



WINTEC

和歌山県工業技術センター

再編整備完了並びに実証棟竣工記念式典	1
米国Lehigh大学での研究生生活	2・3
生分解性ポリマーの開発に携わって	4・5
設備紹介	6・7
お知らせ	8

再編整備完了並びに実証棟竣工記念式典

平成9年1月14日、工業技術センター本館玄関ホールで記念式典が行われた。西口勇和歌山県知事の挨拶の後、町田亘県議会議長、野澤隆寛近畿通産局商工部長、尾崎吉弘和歌山市長、小林謙三商工会議所連合会長、東本暁美工業技術開発会議会長の祝辞を頂戴し、建設関係者への感謝状贈呈が行われた。続いて、テープカット、技術開発の進展と成果の誕生を祈念して、「ナギの木」の記念植樹を行った後、出席の近畿公設研究機関長、企業代表者、報道関係者、工業技術センターOBの方々に新築なった実証棟を披露した。



西口勇知事挨拶



テープカット



記念植樹

米国Lehigh大学での研究生活

化学技術部 野村英作

昨年4月から本年3月までの1年間の予定で米国Lehigh大学で客員研究員として研究できる機会を与えて頂きました。あとわずかですその期間を終えることになります。現在もなお、進行中ではありますが、これまでの米国滞在での貴重な経験についてご紹介したいと思います。

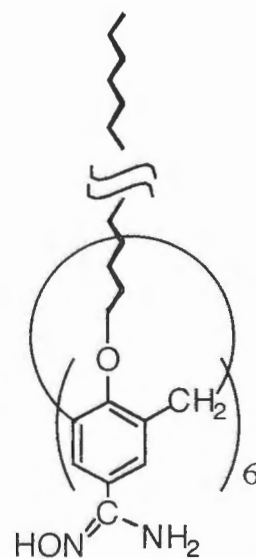
私が滞在していますベツレヘムの町は米国東部のペンシルベニア州にあり、ニュージャージー州に近いところに位置しています。ニューヨーク、フィラデルフィアへは車で1時間あまり、ワシントンへは4時間あまりという恵まれた立地条件にあります。この町はもともとベツレヘムスチールという大きな製鉄会社で栄えたそうですが、今は一部を残してほとんど操業していないということです。広大な工場は廃墟のようで、大きな赤茶けた高炉が残されています。

人口は7～8万人で、人口15万人の双子の町アレタウンが隣接しています。また、教会が多いことでも知られ、クリスマスシティと呼ばれてそのシーズンには電飾で町中が飾られ、華やかな雰囲気に包まれます。

Lehigh大学はこの町にある私立大学で、創立は1865年と古く、米国東部では中堅の大学のような感じです。Lehigh大学のキャンパスは小高い山の斜面に1800年代後半の古い建物が点在し、少し高い所に登ればきれいな市内が一望できます。私が在籍している化学科のRegen教授の研究室には、大学院の学生（アメリカ人2人、タイ人1人）と日本（3人）、中国（2人）、チェコ（1人）、フランス（1人）の各博士研究員の併せて10名がいて大変国際色豊かです。研究室ではRegen教授の巧みな人の操りによって研究員を動かしています。研究室では週に1回グループセミナーが開かれ、毎回ひとりが1時間程度研究の新捗状況を報告します。また、化学科全体でも毎週全米から著名な先生を招いたセミナーが開かれています。設備に関しては共通機器としてNMRが4台、FT-IR等その他最低限の機器類は揃えられていますが、現在の工業技術センターの設備と比較すると実験器具、測定器は格段に少ないように感じます。

研究室ではRegen教授のもとで膜に関する4つの研究グループに分かれて研究が行われています。生体膜の形成の本質に迫るリン脂質膜に関する研究、

親水性のドラッグを生体膜を通して透過するキャリアに関する研究、細胞膜を破壊する活性剤の研究（すなわち、抗菌剤）、そして、私の担当している複合膜による気体の分離に関する研究です。その中で私の仕事は膜に用いる材料の合成です。気体の分離は基本的には膜を透過する気体分子の大きさによってなされることになります。この方法による高選択的な分離膜の開発を行っています。具体的には、高分子基材にカリックスアレーン誘導体からなるラングミュアブロッケット膜（LB膜）（図1）を形成させ、窒素とヘリウムの透過速度を測定します。LB膜は分子レベルの膜ですから、そのものだけでは物理的に弱く、膜としての実用性はありません。そこで、強固でしかも気体の透過性が優れている基材が必要となります。その基材として、細孔を有するpoly[1-(trimethylsilyl)-1-propyne](PTMSP)を用いています。この基材だけでは窒素もヘリウムも同等の速度で透過しますから、気体の分離は出来ません。気体分離の重要な機能を付加するカリックスアレーンはフェノールとアルデヒドの縮合によって得られる環状のオリゴマーで分子サイズの孔を有しています。我々のグループでは気体分離にこの孔を利用するのに都合がよい6量体のカリックス-6-アレーンを用いています。カリックスアレーン誘導体は1に示す構造をしているものを用います。



1

この分子はアルキル鎖の疎水性の部位とアミドオキシムの親水性の部位からなり、水と空気の界面でいわゆるLB膜と呼ばれる単分子膜を形成します。(図2) このLB膜をPTMSP上に移し(図3)、複合膜として気体の透過実験を行うことになります。このカリックスアレーンの孔の大きさをコントロールすることにより気体の分子の大きさに応じた透過速度が得られることになり、その結果、選択的な気体の分離が可能となります。このコントロールはアルキル鎖の長さ等を変えることによって行うことになります。これまで、炭素数の異なるアルキル基やかさ高いアルキル基を導入したカリックスアレーンを用いるとヘリウムの窒素に対する透過速度がコントロールされることがわかってきました。詳しい実験結果につきましては、また、ご報告する機会があるものと思います。現在、実験結果のとりまとめを行っています。

さて、国際化という言葉が日本では大きな意味をなしますが、ここアメリカに関しては国際化という言葉は必要がないようです。研究室のみならず、学内やさらに町に出ていろいろな人種が存在し、いろいろな言葉が飛び交っているのが実状で、やはりアメリカは元々移民の国で世界中の文化の集大成ともいえます。地域によっては、かたくなに自国の文化を守り続けているところもあります。中でも、ここから2時間ぐらいのところにありますランカスターと言う町の郊外にアーミッシュと呼ばれるドイツ系の人々が住んでいます。彼らは、現代文明を受け入れず、電気も使わない、昔ながらの農耕生活を営み、閉鎖された環境で生活を続けています。もちろん自動車などは使わず、乗り物は馬車です。また、ここペンシルベニア州はアメリカでの歴史も古く、元首都のフィラデルフィアをはじめ、独立以来の古い建物がたくさん残されています。これまで、多くの町を訪問し、多くの人々と接することが出来ました。また、研究を通じて多くのことを学ぶことが出来たように感じます。この貴重な経験を、皆様にいつか還元出来るように努力したいと考えています。なお、Lehigh大学に関する情報がインターネットのWWWを通じてご覧になれます。

URLは <http://www.lehigh.edu>

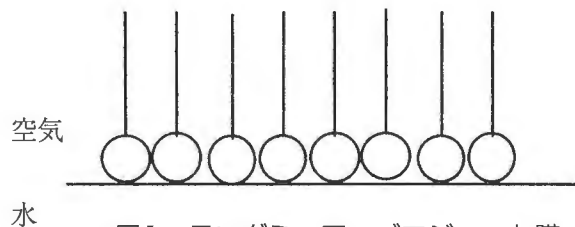


図1 ラングミュアープロジェクト膜

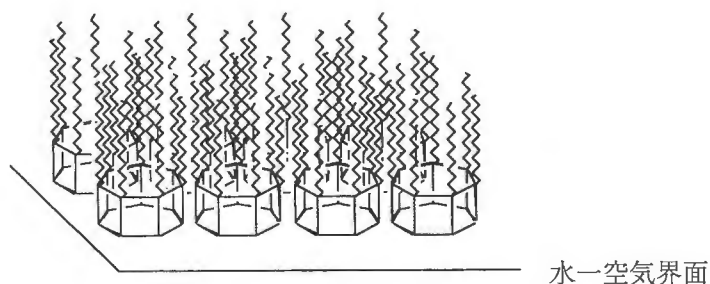


図2 カリックスアレーンによるLB膜の形成

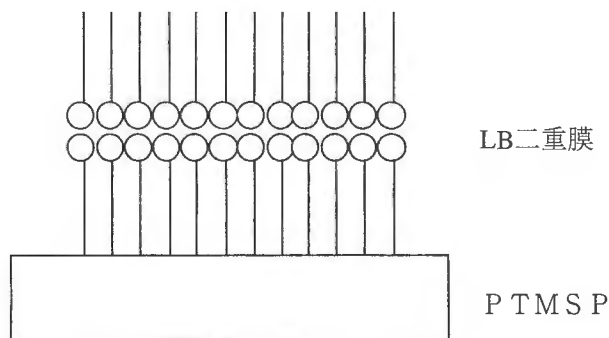


図3 PTMSP上に形成されたLB膜



レーゲン教授と野村研究員



生分解性ポリマーの開発に携わって

大阪工業技術研究所 主任研究官 前田育克

去年の桜咲く四月、筑波研究センターでの新人研修で工業技術院院長より“国研研究者として納税者に果たす義務は、よい研究者になることだ”という言葉で国研研究者として生活が始まりました。またこの言葉は、14年間の和歌山工技センターでの研究生活をいろんな意味で振り返らせる一言で、たとえ一年間の出向であっても有意義な日々を送ろうと考えさせられた言葉でした。以来10カ月が経過しましたが、私は以前から行ってきた生分解性ポリエステル合成研究に従事しています。

この間、国研研究者を取りまく環境は大きく変化し続けています。科学技術基本法による幾多の改革が、研究員の研究環境を変化させようとしています。また大工研も地域研からの脱皮をなし得ようとしています。このような時期に一年間という短い時間ですが国研研究員として過ごした経験は私の人生に大きなインパクトを与えるものと確信しております。

本論に入る前にもう少し大工研の雰囲気について記述しますと、採択されるかどうかは別として、色々な研究制度がシャワーの如く降り注ぐようなイメージで、所議報告書などが回覧されてくると、多くの研究テーマ募集が記載されています。それらを一つ一つ理解するのは、公設試出身の筆者には至難の業としかいえません。また同様に外国人研究員を招聘する制度も大変多く、実際に来日している外国人研究員は相当数に上がっています。私が所属する有機機能材料部は、パーマネント研究員約30名に対し、長期滞在外国人研究員が十数名いる状態です。一週間ぐらいの短期滞在者をいれると20名近くになる場合もありました。他にポストドクや学生がいて、初めて来所した人には何が何だかわからない状態です。

前置きが長くなりましたが、今回の報告では、筆者が所属する機能性高分子研究室の紹介を兼ねて表題の研究課題について現在考えているところをお話したいと思います。機能性高分子研究室は、2代前の山下室長のもとで人工血管に関する研究がなされ、山本前室長により有機合成による生分解性ポリエステルの研究として大きな研究の柱が存在しました。そして現在、相羽室長のもとで天然未利用資源の有効利用という研究の柱ができています。

筆者がこの研究室を初めて訪問したのは平成4年8月でした。以来、「脂肪族ポリエステルの合成とその生分解性」という研究課題に取り組んで参りました。主に無水こはく酸とエチレンオキシドとの開環共重合を中心に他の環状化合物を導入することを行っていました。(式1)当初、この重合反応で用

いるガラス製アンプルが爆発し、研究室の蛍光灯が爆風で落下するということも味わいました。しかも、得られたポリエステルは、分子量が数千のオーダーでとても十分な物性が得られるものではありませんでした。

それから、重合用金属触媒の探索が始まりました。重合触媒の検討は、根気の必要な地味な研究でしたが、幸いにして色々な金属化合物を試してみたところ分子量の増大とともに金属種により組成の異なるポリマーが得られてくることがわかりました。筆者はこれまでラジカル重合の実験しか経験がなかったので、金属触媒によるイオン重合は全くの未知のものでした。この結果、2年前の夏にマグネシウム系の化合物が分子量の増大と安定な重合を提供してくれることを見出しました。しかもこの反応では無水こはく酸とエチレンオキシドとのほぼ完全な交互共重合体が得られました。この重合メカニズムは、金属配位重合で進行し、マグネシウムと無水こはく酸が配位したものが最初に生成し、エチレンオキシド、無水こはく酸の順にその配位化合物中に進入してポリマーが成長していくことがわかりました¹⁾。完全交互になるとポリエチレンサクシネートとなります。この化合物は、合成高分子の生分解性材料の走りであった昭和高分子(株)のビオノーレの一種です。

前述したように、金属の種類を変えるとエチレンオキシドユニットが連鎖状態で含まれたコポリエステルエーテルが合成されてきます。そして、この連鎖の長さや含まれる量が後に測定された生分解性、物性及びポリマー構造に大きな影響を及ぼしました。しかしながら、いくら分子量が増大したとはいえ数平均分子量で20000ぐらいでは、機械特性などの物性を満足させられません。そこで、このポリエステルのプレポリマーとして、それ自身の鎖延長(式2)はもとより、他のポリマーとの共重合を行うことにしました。今回の報告では、鎖延長について述べ、共重合については、次の機会にします。

鎖延長反応を、異なる組成を持つポリエステルやコポリエステルエーテルを種々の配合比で行うと鎖延長された色々な組成のポリエステルやコポリエステルエーテルが得られました。またプレポリマーの分子量の大きさに関係なく得られたポリマーの分子量は、50000から70000まででした²⁾。生分解性は、リパーゼを用いた酵素加水分解試験、活性汚泥を用いた微生物分解試験、さらには、土中埋設試験、海中浸せき試験(串本湾、和歌山水産試験場の協力)、コンポスト試験などで評価しています。各種試験間

のデータの相違について研究するのも大変興味のもたれるところですが、いまのところ着手する時間がないので、得られたデータに関して考察することだけを行ってきました。環境下に置く試験方法では、サンプル量と試験にともなう資材の費用がばかにできないため、酵素加水分解試験の結果をそのポリマーの生分解性の目安として、サンプルを抽出して試験を行っています。

少し実験結果に触れると、エーテル連鎖を持つコポリエステルエーテルはどの試験方法で行っても優れた生分解性を有することが判明しました。そして、エステル含量が42から49%に増えるに伴い、酵素加水分解によるポリマーの重量減少が80%からほとんど0%まで劇的に変化しました。酵素を研究されている方の中には、ポリマー中のエステル含量の少ないコポリエステルエーテルの方がリパーゼにより加水分解される度合いが大きいことに疑問を抱かれることでしょう。また、高分子物理が専門の方には、これらのポリマーの結晶化度（X線回折法）が30%以下でポリマー間の差異は僅か4%であることに驚かれるものと思います。酵素は、この僅かな差を見逃すことなく仕事（ポリマーの分解）をします。またこの原因について、検討した結果を以下に示します。

酵素加水分解試験用に用いたサンプルは、ポリマーを圧縮成型で均一なフィルム状にし、酵素との接触面積を一定に行いました。フィルムの結晶化度は前述のとおり26%前後でした。小角X線散乱で散乱強度を測定すると、ラメラ積層構造からなるモルホロジーを有することが判明しました。またラメラ積層間の距離がエステル含量の増大に伴い減少することが確認されました。このことと結晶化度の変化が小さいことを併せて考察すると、結晶の成長はエステル含量に影響されないものの、非晶領域の大きさがエステル含量の増大に伴い小さくなると解釈できます。この非晶領域の大きさの増減が酵素加水分解性に大きな影響を及ぼしていると筆者らは考え

ています³⁾。

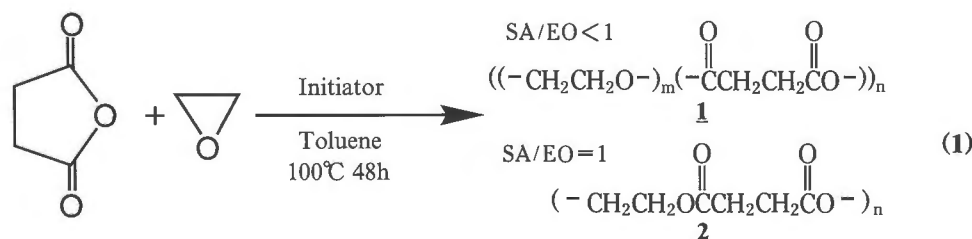
活性汚泥を用いた微生物分解試験では、ポリマーは分解により二酸化炭素と水になります。この二酸化炭素の発生量を求めて、分解性を評価します。研究室で活性汚泥を常時一定の条件で飼っていて、必要なときに使用するわけですが、時々、餌を与えるのを忘れた場合や停電のときは大変です。生き物を扱う試験は余分な気苦労が必要です。活性汚泥は、ポリマーを二酸化炭素まで分解する場合と、加水分解するが二酸化炭素まで分解しないものなど色々なデータを提供してくれます。エステル含量42モル%のコポリエステルエーテルの活性汚泥による微生物分解では、活性汚泥投与2日以内に分解が始まり、約4週間で70wt%のポリマーが二酸化炭素に変換されることがわかりました。

自然環境下での分解試験は、時間がかかります。数カ月から2年以上のものまで雑多です。串本湾につけているポリマーも最も長いもので2年が過ぎています。自然相手は「気長に」が鉄則のようです。しかしながら、自然環境下でポリマーの分解が確認されると、酵素分解とまた違って「やった」という感じがして、とてもうれしくなるものです。この喜びが新たなポリマーの開発に繋がるものと考え、触媒探索の苦しい実験の日々を耐え抜いてきたような気がします。また同時にたくさんの喜びを味わうことで環境問題の解決に一步近づくものであればこれ幸いと考えています。また機会があれば、プレポリマーと他のポリマーとのブロック共重合体の合成とそれらの生分解性について報告したいと考えています。

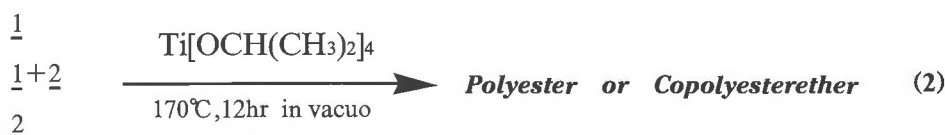
●●● 文 献 ●●●

- 1) Y.maeda et al, Polymer, in press.
- 2) Y.Maeda et al, J. Environ. Polym. Degrad., 4, 225 (1996).
- 3) Y.maeda et al, Polymer J. in preparation.

Ring-Opening Copolymerization



Chain Extension Reaction



設備紹介

ブリネル硬度計（平成8年度日本自転車振興会補助設備）

本装置は、鉄鋼・非鉄金属材料等の硬さ測定を行い、材料力学的見地から金属材料の測定評価技術の開発を行う。

機器名：ブリネル硬度計
メーカー：JTトーシ株式会社
型 式：BH-3CF型
仕 様： 負荷方式：油圧手動ポンプ式
圧子鋼球：φ5mm、10mm
試験荷重：500、750、1000、1500、3000N
試料受台：平型、V型



ブリネル硬度計



試料切断機

機器名：試料切断機
メーカー：平和テクニカ株式会社
型 式：ファインカット セフティ33型
仕 様： 切断能力： 鋼管 φ30mm
丸鋼、角材 25mm
平板 10×60mm

機器名：データ処理装置
メーカー：日本電気株式会社
型 式：PC-9821V20型
仕 様： CRT；17インチ
HDD；2.0G
プリンター；レーザープリンター（キャノン製）



データ処理装置

（お問い合わせ：材料技術部 永坂博文）

NCカットオフマシン（平成8年度日本自転車振興会補助設備）

本装置は、鉄鋼・非鉄等の金属、その他材料の自動定寸切断を行うと共に、製品評価、品質向上を図るための開発を行う。

機器名：NCカットオフマシン
メーカー：大東精機株式会社
型 式：GA260型
仕 様： 最大切断寸法 丸φ260mm
角300×260mm
束ね300×100mm
鋸刃速度：20～160m/min
測長方式：ダイレクト測長
定寸精度：±0.2mm
最小残材長：70mm
送台積載量：max2500kg



NCカットオフマシン

（お問い合わせ：材料技術部 田口義章）

ワイヤカット放電加工機システム（平成8年度日本自転車振興会補助設備）

本システムは、プレス等の金型、精密機械部品、難削材、試作品等各種金属材料の加工及び加工法の開発研究に使用する。

機器名： ワイヤカット放電加工機
メーカー： 株式会社ソディック
型 式： A500WP型
仕 様： 最大加工物：700×500×260mm（噴流加工時）
最大加工物：700×500×180mm（浸漬加工時）
最大加工物重量：700kg（浸漬加工時550kg）
ワイヤ送り速度：max250mm/sec
ワイヤ電極径：φ0.1～0.3mm
加工方式：上下噴流加工、浸漬加工方式



ワイヤカット放電加工機



細穴放電加工機

機器名： 細穴放電加工機
メーカー： 株式会社ソディック
型 式： K10型
仕 様： 最大加工物重量：100kg
XYZストローク：200×300×300mm
電極装着可能径：φ0.3～3.0mm
位置決め精度：0.03mm

機器名： CAD/CAM装置
メーカー： 株式会社ソディック
型 式： Di Pro 20型
仕 様： ソフトウェア：CAD基本モジュール、
プレス金型設計支援ソフト
金型構造設計支援ソフト
ワイヤCAM、マシニング加工CAM
2.5次元CAM



CAD/CAM装置

（お問い合わせ：材料技術部 永坂博文）

合成経路探索システム

1.購入目的

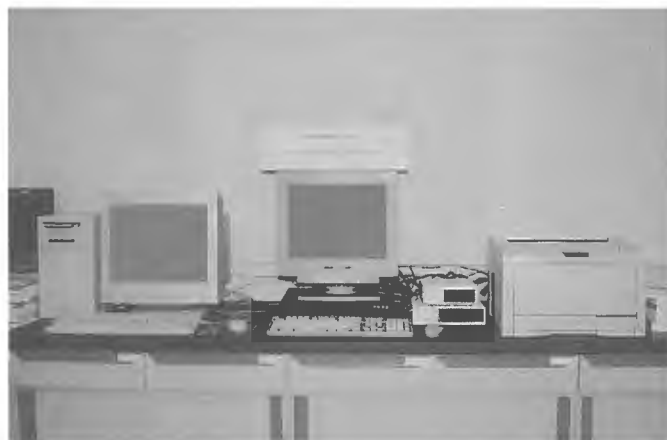
有機合成反応を行なう場合、先ず、その反応または構造式を基礎にしたその類似反応について、過去の文献を検索することが不可欠である。現在までに得られた情報量は非常に多量であるため、これまでのように、いちいち、図書室で調べるのでは、多くの時間が必要となる。本システムを利用すれば目的とする合成経路を短時間に見いだすことおよびオリジナル文献を短時間に検索することができる。

2.用途

有機合成反応を行う際に、その反応または構造式を基礎にした類似反応について、過去の文献を検索する。

3.データ件数

- (1) Synthetic Method of Organic Chemistry（通称タイルハイマー）（1946～1980年）のデータが網羅されている（約46,000反応）。
- (2) Journal of Synthetic Methods（通称JSM）のデータ（1980年～現在）が網羅されている（約50,000件）。



（お問い合わせ：化学技術部 谷口久次、細田朝夫）

合成経路探索システム

英国大使館科学技術参事官来所

英国大使館科学技術参事官 Dr. Anthony Cox と科学技術部大矢聖子氏は、和歌山県特有の先端技術の視察、産業界と公設研究機関の共同研究開発、外国企業誘致や日本企業の海外進出等に対する県の役割等の調査を目的に平成9年1月20日から23日まで、県庁、和歌山リサーチラボ、ノーリツ鋼機(株)、(株)島精機製作所、花王(株)、住友金属工業(株)和歌山製鉄所、松下電池(株)和歌山工場等を訪問するとともに、工業技術センターで、技術開発事例を中心にディスカッションを行った。各部長から、最近の産官学共同研究の成果事例等をサンプルを示しながら説明を受け、英国との国際交流推進、共同研究の可能性について話し合った。



県工業技術センターで

技術アドバイザー追加委嘱

中小企業が独自では、解決困難な技術的課題について、企業の依頼に応じて、技術に関する知識や経験を有する技術アドバイザーを派遣して、新製品の開発、新技術の開発などに対する指導事業が中小企業庁の施策の一つとして実施されています。本県ではすでに45人の方々にアドバイザーを委嘱していますが、最近県内の産業界から要望が増加している電子工学、情報工学の分野についての技術指導にこたえるため、大阪府立大学工学部教授柴田浩氏と和歌山大学システム工学部助教授内尾文隆氏を新たに技術アドバイザーに追加委嘱いたしました。お二人の所属や専門等は以下のとおりです。今後、当該分野における適切なアドバイスが期待されます。

柴田 浩 (しばた ひろし)

大阪府立大学工学部教授

工学博士 (大阪大学)、専門はシステム制御工学

内尾文隆 (うちお ふみたか)

和歌山大学システム工学部助教授

工学博士 (大阪大学)、専門は情報工学

編集後記

竣工式式典と地域経済振興シンポジウムが平成9年1月14日(火)に開催されましたところ、多数の方にご出席いただき、ありがとうございました。野村、前田両研究員には、アメリカ、大阪工業技術研究所での研究の一端を紹介して頂きました。今後貴重な経験を生かした活躍が期待されます。

(下林)

平成9年2月6日印刷 平成9年2月24日発行

TECHNORIDGE 第221号

編集・発行／和歌山県工業技術センター

和歌山市小倉60番地

TEL(0734)77-1271 FAX(0734)77-2880

皮革分場

和歌山市雄松町3丁目45番地

TEL(0734)23-8520 FAX(0734)26-2074

印刷所／西岡総合印刷株式会社

TEL(0734)25-1341 FAX(0734)36-0855