

Highland Kanto Liaison Organization

HiKaLo

技術情報誌

- 本会の事業報告
- シーズを見つけよう
- 助成研究の紹介
- 企業アピール

第77号
Vol.21, No.2
2021.10.14

令和3年10月14日

特定非営利活動法人

北関東産官学研究会

URL:<http://www.hikalo.jp/>

Contents 目次

● 巻頭言	群馬大学理工学部 の今後の展望	1
	群馬大学大学院理工学府長	石間経章
● 随想		
● 大学に求められるもの	.....	3
		大澤研二
● 宝田先生を偲んで	.....	5
	群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門	天谷賢児
● 本会の事業報告		
● 「将来住みたい街 桐生」作品集の出版	.....	8
	特定非営利活動法人 北関東産官学研究会 会長	根津紀久雄
● シーズを見つけよう		
● 紫外域用透明導電膜の実現を目指して	.....	10
	群馬大学大学院理工学府 電子情報部門 准教授	三浦健太
● 算術演算の高速化に利用される剰余数系	.....	11
	群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門 助教	田中勇樹
● 材料・流体の原子レベルでのシミュレーション解析	.....	12
	群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門 准教授	相原智康
● 高電圧パルスを含む高電圧デバイスの食品産業での利用の可能性	.....	13
	群馬大学大学院理工学府 環境創生部門 教授	大嶋孝之
● 助成研究の紹介		
● ヤマビル対策繊維製品の開発	.....	14
	フジレース株式会社	中野隆雄
	群馬県立産業技術センター	細谷 肇、徳田敬二
	群馬県林業試験場	坂庭浩之
	群馬県繊維工業試験場	北島信義
● 繊維表面のポリフェノール膜形成によるヘルスケア製品の開発	.....	18
	金井レース加工	金井雄一
	群馬県立繊維工業試験場	久保川博夫
	群馬県産業経済部地域企業支援課	高田彩加
● 企業アピール		
● 群馬電機株式会社		
電子機器の「設計～材料調達～生産まで」高品質・低コストを実現するワンストップサービス	.....	22
	群馬電機株式会社 取締役会長	上野文雄
● 寄稿		
● 高エネルギー放射光X線を用いた次世代大容量電極材料の電子状態解析	.....	28
	群馬大学大学院理工学府 電子情報部門	鈴木宏輔
● 科技振セミナー		
● 令和3年度科技振セミナー4/10報告	.....	30
	公益財団法人 群馬大学科学技術振興会 理事長	志賀聖一
● 執筆要領	.....	39
● 編集後記	.....	40
● 役員名簿	.....	40



群馬大学理工学部の今後の展望

群馬大学大学院理工学府長 石間 経章

群馬大学では、令和3年4月1日に、石崎泰樹新学長をはじめ執行部が新しくなりました。また、理工学部では私が令和3年4月1日に理工学府長を拝命しました。私の文章は、HiKaLo 情報誌では巻頭言はじめ、何度も記事を掲載していただいておりますので、目新しい感じはしないかもしれませんが、ご挨拶を書かせていただきます。任期ある限り精一杯の仕事をさせていただきますので、なにとぞご協力を賜りますよう、お願い申し上げます。

さて、巻頭言の代わりに群馬大学理工学部の改組と今後の活動についてご紹介いたします。令和3年4月に入学した学生は、個別の学科ではなく大括りした「類」単位での入学となりました。具体的には化学・物理・生物を基本とした「物質・環境類」、物理・数学を基本とした「電子・機械類」の2類体制での入学となります。学生は初年次には共通的な科目を学び、年次進行とともに自分の興味を探しながら、細分化された専門教育を受講することとなります。2年次以降に各類でより高度な専門を学ぶプログラムに分かれ、大学で必要な専門性の高いスキルを身に着けるカリキュラムが用意されています。物質・環境類には応用化学、食品工学、材料科学、化学システム工学、土木環境の各プログラムが、電子・機械類には機械、知能制御、電子情報通信の各プログラムが存在します。従来の学科とプログラムとの違いは、カリキュラムの一部共通化を通して、学生および教員が壁を作らず幅広く俯瞰的な学びを実現できた点です。今後は類ひいては学部横断型の教育と研究が活性化することが期待されます。

もう一つの大きな変化として、2年次の課題発見セミナー、4年次の課題解決セミナーとよばれる科目が必修化されて導入されたことです。これら科目は、課

題解決型授業（Problem Based Learning:PBL）と呼ばれる科目であり、昨今話題になるアクティブラーニングの一つととらえることができます。PBLでは学生主体で課題を発見し、解決することが求められます。PBLの主眼として、学修者が能動的に参加すること、グループワークの在り方を学ぶことなどがあげられます。現在までの一方的な知識の享受ではなく、自らが考えて、他人と協調して解決することが期待されています。PBL教育は来年の4月、新しい2年生から開始する予定です。詳細はまた別途紹介させていただく機会があるかもしれませんが、群馬大学理工学部の目指すPBLは、地域との協同による学生の人格形成にあると考えています。学生が、自分たちの大学のある地域を知り、地域の問題を知ること、それらの問題の原因を考えることなどについて、実践を通して実施する仕組みを作ろうと関係者一同で努力しております。この作業では地域の人たちと学生が直接コミュニケーションをとることも必要になるかと思えます。PBLの実践と成功のためには、多くの地域の皆様のご協力を必要といたします。ぜひともご協力をお願いいたします。

学長ビジョンを基に、理工学でも重要な活動についてご紹介いたします。学長ビジョン（<https://www.gunma-u.ac.jp/outline/out001/out001> 閲覧日令和3年9月19日）の研究の項目では、「産業界や自治体等と連携したバックキャスト的な発想による研究の推進」とあります。理工学部では長年産業界との連携を共同研究の形で実現してきました。また、自治体等との連携では北関東産官学研究会が中心となり、地域と大学を結び付ける活動をしていただいています。今後はより地元産業に根差した研究などが芽生えていくと思います。学長ビジョンでは研究の項

目にありますが、地域で本当に必要な人材はどのようなスキルを身に付けている必要があるのか、群馬大学卒業生に期待する人物像はどのようなものか、などの議論を産業界や自治体等と共有し、研究のみならず教育に活かしていくような活動も行っていきたいと思っています。このことは、学長ビジョンの社会貢献の項目に「理工学部・情報学部による次代の産業を担う人材育成」にもつながります。大学の責務の一つは人を育てる（教育）であることを再認識し、本当に必要な人材を輩出できるような学部になっていくよう

な活動をしていきたいと考えます。

学長ビジョンのみならず、最近の文科省の方針なども、以前よりも地域との連携活動を意識しています。私は、今後の大学は地域の協力なしには成り立たないと思っています。群馬大学理工学部の立ち上げ時には桐生・群馬の方々の多くの協力をいただいております。私たちにとっては原点回帰とも言えるような流れです。群馬大学理工学部の今後の活動を見守るとともに、ぜひとも一緒に大学を作るような活動にご参加ください。





大学に求められるもの

大澤 研二

高校を卒業以来、研究のみの時期を除けば、大学で学び、大学で教えてきた。この間、半世紀弱、時代の変遷とともに大学の役割も大きく変化したと言われる。だが、本当にそうだろうか。退職するにあたり、少し思うところをまとめてみたい。

実力に見合うところということ、岡山大学理学部生物学科に入学した。当時はどの大学も広報は全くと言っていいほど行っておらず、そこでどんな勉強ができるか、どんな研究ができるか、知る由もなかった。ただ、入学式の日から先生方の熱意が伝わってきたのはよく覚えている。家庭の事情もあり、大学を知らないわけではなかったが、殆ど興味を抱かず、ただ皆が行くから程度の動機だったと思う。もう一つは、教員になりたいという思いがあった。それは教育実習での失敗で頓挫したが。

いずれにしても、大学生活が始まった途端にまるで嵐の中にでもいるかのような気分になった。岡山大学は当時、まだ珍しかった教養部時代から専門教育を行い、外国語も英語は専門で行うからと教養課程から外されていた。その中で、二人の助教授が主に一年生の専門教育を担当していた。その一人、小村達夫さんは鬼軍曹の如く、理不尽とも思える言動と主に指導に当たってくれた。もう一人の中原清士さんも十分な経験のある先生だったから、お二人が助教授にとどまっていたのは研究業績が芳しくなかっただろうことは、初学生でも薄々感じていた。

当時は、大学教員の業績は主に研究成果によって評価されていたが、今でもそうだと思う人が多いと思う。しかし、国立大学教員は当時文部教官と呼ばれ、教育職と分類されていた。法人化前までそれが続いていたのだ。にも関わらず、教育業績は殆ど評価されず、研究のみが評価の対象となっていた。だが、学生にとってお二人のような先生に教わったことはその後の歩みに大きく影響した。それも大学に残っても企業に行っても同じことだった。

卒業後、修士、博士と進み、博士号を得ても職がなく、海外での研究を余儀なくされた時代だったが、運良く帰国しても職場環境に恵まれず、転々とする日々を送ることとなった。教育現場に戻ったのは大学卒業から15年ほど経った頃で、研究も脂が乗っていたが、私立大学の大量の学生相手の教育にも力を入れる必要が出てきた。学生実験で80人ほどの名前を1日で覚え、早くて5時、時には夕飯後の延長戦もあったのは、学生時代と同じだったが、今では隔世の感がある。

純粋数学と応用数学をどちらも行うという目的で設立された多元数理科学研究科がある名古屋に移った当初は年齢も経歴も様々な人々の教育にあたり、面白くもあったが、肝心の研究が行えぬ環境に幻滅して、研究休職をせざるを得なかった。が、戻った頃には状況が一変しており線型代数学をはじめとする数学の教育に駆り出されるなど、別の理不尽さを痛感させられた。一方で、当時から大学は広報に力を入れ始め、オープンキャンパスや出前授業などを手伝っていた。大学在学中には一度だけ高校生の訪問者があり、皆で驚いたことからすると時代が変わったのだ。

そうこうするうち、幸いにも群馬大学から誘いがあり当地にやってきた。ナノ材料システム工学専攻という独立専攻は微妙なバランスの上に設立されたが、今の理工学部の種類と同じくらい広範囲に渡る内容で学生も教員も大変な組織だった。全教員で教育にあたる体制では異分野への理解が必須であり、教育を受ける側だけでなく施す側にも大きな負荷となった。その意味では、名古屋での経験が役に立ったように思う。自分の分野のことだけ理解すればいいのではなく、他分野の理解とともに、専門が異なる人々に通じる説明の必要性は今の大学教育で重要と思える。

群馬では地域貢献に携わることが増えた。理科体験教室を学外で実施するのに参加したし、別立てで

小学校の先生たちに実験のやり方を教える教室を開催したこともある。こちらは小学生の頃に名古屋市で行われていた日曜野外教室の意義を考え、小学生を小学校の先生が教える仕組みが重要と考えたからだが、広がりを見せなかったことが残念だった。また、スーパーサイエンスハイスクール（SSH）活動では幾つもの高校に出向き、実験指導にあたりたり全体指導も行ったりした。ただ、これらの活動全体に大学教員が小中高の児童生徒に教えることには、強い違和感を抱いている。本来の勉学においてやはり教えるべきはそれぞれの学校の先生であるべきで、大学教員は大学生に教えることが本務だからだ。そこで始めたのが高校生の指導者を育成する試みで退職した後も継続している。

教育か研究か、どちらがより重要かという問題は昔も今も同じままだろう。だが、自己評価制度が導入され、教員自身がどれに重点を置くか選べるようになっ

たことから、状況は大きく変わると考えた。だからこそ、当時の担当理事に「これで、研究と教育が同等に評価できる体制が整いましたね。ありがとうございます」と申し上げた。ただ、その後の経緯を見る限り期待は裏切られている。研究、教育、更には地域貢献もほぼ同等に評価されることは、今の大学のあるべき姿を現しているのではないか。となれば、教員も研究一辺倒の貢献でも、多種多様な貢献でもなく、教育に力を注ぐ人や地域貢献に注力する人が出てきてもいい。

研究で一旗揚げた人物なら教育者としても、とか、万能の人間を求めた時代と異なり、現代はそれぞれに得意とする担当を決め、それを全力で遂行するとともに、互いを補い合うことで全体としての成果を高めることが求められている。その中で、自分が活躍する場を是非見出してもらいたいものだ。





宝田先生を偲んで

群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門 天谷 賢児

この度、ご生前の宝田先生について紹介させていただける機会に恵まれました。宝田先生とは所属が異なっておりましたが、先生のプロジェクトで一緒に働いた^{いきさつ}経緯もあり執筆の機会をいただいたと思っております。

宝田先生のことは、私が日本エネルギー学会に入会した時から存じあげておりました。入会当時、いろいろな方と名刺交換をした際に「群馬大学の…」と自己紹介をすると「群馬大ですか、宝田先生には大変お世話になっております…」と仰られる方が非常に多く、先生がこの分野でご活躍されていると感じました。しかし、なかなか一緒に仕事をさせていただく機会はありませんでした。それからだいぶ時間がたったある日、学部長をされていた先生から声がかかりました。お話の内容は、低炭素な地域づくりの研究に関する応募があるので申請してはどうかということでした。私以外にも二人の先生が呼ばれていましたが、お二人は授業があると早々退席されたこともあって「それじゃ天谷さんやってくれませんか」ということに…。「温暖化対策とかは良くわからないので…」と申し上げましたが、先生からは「大丈夫、大丈夫、誰も専門ではないので…」という答えが返ってきたのを覚えています。ちょうど私も教授になった直後でもあり、何か新しい研究を試してみるのも良いかなという程度の甘い考えで、お引き受けしました。これが2008年のはじめごろだったと思います。

このプロジェクトのことを少し説明させていただきます。これは日本学術振興機構（JST）の社会技術研究開発センター（RISTEX）が公募した競争的資金で、「地域に根差した脱温暖化・環境共生社会」というものでした。5年間で総額1億円規模のプロジェクトで、要素技術の研究開発ではなく、地域と協働して低炭素につながる社会技術を実践していくという内容でした。私自身はこのような大型予算に関わった経験もなく、本当にそのようなものに応募が可能で、

はたまた採択されたとしてきちんと研究を進められるのか全く想像もつかない状態でした。しかし、先生はたくさんのお経験をお持ちのようで、非常に的確に応募までの道筋を示してくれました。

申請に先立ちプロジェクトの体制づくりが必要でした。特に、学外の方々にご協力をいただく必要がありました。それまで大学に籠って研究をしていた私にとって、お付き合いがあるのは同じ研究分野のコミュニティの人たちだけでした。プロジェクトへの参加メンバーについて相談に行くと、先生からはたくさんのお名前がすぐにあがってきました。市長、副市長、市議会議員、そして教育長、商工会議所の方々、地域の企業や地域で活躍されているの方々などです。さらには町会の組長、商店街組合の皆さん、高校の校長先生など本当にたくさんの方々です。私自身が存じ上げていたのはごく僅かな方々でほとんど面識がありませんでした。どのように依頼するのかなど全くわからず困った様子を見かねたのか、共同で出願することになっていた北関東産官学研究会の根津先生に相談してみたらどうかとのアドバイスを頂きました。早速ご相談に伺ったところ、根津先生もほとんどの皆さんをご存じで、一緒に回っていただけました。根津先生からは、さらにたくさんの方々をご紹介いただくことができました。宝田先生や根津先生がこんなに多くの地域の方々とお付き合いであることにただただ驚かされたのを覚えています。

学内からは、機械システム工学専攻の志賀聖一先生、情報工学専攻の関庸一先生、社会情報学部の小竹裕人先生、環境プロセス工学専攻の野田玲治先生（所属はいずれも当時のもの）が、また、学外からは2015年の公共交通をつくる会（当時、現在2015年からの生活交通をつくる会）会長の佐羽宏之様、無鄰館館長の北川紘一郎様にご参加いただき、ワーキンググループの体制も整いました。並行して申請書も出来上がり、いよいよ応募、無事にヒ

アリングの機会を得ました。私自身ははじめての大型予算のヒアリングに臨んだわけですが、宝田先生のプレゼンテーションは本当に素晴らしいものでした。数々の予算を獲得されてきた先生のすごさを垣間見た瞬間でした。



図1 低速電動バスの出発式、一番右が宝田先生



図2 桐生まつりジャンボパレードのひとつコマ



図3 子供探検隊による地域調査イベントでの宝田先生

結果的には「地域力による脱温暖化と未来の街—桐生の構築」というプロジェクト名で採択が決まり、2008年10月に事業が開始されました。この事業ではたくさんの取り組みを行いました。地域の木材資源の利用、商店街と連携した取り組み、子供たちと一緒に行った地域調査、低炭素型の電動バスの開発などです。特に、最高時速が19kmの低速電動バスは地域企業と共同で開発した大変ユニークなものでした(図1~3)。プロジェクト期間内に取材を受け

たテレビや新聞などは300件を超えました。また、このプロジェクトがきっかけとなって採択されたプロジェクト(市の採択分も含む)も5件以上になっています。特に、後継プロジェクトとして、2014年にはJST-RISTEXの統合実装プロジェクト「創発的地域づくりによる脱温暖化」も、宝田先生が代表となり3年間実施されました。また、2013年には総務省の地域経済循環創造事業(桐生市)で複数台の低速電動バスが導入されたほか、2018年には国土交通省の「グリーンスローモビリティ」として低速電動バスが取り上げられることにもなりました。さらには、昨年2020年度に群馬大学と桐生市が実施した文部科学省のDESIGN-i事業「次世代モビリティの導入による持続可能な地方都市モデルの構築」へと繋がりました。これらも先生のプロジェクトが起点になっています。

このプロジェクトで行った取り組みは、どちらかと言うと地域貢献事業として捉えられることが多く、国際的な最先端の研究とはみなされない場合が多いのかもしれませんが。しかし宝田先生は、この取り組みを明確に最先端の研究として捉えておられました。実際に、このプロジェクトの中では、1999年6月のブタペスト宣言(科学と科学的知識の利用に関する世界宣言)の話がたびたび登場していました。この宣言では、21世紀は「知識のための科学(進歩のための知識)」に加えて、「平和のための科学」「開発のための科学」「社会における科学と社会のための科学」が重要であると謳われました。この考え方はその後のMDGs(2000年)やそれを引き継いだSDGs(2015年)の考え方にも繋がっていくものです。特に「社会における科学と社会のための科学」が重要であるという考え方からこのプロジェクトが立ち上げられました⁽¹⁾。桐生で行ったプロジェクトは小さな地方都市の一つのプロジェクトではありましたが、その背後には極めて大きな思想があったように思います。この考え方は先生自身が一番理解されていたと思います。常々「このプロジェクトはこれからの新しい科学として必ず評価される時が来る」と仰っていました。現在、多くの研究で技術の社会実装という言葉が用いられるようになり、それが研究成果の評価基準のひとつになっています。先生が行ったプロジェクトは、その先駆けになっていたと思います。

宝田先生の取り組みは桐生市の環境政策にも取り入れられました。特に、桐生市環境先進都市将来構想推進協議会の会長に就かれ、その中で桐生市の豊かな自然や歴史・文化などの地域資源を活かして、桐生市を環境推進都市にしてゆくことに取り組み

れました。これは昨年度の「ゆっくりズムのまち桐生」の宣言へと結実してゆきました⁽²⁾。この宣言が行われたのが2020年11月29日です(図4)。私にとってこの宣言の会場でお話したのは、先生とお話した最後の日となりました。先生は病床につかれてもこの宣言のことを気にされており、その具体化を望まれていたとのこと。現在、同協議会がその遺志を継いで活動を始めています。



図4 ゆっくりズムのまち桐生の宣言での宝田先生

このように宝田先生の近くで様々な経験をし、多くのことを学ばせていただきました。また、それがきっかけで多くの皆様と知り合うことができました。これは私にとっての宝物です。先生には到底追いつきませんが、先生から学んだことを活かして少しでも地域社会に貢献することが恩返しになると考えています。

今は、時代の先頭を走り続けてこられた先生にゆっくりとお休みいただければと思います。心よりご冥福をお祈り申し上げます。

- (1) 有本建男、ブダペスト宣言から10年—社会における、社会のための科学、<https://www.jst.go.jp/ristex/variety/column/budapest.html> (2021年9月3日現在)。
- (2) 『ゆっくりズムのまち桐生』、桐生市ホームページ、<https://www.city.kiryu.lg.jp/kurashi/kankyo/1011863/1017752.html> (2021年9月3日現在)



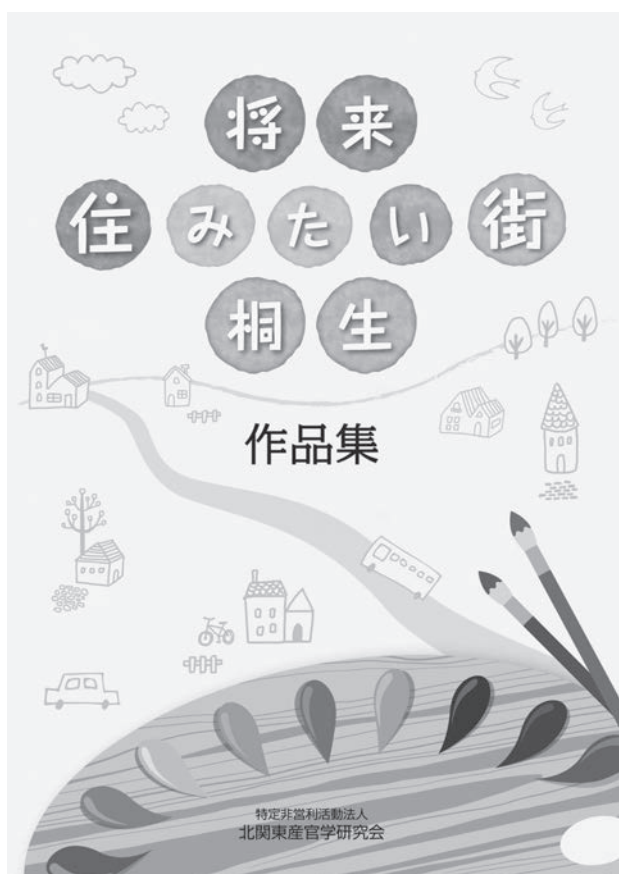
「将来住みたい街 桐生」作品集の出版

北関東産官学研究会 会長 根津 紀久雄

2021年度の「アースデイ in 桐生」の事業内容として、小学生の子供たちに「将来住みたい街 桐生」という画題で絵を描いてもらいました。子供たちがそれぞれの感受性をもって現在の桐生の街を見きわめ、それを将来に向けてどうしたいという創造力を働かせながら描いた絵です。本年は桐生市制施行百周年に当たり、画題としては時期にマッチしたものであったと思います。それらの絵は4月25日(日)午前10時から午後3時まで中央公民館で展示を行いました。しかし新型コロナウイルスによる感染症の拡大の最中での開催であり、多くの市民の皆さんに観てもらうには至りませんでした。

筆者としてはもっともっと多くの市民に鑑賞してもらいたいと考えて、別途市内の適当な会場で展示会を

計画していましたが、感染症の拡大を考慮してステイホームや三密回避が推進される中で展示会方式を採用することは望ましい方向ではないと考えるに至り、それに代わる方法として作品集という書籍形態で皆さまのお手元に届け、その書籍で子供たちの絵を観てもらうことにしました。作品集では1頁に2枚の絵を載せ、作者名だけを記載して全体で46頁ほどの小冊子です。1頁1枚の絵の方が望ましかったのですが、予算面からの制約でこうなってしまったことは残念です。その作品集の外観写真を載せるとともに、「「将来住みたい街 桐生」作品集の発刊にのぞんで」という拙文も次ページに添付しておきますので、作品集の位置づけを再確認していただければ幸甚に存じます。



「将来住みたい街 桐生」作品集の発刊にのぞんで

① 絵をかいてくれた皆さんへ

小学生をはじめとする皆さん、すばらしい絵をえがいてくれて、ありがとうございます。

皆さんは今の桐生の街を見ていて感じる場所があり、それを踏まえて未来の街がこうあってほしいなという気持ちで絵をえがいたのだと思います。どの絵にも皆さんの個性があらわれていて、しかも一人一人が特徴のある未来の桐生の街を表現してくれています。皆さんの感受性と創造力が十分にはつきされているすばらしい絵が集まりました。この企画を実行した委員会の会長としてもう一度お礼を申し上げます。

学校の先生や皆さんのお父さんやお母さんをはじめとして皆さんの絵をごらんになって、そのような街にするにはどうしたら良いかを考え、さらにそれを実現するにはどうすれば良いのかを検討し実行に移してくれるならば、それは「住み続けられるまちづくり」という国際的な2030年までの目標を達成することにつながります。したがって、皆さんの絵をできるだけおおぜいの人たちに見てもらうためにこのような本の形にまとめさせていただきました。皆さんの希望が実現していくことを心から念願しております。

② 大人の皆さんへ

従来「アースデイ in 桐生」というイベントを4月に開催してきました。アースデイは直訳して「地球の日」あるいは「母なる地球の日」ということになります。地球が誕生して46億年、その地球にホモサピエンス(現世人類)が40万年から25万年前に現れたと言われていています。現在、地球上には130万種類の動物、30万種類の植物、ウイルスと細菌と菌類まで含めた全ての生物は500万種類と言われていています。それらの頂

点に人類が君臨していると自尊しているのです。その人類は自然や有限な地球資源の利用によって文明社会を築いてきました。しかし、今や大気、土、水などの汚染や生物多様性の破壊、地球資源の枯渇などにより、持続可能性が危ぶまれています。現役世代から子ども達の世代へ、さらに孫達の世代へ、さらにさらにその先へと人間社会が継続していくことを願わずにはおられません。

子ども達が表現した絵画はSDGsの「ゴール11」に相当すると筆者は考えています。そのゴールは「包括的で安全かつ強靱で持続可能な都市および居住環境を実現する」となっています。その中の具体的なターゲットは合計10個ありますが、子ども達は全てのターゲットを意識して描いているわけではないでしょう。したがって、筆者も子ども達の絵を自分の解釈で文章化するのにはばかられました。大人の皆様方に子ども達の絵から直接感じ取って考えていただくのが最良だと結論した次第です。

この絵画集は無料配布することにしておりまして、希望者は申し出てください。その上でSDGsのゴール11や子ども達の希望を実現する方策を考え、実施に向けて取り組んでいただけることを切に願っております。

なお、本冊子の内容である絵画は「アースデイ in 桐生2021」の実行委員会の企画として具体化されたものであります。したがって、実行委員の皆様には厚く御礼を申し上げます。特に、桐生市役所の坂主様、桐生タイムス社の横倉様及び委員会事務局の石島様には大変お世話になりました。

2021年8月吉日

紫外域用透明導電膜の実現を目指して

群馬大学大学院理工学府 電子情報部門 三浦 健太

紫外域用透明導電膜の報告例は少ない一方で、深紫外 LED の需要は高まってきており、重要な研究ターゲットである。本稿では、Ag を Al 添加 ZnO (AZO) でサンドイッチした三層構造 (AZO/Ag/AZO) からなる紫外域用透明導電膜の作製と評価に関する最近の成果を紹介する。

はじめに

銀 (Ag) 等の金属薄膜 (厚さ10~20nm程度) を、他の金属の酸化物薄膜でサンドイッチした三層膜は、金属単体に匹敵する高い導電性と高い可視光透過性を有するため、商用のITO (Indium Tin Oxide) に代わる透明導電膜の選択肢の一つとして注目が集まっており、有機ELや有機太陽電池等への応用が期待されている。最近では、新型コロナウイルス感染拡大に伴い、深紫外LEDの研究開発が活発化しており、深紫外域まで高い透過率を示す透明導電膜の実現が求められている。

研究の要点

筆者らは、これまでに、金属酸化物として酸化亜鉛 (ZnO) を選択し、スパッタリング法により成膜された ZnO/Ag/ZnO 三層膜が、透明導電膜として機能することを確認してきた。しかしながら、ZnO 自体のバンドギャップエネルギー (E_g) が3.3eV (波長380nm) 程度であるため、この ZnO/Ag/ZnO 三層膜は、深紫外域 (UV-C, 波長200-290nm程度) での使用には適していなかった。そこで最近では、ZnO より E_g が大きい酸化アルミニウム (Al_2O_3) を添加した ZnO:Al (以下 AZO) 薄膜をスパッタ法により作製し、 E_g の拡大を試みるとともに、AZO/Ag/AZO 三層膜を試作し、その紫外域用透明導電膜としての機能性を評価しているの、その成果を紹介する。

研究内容と最近の成果

AZO/Ag/AZO 三層膜は、高周波 (RF) スパッタリング法を用い、熔融石英基板上に成膜した。AZO層の成膜は、ZnO に Al_2O_3 を3wt% 添加した AZO 焼結体ターゲット (純度99.99%) を用いて行った。RF電力は75Wとし、使用ガス (Ar, H_2) の流量はそれぞれ26sccm, 4sccmとした。Ag層の成膜時のRF電力は30Wとし、使用ガスはArのみ (流量13sccm) とした。今回は、AZO層の設定膜厚は40nm、Ag層の設定膜厚は10nmとし、総膜厚は90nm程度に設定した。

作製した試料に対して、分光光度計を用いて透過スペクトルの測定を行い、更に Van der Pauw 法による抵抗率の測定を行った。図1に AZO/Ag/AZO 試料の外観を、図2に AZO/Ag/AZO 三層膜および AZO 単層膜 (膜厚1 μ m程度) の透過スペクトルの

測定結果を示す。図中には、透明導電膜の透過率の目安である80%のラインも示してある。今回の測定範囲は試験的に波長300nmから800nmとしたが、AZO/Ag/AZO 三層膜が、AZO 単層膜に比べ、紫外域において高い透過特性を示していることがわかる。更に、AZO/Ag/AZO 三層膜および AZO 単層膜の抵抗率は、それぞれ $3.40 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 、 $1.62 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ と測定され、三層膜とすることによって抵抗率が一桁程度改善されることを確認した。以上の結果が得られたメカニズムについては検証を進めている。

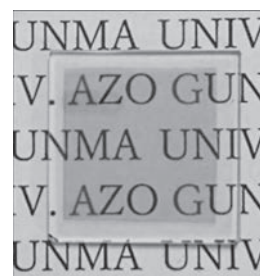


図1 AZO/Ag/AZO 試料の外観

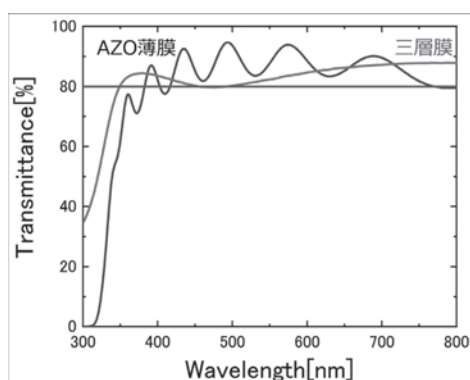


図2 透過スペクトルの測定結果

<所属、連絡先> 三浦 健太 (みうら けんた)

群馬大学大学院理工学府
電子情報部門 准教授〒 376-8515
群馬県桐生市天神町 1-5-1
TEL : 0277-30-1797
FAX : 0277-30-1707
E-mail :
mkenta@gunma-u.ac.jp

算術演算の高速化に利用される剰余数系

群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門 田中 勇樹

当研究室では、デジタル回路上に実装する算術演算アルゴリズムを、その数表現の変更などを通じて改良する研究を行っている。アルゴリズムベースでの改良は、回路の物理特性などに依存しない普遍的なものであるため、コンピュータの性能向上における重要な研究課題である。また、改良に汎用性を持たせるために、算術演算の最小単位となる四則演算を中心に、基本的な算術演算回路の構築や数表現の違いによる回路規模・処理速度の比較検討を行っている。

はじめに

コンピュータ上での数値演算において、一般的に計算に使用する桁数が大きくなると、それに伴って計算時間も増加し、処理の高速化と精度の向上はトレードオフの関係にある。大きな桁数でも高速に計算できるような計算アルゴリズムは様々なものが提案・利用されており、一連の演算を高速に処理するために、必要な演算を少なくする、個々の演算を高速化する、などが考えられる。

ここでは、算術演算を高速化する手法の一つとして、剰余数系を用いたものを紹介する。

研究の要点

剰余数系は、対ごとに素(どのペアも最大公約数が1)な正整数の集合(法集合と呼ぶ)が与えられたとき、法集合の全ての正整数の積未満の値を、各法による除算の余り(剰余)の列で表現する数系である。表 1は法集合を(3,4,5)とした場合、60未満の値をそれぞれの法で割った剰余を示している。0以上60未満の正整数に対して、剰余の列で一意識別が可能であることが分かる。

表 1 60 未満の数値を 3,4,5 それぞれで割った剰余

値	3で割った剰余	4で割った剰余	5で割った剰余
0	0	0	0
1	1	1	1
2	2	2	2
3	0	3	3
4	1	0	4
5	2	1	0
:			
8	2	0	3
:			
57	0	1	2
58	1	2	3
59	2	3	4

剰余数系の特徴として、単純に数値を剰余の列として表現するだけでなく、剰余ごとに計算をすることで、もとの数の計算が可能であることが挙げられる。例えば、 $3+5$ をそれぞれの剰余を用いて計算すると

$$\begin{aligned} 0+2 &\equiv 2 \pmod{3}, \\ 3+1 &\equiv 0 \pmod{4}, \\ 3+0 &\equiv 3 \pmod{5}, \end{aligned}$$

となり、表1から8を表す剰余の列となることが分かる。

剰余を用いた計算は、加減算と乗算に対して成り立つことが知られている。扱う桁数が小さくなれば計算が高速に行えることに加え、各法の上での計算は並列に行える。一方、用いる法によっては、変換(図1では「剰余の算出」と逆変換(同・もとの数の算出)に多量の計算が必要となることがあり、剰余ごとに計算する高速化のメリットを打ち消してしまう可能性がある。そのため、法の選択と変換・逆変換の効率化が重要となる。

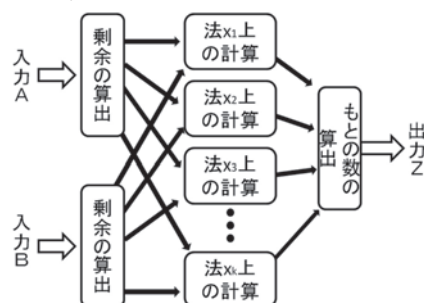


図 1 剰余数系を利用した算術演算の流れ

まとめと展望

本研究室では、逆変換を効率良く計算するためのアルゴリズムを検討し、回路構築とシミュレーションを行っている。一般的な値を法とした場合、図1の各ステップでの剰余の算出に除算が必要となるが、 2^n+1 , 2^n-1 , 2^n といった形で表される法は除算を使用せずに剰余の算出が可能であるため、広く利用されている。また、法集合にどのような値を採用するかも、変換・個別の計算・逆変換の構成のバランスを見ながら検討を行っている。

<所属、連絡先> 田中 勇樹 (たなか ゆうき)

群馬大学大学院理工学府
知能機械創製部門 助教

〒 376-8515
群馬県桐生市天神町 1-5-1
TEL/FAX : 0277-30-1592
E-mail :
ytanaka @gunma-u.ac.jp



材料・流体の原子レベルでのシミュレーション解析

群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門 相原 智康

近年、機械や半導体プロセスの微細化が進行しており、実験では解明できない問題や従来の連続体力学では扱えない現象を解析する必要性が高まっている。その対応方法の一つが、物質を原子レベルで離散化して扱う分子動力学法である。当研究室では、材料の高速変形、極限状態下での流体挙動、トライボロジーなどの工学上の現象について、本手法によるシミュレーションを、PCワークステーションで実施している。本研究はナノサイズオーダーの現象の解析や予測に対する解答の一つを与えるものである。

はじめに

FEMに代表されるCAEの実施には、以前は高性能計算機が必須であったが、現在ではPC上でのパッケージソフトとして多くの製造業の企業で利用されている。これは、計算機の指数関数的性能向上に負うところが大きい。現在の機械産業は小型化・微小化することで高付加価値を達成する方向にシフトしており、特にMEMS(マイクロマシン)技術の進展が著しい。機械の微小化は半導体技術を範としており、その代表であるコンピュータ用CPUは現行5nmプロセスで製造されている。すなわち、最先端分野においては、材料は微視的に原子の集合体として扱う必要がある。

研究の要点

FEM等では物体・流体を連続体として扱うが、それらを離散化した原子・分子の集合体の動力学として扱うのが分子動力学法(MD)である。分子動力学法では、原子間に作用する力は原子間ポテンシャル関数の位置微分として計算され、各原子の運動方程式は質点系の多体問題として時間で数値積分される。連続体としての挙動は、微視的にはそれを構成する原子・分子の運動状態とポテンシャルの時間変化に対応している。これらの微視的な物理量についての統計力学解析により、連続体レベルの巨視的な状態に加えて、実験では容易には知ることができない微視的な状態も評価できる。例えば、物体の温度はそれを構成する原子の運動エネルギーから計算される。

当研究室では、工学上の種々の現象に対する分子動力学法によるシミュレーションを、PCワークステーションで実施している。大規模な場合では、数百万原子からなるモデルに対し数千万回の数値積分を行っている。分子動力学法の基本原理自体は物理学の分野で数十年の歴史がある。しかしながら、工学上の実際の問題に適用するには、現象の適切なモデル化や、各物理量の時系列データから工学的に有益な情報を得る解析手法については未解決な点が多く、研究の焦点となっている。

近年のMEMS(マイクロマシン)の産業応用では、超微小流路内の流体の挙動をあらかじめ予測して、設計を行う必要がある。しかし、代表寸法がナノメートルサイズの流れにおいては、流体を構成する分子や原子の質点としての効果が無視できないので、連続体力学として記述される流体力学の諸式のみでは不十分である。

流れを薄い平板形状のモデルとして扱う擬3次元分子動力学法により、流体中を並進運動するナノサイズの物体まわりの液体の流れをシミュレーションし、ナノサイズの流れを原子レベルで可視化した結果の一例を紹介する。本モデルでは、2,863,190個の流体分子中をナノサイズの四角柱が左から右に運動する。Re30の場合の四角柱(白格子)まわりを運動する個々の原子の温度を局所的に平均化して得た温度場を図に示す。四角柱後方で局所的に流体が高温となっているのは、四角柱後方では流体の変形量が大きく、エネルギー勾配が大きいとためと考えられる。高温領域では流体の粘性率が局所的に減少し、カルマン渦が生じると考えられる。この様にナノスケールにおいても流体の相似則が成り立っている。



図 4 ナノ四角柱(白格子)まわりの流体の温度場(Re30)

まとめと展望

当研究室では将来のCAEの一翼を担うべく、分子動力学法を、機械材料、流体、トライボロジーなどの各分野へ適用する研究を行っている。分子動力学法により、作動中の機械を構成する固体・液体・気体の微視的な状態やそれらの高速な変化が統合的に解析できる。最近の機械では内部要素の微小化が進んでいるので、実験だけでは解明できない問題が増えている。当研究室での研究はその様な問題に対する解答の一つを与えるものである。

<所属、連絡先> 相原 智康 (あいはらともやす)

群馬大学理工学部
知能機械創製部門 准教授

〒 376-8515
群馬県桐生市天神町 1-5-1
TEL/FAX : 0277-30-1542
E-mail :
t.aihara@gunma-u.ac.jp



高電圧パルスを含む高電圧デバイスの食品産業での利用の可能性

群馬大学大学院理工学府 環境創生部門 大嶋 孝之

食品は私たちの生活に欠かすことのできない必需品であり、それをささえる食品産業はポストハーベストから加工・生産、包装、保蔵・流通、廃棄物処理まで多岐にわたる、非常にすそ野の広い産業である。これらの複数のステップにおいて高電圧パルスを含む高電圧デバイスの応用が注目されている。

はじめに

高電圧パルスとは図1(上)のように、瞬間的に数十kVの電圧を印加することを示す。パルス幅(半値幅)は数ナノ秒から数マイクロ秒である。このような高電圧パルスを水中に印加すると高電圧パルス電界効果が生じる。具体的には通常の交流・直流電圧を加えた場合にはオーム熱が発生するだけであるが、高電圧パルスの場合には静電氣的な作用(高電圧パルス電界)が生じる。この電界効果により水中の微生物の細胞膜を静電氣的な作用で破壊することが実験的に確かめられている図1(下)。この作用は細胞内の有用物質の抽出や、非加熱殺菌に応用することができる。

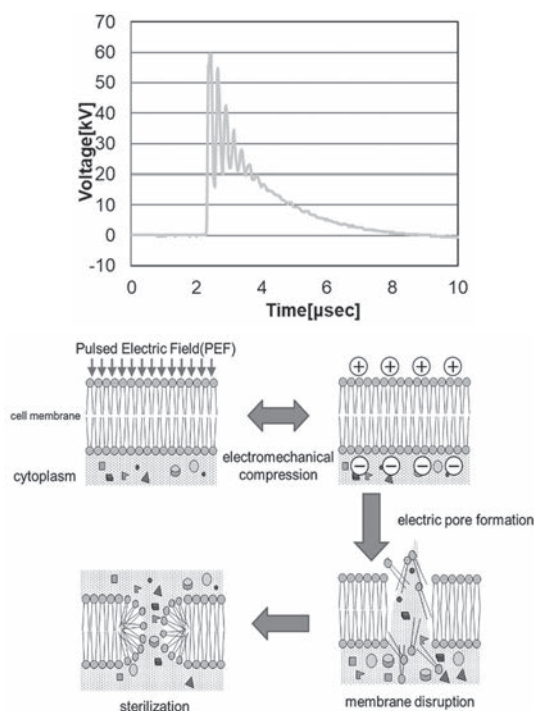


図1 高電圧パルス電圧波形(上)とパルス殺菌の原理(下)

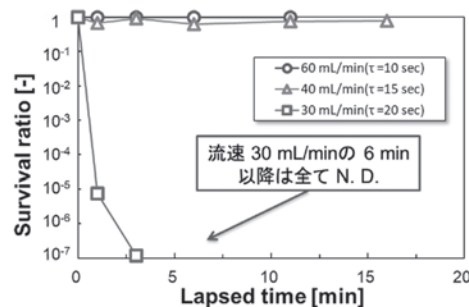
研究の要点

高電圧パルスによる殺菌(パルス殺菌)は、通常の加熱殺菌がタンパク質の熱変性を主原理としているのに対し、細胞膜の物理的破壊が主原理であるため、常温付近で殺菌処理が可能である。したがって従来の食品にはない、食材本来の風味や香りを維持したまま殺菌処理が可能となる。著者らはこのパルス殺菌を様々な液状食品に適用する技術開発に取り組んでいる。図2は牛乳に大腸菌を混入した試料を連続的に処理して、パルス殺菌の有効性を示した結果である。この場合、30mL/min以下の流量(滞留時間はおおよそ20秒)では大腸菌は全く検出されない

ことが確認できた。処理能力の向上など越えなければならぬハードルはあるが、非加熱パルス殺菌は全く新しい食品開発の可能性を示している。

そのほか、高電圧パルス電界による膜破壊を利用した食品細胞中の有用物質の抽出促進も報告されている。例えばぶどう果皮中に含まれているポリフェノールの回収が容易になることも示されている。また細胞中の水分を取り除きやすくなるため、乾燥野菜などの乾燥時間を短縮でき、また乾燥状態も良好であるとの報告もある。

高電圧デバイスを用いた電気処理は基本的には無添加で、常温付近で行えることから食品との親和性は高い。今後も様々な応用が期待でき、新たな食品プロセスが提案されていくだろう。



連続式処理槽での大腸菌の生菌率経時変化

図2 牛乳の連続パルス殺菌の実験例

まとめと応用範囲

高電圧パルスを含む高電圧デバイスは、従来にない可能性を秘めている。既存の加熱殺菌処理の代替えとしてパルス殺菌を導入することは、処理能力の問題があるため困難と考えているが、新規の付加価値の高い食品の製造プロセスには適用できるのではないかと考えている。前述のように高電圧デバイス処理は、常温付近で、無添加で実施可能であるため、食品製造プロセスには導入しやすい。何か新たな食品製造プロセスを考案しようとされている場合に、高電圧パルスの利用を考慮いただきたい。

<所属、連絡先> 大嶋 孝之 (おおしまたかゆき)

群馬大学大学院理工学府
環境創生部門 教授

〒 376-8515
群馬県桐生市天神町 1-5-1
TEL : 0277-30-1470
E-mail :
tohsima@gunma-u.ac.jp



ヤマビル対策繊維製品の開発

フジレース株式会社 中野 隆雄
群馬県立産業技術センター 細谷 肇、徳田 敬二
群馬県林業試験場 坂庭 浩之
群馬県繊維工業試験場 北島 信義

本研究課題では、近年生息範囲が拡大しているヤマビルの吸血被害軽減のために、ヤマビル忌避材料を編み込んだ銅レース編地の製造、およびそのヤマビル忌避効果を高める方法を検討した。

ヤマビルが確実に銅に接触することを目的として、編み機の張力管理などを検討することにより、ヨコ糸だけでなく、タテ糸にも銅スリット糸を編み込んだ銅レース編地を試作した。また、銅塩を銅レース編地に添加したところ、忌避効果が向上し、特に硫酸銅の添加が効果的であることが確認できた。

1. はじめに

ヤマビル(図1)は、体長2～8cm程度の環形動物で、人や野生動物を吸血して生存しており、人間が最も不快と感じる生き物のひとつである。落ち葉などの下に潜み、動物が近づくと振動や呼気に反応して素早く付着し、鋭利な歯で皮膚に噛みつき吸血する。

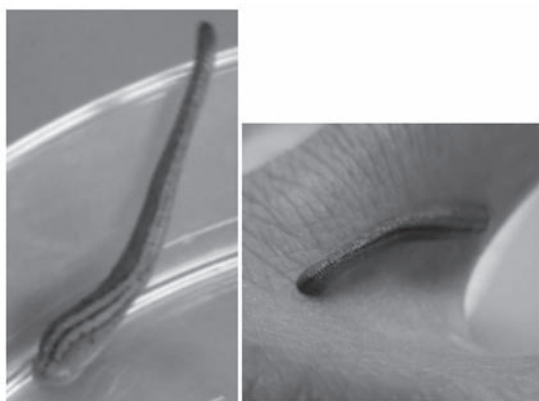


図1 ヤマビル(右:吸血中)

群馬県におけるヤマビル生息分布(図2)は、山から里へと急速に広がっており、2016年の調査では、2009年の1.3倍に拡大し、桐生市の梨木温泉周辺でも確認されている。ヤマビルが生息することは、森林内作業員、営農者、近隣住民の不安につながるだけでなく、観光農園、温泉、登山、釣りなど観光客が被害にあう可能性もあり、観光面でも負の影響が懸念されている。

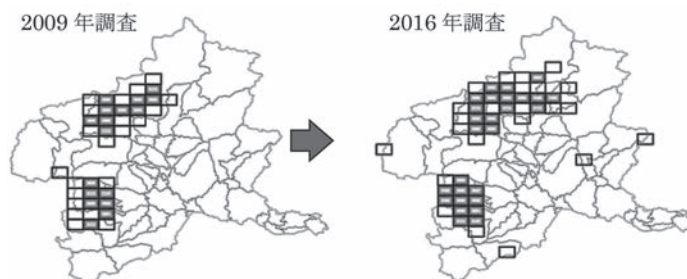


図2 ヤマビル生息地域の拡大(県林業試験場調査結果)

現在、ヤマビルに対する広域対策として、ディートを用いた薬剤散布が行われているが、効果の持続性に課題があること(長くても5日程度)、土壤中の他の生物に影響が生じる可能性があることが指摘されている¹⁾。森林内作業員及び登山者など個人対策として、食塩水を衣類に掛けること、食塩水に浸したタオルを首に巻くことが行われているが、汗や雨で食塩が流れてしまうなど、忌避効果の持続性に課題がある。また、靴や手ぬぐいに忌避剤スプレーを吹きかけること²⁾が行われているが、表面が粘りつくため、靴や手ぬぐいに限られている。このように、ヤマビル対策は喫緊の課題となっているが、決め手がない状況である。

共同研究者らはこれまで、銅を編み込んだ銅レース編地を試作し、ヤマビル対策として効果的であることを確認してきた(図3)。しかしながら、一部のヤマビルはこの銅レース編地の銅の無いタテ糸のポリエス

テル上を伝って遡上するケースや、頭部を銅レース編地に突っ込むことによって、ヨコ糸の銅スリット糸の間隔を広げて、出来た隙間から内部に侵入してしまうケース等、十分な忌避効果が得られないことが課題として明らかとなってきた。

そこで、本研究では、銅レース編地の忌避効果向上を目的として、ヤマビルが確実に銅に接触する構造を有する編地を試作した。また、いくつかの水溶性の銅塩を銅レース編地に添加して忌避効果が向上するかどうか検討した。



図3 長靴に装着した試作銅レース編地 (右: 試作銅レース編地に触れて動きを止めたヤマビル)

2. 研究

銅レース編地のヤマビル忌避効果向上を目的として、(1) ヤマビル忌避材料(金属材料)を編み込んだ編地の製造、(2) ヤマビル忌避材料を編み込んだ編地への銅塩添加、(3) 実験室でのヤマビル忌避効果の検証を実施した。

2-1 ヤマビル忌避材料を編み込んだ編地の製造

ヤマビル忌避材料である銅を編み込む編地の製造に関して、これまで、タテ糸にポリエステル糸、ヨコ糸に銅スリット糸(細かく裁断した銅箔を芯糸のポリエステルにより合わせた糸)を検討してきた。実験室試験およびフィールド試験の結果、この編地には、ヤマビルの遡上を抑制し、忌避効果があることを確認した。しかしながら、一部のヤマビルはこの銅レース編地の上を遡上するケースや、頭部を銅レース編地に突っ込むことによって、ヨコ糸の間隔を広げて、出来た隙間から内部に侵入してしまうケースも認められた。これらに対する対策として、ヤマビルが確実に銅に接触することや、ヨコ糸の銅スリット糸が広がらないようにすることを目的として、タテ糸のポリエステルにも銅スリット糸を編み込む編地を製造した。銅スリット糸はポリエステルなどの汎用繊維と比較すると硬く伸縮性が乏しいため、銅スリット糸を用いて編地を製造する際には、編み機の機械的摩耗対策、糸の張力管理が重要となる。このような生産技術を有する企業はほとんど存在せず、本研究においては、金属を編み込む技術を10年間にわたって蓄積してきたフジレース株式会社が、糸の張力

管理を適切に行い、銅スリット糸の編み込み密度を変化させることにより、銅レース編地を試作した。

試作した銅レース編地の光学顕微鏡写真を図4に示す。試作した銅レース編地に捕獲したヤマビルを接触させたところ、タテ糸に導入した銅スリット糸に触れて遡上を止める動きを観測することが出来、ヤマビルの忌避効果に一定の効果があることが認められた(図5)。

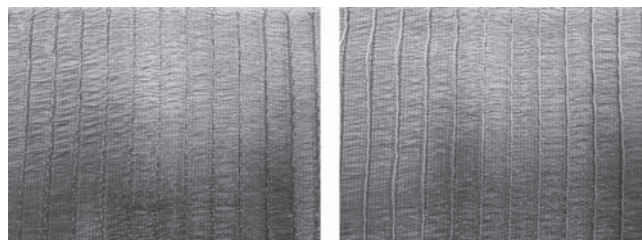


図4 試作した銅レース編地の写真 (左) 表面、(右) 裏面 (表面のタテ糸部に銅スリット糸が出るように編み込まれている。)

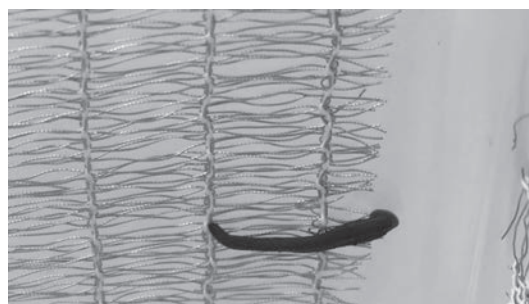


図5 試作した銅レース編地のタテ糸部に接触したヤマビル

2-2 ヤマビル忌避材料を編み込んだ編地への銅塩添加

銅のヤマビルに対する忌避効果のメカニズムは現在のところ不明であるが、金属銅から発生する銅イオンの効果を検証するため、銅レース編地を硫酸銅水溶液、酢酸銅水溶液に浸漬し乾燥させることにより、銅塩を添加した銅レース編地を作成した。

銅塩を添加した銅レース編地の電子顕微鏡写真を図6に示す。硫酸銅及び酢酸銅を添加した銅レース編地の銅スリット糸部に粒子が認められた。銅塩を添加していない銅レース編地には、このような粒子は認められないことから、この粒子は添加した銅塩由来の化合物であると推定される。現時点では、この粒子の化学組成分析を実施できておらず、添加した

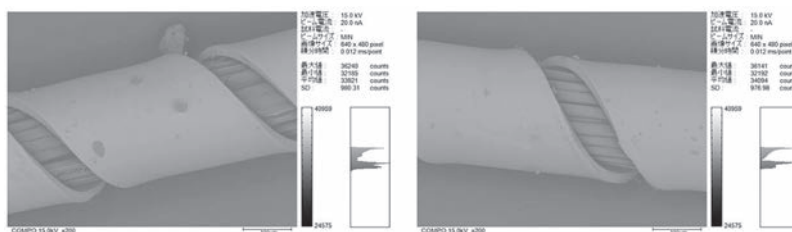


図6 銅塩を添加した銅レース編地の電子顕微鏡像 (左) 硫酸銅添加、(右) 酢酸銅添加

銅塩が硫酸銅あるいは、酢酸銅のまま析出しているのか、変化したものかについては不明である。

2-3 実験室でのヤマビル忌避効果の検証

プラスチック容器(185mm×185mm×高さ250mm)の壁の下から約50mmのところにて試作銅レース編地を設置(図7参照)し、プラスチック容器に捕獲したヤマビルを入れた。プラスチック容器を遡上するヤマビルが銅レース編地に触れた際の様子を観察した。ヤマビルが銅レース編地に触れた際に、忌避効果の低い順番で①通過する、②触れると止まる、③触れると頭部を縮める、の3段階に分類し、回数を数えた。

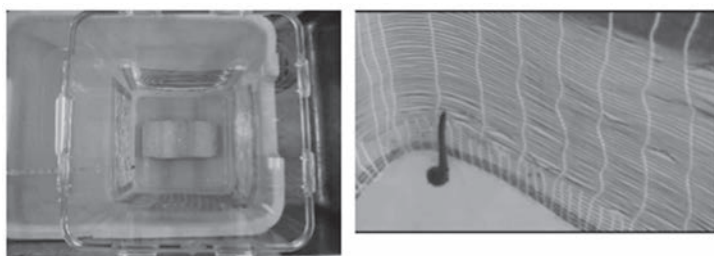


図7 (左) プラスチック容器(185mm×185mm×高さ250mm)の壁の下から約50mmのところにて試作銅レース編地を設置
(右) 試作銅レース編地に接触したヤマビル

試験結果を表1に示す。処理なしの銅レース編地では、ヤマビルが銅レース編地に触れると、動きを止め離れる様子が認められた。銅スリット糸の間の部分や、ポリエステル製のタテ糸部分を伝わりながら通過するケースも認められた。硫酸銅を付着させた銅レース編地では、ヤマビルが銅レース編地に触れると、頭部を縮ませ極端に嫌がる様子が確認された。また、通過することは無く、処理なしに比べて、忌避効果が高いことが認められた。

表1 銅塩を付着させた銅レース編地のヤマビル忌避効果確認(回数)

試料名	通過	触れると止まる	触れると頭部を縮める
処理なし	6	7	0
硫酸銅	0	1	19
酢酸銅	4	17	0

3. まとめ

本研究課題の目的は、本共同研究者らがこれまで研究開発を進めてきたヤマビル対策繊維製品の忌避性能を向上させることであった。これまでは、タテ糸にポリエステル糸、ヨコ糸に銅/ポリエステルより糸を用いた銅レース編地を試作してきたが、今回、より確実にヤマビルが銅に接触することを目指して、金属材料の太さ、編み機の張力管理、編み込み密度について検討することでタテ糸の一部に銅スリット糸を編み込んだ編地を試作することが出来た。従来の銅レース編地は、タテ糸部に銅が無いことがヤマビル忌避の上で弱点であったが、新たに作成した編地では、タテ糸部の銅に触れることによって、ヤマビルの遡上を抑制している効果が認められた。また、銅レース編地に硫酸銅、酢酸銅を添加した編地を作成し、捕獲したヤマビルを用いた実験室での性能評価を行ったところ、硫酸銅を添加した銅レース編地は、高いヤマビル忌避性能を有することが確認できた。今後は、製品化に向けて、耐久性や取り扱いのしやすさについて、研究を継続する予定である。

4. 参考論文

- 1) 神奈川県 ヤマビル対策報告書
- 2) 群馬県林業試験場 ヤマビル対策リーフレット「これで安心・ヤマビル対策」
(<https://www.pref.gunma.jp/07/p13700716.html>)

研究者紹介

フジレース株式会社 代表取締役 **中野隆雄**



1954年 大富株式会社勤務
1960年 中野レース工場勤務
1963年 フジレース株式会社設立 専務取締役
1975年 フジレース株式会社 代表取締役、現在に至る

〒376-0011 群馬県桐生市相生町1-15
TEL : 0277-53-6374 FAX : 0277-53-2017

群馬県立産業技術センター 上席研究員 **細谷肇**



1988年 群馬大学大学院工学研究科修士課程修了
1988年 日本電子機器株式会社勤務
1993年 群馬大学大学院工学研究科博士後期課程修了
2004年 群馬県入庁 群馬県立群馬産業技術センター勤務、現在に至る

〒373-0019 群馬県太田市吉沢町1058-5
TEL : 0276-40-5090 FAX : 0276-40-5091

群馬県立産業技術センター 材料解析係 独立研究員 **徳田敬二**



2000年 群馬県入庁 群馬県工業試験場勤務
2003年 群馬県立産業技術センター勤務、現在に至る

〒379-2147 群馬県前橋市亀里町884-1
TEL : 027-290-3030 FAX : 027-290-3040

群馬県林業試験場 企画・自然環境係 主席研究員 **坂庭浩之**



1989年 群馬県庁入庁
2006年 環境森林部自然環境課勤務
2011年 群馬県林業試験場勤務 現在に至る

〒370-3503 群馬県北群馬郡榛東村新井2935
TEL : 027-373-2300 FAX : 027-373-1036

群馬県繊維工業試験場 素材試験係 係長 **北島信義**



1992年 群馬県入庁
2014年 群馬県立産業技術センター勤務
2020年 群馬県繊維工業試験場勤務、現在に至る

〒376-0011 群馬県桐生市相生町5-46-1
TEL : 0277-52-9950 FAX : 0277-52-3890

繊維表面のポリフェノール膜形成による ヘルスケア製品の開発

金井レース加工 金井 雄一
群馬県立繊維工業試験場 久保川博夫
群馬県産業経済部地域企業支援課 高田 彩加

繊維製品のヘルスケア機能に対する消費者ニーズの高まりを受け、カチオン性高分子とポリフェノールを利用した被膜形成により、繊維素材に抗菌性および抗ウイルス性を付与する技術開発に取り組んだ。その結果、カチオン性高分子としてポリエチレンジアミンを利用してナイロン生地をカチオン化し、さらに紅茶ポリフェノールを吸着させることに成功した。抗菌性に関してはポリエチレンジアミンが非常に強い抗菌性を示した。抗ウイルス性については、繊維表面のカチオン化よりもポリフェノール吸着の方が有望と考えられ、繊維表面のポリフェノール量を増加させることで効果を増大できる可能性が示唆された。

1. はじめに

新型コロナウイルスによる感染拡大が世界的危機となり、マスク等の繊維製品のヘルスケア機能に対するニーズはますます増大することが予測される。そこで本研究では、抗菌、抗ウイルス効果が知られているポリフェノール類を利用し、繊維表面にヘルスケア機能を発現する被膜形成に取り組む。

具体的には、ポリアミン誘導体やポリエチレンジアミンといったカチオン性高分子を吸着させて繊維表面にイオン層を形成し、さらに紅茶ポリフェノールの吸着を試みる。このように機能性膜を形成させた繊維素材について、抗菌性および抗ウイルス性の性能評価試験を実施する。また、マスクとしての実用化を目指し、機能性膜を形成させたレースマスクの製品試作を行う。

2. 材料および試薬

機能性膜形成の実験に供するナイロン布としては、JIS L 0803に準拠する染色堅ろう度試験用添付白布(単一繊維布：ナイロン7-1号)をそのまま用いた。

イオン層を形成する材料としては、ポリアミン誘導体からなるモーリン化学工業株式会社製「モーリンフィックス6P」と、ポリサイエンス社製のポリエチレンジアミン(分子量70,000)50%溶液を用いた。モーリンフィックス6Pは、アニオン染料染色物の堅ろう度増進剤として使用される繊維加工剤であるが、これを

繊維に加工することで繊維表面をカチオン化できることが知られている。ポリエチレンジアミンには、くし型の直鎖状のものと図1に示すような多くの枝分かれ鎖をもったものがある。本研究で利用したポリエチレンジアミンは後者であり、1級：2級：3級アミンの割合が1：2：1である。この物質の特長としては、カチオン密度が高いことが挙げられる。

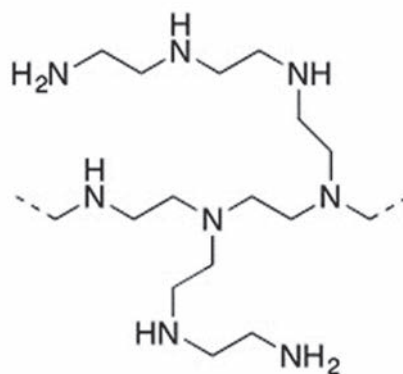


図1 ポリエチレンジアミンの構造

ポリフェノールを含有する材料としては紅茶を利用して、三井農林株式会社製の市販の紅茶「日東紅茶DAY&DAY」を用いた。メーカーが公表している栄養成分表示によると、紅茶1gの熱湯抽出液に含有されるポリフェノールは67mgである。

3. 試料の調整

3-1 イオン層の形成

イオン層の形成は、カチオン性高分子としてポリアミン誘導体またはポリエチレンイミンを用い、ナイロン布表面を処理することによって行った。ポリアミン誘導体による方法は、ナイロン布を軽く水洗した後、モーリンフィックス6Pを2.5g/Lの濃度で含む水溶液中、浴比1:40で60℃×30分間の処理を行い、水洗後、乾燥した。

ポリエチレンイミンによる方法は、ポリエチレンイミン50%溶液を希釈して1wt%とし、この溶液に軽く水洗したナイロン布を投入して浴比1:20、室温下で10分間浸漬し、続いて取り出したナイロン布を70℃×180分間乾熱処理し、水洗後、乾燥した。ポリエチレンイミンでイオン層を形成させたナイロン布を試料3とした。

3-2 紅茶ポリフェノールの吸着

イオン層を形成させたナイロン布表面への紅茶ポリフェノールの吸着では、ナイロン布10gに対し、紅茶ティーバッグは2袋(紅茶3.6g)を利用した。紅茶ティーバッグ2袋を水400mLに投入し、加熱昇温させて90℃×30分間の抽出処理を行った。こうして得られた抽出液を室温まで放冷した後、この液にイオン層を形成させたナイロン布10gを投入し、1時間浸漬して紅茶ポリフェノールを吸着させた。吸着処理後、ナイロン布を取り出し、水洗および自然乾燥を行った。ポリアミン誘導体によるイオン層に紅茶ポリフェノールを吸着させたナイロン布を試料1、ポリエチレンイミンによるものを試料2とした。

3-3 紅茶ポリフェノール単独の高温吸着

紅茶ポリフェノールは、前処理としてイオン層を形成させることなく、一般的な染色方法によってナイロン布に吸着させることも可能である。そこで、以下の方法により、紅茶ポリフェノールを単独で高温吸着させることを試みた。未処理のナイロン布10gと紅茶ティーバッグ2袋(紅茶3.6g)を浴比1:40に相当する水浴中に投入し、明成化学工業株式会社製の酸性染料用pHスライド剤「メイサンPM」2g/Lを加え、攪拌しながら室温から90℃まで昇温し、そのまま30分間保持して紅茶ポリフェノールをナイロン布に吸着させた。処理後、水洗および乾燥したナイロン布を試料4とした。

3-4 試料の着色濃度

紅茶ポリフェノールが吸着された試料はベージュ系

から茶系に着色されるため、着色濃度としてTotal K/S値を測定し、吸着量の評価を試みた。クラボウ株式会社製のCCMシステム「AUCOLOR-TX10」を用いて、未処理布と4試料を4枚重ねにしてD65光源、2°視野で測色したTotal K/S値を図2に示す。

この図から、試料1より試料2の方がTotal K/S値が大きいことが分かる。この結果から、ポリエチレンイミンの方が高密度でカチオン化され、紅茶ポリフェノールの吸着量が増大したと推測される。

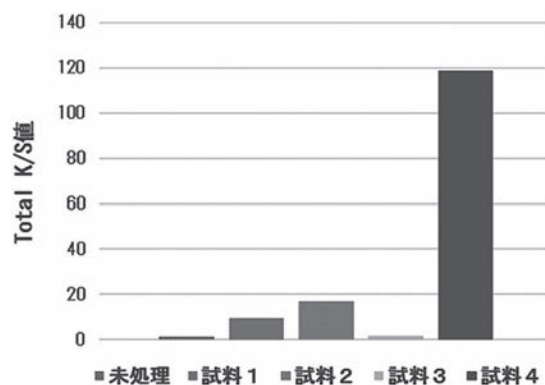


図2 各試料のTotal K/S値

また、紅茶ポリフェノールが吸着されていない試料3では、Total K/S値が未処理布に近いことから、ほぼ無着色であることが確認できた。試料4は濃く染色されたためにTotal K/S値は非常に大きかったが、高温で吸着処理を行ったため、繊維内部に多量の紅茶ポリフェノールが吸収・拡散したと考えられる。

4. 抗菌性評価

未処理布を対照試料として、4試料についてJIS L 1902に準拠した菌液吸収法による抗菌性試験を行った。試験用細菌は黄色ブドウ球菌を用い、混釈平板培養法によって評価した。接種直後および18時間培養後に測定した菌数とそれらを基に算出した抗菌活性値を表1に示す。

表1 各試料の抗菌性試験結果

試料名	接種直後	18時間培養後	抗菌活性値[-]
未処理	3.9×10^4	3.8×10^5	-
試料1	3.5×10^4	7.1×10^4	0.7
試料2	2.8×10^4	3.6×10^3	2.0
試料3	20 (検出限界)	20 (検出限界)	4.3
試料4	3.4×10^4	20 (検出限界)	4.3

ポリエチレンイミンで処理した試料3では抗菌活性値4.3の強い抗菌効果が認められ、接種直後で既に検出限界の20に低下したことから、今回の4試料の中では最も即効性がある強力な抗菌性を発揮したといえる。紅茶ポリフェノールを単独で高温吸着させた試料4では、接種直後には菌数の低下がほとんど

認められなかったが、18時間後に検出限界の20に低下して抗菌活性値4.3を示し、強い抗菌効果が認められた。

一方、イオン層の形成にポリエチレンイミンを利用した試料2では、18時間後に菌数が減少して抗菌活性値は2.0を示し、抗菌効果が認められるレベルに達した。しかし、ポリアミン誘導体を利用した試料1では、18時間後に菌数が増加し、抗菌活性値は0.7という低い値であった。

これらの結果から、ポリエチレンイミンによって形成されたイオン層は非常に強い抗菌性を示すが、紅茶ポリフェノールを吸着させると効果が低下することが分かった。このことは抗菌性においてイオン層と紅茶ポリフェノールの積層が相乗効果を示さず、逆に効果が相殺されることを示唆している。

5. 抗ウイルス性評価

未処理布を対照試料として、4試料についてISO18184:2019「Textiles—Determination of antiviral activity of textile products」に準拠した抗ウイルス性試験を行った。試験ウイルスはA型インフルエンザウイルス(H3N2)、宿主細胞はMDCK細胞(イヌ腎臓由来細胞)を用いた。本試験の操作としては、①宿主細胞にウイルスを感染させて培養、②細胞残渣を除去し滅菌蒸留水で10倍希釈してウイルス懸濁液(4.3×10⁷PFU/mL)を調整、③各試料0.4gにウイルス懸濁液0.2mLを接種、④25℃で2時間作用、⑤SCDLP培地20mLを加えて攪拌し各試料に付着したウイルスを洗い出し、⑥段階希釈した洗い出し液のウイルス感染価をプラーク法で測定した。下式により、抗ウイルス活性値を算出し、抗ウイルス性能を評価した結果を表2に示す。

減少値 $M = \log(Va) - \log(Vb)$ 抗ウイルス活性値 $Mv = \log(Va) - \log(Vc)$ [log(Va): 未処理布への接種直後のウイルス感染価常用対数、log(Vb): 未処理布への2時間作用後のウイルス感染価常用対数、log(Vc): 試料への2時間作用後のウイルス感染価常用対数]

表2 各試料の抗ウイルス性試験結果

試料名	ウイルス感染価常用対数		減少値 M	抗ウイルス活性値 Mv
	接種直後 log(Va)			
未処理布	接種直後 log(Va)	6.97	0.3	
	2時間後 log(Vb)	6.72		
試料1	2時間後 log(Vc)	6.22	—	0.8
試料2	2時間後 log(Vc)	6.16	—	0.8
試料3	2時間後 log(Vc)	6.30	—	0.7
試料4	2時間後 log(Vc)	5.81	—	1.2

本試験は減少値 $M \leq 1.0$ であることから成立している。各試料のlog(Vc)は、未処理布のlog(Vb)と比べて小さくなっているが、抗ウイルス性能の一般的基準では抗ウイルス活性値 $Mv \geq 2.0$ で「効果あり」と判定されるため、今回の4試料は効果的とまでは言えなかった。しかしながら、試料3のMvが小さかったのに対し、紅茶ポリフェノールの吸着量が多い試料ではMvが大きくなる傾向は認められた。試料1および2に関しては、紅茶ポリフェノールの吸着量が十分でなかったと考えられる。また、試料4は紅茶ポリフェノールの吸着量が多いが、繊維内部に拡散したポリフェノールはウイルス不活化に貢献していないことが推測される。今後は、繊維表面のポリフェノール量を増加させることで、抗ウイルス効果を向上できる可能性があると考えている。

6. 製品試作

ナイロン等からなるレース生地を表地とし、内側に龍宮株式会社製のパシーマ(側地:綿ガーゼ、詰め物:脱脂綿85%・ポリエステル15%)を用いてレースマスクを作製した。このマスク表面に、前述の方法でポリエチレンイミンと紅茶ポリフェノールからなる機能性膜を形成させた。処理後のレースマスクの写真を図3に示す。

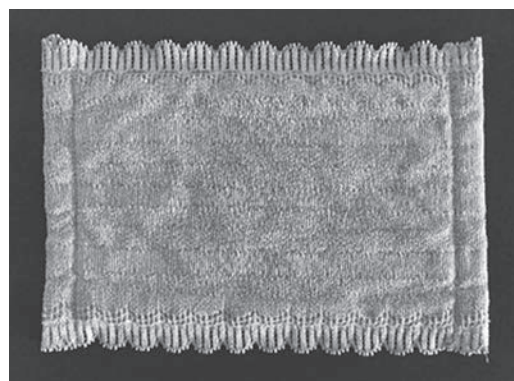


図3 試作したレースマスク

レース地と綿ガーゼがともに茶色に着色され、紅茶ポリフェノールの吸着が確認できた。商品化に向けては着色が若干の制約となるが、紅茶ポリフェノールは食品成分であることから安全性には全く問題がなく、機能性の証として受け入れられる可能性はあると考えている。

研究者紹介

金井レース加工 代表 **金井 雄一**



昭和42年～昭和52年 染色関係2社にて勤務
昭和53年 金井レース加工設立、現在に至る

〒376-0027 群馬県桐生市広沢町4-2281-1
TEL : 0277-52-4803 FAX : 0277-52-4806

群馬県立繊維工業試験場 企画連携係 **久保川 博夫**



平成3年 新日本製鐵株式会社勤務
平成5年 群馬県入庁、群馬県繊維工業試験場勤務、現在に至る

〒376-0011 群馬県桐生市相生町5-46-1
TEL : 0277-52-9950 FAX : 0277-52-3890

群馬県産業経済部地域企業支援課 技術開発係 **高田 彩加**



平成28年 群馬県入庁、群馬県繊維工業試験場勤務
令和3年 地域企業支援課勤務、現在に至る

〒371-8570 群馬県前橋市大手町一丁目1番1号
TEL : 027-226-3351 FAX : 027-223-7875

群馬電機株式会社

電子機器の「設計～材料調達～生産まで」 高品質・低コストを実現するワンストップサービス

群馬電機株式会社 取締役会長 上野 文雄

創業期

2018年12月に創立50周年を迎えました

群馬電機株式会社(群馬県みどり市大間々町大間々760、現社長 西村稔)は、1968年12月、東京三洋電機株式会社の協力工場(社名:三洋カセット電子株式会社)として創業し、「カセットテープレコーダー」の完成品生産工場からスタートしました。



本社景観(1970年頃)

創業から5年間、「カセットテープレコーダー」完成品の生産(月産25,000台)を継続し、製造や品質管理などにおける様々な技術を身に付けることができました。



カセットテープレコーダー
※弊社設立第1号商品(現存)

しかし、「カセットテープレコーダー」の生産コストを抑えるため、発注元が海外志向となり、韓国へ生産を移管されることになると、弊社の主な生産は「オーディ

オ用小型マイクロモーター」へと大きく転換することになりました。

また、当時の最先端技術であった白黒テレビ用のリモコン送受信機「ズバコン(超音波方式)」の生産を開始しましたが、このリモコンの生産が弊社のリモコンに関するコア技術を積み重ねていく第一歩になりました。

その後、「携帯型ラジオ付き2.5インチテレビの回路基板 ASSY」生産など、さまざまな製品のものづくりを受託しておりましたが、1975年3月、受注先及び生産品種の変遷に伴い、社名を『三洋カセット電子株式会社』から『群馬電機株式会社』に変更しました。

事業体質改革変遷

1980年、新規のお客様からの OEM (Original Equipment Manufacturer) 受注を目指し、開発設計提案ができる社内体制の構築後、「電話機」完成品の OEM 生産を受注成約。新たなモノづくりに取り組めることになりました。



各種電話機

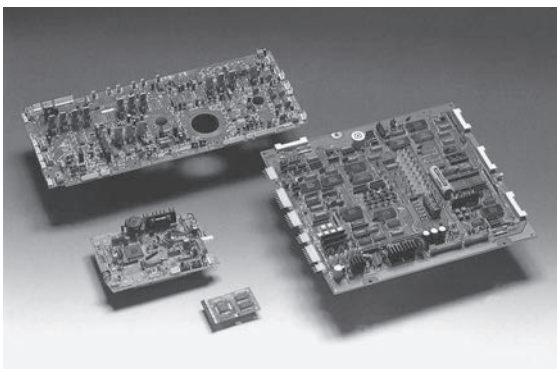
1981年には当時の最先端技術であった LED を用いた「赤外線式リモコン」の自社設計着手を開始し、「カラーテレビ」「VTR」「オーディオ」などの各種リモコンの OEM 生産の実績と信頼を少しずつ積み重ねることで、現在に至る事業の太い柱に成長させること

が出来ました。



各種リモコン

また、その頃の「自動販売機」は、コインメカから電子化に移行していくタイミングでした。弊社の強みである回路設計技術を活かして、年々「自動販売機」の制御回路基板の受注が増え、創業以来の年間売上高90億円を記録したのは、この頃です。また、子会社であった『三豊電子機器株式会社』を吸収合併して、資本金を9,930万円として現在に至っております。



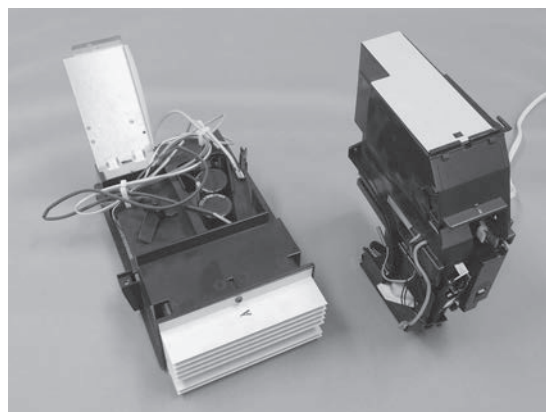
各種プリント基板

OEM 事業

OEM 生産が軌道に乗り始めてから、「エアコンリモコン（赤外線方式）」月産30,000台、「エアコン室内・室外機用制御基板」月産30,000台など、完全自社設計により受注・生産する事業の太い柱の一つとなりました。



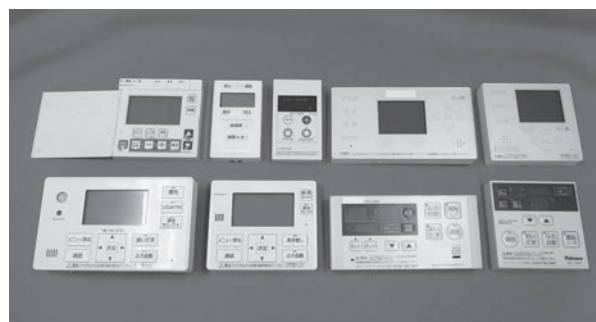
ルームエアコン用リモコン



エアコン用室内外機制御 BOX



自動販売機用メインボックス



各種リモコン

海外生産展開移行

OEM 製品の受注・生産量が増えるにつれ、本社工場（群馬県みどり市）だけでは対応できない状況となりました。それに加え、お客様から更なるコストダウンが求められ、加工費を抑える必要も発生しておりました。日本国内の製造業が海外進出していた時期と重なり、弊社も同様に主力生産拠点を海外（マレーシア・ジョホールバル、中国・広東省）に進出しました。

1991年、中国・広東省東莞市に設立した生産拠点では、OEM 新規客先拡大方針活動を行うとともに、新規受注客先の増加に応えられるキャパシティを備えた「東莞群馬電子有限公司」を創立しました。その後、拠点別自立体制へ強化する経営方針により、独立完全子会社としました。



東莞群馬電子有限公司(中国・広東省東莞市)

自社商品開発の取り組み

1987年、自社商品企画開発部門を新設しました。専属要員は、商品企画・開発に長けている社員を各部門から人選し、完全自社商品部門を立ち上げました。

この自社商品部門を立ち上げた理由としましては、「OEM商品の発注先だけに頼らない経営」「世の中の人に役立つ商品作りのためのアンテナを張る」「最新の技術を吸収して自社の技術力を高める」など、経営者として製造会社として技術者として、景気不景気に左右されにくい長期に亘り存続できる会社の体質作りが目的です。

様々な自社商品を企画開発した中から、2000年に「呼び込み君」を発売しました。当時のスーパーマーケット店内におけるお客様への呼び掛けツールは、カセットテープを用いたテープレコーダーが主でした。弊社は、カセットテープ需要の減少傾向からいずれカセットテープに取って代わるツールが求められる時代が来るとのマーケティング結果からの判断で、ICデジタル録音方式の商品開発を進めました。ICデジタル録音は音質良く、しかも録音／再生が簡単に操作できます。その特徴・メリットが評価され、現在も販売台数を伸ばしているヒット商品となりました。



キーライト ※自社商品第一号
(自動車や住宅のキーに取り付けて鍵穴を照らす)



点灯虫の離れワザ!!
(室内の照明器具に工事無しで取り付けられ、リモコンによる簡単な操作で照明を ON/OFF できる)



u-ROBO(ユーロボ)
※商品名の由来は、ユビキタスロボット
(いつでもどこでもオフィスでの来客を支援する)



呼び込み君
(店舗での販売促進ツール)



耐塩害仕様各種LED表示器
(LEDサイネージの一例)

2009年、「地中熱エアコン」に開発着手しました。季節に関わらず、一年を通してほぼ安定している地中温度を熱源にして、冷暖房及び注湯を実現するという当時でも一歩進んだ考えの地球環境に優しい省エネルギーエアコンシステムです(電気代を約40%削減できる)。



地中熱エアコン
(冷暖房+風呂用温水を1台で作れる)

福祉介護商品分野への参入

2015年12月、「高齢化社会のピーク到来(2025年問題)」「地域社会への貢献を大切にする会社方針」「自社商品の拡充による会社の体力作りを図る」という背景から福祉介護商品開発事業を専門に推進するプロジェクトを立ち上げました(ケアライフ商品部)。

弊社は電気機械器具製造業ですので、福祉介護分野は、未経験でした。新たに企画開発する商品は、頭の中を一旦まっさらにして、高齢者のお役に立つ商品を見つけ出そうという目的で、2015年12月~2016年5月(6ヶ月)にかけて、群馬・埼玉・栃木・東京・神奈川などの約100ヶ所の「様々な形態の高齢者施設」を訪問し、経営者・スタッフ・ご利用者から「課題/ニーズ/気づき」を収集しました。

【課題】

- ・親子離れて暮らす家族が多くなってきている

【ニーズ】

- ・笑顔になる様になりたい(施設スタッフの声)

【課題】

- ・入居型の施設では、寂しそうに一人である高齢者も多い

上記要約ポイントから導き出した「おはなしぬいぐるみロボット(おしらせハチくん/ハリくん/マイちゃん)」を商品企画しました(2018年12月発売)。

【コンセプト】

- ・末永く可愛がって頂き、暮らしの中に明るい笑顔を増やしてほしい。

【特徴】

- ・家族の生の声を録音/再生(15秒×10件)
⇒家族からのメッセージ、注意喚起、お願い
- ・音声認識会話(15ワードのトリガー)
⇒発話を促す、癒し、寂しさを紛らわす
- ・日本製ぬいぐるみ
⇒安全素材を使い、贈り物として安心安全を確保



おしらせハチくん/ハリくん/マイちゃん

また、2020年1月頃から「新型コロナウイルス」が日本国内に入ってきて、深刻な社会問題になり始めました。

各メディアでは飛沫感染から守るためにはマスク着用に加えて、「対面する人を遮る仕切り」が有効であるとの情報発信がされていました。

そこで、自社及び協力会社の社員を守るため、「新型コロナウイルス」を“持ち込まない”“蔓延させない”こと、そして“地域貢献を心がける”という会社理念を背景に、商品企画を開始しました。

サイズ固定の規格品ではなく、お客様の設置場所のサイズや形状に柔軟に対応する「受注生産方式」と光を透過しやすく清掃にも丈夫な材料「プラスチック製段ボール(乳白色)」を採用し、他社との差別化を図ったことにより、約6,000セットを売り上げるヒット商品となりました。

現在も続く「新型コロナウイルス」の飛沫感染対策に不安を抱えているお客様のお役に立つことが出来たと思っております。

【工夫①】

- ・素材に「プラスチック製段ボール(乳白色)」を使用(効果)⇒アルコールや除菌剤など、液体による清掃にも傷まない。
⇒光が半透過し、手元が暗くなりづらい。

【工夫②】

- ・パネル3面に透明スクリーンを採用

(効果)⇒対面の人とのコミュニケーションを阻害しない。

⇒閉塞感を極力抑えられる。

【工夫③】

- ・面ファスナーの接合による組立

(効果)⇒梱包・発送・収納時、コンパクトに分解可能。



卓上パーテーション(オフィスでの使用例)



卓上パーテーション(飲食業での使用例)

また、「アクリルパーテーション」もお客様が設置される場所の幅や高さに合わせて設計・製造しておりますので、とても喜ばれております。



アクリルパーテーション(会議室での使用例)

現在、新型コロナウイルス対策に積極的に取り組む企業や店舗では、固定式もしくは常設の「卓上パーテーション」は、ほぼ設置済みになっていると思われます。

そこで、使用しないときにはコンパクトに収納できる構造の「携帯型パーテーション」を開発し、会議室・研修室・セミナー会場・学校などでの使用を想定した、新たな使い方提案を始めております。



携帯型パーテーション
(A4サイズに折り畳んで携帯することが可能)

さらに自社商品である2013年11月に発売の「G-vo(ジーボ)」と2019年1月に発売の「モバイルトークミニ」ですが、販売促進ツールの新たな使い方提案として、事業者様や団体様の入口に設置されている手指消毒ポンプの隣に設置し、「感染症予防のため、手の消毒をお願いします。」などのメッセージを録音・再生して頂くことを提案しました。

音声により来訪者の皆様へ手指消毒を促すことで、手指消毒を忘れずに実行して頂ける様になったとのお言葉を数多く頂いております。

この様に新型コロナウイルス対策を積極的に取り組まれているお客様のご購入のおかげで、年間売上台数が例年よりも倍増しました。

なお、「G-vo(ジーボ)」の前面に貼付している感染症予防ラベル(下記写真をご参照)は、感染症対策キャンペーン中(2020年5月～2021年8月)のサービス品として、商品に同梱しておりました。



左側：G-vo(ジーボ)、右側：モバイルトークミニ
(店舗での販売促進ツール)

これら自社商品の開発や新たな使い方の提案により、現在も続く「新型コロナウイルス」の飛沫感染対策にも、不安を抱えているお客様のお役に立つことが出来ていると思っております。

これからも福祉介護分野における高齢者や弱者、その家族の生活におけるお困りごとにお役に立つ商品づくりを心掛けて参ります。

今後の目指す方向

当社は創業以来、様々な苦難の時代を経て現在に至っておりますが、この間、その時々々の社会環境に遭遇する中での経験から、経営方針として1業種1社に偏重することなく、様々な業種の多数のお客様との

お取引をさせて頂くことにより、その時々々の社会環境に左右されにくい経営体質にすることを心掛けて参りました。

また、早い時期から自社商品部門を設けて、コツコツと自社商品の企画・開発・販売を行って参りましたが、この目的は経営の安定化に寄与させることに加えて、何よりも社員が自社商品を通じて自社に誇りを持ち、愛社精神を持ってもらうことが最大の目的でした。

現在、新型コロナウイルス禍の中で、過去に経験のない社会環境になっておりますが、この様な時にこそ、「社会に貢献する」との社是を強く認識して、「SDGs活動」の推進など全社員一体となって、「地域社会になくてはならない企業」を目指して努力して参ります。



高エネルギー放射光 X 線を用いた 次世代高容量電極材料の電子状態解析

群馬大学大学院理工学府 電子情報部門 鈴木 宏輔

著者が所属している群馬大学理工学府電子情報部門の櫻井研究室では、高エネルギー放射光 X 線を用いた非弾性散乱手法により機能性材料(磁性体や電極材料)の外場、および化学組成変化に対する物質の電子状態を解明することや、高エネルギー X 線の特徴である高い物質透過能を利用した実デバイスの非破壊かつ動作下での測定法の開発を行っている。機能性材料を特徴づける「機能」の発現は、材料を構成する元素、中でも特に電子が担っているため、電子の状態を知ることによって機能発現メカニズムをより基礎的な視点から理解することができる。また、実デバイスの性能向上には実際にデバイスが動作している状態で内部反応や変化を見ることが不可欠となる。放射光 X 線を用いた実験は、兵庫県にある大型放射光施設高輝度光科学研究センター(SPring-8)で行なっている。通常5日間程度、教員から学生まで施設内の宿舎に泊り込み実験を行う。放射光実験の特徴は様々なバックグラウンドを持つ国内外の研究者が同じ場所に集まり実験を行うことであり、そのため自身の専門分野以外の学際的な知識が習得でき、学生にとって非常に魅力的な環境であるといえる(尤も、私自身学生の頃はこのような素晴らしい環境で実験をしていることをあまり認識しておらず、立場が変わったことにより気がついたことではあるが)。我々の実験においても実験装置・手法の専門家、物質・材料の専門家と一緒に実験を行い、解析は海外の研究者らとの国際共同研究として実施している。

さて、実際に SPring-8 でどのような実験を行なったのか、最近の研究結果 [1] を例に説明する。現在、Sustainable Development Goals (SDGs) [2] に代表されるように持続可能な社会の実現に向けた取り組みが行われている。その一環としてカーボンニュートラルや脱炭素化を目指し世界中で自動車を始めとする輸送機器の電動化の開発競争が激化している。輸送機器の電動化に向けては、動力源である電池の性能向上が不可欠である。現在のところ輸送機器用の電源にはエネルギー密度の観点からリチウムイオン電池が利用されているが、例えば米国の某電気自動車メーカーでは18650型(直径18mm、長さ65mmの円筒形)リチウムイオン電池が1台の自動車に約7000本も利用されている [3]。今後、鉄道や航空機の電

動化も目指す場合、リチウムイオン電池の性能向上、とりわけエネルギー密度(電池の小型化ならびに搭載数の削減に寄与)の向上が必要となる。このような背景の下、従来の2倍以上の高い容量(図1)を持つリチウム過剰系正極材料が次世代の正極材料候補として注目されている。リチウム過剰系とは、結晶格子内に1以上のリチウムを含むことができる物質群の総称である。

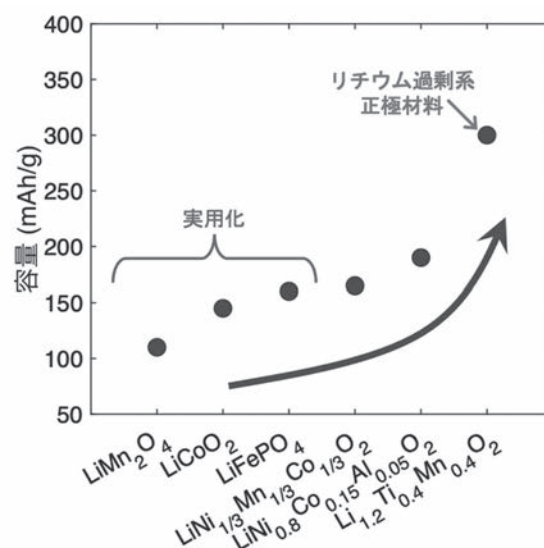


図1 代表的な正極材料とその容量

リチウムイオン電池は、充放電に伴いリチウムイオンが電解液を介して正極-負極間を移動することで動作する。それぞれの電極に到達したリチウムイオンは、電極を構成する物質との間で電子の授受(酸化還元反応)を行う。電子の授受を行う元素によって電池の容量が決まる。これまで、リチウム過剰系正極材料では、酸素イオンが酸化還元反応を行うことで高容量化が実現されること、また、そのために酸素イオンが結晶格子内で特異な状態で存在していることが報告されている [4]。しかし、実際に反応に寄与する酸素イオンの電子状態や酸化還元反応に寄与する電子軌道の形を実験で直接観測することは難しく、その詳細は明らかにされていなかった。

実験は、リチウム組成の異なる $\text{Li}_x\text{Ti}_{0.4}\text{Mn}_{0.4}\text{O}_2$ (リチウム組成 $x=0.4, 0.8$) を用いて行い、実験から得られたリチウム組成による変化を理論計算の結果と詳細に比較した。その結果、リチウム組成が0.4から0.8に

変化した際にもたらされる電子は、酸素イオンが占有すること、そして、酸素イオンが電子を占有することでマンガンイオンの電子軌道の形が変化する可能性が示された。さらに、それぞれのリチウム組成におけるマンガンイオンの d 電子と酸素イオンの p 電子の状態を調べたところ、 $x=0.4$ で酸素イオンの電子状態が他のリチウム過剰系正極材料で報告されているような特異的な状態にあることがわかった。解析を進めた結果、この酸素イオンの特異的な状態は、リチウムからの電子を酸素イオンが受け取ることによって酸素 p 電子とマンガン d 電子との間で静電的な相互作用が働き、酸素 p 電子とマンガン d 電子間の結合が弱まることで、あたかも酸素イオンが「孤立した」ような状態になるために生じることがわかった。最後に、リチウム組成が変化した時の酸素の p 軌道の電子運動量密度分布を図3に示す。本研究により初めて孤立したような状態にある酸素 p 軌道の可視化に成功した。

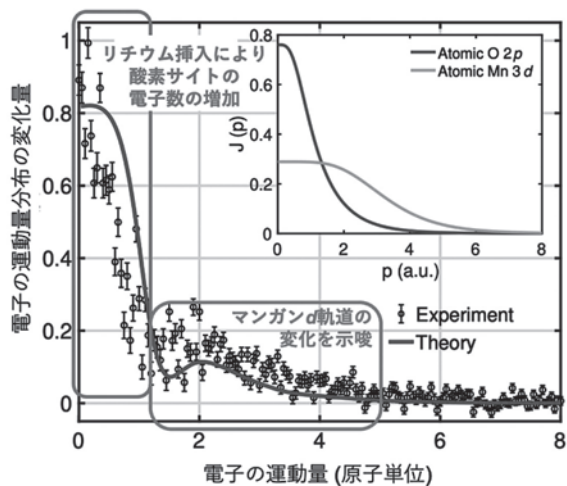


図2 リチウム量が0.4から0.8に変化した時の電子運動量密度分布の変化。白丸は実験結果であり、実線は理論計算結果を表す。挿絵は計算から得られた酸素 p 軌道とマンガン d 軌道の電子運動量密度分布。

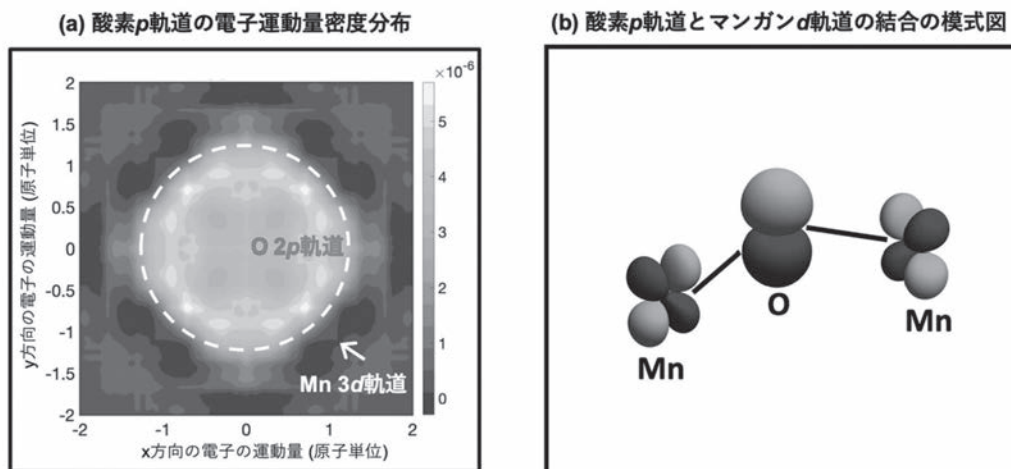


図3 (a) 酸素 p 軌道(点線で囲んだ部分)の電子運動量密度分布。(b) 酸素 p 軌道とマンガン d 軌道の結合の模式図。茶色の領域は正符号、青色の領域は負符号を表す。静電的相互作用により酸素 p 軌道とマンガン d 軌道との間の結合が弱くなる。

本研究の成果は、次世代正極材料として期待されるリチウム過剰系正極材料 $\text{Li}_x\text{Ti}_{0.4}\text{Mn}_{0.4}\text{O}_2$ の高容量発現メカニズムを物理的な視点から明らかにしたことによりオリジナリティがあると考えている。今回の成果がより高容量な正極材料の設計、ならびに高性能なリチウムイオン電池開発に資することを願うとともに、放射光実験のような学際的な知識の習得が可能な研究に興味を持つ学生が増えてくれることを願っている。

本研究は群馬大学の櫻井浩教授、高輝度光科学研究センターの辻成希博士、櫻井吉晴副センター長、横浜国立大学の藪内直明教授、京都大学の山本健太郎特定准教授、内本喜晴教授、カーネギーメロン大学(米国)のHasnain Hafiz博士、Venkatasubramanian Viswanathan 准教授、ラッペンランタ大学(フィンランド)のBernardo Barbiellini教授、ノースイースタン大学(米国)のArun Bansil教授との国際共同研究として行いました。また、本研究は科研費若手B(15K17873)と基盤研究C(19K05519)の支援を受けて実施しましたこと、誌上を借りてお礼申し上げます。

[1] H. Hafiz, K. Suzuki, B. Barbiellini, N. Tsuji, N. Yabuuchi, K. Yamamoto, Y. Orikasa, Y. Uchimoto, Y. Sakurai, H. Sakurai, A. Bansil, and V. Viswanathan, *Nature*, 594, 213-216 (2021).
 [2] <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/about/index.html>
 [3] http://markethack.net/archives/cat_50049150.html
 [4] G. Assat, and J. -M. Tarascon, *Nature energy*, 3, 373-386 (2018).

令和3年度科技振セミナー4/10 報告

公益財団法人 群馬大学科学技術振興会 理事長 **志賀 聖一**

受講無料（要登録）のWebセミナー、毎月第三か四の金曜日14:30-17:00/2コマ、2021年/7-11月、との呼びかけで、恒例となった科技振セミナーを実施した。全10テーマ中、4テーマを終了したので、ここに報告する。表中、1~4までとなる。5以降は本稿執筆段階では未開催なので、ぜひ多くの皆様のご参加をお待ちしている。

主催は当会とNPO法人 北関東産官学研究会であるが、当会は北関東からの委託を受けて実施している。歴史は相当古く、私自身もずいぶん昔に講師を務めたことがある。以下、順を追って、講演者の資料をほぼそのまま掲載させていただきたい。

1. 林 史夫 准教授（機器分析センター）

分析目的と分析方法，依頼分析にも対応できる分析装置の特長

先端研究に必要なものは様々あるが、その一つが高度な分析機器である。

機器分析センターでは、そのような機器を用いて、地元・近隣の企業の方が直面している、開発・品質管理・不具合発生の原因追及などに「依頼分析」でお応えしている。新体制になった2015年からご依頼件数は増えてきている。

主たる設備は日ごろからよく使われる分析機器群である。試料や目的に応じて適切な分析機器を使用する。そのために、打ち合わせはとても重要である。最近では、オンラインでの打ち合わせが増えている。緊急事態宣言等が

	番号	1コマ目 14:30-15:30	番号	2コマ目 15:45-16:45
7/30	1	林 史夫 准教授（機器分析センター） 分析目的と分析方法，依頼分析にも対応できる分析装置の特長	2	丸山 真一 教授（知能機械創製） 基礎から学ぶ振動のしくみとその対策
8/27	3	上原 宏樹 教授（分子科学） 分子を伸ばして強い繊維をつくる	4	攪上 将規 助教（分子科学） 高分子を利用した形態機能性セラミックスの作製
9/24	5	大嶋 孝之 教授（環境創生） 高電圧と食品・バイオ・水の融合を目指して	6	中沢 信明 教授（知能機械創製） 加速度センサのしくみと応用
10/22	7	荘司 郁夫 教授（知能機械創製） マルチマテリアル用微細接合部の信頼性評価	8	半谷 禎彦 教授（知能機械創製） 軽量金属構造の未来
11/26	9	白石 洋一 特任准教授（知能機械創製） AIの概要と産業応用	10	小澤 満津雄 教授（環境創生） コンクリートは火に弱い・・・?! コンクリートの耐火性のお話

研究・産学連携推進機構 機器分析センター

困った時の依頼分析～依頼分析についての説明～



- ▶ 先端研究に必要なもの... その一つが**高度な分析機器**です
- ▶ 理工学部教員の約40%が機器分析センターの分析機器を使用しています
- ▶ 同じ分析機器を用いて、企業の方の商品開発・品質管理などにおけるお困りごとと、**分析技術で対応するサービス**を行っています
- ▶ まずは相談のご連絡をください。打ち合わせをしましょう。ご訪問も可能です

連絡先はこちら
 ✉ kikiribun@ml.gunma-u.ac.jp
 ☎ 0277-30-1142
 🌐 http://www.trcia.gunma-u.ac.jp

01 依頼可能な能力を注ぎます 既知情報などで困ったとき、 「分析技術」に自信が大切です。	02 まずは気軽にご相談を 「こんなこと相談して良いの かな」と悩む必要はありません。 気軽に電話やメールを してください。	03 “委託分析”OKです 内容によっては無料でも委託 分析を行います。	04 分析結果は迅速に持ち帰り いただけます 結果の評價から今後のアド バイスまで、親身になって 対応できます。	05 大学からこそ、専門家の 知識も期待できます 大学の特性をご活用ください。 分析を入口に専門家 への相談/紹介も承ります。	06 新製品の導入計画に参加 しませんか? 「こんなことができる装置だ という思い方でも構いません。 是非ご提案下さい。
---	--	--	--	---	--

- 例えばこんなことが調べられます
1. 新規に工業・商業用に開発される製品の分析
 2. 電子デバイス・ゴム製品等の機械的強度の検査
 3. 塗料や塗膜・接着剤・インク等の組成成分の分析
 4. スチール系鋼材・合金鋼材・半導体材料・樹脂系材料等の組成・形状・表面・断面の分析
 5. 医薬品・食品・飲料・化粧品等の成分分析・残留成分の検査
 6. 環境分析分野に際して、環境モニタリングや環境汚染の検査
 7. CO2削減や省資源の観点から、プラスチック・樹脂系製品の成分分析、生分解性材料の含有率の検査
 8. プリント基板・合金鋼材の組成・表面の組成や表面成分の分析や表面成分の測定
 9. 都市圏の生活排水成分や下水処理水の検査
 10. ナガノ・質・重量・スナックなどの成分分析や水分量の測定
 11. 粉体・繊維・油質・樹脂等の組成や水分量の分析や水分量の測定

一押しの分析装置です



【時間領域 極細気流噴霧装置】

- ▶ 食品・燃料・種子・医薬品の粉末や凝集物が、凝集することなく全範囲・水分量の測定
- ▶ スライの分散性、粒子サイズの変化モニタリング、浴液濃度の跟踪性、濃性状等の評価
- ▶ 極細気流・セメント・ボリマーなどの粉末の分散性の計測変化



【液体クロマトグラフ】

- ▶ 業界内で重要な生産過程をリアルタイムに観察するための専用装置として開発された生産プロセス管理装置で、5S成分の百分分析
- ▶ 業界内におけるアミン・脂肪酸・糖類の代謝物変動を百分分析



出ていなければ、弊センターまで来ていただくこと、貴社まで出向くことも可能である。打ち合わせに基づいた「依頼分析申請書」を提出することで契約は完了である。機器分析センターのスタッフが分析を開始する。ご希望とあれば、秘密保持契約を結ぶこともできる(時間は要する)。分析料のお支払いは請求書払いになる。

技術的相談の中には本学で対応しきれないケースもある。その時は「りょうもうアライアンス」の枠組みを使っ

て、前橋工科大学、足利大学、群馬高専に案件を展開し、対応可能な機関を探す。

相談に来てくれた方をあきらめさせず何とかしていこうというシステムである。

以下のような好事例がある。

群馬大学に相談があり、足利大学が受けとってくれ、開発に成功した好例とニュースでも話題になったコロナウイルスを不活化する光触媒をつけた銅繊維の開発秘話である。分析を群馬大学が担当した。

依頼分析可能な分析機器



その他、蛍光分光光度計、量子収率測定装置、ワイン・ヨーグルト等のpH計測装置などもあります。

りょうもうアライアンス

<http://www.rimc.gunma-u.ac.jp/ryomo-alliance/>



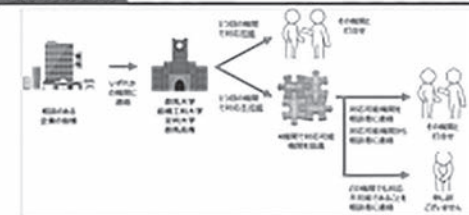
群馬大学、前橋工科大学、足利大学、
群馬工業高等専門学校が
連携して行う地域企業を支援する
セーフティネットです

企業の皆様へ

群馬大学、前橋工科大学、足利大学、群馬工業高等専門学校はこれまで個別に大学連携を通じた共同研究を営んでまいりました。しかし近年、産学官連携の加速をはじめとする期待があり、企業と大学との関係に必要とされているサービスが課題となりお話し致しました。りょうもうアライアンスはこの4機関による「物づくりの軸」企業サービスプロジェクトの主要な体制です。商品・技術の開発、分析に関する相談を受けると、4機関の中から最適な担当先をご提案します。企業の成長に「りょうもうアライアンス」を活用していただくことで、商品開発活動や技術開発活動が活発になり、地域全体が元気になることを期待しています。

※このアライアンスは、各機関の専任スタッフが、連携して企業様の課題を解決いたします。このアライアンスは、各機関の専任スタッフが、連携して企業様の課題を解決いたします。

使い方の説明



技術的な問題を解決したい、大学や研究所と共同で研究したい、分析をしてほしい、このようなことがあれば、いつでもお気軽にご相談ください。これまで特定の機関と協力関係にあった場合、またその機関で得意な分野がございましたら、まず、質問・相談の優先。目的・相談内容、費用、連携、共同研究の協力を参考に、お問い合わせ先を決めていただくことをおすすめします。

商工会議所・市との連携

商品開発・情報発信・経営相談などの研究課題解決、製造技術・補助金への対応、起業・創業を目指す方への応援など、豊富な企業メニューをお持ちの商工会議所や市町村と連携してまいります。特に商品・技術の開発、技術に関する悩みが解決しやすくなることを目指しています。

お問い合わせ

- 群馬大学
共同研究設備センター
☎ : 0277-30-1141, 1142 ☎ : 0277-30-1142
✉ : kaku@rimc.gunma-u.ac.jp
- 前橋工科大学
地域連携推進センター
☎ : 027-265-7361 ☎ : 027-265-3837
✉ : chiku@maebashi-u.ac.jp
- 足利大学
総合研究センター
☎ : 0284-62-0782 ☎ : 0284-62-9985
✉ : soken@ashitech.ac.jp
- 群馬工業高等専門学校
産学連携推進・地域連携係
☎ : 027-254-9009, 9023 ☎ : 027-254-9045
✉ : kenkyu@jim.gunma-ct.ac.jp

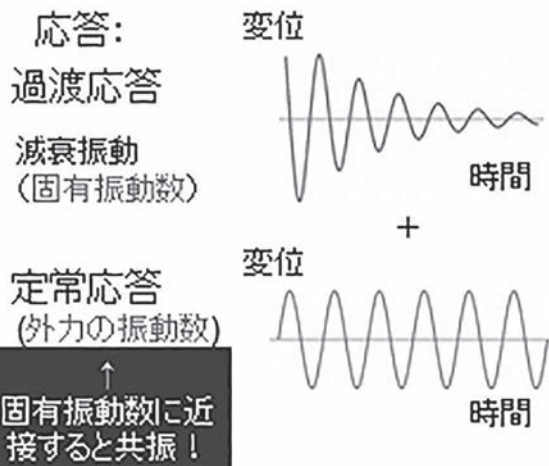
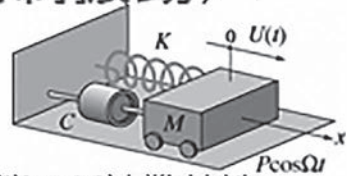


2. 丸山 真一 教授 (知能機械創製)
基礎から学ぶ振動のしくみとその対策

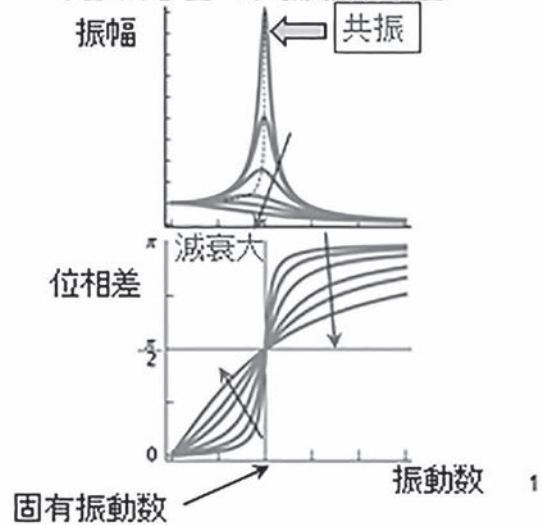
周期外力が作用すると(強制振動)?

一自由度ばね質量系の強制振動

$$M \frac{d^2 U}{dt^2} + C \frac{dU}{dt} + KU = P \cos \Omega t$$



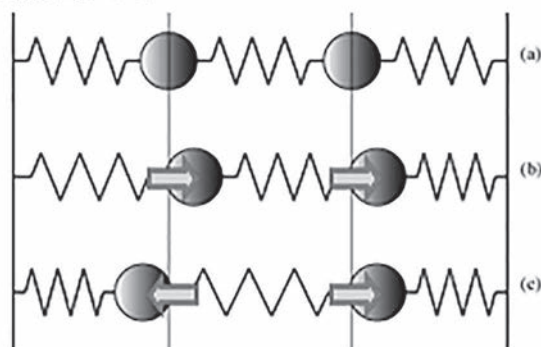
定常応答の周波数特性



複雑な機械の振動と振動の「かたち」

一般の機械 → 多くの部品で構成・多方向に運動 → 多自由度振動系
 → 自由度の数だけ固有振動数が存在し、それらの応答の重ね合わせ

二自由度系では..



低次の固有振動モード
 : 同相 低振動数

高次の固有振動モード
 : 反相 高振動数

車両モデルの
 バウンスと
 ピッチング



2

薄い板などの振動では？

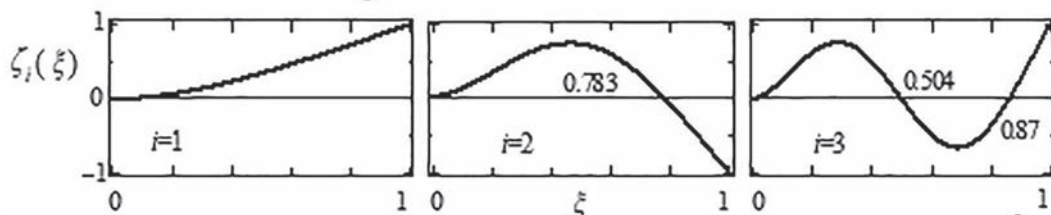
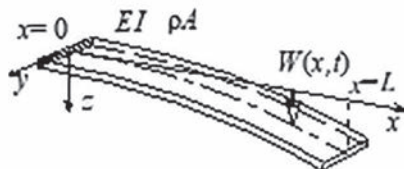
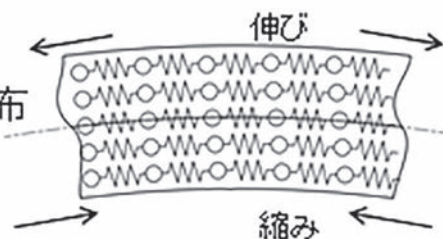
一般の機械 → 軽量化のために薄肉の板などが多用される。

→ 変形を伴って振動する。

○ 変形量が空間の連続関数

○ 質量とばねの性質が、連続的に分布

→ 無限個の固有振動数

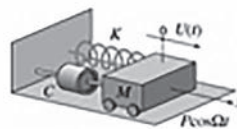


片持ちばりの固有振動モード

振動の発生メカニズム(1)

(1) 強制振動型: 周期外力が作用

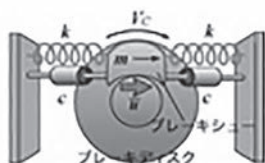
$$M \frac{d^2 U}{dt^2} + C \frac{dU}{dt} + KU = P \cos \Omega t$$



(2) 自励振動型: 負の減衰が作用

$$M \frac{d^2 U}{dt^2} - C \frac{dU}{dt} + KU = 0$$

例: ブレーキの鳴き
(摩擦接触・摺動)

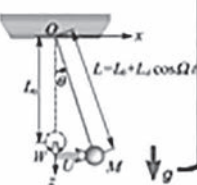


(3) 係数励振型: 剛性が周期的に変動

$$M \frac{d^2 U}{dt^2} + C \frac{dU}{dt} + (K + P_d \cos \Omega t) U = 0$$

剛性変動:
固有振動数×2
付近で生じ易い

例: ブランコの立ちこぎ
歯車系(かみ合い
率の時間変動)



・エネルギー流入→
振幅成長(固有振動数)
・後述の非線形項を
無視すると発散

4

3. 上原 宏樹 教授(分子科学)

分子を伸ばして強い繊維をつくる

鎖状高分子の特徴

高分子鎖は「異方性」と「絡み合い」を内包しているが、これらは相反する関係にある。すなわち、分子鎖レベルでの異方性をバルク状態に引き出せれば高性能化が実現できるが、分子鎖絡み合いが多くなると延伸加工が難しくなる。そこで、屈曲した分子鎖を滑らせながら引き伸ばすことからみ合いの解きほぐしと高配向化を両立させる「超延伸」技術が1970年代から開発されてきた。この方法によって分子鎖の異方性を極限まで引き出すと、超高性能が発現することが知られている。たとえば、最も単純な繰返し単位を有するポリエチレンであっても、その理論弾性率は240GPaに達する。これは、単位重さあたりでは鋼の2~3倍に相当する高い値である。また、その熱伝導性は金属の中でも最も高い銅の値(400Wm⁻¹K⁻¹)に達する。

超延伸による高性能化

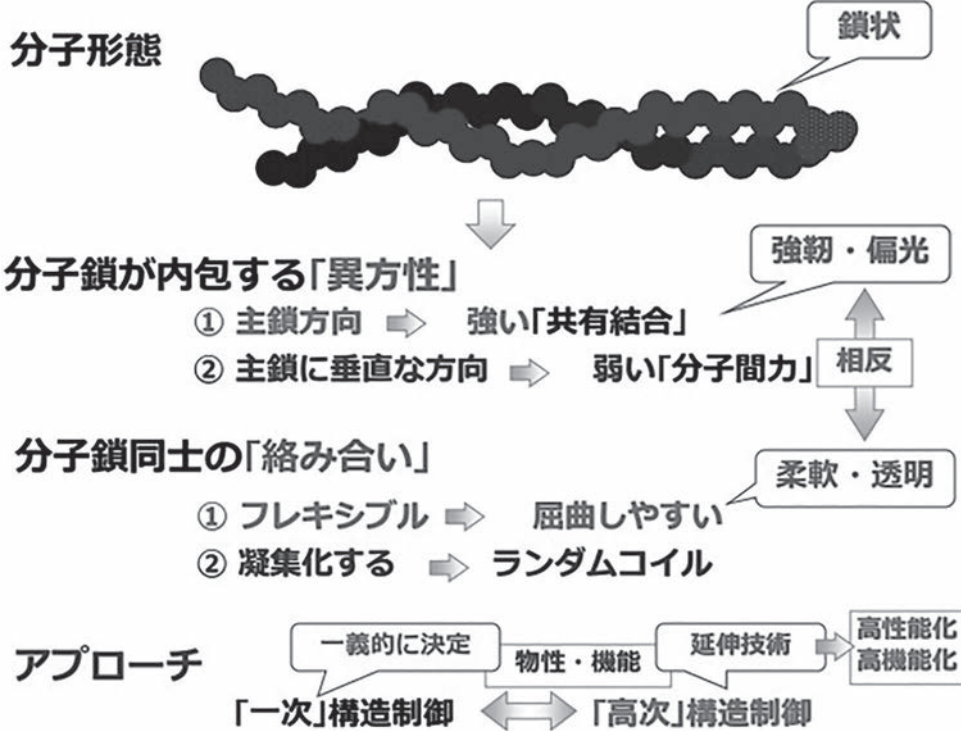
一般に、高分子材料の高次構造は、伸びきり鎖結晶(ECC)、折りたたみ鎖結晶(FCC)、非晶(ランダムコイル)で構成されている(図1)。これを、上述の極限物性を与える構造(極限構造)とするためには、まず、①分子鎖を引き伸ばし、②高度に配向させ、③結晶化によって固定化することが重要となる。延伸に伴い、FCCからECCへの転移に伴ってネック変

形が生じるとともに、それが試料全体に伝播することによって、応力ひずみ曲線に平坦領域が現れる。この段階で、物性面では弾性率が向上する。一方、破断強度はさらに延伸比を高くしないと上がってこない。これは、分子末端が構造欠陥として作用するためである。例えば、ポリエチレンを延伸するのではなく高圧結晶化して得られたECCでは、分子末端が一行に並んでいるため、高結晶化度であるにもかかわらず破断強度は低い値に留まる。したがって、極限構造の達成にあたっては、分子鎖を滑らせて④分子末端をランダム分布化することが重要である。このためには、自然延伸比を越えた「超延伸」が必須となる。

超延伸法による構造形成

この超延伸法の一つとして、「熔融延伸法」がある。この延伸法の特徴は、分子鎖絡み合いを応力の伝達点として利用する点にある。この延伸法を用いると、超高分子量ポリエチレン釣り糸の製造に用いられている「ゲル紡糸法」では必須であった有機溶剤を一切用いることなく、高強度化することが可能である。また、縦横二方向に延伸することで、高強度薄膜や微多孔膜を製造することもできる。

鎖状高分子の特徴



「超延伸」による高性能化

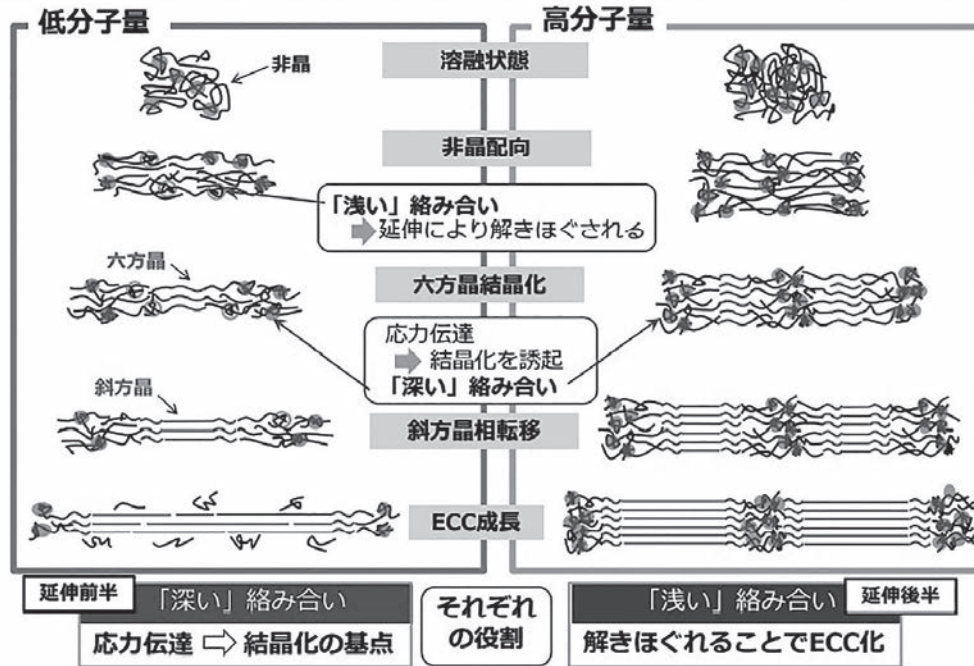
「相反」する高分子鎖の特徴

- ① 異方性 ⇒ 「バルク」状態に引き出す：高性能化
- ② 絡み合い ⇒ 分子配向を導入しにくい：難加工性

「超延伸」により得られる構造



溶融延伸法による構造形成



4. 攪上 将規 助教(分子科学)

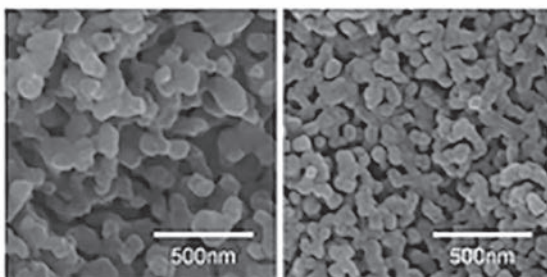
高分子を利用した形態機能性セラミックスの作製

セラミックスナノ構造体の作製 (1)

高分子の構造形成能を利用した共連続ナノ多孔質水酸アパタイト (HAp) の作製

高分子の構造連続性や構造形成能を利用してナノ粒子を配列することで、セラミックスナノ構造体の作製に取り組んでいる。

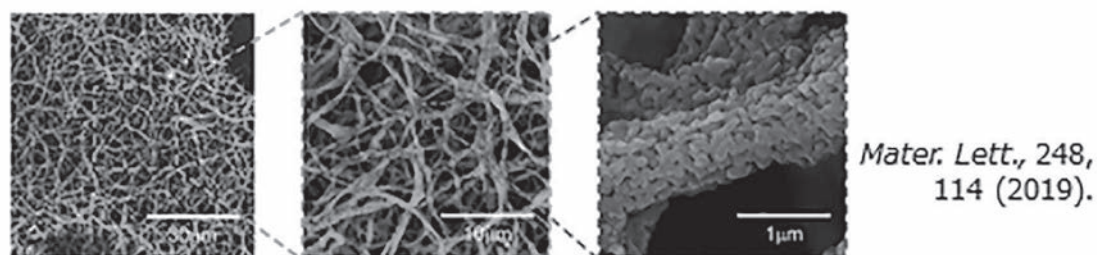
ポリビニルアルコール (PVA) を利用してHAp前駆体ナノ粒子をネットワーク化することで、孔径約100nm程度で孔径分布が狭く、均質な内部接続孔を有する共連続ナノ多孔質HApが得られた。



J. Alloy. Compd., 696, 566 (2017).

ナノ多孔質ナノ繊維状HApの作製

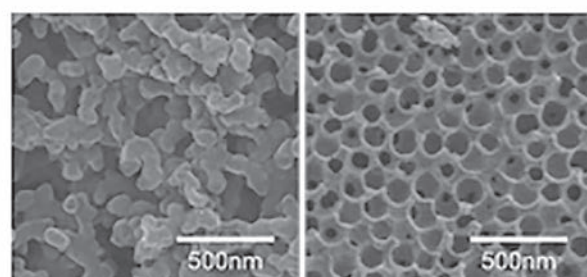
さらに、PVA水溶液の紡糸性を利用して電界紡糸により前駆体ナノ粒子を繊維状に配置することで、ナノ多孔質HApをナノ繊維構造化することができた。



有機化合物を利用した前駆体構造制御によるセラミックス合成 (1) 有機化合物を利用した前駆体構造制御による炭化ホウ素 (B₄C) 粉末の低温合成

有機化合物の反応性と構造秩序性を利用して活性前駆体を形成することで、セラミックス粉末の低温合成に取り組んでいる。

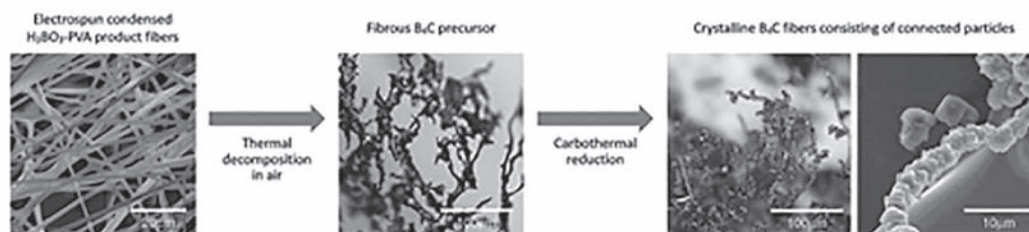
非酸化物セラミックスの工業的合成法である熱炭素還元法における炭素源として有機化合物（ポリオール）を用いることで、図のようなナノ構造体の形成に成功した。これを前駆体とすることで、高温での焼成が必要であった炭化ホウ素 (B₄C) などのホウ素系非酸化物セラミックス粉末における新たな低温合成法を確立している。



J. Ceram. Soc. Jpn., 126, 602 (2018).

B₄C繊維の作製

さらに、高分子の成形性を利用して前駆体を繊維化することで、連結粒子からなるB₄C繊維の作製に成功している。

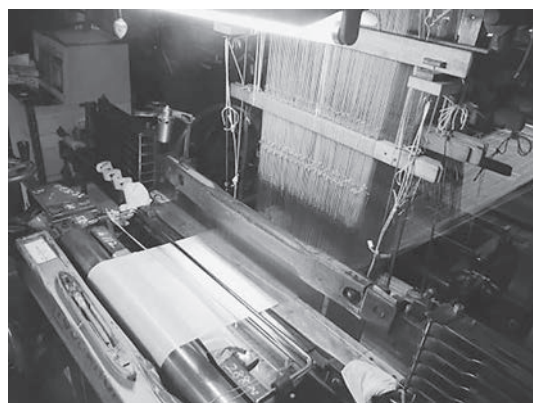


Mater. Lett., 254, 158 (2019).; 特開2020-051019.

<閑話休題>

攪上(かきあげ)先生のご実家では、いまなお現役の機織り機が稼働している。桐生の織機は、桐生機

械株式会社と村田鉄工所の2社がメジャーだったと
のことで、写真は村田式と呼ぶ織機群である。いつ
までも働き続けることを願ってやまない。



北関東産官学研究会情報誌「シーズを見つけよう」原稿執筆要領

北関東産官学研究会「情報誌」の発行にご協力いただき、まことにありがとうございます。本情報誌は北関東地区の企業はじめ、研究機関、大学等に最新かつ有用な情報の提供が目的です。本稿「シーズを見つけよう」は、研究機関や大学等で行われている最新の研究内容をシーズとして、おもに企業の技術者にお知らせするとともに、企業の持つニーズをフィードバックすることにもつながる重要な役割を担っております。

実用化のシーズになりそうな研究のみならず、基礎研究を含んだ幅広い内容を対象としています。テーマはなるべく一つに絞っていただき、わかりやすくご紹介いただければ幸いです。

以下におおよそのガイドラインを示します。

項目

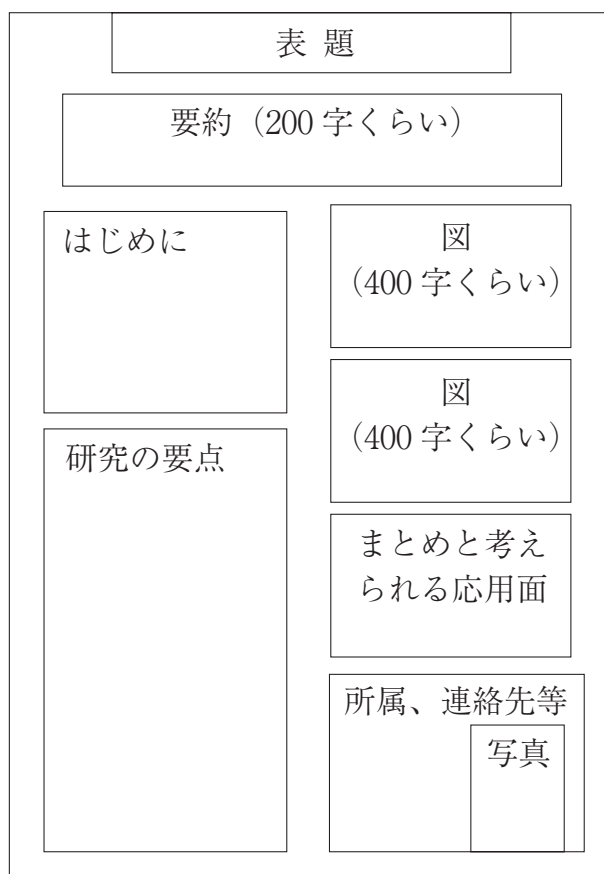
- 1) 題名：堅くなく、一見して親しめるようなもの。
- 2) 名前と連絡方法：氏名、ふりがな、所属、所在地、職名、電話番号、ファックス番号、E-mail アドレス、顔写真（jpg を別ファイルでお願いします）。
- 3) 要約：研究概要、アピール点、応用面等を 200 字くらいで。
- 4) はじめに。
- 5) 研究の要点、実験内容、結果など。
- 6) まとめと考えられる応用面。
- 7) 図表、写真は 2 つくらいに。
- 8) 引用文献は不用。

ご注意いただきたい事項

- 9) 学術書ではありません。読者は第一線の技術者ですが専門外の場合も考え、大学一年生レベルとお考えください。
- 10) camera ready 原稿にさせていただく必要はありません。本文は打ちっぱなしでけっこうです。
- 11) 図表、写真は紙でも結構です。
- 12) カラーはご遠慮ください。

原稿と字数

- 13) 1 ページ 2 段組全部でおよそ 2200 字。うち図が (8 × 8cm とすると) およそ 400 字相当。題目 300 字相当、要約 200 字、著者情報写真含めて 260 字相当で、本文は 1040 字となります (図が一つの場合)。
- 14) 提出は編集委員あてメール添付ファイルでお願いします。
- 15) その他不明な点等は編集委員あて何なりとお尋ねください。



050127 改訂

編集後記

今年の6月12日、ちょうど日付が変わった時に、2010年ノーベル化学賞受賞者の根岸英一先生がご逝去なさったとのニュースがあった。亡くなられたのはその一週間ほど前で、享年85歳とのことだった。根岸先生がノーベル賞に選ばれたのは、パラジウム触媒に亜鉛を用いた「クロスカップリング反応」の開発によるもので、その反応は「根岸反応」とよばれている。クロスカップリング反応は日本のお家芸であり、多くの日本人化学者がその開発に名前を連ねている。その中には、スズを用いたクロスカップリング反応を開発した群馬大学名誉教授の右田俊彦先生、小杉正紀先生も挙げられる。

私は初めて根岸先生のお名前に接したのは、卒業研究のための最初の実験で用いた反応剤がきっかけだった。その化学反応は、「根岸反応剤」とよばれるジルコニウム錯体を使用する有機合成反応だった（ノーベル賞を受賞された反応とは異なるもの）。反応を行う前に根岸先生の論文を読むと、明らかに日本人の名前だが研究場所はアメリカのパデュー大学であり、海外で研究室を構えるなんてよほど優秀な先生なんだろうな、と思ったのを憶えている。その後さらに勉強するにつれ、本当に偉大な先生であることをよく理解した。博士課程へ進学し、京都で開催された学会のレセプションパーティーで、初めて根岸先生にお目にかかることができた。全くの初対面で緊張しながらも声をかけ、私が読んだ先生の論文のことを話すと、「あれは私の論文の中でも一番有名で、その年のJACS（アメリ

カ化学会誌）で最も引用件数が高かったんだよ」と得意げに語っておられた。その後、私がポスドク、助教としてお世話になった北大の高橋保先生が、根岸先生と非常に懇意にされていた方であったことから、何度かお目にかかる機会があった。私がアメリカへ行った際にはご自宅に招待もいただいた。若い頃は大変厳しい方だったそうだが、私がお目にかかった時には物腰が柔らかく大変優しい印象しか受けなかった。

根岸先生がある学会でご講演なさった際に、クロスカップリング反応を思いついた経緯を聞いたことがある。ある有機化合物の合成方法を問う試験問題を採点する中に、全ての結合を何も考えずにプラスとマイナスのイオンのカップリングで構築するという、全く頭を使っていないひどい回答があったそうだ。その時は、こんな簡単に結合を構築できたら苦労はない、と思ったそうだが、「根岸反応」とはまさにそのような反応であった。知られている全ての反応が人名でよばれるわけではない。新規性があるだけでなく、シンプルで分かりやすいというのが「根岸反応」とよばれるゆえんの一つであると思う。

根岸先生のご葬儀は、コロナ禍明けに執り行われるとのことであった。コロナ禍で亡くなると葬儀すらもままならない。根岸先生のご冥福とともに、一日も早く普通の日々が戻ってくることを祈るばかりである。

（菅野研一郎）

特定非営利活動法人

北関東産官学研究会役員名簿

理事(会長)：*根津紀久雄(特定非営利活動法人 北関東産官学研究会 会長)

理事(副会長)：*小宅 勝(群馬県立群馬産業技術センター 所長)、*小沼健夫(サンデンリテールシステム(株) 総務人事本部 部長)、*志賀聖一(群馬大学 名誉教授)

理事：石川利一((公財)群馬県産業支援機構 理事長)、*阿久戸庸夫(株)ミツバ相談役)、大久保明浩(群栄化学工業(株) 開発本部長)、牛山 泉(足利大学 理事長)、鮎澤恭一(関東精機(株) 取締役社長)、三ツ橋隆史(小倉クラッチ(株) 技術本部 張力・産官学担当部長)、辻田雅文(日本コークス工業(株) 栃木工場長)、*黒田正和(群馬大学 名誉教授)、*黒田真一(群馬大学大学院理工学府 教授)、*甲本忠史((一財)地域産官学連携ものづくり研究機構 リサーチフェロー)、小島 昭(特定非営利活動法人 小島昭研究所 理事長)、*渡邊智秀(群馬大学大学院理工学府 教授)、久米原宏之(群馬大学工業会 理事長)、塚越隆史(桐生瓦斯(株) 代表取締役社長)、*大津 豊(桐生市産業経済部 部長)、*石原雄二(桐生商工会議所 専務理事)、北田勝義(株)ミツバ 社長執行役員)、登坂正一(太陽誘電(株) 代表取締役社長)、岸本一也(株)山田製作所 代表取締役社長)、松原維一郎(吉澤石灰工業(株) 代表取締役社長)、伊藤正実(群馬大学 教授)、石川赴夫(群馬大学 名誉教授)

監事：竹内康雄(竹内税理事務所 所長)、石間経章(群馬大学大学院理工学府 教授)

顧問：石間経章(群馬大学大学院理工学府 府長)

(注)*は常任理事

登録顧問：団長 根津紀久雄

専門部会：群馬地区技術交流研究会(会長 松浦 勉)、北関東地区化学技術懇話会(会長 中川紳好)、複合材料懇話会(会長 山延 健)、地中熱利用研究会(会長 根津紀久雄)

HiKaLoニュース編集委員会：委員長 渡邊智秀

HiKaLo技術情報誌編集委員会：委員長 石間経章、委員(高橋佳孝、高橋 亮、横内寛文、野田玲治、伊藤正実、菅野研一郎、渡邊智秀、栗田伸幸、鈴木孝明、根津紀久雄、萩原三男)、他連絡委員数名



HiKaLo 技術情報誌

第77号 Vol.21, No.2

2021年10月14日 発行

編集・発行：北関東産官学研究会 編集委員会

《お問い合わせ先》 山藤まり子

〒376-0024 桐生市織姫町2-5

Tel 0277-46-1060

Fax 0277-46-1062

印刷：株式会社 上昌



国立大学法人 群馬大学

※HiKaLoとはNPO法人北関東産官学研究会の英訳
Highland Kanto Liaison Organizationの頭文字
から名付けられています。