

Highland Kanto Liaison Organization

HiKaLo

技術情報誌

- 創立100周年
- シーズを見つけよう
- 助成研究の紹介
- 専門部会報告

第55号
Vol.15, No.1
2015.10.21

平成27年10月21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 群馬大学工学部 これまでの100年、これからの100年	1
群馬大学大学院理工学府 学府長 群馬大学工学部 学部長	篠塚和夫
● 事務局からのお知らせ	
● 平成27年度理事会および定例総会を終えて	3
● 平成27年度「第1回 川上・川下マッチング事業」について	4
特定非営利活動法人 北関東産官学研究会	
● 9事業の助成決定 ～2015年度産学官共同研究～	5
● 特集：群馬大学工学部創立100周年	
● 祝！100周年	6
桐生市長	亀山豊文
● 学科の教育理念と教育目標	7
総合理工学科長 群馬大学理工学府 電子情報部門 教授	関 庸一
● 世界を変える電子情報技術	9
群馬大学理工学府 大学院理工学府電子情報理工学科 教授	中野真一
● 環境創生理工学科の紹介	10
群馬大学理工学府 大学院理工学府 環境創生理工学科長 教授	清水義彦
● 機械システムの知能化へ	11
群馬大学理工学府 大学院理工学府 知能機械創製部門 教授	魏 書剛
● シーズを見つけよう	
● 画像解析による腐食の定量評価手法の開発	13
群馬県立群馬産業技術センター 環境・エネルギー係	小松秀和
● 河川と海の砂の動きを解き明かす！	14
群馬大学大学院理工学府 環境創生部門 准教授	鵜崎賢一
● 物質・生命科学、応用研究への量子ビーム利用のすすめ	15
群馬大学大学院理工学府 基盤部門 教授	平井光博
● 有機ケイ素クラスターの新しい合成法を目指して	16
群馬大学理工学府 大学院理工学府 分子科学部門 准教授	菅野研一郎
● ローテクとハイテクを活用したシリコン微細加工法 一反射低減構造への応用	17
群馬大学大学院理工学府 電子情報部門 准教授	伊藤和男
● 3次元リソグラフィによる微細加工	18
群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門 准教授	鈴木孝明
● 地域連携プロジェクト	
● ロボットと安全	19
群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門 准教授	安藤嘉則
● 助成研究の紹介	
● コア素材の違いによるリアクトルの直流重畳特性	21
(株) タイホープロダクト 群馬大学大学院理工学府 電子情報部門	大竹康智、大橋隆一 山上翔太、石川赴夫
● 軽量で柔らかいポリ塩化ビニル製ボールの開発	29
群馬レジン 代表 群馬県立群馬産業技術センター 群馬県立群馬産業技術センター	豊田 宏 恩田紘樹 鈴木 崇
● 教育を考える	
● 台湾雲林県知事視察団一行の桐生訪問	34
群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門 教授 桐生市	志賀聖一 深澤 翼
● 専門部会報告	
● 技術交流研究会	会長 小林幸治 37
● 化学技術懇話会	会長 伊藤直次 41
● 複合材料懇話会	会長 山延 健 42
● 地中熱利用研究会	会長 鵜飼恵三 44
● 科技振セミナー	45
● 執筆要領	46
● 編集後記	48
● 役員名簿	48



群馬大学理工学部 これまでの100年、これからの100年

群馬大学大学院理工学府 学府長 篠塚 和夫
群馬大学理工学部 学部長

群馬大学理工学部のルーツである「桐生高等染織学校」は、我が国8番目の官立(国立)高等工業学校として100年前の大正4年(1915年)に設置されました。100年前といえ世界史的には第一次大戦前後の時期になりますが、我が国の産業構造はまだまだ軽工業が主流であり、桐生は中でも中核産業とも言うべき繊維産業の中心地でありました。当時の日本で唯一の高等染織学校が、織都桐生に設置されたのはそのような社会背景からであり、また、設置に当たっては群馬県並びに桐生市の官民挙げての大誘致運動が大きく影響したとされています。

初代校長として着任された大竹多氣博士は、第二代校長となられた西田博太郎博士をはじめ、日本中から優秀な教員を招聘する事に尽力されました。また、大正5年4月10日の第1回入学式では、39名の入学生を前に「艱難汝を壁にす」の言葉を贈り、学生たちを激励されたと伝えられています。

大正7年から昭和20年まで、27年の長きに亘り第二代校長を務められた西田先生の元では、発足時の色染科・紡織科の2学科体制から、応用化学科、機械科、電気科などが順次増設され、現在の理工学部へと続く原型が形作られつつ発展を遂げて行きました。残されている当時の様々な写真からは、繊維産業の中心地桐生の街の華やかさ、日本中から桐生に結集し、意欲的な研究や教育の推進に当たられた気鋭の教員陣、やはり全国から希望に燃えて桐生の地に集まった若人らの澁刺とした誇らしさなどが伝わってきます。

戦後の学制改革に当たっては、様々な議論の末、新制群馬大学の工学部として再出発することとなりました。その後、昭和39年には大学院工学研究科(修士課程)が、また平成元年には博士課程が設置されました。さらに平成25年には教育課程を全面的に改訂した、理工学部・大学院理工学府への改組を実施し、群馬大学における最大規模の学部として今日

に至っています。旧制学校第一期の卒業生は僅かに25名でしたが、現在は毎年の卒業生・修了生も千名近くに上ります。また、これまでの100年間の卒業生・修了生数も約4万名以上となりました。この間に産業界や学界、官公庁等にも多くの有為な人材を輩出しつつ、世界に誇れる数々の研究業績を上げてきました。

さて、こうしてこれまでの100年を振り返る位置に立った我々は、同時にこれから先の100年を見据えた、新たな理工学部像の構築に向かって行かなければなりません。大学は地域における知の拠点と言われますが、その意味で、学術の面では常に世界最先端と勝負のできる質の高い研究と、それに裏打ちされた質の高い教育が行われる場として発展して行くべきと考えています。ここで、理工学系教育において我々が育成すべき人材像とはどのようなものか?と言う問いは重要です。これに関して思い起こされるのは、旧制学校第二代校長を務められた西田先生の言葉です。化学者である西田先生は常々、技術者は管理・経営的な感覚、すなわち経済的な頭脳を持つべきであるとして、専門とする染色化学関係の講義の他に、工場管理学や工場経営法など、いわゆる経営工学に関する講義も行ったと伝えられています。実際に西田門下の幾多の卒業生の中には、企業トップを始め、それぞれ企業経営の責任有る立場に就かれた方々が、数多く存在しています。今後の理工学系教育においては各学術分野における高度な専門教育は勿論ですが、一方で社会の発展につながる技術・製品とは何かを常に考え、さらに、如何に巧みにそれらを生み出して行くかという企業マインドを育てる人材育成がより強く求められるのではないのでしょうか。また、いわゆる専門教育については、従来ややもすると陥りがちであった分野別のタコツボ型知識伝授教育のみではなく、分野横断あるいは異分野連携活動が行える様な、基礎的学問力と異分野への受

容力に裏打ちされた専門性を育てる教育が求められると考えられます。平成25年度に実施した工学部・工学研究科から理工学部・理工学府への改組は正にこの考えに沿ったものと言えます。研究面においてもこれらと軌を一にして、文科省支援による「エメントイノベーション」や「医理工生命医科学融合医療イノベーション」といった異分野融合研究プロジェクトが展開されています。さらに、質の高い教育や研究と言う意味では様々なレベルでのグローバル化が欠かせません。幸い今回100周年を迎えるに当たり、卒業生や県内を中心とした企業や団体からのご協力を戴き、既に約1億円を超える記念募金が集まりました。今後これを活用し、優秀な学生や若手教員の海外

派遣、さらには海外の優秀な研究者の招聘を活発化し、地域に根ざしながら世界に向かって開かれた学部としての発展に繋げたいと考えています。既に理工学部ではこうした新たな動きとその成果は出始めており、例えば研究成果を活かした産学連携活動でも、昨年度は過去最高となる134件の共同研究を、地元企業をはじめ多くの企業と実施しました。また、学生・教員の海外留学数も増加して来ています。

このように、これからの100年はこれまでの100年を継承しつつ、一方では新たな時代に相応しい教育・研究を実施し、また、その為に様々な改革に果敢に挑戦して行く100年になると考えています。



平成27年度理事会および定例総会を終えて

去る、6月22日(月)に北関東産官学研究会の理事会、総会、講演会が開催されました。

当日は、13:30から桐生商工会議所6階ケービックホールⅢで理事会(出席者は委任状を含め25名)、引き続き、隣のケービックホールⅠ・Ⅱに会場を移し、定例総会(出席者は委任状を含め130名)を開催しました。

また、総会后、記念講演会および説明会を行いました。

初めに、株式会社ミツバ執行役員 尾形 永氏に「ミツバにおける介護機器の開発動向」と題し講演いただいた後、実際に、電動アシスト歩行器、電動立ち上がり機能付歩行器および電動移乗器を持ち込んでいただき、参加者がそれぞれの機能を体験しました。

続いて、国立研究開発法人 物質・材料研究機構ナノテクノロジープラットフォームセンター センター長の野田哲二氏にナノテクノロジープラットフォームについて、センターの概要および研究の事例等を説明いただきました。

その後、再びケービックホールⅢで懇親会を開催しました。

以下、それぞれの内容について報告させていただきます。



まず理事会では、定款の定めにより根津会長を議長として、議事の進行に当たりました。

第1号議案として「平成26年度事業および収支決算報告」について、事業報告と収支決算報告および監査報告がなされました。

事業報告では、各分科会の活動報告、共同研究の助成結果報告、北関東産官学研究会での各委託事業・補助事業の報告などが説明され、収支決算報告とともに承認されました。

第2号議案として「平成27年度事業計画(案)および予算(案)」について、説明されました。事業計画(案)では、これまでの事業に加え、次世代産業創生研究会、次世代企業経営塾の活動本格化や新事業として前橋市からの委託で御用聞き型企業訪問サポート事業等を中心に計画が説明され、予算(案)

とともに承認されました。

また、以上の内容を定例総会に上程する事が了承され、理事会を終わりました。

続いて開かれた定例総会では、主催者(会長)と来賓代表(桐生市長 亀山豊文氏)の挨拶の後、桐生市副市長、産業経済部長、県を始め関東経済産業局や支援機関、自治体、大学・工専などからの来賓11名の方の紹介を行なった後、議事に移りました。

定例総会では、参加者に議長推薦(自薦、他薦を含む)を提案しましたが、推薦者がなかったため事務局の提案により、会長を議長に推薦することが承認され、議事を進めました。

理事会と同様、各議案毎に報告し、承認を得て滞りなく総会を終了しました。

その後、当研究会の主要事業である「平成27年度産学官共同研究助成事業」に採択された、パートナーシップ型2件、第1種(A)2件、第1種(B)4件、第2種1件の計9社に対して、交付決定通知書が根津会長より手渡され、各社とも助成事業への取り組みについて意欲を新たにしておりました。



総会の後、開催された記念講演会では、冒頭紹介したように講演と体験をいただき、参加の各企業とも介護機器の状況の理解を深めるとともに、ナノテクノロジープラットフォームの支援施策について確認等を行っていました。

記念講演会の後は会場を隣のケービックホールⅢ

に移して懇親会を開催しました。

懇親会には桐生市長を始め市の関係者、市議会議長、市議会関係者、また、前橋市長や記念講演の講師の方々にも参加いただき、総勢60名余りと盛況に開催されました。

この中では、名刺交換も活発に行われ、参加企業の方や局および各自治体との連携強化を図っていました。

また、平成27年度産学官共同研究助成事業に採択された方々にも参加いただきましたが、初めて参加の方は、総会での北関東産官学研究会の事業内容の多様化に驚いておりました。

懇親会は1時間余りでしたが、参加者相互の交流と当研究会に対する理解を深めていただいたものと、深く確信しております。

参加いただきました方々に感謝申し上げますと共に、今後ともご支援をお願い致します。

平成27年度「第1回 川上・川下マッチング事業」について

特定非営利活動法人 北関東産官学研究会

北関東産官学研究会では、群馬県の委託を受けて、様々な形で北関東地域の中小企業の皆様への支援を行っています。

今回、平成27年度第1回川上・川下マッチング事業を実施しましたので、以下に概要および結果について報告します。

川上・川下マッチング事業とは、川下企業（大企業）及び一次下請け企業（中堅企業）のニーズに対し、川上企業（中小・小規模企業）のシーズである技術や製品の展示及びプレゼンテーションを行い、新たな販路を開拓しようとするものです。

今回の川上企業は、富士重工業のtier1メーカーである太田市の「しげる工業株式会社」にご協力いただき、去る平成27年7月30日（木）に実施しました。しげる工業(株)では、主に自動車の内装部品の開発製造をしており、ダッシュボード、ドアトリム、シート、サンバイザーなど多岐にわたり事業を展開しています。また、その技術を建設用機械分野にも活用した事業展開を図っています。

今回は、16項目のニーズが示され、このニーズに対応出来る企業を、ホームページ、各支援機関のネットワークを活かした情報提供、金融機関のネットワーク等を活用して募集した結果、群馬県を始め周辺の県からの参加希望が30社にのぼり、しげる工業(株)と参加企業の絞り込みを行った結果、群馬県23社・栃木県1社・埼玉県4社の、合計28社が参加しました。当日は、しげる工業(株)より自社の事業について紹介いただいた後、富士重工業(株)の内装設計部 正田部長に「内装部品に対するスバルのニーズ」と題し講演をいただきました。



第1回 川上・川下マッチング事業

講演では、富士重工業の将来に渡るロードマップが紹介され、内装部品も軽量化、重質感、高級感、振動・騒音対策などが求められていることが紹介され、具体的ニーズとして、本物の質感を印刷などで実現する技術、安価な質感向上技術、傷つきにくい

樹脂素材、音質・軽量化のための最適材料や加工方法、遮音・防音対策技術などが示され、これらに対応するシーズを持つ企業の発掘に積極的に取り組む方向性が示されました。

また講演には、しげる工業(株)の開発担当者も多数聴講し、マッチング参加企業と共に熱心に耳を傾けていました。



第1回 川上・川下マッチング事業



第1回 川上・川下マッチング事業

その後の展示説明会では、参加企業が製品やパネルを展示し、各社が訪れたしげる工業(株)の技術者にプレゼンを行いました。しげる工業(株)からは約150名の開発関係者が訪れ、活発な交流が随所で見られました。また、来場者向けのアンケートでは「興味・関心のあるシーズ」に「ある・検討する」と回答した方が全体の約90%を占め、更に「シーズを採用したい企業」が約60%にも達するなど、販路開拓の足掛かりとして大きく期待できる結果となりました。

今後も、出展した企業に対し、1ヶ月・3ヶ月・6ヶ月・1年と定期的な報告を求め、成果のフォローを実施していく予定です。

北関東産官学研究会では、今後も様々な形で中小企業の皆様へ支援を行ってまいりますので、引き続き事業運営にご理解とご協力をお願いいたします。

9 事業の助成決定

～2015年度産学官共同研究～

この度、2015年度研究開発助成事業のうち産学官共同研究助成(パートナーシップ型および第1種、第2種)に採択された研究開発事業9件が採択機関に通知されました。

昨年同様、以下の4種類で4月上旬から約1ヶ月間を公募期間として公募いたしました。

- ① パートナーシップ型：群馬県内企業を対象に、上限300万円で補助率2/3(県と折半)
- ② 第1種(A)：県内、県外問わず当研究会の会員企業を対象に、上限300万円で補助率3/3
- ③ 第1種(B)：桐生市内の当研究会の会員企業を対象に、上限300万円で補助率3/3
- ④ 第2種：萌芽的な研究を目的とするもので、当研究会会員企業を対象に、上限50万円で補助率3/3

この結果、パートナーシップ型：3件、第1種(A)：6件、第1種(B)：5件、第2種：3件の合計17件の申請がありました。

去る6月5日、申請者からのヒアリングと共に8名の委員からなる審査委員会が開催され、下記のとおり合計9件が採択されました。

これまでに、本事業による助成を受けた共同研究開発テーマの中から製品実用化が達成されており、本年度に採択されたテーマからも商品化の達成や新規事業の創出ならびに新分野の開拓に係る飛躍的な進展に繋がる成果が期待されます。

＜審査委員会の構成＞

・企業の役員、開発関係者	3名
・大学教授	1名
・公的研究機関関係者	2名
・自治体関係者	2名

◆ パートナーシップ型 採択状況一覧

No	開発テーマ	申請機関	共同研究先	企業所在地
1	汎用材料を使用した熱交換器に表面処理を施すことによる耐腐食性向上の研究	株式会社 アタゴ製作所	群馬産業技術センター 群馬大学	みどり市
2	小型水中溶存酸素増量装置と機能性植物の栽培方法の開発	株式会社 ハナダ	群馬産業技術センター	太田市

◆ 第1種(A) 採択状況一覧

No	開発テーマ	申請機関	共同研究先	企業所在地
1	初期消火にも使えるインテリア素材の防災性能基準確立と機能性加工	株式会社 インテリアおおた	群馬県繊維工業試験場	前橋市
2	従来技術とは異なるインクジェット方式を用いた化繊製品への顔料染着技術の開発	有限会社 有美	群馬県繊維工業試験場	みどり市

◆ 第1種(B) 採択状況一覧

No	開発テーマ	申請機関	共同研究先	企業所在地
1	新規きのご栽培装置による、きのご類の収穫増加と機能性成分含有量の向上	(一財)日本きのご研究所	群馬産業技術センター	桐生市
2	超撥水布と水噴霧を用いた低温気流形成技術に関する研究	朝倉染布 株式会社	群馬大学	桐生市
3	農芸ハウスの年間稼働を可能にする地中熱利用(地下水)空調システムの構築	株式会社 アタゴ製作所	群馬大学	桐生市
4	温度上昇を抑制する機能を有するスポーツ用繊維製品の開発	フジレース株式会社	群馬県繊維工業試験場	桐生市

◆ 第2種 採択状況一覧

No	開発テーマ	申請機関	共同研究先	企業所在地
1	圧縮天然ガス貯蔵関連設備を水素貯蔵に転用するための水素吸着材開発	群馬産業技術センター	桐生ガス株式会社	桐生市



桐生市長 亀山豊文

群馬大学理工学部が創立100周年という節目の年を迎えられたことを、心からお祝い申し上げます。100周年を記念し、理工学部の先生方や外部からお招きした講師の皆様による講演会のほか、トップクラスの演奏家の方たちをお招きした音楽会や、100周年記念誌の刊行、キャンパスの整備など、様々な事業が進められていると伺っております。

群馬大学理工学部は、長年にわたり桐生に定着し、地域とともに発展してきた大学であり、正に桐生市の宝であると強く感じております。私どもといたしましても、桐生市と大学の深いつながりを踏まえて、広く周知を図り、全ての市民の誇りとしてまいります。

振り返りますと 群馬大学理工学部は、大正4年に「桐生高等染織学校」として開校して以来、桐生高等工業学校、桐生工業専門学校といった組織や名称の変更など、幾多の変遷を経て昭和24年の国立大学設置法の公布により、群馬大学工学部となり、平成25年4月に群馬大学理工学部へ改組され、100年という長い歴史を刻んで来られました。

開校以来、織物産業の盛んな桐生の地で、先進技術者の育成や繊維に関する高度な開発が行われたことで、地域の企業は多くの恩恵を受け、地域経済は大きく発展しました。そういった意味では、「産学官」という言葉が生まれる以前から、桐生市においては、産業界と大学が密接に結び付いていたといえます。

桐生市としても、「群馬大学を核とした産学官連携」を積極的に推進しており、群馬大学理工学部を核とした産業振興と活力あるまちづくりを進めるため、平成11年には「まちの中に大学があり、大学の中にまちがある」推進協議会を設立し、ベンチャー企業育成等先端技術産業の推進やキャンパス整備の支援を中心とした活動をはじめ、精力的な事業推進を行っているほか、さらに、平成19年2月13日には「群馬大学と桐

生市の相互友好および連携協力に関する包括協定書」を締結し、地域に関わる産業、教育、文化、学術、医療などの幅広い分野で、一層の相互協力体制の構築を図りました。こうした中で、平成20年から平成25年にかけて産学官民連携プロジェクトとして推進された「地域力による脱温暖化と未来の街-桐生の構築」においては多くの実績を生み、地域における経済循環の創造にも大いに寄与されています。また、「工学クラブ」や「サイエンスドクター事業」、「未来創生塾」などを通じて、明日を担う地域の人材の育成に御協力いただくなど、群馬大学理工学部はますます心強い存在になっています。

今後、群馬大学理工学部が、世界をリードする教育研究機関となりますよう、産学官連携体制を強化しながら、地域の橋渡し役となっている北関東産官学研究会などと連携し、先端技術や成長産業が生まれやすい環境整備に努めてまいりたいと考えております。現在、少子高齢化やグローバル化の急速な進展など、社会の変化はより激しさを増しております。桐生市としては、高い人口減少率や高齢化率に歯止めをかけるため「人口減少対策」を最重要課題として取り組んでおり、具体的には、地域特性を生かした桐生ならではの「地方創生」、さらには、自然環境やこれまで取り組んできた環境関連施策の成果を生かして「環境先進都市」の実現を目指しておりますが、これらの展開には、産学官民が協働し、「オール桐生」でまちづくりに取り組むことが必要であり、群馬大学理工学部の役割はますます重要になると確信しております。

以上、今日の地方都市を取り巻く課題を乗り越える大きな鍵として、引き続き、産学官の連携に特段の御理解、御協力を賜りますようお願い申し上げます。



総合理工学科長
群馬大学理工学府 電子情報部門 教授 関 庸一

学科の教育理念と教育目標

本学科は2013(平成25)年度改組により新設された定員30名のフレックス制の学科である。2007(平成19)年度改組で太田市に開設され、今回の改組で廃止された生産システム工学科夜間主コースの定員を利用して設立された。

本学科は、従来の学問分野の枠を超えて**俯瞰的に問題を把握し解決できる能力や、知識を総合して実践的に研究・開発能力**を発揮できる人材の育成を目指している。このような能力の育成は、今回の改組で理工学部が掲げた教育方針であり、本学科の新設は平成25年度改組の一つの柱である。なお、フレックス制というのは、一つの学科に昼間の授業時間帯と夜間の授業時間帯を設定して、学生はそのいずれの時間帯からも学べるカリキュラムシステムのことである。フレックス制であるため、就業と学業を両立させようとする学生に配慮して、学費は通常の半額になっている。

本学科では、このフレックス制の持つ自由度を生かして、次の2つの目的をもって教育を行なっている。第1の目的は、他の4学科それぞれではカバーできない**分野横断的な専門性を持つエキスパート**を育成することである。現代の最先端の理工学分野で活躍するためには、一つの学問分野の修得では不十分で、複数の分野を修得し、さらにこうして学んだ知識を自らの中で相互に関連づけて総合化することが必要とされる。総合理工学科はこのような知識とその総合化に基づく実践力を持つ先端理工学分野の人材を育成する。

第2の目的は専門技術を既に習得した現役の技術者のための**リカレント教育**を提供することである。自分の専門とする分野では高度な専門性を身につけていても、専門以外の分野の最新の知識が不足しているために新しい分野に対応できないと感じている技術者の方は多いと思われる。そのような方のための学習プログラムも提供する。

総合理工学科のカリキュラムの特徴

総合理工学科では以上の目的を実現するため、自由度の高いカリキュラムが用意されているので、学生それぞれの学修目的に沿った、自分のためのカリキュラムの主体的構築が可能である。主として学びたい分野を、化学・生物分野、機械知能分野、環境創生分野、電子情報分野の4つから選び、他分野の科目の履修も含めた学修の方向を定める。選んだ分野ごとにクラスを作り、昼間の授業については対応学科の学生と一緒に基礎を学び始め、自らの方向性が定まると、それぞれの学修を進めることとなる。学生自身で学修の方向を定めることを助けるため、1年次から**メンター**(学習に関して相談できる教員)がつき、学習の進め方や進路などについてマンツーマンで指導する態勢となっている。

具体的な履修のモデルとしては、第1の目的に対応した昼間に主に就学する昼間主就学と、第2のリカレント教育のための夜間に主に就学する夜間主就学がある。

昼間主就学では、他の学科と同様に1年次は荒牧キャンパスにて、2年次以降は桐生キャンパスにて授業を履修し、後述の1科目を除き、昼間開講時間の授業を履修することになる。就業経験がなく昼間に就学できる学生に適している。本学科が育成を目指す分野横断的な技術者といっても、核となる深い専門技術を持っていなければ技術者として意味をなさない。そこで、昼間就学者には、他の4学科に対応した**専門教育プログラム**を用意しており、このいずれかを入学後に選択し履修することになる。対応学科の必修・必修選択科目についてはその学科と同じように学ぶが、非常に高い自由度で、他学科の科目からも科目を履修できるところに特徴がある(図1)。また、このプログラムを履修すると、選択した分野について対応する学科と同等の専門性を、卒業時に修了認定証を発行して保証する。

また、分野横断的な技術者になるためには、最新の理工学分野を早くから知る必要がある。そこで2年次後期以降から、本人の希望により本人が学びたい

研究分野の教員を**専門指導教員**として選びその教員の研究室に所属できる制度を設けている。専門指導教員は指導学生に対し、前記の非常に高い履修選択の自由度について研究上の必要から適切な履修指導を行うとともに、学部での学習を損なわない範囲で研究室での学習・研究活動に参加させることになる。将来研究者を目指す場合にも、早くから最先端の研究に触れられることは大きなアドバンテージになる。

夜間主就学は、上述の4分野を統合したりカレント教育であり、現職を持つなど就業経験があり昼間に就学できない学生に適している。この就学形態の場合、1年次から桐生キャンパスのみにて授業を履修し、夜間開講時間の授業を主として履修することになる。

さらに、本学科のもう一つの特徴として、4年次後期に開講される**先端理工学特別ゼミ**がある。これは前述の4つの学問分野ごとに開講され、各分野の先端的内容を含めた講義とこれに基づくゼミ形式の本学科必修の講義となる。学生は4分野のゼミのうちの1つを選択し受講することで、先端の専門知識の修得と実践力を養う。

卒業生の進路について

本学科はまだ設立して日が浅いため、卒業生を出していない。しかし、昼間主就学の場合、修得した

専門教育プログラムに対応した学科の学生と同様の進路を選べるように準備している。つまり、対応した大学院への推薦入学や、その分野での就職などが可能となる態勢を用意している。夜間主就学の場合は、出身の職場で活躍していただくことを想定している。

今後の展望

2015年度現在、1期生32名、2期生33名、3期生32名が昼間主就学を選んで学んでいる。既に、3年生には専門指導教員を選んで研究室活動を始めている学生も6名いる。学生たちが、専門指導教員やメンターの指導の下、オーダーメイドのカリキュラムが構成可能であるという本学科の特色を生かし、従来の学問分野の枠を超えた学びを実践していってくれると考えている。

現代は、日進月歩の変化の激しい時代になっている。学生時代に学んだ科学技術で、一生の間、理工系の職業人として働いていける時代は終わってしまった。このような時代には、自ら学ぶ方向を考える主体性を持ち、その学びを実践できる人材が求められている。そういった態度を身に着けた本学科の卒業生の、今後の活躍に期待したい。

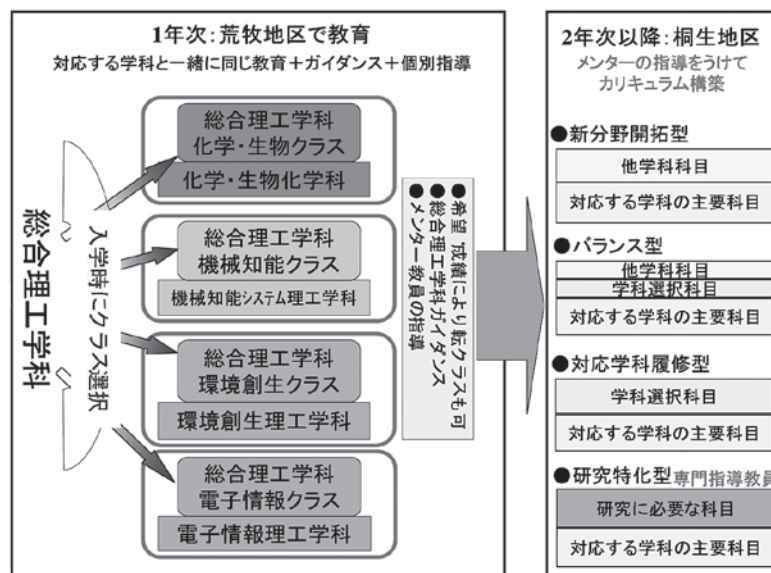


図1 総合理工学科の教育制度（昼間主就学）



世界を変える電子情報技術

群馬大学理工学府 大学院理工学府電子情報理工学科 教授 中野 眞一

マッキンゼー社は2013年に、「破壊的テクノロジーが生活・ビジネス・経済を変える」(現題 Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy.)というレポートを発表しました。http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/disruptive_technologiesで公開されています。

この中には、近い将来、世界を変える12の技術が紹介されています。モバイルインターネット、知識労働の自動化、モノのインターネット、クラウドコンピューティング、高性能ロボット、自動車の自動運転、3D プリンタ、高性能電池、等です。多くの技術が電子・情報に関連しています。

これにともない、多くの簡単な仕事は自動化され、より高度な多くの仕事と産業が新たに生まれることと思います。多くの学生は20年前にはなかった仕事につくようになると思われます。これらの世界を変える技術により、安心・安全・快適なサービスが、より低価格で世界中に提供されるようになり、人々の労働時間や生活のコストはさらに減り、もっと豊かな人生を楽しめるようになるかもしれません。(これはいわゆるホワイトプランの未来です。一方、機械や小数のエリートが世界を支配するというブラックプランの未来も多くのSF 小説等が扱っています。)

教職員一同、全力で、世界を変える技術と技術者を、群馬大学から、世界にむけて送り出しつづけていたいと思います。

さて、これまでに、本学科から世界にむけて送り出した数々の技術や関連する実績を紹介したいと思います。100周年記念なので、ちょっと自慢させてください。

朝日新聞社は、毎年、大学ランキングという非常に厚いムックを出版しています。国内に700以上ある大学の様々なランキングを発表しています。コンピュータ科学分野で、群馬大学は国内第5位となったことがあります。(2007年度版、226ページ)

大学の多くの研究者は科研費という研究費助成金を申請し、全国平均で3割ほどの申請が認められ、多くの大学の研究がこの科研費にささえられて実施されています。群馬大学では、全教員が科研費を申請することになっています。文科省は、昨年、研究分野別の科研費獲得上位10機関を初めて発表しました。本学科に関連する研究分野において、群馬大学は、情報学基礎理論が7位(11件)、計測工学が10位(6件)、となっており、大きな大学がならぶランキングの中で、群馬大学が強い分野の名誉ある実績となっています。

ET ロボコンは、ロボットの車を走らせタイムを競う大

会です。大学だけでなく、社会人チームが多く参加しています。ロボットのハードウェアは同じものを使うのでソフトウェア技術の勝負となります。2008年の大会においては、本学科の長井歩のチームが、参加291チーム中、準優勝という快挙!をなしてあげています。

以下は、本記事を書くにあたって募集した「自慢」です。

群馬大学の鈴木宏輔、郷直人、櫻井浩、および京都大学、ノースイースタン大学の国際共同研究により、リチウムイオン電池の電極反応のメカニズムに寄与する電子軌道が解明されました。これにより、マンガン酸リチウム系正電極材料設計に、新たな指針を与えることが期待されます。

(平成27年2月 <http://www.jst.go.jp/pr/announce/20150204-2/>)

群馬大学奥研究室、NHK、東京大学石川渡辺研究室、および(株)エクスピジョンが共同開発した「高速トラッキング撮影システム」の試作システムがNHK第44回番組技術展(平成27年2月)において展示され奨励賞を受賞するなど好評を博しています。

群馬大学奥研究室、NHK、東京大学石川渡辺研究室が共同開発した「るみぺん2」が、経済産業省、デジタルコンテンツ協会 Innovative Technologies 2015 に採択されました。

群馬大学小林・高井・尹研究室では2015年の11月開催の集積回路設計分野のIEEEの国際学会に13件の論文が採択され大学院生9人が発表します。(http://www.asicon.org/) 一つの研究室からIEEEの国際学会に13件の論文が採択され多くの大学院生が発表するというのは、非常にまれなことであります。また、米国UCLAにも多数の大学院生が短期留学しており国際化が進んでいます。

群馬大学の栗田伸幸は、アメリカのTexas Heart Institute およびBiVACOR inc. との国際的な共同研究により、磁気浮上型全人工心臓の開発に取り組み、子牛を用いた動物実験において1ヶ月の生存に成功しました。現在は3年後にひかえた人体への埋め込み実験に向けて、BiVACOR Inc.、Calnetix Technologies と共同で、製品化に向けた最終設計を行っています。

群馬大学の太田研究室では、株式会社ミツバとの共同研究で自律走行ロボットを開発し、自律走行ロボットの競技会であるつくばチャレンジに出場しています。これまでに、2011年と2014年の2回課題達成を成し遂げ、つくば市長賞を受賞しています。課題を達成したチーム数は、2011年では出場チーム69の内6チーム、2014年は44チーム中4チームとわずかです。

環境創生理工学科の紹介

群馬大学理工学府 大学院理工学府 環境創生理工学科長 教授 清水義彦

現代社会における様々な課題、とくに「環境」に絡む課題は、多様化、複雑化してきており、その解決にあたっては、統合化された知識を拠り所に広い視野をもって思考し、問題解決の道を見出していくことが求められている。そこで、「理工学の幅広い視野から俯瞰的に問題を把握し解決できる能力を身につけ、知識を総合して実践的に研究・開発能力を発揮できる人材」の育成を目指して、群馬大学工学部は理工学部へと2013年(平成25年)に改組した。この改組によって、従前の2つの学科、環境プロセス工学科(化学工学)と社会環境デザイン工学科(土木工学)が母体となり、応用化学・生物化学科と生産システム工学科の一部が加わる形で、「環境創生理工学科」が誕生した。他の大学にも類を見ない、かなり異質な学科だと思うが、学科誕生の背景の1つには、その2年前に起こった東日本大震災の影響が大きい。

2011年(平成23年)3月11日の東日本大震災がもたらした大規模な津波災害、巨大な津波がもたらした

福島第一原子力発電所事故が社会に与えた影響が甚大で、復興を進める上でも持続的に発展できる社会の構築がますます要望されてきている。こうした中で、環境調和型の新エネルギー、革新的な工業プロセス、新材料の開発のための工業技術と、自然災害からの脅威を克服し、環境への負荷が小さく、安全・安心な国土をデザインする社会技術の構築を理念に、本学科が生まれた。学科カリキュラムの中では、それぞれの専門分野にしっかりとした軸足を置いた教育をしながらも(専門コースとして、環境エネルギーコースと社会基盤・防災コースの設置)、専門分野の垣根を取り払い、「環境創生」に関する幅広い視野と問題把握能力を醸成する講義科目を必修・選択科目として用意している。まだ、始まったばかりで、学科看板の教育理念がどれだけ展開できるか未知ではあるが、学科教員一同、新たな気持ちで一丸となった教育・研究を通じて人材の育成に努めている。

機械システムの智能化へ

群馬大学理工学府 大学院理工学府 知能機械創製部門 教授 魏 書 剛

1. はじめに

私は平成5年4月に群馬大学工学部情報工学科に着任してから、今年22年目となります。群馬大学工学部創立100周年という長い歴史の中、私はその五分の一を経験しました。特に、大学の法人化後、2回の学部改組を体験し、所属の学科は2回変わりました。8年前に、太田キャンパスの生産システム工学科を創立した際、私の所属は情報工学専攻から生産システム工学専攻に変わりました。その後、研究室を桐生から太田に移しました。機械、電気電子、情報、高分子材料の4分野からなる学科なので、多分野の学問教育体系の構築に、先生方に非常に尽力していただきました。教育内容が広くて、学生達は好きな分野学習に力を入れるので、情報工学分野の教員として、どのような内容を教えればいいのか大いに悩みました。3年前に、工学部から理工学部への改組により、多くの生産システム工学専攻教員は、昔の所属学科系に戻りましたが、私を含む生産システム工学専攻情報系の教員は、機械システム工学科に編入されました。すなわち、機械システム工学専攻は、生産システム工学専攻の機械系・情報系と電気電子工学専攻の一部を統合し、知能機械創製部門に生まれ変わりました。学科名に“知能”を加えたことは、情報科学に関する教育を多く行うため、情報系の教員に期待するということでしょう。

2. 期待される多様な人材の育成

「社会のための科学技術」と言われてきた機械技術が大きく進歩してきています。食品から自動車までのいわゆる生活必須品が機械設備により生産される現在、機械システムへの計算機関連技術の導入は不可欠だと感じています。今年5月、車制御システムへの興味を持って、プロセッサを内蔵した部品を生産するある会社の工場を研究室学生と一緒に見学しました。3次元カメラの技術を活用することにより、部品の設置や組み立てを自動化した生産技術を紹介してくれまし

た。デジタルシステムを機械システムに組み合わせることで、人にやさしい生産環境の開発や管理などができる人材が期待されていると言われました。

現在、機械知能システム理工学科で、機械システムの智能化に関する教育研究を行い、将来の機械システムを開発できる人材を育てる教育体制を立ち上げています。従来のエネルギー工学とマテリアル工学とメカトロニクス工学との3分野に、インテリジェント工学分野を新たに設置し、ロボットや医療機器やエネルギー再生機械などの幅広い機械システムの応用領域で、機械の智能化に関する要素技術の創出を目指しています。機械システムの智能化を進めることで、機械に囲われた我々の生活環境はより安全、快適、豊かになります。近年、大学内でも医学と理工学との連携プロジェクトが展開されています。先日、情報系の教員が昭和地区の大学病院に行って病院勤務時間後に医師と薬剤師との研究開発打ち合わせを遅くまでやってきました。このように、機械システムに計算機技術をはじめとするデジタルシステムが組み込まれて、設計および生産の自動化、効率化および知能化だけではなく、救済や医療・福祉などの分野でも知能化された機械が創製されます。また、本部門で多くの教員が企業との共同研究開発を行っています。このような研究活動を推進している内、大学院生を含む多様な研究人材が育つことが期待できます。

3. 学部教育内容の拡大

私から見た機械知能システム理工学科は、従来の機械工学分野に情報工学の教育内容を多く取り込んだ特徴のある大きな学科です。私にとって機械工学は専門外の分野なので、改組後の教育変化についてはあまり違和感を感じていません。しかし、各学年に120名以上の学部生が在籍しているため、大人数の授業を実施することに苦労しています。例えば、提出されたレポートを読む時間が長くなっています。大人数の学生に対する実習や実験などの授業を少人数で

実施する形態を維持するため、担当の先生がいろいろなことで尽力しています。製図や実習のため、桐生キャンパスでそのスペース捻出ができませんので、旧生産システム工学科の授業などで使われてきた太田キャンパスの教室、実験室と設備を利用し始めました。今年度、太田キャンパスで桐生キャンパスと同じ人数の2年生の実習と製図授業を毎週1日間実施していることを取り上げたいです。

私は、情報工学分野の教員として、デジタル回路設計に関する実習内容の導入に参加しました。機械工学系の学生にも集積回路設計の基本知識や技能を習ってもらいます。具体的に、設計サーバーとなる計算機を使用した設計ツールの仕組から回路動作シミュレーションまでの流れを体験します。また、個別ICおよび論理装置を使用した演算回路を組み立てることにより、構成された回路の入出力を確認しながらデジタル回路の動きを理解します。本来情報系の高学年学生を対象とした教育内容なので、基礎知識のない学部2年生にとってこのような計算機ツールでデジタル回路の設計は難しく、教員達にとって新しい試みとなります。

太田キャンパスに常駐している教員は、10数名います。太田キャンパスは、産学連携拠点として適切な場所かもしれませんが、学生教育のための太田キャン

パスの利用が本部門にとって重要な課題となっています。学部生が桐生から太田へ移動することは、「大変なこと」と想像できます。現在、新学科第一期の3年生を研究室に配属することについて、担任の先生方は慎重に配属案を作っています。私は、新学科の学生の勉強への高い意欲を感じており、どのような学生が研究室に配属され、どのように成長していくのかを楽しみにしています。

4. むすび

私達の学科は、群馬大学工学部の中でもっとも歴史が長い学科の1つで、機械工学科から機械システム工学科、そして機械知能システム理工学科まで歩んできています。人間と機械との共存世界の現在及び将来にわたり、地球に優しい機械を開発する人材を育てることは、本学科の教育使命となっています。新しい機械産業を創出するため、他分野の学問や技術などが必要となる時代です。私自身が教育を受けた電子情報工学の分野は、その技術進歩が著しく、日に日に機械工学分野へ浸透しつつあります。これからの理工学部の発展に伴い、機械知能システム理工学科はますます進歩し、将来の機械産業および科学技術の各分野で活躍する人材を送り出す信念を持ち続けたいと思います。

画像解析による腐食の定量評価手法の開発

群馬県立群馬産業技術センター 環境・エネルギー係 小松 秀和

金属材料の腐食評価において、目視評価に代わり、画像解析による定量評価を検討した。腐食を発生させた鉄板及び亜鉛メッキ鋼板の外観写真について、画像解析ソフトを用いて彩度基準で2値化することで、赤錆の抽出とその面積率の算出ができた。客観的な腐食の定量評価手法として利用できる。

はじめに

鋼材等の金属材料に求められる重要な性能の一つに耐食性がある。耐食性の評価には塩水噴霧試験や複合サイクル試験等の促進腐食試験が用いられる。腐食の評価は通常目視によるため、評価者の主観を完全に排除できないことが課題であった。鋼材の実用的な耐食性は赤錆の発生量で評価されることを踏まえ、本研究では、腐食を発生させた鉄板及び亜鉛メッキ鋼板の外観写真について、画像解析による赤錆の定量評価手法を検討した。

研究の要点

塩水噴霧試験で腐食を発生させた鉄板の写真(図1(b))について、画像解析ソフトを用い解析を行った。明度基準で2値化した結果を図1(a)に示す。照明むらの影響もあり、赤錆部の選択抽出はできなかった。そこで、赤錆部では色濃度が濃いことに着目し、画像のRGB値から彩度を求め、彩度基準で2値化して赤錆部を抽出した(図1(c))。明度に影響を受けずに赤錆部を明瞭に抽出できた。また、赤錆面積率を4.7%と求めることができた。

また、赤錆と同時に白錆も発生する亜鉛メッキ鋼板についても同手法で赤錆部を抽出したところ、白錆の影響を受けずに赤錆のみを抽出できた(図2)。

まとめと考えられる応用面

主観によらない腐食評価手法として利用でき、鋼材における腐食の定量評価が可能である。また、非破壊手法なので腐食の経時変化も把握できる。

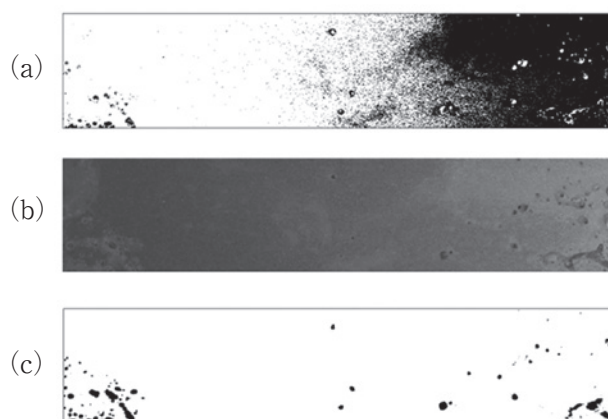


図1 鉄板の外観写真と画像解析結果
(a)：2値化画像(明度基準)，(b)：外観写真(塩水噴霧後)，(c)：2値化画像(彩度基準)

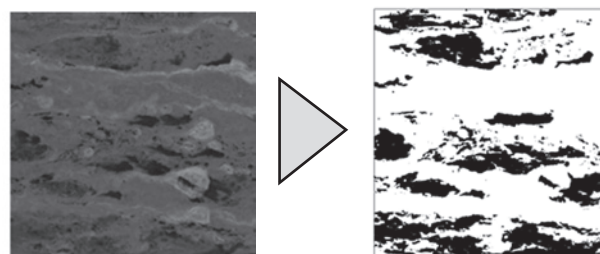
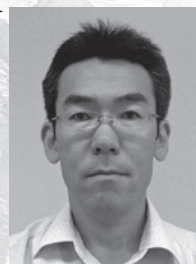


図2 白錆が発生した亜鉛メッキ鋼板における赤錆抽出結果

<所属、連絡先> 小松秀和 (こまつひでかず)

群馬県立群馬産業技術センター
環境・エネルギー係

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



河川と海の砂の動きを解き明かす!

群馬大学大学院理工学府 環境創生部門 鷗崎 賢一

河川の砂の挙動「流砂」と海の砂の挙動「漂砂」は連結した現象であり、流砂は河道形状の決定、漂砂は海岸侵食や航路埋没といった問題において重要な現象です。これまで、前者は河川工学、後者は海岸工学の範疇での取扱いでしたが、近年では、両者を包括的に取扱う必要性も生じています。そこで本研究では、その直接計測技術や沿岸域での挙動に関する数値予測技術の確立を通じて、流砂・漂砂現象の包括的な解明を目指しています。

はじめに

河川の砂の挙動である「流砂」と海の砂の挙動である「漂砂」は、山の砂が川と海を流れて砂浜を形成する一連の現象ですが、これまでそれぞれ河川工学と海岸工学の範疇での取扱いでした。しかしながら、海岸侵食を広域的に検討する上で、それらの包括的な取扱いが必要となっています。ただし、河川における流砂量の算定は、その計測手法が確立されているとは言い難いのが現状です。そこで本研究では、濁度計とADCP(超音波流速計)を用いて河川の土砂供給量を直接計測によって算定し、その値を用いて沿岸域の土砂動態を数値モデルによって解明することを目的としています。

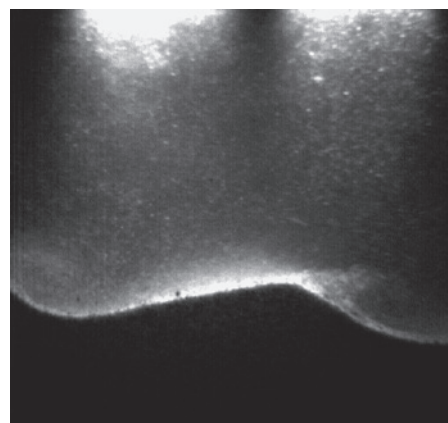


図1 波の下の砂の挙動に関する水理実験

研究の要点

流砂・漂砂ともに、砂の動態には二種類のパターンがあり、浮いて流れる砂を「浮遊砂」、底を這って流れる砂を「掃流砂」と呼んでいます。浮遊砂については、濁度計を長期係留し、採水試料のSS分析結果と相関をとって算定しますが、一点計測による濁度値を補うために、リバーポートとADCPを用いて河道横断面の流速と音波の後方散乱強度の計測を行い、後者とSS分析結果との相関から浮遊砂濃度の横断面分布を取得して、濁度計による算定値に断面補正をかけます。一方、掃流砂については、ADCPのボトムトラック速度を利用して掃流砂層の移動速度を算定し、掃流砂濃度と層厚は理論式から算定して、三者の積として掃流砂量を求めます。

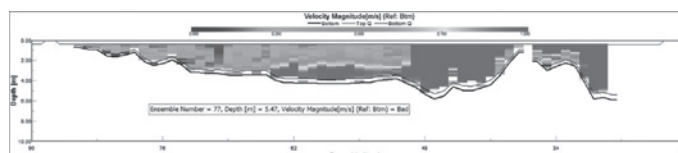


図2 河道横断面の流速分布(利根川)

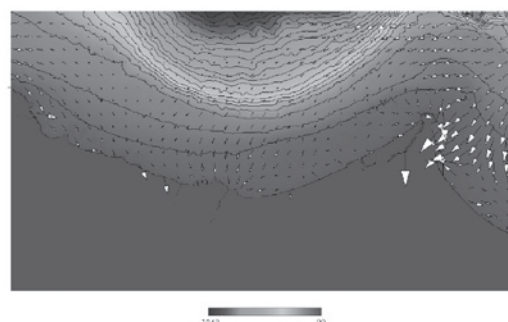


図3 鹿島灘における潮流場の計算結果

まとめと考えられる応用面

鹿島灘の境界条件となる那珂川と利根川からの土砂が、いつ・どれだけ・どこかの砂浜を形成するかを明らかにすることができると、例えば現状広域的に施工されているヘッドランド群の長期的効果の検証や新たな侵食対策の検討につながります。こうした問題は、今日の日本において全国的な懸案であり、那珂川・利根川・鹿島灘を一例として、一連の砂の挙動の解明から社会問題の解決手法の確立を目指します。

<所属、連絡先> 鷗崎 賢一(うざきけんいち)

群馬大学大学院理工学府
環境創生部門 准教授
専門分野: 水工水理学
〒376-8515
群馬県桐生市天神町1-5-1
TEL: 0277-30-1643
E-mail:
k-uzaki@gunma-u.ac.jp



物質・生命科学、応用研究への量子ビーム利用のすすめ

群馬大学大学院理工学府 基盤部門 平井 光博

高エネルギー物理学のツールである粒子加速器は、我が国では1980年代初頭から高エネルギー加速器研究機構（KEK、つくば市）において強力なX線（放射光X線）や中性子線、中間子線の発生源として物質研究への利用が始まり、今や、KEK、高輝度光科学研究センター（SPring-8、兵庫県）を含め計5カ所の大・中規模放射光施設と、世界最大強度の中性子線・中間子線を供する大強度陽子加速器施設（J-PARC、東海村）が稼働し、物質基礎科学から多種多様な材料開発や創薬を含む産業応用まで、のべ年間2万人を超えるユーザーが利用している。

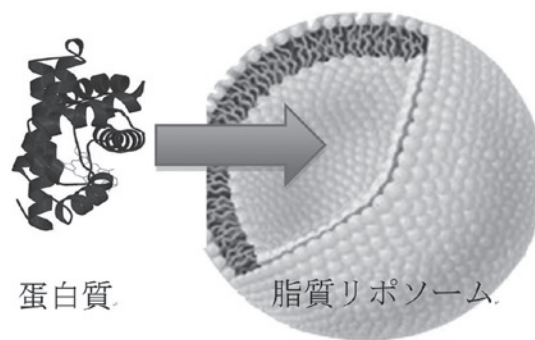
はじめに

放射光X線や中性子線を用いた研究がKEKで開始された当初から、筆者は30年以上にわたって装置開発・建設や生体物質・高分子の機能構造の研究に従事して来た。物質の精密な静的・動的な構造の「生きた」状態での「その場」観測は、基礎科学のみならず新素材開発や各種材料の製造プロセスにおける条件制御・製品管理などにも重要であり、産業界を含む利用需要は拡大の一途を辿っている。欧米、南米、東南アジアを含めおよそ20カ所以上で新たな大・中規模の施設が建設・計画中である。国内何れの放射光・中性子施設においても、産業・医学利用が大きな柱となっており、コーディネータや装置責任者等を通じて、利用相談や申し込みを行う事ができる。

研究の要点

生体膜は外界との物質交換など情報伝達を担っており、その機能に障害が生じるとアルツハイマー病（AD）などの病気を発症する。それらの情報伝達異常の解明には、様々なタンパク質や脂質などの構造と相互作用に関するナノスケール（ 10^{-9}m ）での理解が重要である。量子ビーム（放射光X線や中性子線）は、タンパク質や生体膜の「生きた状態」でのナノスケールの構造情報を提供する。現在、AD発症の原因物質であるアミロイドタンパク質（ $A\beta$ ）の異常凝集・蓄積の機構解明を主なテーマとして研究を行っている。研究には、数十nmの大きさの特殊な脂質（ガングリオシド、 $A\beta$ タンパク質と特異的に相互作用する）を含んだ脂質小胞（リポソーム）を各種調製法の組み合わせで作成して使用する。最近、 $A\beta$ との相互作用によって脂質膜の動的な揺らぎ・流動性が劇的に変化する事を報告した。また、この脂質小胞は、分子認識性と生体適合性の両方を兼ね備えているた

め、薬剤担体（ドラッグデリバリー、DDS）への応用も可能であり、現在、モデル薬剤として蛋白質内包リポソームの作成に成功、新たな構造評価法を開発してその構造や熱安定性の詳細も報告した（下記モデル図）。



まとめと考えられる応用点

今後、細胞モデル系としての研究の推進や、具体的なDDS応用への展開を考えている。また、各種材料の評価に量子ビーム利用を是非、お勧めする。ご相談に応じます。

<所属、連絡先> 平井 光博（ひらいみつひろ）

群馬大学大学院理工学府
基盤部門 教授

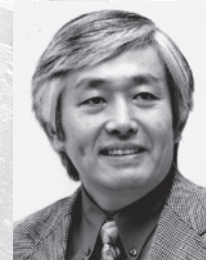
前橋市荒牧町 4-2

TEL : 027-220-7554

FAX : 027-220-7551

E-mail :

mhirai@gunma-u.ac.jp



有機ケイ素クラスターの新しい合成法を目指して

群馬大学大学院理工学府 分子科学部門 菅野 研一郎

炭素とケイ素が結びついた有機ケイ素材料の中で、骨格がケイ素のみからなる有機ケイ素クラスターは、半導体的な性質を示すことから注目されている。しかし、その合成が非常に困難であり、研究の大きな障害となっている。我々は、その問題を解決するために、遷移金属触媒を用いた有機ケイ素クラスター合成法の開発を行っている。

はじめに

ケイ素は有機物を形づくる炭素と同じ14族元素であり、炭素と安定な結合を形成する。ケイ素-炭素結合によって有機置換基をもった化合物は、有機ケイ素化合物とよばれる。その中で、分子の骨格がケイ素のみからなっている有機ケイ素クラスター化合物は、直鎖状だけでなく、はしご状、かご状など様々な形状のものが知られている(図1)。それらは、ケイ素骨格に由来する半導体的な性質を持った化合物として興味を持たれている。

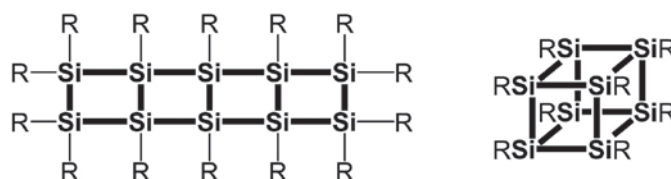


図1 有機ケイ素クラスターの例

研究の要点

有機ケイ素クラスターの研究において最も困難なのは、その合成である。ケイ素骨格を構築する方法は炭素骨格のそれに比べると大きく立ち遅れているのが現状である。その解決には、遷移金属触媒を用いた手法が有効であると考えられる。

我々の開発した反応を図2に示した。チタン触媒を用いた還元反応により、両端にある塩素原子の一方のみを高選択的に水素原子に変換することができる。これは、非対称に置換したオリゴシラン化合物の合成に適用でき、実際に様々な置換基を持った誘導体が合成できた。また、末端の水素基はルテニウム触媒を用いてアルコールと反応させることで変換できた。

これまで、遷移金属触媒はケイ素-ケイ素結合を切断するために広く用いられてきた経緯があり、実際これらの反応でも、他の金属触媒や反応条件ではケイ素骨格の分解が起こってしまう。しかし、適切な触媒と反応条件を選ぶことで、ケイ素-ケイ素結合を損なうことなく変換反応を行うことが可能であることが分かる。

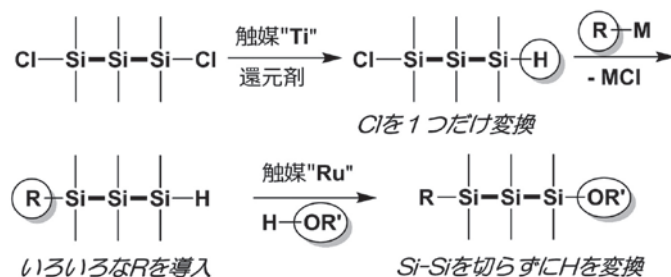


図2 遷移金属触媒によるオリゴシランの変換反応

まとめ

有機ケイ素クラスター化合物の実用化例はまだ限られているが、導電性材料、炭化ケイ素繊維の前駆物質、リソグラフィー技術のレジスト材料、光導波路形成材料などへの応用についての研究が知られている。新しい合成法の開拓は、その潜在的ポテンシャルを引き出すための重要なカギになると期待している。

<所属、連絡先> 菅野研一郎(かんのけんいちろう)

群馬大学大学院理工学府
分子科学部門 准教授

〒376-8515

群馬県桐生市天神町 1-5-1

TEL・FAX: 0277-30-1292
0277-30-1291

E-mail:
kkanno@gunma-u.ac.jp



ローテクとハイテクを活用したシリコン微細加工法 — 反射低減構造への応用 —

群馬大学大学院理工学府 電子情報部門 伊藤 和男

アルカリ液を用いるシリコンの微細加工法は、ナノメータスケールの加工精度が得られる手軽な方法である。その加工形状の特徴を生かして多方面の電子デバイスへ応用されている。太陽電池の反射防止構造への適用とその効率化について紹介する。

はじめに

単結晶シリコン(Si)太陽電池の変換効率は、24.7% (理論値28.8%)にまで到達しているが、更なる向上に向けて様々な取り組みがされている。その一つが表面反射の低減である。簡易な方法として、加熱したアルカリ液でSi表面をエッチングしてピラミッド形状の微細な凹凸(テクスチャー構造)を形成することが行なわれている。ピラミッド斜面で反射した光は、近隣のピラミッドに再度入射することになり、その分、Si基板の元々の反射率40%から下げることができる。反射防止膜に比べて広い波長範囲にわたり反射を低減できる利点がある。しかし、リソグラフィ(微細加工)工程を必要としない簡易な方法である反面、ピラミッドサイズ、配置とも図(a)のようにランダムなピラミッドしか形成できず、規則配列ピラミッドより反射低減効果は劣る。本研究室ではSi微細構造を電子デバイスへ応用する研究を行っており、その一つとして上記問題の改善に適用した例を紹介する。

研究の要点

アルカリエッチングでは、最もエッチング速度が遅く侵食されにくい結晶面がピラミッド側面を構成するが、その稜線部と頂点はその構造上弱くなり形状が崩れてしまう。アルカリに特殊な有機試薬を添加すると弱い部分が保護され、ランダム配置ピラミッドが形成される。リソグラフィ技術を使いピラミッド頂点を保護するようマスク(酸化膜など)パターンを形成すれば規則配列ピラミッドを形成できるが、工程が複雑になる。本研究室では、Si基板に電子ビーム描画するだけでアルカリエッチングのマスク(炭化水素膜)パターンを形成するレジスト膜を使わないリソグラフィ技術を開発している。この大幅に工程を簡略化した方法を用いて図(b)に示す規則配列したピラミッド(配列ピッチ2 μm)を形成した。ピラミッド高さは揃っておりサイズも自由に変えることができる。ピラミッドサイズを光の波長(0.5 μm程度)以下に小さくするとフレネル反射が抑

制され、反射率1%以下の反射防止構造になる。これにもチャレンジしている。

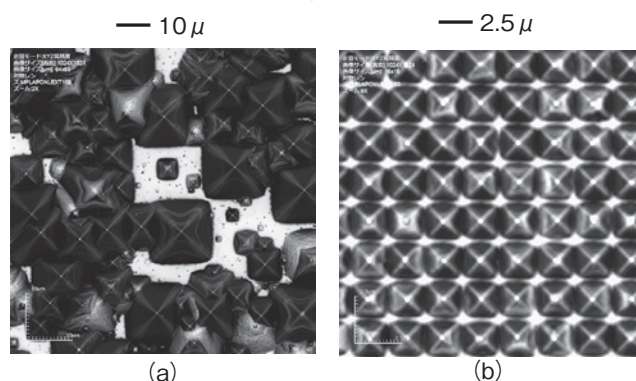


図 アルカリエッチングで形成したシリコン表面の反射低減構造の顕微鏡写真。(a)自然形成されたランダムピラミッド、(b)電子ビーム描画で頂点保護して形成した規則配列ピラミッド。

まとめと考えられる応用面

シリコン微細構造は、集積回路以外に多くの応用がある。微細加工には高価な装置を必要とするが、本研究室ではアルカリエッチングというローテク技術と電子線描画というハイテク技術を組み合わせて、簡略化した作製プロセスで「シリコン微細構造のデバイス応用」の研究を行っている。その一つが太陽電池の表面反射の低減である。アルカリエッチングの特性を生かしたピラミッド或いは逆ピラミッド形状の微細加工は、ナノメータスケールの高い加工精度が得られる技術であり、受光デバイスやMEMS(微小電気機械システム)など多方面に応用が期待できる

<所属、連絡先> 伊藤 和男 (いとうかずお)

群馬大学大学院理工学府
電子情報部門 准教授

〒 376-8515

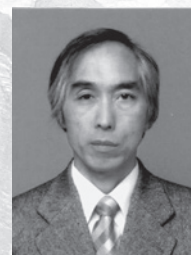
群馬県桐生市天神町 1-5-1

TEL : 0277-30-1717

FAX : 0277-30-1707

E-mail :

itohk@el.gunma-u.ac.jp



3次元リソグラフィによる微細加工

群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門 鈴木 孝明

経験則を必要とする微細加工技術の柔軟化・ハイスループット化を目的として、複数の機能を集積化したマイクロシステムを単一マスクパターンからアセンブリ（組立工程）フリーで作製する3次元露光法を開発した（日米特許取得済み）。従来法では作製困難な3次元複雑マイクロ構造を、紫外線露光をベースとする簡単な操作で作製できる。マイクロナノシステム製造を初めとして、医療、バイオテクノロジー、電子・光学など様々な分野への微細部品・システムの応用を検討している。

はじめに

近年、バイオ・医療分野への応用を目指したマイクロ流体システム（microTAS: micro Total Analysis Systems、LOC: Lab on a Chip）の研究が注目されており、細胞・染色体・タンパク質などの各種分析や操作技術として研究が進められている。マイクロ流体システムは、マイクロポンプ・バルブ・フィルタ・ミキサ・センサなどの様々な素子を集積化して構成する数百 μm のマイクロ流路網からなる。マイクロ流路網は数mmサイズの流体素子と接続されることから、システム全体では、およそ100mm四方サイズにもなる一方で、そこに集積化する素子の構造は、数 μm 程度の立体構造を多数配列するなど、様々なスケールの構造を組み合わせる必要がある。

このような流路網の従来の加工方法としては、機械・精密加工では微小構造物の作製に制限があることから、半導体製造技術に関わるフォトリソグラフィ法を用いて2次元平面的な加工形状を積層して3次元形状の微細構造を作製しているが、①3次元立体形状の作製に制限がある、②様々な素子の集積化を行う際に多段階の複雑な製作工程になる、などの問題があり、応用先のニーズの高機能化に伴う構造複雑化に十分追従できていない。

そこで我々は、マイクロ流体システムのための3次元立体微細形状を含む微細構造を一括製作する方法として、3次元リソグラフィを提案している。本稿では、その原理と応用例について紹介する。

研究の内容

(1) 3次元リソグラフィ

3次元リソグラフィは、高圧水銀ランプから照射される紫外線により、光硬化性樹脂を造形（露光）する技術である。通常の半導体製造装置では露光光線が垂直入射するため作製が困難な3次元マイクロ構造を、光線を斜めに入射し、かつ、露光中にウェハを回転することで、高速作製する方法である。基礎実験により加工能力を実証しており、さらに、4インチサイズの加工装置を完成すると共に、加工シミュレーションプログラムを作成し、基本技術の確立を済ませている。金属製構造物が必要となる場合は、作製した樹脂構造物をマスターとしてメッキにより、金属構造物ができる。図1に示すように、従来の機械加工と半導体製造技術を繋ぐ加工技術として、①ハイスループット、②アセンブルフリー、③一括大面積加工を特徴としている。

(2) 臨床診断向け高速DNAファイバ解析デバイス

3次元リソグラフィの応用例として、1枚のマイクロチップ上で染色体DNAの展開、伸張、懸架・固定、観察までを行うバイオサンプル操作チップを構築し、バイオや医療の研究開発向け汎用キットを開発した。ヒト病理モデル細胞を用いた遺伝子異常（転座）の検出性能などを評価している。

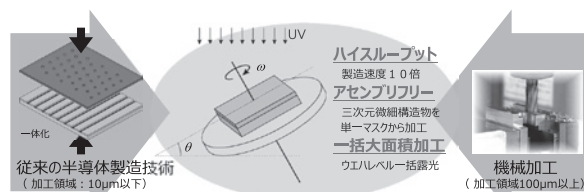


図1 3次元リソグラフィ

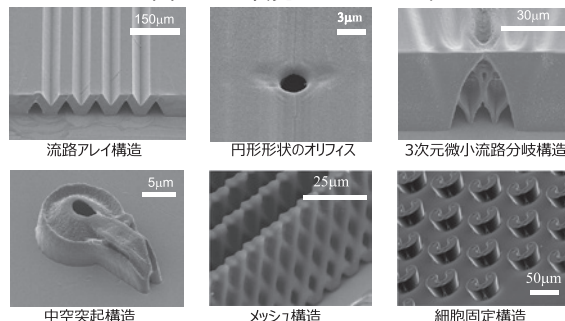


図2 微細構造製作例：これらの構造を数分間の一括露光でまとめて作製可能。

応用が期待される分野／相談対応

- ・マイクロナノシステムや微細部品の設計、開発
- ・微細加工技術とその応用（金型など）
- ・バイオ（染色体・細胞など）、光デバイスの開発

<所属、連絡先> 鈴木 孝明 (すずきたかあき)

群馬大学大学院理工学府
知能機械創製部門 准教授
専門：マイクロナノ工学

〒 376-8515
群馬県桐生市天神町 1-5-1
TEL/FAX 0277-30-1579
E-mail :
suzuki.taka@gunma-u.ac.jp
URL :
http://mems.mst.st.gunma-u.ac.jp/



ロボットと安全

群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門 准教授 安藤 嘉 則

産業ロボットは今や産業において欠くことのできない存在となっています。自動車産業のスポット溶接などからその使用が始まり、現在はそのほかの広い分野で使用されるようになっていきます。日本ではかつては世界の半分の産業用ロボットが使用されていると言われていましたが、現在は3分の1の台数が稼働していると言われていきます。産業用ロボットは安全面では優等生の部類に入る機械装置で、安全統計にも産業用ロボットという項目はないようです。しかし、現在でも毎年1～2件程度の死亡事故は発生しているようですので、産業用ロボットの安全には気を配らなければいけません。

最近の産業用ロボットにおける注目されている事柄は、人との協働作業です。従来、産業用ロボットは安全面から人と同じ空間を共有することは認められていませんでした、そのため、柵等で囲わなくてもよいとされていた80W以下のモータを用いたロボットについてその製造や使用が検討されてきました。現在の安全としては、どんな機械装置でもリスクアセスメントでどのように柵を設置するかなどの安全対策を決める方法が正しいやり方です。しかし、簡易な例外的な方法が検討されてきたことも事実です。技術の進歩に伴い、産業用ロボットと人間の協調作業が限られた範囲(JIS B 8433-2では、監視された停止状態での進入、ハンドガイドシステム、速度および隔離距離の監視、本質設計による動力及び力の制限の4条件)ですが認められるようになってきました。もちろん踏むべき技術的なステップや要件があるので、誰でもすぐにロボットと協働作業ができるわけではありません。しかし、柵の中でのみ産業用ロボットが稼働して安全を確保していた時代は変化しつつあります。

一方、ロボットは別の方面で注目を集めています。次世代ロボット・生活支援ロボット・サービスロボットといわれている製造業以外の分野で用いられるロボットにおいて大きな進歩が見られています。かつてのソニーのAIBOなどのおもちゃに近い愛玩動物のような

ロボットやソフトバンクが販売を始めたPepperなどのロボットがこれに当たります。パロのように癒しのロボットとしてその効用により実際に用いられているものもあります。さらに、コミックやアニメで見られたいわゆる「ロボット」が実際に製造される可能性が見えてきました。現実にはサイバーダインのHALなどがすでに各方面での実用化が視野に入れられています。また、搭乗型のロボットと考えてもよいSEGWAYなどのPMVは乗り物の概念を変えるものでこれまでの法律が想定してこなかった移動手段として大きな期待をもたれている一方想定されてこなかったために制度的な問題があげられています。このようにサービス分野等においては、介護福祉分野での人手不足問題と相まって需要と期待が多く早急な開発が切望されています。将来的には、サービスロボットは大きな市場を有するとの予測もされています。

これらの様々なロボットの分野においてロボットと人との関わり(特に人の安全)は無視することができないため、安全を含めて国際的な規格作りが進んでいます。日本もロボット先進国として積極的に参画しています。少し残念なのは協働作業の導入などをはじめとする新しい技術の導入を積極的に提案するのが日本でないことです。ロボット先進国と言われる日本から発信する新しい技術がもっとあってもよいと思われれます。日本は規格があるとそれを守ることに精一杯で、それを自分に有利になるように改訂・修正をしようとする積極性が不足しているよう思われれます。規格作成作業の結果、産業用ロボットの安全については、ISO10218-1、10218-2が改訂され、その和訳によるJIS化(JIS B 8433-1、8433-2)が行われています。ロボットやサービスロボットにおいても安全に関連するISO規格作成(ISO 15066、ISO 13482など)が進んでおり、ISO制定後は速やかに翻訳によるJISの発行が行われる予定です。筆者も微力ながら国際規格策定の国内における作業やJIS原案の作成を30年近くお手伝いしています。(そのため、現在

進行中の情報も入って来ますので興味をお持ちの方には、できる範囲でお知らせすることも可能です。)これからのロボットは人との関わり無しに考えることはできないと思われまます。いろんな場面でロボットを使用することは便利と考えられますが、ロボットの使用により人がけがをしては元も子もありません。もちろん介護・福祉機器においても人に危害を加えないことが最低限要求されます。そのため、安全を考えることは重要であり、故障などについても子供向けのおもちゃなどと同様の対応が必要となるかもしれません。しかし、これは経済的には非常に負担になる可能性があります。そのため安全性と安全を保証する信頼性の向上が必要となります。

今年に入り、縁あって群馬県次世代産業振興戦略会議ロボット産業部会部会長をお引き受けすることとなり、群馬県の地元においていかにロボットの産業化を実現できるかについての提言のとりまとめをすることとなりました。そこで私なりに考えたことは、産業用ロボットはこれから産業化するには、メンテナンスのいらない機械装置としてのロボットを製造しないと従来のメーカーと同様な展開をすることは難しいということでした。これまでも、産業用ロボットを製造する能力を有するものの販売後のサポート等のことを検討した結果事業化をあきらめたという例をいくつか知っています。もちろん社内向けはこの限りではありませんが、このように BtoB としての産業用ロボットの事業化は、これまでにない機能を持つロボットでないと新規参入は難しいかもしれません、一方、BtoC になることが

多い介護・福祉用などやホームユースのロボットは、これから大きな市場が見込まれています。しかし、用途が多岐に渡り具体的な形が見えにくいものも多く、ロボットとっていいののかも難しい機械装置もあります。これらはロボティック装置(Robotic Device)と呼ぶことが適切なものが多くあります。この分野にはアイデア次第では大きな市場がある可能性があります。また、これらの装置などに用いられる部品(電子部品・機械部品)にはメカトロニクス装置に用いられるものが多く見られます。しかし、これまでに無い商品だからこそ、安全には十分な配慮が必要です。立ち上がり時に問題を起こすとその製品の市場そのものが否定されてしまうことになりかねません。そのため、安全性については特に注意が必要となります。

多くの基礎的な技術や特徴のある技術を持つ企業が多い群馬県をはじめとする北関東地区には、ロボットに使用できる関連の技術やロボティック装置を開発製造するポテンシャルを持つ企業が多くあると思われます。これらの企業群を上手にまとめるには、県庁等の行政の関わりを欠くことができません。それぞれの企業が持つ基礎的な技術を高度化しそれらを融合化して多機能・高機能にするような仕組みを作れるような政策が進められることが望まれます。われわれ大学などをはじめとする研究機関は企業の技術を支える基礎技術開発などで参画することが必要となるでしょう。そして、いち早く世の中の流れと情報を手に入れることが肝要です。

コア素材の違いによるリアクトルの直流重畳特性

(株)タイホープロダクト 大竹康智、大橋隆一

群馬大学大学院理工学府 電子情報部門 山上翔太、石川赴夫

1. はじめに

近年、DC/DCコンバータなどの電力変換装置においてスイッチング周波数の高周波化が進んでいる。これは、回路中のインダクタやコンデンサなどの受動素子を小型化できるためである。しかし、小型化に伴い運転時のインダクタの損失増加及びそれによる温度上昇が問題となるので、インダクタに発生する損失を評価することが重要となっている。そのため、Leeらは有限要素法に基づく3次元熱モデルを用いて41/14V DC/DCコンバータのインダクタの温度解析を行っている[1]。Muhlethalerらは、Steinmetzの鉄損を表すパラメータがDCバイアス電流によって受ける影響を表すグラフを示して鉄損を計算している[2]。また、電力変換装置におけるインダクタの損失測定を行っている研究もいくつか報告されている。清水氏らの研究グループでは矩形波電圧に直流磁界バイアスが重畳した場合の鉄損値を表すロスマップ法やInductor loss analyzer (ILA)法を提案している[3-5]。ここではインダクタに2次巻線を施し、B-Hアナライザを用いることにより、損失を鉄損と銅損に分離して求めている。藤田氏らはパワーアナライザを用いて損失を測定している[6]。一般的にインダクタの損失を測定するためには、先に挙げた論文に記載されているような高価な測定機器を用いなければならず、簡単には測定できない。

本研究では、(1)高価な機器を用いずにインダクタの損失を算出できる簡易測定方法を提案する。具体的には、インダクタに2次巻線を施し、DC/DCコンバータを運転させて入力電圧、入力電流、2次側電圧をオシロスコープで測定する。そのデータといくつかの測定条件を入力するだけでインダクタ特性を算出できる方法である。この方法を用いてインダクタのインダクタンス値、B-Hカーブ、鉄損等を算出し、その特性について理論的に検討する。更に、(2)大電流用リアクトルについても検討を行う。具体的には有限要素法を用いた磁場解析によりインダクタンス直流重畳特性の算出を行い、その結果と前述の簡易測定法を用いて測定した実測結果との比較を行う。

2. 簡易測定法

まず、インダクタの特性を測定するために作成したDC/DCコンバータについて述べる。DC/DCコンバータには降圧、昇圧、昇降圧の3パターンあるが今回は非絶縁型の降圧コンバータを用いており、Fig.1に主回路構成を示す。オシロスコープを用い、図中点線矢印で示される箇所の波形を測定する。 v_1 はインダクタの端子間電圧、 v_2 は2次巻線に誘起される電圧、 v_i はインダクタ電流を測定するために設けたシャント抵抗 R_{sh} の端子間電圧である。

Fig.1の回路におけるインダクタの電流 i_1 の直流バイアス分 I_1 と三角波と仮定した時のリップル分 Δi_1 (peak to peak 値)の概算値を求めるために、 V_{in} 、 V_{out} を一定と仮定し、インダクタの抵抗成分 R とシャント抵抗 R_{sh} やMOS-FETやダイオードSBDの電圧降下を無視して考える。

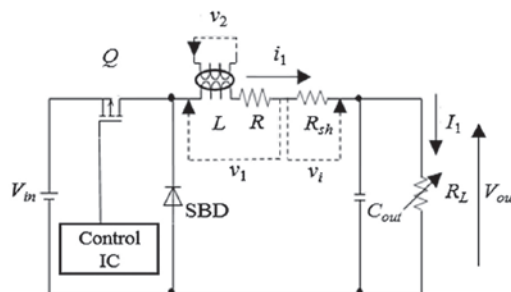


Fig.1 Buck chopper circuit.

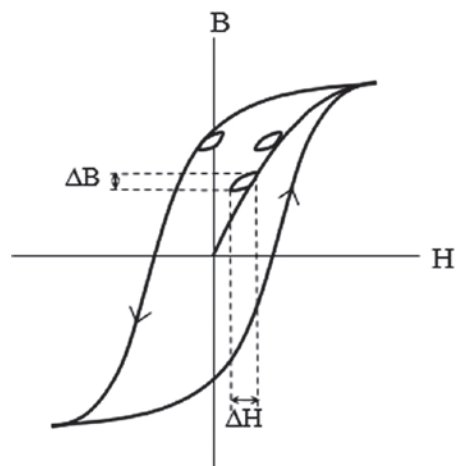


Fig.2 Major loop and dynamic minor loop.

ここで、インダクタのインダクタンス値を L とすると
MOS-FET ON 時

$$V_{in} - V_{out} = L \frac{di_1}{dt} \quad (1)$$

MOS-FET OFF 時

$$-V_{out} = L \frac{di_1}{dt} \quad (2)$$

であるので、スイッチング周波数を f_{sw} 、デューティ比を $D = T_{on}/T$ 、ここで $T = 1/f_{sw}$ とすると

$$I_1 = \frac{DV_{in}}{R_L} \quad (3)$$

$$\Delta i_1 = \frac{D(1-D)V_{in}}{Lf_{sw}} \quad (4)$$

となる。また、 $L \frac{di}{dt}$ ではなく $NS \frac{dB}{dt}$ 、 N : 巻き数、 S : インダクタのコア断面積、 B : 磁束密度を用いると

$$\Delta B = \frac{D(1-D)}{f_{sw} NS} \cdot V_{in} \quad (5)$$

したがって、 f_{sw} 、 D を一定にした場合、式 (4) より V_{in} によって Δi_1 を任意に変えることができ、さらに式 (3) より R_L によって I_1 を任意に変えることができる。そこで、試作した DC/DC コンバータでは可変直流電源 V_{in} を用い Δi_1 を制御し、 R_L に電子負荷を用いて、直流バイアス電流を制御している。また、IC (HA16114P) に外付けでポテンショメータを取り付けることによりスイッチング周波数 f_{sw} とデューティ比 D が可変可能となっている。DC/DC コンバータ運転時、式 (1)、(2) に示したようにインダクタには矩形波電圧が印加されるためインダクタには三角波電流が流れ、それに負荷抵抗に流れる直流電流が重畳した波形となる。そのため B-H カーブは Fig.2 に示すように初磁化曲線あるいはメジャーープのある点で交流分 ΔB 、 ΔH のマイナーループを描く。マイナーループは直流重畳電流やリップル電流の値によってループを描く場所、形状が異なる。また、このマイナーループの面積はインダクタの鉄損に相当する。実際に作成した回路は Fig.3 のようになっており、定格入力電圧 40V、スイッチング周波数 10~100kHz である。

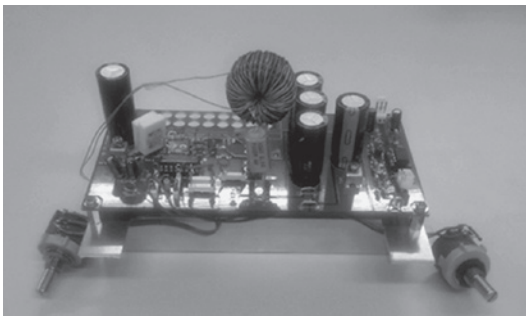


Fig.3 Photograph of DC/DC converter.

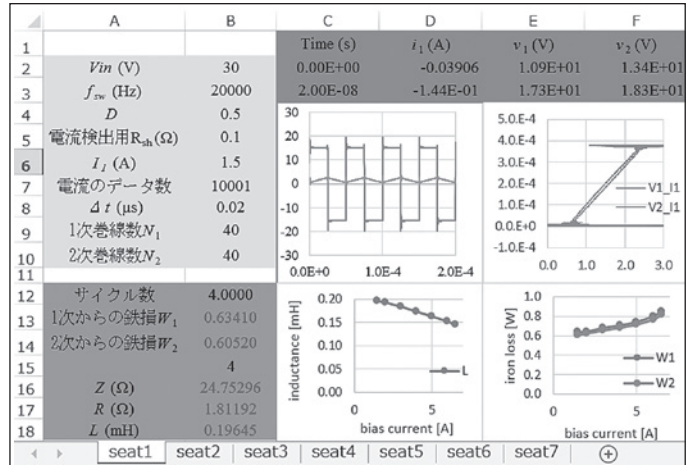


Fig.4 Screen image of the developed Excel file.

次に、測定したデータを用いて、インダクタの直流重畳特性や鉄損特性を容易に算出するために構築した Microsoft Excel ファイルについて説明する。構築した Excel ファイルの画面は Fig.4 のようになっており、測定条件として入力電圧 V_{in} 、スイッチング周波数 f_{sw} 、デューティ比 D 、電流検出用シャント抵抗 R_{sh} 、直流バイアス電流 I_1 、測定した時間ステップ数、時間刻み Δt 、1次巻線数 N_1 、2次巻線数 N_2 を入力し、更に測定した v_1 、 v_2 の値を入力する。そして、フーリエ解析などを行うマクロを実行することで出力部分に、1次側巻線電圧、電流を用いて算出した損失 W_1 と 2次側巻線電圧、1次側電流を用いて算出した損失 W_2 、測定スイッチング周波数におけるインダクタンス L 及び交流抵抗 R が出力されるようになっている。また、電流、電圧波形、B-H カーブなどのグラフも入力データを入れたと同時にそれぞれ出力されるようになっている。以上のように、高価な測定機器を用いない簡単な測定と Microsoft Excel ファイル処理によってインダクタの諸特性を測定できる簡易測定法を構築した。

3. 測定結果の一例

インダクタの試料としてタムラ製作所 AHD-08-0125 を用いて、スイッチング周波数 $f_{sw} = 20\text{kHz}$ 、デューティ比 $D = 0.5$ に固定し、 $V_{in} = 7.5, 15, 22.5, 30\text{V}$ それぞれの値に対して、負荷抵抗 R_L のみを変えてバイアス電流 I_1 を変える実験を行った。インダクタ電流の測定はシャント抵抗を通して行うが、バイアス電流が大きくなるとオシロスコープの Y 軸レンジを大きくしなければならず、Y 軸の分解能が悪くなってしまう。そのためインダクタ電流 i_1 のみ AC モードで測定を行い、Excel 上で電子負荷に指定したバイアス直流電流分を足し合わせている。

波形例として $V_{in} = 30\text{V}$ 、 $I_1 = 6\text{A}$ の時の i_1 、 v_1 、 v_2 の時間波形を Fig.5 に示す。矩形波印加電圧によりインダクタには、ほぼ三角波電流が流れていること

が分かる。また、1次側、2次側のコイルの巻数を同数にしたため v_1 、 v_2 はほぼ同じ電圧になり重なって見える。

1次側のバイアス電流による銅損を除いた損失を求めるために、直流バイアス電流に対する v_1 の直流成分 V_1 、 dc を求め、その一次関数近似が原点を通ると仮定したグラフを Fig.6 に示す。

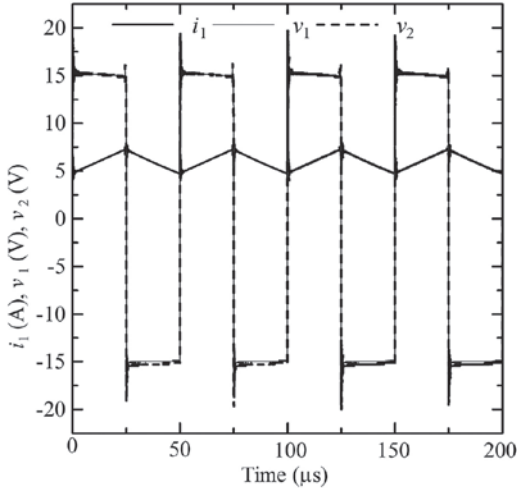


Fig.5 Waveforms of voltage and current.

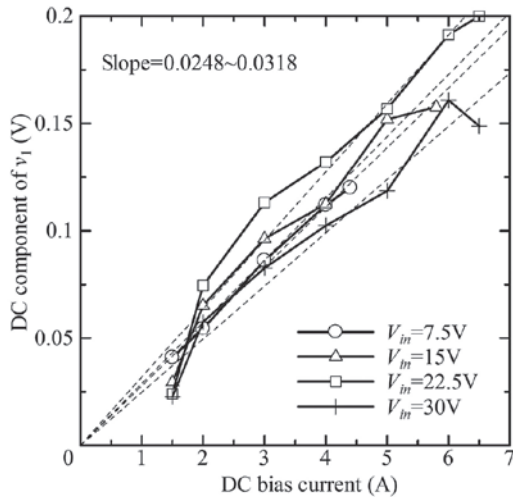


Fig.6 Characteristic of DC component of v_1 .

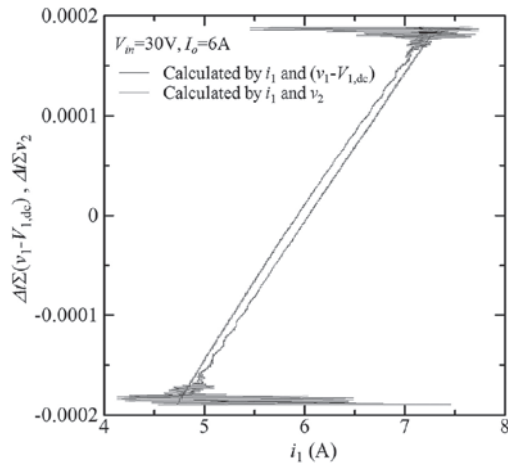


Fig.7 ϕ - i curve.

つまり、この図はオシロスコープ自身のオフセットを除いた v_1 の直流分に相当する。その傾きを求めると $0.0248 \sim 0.0318 \Omega$ であり、実測したインダクタの直流抵抗値 0.0288Ω とほぼ一致していることが分かる。従って、 v_1 には直流電流による電圧降下が含まれていることが確認できた。そこで、 v_1 から直流成分 V_1 、 dc を引いた量を用いてヒステリシスループを検討する。インダクタの磁束に相当する $(v_1 - V_1, dc)$ の積分値と i_1 の関係を Fig.7 に示す。図には2次側の v_2 の積分値と i_1 の関係も示してある。1次側の電圧から求めた ϕ - i カーブと2次側の電圧から求めた ϕ - i カーブは、ほぼ重なっていることが分かる。2次側電圧 v_2 の積分値と i_1 から求めた ϕ - i カーブは Fig.2 のマイナーループに相当するものであり、その面積がインダクタの鉄損に相当する。また、1次側の $(v_1 - V_1, dc)$ の積分値と i_1 から求めた ϕ - i カーブには1次側の直流成分以外の電流による銅損も含まれると考えられる。なお、Fig.7において上下の端にスイッチング時のノイズがのってしまっているが、全体の面積と比較して大きくないので、以下損失の計算では無視して考える。

4. インダクタの特性検討

4-1 インダクタンスと交流抵抗

ここではインダクタのモデルを一般的な RL 直列モデルとし、そのインダクタンス値 L と交流抵抗値 R を求める。 v_1 と i_1 をフーリエ変換し、その 20kHz 成分の値を Fig.8 に示す。図にはインダクタを製造している東邦亜鉛にて測定したインダクタンス値も示してある。東邦亜鉛による測定は直流+ 20kHz 、実効値約 8mA の正弦波電流を流して行った。Fig.8 より、本簡易測定システムで測定したインダクタンス値は、通常の測定で用いられる直流+ 20kHz の正弦波電流で測定したインダクタンス値とよく一致しており、本システムの妥当性が確認できた。

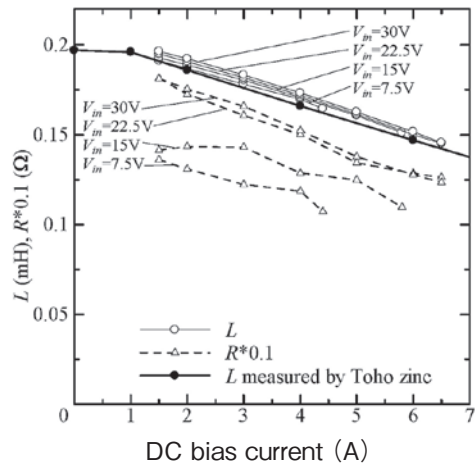


Fig.8 Characteristics of inductance and resistance versus DC bias current.

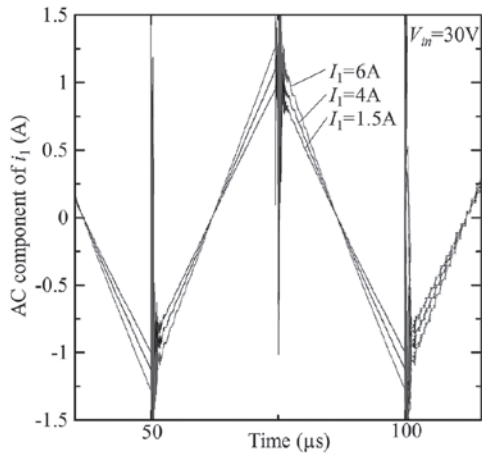


Fig.9 AC component of i_1 for several I_1 .

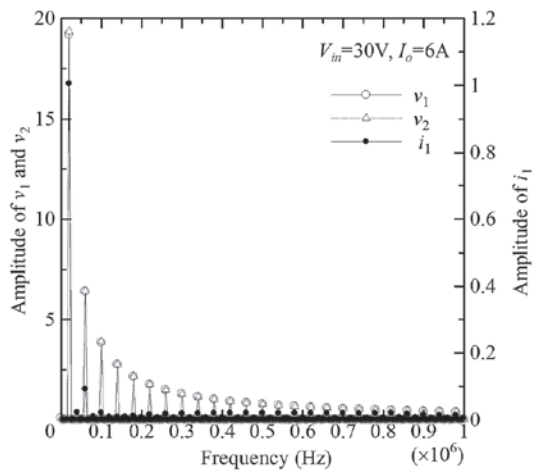


Fig.10 Fourier analysis of v_1 , v_2 , i_1 .

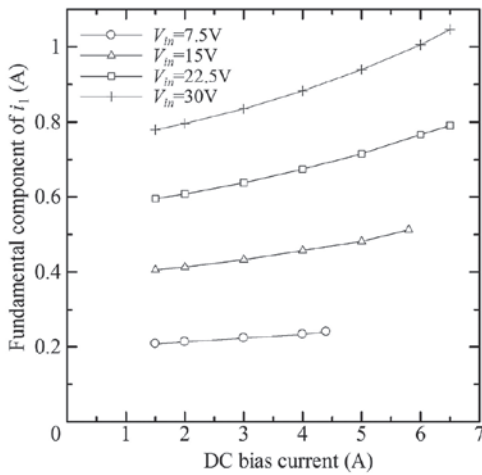


Fig.11 Characteristics of fundamental component of i_1 versus DC bias current

Fig.8で示された直流重畳特性について以下検討する。まず、 L の特性について検討するために、 R_L によって I_1 を変えたときの Δi_1 を Fig.9 に示す。図では比較しやすくするために AC 成分を表わしている。図より I_1 が大きくなるに従って Δi_1 も大きくなっていることが分かる。これは、 I_1 に従ってコア内の磁界の強度が大きくなると、磁気飽和のために L が小さくなり、その結果式 (4) より Δi_1 が大きくなるためである。

Fig.10 に $V_{in}=30V$ 、 $I_1=6A$ の時の v_1 、 v_2 、 i_1 のフーリエ解析を示す。図より v_1 、 v_2 は、矩形波なので高調波成分が大きく、3 倍の周波数で $1/3$ 倍になる。しかし、 i_1 はほぼ三角波なので高調波成分は小さく、最も大きい 3 倍成分でも基本波の $1/3^2$ に近い約 9% である。そこで、ここでは基本波のみについて検討する。Fig.11 に V_{in} をパラメータとして I_1 を変えたときの i_1 の基本波成分を示す。図より V_{in} が一定の時 i_1 の基本波成分は I_1 に対して増加していることが分かる。この傾向を検討するためにインダクタの φ - i のメジャー及びマイナーループを測定した。マイナーループを見やすくするために、ここでは 60Hz の正弦波に 400Hz の正弦波を重畳し、60Hz のメジャーロープに沿って 400Hz のマイナーループが現れるようにした。ここで、400Hz 成分は電圧値で 60Hz の 190%、電流値で 33% の値を重畳している。また 400Hz は 60Hz の 6.67 倍であるので、3 サイクルで 20 回のマイナーループとして測定される。

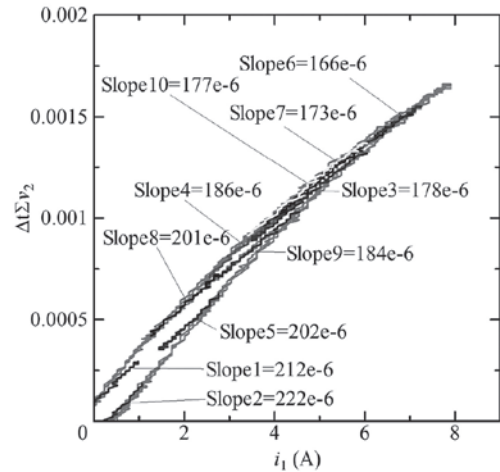


Fig.12 φ - i characteristics excited by 60Hz and 400Hz sine wave.

その実験結果の第 1 象限を Fig.12 に示す。図より、マイナーループがメジャーロープに沿って上っていくにしたがって、マイナーループの傾きが $222 \times 10^{-6} \text{H}$ から $173 \times 10^{-6} \text{H}$ へと小さくなっていくことが分かる。 φ - i カーブにおけるこの傾きは高調波成分に対するインダクタンスに相当する。Slope 5 は DC/DC コンバータ運転時の I_1 が約 2A 時のインダクタンスに相当し、その時のインダクタンス $192 \mu\text{H}$ とほぼ一致している。従って、メジャーロープの電流の値が大きいとき、つまり DC/DC コンバータのバイアス電流が大きいとき、図のマイナーループの傾き、つまり増分透磁率 $\Delta B / \Delta H$ は小さくなる傾向があることが分かる。そのため Fig.8 に示したように、直流バイアス電流が大きくなるとインダクタンス L は小さくなる。

次に、抵抗成分 R について検討すると、Fig.8 よ

り I_1 に対し R は L とほぼ同じ傾きで小さくなっていることが分かる。一方、 V_{in} に対して L はほとんど変化がないが、 V_{in} が小さくなると R も小さくなることが分かる。抵抗 R の電力がインダクタの銅損+鉄損を表すが、損失については次節で考察する。

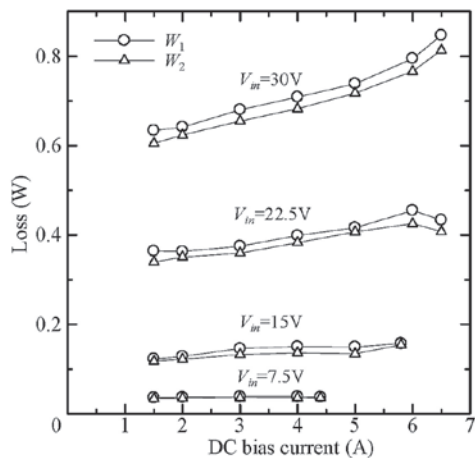


Fig. 13 Characteristics of loss versus DC bias current.

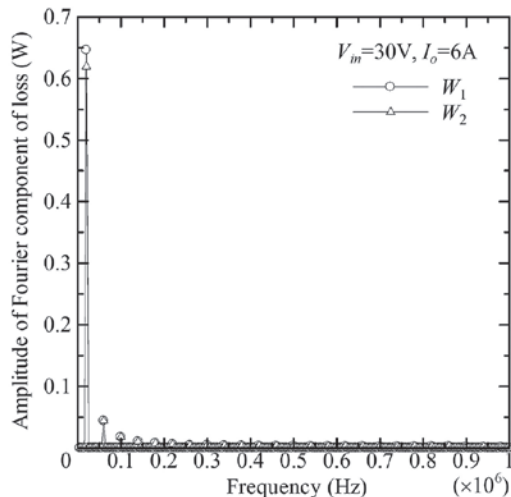


Fig. 14 Fourier analysis of W_1, W_2 .

4-2 損失

本論文では、1次巻線電圧と電流を用いて、式(6)から(直流成分以外の電流による銅損+鉄損) W_1 を算出し、2次巻線電圧と1次巻線電流を用いて、式(7)から鉄損 W_2 を算出している。

$$W_1 = f_{sw} \Delta t \sum_j i_{1,j} (v_{1,j} - V_{1,dc}) \quad (6)$$

$$W_2 = \frac{N_1}{N_2} f_{sw} \Delta t \sum_j i_{1,j} v_{2,j} \quad (7)$$

I_1 に対する各 V_{in} 値での W_1, W_2 を Fig.13 に示す。全ての V_{in} において、 W_2 よりも W_1 の損失の方が大きくなっていることが分かる。次に、求めた損失のフーリエ解析を行った。例として $V_{in}=30V, I_1=6A$

時の結果を Fig.14 に示す。基本周波数 20kHz で $W_1=0.646W, W_2=0.620W$ となっており、その差は 0.026W となっている。Fig.13 における W_1 と W_2 の差は 0.029W であるので、その差に関与しているのは 20kHz 成分であることが分かった。

そこで、Fig.13 について基本波成分を用いて考察する。 W_1 及び W_2 は V_{in} の値によって大きく変化している。具体的には V_{in} が 30V から 22.5V (3/4倍)、15V (1/2倍)、7.5V (1/4倍) になったとき、損失はほぼ $(3/4)^2, (1/2)^2, (1/4)^2$ 倍になっていることが分かる。そこで $V_{in}=30V$ の W_2 を基準にし

$$W'_2 = W_2 \cdot \left(\frac{V_{in} \text{での } i_1 \text{の基本波}}{V_{in}=30V \text{の } i_1 \text{の基本波}} \right)^2 \quad (8)$$

として求めた値 W'_2 と各 V_{in} 値の W_2 を Fig.15 の破線に示す。測定した W_2 と式(8)より計算した W'_2 はほぼ一致することが分かる。したがって、直流バイアス電流を一定にすれば V_{in} の大きさの2乗に比例して損失が増加することが分かる。更に検討するために、インダクタの基本特性である正弦波印加時の特性と比較する。ここでは、Fig.13 における直流バイアス電流 1.5A の場合について、電流の基本波成分である 20kHz 成分に対する損失の比較を、Fig.16 に示す。

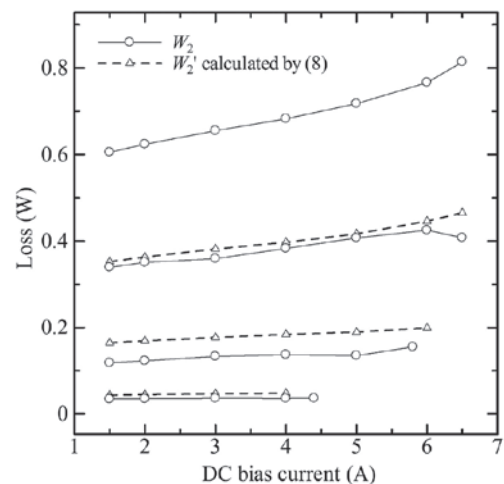


Fig. 15 Characteristics of W_2 by changing V_{in} .

図より、鉄損は電流の2乗にほぼ比例することが確認できる。また、DC/DC コンバータの損失は正弦波印加時より大きいことが分かる。これは、DC/DC コンバータでは基本波以外の高調波成分が含まれるためである。

また、Fig.13 において V_{in} 一定の時、直流バイアス電流が大きくなると損失も僅かに増えていることが分かる。これは以下のように考えられる。 V_{in} は式(5)より ΔB に、直流バイアス電流はインダクタ内の磁界

の強さにそれぞれ相当する。 ΔB 一定で磁界の強さが変化した時、Fig.12の φ - i 特性より増分透磁率が小さくなる。ここで ΔB が一定なのでマイナーループは長くなり、面積も増加すると考えられる。その結果、鉄損が僅かであるが増加したと考えられる。

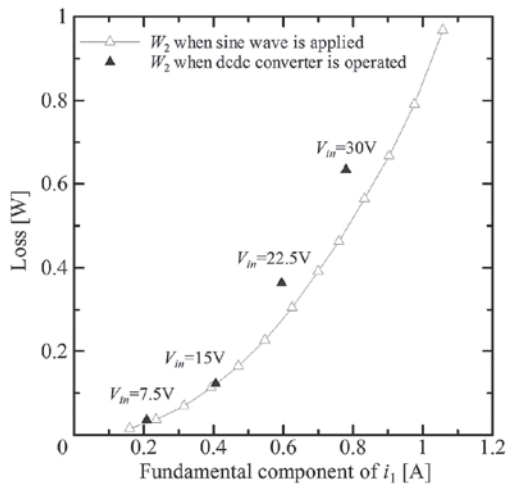


Fig.16 Characteristics of W_1 versus fundamental component of i_1 .

次に W_1 、 W_2 の違いについて考察する。表皮効果における表皮深さを考慮した円形導体の交流抵抗 R_{ac} は式(9)で与えられるので直流抵抗 R_{dc} との比は式(11)となる。

$$R_{ac} = \frac{\rho L_c}{d_e \pi (D_c - d_e)} \quad (9)$$

$$d_e = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu \sigma}} = \sqrt{\frac{2\rho}{\omega \mu}} \quad (10)$$

$$\frac{R_{ac}}{R_{dc}} = \frac{D_c^2}{4d_e(D_c - d_e)} \quad (11)$$

ここで、 d_e は表皮深さ、 ω は角周波数、 ρ は導体の抵抗率、 L_c は導体長さ、 D_c は導体径である。式(11)より求めた抵抗と電流のフーリエ解析した各成分より直流を除いた各調波電流による銅損は求められる。 W_1 からこの銅損を引いた値と W_2 の比較をFig.17に示す。各 V_{in} 値においてほとんど重なっており、Fig.13の W_1 と W_2 の差は直流成分を除いた各調波電流による銅損にほぼ相当することが分かった。

以上、DC/DC コンバータで使用されるインダクタの鉄損について直接は評価できていないが、正弦波印加時と比べた定量的評価をFig.16で明らかにした。また、1次側巻線電圧と電流より鉄損と銅損の和として求められる量から、2次側巻線電圧と1次側電流より鉄損として求められる量を引いた値は、銅損の理論値とほぼ一致することを定量的に示した。

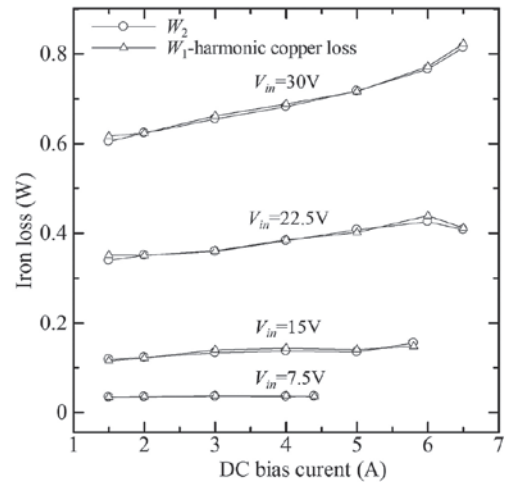


Fig.17 Comparison of W_2 and W_1 -harmonic copper loss.

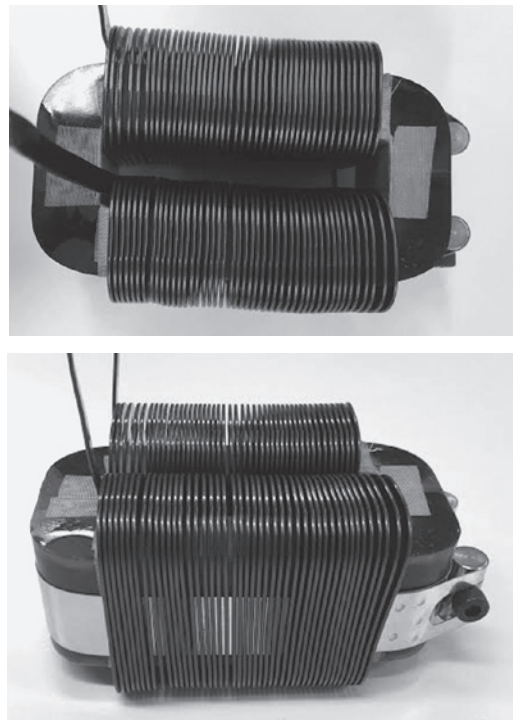


Fig.18 Reactor.

5. 大電流用リアクトルの特性検討

5-1 有限要素法を用いたインダクタンス直流重畳特性の解析

リアクトルのインダクタンス直流重畳特性の電磁界解析による算出を行った。解析には有限要素法による電磁界解析ソフト(株式会社 JSOL製 JMAG Designer ver 12.0)を用いた。

解析対象のリアクトルはFig.18の様になっており、形状に対称性を持つ。計算資源削減のためこの対称性を利用し、Fig.19に示すような1/8モデルでの解析を行った。リアクトルに設定した条件、及びパラメータは以下のTable.1に示す。また、今回設定した材料(新日鉄50H400)の磁化特性をFig.20に示す。各直流電流に対するインダクタンス値は解析結果とし

て得られた磁束鎖交数 Φ とコイルに流した電流 I の時間波形を用いて式(12)より算出している。

$$L = \frac{\Delta\Phi}{\Delta I} \quad (12)$$

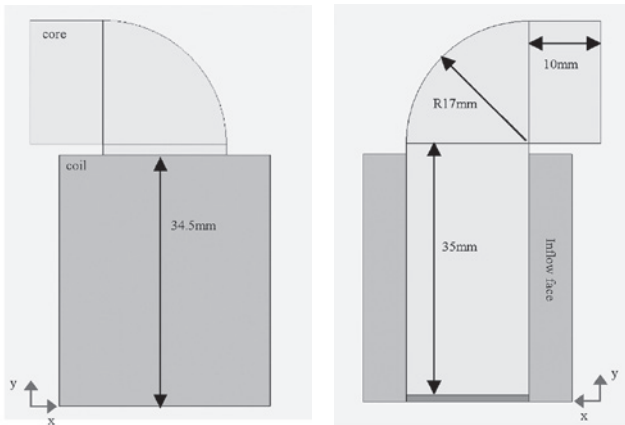
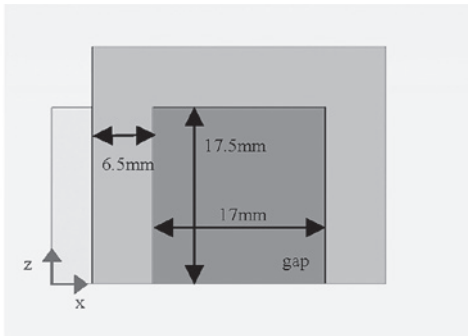


Fig.19 1/8 model of reactor.

Table.1 Dimensions of reactor.

解析方法	過渡応答解析
電流条件	直流電流+振幅0.5Aの正弦波電流(10kHz)
総巻数	90Turn
総ギャップ長	2mm, 4mm, 8mm
コア材料	新日鉄 50H400(厚さ0.5mm, 損失4W/kg以下の電磁鋼板)

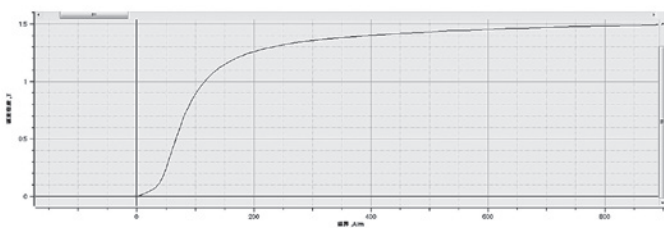


Fig.20 Magnetization characteristic of 50H400.

解析結果例として総ギャップ長4mmのモデルに直流電流20A流した時のコイルに流れる電流と磁束鎖交数の時間波形のグラフをFig.21に示す。また、その時のコアの磁束密度のベクトル図をFig.22に示すが、内側外側において磁束密度が高い傾向が見られる。

次に総ギャップ長を2mm、4mm、8mmの時のインダクタンス直流重畳特性をFig.23に示す。図からギャップを大きくすることによって、インダクタンス一定の区間を長くすることができることが分かり、総ギャッ

プ長4mmと8mmの特性を比較するとインダクタンス一定の区間の長さがおよそ2倍変わることが分かる。

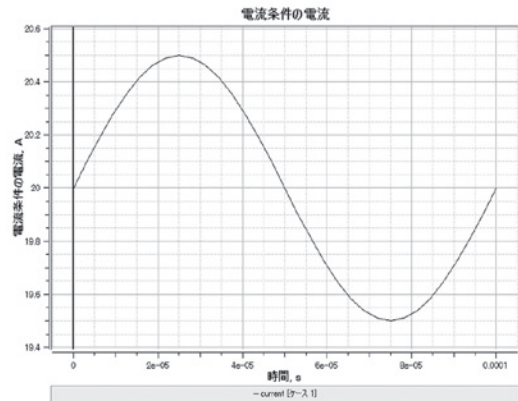


Fig.21a Applied current waveform.

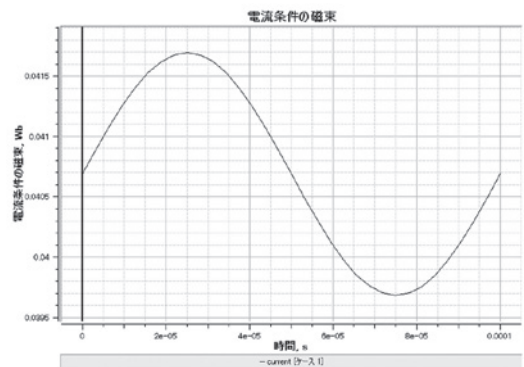


Fig.21b Calculated flux linkage waveform.

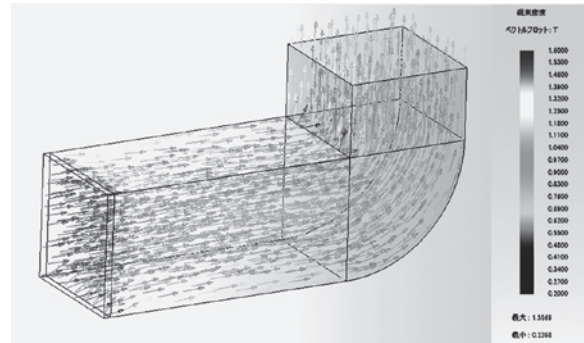


Fig.22 Flux density distribution in 1/8 model

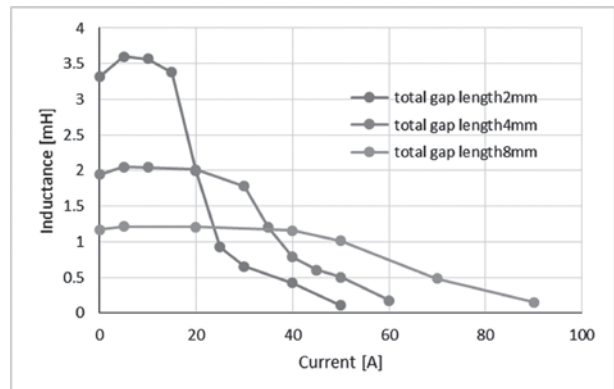


Fig.23 Inductance DC bias characteristics calculated by 3D FEM.

5-2 実測結果との比較

提案した簡易測定法を用いることによりリアクトルのインダクタンス直流重畳特性を得た。実験に用いたリアクトルの形状、巻線などの仕様は解析を行った総ギャップ長4mmモデルと同様であるが、コア材料は新日鉄系 GT-050である。測定条件としてはスイッチング周波数 $f_{sw}=20\text{kHz}$ 、デューティ比 $D=0.5$ 一定とし、 V_{in} をパラメータとして、直流電流のみを変更しリアクトルに流れる電流 i_L と端子間電圧 v_L の測定を行った。インダクタンス値は i_L と v_L の基本波成分の位相差により求めた。得られたインダクタンス直流重畳特性をFig.24に示す。試作したDC/DCコンバータは8Aまでの直流電流しか流せず、増分透磁率の変化が少ない区間でしか測定を行えなかったため、インダクタンス値の変動はほとんどなく、ほぼフラットな特性となっている。ここで、式(4)で示したように V_{in} は Δi_L 、従って i_L の基本波成分に相当し、この実験では $V_{in}=30\text{V}$ は $i_L=0.1\text{A}$ にほぼ相当していた。Fig.24より、インダクタンス値は解析結果では約2mHなのに対して、実測結果は約1.55mHとなっており、解析結果と実測結果にはおよそ29%の誤差が生じてしまった。この原因としては、解析における磁気特性がFig.20の磁化曲線の接線を用いており、マイナーループを考慮していないためであると考えられる。

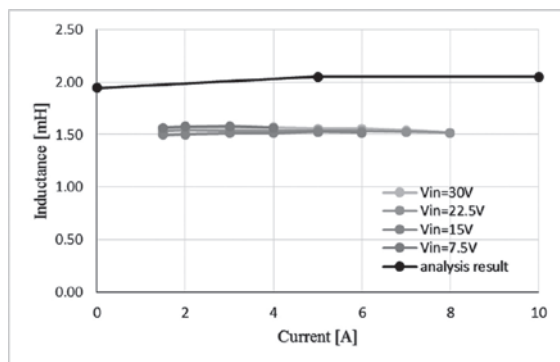


Fig.24 Comparison of measured and analyzed inductances.

6. まとめ

再生可能エネルギーや回生エネルギーを利用する電力変換装置に用いられるインダクタについて検討し、以下の結論を得た。

(1) 高価な機器を用いずにインダクタの損失を算出で

きる簡易測定方法として、インダクタに2次巻線を設け、1次巻線と2次巻線の端子間電圧、1次巻線電流波形をExcelに入力しマクロを実行するだけでインダクタの様々な特性を知ることができる方法を提案した。

提案した測定法によりインダクタンスが高精度で測定できることを示した。更に、この測定法を用いて電流の直流重畳分とリップル分に対する鉄損及び直流成分を除いた銅損の傾向について考察した。

(2) 大電流用リアクトルの直流重畳特性について有限要素法を用いた理論的検討を行った。直流重畳特性の傾向は一致したが、実測値との間には30%程度の誤差があった。解析においては磁気特性のマイナーループを考慮する必要があると考えられる。

参考文献

- [1] S.Y. Lee, A.G. Pfaelzer, J.D. Wyk, Comparison of different designs of a 42-V/14-V DC/DC Converter regarding losses and thermal aspects, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol.43, No.2, pp. 520-530, 2007.
- [2] J. Muhlethaler, J. Biela, J.W. Kolar and A. Ecklebe, Core losses under DC bias condition based on Steinmetz parameters, The 2012 International Power Electronics Conference, pp. 2430-2437, 2010.
- [3] S. Iyasu, T. Shimizu and K. Ishii, A novel inductor loss calculation method on power converters based on dynamic minor loop, IEEE transactions on industry applications, Vol.126, No.7, pp.1028-1034, 2006.
- [4] H. Matsumori, T. Shimizu, K. Takano and H. Ishii, Iron loss calculation of AC filter inductor for three phase PWM inverter, ECCE, pp. 3271-3278, 2012
- [5] 江守教人、清水敏久、備前良雄、インダクタ損失最適設計の検討、電気学会産業応用部門大会、1-83、I-351～I-354、2013.
- [6] 藤田雄一郎、筒井和久、有限要素法電磁界解析による圧粉磁心リアクトルの特性予測、電気製鋼、第82巻1号、pp.73-79、2011.
- [7] 山上将太、石川赴夫、栗田伸幸、DC/DCコンバータにおけるインダクタの簡易測定法、第23回MAGDAコンファレンス in 高松、PS21, pp. 439-444, 2014.

軽量で柔らかいポリ塩化ビニル製ボールの開発

群馬レジン 代表 豊田 宏
群馬県立群馬産業技術センター 恩田 紘樹
群馬県立群馬産業技術センター 鈴木 崇

成果の概要

ポリ塩化ビニル(PVC)製ボールは乳幼児向け玩具の他、近年では高齢者やけが人のリハビリ用品としての利用も増えており、従来よりも軽量で柔らかいボールの需要が高まっている。これらのことを踏まえ、本研究では、従来のボールよりも可塑剤割合が高く、かつ樹脂量の少ないボール(風船ボール)の製造技術を確立した。さらに、風船ボールへ任意の柄を象嵌印刷する技術を確立し、デザイン性を付与できるようになった。本研究により開発した風船ボールは今後、他者が容易に模倣できない高付加価値商品として、玩具やリハビリ用品の用途で実用化する。

1. はじめに

当社は回転成形によって軟質ポリ塩化ビニル(PVC)製品を製造しており、これまでに、図1に示すように玩具ボール、野球のベース版等のスポーツ用品、止水弁等の工業資材など様々な用途のポリ塩化ビニル(PVC)製品を製造してきた実績がある。また、現状、国内で流通している玩具ボールの多くは安価な海外からの輸入品である¹⁾。このため、当社では図2に示すような光触媒抗菌ボール(平成24年度ぐんま新技術・新製品開発推進補助金(市町村・県パートナーシップ支援型(高崎市)成果、群馬産業技術センターと共同開発)をはじめとした付加価値の高い新商品開発に重点を置き、海外製品と差別化に取り組んでいる。その中で近年、高齢化社会の進行により、高齢者の握力回復を目的としたリハビリ等、医療や介護の現場でのボールの需要も高

まっている²⁾。そこで本研究では、可塑剤の混合割合を高め、従来のボールよりも軽くて柔らかいボールを開発することとした。また、これまで可塑剤割合が高く柔らかいボールへの象嵌印刷も試みたので報告する。

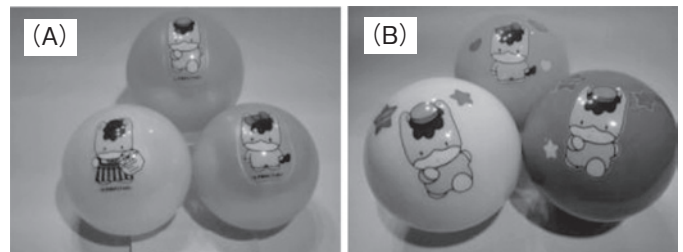


図2 当社が開発した光触媒抗菌ボール
(A) 3号ボール (B) 6号ボール

2. 実験方法

2-1. ボールの作製

回転成形によるボールの成形は図3に示す様に行った。すなわち、PVC(新第一塩ビ製 PQ92)、アジピン酸エステル系可塑剤(田岡化学工業製、アジピン酸ジオクチル)、ポリエステル系可塑剤(DIC製、ポリサイザー W-230-H)および酸化防止剤(アデカ製、アデカスタブ465L)をそれぞれ重量比40:44:26.4:0.5の割合で混合・攪拌したもの(以下、プラスチック)50gを3号ボール(直径76mm)の大きさの成形型に入れた(図3①)。そして、回転速度10rpm、成形温度300℃で金型を回転させた後(図3②)、水中に型ごと浸漬させることで急冷(図3③)し、型からボールを取り出し(図3④)、図4(A)に示す様な風船ボールを得た。また比較のため、従来



左: 玩具ボール

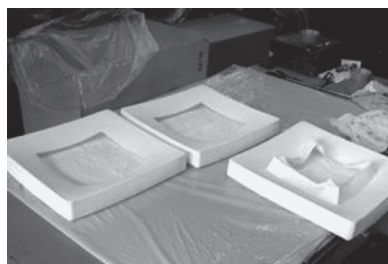


図1 当社製品
中: 野球ベース版



右: 止水弁

のPVC製ボールとして、PVC、アジピン酸エステル系可塑剤、ポリエステル系可塑剤および酸化防止剤をそれぞれ40:22:13.2:0.5の割合で混合・攪拌したものを100gを同様の条件で回転成形した(図4(B))。なお、必要に応じて顔料を0.1%の割合で混合した。

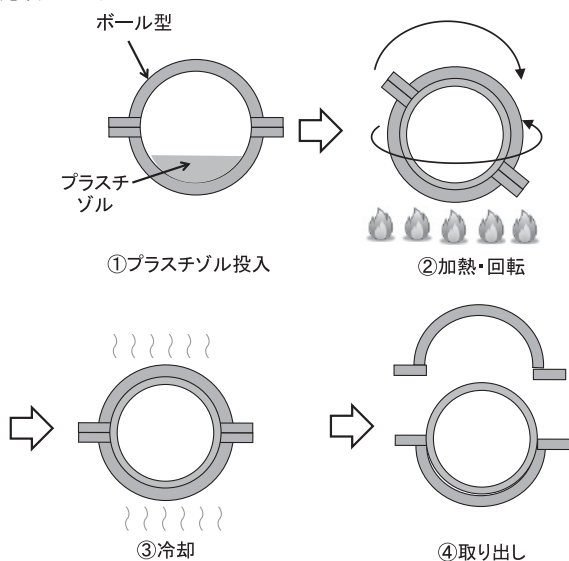


図3 回転成形によるボール製造工程の模式図

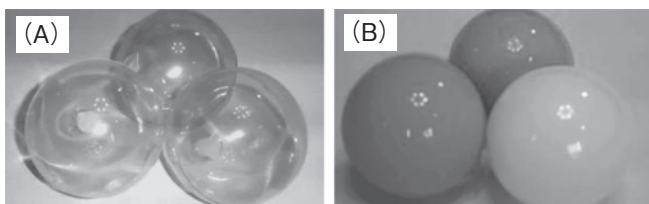


図4 風船ボール(A)および従来ボール(B)の外観

2-2. 象嵌印刷したボールの作製

PVCフィルムへのスクリーン印刷は、225メッシュ規格(打ち込み本数225本/インチ)の製版を用いて行った。また、多色刷りの場合は色数だけ製版を作製してスクリーン印刷を施し、各色の柄を合わせることで一つの図柄とした。その後、図5に示すようにスクリーン印刷を施したPVCフィルムを3号ボール成形型に設置した後、2-1.に記載した方法で回転成形した。

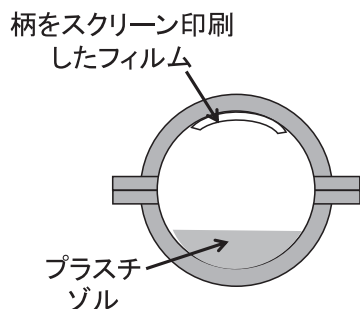


図5 ボール型へのPVCフィルムの設置

2-3. 表面観察

試料の表面観察は、低真空走査型電子顕微鏡(日本電子製、JSM-5600LV/JED-2200)を用い、印加電圧は15kVとした。

2-4. 厚み測定

試料を裁断し、断面厚みを計測した。また、試料の厚みムラ指標は以下の計算式により算出した。

$$\text{厚みムラ指標} = (T_2 - T_1) / T_3 \cdots \text{①}$$

なお、 T_1 は最も薄い部分のボールの厚さ(mm)を、 T_2 は最も厚い部分のボールの厚さを、 T_3 はボールの平均厚み(mm)それぞれ表す。

2-5. 物性測定

ボールの引張強度および伸び率試験は、複合材料試験機(インストロン社、型式5865)を用いて行った。また、試料幅20mm、チャック間距離10mm、クロスヘッドスピード100mm/minの条件で試験を行った。

3. 結果及び考察

3-1. 風船ボールの表面形状

図6(A)に風船ボールを、図6(B)に従来ボール表面の電子顕微鏡像を示す。従来ボールの表面は凹凸が顕著だったのに対し、風船ボールの表面は比較的滑らかだった。

風船ボールは、従来ボールと比較して可塑剤割合が高い。このため、回転成形時におけるプラスチックの流動性が高まり、表面平滑性が向上したと考えられた。

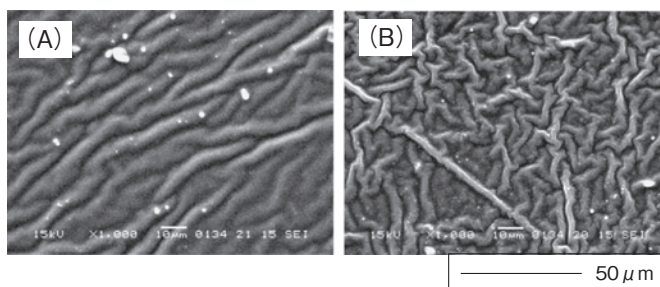


図6 風船ボールおよび従来ボール表面の電子顕微鏡像
(A): 風船ボール (B): 従来ボール

3-2. 風船ボールの厚みムラ

表1に、従来ボールおよび風船ボールの厚みの最も薄い部分の厚み、最も厚い部分の厚み、および厚みムラ指標を示す。風船ボールの最も薄い部分の厚み、最も厚い部分の厚みおよび厚みムラ指標はそれぞれ0.71mm、1.56mm および0.76だった。ま

た、従来ボールの最も薄い部分の厚み、最も厚い部分の厚みおよび厚みムラ指標はそれぞれ2.10mm、3.28mm および0.51 だった。

表1 風船ボールおよび従来ボールの厚みムラ指標

	最も薄い部分の厚み(mm)	最も厚い部分の厚み(mm)	厚みムラ指標
風船ボール	0.71	1.56	0.76
従来ボール	2.10	3.28	0.51

風船ボールでは、従来ボールと比較してボールの厚みが薄かった。これは、風船ボールのプラスチック量が従来ボールの1/2 と少ないためと思われる。

また、風船ボールでは従来ボールと比較して厚みムラ指標が約1.5倍だった。厚みのムラは、ボールの回転成形後、型の回転を止め、水槽に入れて冷却する時、十分に固化していないPVCが重力方向に向かって移動するために発生する。このため、プラスチックに占める可塑剤割合の高い風船ボールでは、型を冷却した時にPVCが移動しやすいために厚みムラ指標が大きくなったと考えられた。

なお、当社におけるボールの出荷基準として「厚みムラ指標1.0未満」を設定している。このため、本研究の風船ボールの厚みムラ指標であれば、製品の品質としては問題ないと思われる。

3-3. 風船ボールの物性強度

表2に、従来ボールおよび風船ボールの破断応力、破断伸び、ヤング率を示す。風船ボールおよび従来ボールの破断応力はそれぞれ1.87MPa および4.94MPa だった。破断伸びはそれぞれ39.10mm および51.22mm だった。さらに、ヤング率はそれぞれ5.59MPa および10.45MPa だった。

表2 風船ボール及び従来ボールの物性強度

	破断応力 (MPa)	破断伸び (mm)	ヤング率 (MPa)
風船ボール	1.87	39.10	5.59
従来ボール	4.94	51.22	10.45

風船ボールの破断応力が従来ボールよりも小さかったのは、従来ボールのプラスチックに含まれるPVCの割合は約53%なのに対し、風船ボールのプラスチックに含まれるPVCの割合は約35%と低いためと考えられた。また、風船ボールの破断伸びが従来ボールよりも小さかったのは、風船ボールの厚

みが従来ボールよりも薄いためと考えられた。さらに、風船ボールのヤング率は従来ボールの約1/1.9であり、柔らかいことが示された。これは、風船ボールのプラスチックに占める可塑剤の割合が高いためと考えられた。

3-4. 象嵌印刷した風船ボールの作製

図7に、2-2. に示した方法に準拠して象嵌印刷を施した風船ボールを示す。象嵌印刷を施した風船ボール全体の5%で、図8に示すようなブリード現象が見られたものの、風船ボール自体に不具合は見られなかった。風船ボールに任意の柄を象嵌印刷することにより、デザイン性を付与できるため、さらなる高付加価値化が期待できる。今後は、このようなブリード現象の発生を抑制し、歩留まり率を向上することが課題である。

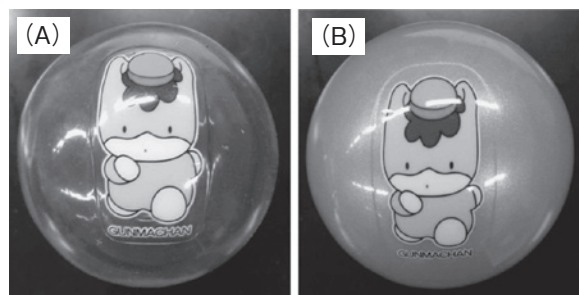


図7 象嵌印刷を施した風船ボール (A) および従来ボール (B)

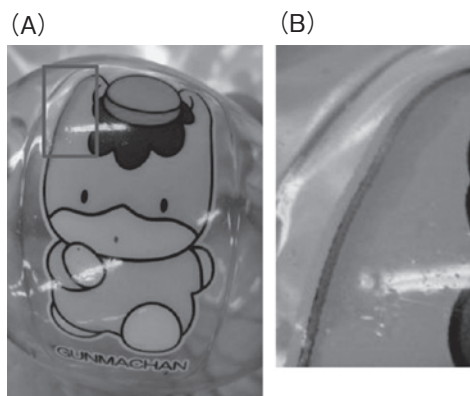


図8 風船ボールプリント部のブリード (B) は、(A) の四角部分を拡大したもの

4. まとめ

- ①従来ボールと比較して軽くて柔らかいボール(風船ボール)の製造技術を確認した。また、可塑剤およびPVCの割合を調整することで、ボールの柔らかさを任意に変えることができると考えられる。
- ②風船ボールは、従来ボールよりも厚みのムラが大きいものの、その程度は当社の商品基準に合致するものだった。
- ③風船ボールに象嵌印刷を施したところ、全体の5%

程度はブリード現象が見られたものの、風船ボール自体には不具合は見られなかった。

5. 風船ボールの用途および販売ターゲット

風船ボールは従来の玩具としての用途の他、今後の少子高齢化を見据え、医療施設等で用いる握力回復用のリハビリ用品としての用途も期待できる。これまで、従来の玩具ボールでは、商社などの代理店を通じて小売店に販売してきた。このため、風船ボールでも図9に示す様に、玩具ボール用途の場合は当社がこれまでに構築してきた販路を活用するが、リハビリ用品の用途の場合は、当社が関連する小売店や病院・介護施設と直接取引する販路も開拓したい。

6. 謝辞

本研究は、平成26年度ぐんま新技術・新製品開発推進補助金(県・産業支援機関型)(テーマ:柔らかな玩具ボールへの高品質印刷技術の確立)により行われた。

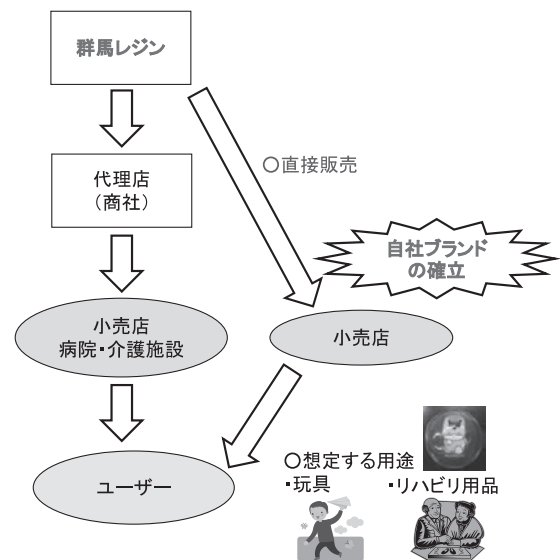
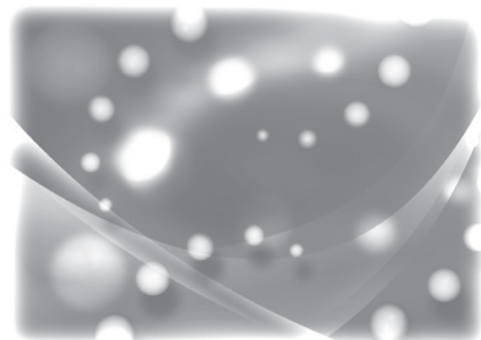


図9 風船ボールの販路

文献

- 1) 日本プラスチック玩具協同組合資料
- 2) 猪田邦雄、清水新悟、對馬 明、戸田 香、宮本靖義、矢澤浩成、富永敬三、細川厚子、中部大学生命健康科学研究所紀要、Vol.6、36-47 (2010)



研究者紹介

群馬レジン 代表 豊田 宏



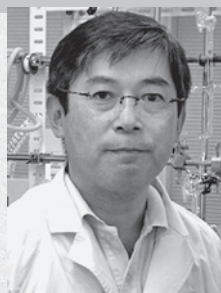
〒370-3402 高崎市倉渕町三ノ倉4636
TEL : 027-378-2385 FAX : 027-378-3975

群馬県立群馬産業技術センター 環境・エネルギー係 独立研究員・博士(工学) 恩田 紘樹



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

群馬県立群馬産業技術センター 研究調整官・理学博士 鈴木 崇



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

台湾雲林県知事視察団一行の桐生訪問

群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門 教授 志賀 聖一

桐生市 深澤 翼

2月26日(木)台湾の雲林県というところの県知事、鎮長や郷長(市長に相当)ら一行23人あまりが桐生市を訪れた。目的は、地域のグリーンエネルギー政策とその実施例を視察することにある。雲林県は、台中市と台南市の間ほどに位置する、農業を中心とした地域で、人口60万人というから、群馬県の1/3ほどの規模になる。台湾の行政区分は、台北市などのように大きな直轄市に対して、鎮や郷がその下にある。直轄市と同列に県があると思えばいいような気もするが、定かではない。この訪問の打診をしてきたのは、このところ活発な交流のある、虎尾科技大の林世章教授であった。参加者は総勢23名であり、個人情報観点から掲載は差し控えるが、同教授に加えて、おもには、雲林県知事以下県の幹部、虎尾鎮長、北港鎮長、麦寮郷長、古坑郷長、雲林県商工会議所会頭、紡織産業総合研究所雲林支部主任(Dr. Huang, 彼だけは旧知であった)および畜産等農産加工企業の社長と通訳である。

当初、この話は、上記林教授から北関東産官学研究会の根津紀久雄会長と私にきた。林先生は、すでに何度も桐生を訪れ、桐生の文化、群馬の文化にもたいへん興味をもっておられ、プライベートでも家族を伴って滞在したりしておられるかたである。台湾も、大学の方向として、産学連携と国際化に非常に力を入れているとのことである。日本の大学も、これまでは研究型と教育型を分けるということで大いに尻を叩かれてきたが、どうもこのところ風向きが先端と地域に分けるということらしく、少し世界の流れに乗りつつあるというか、戻りつつあるようである。その意味で、大学の教員が県知事と、4人の市長クラス、そして会頭や社長を引き連れて来るというのはまさに前代未聞であり、正直のところ慌ててしまったのである。それでも1か月以上も前に連絡をもらっていたので、かつて台北を桐生市長とともに旅をした産業経済部にさっそく相談して、根津会長との打ち合わせ会を設けた。メン

バーは完全に地方政府と産業界で、大学が出る幕はない。しかし、林先生が団長のようになっているようでもあり、ともかく視察場所との調整、市長との面談や食事等の手配をすることになった。しかも先方からは、日時の指定があり、まずは市長との調整をお願いした。その結果、幸いにも30分ほどの面談を確保してもらうことができた。官学連携の賜物である。あとは自然エネルギー実用化の視察場所である。これについては、さすが地域のことがすべてインプットされている根津会長が采配してくださった。地域における自然エネルギー実用化モデルという希望であったため、わざわざ台湾から来て見学するに値し、なお台湾の人々のためになる場所ということで、太田市のビッグソーラーをはじめいくつかの候補があがった。しかし、いずれも年度末ということからか、メンテナンスや工事が入っていて、見学困難の答えばかりが帰ってきた。調整はぎりぎり桐生に到着する前日の25日まで続いた。

そうこうしているうちに、突然、群馬県庁の企画部国際戦略課の斎藤さんというかたから電話があった。雲林県知事一行の群馬県知事表敬の打診があったが内容を教えてほしい、というものであった。向こうが県知事なら、こちらも県知事に会ってもらったほうが折り合いがとれることは明らかで、たいへんいいことだと答えた。しかし、問題は日程である。26日に羽田に到着し、バスをチャーターしてそのまま県庁に行くという。当初、桐生での食事を歴史遺産のひとつである、四辻の齋嘉(さいか)で18:00を予定しており、食事の前に1時間ほどを使って、(株)シントゥゲザーのEVバス試乗を予定していたが、それは羽田から直接桐生に来ることを前提としていた。県知事表敬を16:00~16:30というから、すぐに食事でも遅いくらいだという。しかも、バスの運転手の勤務時間は1日12時間以内と決まっているという。車庫が千葉だということから、羽田ピックアップにぎりぎり10:00とすると、食事を終えるのは午後9時がリミットになる。

それでも、上記斎藤氏からは予定よりも早く到着したとの一報が入り安堵した。知事の急用で、茂原璋男(しげはら あきお)副知事をご対応されたとのことであった。



雲林県 李 知事(左)と茂原副知事

すべてが綱渡りのなかで、齋嘉で待っていると、通訳の尹さんという完璧な日本語の女性から電話があった。県知事表敬が盛り上がり出発が遅れたとのこと、案の定である。そしてほぼ計算通りの19:20、齋嘉に到着した。尹さんは中華航空の乗務員を退職した方で、完璧な日本語のわけがわかった。到着するや、トイレの行列対応がもちあがった。しかも、齋嘉のトイレの一つは、昔ながらの引き戸につかえ棒で鍵をする方式のもので、これを、英語の通じない人に説明しなければならず、一苦勞であった。いつもながら、トイレは人の本音がでるものだ、などとまとまらないことを考えているうちに、日本人らしきお二人が、追加したはずだ、と言う。どうやら、県との調整をやっておられた方々らしかった。お一人は、館林邑楽歯科医師会の会長で、上野和路さんという方で、もうおひとりの雲林県出身と思しき方といたく懇意にお見受けした。ともあれ、盛り上がるに越したことはなく、用意されていたビールとワインはあっという間になくなった。聞くところによると、その後みんなでシダックスで歌ったとのこと。政治家、実業家はかくもお酒につよく、かつ強靱であるのかと感心した次第である。

翌日は桐生市長の表敬であった。場所は商工会議所で、市役所で待ち合わせることにした。バスから降

りた一行は前夜の疲れなど微塵も感じさせないように、まさに元気いっぱいであった。

会見場は最上階の会議室で、めいめいにマイクがあり、まさに対談ができるように対峙した配置で、しかも階段状で全員の顔が見えるすばらしい作りであった。会見では、亀山市長の歓迎の挨拶で、とくに台北訪問の後、高校生の修学旅行を初めとして非常に多くの台湾の若者に来ていただいていることへの御礼や、桐生産品の台湾への出展、その効果が徐々に表れていることが述べられた。続いて、李県知事の返礼が述べられ、一行の紹介がなされ、各鎮や郷の豊かな物産紹介がなされた。それに引き続いて、活発な質疑が行われ、予定の時間を超え気味で会見を終えた。

桐生市長との会見のあとは、グリーンエネルギー関連施設の視察である。訪問先は、根津会長の調整により2箇所が設定された。

1箇所目は、大規模太陽光発電事業などを行うイズム鉱業株式会社(足利市小俣町)である。同社が有する鉱山内には、大規模な再生可能エネルギー関連施設があり、太陽光発電、水力発電、バイオマス発電、風力発電の各事業が行われている。

ここでは主に太陽光発電施設、水力発電施設を視察。約30,000㎡の敷地において2 MW 規模の太陽光発電を行っていること、施設内を流れる川に水車を設置し1.1 kW 規模の水力発電を行っていることなどに加え、国の再生可能エネルギー固定価格買取制度についても説明がなされた。敷地内の法面(のりめん)を有効活用し、太陽光発電規模を拡張予定ということであり、視察当日は0.7 MW 規模のパネル増設作業が行われていた。

この施設では、地元小中学生の見学を受け入れているほか、地域のイベント時には一部スペースを開放しているということであり、広大な駐車場が整備されていた。この日対応した従業員には丁寧に説明いただいたが、これまで十分な受け入れ実績があることが窺えた。



国旗のところが李 雲林県知事、右隣が亀山市長、その隣が八木副市長。左2番目が尹さん、3番目が林教授。



大規模太陽光発電事業について説明を受ける李県長(知事)

その後はいったん桐生市内に戻り、昼食をとることとなった。会場は桐生市民文化会館の一室である。和食をメインとした昼食も一段落したところ、桐生市の地場産品はどこで手に入るのかという声を受け、隣接する桐生地域地場産業振興センターへご案内した。当初予定はされていなかったものの、ここで十分な時間を取り、繊維製品を中心に多くの地場産品を購入いただいた。過密日程で訪れている一行が桐生土産を購入できるのは、この時間帯だけであったと思われる。李県長からは「桐生市の産業経済に少しでも貢献することができ嬉しい」という言葉があった。

次に、2箇所目の視察先に向かった。仁木園芸(黒保根町下田沢)は、赤城山の裾野において花き生産を行っており、この時期にはハウス内でシクラメンなどが栽培されていた。

ここでの視察目的は、地中熱を活用した冷暖房設備である。この設備は、株式会社アタゴ製作所が「平成26年度群馬県地中熱利用システム導入モデル支援事業」を活用し、システム設計・製造したもので、



地中熱活用の冷暖房設備を熱心に視察する李県長(中央紙を見る帽子姿)

ハウス内で実証実験を行っている。

その内容は、地中熱を活用した冷暖房ヒートポンプを用いて、ハウス室温を一定(約18℃)に保つというもので、重油のみを用いていた従来設備の代替エネルギーとして地中熱を活用し、トータルランニングコストの削減を図ることが狙いである。詳細については開発担当者である上西執行役員より説明がなされた。

ここでは各人から次々と熱心な質問が投げかけられ、李県長自ら装置の操作を行うなど、まさに環境対応システムへの関心の高さが窺えた。年間平均気温が約22℃と温暖で、農業を基幹産業とする雲林県において、農業施設の温度管理は課題と見られる。

視察後は再び桐生市街へ移動。株式会社桐生再生の案内により、2組に分かれ低速電動コミュニティバス「MAYU」に試乗した。これは前日のスケジュールに入らなかった、(株)シントウゲザー社製のものであり、なんとか当初の予定を入れ込むことができ、関係各位にこの稿を借りて御礼申し上げたい。車庫のある四辻の齋嘉から本町通り～中通りと体験乗車を行い、今回の視察日程は全て終了である。

この日は、一行の桐生市滞在最終日であり、李県長主催による晩餐会が市内で開かれた。桐生市長も招かれこれに参加し、一行と交流を深めた。冒頭における李県長の挨拶では、今回の視察受け入れに対応した群馬大学及び桐生市の姿勢を評価いただき、あらためて、桐生市と雲林県の繊維分野における産業連携について強い期待が表明された。

翌日発刊された桐生タイムス紙でさっそく広報された。

台湾の県長ら来桐

環境施策「技術交流深めたい」
など視察

台湾・雲林県の李進一桐生市の台湾股路株式の役員長や農幹部と企業一環として、群馬大学「MAYU」試乗をは(桐生市黒保根町)な経営者21人が26、27週工学部を含めた産官学交流が進んでい(四辻の新築、大規模太陽光発電所(予定)を視察した。今回は「メイドイン



懇談会で黒山受桐生市長と握手を交わす台湾・雲林県の李進一県長

桐生市の台湾股路株式の役員長や農幹部と企業一環として、群馬大学「MAYU」試乗をは(桐生市黒保根町)な経営者21人が26、27週工学部を含めた産官学交流が進んでい(四辻の新築、大規模太陽光発電所(予定)を視察した。今回は「メイドイン

会長 小林 幸治

((株) ミツバ 監査役)

kobayashi-koji@mitsuba.co.jp

群馬地区技術交流研究会理事会、 総会ならびに講演会開催報告

平成 27 年 5 月 26 日（水）14 時から、群馬大学理工学部桐生キャンパス知能機械創製部門会議室において群馬地区技術交流研究会理事会が、同日 15 時からプロジェクト棟 203 室において総会が開催された。理事会出席者は 18 名、総会出席者は 62 名であった。

平成 26 年度の事業報告において、講演会、産・官・学交流フォーラム、工場見学会並びに技術討論会、分科会活動などについて説明がなされた。また、決算報告並びに会計監査報告が承認された。

平成 27 年度事業計画については、産・官・学交流フォーラムの候補を群馬高専および群馬大学とすること、見学会を 11 月ごろに開催する予定であることを決定した。



分科会の事業計画について、加工技術分科会は楠元一臣主査より、溶接・機械加工に関する見学会および講演会を検討していること、熱流体分科会は石間経章主査より、恒例のクラシックカーフェスティバルでの自動車にまつわる講演会と工場見学会の開催を検討していることが説明され、承認された。最後に事務局から平成 27 年度予算案が説明され、特別経費準備積立金の使途を 25 周年記念事業・双方向短期留学支援事業にあてることを含めて事業計

画とともに承認された。

総会終了後、同プロジェクト棟 203 室にて、講演会を開催し、オプトウェア株式会社 代表取締役 菊地弘氏より、「レーザーが変える外観検査と加工技術－オプトウェア社の事例紹介－」という題目でご講演を頂いた。菊地氏は昭和 55 年に群馬大学電気工学科を卒業された後、CANON に勤務しレーザープリンタ開発に携わって以来、レーザー技術とともに歩んでおられる。



物体に付着した平面的な汚れと傷のような 3 次元的欠陥を、カメラにより得られた 2 次元画像から判断することは難しい。オプトウェア社の保有するコア技術である、レーザースキャニングを用いれば、物体表面の微小な傷のような凹凸を見ることができる。

例えば、ブレーキ用のある金具では、髪の毛一本程度の太さの傷などの欠陥がオイル漏れにつながる。レーザースキャニングにより、この金具にオイル漏れが生じる欠陥の有るか否かを、0.5 秒／個の速度で確認することが可能である。

従来行われてきた目視検査に対するレーザースキャ

ニングの利点は、欠陥判定が定量化できること、検査基準が安定化すること、および素材から製品までのトレーサビリティが確保しやすいことである。

レーザースキャニングは製品の欠陥検出のみではなく、生産ラインをリアルタイムで監視することで不良品の発生を防ぐこともできる。タイヤトレッドゴムなどの製品を連続成形する工作機械の場合、内部部品の損耗に伴い成形される製品寸法が徐々に変化する。製品寸法の定期検査で利用不可能な不良品が確認された場合、以前の検査時間から現在までに生産された製品を全て不良品とみなし、廃棄する。リアルタイムで生産ラインを監視し、製品寸法の変化が利用可能範囲にあるうちに、工作機械内の損耗した部品を交換すれば、廃棄すべき不良品は発生しない。このような不良品の廃棄による損失は利益の数%程度であるが、損失額としては数億円にも上る。リアルタイムで生産ラインを監視できる装置が多少高額であっても、短期間で元を取ることができる。

レーザースキャニング装置が高額になる要因の一つは、精密なレンズの利用である。安価なレンズを利用すると、高さ方向の位置情報があいまいになる。凹または凸が存在することは確認できるが（平面判別）、それがどちらであるかが判別できない。菊地氏はこれを2.5次元の検査とおっしゃっていた。平面判別で十分な生産ラインや製品には、安価なレンズを用いたレーザースキャニング装置が、実際に用いられている。

レーザーを用いた加工では、大きなパワーを得られる理由で、炭酸ガスレーザーが用いられている。レーザー加工を用いて製作される代表的な製品は、スマートフォンのタッチパネルである。タッチパネルはガラス基板や偏光板などの多積層板である。レーザー加工はガラス基板の切断や多数の板を積層・接合する際にも用いられている。レーザー加工技術は、スマートフォンの製作になくてはならない技術の一つである。オプチュア社の開発した、ワークを移動させながらガラスを切削する技術を搭載した装置は、タッチパネル製作



過程の一部で、90%もの市場シェアを有している。

講演会場には多数の会員に加えて学生も聴講に来ており、熱気に満ちていた。菊地氏が群馬大学の先輩ということもあり、学生にとっては、将来の技術者像を見る良い機会になったに違いない。

（文責 鈴木良祐 事務局）

メディカルメカトロニクス分科会第二回講演会

メディカルメカトロニクス分科会主査 松井利一

平成 27 年 3 月 30 日(月)、群馬大学理工学部(桐生キャンパス)において、群馬地区技術交流研究会・メディカルメカトロニクス分科会第二回講演会が開催された。今回は、「医療介護分野におけるアクチュエータ技術の展開」と題する講演会であり、メカトロニクスの基盤技術の一つであるアクチュエータが医療・介護分野でどのように利用され得るかという観点、さらには医療・介護分野に適したアクチュエータとは何かという観点から、株式会社ミツバ執行役員の尾形永氏と群馬大学大学院理工学府電子情報部門助教の栗田伸幸氏を講師としてお招きした。参加者数は 33 名であった。なお、本講演会は、群馬大学ブレイクスルーテクノロジー研究会 Human Support プロジェクトとの共催となっている。



(1) 「医療介護分野におけるミツバの取り組み」

株式会社ミツバ執行役員・尾形 永氏

本講演では、自動車関連モータを製造する企業の立場から、医療介護分野へモータ技術に応用する取り組みに関する話題が提供された。(株)ミツバでは、2024 年に向けたグローバルな取り組み(ミツバビジョン 2024)として、世界トップレベルのモータ技術を用いた新たな市場創造に挑戦している。そこでは、従来の自動車関連の部品としてのモータ提供だけでなく、システムとして提供することが重要になる。このシステム化の一環として、モータ技術を医療介護分野へ応用した製品を開発している。具体例として、リニアアクチュエータ、薄型アクチュエータ、全方向駆動アクチュエータを用いたシステムの解説とデモンストレーションが行われた。最初のリニアアクチュエータは一軸方向に伸縮する一次元モータであり、これを応用した立ち上り補助機能付歩行車と電動移乗器を



開発している。立ち上り補助機能付歩行車は、ベッド、車椅子、椅子、便座等からの立ち上りをサポートし、立ち上がり時の介護負担を軽減する。電動移乗器は、ベッド、車椅子、椅子等からの移乗をサポートし、移乗時の介護負担を軽減する。二番目の薄型アクチュエータは小型・高トルクでタイヤ内部に納めることが可能なモータであり、歩行者を補助する電動杖、歩行器や案内ロボット、電動ベビーカーなどへ応用された。最後の全方向駆動アクチュエータは、インホイール方式のモータを2個使用することにより前後方向だけでなく左右方向への移動やその場での回転が可能であり、自律走行ロボット、電動車椅子、電動テーブル、電動台車、自動搬送機などへの応用が考えられる。以上の具体例は、製品を提供するというよりも、モータを応用した医療介護システムとしての有効性・可能性を医療関係者に提案することを目指している。講演終了後は、デモ機に触れながら活発な意見交換が行われた。

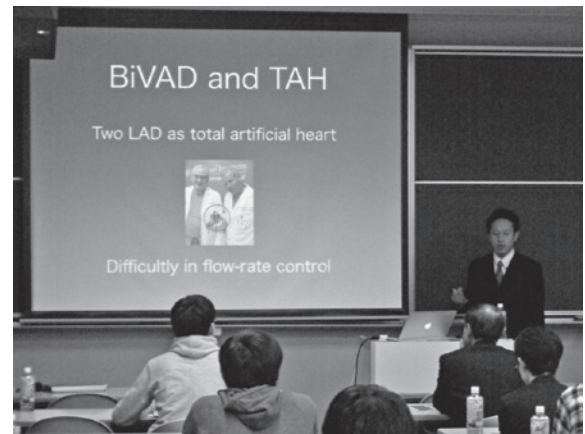
(2) 「磁気浮上型全人工心臓の開発状況」

群馬大学大学院理工学府電子情報部門助教

栗田伸幸氏

本講演では、1つのアクチュエータで左心室と右心室の両方の機能が両立できる「磁気浮上型全人工心臓」の開発に関する話題が提供された。今までに開発された人工心臓は、左心室または右心室の片方の心室の機能を補助することを目的に設計されているが、これでは補助していない心室に悪影響が及ぶ。両方の心室を補助するには人工心臓を2つ用意する必要があり、これでは体に埋め込むには大きくなりすぎる。さらに、血流制御も簡単ではない。以

上を考慮して、一つのアクチュエータで両心室の補助が可能な人工心臓を開発した。この人工心臓は、磁気浮上モータと血液ポンプからなる。磁気浮上モータは、ロータ（上下にそれぞれ2極の永久磁石を持つ）を同じ形状のステータ（8突極を持つ）で挟み込む構造であり、回転トルク、軸方向変位、傾きが制御できる。血液ポンプは、ロータの両側にインペラを配置することで、一つのアクチュエータで両心室の補助が可能になる。つまり、ロータの上下が両心室の役割を果たすことになる。動物実験も行っており、有効性は確認されている。今後は、生体適合性の評価を行い、さらに高性能なポンプ開発に役立てる予定である。講演終了後、構造的に両心室の血液がロータの端で混合する可能性が生じることや、状況に合わせた血流制御が可能かなどに関する質問があり、活発な交流がなされた。



会長 伊藤直次

(宇都宮大学)

konwa@chem.utsunomiya-u.ac.jp

我が国のクリーンコール技術開発の今後の展開 ミニ講演会

北関東地区化学技術懇話会は、2015年7月27日に桐生市市民文化会館にてミニ講演会を主催した(協賛:次世代エコ・エネルギーシステム研究会)。「我が国のクリーンコール技術開発の今後の展開」と題して、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術開発機構(NEDO)環境部クリーンコールグループの主査である武信弘一氏により、講演が行われた。講演では、まずエネルギー需要に対する石炭の重要性が述べられ、続いて次世代石炭ガス化複合発電(IGCC)に関するNEDOの取り組みが紹介された。これまでの日本におけるIGCCの技術進歩の推移と今後の展開、世界における日本の立ち位置等が元エンジニアである武信氏の視点から、丁寧に解説された。講演後は、IGCC実用化に向けての課題等に関して活発に質疑がなされた。

夕解釈等についての鋭い指摘が多くあり、学生にとって自身の研究を見直す良い機会となった。参加者は43名であった。

(群馬大学大学院 宝田恭之)



写真2 開会の挨拶:群馬大学 宝田教授



写真1 NEDO クリーン コールグループ主査 武信氏

また、講演会と併せて、第22回環境エネルギーセミナーが行われ、群馬大学 宝田・佐藤研究室に所属する学部4年生、修士2年生の学生により、計14件の研究成果が発表された。企業や研究所等の外部からのセミナー参加者より、研究背景やデー

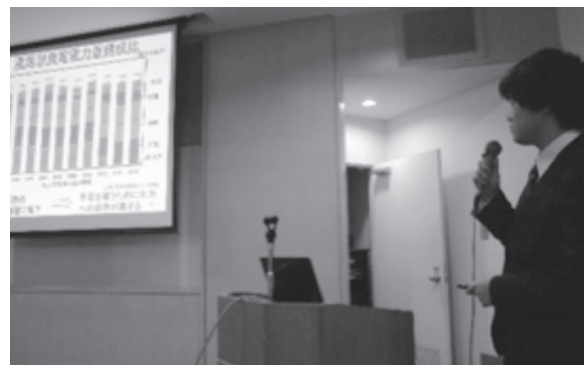


写真3 学生発表の様子

会長 山 延 健

(群馬大学大学院理工学府 分子科学部門 教授)

yamanobe@gunma-u.ac.jp

平成 27 年度総会、第 100 回複合材料懇話会講演会 開催

去る平成 27 年 7 月 3 日に群馬大学太田キャンパスにおいて、平成 27 年度複合材料懇話会理事会、総会を行った。総会では平成 26 年度の 97 回～99 回の講演会及び共催事業について報告があった。更に平成 26 年度決算報告、会計監査報告がそれぞれ説明され、事業報告とともに承認された。次に事業計画（100～102 回講演会）、平成 27 年度予算案について説明があり、承認された。理事会は 10 名、総会は 12 名の出席があった。

講演会

第 100 回講演会はマテリアルライフ学会研究発表会・特別講演会（7 月 3、4 日）との共催事業として開催した。特別講演 2 件、研究発表 27 件、ポスター 12 件の発表が行われた。

1 件目の特別講演は神奈川大学名誉教授大石不二夫先生の「リニアモーターカーのアウトラインと開発事例—50 年かけた夢—」であった。講演ではリニアモーターカー開発の初期からの参加の経験に基づいた話をされた。



大石氏の講演風景

最初にリニアモーターカーの必要性について説明された。現在の東海道新幹線は東京オリンピック開催の年である 1964 年に開通した。こだま、ひかり、のぞみと高速化がなされたが、現在は 4 分間隔で運行されており、ダイヤの限界に到達している。そのため、新たな輸送方法が必要である。また、新幹線、高速道路など日本の大動脈が東海地方を通っているが、一方で、この地域は地震・津波による打撃を受ける可能性も高い。安全保障の面から、別ルートの開発が必要である。また、別ルートを開発することは内陸部の開発につながり、過疎・過密の打開にもつながる。

そして、何より大切なのは技術立国日本発の技術の開発である。このような必要性から開発が行われているリニアモーターカーであるが、最初のアイデアは宇佐美吉雄氏のリニア方式の鉄道の提案であった。これに対して京谷好泰氏が超伝導方式を提案し、葛西敬之氏が実用化を推進した。その結果、1962 年に研究が開始され、1972 年に試作車が初走行し、現在に至っている。

リニアモーターカーは超電導磁石と電磁石の相互作用により走行する。リニアモーターカーの種類は種類があり、JR 東海が計画している超電導磁石を用いる方式では浮上走行することで飛行機の半分以上の超高速で走行する。つまり、超電導磁石を搭載し、その力を動力として伝達する必要がある。このために極低温断熱荷重支持材となる。この材料は超電導磁石を支え、断熱する材料である。温度差約 300K を断熱するために GFRP、CFRP を用いることで実用化した。常識的には炭素繊維は熱伝導率が高いが極低温で非常に小さくなることを利用し、低温側に CFRP を使い、常温側は GFRP を多層化することでこの材料を実用化した。リニアモーターカーは 500km/h の営業運転を予定しているが、その際に重要になるのがゴムタイヤである。リニアモーターカーは 150km/h まではタイヤで走り、万が一、超電導がクエンチしても安全にランディングできる必要がある。そのため、飛行機のタイヤメーカーと共同で開発した。また、超軽量車両の構体の開発経験についても講演された。講演終了後、活発な質疑応答がなされた。

2 件目の特別講演は群馬大学准教授の上原宏樹氏の「超高分子量ポリエチレンの溶融延伸過程におけるインプロセス計測と高性能化・高機能化」であった。分子量 100 万以上である超高分子量ポリエチレ

ンは優れた機械的特性を有している。しかし、加工性には問題があり、繊維の製造においては溶媒を用いるゲル延伸法が用いられている。この方法はコスト面、環境面において問題がある。上原氏は超高分子量ポリエチレンの加工に対して分子鎖絡み合いを



上原氏の講演風景

利用した「熔融延伸法」を提案し、超高分子量ポリエチレンを高性能化する技術を開発してきた。また、加工条件を決定するためには、従来、試行錯誤的に行っていたがインプロセス計測を用いることで個別試料に最適な条件を決定することができることを提案した。これらの熔融延伸+インプロセス計測としてX線回折、パルスNMR法を用いた応用例を紹介され、更に2軸延伸法についても説明された。

なお、参加人数は延べ26名であった。

(群馬大学 山延 健)

(事務局：木間富士子、群馬大学理工学部)

Tel 0277-30-1335, Fax 0277-30-1335

fkonoma@chem-bio.gunma-u.ac.jp)



会長 鵜飼 恵三

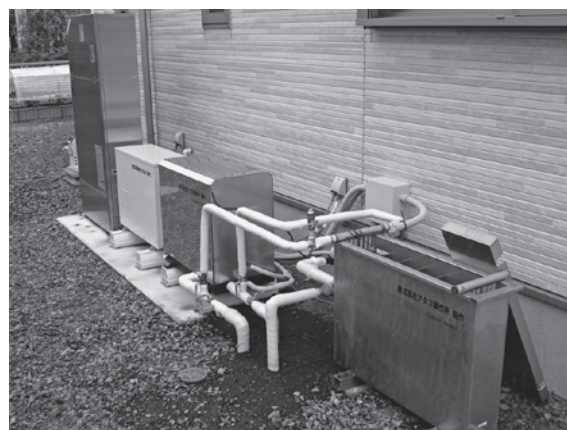
(群馬大学名誉教授)

個人住宅における浅層地中熱利用システム

平成 27 年度総会（7 月 3 日）後に開催された地中熱普及講演会では、研究会会員の関根工業術が「個人住宅における浅層地中熱利用システム」を紹介した。これは、群馬県地中熱利用システム導入モデル支援事業や NPO 法人北関東産官学研究会共同研究等を利用しながら、一連の浅層地下水利用の実証研究で得た知見をベースにしたものである。新築を機会に 10kWHP（個室 4 室、床暖 2 室、最大負荷 16kW）と 5kWHP（LDK1 室）の冷暖房すべてを地中熱利用で構成させた個人モデル住宅である。地中熱システムに関する新機材としてはシート状熱交換器（G カーペット）や地下水熱交換器を組み込み、また直膨式 HP をオープンループ式で採用した。

浅層井戸設置に関してはパイプクラム重機（クラムシェル、最大 10m 掘削）を使用することにより、建柱車掘削に比較したトレンチ溝の掘削、熱交換器の挿入、井戸管の配置などにおいて初期施工費を削減することができた。直膨式 HP システムと地下水利用のシステムの組み合わせにより作業的に効率の良いシステムを構築することができ、メーカーとの共同開発によりさらにコンパクトで高効率なシステムにすることが可能である。

システム完成は平成 27 年 3 月初めであり、一年間の冷暖房期を経していない。モニタリングデータとシステム COP 等の解析評価について公表が待たれる。



地中熱 HP・直膨式 HP・熱交換器ポンプユニット・地下水熱交換器

北関東圏内における地中熱利用システム普及には、高い初期コストがネックとなっている。この課題を克服することも狙いながら、北関東地中熱利用研究会（<http://www.hikalo.jp/GeoHeat/>）会員の支援と「群馬県平成 27 年地中熱利用システム導入モデル支援事業」の補助金を受け、桐生市内レンガ造りショップにおいてオープンループ式浅層地中熱システムの設計が最近始まっている。

(文責:北関東地中熱利用研究会副会長・和田信彦)

平成 27 年度科技振セミナー「ワンポイントおよびワークショップ」 (NPO 法人北関東産官学研究会分担事業)

6月19日に平成27年度第1回のセミナー（ワークショップ）が開催された。講師は知能機械創製部門 石間経章教授で、1時限の「身近な流れの可視化と測定」では、流れをどのように感じ、どのように目で見ているか、さらにどのようにすれば測定できるか、可視化の方法について講演された。2時限の「測定実習と結果の解析」では、講義に基づいてレーザーを使った流れの観察を体験し、流速などの解析について実習が行われた。

セミナーは6月から翌年の1月まで、原則として第3金曜日の午後に開催される。本年度のスケジュールを以下に紹介します。

ワンポイントセミナーは、群馬大学大学院理工学府の先生方の最先端の研究を、従来通り専門外の素人が理解出来るように、極力ワンポイントに絞って話していただきます。今年は、目で見にくいものの「見える化」など光関連が特徴です。ワークショップは研究室や現場で多く使われる種々の基礎的な試験法やセンサなどについて、原理と使い方の講義に併せ実習を行う入門コースです。

セミナーは、理工学部（1号館4階第1会議室）で開催されます。聴講申込は随時受付けています。是非ご来聴下さい。

（科技振 黒田正和）

開催日	講師	演題
6 / 19 (金)	(M教授) 石間経章	身近な流れの可視化と測定 および 測定実習と結果の解析
7 / 17 (金)	(M教授) 山口誉夫	振動と音の基礎と対策法 および 測定実習と結果の解析
8 / 28 (金)	(C助教) 吉原利忠 (C准教授) 藤沢潤一	リン光を用いた低酸素病態検出法の開発 高効率太陽光エネルギー変換 —新しい電荷分離機構の研究—
9 / 18 (金)	(M准教授) 中沢信明	加速度センサのしくみと応用 および 測定実習と結果の解析
10 / 16 (金)	(M教授) 荘司郁夫	接合部の劣化と破壊 および 測定実習と結果の解析
11 / 20 (金)	(先端科学研究指導者 育成ユニット講師) 井上雅博 (EJ准教授) 奥寛雅	IoT時代に向かう電子デバイスの進化 高速光学系による新たな映像表現の世界
12 / 18 (金)	(M教授) 松原雅昭	材料の破壊及び材料試験 および 測定実習と結果の解析
1 / 29 (金)	(M准教授) 中沢信明	光センサのしくみと応用 および 測定実習と結果の解析

M：知能機械創製部門 C：分子化学部門 EJ：電子情報部門

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

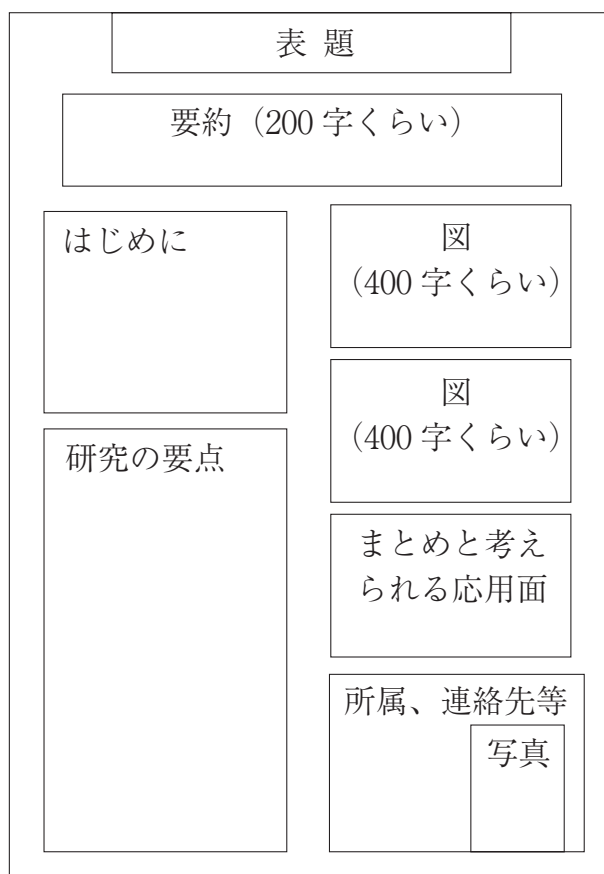
- 1) 題名：堅くなく、一見して親しめるようなもの。
- 2) 名前と連絡方法：氏名、ふりがな、所属、所在地、職名、電話番号、ファックス番号、E-mail アドレス、顔写真（jpg を別ファイルでお願いします）。
- 3) 要約：研究概要、アピール点、応用面等を 200 字くらいで。
- 4) はじめに。
- 5) 研究の要点、実験内容、結果など。
- 6) まとめと考えられる応用面。
- 7) 図表、写真は 2 つくらいに。
- 8) 引用文献は不用。

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

北関東産官学研究会 技術情報誌「HiKaLo」助成研究紹介 執筆要領（1 種用）

これは1種の執筆要領で、2種については「シーズを見つけよう」の執筆要領を適用する。研究助成は2001年度（平成13年度）にはじめられ、本紹介は本会が助成した研究の成果と内容をひろく市民にわかりやすく、見るべき成果をはっきりと、読み応えあるよう紹介するのが目的である。レイアウトやページ数はおおむねインタビュー形式である「研究紹介」と同じだが、ここではインタビュー形式はとらず、助成を受けた研究者自らにご執筆いただく。

1. 研究者紹介

1 ページ目の「研究者紹介」で、字数は600字前後。略歴、経験、共同研究に対する考え、研究への思い入れ、行っている研究テーマなど。顔写真を添付。

2. 本文

1) あくまで専門でない読者が対象。市民にわかりやすく、見るべき成果をはっきりと、かつ読み応えあるよう。学会発表ではない。

2) はじめに、「成果の概要」を200～300字程度でつける。
どんな成果があがったかが一読してわかるように。

3) 字数とページ数

4ページとなるようにする。字数等は右表を参照。本文刷りあがりは2段組みとなるが、原稿は任意書式、図、表はキャプションつきで末尾にまとめてもよい。

4) 文体は口語体とする。

5) 読者の理解を助けるように、末尾に専門用語のわかりやすい解説をつけてもよい。

6) 原稿はメール添付ファイルで編集委員に送付。ファイル形式は、doc, xls, jpg, ppt など一般的なものとする。図、表、写真等は紙でもよい。

7) その他不明な点等は各学科編集委員あてお尋ねください。また、文法、かなづかい等は編集委員会でおおはばに修正されることがあることをあらかじめご了承ください。

「助成研究紹介」レイアウト例

pp.1	本文 1000 字	題目・所属 300 字、 研究者紹介 600 字、 顔写真 450 字
pp.2	本文 2350 字	図、表含む
pp.3	本文 2350 字	図、表含む
pp.4	本文 2350 字	図、表含む
合計	本文 8050 字	総 4 ページ

以上 040727 改訂

編集後記

群馬大学工学部は今年創立100周年。創立の1915年のできごとを見てみると、X線による結晶構造解析に関する研究で、ヘンリー・ブラッグ、ローレンス・ブラッグ親子がノーベル物理学賞を受賞している。この研究に限らずX線は今日の人類の発展に大きく寄与しているが、人類を含む生命体にとっては放射線被ばくという危険性を持つ。放射線被ばくで思い起こされるのは、やはりノーベル賞を受賞し、放射線被ばくが原因と考えられる再生不良性貧血で死去したマリー・キュリーがいる。彼女が所長を務めていたパリのラジウム研究所には日本からの最初の留学生として東京帝国大学の助教授であった山田延男氏が在籍し、結果として被ばくした。当時は放射線が生体に影響を及ぼすことは知られていたものの、キュリー療法としてその効能がもてはやされ、危険性はそれほど認識されていなかったのだろう。彼の留学期間は2年半だったが、既に帰国前から体調を崩していたそうで、帰国翌年に31歳という若さでなく

なり、放射線研究により死亡した最初の日本人とされている。1998年に彼の遺品について調査したところ、和紙製の旅券の端の部分には明らかに指の跡と思われる多数の放射能汚染があり、測定の結果ラジウム及びその娘核種由来と確認された。彼よりはるかに研究期間の長いマリー・キュリーに関しては、彼女の実験ノートも手指の当たったと思われる部分の放射性物質の量が多いことが確認されており、彼女の手は相当汚染されており、当時のラジウム研究所は汚染がひどかったと推定される。だが、彼女が死去したのは66歳であり、このことから放射線被ばく耐性に関しては個人差が大きいことがわかる。2015年9月5日に福島県楢葉町に出されていた避難指示が解除されたが、もし被ばく耐性が低かったらと考えると、特に子を持つ親などは帰郷する気にはなれないだろう。町民の皆さんが笑顔で故郷に帰れるようになる日が来ることを強く望むとともに、何か研究者として貢献できないかと考える日々である。

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)：*宮下喜好(群馬県立群馬産業技術センター 所長)、*北爪三智男(サンデン(株) 開発本部研究開発部 主査)、*鶴飼恵三(群馬大学 名誉教授)

理事：笛田浩行((公財)群馬県産業支援機構 専務理事)、*阿久戸庸夫(株)ミツバ 取締役相談役)、吉村正司(群栄化学工業(株) 開発本部長)、牛山 泉(足利工業大学 理事長)、鮎澤恭一(関東精機(株) 取締役社長)、*志賀聖一(群馬大学理工学研究院 教授)、*大西章雄(株)大西ライト工業所 取締役相談役)、三ツ橋隆史(小倉クラッチ(株) 執行役員 一般クラッチ技術本部長)、尾崎益雄(前橋工科大学 教授)、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(群馬大学理工学研究院 教授)、*甲本忠史((一財)地域産学官連携ものづくり研究機構 専務理事)、*中村 敬(群馬県繊維工業試験場 場長)、小島 昭(群馬工業高等専門学校 特任教授)、*柴田幸夫(群馬大学 名誉教授)、金子祐正(群馬大学工業会 理事長)、塚越紀隆(桐生瓦斯(株) 取締役会長)、*金井利雄(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)、日野 昇(株)ミツバ 取締役会長)、登坂正一(太陽誘電(株) 取締役専務執行役員)、岸本一也(株)山田製作所 社長)、吉澤慎太郎(吉澤石灰工業(株) 代表取締役社長)、伊藤正実(群馬大学産学連携・共同研究イノベーションセンター(兼)知的財産戦略室長)、関 庸一(群馬大学理工学研究院 教授)、三友宏志(群馬大学 名誉教授)

監事：竹内康雄(竹内税理事務所 所長)、保坂純男(群馬大学理工学研究院 特任教授)

顧問：篠塚和夫(群馬大学理工学研究院 院長)

(注)*は常任理事

登録顧問：団長 根津紀久雄

新事業企画委員会：委員長 甲本忠史

専門部会：群馬地区技術交流研究会(会長 小林幸治)、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)、エコライフデザイン研究会(会長 黒田正和)、地中熱利用研究会(会長 鶴飼恵三)、次世代企業経営塾(塾長 上野文雄)、次世代地域産業創生研究会(会長 志賀聖一)

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、箱田 優、伊藤正実、堀内宏明、渡邊智秀、松岡昭男、松浦 勉、志賀聖一、根津紀久雄、萩原三男)、他連絡委員数名



HiKaLo 技術情報誌

第55号 Vol.15, No.1

2015年10月21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

(財)桐生地域地場産業振興センター内

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。