという概念も共有しています。鈴鹿高専としては、その目的を達成するために過去幾多のフォーラム、研究例会、視察研修会等に参加あるいは担当・実施してきましたが、ここでは、そのような背景から生まれた一つの異色の活動について紹介します。

それは平成13年5月に発足した「農業と環境を考える研究者会議」の活動です。本校の生物化学系研究者と(有)三重緑地の河村社長との交流がきっかけとなって「地域資源を活用した新技術を創り出そう」という考え方が生まれ、それが今の形に発展しました。この場合の地域資源とは鈴鹿地域で栽培・生産可能な1000種類にも及ぶ花き・花木のことです。会議は、鈴鹿商工会議所を事務局として運営され、現在鈴鹿高専、鈴鹿医療科学大学、鈴鹿国際大学、三重大学生物資源学部の研究者、鈴鹿市内4～5社の企業および三重県科学技術研究センター、(独)農業技術研究機構の研究者30数名がそのメンバーとなっています。農業・環境関係の研究者や技術者の交流だけでなく、この分野における様々な問題を論議するとともに、新しい技術シーズを積極的に創り出して地域の産業振興と文化の創出を図ることを目的としています。また、このような活動を具体的かつ持続的に進めるために、創出した技術シーズを基盤とした「地域コンソーシアム」を組織化し、文部科学省や農水省等の産学官連携促進事業に積極的に課題提案を行ってきました。このような活動の中から生まれた成果の一つが、本校生員教官と(有)三重緑地が共同出願した「芍薬・ばたんの葉と花の抗菌性」に関する特許です。この研究テーマは科学技術振興事業団の平成14年度RSP事業にも採択され、その事業化にむけて現在も着々と研究が進められています。また、最近では「植物と人間の感性」をキーワードとする新分野の研究テーマにも共同で取り組みはじめています。

これまで産学官連携活動に関しては、国・県レベルからいろいろな理念や施策が提案されてきました。学のシーズと産のニーズとのマッチング、TLOを中心とした技術移転システム、学への競争的原理の導入、ベンチャー企業の育成などです。経済や人的交流のグローバル化という視点に立てば、これらの理念は今後の日本がクリアすべきものとして重要な課題であると考えますが、現在の日本の文化風土や構造改革の速度という観点からみて、また地域産業の振興や中小企業支援という目的から考えて必ずしも現状に適した方策とは言えないところがあります。ここで紹介した研究者会議の活動は、このような限界性を何とか克服したいという関係者の気持や考え方が具現化したものと考えています。つまり、地域の産業振興という目的にだけ限定して論じれば、ナノテクノロジーやバイオテクノロジーなど最先端技術の開発が本当に効果的であるのか否か、かといって他にどのような新技術や新規事業を創り出せるのか等々考えなければならない問題点が多々あります。また、個々の地域の発展はすなわち国の発展につながるという考え方もできます。いずれにしても、産学官連携活動はこのような課題をも含めて取り組む必要があり、大学や高専がその中心的役割を担うことが社会的に要請されています。研究者会議のメンバーは「新たな発想と実践力は新たな組織・人・夢づくりから生まれる」ものと信じてがんばっています。

研究者会議による課題提案一覧

平成13年度

農水省生研機構「新事業創出研究開発事業（地域型）」

三重県地域農業経営体育成事業

東海産業技術振興財団研究助成

中小企業総合事業団調査研究事業（FS）

平成14年度

農水省「民間結集型アグリビジネス創出技術開発事業」

科学技術振興事業団「RSP（研究成果育成型）事業」

農水省生研機構「新事業創出研究開発事業（地域型）」

文部科学省「都市エリア産学官連携促進事業」

草月 日 薬学 保研

第3種研究開発費

強い抗菌作用のあることが分かったボタン
の花は、後援町の農業公園で、三重県民に

シャクヤク ボタン 抗菌性お茶の10倍

「産学交流」で発見

寝具・食品
消臭剤など 実用化目指す

鈴鹿市内の大学・商社と企業でつくる「SUZUKI産学交流会」のプロジェクトチームが、シャクヤクとボタンに強い抗菌性があることを発見した。植木産業の盛んな地域の特産を生かそうという研究が実を結んだ。抗菌物質として使う特許も取得。今後、衛生用品への活用など実用化をめざす。特産は「シャクヤクの出」をテーマと、構想はあきらか。

鈴 鹿

鈴鹿商工会議所と市内の鈴鹿商大、鈴鹿医療科学大、鈴鹿国際大が中心になって「産学交流会」ができたのは4年前。会員企業は2社ある。新発見は、会の中の「四葉と四葉を考える研究者会議」から生まれた。地域の特産である植物質を生かさないか。両打ちの植木生産者から

でなくバイオテクノロジーの視点から、という関係が生まれた。国産産物を出発点だった。我々でできる植物はさつと種類。その中から抗菌性のある植物を探そうと試みた。会員の園芸会社「三重緑地」が植物を提供。鈴鹿商大の生物応用材料科が分析した。その結果、シャクヤクとボタンに、抗菌性で知られているお茶の葉の10倍もの抗菌物質が含まれることが分かった。

シャクヤクの根は漢方に使われ、昔から薬効が知られていたが、花と葉にもあることを見つけた。しかも、抗菌物質は一般に熱に弱い。シャクヤクとボタンは200度でも分解しない高熱耐性もあつた。今年、この2つの植物を抗菌物質として使用する特許を、その精製方法とともに取った。なぜ抗菌性があるのか科学的に裏付ける抗菌メカニズムの解明が次の課題だ。同時に、病気の患者用寝具、紙おむつなどに乾燥粉末化した食品に⑤スプレーなど抗菌剤に、など実用化の研究も始めた。園芸、福祉、繊維、製菓の各社が興味を示し、参画している。

鈴鹿商大は、「抗菌性」もあるのでは、と考えた。鈴鹿医療科学大、三重大生物資源学と究明のプロジェクトチームをつくった。

朝日新聞の記事

熱表面処理工学に関する研究



兼松 秀行 (KANEMATSU Hideyuki) 研究分野

材料工学科

熱表面処理工学・材料工学

所属学会：日本金属学会

IMF

AESF

その他

キーワード

表面処理, 熱処理, 電気めっき,
溶融亜鉛めっき, すずめっき, 合金めっき等

使用・応用分野

1. 耐摩耗性各種製品
2. 耐食性各種製品
3. 装飾用各種製品
4. コンクリート構造物 等

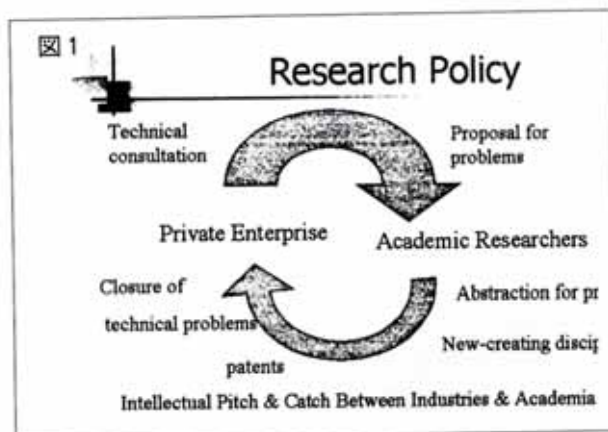
1. はじめに

本誌面をお借りして、私の研究内容について皆さんにご紹介できることは喜びであります。多くの人に興味を持っていただければと願っております。

私の研究分野は、一言で言いますと、“熱表面処理工学”⁽¹⁾であります。これは伝統的な技術である、熱処理と表面処理のいわば融合コンセプトでありまして、単なる表面処理でもなく、単なる熱処理でもなく、熱がかかるような条件での表面処理とか、表面処理をした状態で熱がかかるような際の問題とかを扱っております。前者の例では、溶融亜鉛めっきが挙げられますし、後者の例ではめっき熱処理が挙げられます。具体的にいくつかの研究テーマについてご紹介しようと思いますが、その前に、私の研究ポリシーについて、お話ししておこうと思います。

2. 産学連携と異分野間ネットワーク⁽¹⁾

私の研究ポリシーは二つの柱からなっております。一つは産学連携であり、もう一つは異分野間ネットワークです。産学連携は、近年文部科学省が強く推奨するようになりましたので、現在では高等教育機関においても盛んに行われておりますが、これまでいろいろな議論があり、戦後の我が国においては、必ずしも順調な歩みを遂げてきたわけではありませんでした。その意味で、高等教育機関における制度化、法律的な整備などが遅れているといえますが、それでも以前に比べてその必要性が認められてきており、私のように、産学連携を特に必要とする分野の研究者にとっては、ありがたい時代となっております。従来シーズ型、ニーズ型といわれる研究分類が行われますが、私の場合、シーズ型の研究もないわけではないのですが、どちらかといいますと、ニーズ型の研究が中心となっております。図1にこの研究ポリシーを図式化したものを示します。企業の方から技術相談を頂いて、その問題解決を提案させて頂き、それが技術となり、ま



た権利化された場合には特許出願となるといった研究姿勢です。この場合に学の私の側では、常に学問化が行われ、また会社側には問題解決の提示が行われ、新たな問題提起が行われる。このような知的なサイクルが続くことにより、産学連携が行われるというものであります。産学連携の社会的な意義としては、皆さん御承知の通り、企業側が学のシーズを発掘し、実用化することにより、新しい産業技術が生まれ、国内での雇用増大が起こり、利潤が生まれ、その結果学側への研究資金のフローが起こるという、いわゆるwin-winリターン⁽²⁾のサイクルが生まれることであります。このような壮大な経済的・政策的なサイクルとは異なり、私個人としての研究哲学におけるサイクルは、完全に知的なサイクルであり、会社側における意義としては、技術改善であり、学としての私の側では、現場の問題から抽出された新学問領域の創出であります。そしてその副産物として生まれるのが特許ということになります。

さて、もう一つの研究の特色は異分野間ネットワークです。今日科学技術の発展はめざましく、なかなか一つの領域で問題解決可能というわけにはまいりません。また科学技術の発展の速さに旧来の学問がついてゆけず、その結果旧

来の学問の分類の枠の中に浸かっていては、なかなか実際の問題を解決することが難しいのが昨今の状況です。そのために、異分野間の研究者が協力しあって共同で問題解決に当たるのが、より好ましいといえます。そんなわけで、私も異分野間ネットワークによる共同研究体制を進めております。学内でも、分野を超えるのみでなく学科を超えた共同研究を推進しており、学外では他大学や、各市、県、国の公設試験場の研究者とテーマごとに共同体制をとっております。これにより企業の方の問題解決が的確に行われ、また新しい学問創出が可能となることが期待されます。

3. 研究内容について

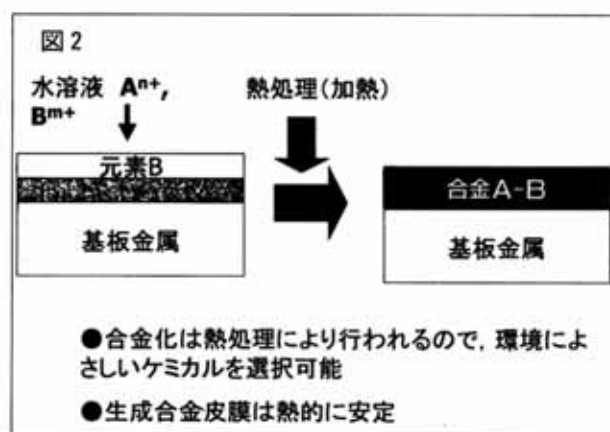
さて、上記のような研究ポリシーに基づいて具体的に行っている研究内容についてのご紹介をしたいと思います。熱表面処理工学に関するものではありませんが、具体的には、積層単相膜加熱法と私どもが呼んでいる新しい合金めっき作製法、微生物腐食に関する研究、溶融亜鉛めっき鉄筋に関する研究、工業用炉の熱効率を向上させる酸化チタン系塗布材についての研究の四つをご紹介します。

3.1 積層単相膜加熱法(HSSL法)⁽³⁾

めっき産業は環境規制が強まりつつある現在、大きな挑戦を受けているといえます。クロム、鉛、カドミウム、水銀などの使用規制に関する欧州のELV指令などはその最たるものです。企業の方にお伺いすると、日本でのめっきはもうだめだ等ということをおっしゃる方がおられるのですが、私は使用金属から廃水処理まで、あらゆるレベルにおいて、環境負荷性を低減させる試みを徹底して行うことにより、日本のめっき産業は中国や周辺諸国の追従できない高い産業競争力を保持することができると強く信じております。

そのような背景から、私はクロムめっき、カドミウムめっきの代替めっきの製造プロセスに興味を持ったわけです。たとえば話をクロムめっきに絞りますと、クロムめっき自体は決して規制されているわけではありません。まだまだ多用されておりますが、問題は六価クロムであり、これが生成する可能性があるということで、いくつかの代替めっきが提案されております。すず-ニッケル合金めっきもその一つですが、このような合金めっきは従来水溶液中から合金を構成する二元素が同時に電析する、いわゆる合金電析により形成されるのが通常です。しかし、これまでの合金電析により作製される合金めっきでは、特殊な化学薬品が必要であり、それが環境に悪い影響を与える可能性もあります。また、できあがった合金皮膜が熱的に不安定な、いわゆる非平衡相である可能性もあります。すず-ニッケル合金めっきの場合はまさにその一例でして、NiSnという不安定な化合物が生成します。これに対して、私たちの開発した積層単相膜加熱法では、めっき作製のための化合物が限定されません。またできあがった合金皮膜は熱をかけた結果できあがるものですから、使用中に変質したりすることのない安定な皮膜が生成するといえます。

図2に積層単相膜加熱法の原理を示します。AとBという



二つの合金めっきを作ろうとしたとき、従来の合金電析法では、AとBを同時に電析させ、電析と同時に合金化が occurs します。一方、私どもの開発した積層単相膜加熱法では、AとBを層状に段階的に析出させ、その後加熱処理を施すことにより、合金化をはかります。この方法により従来の合金電析法ではできなかったようないくつかのめっきが可能となります。またすでに上に述べたようないくつかの利点を兼ね備えることになるのです。この方法により、クロムめっき代替のすず-ニッケル合金、カドミウムめっき代替のすず-亜鉛合金めっきなどを検討しております。すでに述べましたように、ネットワークを組むのが私の研究ポリシーです。この研究も例外ではなく、本校の小林達正教官、和田憲幸教官、愛知工業大学の高木誠助教授あるいは物質・材料研究機構の吉武道子博士、名古屋市工業研究所の大村博彦部長、増尾嘉彦研究員らと共同で研究を推進しております。企業側としては、桑名にある株式会社ハツメックのご協力をいただいております。本研究プロジェクトに関して8件ほどの特許出願がこの二年間に行われ、多くがまだ審査中ですが、現在すでに3件が権利化されております。

3.2 微生物腐食に関する研究

この研究はここ二年ほど取り組んできた課題で、現在のところ残念ながらまだご協力頂く具体的な企業、あるいは事例がなく、この研究はその意味で完全なシーズ型となっておりますが、私としては今後力を注いでいきたいと考えている研究テーマです。この研究は腐食工学と微生物学の境界領域にあるテーマであり、材料工学、腐食工学の知識のみでなく、生物工学や微生物学の理解が必要です。その意味で、この研究はまさに私の提案する異分野間ネットワークが必要となるものでして、この研究は本校唯一の医学博士、生貝初教官の協力なくしてはあり得ないものでした。また、この分野の権威である大阪大学接合研究所の菊池靖教授にしばしば御助言をいただくようになったこともあり、研究活動は大きく前進することになりました。これまで進めてきた研究は、溶融亜鉛めっき鉄筋がチオバシルスフェロオキシダンスと呼ばれる鉄酸化菌、鉄を食べる細菌によって引き起こされる腐食に対してどのような抵抗性を示すかということについてのものでした。鉄酸化菌はpHが3というかなり強い酸性の硫酸環境において生成する菌ですので、このような強い

酸性環境では鉄も亜鉛も、それだけで腐食してしまいますので、なかなか細菌によって引き起こされる腐食の実体をつかむことが難しかったのですが、私たちはねばり強く検討を続け、この微生物腐食の特徴を理解することに成功しました。つまり鉄酸化菌による腐食ではバイオフィームと呼ばれるものが腐食する箇所にあらかじめ形成されます。バイオフィームが具体的にどのように腐食を引き起こすかはなかなかむずかしい問題であり、そのメカニズムの解明は今後の重要なトピックですが、いずれにしてもこのバイオフィームが腐食に関与していることはまちがいないさそうです。こうして、バイオフィームのごく近傍が腐食するのが、溶融亜鉛めっきした鋼の鉄酸化菌による腐食形態ということになることがあきらかとなりました。

このようなメカニズムの検討という基礎的な研究をもとにして、現在鉄酸化菌に強い溶融亜鉛めっきの開発研究を行っています。私は社会への還元という観点から、すべての研究について、特許取得を目指すいわゆるパテントポリシーを明確に掲げており、この研究においてもそれは例外ではありません。出願が完了していない現時点で、残念ながら研究内容をここですべてお話しできませんが、こういった研究が何に役に立つのだろうかということについてはお話しできます。硫酸酸性環境で鉄酸化菌がいきいきと生育できるということはすでに述べましたが、このような硫酸酸性環境は火山地帯、あるいはその周辺に存在する温泉地において実現されます。先日東京で開かれた技術講演会にお招きを受けて、私は溶融亜鉛めっきの別のテーマ（後述）でお話をしましたが、その際に、“温泉地で溶融亜鉛めっきした鋼が構造物に使えますか？”という御質問をいただきました。そのような場合には硫酸酸性に対する溶融亜鉛めっきのそもそもの耐食性といった問題に加えて、私と生貝先生が検討している微生物腐食に対する対策が必要となることでしょう。

3.3 溶融亜鉛めっき鉄筋に関する研究

前項で溶融亜鉛めっきに関する話題を挙げました。溶融亜鉛めっきは450℃程度に加熱されて溶融している亜鉛の浴の中に鉄鋼材料を浸漬して引き上げると、数十μmの亜鉛めっきが実現されます。溶融亜鉛めっきは耐食性に優れていますので、いろいろな場所で構造物に使われています。皆さんは最近、コンクリート構造物のひび割れや崩落が問題となっていることをご存じありませんか？少し前には山陽新幹線のトンネルの崩落が問題となりました。この問題は現在も深刻な問題です。なぜならば、崩落が起こると深刻な事故につながり生命の危険がありますし、そのような安全性の問題のみでなく、コンクリート構造物を補修したり、作りなおしたりするのに莫大な予算が必要となるため、経済的な問題も生じます。上述の山陽新幹線のトンネルの崩落は、アルカリ骨材反応といわれる、骨材とセメントとの反応によるもので

が、もう一つコンクリート構造物のひび割れや崩落を引き起こす要因があります。それがコンクリート鉄筋の腐食です。コンクリート鉄筋が腐食しますと、さびが発生しますが、このさびが体積でいいますと、2倍から10倍にも膨張します。そのためコンクリート構造物の内部で高い応力が発生し、これがコンクリート構造物の割れを引き起こし、ひいてはコンクリートの崩落につながって、構造物の寿命を短くするのです。ですから、コンクリート鉄筋の防食を適切に行うことが、コンクリート構造物の長寿命化につながるといえます。

鉄筋の防食法にはいろいろなものが考えられます。コーティングもその一つであり、欧米の例を検討しますと、溶融亜鉛めっきを鉄筋に施す方法と、エポキシ樹脂のコーティングを施す方法がよく知られた方法となっております。我が国では、どういうわけか、市場を席巻しておりますのはエポキシ鉄筋でして、溶融亜鉛めっき鉄筋の適用例がきわめて少ないのが現状です。溶融亜鉛めっき鉄筋とエポキシ鉄筋のいずれが優れているかについては、世界中で研究者、技術者たちが果てしない論争を繰り返してきましたが、未だにその回答が出ておりません。少なくともこれらのコーティング技術は一長一短があり、お互いに相補的に用いられるべきものであるのは、多くの研究結果によりあきらかです。ですから、現在の我が国の鉄筋のようにその使用に偏りが見られるのは、技術的に見ていいこととは思えません。それで、私は溶融亜鉛めっき鉄筋の長所、すばらしさをあちこちで説いて回っているわけです。研究体制としては、三重県科学技術振興センター工業研究部の村上和美主幹研究員、名古屋大学の市野良一講師が挙げられますが、私はこれらの方々と一緒に名古屋大学の沖猛雄名誉教授の率いる表面技術協会の専門部会に所属しておりまして、その中でこれらの研究を進めてまいった次第です。具体的には、溶融亜鉛めっきがコンクリート環境をシミュレートした水溶液（水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化カルシウム、塩化ナトリウムの混合溶液）中においてどのような挙動を示すかを検討し、なぜ溶融亜鉛めっきがコンクリートの中で良好な耐食性を示すのかを明らかに示しました。コンクリートは多孔質の材料ですので、中にたくさんの水を含んでいます。この水の中にコンクリートを構成する成分がしみ出して、いわゆる細孔溶液と呼ばれる水溶液ができあがりますが、この水溶液にはナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオンなどがたくさん含まれます。私たちの研究結果によりますと、亜鉛めっきはこの細孔溶液と反応して、亜鉛酸カルシウムからなる化合物を亜鉛の上に形成します。この亜鉛酸カルシウムは膨張しにくい生成物であり、また亜鉛素地を腐食から守る作用をすることがわかっています。つまり、亜鉛めっき鉄筋は、コンクリートの中でその表面に化合物を形成し、これにより防食効果を示すわけです。我が国の市場を現在独占しているエポキシ鉄筋の場合は、鉄筋の腐食を引き起こす塩化物、水、酸素といった因子を、完

全にシャットアウトするコーティング法です。ですから、完全無欠なコーティングが施してありますと、これに勝る鉄筋の防食法はないわけですが、最近のいろいろな実例から、施工上どうしても生じるきずなどによって、局部的に腐食が生じ、その結果著しいコンクリートの損傷が引き起こされることがわかってきました。ですから、私としましてはこれまでのエポキシ鉄筋偏重から、亜鉛めっき鉄筋をもっと用いてもよいのではないかと考えておりました。関連業界の方にこれを説いて回っております。しかし、溶融亜鉛めっき鉄筋がコンクリートと化学反応して化合物を表面に形成することによる防食効果であるために、亜鉛めっきは腐食するというイメージがユーザーの方々に根強くあり、そのため私たちは亜鉛めっき鉄筋上にさらなる耐食性向上を目指して塗布するカルシウム系の塗料の開発を行いました。もともと亜鉛酸カルシウム皮膜が亜鉛上に形成されるために亜鉛めっきの防食効果が出るのですが、私どもの開発した塗料をあらかじめ塗布することで、亜鉛酸カルシウムの生成が促進され、さらに防食作用が向上することが見込まれます。この開発結果は私と共同研究者が発明人となって、民間企業が出願人となった形で二年ほど前に日本特許庁に特許出願を行っております。私たちのこの研究は、主として日本溶融亜鉛鍍金協会(JGA)を中心として、その協会に加盟する溶融亜鉛めっき関連の企業の方との、学協会を通じた産学連携という形をとって進められております。

3.4 熱放射性工業用炉塗布材の開発

最後に酸化チタン系の工業炉用塗布材の開発について研究についてお話しします。この研究は、関東地方にある日本熱放射材研究所、グローバル電子研究所および荻野塗料からの技術相談から出発した研究プロジェクトです。当初は私がお受けして研究がスタートしたのですが、現在では本校材料工学科和田憲幸教官が中心になって進めております。

この研究はスラグの廃材利用という側面を持っておりまして、高炉から出る酸化チタン(TiO_2)を多量に含むスラグから作られる粉末の利用技術であります。この酸化チタンの粉末を水素気流中で高温加熱しますと、還元酸化チタンと呼んでいる真っ黒な粉末が得られます。これに水、PVA等を混ぜ合わせてスラリー状にしまして、工業用炉の内壁に塗布しますと、熱を吸収してまた放出する(キルヒホッフの法則)ために、炉の加熱効率が大変高くなり、エネルギーを節約できることになります。この熱の吸収と放射の能力は放射率が高ければ高いほど可能となります。私たちはこの還元酸化チタンが極めて高い放射率を示すことをつきとめました。したがって、高い熱放射性を持つ炉内壁の塗布材とし有効に使えることがわかったわけです。従来はこの目的で使われる塗布材としては炭化ケイ素、クロマイトなどが使われていましたが、前者の炭化ケイ素は放射率がそれほど高くなく、後者のクロマイトは六価クロムの生成が起こるかもしれ

ず、その意味で環境負荷性が高く、より環境に優しい塗布材が求められていました。私たちの検討している酸化チタン系の塗布材は、環境に優しく、またスラグ廃材の利用としての側面も持つために、持続発展可能な技術の一つといえます。

私たちの検討により、還元酸化チタンの正体は Ti_2O_3 というきわめて放射率の高い酸化チタンの一つであることがわかってきました。そしてこの物質が近赤外領域の熱線を吸収し放出しやすいこともわかってきました。すでにこの物質については、日本特許庁への特許出願および国際特許(PCT)が企業から出願されております。私たちはさらに引き続いていくつかの検討を重ねており、それらが明らかになることにより、さらにこのチタン粉末が工業的に有為なものとなることがあきらかとなることでしょう。

4. 産学連携についての産業界へのメッセージ

以上、私とその共同研究者がこれまでにやってきた研究についてご紹介申し上げました。私は初めに申し上げましたように、いつもネットワークを組んで研究をしますので、ほとんどの研究結果はこれらの共同研究者のご協力のたまものと考えております。しかしこれらの技術が産業界の方々に利用されて初めて、研究が完結すると私は考えております。そのためには強力な産学連携が必要であります。産学連携の意義についてはいろいろところで強調されておりますが、残念ながらそれが十分に機能していないのが我が国の実情です。私どもの高等教育機関は教育を通しての人材養成、研究活動を通しての真理の探究という二大目的を持っているわけですが、それに加えて社会への還元という大きな第三の目的を持つております。中国シフトが問題となっている我が国のものづくりではありますが、高い産業競争力を持ち続けるためには、お付き合い的なパートナーシップではなく、技術的・経済的に高い次元での産学連携が必要となると思いますが、そのためには高等教育機関と産業界とのねばり強い対話と相互理解への努力が必要と思われます。本稿がそれらのお役に少しでも立つとすれば、これに勝る喜びはありません。

参考文献

- (1) 兼松秀行: “産学連携と異分野間ネットワークングによる熱表面処理工学の展開” 日本金属学会報 “まてりあ” 第40巻p.670(2001)
- (2) 日本知的財産協会: “産学連携に対する基本的考え”, 会議資料2002年8月8日
- (3) 兼松秀行, 小林達正, 和田憲幸, 沖猛雄: “積層単相膜加熱による環境に優しい合金薄膜の作製技術の開発” 日本金属学会報 “まてりあ” 第41巻p.713-p.719(2002)

ダイナミックな動作を実現可能な“柔軟なロボット”の実現を目指す —跳んだり、走ったり、転んだりしても壊れないロボットは実現可能か?—



白井 達也 (SHIRAI Tatsuya)

機械工学科

所属学会：日本ロボット学会
日本機械学会

研究分野

ロボット工学・計測工学・情報工学

キーワード

柔軟関節ロボット、非線形バネ、
ロボット尻尾等

使用・応用分野

1. 医療介護ロボットの開発
2. 福祉補助器具への応用
3. エンターテインメントロボットへの応用

1. 研究の背景

ASIMO, AIBO, SDR-4X, HRP-2など、産学官から多数の次世代ロボットが発表され脚光を集めています。高度な技術の集大成であり、ロボット工学者の端くれとして素直に賞賛したい。しかし残念ながら、跳ぶ、走るといったダイナミックな動作を実現できるヒューマノイドロボットは存在しませんし、そもそも転んだだけで壊れてしまいます。なぜ、従来のロボット技術の延長線上にあるロボットは壊れ易いのか？ カギは“ロボットの硬さ”にあります。ロボット開発は重量との戦いです。アクチュエータが重いとロボットの自重が増え、より強力なアクチュエータが必要となり、強力なアクチュエータは自重が重くなり... ロボットを動かすのに必要なトルクを小型軽量のアクチュエータから得るには高減速比を有する減速器を用いる必要があります。減速比が高いほど、出力軸からみたモータ側の摩擦や慣性は大きくなり、その結果、機構的に硬いロボットとなります。多くのロボットは滑らかで柔らかな動作をアピールしていますが、ロボット自体が柔軟なのではなく、サーボ能力を限界ギリギリまで酷使することで電氣的に実現しているに過ぎません。慣性力や衝撃力は動力伝達機構（ギアやワイヤ）で受け止めることになり、暴走したり転倒するなどして制

御能力を超える過大な負荷が加わるとロボットは破損します。ロボットの重量問題にはスケール効果が存在します。ロボットの大きさが n 倍になればロボットの重量は n^3 倍、しかしアクチュエータの能力は体積が n^3 倍になったからといって n^3 倍にはなりません。したがって小型のロボットならば柔らかい機構のものも存在しますが、ヒト並みの大きさのロボットでは、現状のアクチュエータのトルク重量比ではどうしても硬い機構にならざるを得ません。

2. 柔らかなロボット

ここでいう柔らかなロボットとは、ヒトの皮膚のような弾力性を持つ外皮でロボットを覆うという意味ではなく、動力伝達機構に機械的な柔らかさをもつロボットのことです。ただし、単にバネのように動力伝達機構が柔らかいだけでは俊敏かつ正確な位置決め精度を要求される動作が実現できないので、ロボット自身が状況に応じて柔らかくも硬くも調整する必要があります。柔らかなロボットを実現するために、大きく分けて2つのアプローチが挙げられます。一つはヒトの筋肉と同様の特性をもつ人工筋肉の開発ですが、残念ながら反応速度が遅かったり、推力が少ない、強度不足などの問題があるため即座に実用化できる状

況にはありません。もう一つは、アクチュエータおよび減速器は現状のものを用い、動力伝達機構に機械的な剛性調整機構を組み込む方法です。さまざまな種類の剛性調整機構が提案されていますが、その技術的な核は非線形なバネ特性をもつ非線形バネ要素です。多くはピッチや素線径が始端と終端とで異なるコイルスプリングや巻きバネなどを用いたものであるのに対して、我々が開発したSAT(Stiffness Adjustable Tendon)は全く新しい構造の非線形バネです。図1はSATおよびSAT専用開発した張力センサ(Muscle Spindle Sensor)の外観です。SATは(1)非線形バネ特性を持つこと(特に張力が増えるほど高剛性化)、(2)引張バネであること、(3)小型軽量かつ頑強であること(=構造がシンプルであること)という特徴を有します。

3. ダイナミックな動作の実現可能性

衝撃力を伴う動作として高所からの安全な着地動作の実現を第一の目標に設定しました。図2は検証実験のために製作したロボット(ランディングマシン、以下LM)の構造です。動力を持たない三関節四リンクの構成で、各関節はそれぞれ足首、膝関節、股関節に、第4リンクは上半身に相当します。各リンクは1対のSATで拮抗され、計6系統のSATのワイヤ長を調整することで初期姿勢および関節剛性を調整できます。図3は実際の着地実験の実験結果です。多少の振動はありますが、衝突時のエネルギーをSATが吸収して約2[s]程度で収束します。このことからSATは単純なバネ要素ではなく、粘性も持つ粘弾性要素であることが分かります。



図1 SATの外観

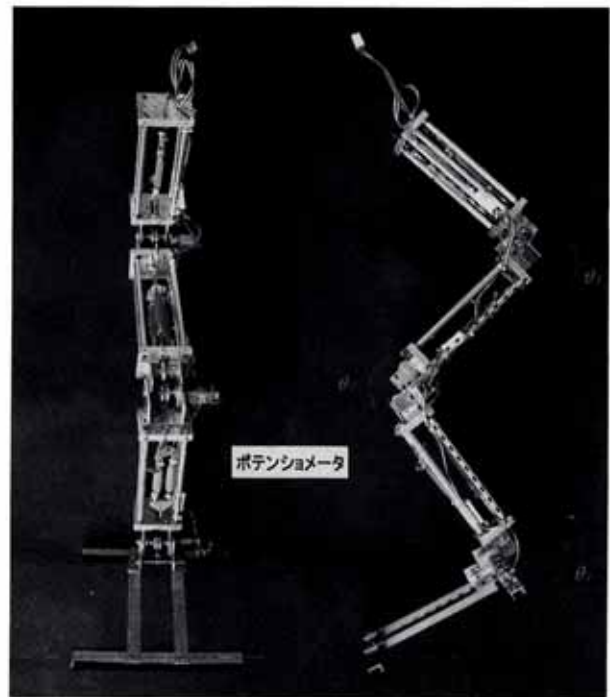


図2 ランディングマシンの構造

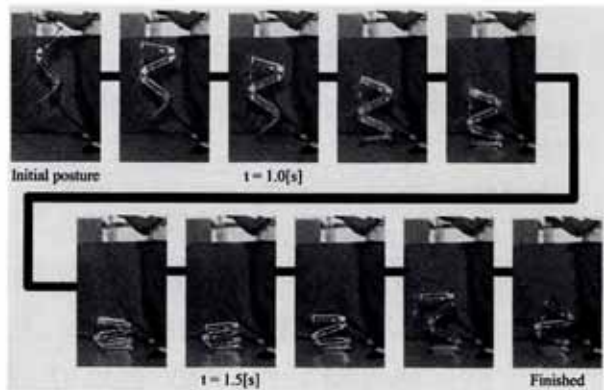


図3 着地実験

4. 柔軟なロボットの実現に向けた今後の展開

非線形バネSATの実用化を目指しています。軽量、高剛性かつ安全な構造であるといった特徴は、福祉補助器具やアミューズメント領域への応用が期待できます。現在、LMは一本脚ですが、二本脚に拡張すると同時にモータを搭載し、着地だけではなく跳躍動作の実現可能性の確認にも挑戦します。また、自然界の動物が持つ尻尾の能力に着目した柔軟な構造のロボット尻尾ROBO-TAILの開発も進めています。

行事内容

11月18日(月)	産学官連携サミット (赤坂プリンスホテル)	平成15年 2月13日(木) 卒業研究発表会
11月21日(木), 11月22日(金)	SUZUKA産学交流会視察研修会 (浜松地域テクノポリス推進機構)	3月18日(火) 卒業式, 専攻科修了式
11月28日(木)	S C Sによる東海地区 高専産学官連携シンポジウム (鈴鹿高専 外)	3月(未定) SUZUKA産学交流会産学官交流フォーラム
12月12日(木)	中部地域産学官連携サミット 「中部ものづくりフォーラム」 (ホテルグランコート名古屋)	3月(未定) 鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジー ネットワーク技術交流会

◆ お知らせ ◆

産学技術サロン(主催 SUZUKA産学交流会)

毎月最終金曜日 16:30～ 鈴鹿高専共同研究推進センター会議室

せれんでクラブ

毎月第3金曜日 16:30～ 鈴鹿高専共同研究推進センター会議室

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 国立鈴鹿工業高等専門学校庶務課

TEL 0593-68-1717 FAX 0593-87-0338 E-mail: jim3@jim.suzuka-ct.ac.jp

編集後記

今年度から共同研究推進センターが改修, 整備され, 産学官の共同研究が進行しております。今後, ますます, 共同研究推進センターが地域に貢献するように, 産学官共同研究推進協議会で盛り上げていきたいと思っております。

さて, 本協議会の発足に伴い発刊した「SNCT News Letter」もおかげさまで6号を送り出すに至りました。前号から引き続き, 研究シーズの発掘や共同研究の支援に応え研究者紹介や産学官行事等の記事を掲載させて頂きました。ますます, 「SNCT News Letter」をご活用していただければ幸いです。また, この技術便りがより良いものになるためのご意見等がございましたら, 編集担当者までお聞かせください。

SNCT News Letter 第6号 平成14年11月印刷 平成14年11月発行

編集 国立鈴鹿工業高等専門学校産学官共同研究推進協議会

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 0593-68-1717 FAX 0593-87-0338 <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。)