

Highland Kanto Liaison Organization

HiKaLo

技術情報誌

第84号

Vol.23, No.1

2023.6.30

- シーズを見つけよう
- 助成研究の紹介
- 国際交流
- 企業アピール

令和5年6月30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	東毛産業技術センターの取組み	1
	群馬県立東毛産業技術センター センター長	高田 豊
● 随想		
● ゼミと輪講の思い出		2
		魏 書剛
● 北関東地区の「尖った技術」の発掘を!		5
		松原雅昭
● シーズを見つけよう		
● ナノ計測加工技術で受精卵の重さを測る ～不妊治療への応用を目指して～		6
	群馬大学大学院理工学府 電子情報部門 教授	曾根逸人
● 新たな通信プロトコルQUICの性能		7
	群馬大学大学院理工学府 電子情報部門 准教授	河西憲一
● 極性有機分子を利用した荷電処理が一切不要なエレクトレット型振動発電素子の開発		8
	群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門 准教授	田中有弥
● ケージド化合物の開発		9
	群馬大学大学院理工学府 環境創生部門 准教授	樋山みやび
● 助成研究の紹介		
● 抗菌性とファッション性に優れた銅繊維織物の混用法最適化と新規用途開発		10
	須裁株式会社	須永康弘
	群馬産業技術センター繊維工業試験場	石井克明、吉井 圭
	桐生大学短期大学部	中村暢助、齋藤裕文
		寺村サチコ
● AI を用いた織物検査装置の開発		14
	有限会社スズキワーパー	田中義明、田中伸治
	群馬県立産業技術センター	北島信義、齋藤裕文
		齋藤 宏、町田晃平
		石黒 聡、細谷 肇
● 国際交流		
● アジアの昇竜 シンガポール訪問 電子工学分野国際会議		19
	シンガポール国立大学、南洋理工大学	
	群馬大学 名誉教授	小林春夫
● 企業アピール わが社のここが売り		
● 運に導かれた微粒子への挑戦		24
	株式会社 Isaac (アイセック) 代表取締役	大川 功
● 寄稿		
● G7 群馬高崎デジタル・技術大臣会合「デジタル技術展」に一般参加		29
	群馬大学大学院理工学府 電子情報部門	高橋佳孝
● 執筆要領		31
● 編集後記		32
● 役員名簿		32



東毛産業技術センターの取組み

群馬県立東毛産業技術センター センター長 高田 豊

東毛産業技術センターは、太田市吉沢町にある職員数 12 名の小さな組織です。特徴としては、音、光、電磁波の測定装置を備えており、なかでも電磁波の試験は、電気や電子機器が電磁波によって誤動作しないか確認する法規上必要な試験であることから、2 ヶ月先まで予約でいっぱい状況です。音に関する共同研究では、空気セルを含むプラスチックボードを材料とし、人間がうるさいと感じる周波数帯の騒音を吸音させる特性を持たせたパネルを開発しました。材料自身が剛性も持つため軽量のブースが実現でき、設置作業が容易な同時通訳ブースやゲーミングブース等の商品化に寄与しました。

これまで、ものづくり産業への支援に力を注いできましたが、昨年に若手の柔軟で新しい発想による検討会をかさねた結果、今年は産業全体の成長を目指す取組みをスタートさせます。具体的には、大手企業においてコスト削減を実現している RPA（Robotic Process Automation）に関するセミナーの開催や企業への聞き取り調査をとおして、ものづくり産業でも事務や経理の非製造部門や、コロナ禍からの復活が期待される観光、飲食、小売などのサービス産業への DX 支援を行い、生産性向上につなげたいと考えています。

新たに取組むこの機会に、情報系をさけてきた私が RPA に挑戦してみました。水道メーターの写真を Google 翻訳でテキスト化し、1 日の使用量を Excel で計算して通常の使用量かを判断し、結果を Gmail で送信するという内容です。パソコンでいつもやっているマウスやキーボードの操作を覚えさせることで、簡単にプログラミングができることに驚いた次第です。年配の方なら知っていると思いますが、昭和の時代にジャイアント馬場がキーボードを演奏する CM がありまして、「僕にも弾けた」との印象的なフレーズが話題になりました。ナビゲーション機能を搭載した初期のもので、楽譜が読めない人でも気軽に弾けるとい

うコンセプト。つまり RPA は、プログラムに縁遠い人のハードルを下げるソリューションであり、中小企業へも広がって行くだらうと感じました。

産学官連携においては、群馬高専で実施している課題解決型学習（PBL: Project Based Learning）に対し、職員を派遣して学生への指導と企業の課題解決のサポートを行っています。この課題解決型学習では、群馬県内企業の課題を募集し、担当した学生が企業の従業員や研究員と一緒に課題解決に取り組む経験を積み、課題の分析、行程表の作成、解決方法の提案などの手法や考え方を身に付けることを狙っています。その一例では、オープンソースを使用した寸法判定装置の製作、プレス成形でのスプリングバック量の推計などです。「ものづくりのエコシステム」を構築する人材の育成に、当センターはその役割を担っています。

県は、「群馬県地球温暖化対策実行計画 2021-2030」において、2030 年度の県有施設における温室効果ガス排出量を、基準年度（2013 年度）比で 44%削減する目標を掲げています。排出量の削減には、企業が自らの事業の使用電力を 100%再生可能エネルギーで賄うことを目指す国際的なイニシアティブ RE100 などの考えが不可欠となります。自動車保有率の高い群馬県に合致した太陽光発電の普及と、災害時の BCP（事業継続計画）にもつながる方策について検討しており、地域社会の持続可能性にも貢献したいと考えています。

現在私は、雨の日も、風の日も、ちらつく雪の日もバイク通勤をしています。なかでも燃費に優れるビジネスバイクであり、温室効果ガス排出量の削減に少しでも貢献しているとの思いから、春の爽快感を感じつつ冬の厳しさを乗り越え続けます。

今後当センターは、企業の皆さまからのさまざまな技術のご相談を受け、DX などの新しい技術も活用しながら解決策と一緒に考え支援していく所存です。



ゼミと輪講の思い出

魏 書 剛

今年3月末の定年退職日に向かって、教員室を片付けますため、研究資料や書類を整理しました。山ほどの紙資料を処分している間、学生達が書いたゼミ資料をテーブルに置き、写真(図1)を撮りました。教員として群馬大学に30年間在籍し、卒業生が毎年2冊か3冊のゼミ資料を残してくれました。今回の「随筆」は、ゼミや輪講について、何十年の体験や感想を書かせていただきたいと思います。



図1 学生達が残したゼミ資料

1984年10月に来日し、群馬大学大学院工学研究科研究生と大学院修士学生として2年半を過ごしました。日本に来る前に、中国ハルビン工業大学で2年間助教を務めました。そのとき、中国の大学では、研究教育の条件がまだ不十分で、設備だけではなく研究資料や図書など、かなり少なかったです。特に最新の海外研究資料は入手できなく、世界の科学技術発展について、具体的なイメージはありませんでした。1984年10月に桐生に来たとき、必要な洋書と海外学術雑誌論文などが群馬大学工学部の図書館から簡単に入手できることで幸せの気分でした。勉強の意欲が満々で、最新の関連資料を網羅し、日曜日を含む日々読んでいました。

興味のある図書や研究論文を読むことにより新しい考え方や理論などを理解することが一般的な勉強方法だと思いました。専門性の高い本を講義の教科書として使わないのは普通なことになります。しかし、当時の情報工学専攻では、ある

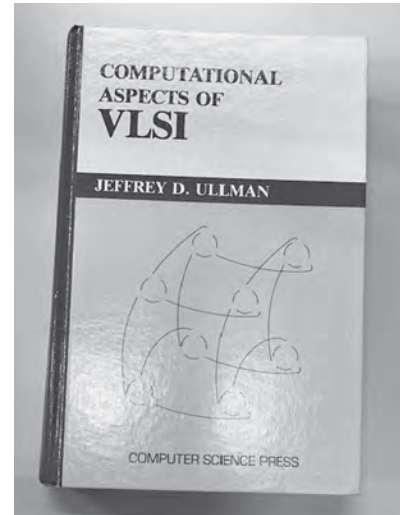


図2 大学院生輪講の本

「特論」の大学院講義で、非常に専門性の高い洋書「COMPUTATIONAL ASPECTS OF VLSI」(1984年出版、図2)が教科書として使われ、かなり難読の内容でした。情報工学専攻に在籍したM1とM2が全員参加で、十数名が輪講の形式で講義に出席しました。数名の先生が大学院生の発表を聞いて、難解の箇所について、個人の見解を述べ、活発な議論を行った印象が今でも鮮明です。また、輪講の教科書以外に、補足説明資料を調査し、「授業」という単位を取得する目的を遥かに超えるゼミになったと思いました。講義の時間や回数が限られていたため、輪講の内容はこの本の一部でした。私は非常に興味を持っており、購入手続きを先生に頼みました。M1の私にとって難しい内容でしたが、500ページの内容を全部読み、今でもその知識を生かしていると思います。このゼミ形式の講義は、私に大きな影響を与えてくれました。新しい知識を取得するため、輪講とゼミは非常に有効な学習方法だと考えていました。

1993年4月に群馬大学に着任し、特に、1997年4月に情報工学科魏研究室が発足してから、輪講と

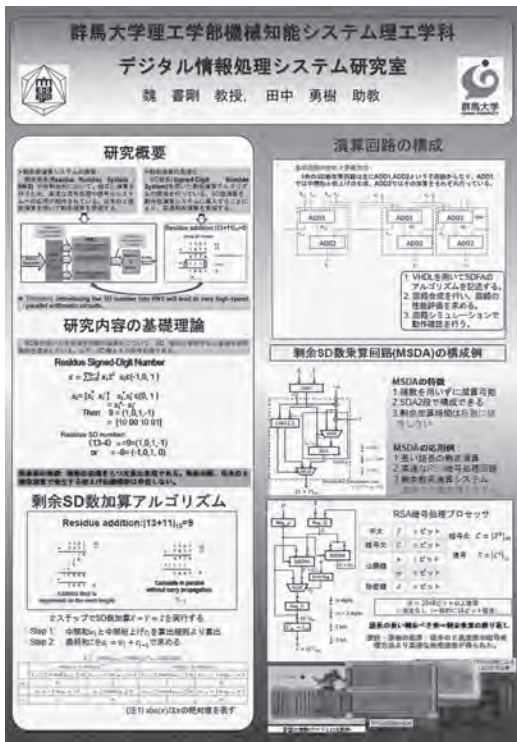


図3 研究室紹介ポスター

ゼミを研究室の日課としました。私の研究興味は、デジタル回路設計を基としたデジタル信号処理と算術演算アルゴリズムでした。図3に示す新4年生向けの研究室紹介ポスターに書いたことは算術演算アルゴリズムからVLSI実現までの研究内容になっていました。デジタル回路設計方法に関して、従来のカルノー図を用いた論理演算式の簡単化手法があり、関連学科の学習カリキュラムの中で重要な講義内容となっています。VLSIの集積規模が莫大になった1990年代から、デジタル回路システムの開発設計分野で、ハードウェア動作記述言語を用いた設計方法が一般的に使用されました。そのため、研究室発足後すぐに、新4年生と一緒にハードウェア記述言語VHDLを用いたデジタルシステム設計方法に関する本を輪講形式で勉強始めました。最初に日本語の教科書を使いましたが、1年後、1997年に出版された英文の教科書「Digital Systems Design with VHDL and

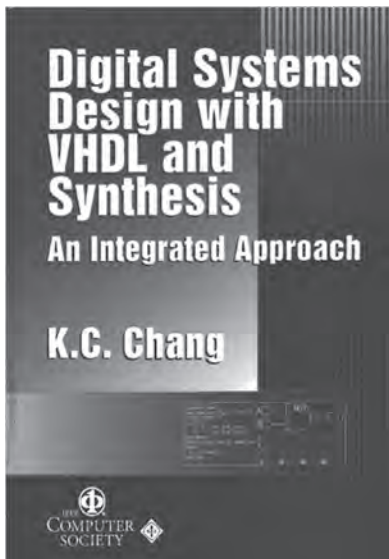


図4 25年間使った輪講用の教材

Synthesis」(図4)に変えました。この本は、約500ページで基礎回路から応用回路までの記述方法を分類した15章の構成です。輪講では、4年生達が基礎部分の6章まで約180ページの内容について、内容分担を検討し、翻訳資料の作成、掲載されてあるソースの回路合成、そして発表資料(PPTファイル)の作成を各自で事前完成することになっていました。デジタルシステムの設計には、上流工程と下流工程との2段階の設計工程があります。下流工程の設計では、半導体加工のため、論理ゲートの配置と配線の最適化を行います。上流工程の設計では、使用する論理ゲート数を最小に、また、回路システムの入力から出力までの信号伝播時間が短くなる論理演算の最適化を目指します。輪講の目標は、上流工程の設計に絞って、設計言語の使用法、論理合成&シミュレーションツールの使い方、論理合成とシミュレーションの結果に関する解析方法などを習得することとしました。4年生は週に1回担当のスケジュール(図5の(a))で発表し、教員や大学院生のアドバイスを得ながら、基本的なデジタル設計技能を身に付けるようにしていました。この輪講により得られた基礎知識を、後期の卒業論文研究に生かし

R4年度4年生前期ゼミ実施

月日	AKMAL	EZATIE	IRFAJ	橋本	石原	宇野
4月10日						
4月25日						
5月2日						
5月9日	9月5日					
5月16日	9月12日					
5月23日	9月19日					
5月30日	9月26日					
6月6日	10月7日					
6月13日	10月17日					
6月20日	10月24日					
6月27日	10月31日					
7月4日	11月7日					
7月11日	11月14日					
7月18日	11月21日					
7月25日	11月28日					
	12月5日					
	12月12日					
	1月16日					
	1月23日					
	1月31日					

R4年度4年生後期ゼミ実施

月日	AKMAL	EZATIE	IRFAN	橋本	石原	宇野
9月5日						
9月12日						
9月19日						
9月26日						
10月7日						
10月17日						
10月24日						
10月31日						
11月7日						
11月14日						
11月21日						
11月28日						
12月5日						
12月12日						
1月16日						
1月23日						
1月31日						

(a) 4年生のゼミ日程

R4年度前期修士ゼミ実施

月日	齋崎	及川	小野澤	渡辺	釜井	比嘉
4月8日						
4月15日						
4月22日						
5月6日	9月9日					
5月13日	9月16日					
5月20日	9月23日					
5月27日	9月30日					
6月3日	10月7日					
6月10日	10月14日					
6月17日	10月21日					
6月24日	10月28日					
7月1日	11月4日					
7月8日	11月11日					
7月15日	11月18日					
7月22日	11月25日					
7月29日	12月2日					
	12月9日					
	12月16日					
	12月23日					
	1月6日					
	1月13日					
	1月20日					
	1月27日					

R4年度後期修士ゼミ実施

月日	齋崎	及川	小野澤	渡辺	釜井	比嘉
9月9日						
9月16日						
9月23日						
9月30日						
10月7日						
10月14日						
10月21日						
10月28日						
11月4日						
11月11日						
11月18日						
11月25日						
12月2日						
12月9日						
12月16日						
12月23日						
1月6日						
1月13日						
1月20日						
1月27日						

(b) 院生のゼミ日程
図5 年間ゼミ日程表

ました。後期のゼミでも、前期と同じ形で、原稿と発表資料の準備をするため、各自で考案した演算アルゴリズムを実現する回路設計を行い、考え方や設計の実施結果をまとめ、2週に1回発表しました。この輪講は、26年間、研究室を卒業した学生達の研究生活の重要な開始点でした。

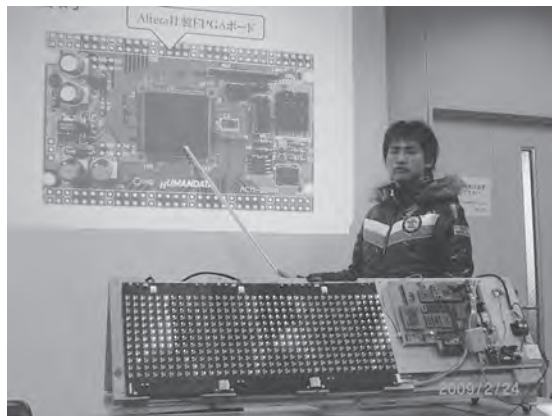


図6 4年生の発表様子

卒業研究と修士論文研究は、定期的なゼミ（図5(a)と(b)）を通して進んできていました。毎週の2回の朝9時半からゼミを実施し、4年生と大学院生が発表し、度々に正午を過ぎてもゼミが続かれました。図6は、4年生がFPGAを用いた画像処理に関する研究発表を行っている写真です。学生が書いた資料を読みますと、資料の書き方や内容が毎回よくなってきている感じでした。学生が毎週発表する資料は最後に卒業論文や修士論文の資料として使われていました。

学生発表の場について自由な発想を進めるように、ゼミの環境を作りたいと考えていました。年度により卒業生からいただいたカードに書いたように、研究ゼミについて非常に楽しかった思い出が生まれました。学生達が残した研究資料は研究室の成長記録にもなっています。卒業生のみなさんが研究室のゼミで得た経験を活かし、今の職場で活躍していると思います。先日ある卒業生からいただいたメールに書いた話で、小文を結ばさせていただきます。「私は現在、回路設計と検証をしています。研究室時代に学んだ知識を生かした回路に関する提案をして、その提案が採用されたときはとても嬉しかったです。」



図7 卒業生と修了生からもらった記念カード



北関東地区の「尖った技術」の発掘を!

松原雅昭

私は1978年に大阪府立工業高等専門学校（現、大阪公立大学工業高等専門学校）より、群馬大学工学部機械工学科3年次に編入学し、その卒業後工学研究科機械工学専攻修士課程を修了しました。この間、計4年間を桐生で学生として過ごしました。博士課程学生および研究所研究員として東京で10年間過ごした後、1992年に工学部機械システム工学に着任し、31年間の勤務を経て、本年3月末に定年退職を迎えました。

私が学生時代、所属研究室の講座主任であられた町田周郎先生は桐生の優れた地政学的条件を下記のように表しておられました。

- 1) 都心から100km、中央の刺激を直接取り入れ得る有利な地理的条件。
- 2) 過密人口に悩む大都市が失った静寂の自然環境を備え持つ。
- 3) 修学研鑽の地として天与の地である。

特に1)に関して、英国のケンブリッジ大学、オクスフォード大学、米国のハーバート大学など一国を担う大学教育の中心が同じ地理的条件にあることは意味なしとはしないと記されています。私自身も4年間の桐生での学生生活を終えた後、東京で研究生生活を行って、上記のことを実感致しました。

更に視野を広げて群馬県を中心とする北関東地区に目を向けると、「内陸」かつ「地方」ということで何となく不便さが先立つように感じられがちです。しかし、

- 1) 内陸ということで、昨今問題となっている社会

安全保障上のセキュリティを確保し易い。

- 2) 首都圏には日帰りで往復できる。

- 3) 産官学のネットワークを構築し易い。

といった地政学的特徴を有しているものと判断されます。特に1)は産業上のセキュリティを確保する点から重要な要素です。群馬県では、戦前には県内に複数の飛行場があり、航空機産業が一大産業でありました。最近では最先端産業である航空宇宙関連の企業が立地しています。これらのことから1)の要件を満たす北関東地区の優位性を活かすことは大変重要な課題であると考えます。

これに加え、北関東地区には規模は大きくないが優れた独自技術を有している素形材を取り扱う企業が数多くあるように見受けられます。私自身は10年以上前に桐生市内の2社の独自技術を紹介するサイトのある企業の協力を得て短期間でしたが公開しました。サイトの評判は短期間の公開にもかかわらず、悪くなかったようです。

今後、北関東地区の産業振興を図ろうとするのであれば、各企業が有する今風に言えば「尖った技術」を掘り起こし、整備して北関東地区内外の企業間で相互利用できるような体制の整備が望まれるでしょう。これを実現する母体として北関東産官学研究会の果たすべき役割は大きく、その責任も重大なものだと思います。

北関東産官学研究会の益々のご発展を御祈念申し上げます。

ナノ計測加工技術で受精卵の重さを測る ～不妊治療への応用を目指して～

群馬大学大学院理工学府 電子情報部門 曾根 逸人

日本の年間出生数は1973年以降減少の一途をたどり、2021年は約81万人となり、1人の女性が生涯に産む子供の人数を表す合計特殊出生率も1.30に減少しました。この値が続くと30年後の1世代の割合は現在の65%になり、60年後には42%に減少します。政府も異次元の少子化対策を立案して社会環境の改善に取り組んでいます。不妊症治療の出生率（体外受精-胚移植後20%程度）の向上も必要です。人の健康状態を体重で評価するように、我々の研究グループでは、受精卵の重さを測定する装置を開発しています。

はじめに

日本では出生数の減少が続き、生殖補助医療の受診者も増加していますが、出産に至る割合が低いこと良好胚を選別する定量的評価法の開発が求められています。従来開発された定量評価法は、マイクロタクトイルセンサを用いた超音波印加による硬さ評価法とバイオトランジスタを用いた呼吸活性評価法の2種類のみです。我々は、原子間力顕微鏡(AFM)の計測制御技術を用いて、マイクロカンチレバ(片持ち梁)に付着した抗原、抗体などの生体分子をpg(10^{-12} g)レベルの精度で質量測定できるバイオセンサを開発しました。この技術を応用して、カンチレバに受精卵を搭載して成長に伴う重量変化が測定できる質量測定装置(卵重計)の作製を目指しています。

研究の要点

カンチレバを用いた受精卵質量測定システムは図1に示すように、カンチレバを培養液が入った容器内に水平に固定して、その根元に取り付けた圧電素子に発振器からの交流信号を加えて振動させます。カンチレバの振動は、根元に埋設したピエゾ抵抗とブリッジ回路で検出します。発振器の周波数を変化させた際に振動の振幅が最大となる共振周波数は、カンチレバと搭載物の質量増加によって減少します。したがって、受精卵搭載前後の共振周波数変化を測定すれば、受精卵の質量を求めることができます。

市販のピエゾ抵抗カンチレバは、矩形の一枚板なので、受精卵を搭載して保持できません。そこで、集束イオンビーム(FIB)を用いて、図2(a)に示すホルダ型カンチレバセンサを作製しました。カンチレバの中央には受精卵がはまるホールを開け、周囲にはカーボンの壁を形成して脱落を防止しました。図2(b)は培養液中に設置したカンチレバセンサに2細胞期のマウス受精卵を搭載後の光学顕微鏡像で、直径約100 μ mの受精卵の搭載が確認できます。図3はマウス受精卵搭載前後のカンチレバセンサの

周波数特性で、受精卵搭載によって-3.5kHzの共振周波数変化が検出され、質量は4.4ngと求まりました。現在は、受精卵を保持して質量と活動に伴うイオン濃度変化を同時に測定できるセンサの研究を進めています。

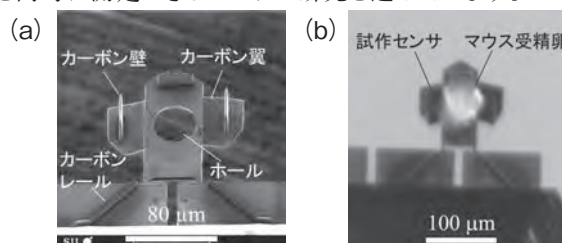


図2 ホルダ型カンチレバ；
(a) FIB加工後、(b) 培養液中で受精卵搭載後

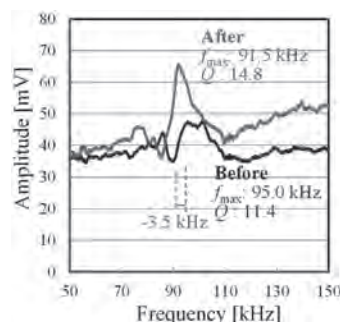


図3 マウス受精卵搭載前後のホルダ型
カンチレバセンサ周波数特性測定結果

まとめと考えられる応用面

微細加工技術で作製したホルダ型カンチレバセンサを用いて、マウス受精卵の質量を初めて測定しました。この測定技術は、受精卵以外にも各種細胞の活動評価にも応用可能と考えています。

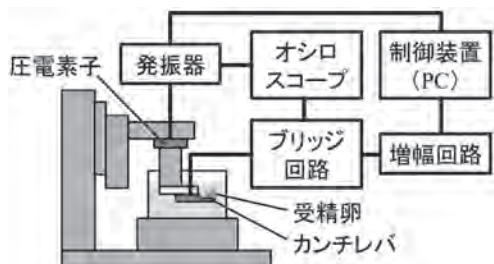


図1 受精卵質量測定システム模式図

<所属、連絡先>曾根 逸人 (そね はやと)

群馬大学大学院理工学府
電子情報部門 教授

〒376-8515
群馬県桐生市天神町1-5-1
TEL/FAX: 0277-30-1719
E-mail: hayatosone@gunma-u.ac.jp



新たな通信プロトコルQUICの性能

群馬大学大学院理工学府 電子情報部門 河西 憲一

Abstract TCP (Transmission Control Protocol) はインターネットにパソコンやタブレット端末、スマートフォンを接続するためにほぼ欠くことのできない基本的な通信プロトコルであり事実上の標準となっている。開発から約 40 年を経過した TCP ではあるが、TCP に代わり得る新たなプロトコルが台頭してきた。2021 年にインターネット技術の標準化を推進する IETF (Internet Engineering Task Force) が正式に承認した QUIC とよばれる通信プロトコルである。QUIC は TCP の通信性能を向上させる目的で Google が開発した通信プロトコルであり、Google が展開する YouTube や Chrome では既に利用できる。本稿では新たな通信プロトコル QUIC の性能を無線 LAN 環境下における通信の公平性の観点から検証した結果を紹介する。

はじめに

現在のインターネットは TCP/IP とよばれる基本的な通信プロトコルが支えている。TCP/IP とは TCP と IP という二つの通信プロトコルを組み合わせたものである。両者は開発当初から今日に至るまでインターネットの中核技術としての地位を占めているが、TCP については新たな通信プロトコルに取って代わる可能性が出てきた。

QUICの台頭

QUIC は Google が開発を進めた新しい通信プロトコルである。元々ホームページの閲覧を高速に処理することを狙った、いわば Web に特化した通信プロトコルであった。しかし現在、QUIC は Web に限らず TCP と同じ役割を担う汎用的な通信プロトコルとして IETF で標準化されている。標準化に先立って Google は自身が提供するブラウザである Chrome や、YouTube 上で QUIC を試験的に実装していたこともあり、今後は TCP ではなく QUIC による通信が益々増加すると思われる。

無線通信環境化でのQUIC通信

TCP/IP が開発された当初は有線ネットワークが一般的であった。しかし今日では携帯電話や無線 LAN (Local Area Network) など無線通信を利用することが多くなっている。無線通信環境下となると、有線ネットワークを前提として設計された TCP では十分に性能を発揮し得ない状況が様々指摘されてきた。例えば無線 LAN を用いてインターネットに接続する場合、一般的にはアクセスポイントを介して通信するが、このような場合に TCP を用いたアップロードする端末とダウンロードする端末が複数混在すると、通信速度が著しく異なる現象が生じる。より具体的には、アップロードする端末の通信速度に比べてダウンロードする端末の通信速度が低下することが知られている。つまり、無線 LAN を前提とした TCP による通信ではスループットの公平性が必ずしも確保できない。TCP よりも優位な通信プロトコルであると目される QUIC ではあるが、TCP と同じ立ち位置に属する通信プロトコルであるために同様の課題に直面する。実際、図 1 に示すよう

に無線 LAN を前提として QUIC を用いてもダウンロードの通信速度がアップロードの通信速度より著しく低下することが確認できる。

無線 LAN における QUIC を用いた通信の不公平性を改善するためには様々な方法が考えられるが、当研究室ではアクセスポイントに導入する簡易な方法を提案した。検証結果を図 2 に示す。提案方法は導入コストが低く、なおかつ不公平性を大幅に解消する、レバレッジ効果のある方法といえる。本稿では新しい通信プロトコルである QUIC について当研究室での研究成果を紹介した。

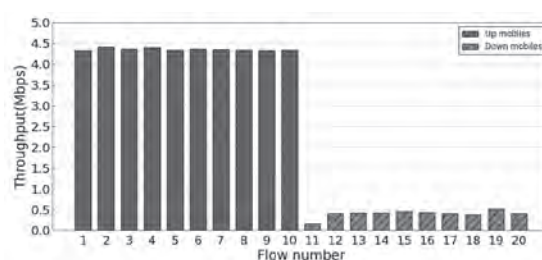


図 1 通信の不公平性

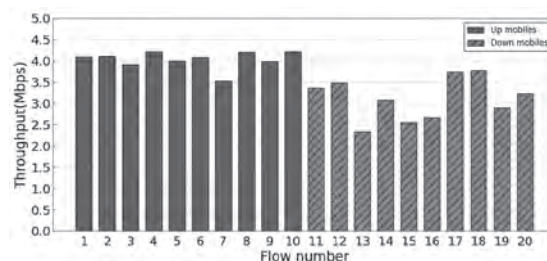


図 2 改善方法の効果

<所属、連絡先> 河西 憲一 (かわにしけんいち)

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 : 0277-30-1838
FAX : 0277-30-1801
E-mail :
kawanisi@gunma-u.ac.jp



極性有機分子を利用した荷電処理が一切不要な エレクトレット型振動発電素子の開発

群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門 田中 有弥

身の周りにある振動から電力を得ることができるエレクトレット型の振動発電素子 (E-VEH; Electret-Vibration Energy Harvester) は、小型電子機器用の自立電源として注目を集めている。しかしながらエレクトレットを作製するためには絶縁体への荷電処理が必須であり、素子の低コスト化は容易ではなかった。そこで我々は自発的に配向する極性有機分子をエレクトレットとして使用し、世界で初めて荷電処理が不要な E-VEH を実現した。

はじめに

今までより安心・安全で持続的な社会を実現するために、膨大な数のワイヤレスセンサノード (WSN; wireless sensor node) を利用する時代が到来すると言われている。ここで課題となるのが WSN の電源である。図 1 (a) に示すエレクトレット型振動発電素子 (E-VEHs) は身の周りにある振動から電力を得ることができるため、小型電子機器用の電源として注目を集めている。しかしながらエレクトレットの作製には絶縁体への荷電処理が必須であり、結果として E-VEH の製造プロセスが難化するため、デバイスの製造コストが高いという課題があった。そこで我々は自発的に配向する極性有機分子をエレクトレットとして使用し、世界で初めて荷電処理が不要な E-VEH を実現した [1,2]。

研究の要点

エレクトレットとは半永久的に電荷、もしくは電気分極を有する絶縁体である。E-VEHs においては、図 1 (a) に示すように、エレクトレットが作る電界によって可動電極に電荷が誘起される。振動によって可動電極が変位すると、素子の静電容量が変化して外部回路に電流が発生する。つまり E-VEH にとってエレクトレットはデバイス性能を決定づける根幹材料であるが、その作製には絶縁体への荷電処理が必須であり、量産を妨げる一つの要因となっていた。

そこで我々は長年研究対象としてきた有機発光ダイオード (OLEDs) 用の極性有機分子に注目した [3]。これら極性分子は、図 1 (b) に示すように、自発的に面外方向へ配向し、薄膜の表面と裏面に正と負の分極電荷が現れる。この現象は Spontaneous orientation polarization (SOP) と呼ばれており、薄膜の表面電位は 100 nm で数ボルトにも達する。実際に OLED の発光材料である 1,3,5-tris(1-phenyl-1H-benzimidazole-2-yl) benzene (TPBi) を使用して E-VEH のモデル素子を作製したところ、図 1 (c) に示すように、電極の振動に伴って交流電流が発生した。つまり SOP を発現する分子群は Self-assembled electret (SAE) といえることがわかった。

まとめと展望

OLED 用の極性有機分子をエレクトレットとして使用することで、世界で初めて荷電処理が不要な E-VEH を実現した。この新しいエレクトレット SAE の表面電位は膜厚に比例して増加するため (図 1 (d))、SAE-VEH の高出力化も容易である。今後は SAE の物性評価・解析を進めながら新規材料開発にも着手し、SAE の高表面電位化、長寿命化を実現することで、SAE-VEH の実用化を目指す。

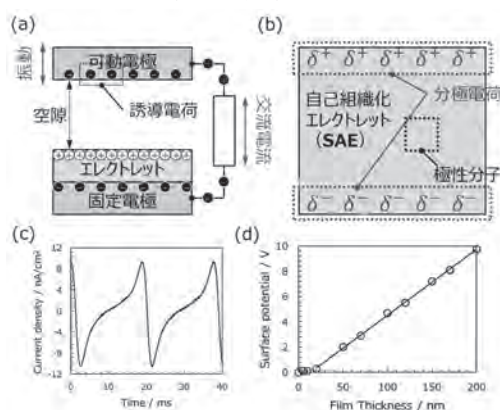


図 1 (a) エレクトレット型振動発電素子 (E-VEH)、(b) 自己組織化エレクトレット (SAE)、(c) SAE-VEH の出力電流、(d) SAE の表面電位の膜厚依存性。

参考

- [1] Y. Tanaka et al., Sci. Rep. 10, 6648 (2020).
- [2] 田中ら、表面と真空 64, 16 (2021).
- [3] Y. Noguchi, Y. Tanaka et al., Synth. Met. 288, 117101 (2022). (Invited review)

<所属、連絡先> 田中 有弥 (たなか ゆうや)

群馬大学大学院理工学府
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 : 0277-30-1566
FAX : 0277-30-1599
E-mail :
yuya.tanaka@gunma-u.ac.jp
URL : <https://sites.google.com/gunma-u.ac.jp/yuya-tanaka>



ケージド化合物の開発

群馬大学大学院理工学府 環境創生部門 樋山 みやび

ホタル生物発光は生物学や遺伝子工学などの分野で広く利用されているため、その発光基質であるルシフェリンの分子構造を変えた類似体の研究が数多くなされています。本稿では、光照射によりルシフェリンを生成する化合物の開発研究について紹介します。

はじめに

ケージド化合物は、光照射やpHの変化などの外部刺激により、保護基(ケージド基)が外れるように設計された化合物です。ホタル生物発光基質であるルシフェリン(図1(a))を生成するケージド化合物をケージドルシフェリンと呼びます。ホタル生物発光が分子イメージングに広く利用されていることから、ケージドルシフェリンの開発とその分子イメージングへの応用が試みられています。

研究の要点

私たちは、光照射によりルシフェリンを生成するケージドルシフェリンに着目し、図1に示すようなクマリンを保護基とする新しいケージドルシフェリン(DEACM ケージドルシフェリン: 図1(b))を開発しました[1]。水銀ランプを用いた光照射により、DEACMケージドルシフェリンからルシフェリンが生成することを確認することができました。しかし、光照射時間が長くなると、生成したルシフェリンが壊れることもわかりました。

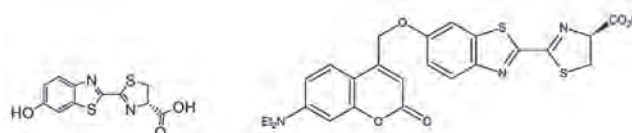
ケージドルシフェリンを利用するためには、できるだけ多くのルシフェリンを生成する照射光の波長・強度・照射時間などの光応答性を知る必要があります。そこで、量子化学計算により、このケージドルシフェリンの電子励起状態を明らかにし、吸収スペクトルがクマリン基部分の励起とルシフェリン基部分の励起に起因するピークからなることを明らかにしました[2]。同時に、合成方法を見直し、純度の高いケージドルシフェリンの合成に成功しました。また、照射光の波長・強度・照射時間を変えて、ケージドルシフェリンから生成されるルシフェリンの量を測定することにより、ケージドルシフェリンの光開裂量子収率や光退色量子収率を明らかにしました[3,4]。

まとめと考えられる応用面

ホタル生物発光は発光効率が高く、種類によって黄緑色から赤色まで様々な発光色を持つという特徴があります。ルシフェリン・ルシフェラーゼ・ATP・Mg²⁺が存在すれば、発光するという性質を利用して、ホタル生物発光は、生物学や遺伝子工学などの分野で広く利用されています。例えば、ルシフェラー

ゼ遺伝子を導入した細胞による遺伝子発現のモニタリングが挙げられます。また、食品衛生分野における細菌の検出をおこなうATP衛生検査用測定キットに、この発光が利用されています。

今回開発したような光解離型ケージドルシフェリンは、光照射によりルシフェリンを生成するため、発光する時刻や空間を制御することができます。あらたな検査用キットなどへの応用が期待されます。



(a) ルシフェリン (b) DEACM ケージドルシフェリン

図1 ルシフェリンとケージドルシフェリンの分子構造

- [1] M. Kurata et al., "Synthesis and quantitative characterization of coumarin caged D-luciferin" J. Photochem. Photobiol. B, 189, 81-86 (2018).
 [2] J. Usukura et al., "Theoretical study of the wavelength selection for the photocleavage of coumarin-caged D-luciferin", Photochem. Photobiol. 96, 805-814(2020)
 [3] R. Kumagai et al., "Photo-bleaching of Firefly Luciferin with UV Irradiation" Chem. Phys. Lett. 791, 139414 (2022).
 [4] R. Kumagai et al., "Photo-cleaving and photo-bleaching quantum yields of coumarin-caged luciferin", Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 434, 114230 (2023).

<所属、連絡先> 樋山 みやび (ひやま みやび)

群馬大学大学院理工学府
環境創生部門 准教授

〒376-8515
群馬県桐生市天神町 1-5-1
TEL/FAX: 0277-30-1275
E-mail :
miyabi@gunma-u.ac.jp



抗菌性とファッション性に優れた銅繊維織物の混用法最適化と新規用途開発

須裁株式会社 須永 康弘

群馬産業技術センター繊維工業試験場 石井 克明、吉井 圭

中村 暢助、齋藤 裕文

桐生大学短期大学部 寺村サチコ

本研究は、一般的な練り込み型抗菌繊維と強い抗菌性を持つ銅繊維をジャカード織物で交織することにより、高い抗菌性能と優れたファッション性をもった素材開発を目的として行った。その結果、経（たて）糸と緯（よこ）糸両方に銅繊維と抗菌ポリエステルを交織したジャカード織物を試織することに成功した。また、銅の高い抗菌性能に注目し、銅繊維交織織物に接触した手指表面などの細菌減少効果の可能性についても検討したが、銅繊維交織織物による手指除菌効果を確認することには至らなかった。

あわせて、新規開発する抗菌素材の用途開発と若者向けデザイン提案を目的として、桐生大学短期大学部アート・デザイン学科とのコラボレーションを行った。

1. はじめに

我が国において国民性とも言える清潔志向に関連して、抗菌製品については以前から関心が高かった。さらに、2年以上続いているコロナ禍のなか、強力な抗菌性能だけでなく、自分らしさを演出できるファッションナブルなデザインの抗菌関連製品の指向も高まっている。これに対応するため、桐生産地の特色であるジャカード織物の経（たて）・緯（よこ）に非常に強い抗菌性を持つ銅繊維を織り込むことで、従来にない、高い抗菌性能とファッション性に優れた織物素材開発を目的として行った。また、銅繊維の持つ高い抗菌性能に注目し、銅繊維交織織物と接触した手指表面などの細菌減少効果の可能性についても検討した。あわせて、本研究で新規開発する抗菌素材の用途開発と若者向けデザイン提案を目的に、桐生大学短期大学部アート・デザイン学科とのコラボレーションを行った。このことにより、若者世代に桐生産地に対する関心向上も意図した。

ある。今回、銅繊維を少量使用することで、抗菌性能がどの程度向上するかを検討した。

経糸には、抗菌ポリエステル（リブフレッシュPスーパー／KBセーレン製）を使用し、緯糸には、抗菌ポリエステルと銅繊維を使用し、それらの打込割合を変化させることで、銅混用率の異なる織物を試織し、抗菌性試験の試料とした。リブフレッシュPスーパーは、原料ポリマーに抗菌ガラスを練り込み紡糸した抗菌繊維で、染色性や強度は通常のレギュラーポリエステルとほぼ同等の性質を持っているため、それと同じ工程で製織することができる。

表1に銅混用率の異なる試験布について「JIS L 1902黄色ブドウ球菌による抗菌性試験」を行った結果を示す。ここで、抗菌活性値は、2以上で抗菌効果が認められ、3以上あれば強い抗菌効果が認められると評価することができる数値である。

表1 抗菌性試験結果

試験布名	説明(経無記入：抗菌ポリエステル)	銅混用率	抗菌活性値
抗菌P布	緯：抗菌ポリエステル糸	0%	4.2
C-4試験布	緯：抗菌ポリエステル;銅繊維=16:1	3.5%	4.3
C-7試験布	緯：抗菌ポリエステル;銅繊維=8:1	7.2%	4.5
C-13試験布	緯：抗菌ポリエステル;銅繊維=4:1	12.9%	5.8
銅繊維布	経/緯：銅繊維糸	86.2%	5.9

2. 銅繊維／抗菌繊維交織織物の抗菌性試験

銅繊維は、非常に高い抗菌性能があることが知られている。しかし、銅繊維だけを使用した織物は、高コスト、硬い風合い、非常に重いなどの課題も多く

表1の結果より、銅の混用率が13%程度以上あれば、経糸・緯糸ともに銅繊維糸で織った織物と同等の非常に強い抗菌活性値を示すことが分かった。また、抗菌ポリエステル100%素材に銅繊維糸を混用することで、抗菌性能を向上できることも分かった。

3.銅繊維交織織物による手指表面細菌減少効果試験

抗菌布との接触による手指表面細菌減少効果を評価するための試験方法は、一般的な評価方法がないため、今回新たに試験方法を考案し実施した。具体的には、手指の代替として黄色ブドウ球菌を付着させたガラス棒を使用し、抗菌布とガラス棒を、一定時間こすりあわせるように接触させた後、ガラス棒表面の黄色ブドウ球菌数の減少率を比較した。黄色ブドウ球菌は、顕微鏡で見ると、ぶどうの房のように集まっていることからこの名称となった。ヒトや動物の皮膚や消化管に常在する菌で、食中毒などの原因となり、抗菌性試験でも使用されている。

試験には、5種類の生地を使用した。銅混用率は、緯糸として使用する銅繊維糸の打込割合で調整した。また、経・緯ともに銅繊維糸だけを使用した銅繊維布が銅100%でないのは、銅繊維糸の構造が、細かい銅箔をポリエステルの芯糸に巻き付けられているためである。各試験布を同条件でガラス棒と接触させた後、ガラス棒表面に残存している菌数を計測した。それぞれの布で3回繰り返し行い、平均値を求め、ブランクとの比較で減少率を算出した。その結果を表2に示す。

表2 手指表面細菌減少効果試験結果

試験布名	説明(経無記入：抗菌ポリエステル)	銅混用率	平均コロニー数	減少率
ブランク		-	210.0	-
堅ろう度白布	経/緯：レギュラーポリエステル糸	0%	9.3	95.6%
抗菌P布	緯：抗菌ポリエステル糸	0%	13.7	93.5%
C-4試験布	緯：抗菌ポリエステル:銅繊維 = 16:1	3.5%	6.7	96.8%
C-13試験布	緯：抗菌ポリエステル:銅繊維 = 4:1	12.9%	9.7	95.4%
銅繊維布	経/緯：銅繊維糸	86.2%	0.0	100.0%

表2の結果より、銅繊維布は、ガラス棒表面の黄色ブドウ球菌に対して、非常に高い除菌性能を示した。他の試験布でも、すべて90%以上の菌減少率を示し、ガラス棒表面の菌減少効果が認められた。しかし、銅繊維布以外の試験布では、明確な差はなかった。銅の混用による除菌効果を期待したが、抗菌性能のないレギュラーポリエステル糸を使用した堅ろう度白布とほぼ同じ減少率であった。この理由としては、銅繊維を緯糸に使用したC-4、C-13試験布は、最表面には経糸のポリエステルだけが出てしまい、ガラス棒と銅が接触することができなかつた

めと考えられる。今後は、銅繊維とガラス棒表面が接触しやすい構造の織物を検討する予定である。

4.銅繊維／抗菌繊維交織ジャカード織物の試織

当社(須裁株)では、従来から、銅繊維を経糸・緯糸に使用した、平織組織の銅繊維織物を製造してきた。本研究では、経糸・緯糸両方に、物性が大きく異なる銅繊維糸と抗菌ポリエステル糸を併用した、ジャカード織物の試織に取り組んだ。試織には、銅繊維／抗菌ポリエステル交織織物の製織に対応できる、適切な織機架物の設置と、キズなく製織するための繊細な織機調整が必要となる。

試織と製品試作結果を、写真1から3に示す。写真1は、無地交織織物である。白色の糸が抗菌ポリエステル糸で、茶色の糸が銅繊維糸である。織物組織を工夫して銅繊維糸が裏面に多くできるようにした。写真2は、ジャカード交織織物を使用して、手提げバックに縫製した物である。表面には、ほとんど銅繊維がでていないことが分かる。写真3は、ジャカード交織織物の裏面である。裏面からは経／緯の銅繊維糸を確認することができる。

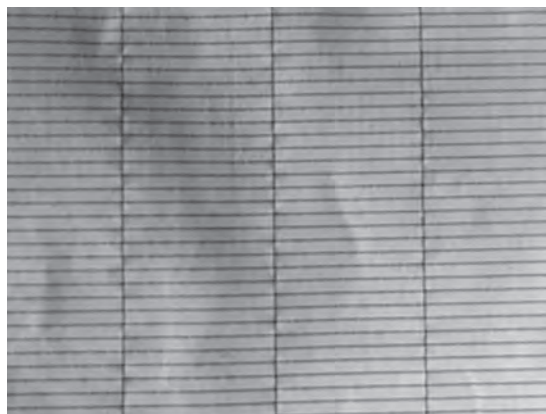


写真1 無地交織織物(裏面)



写真2 ジャカード交織織物による試作品

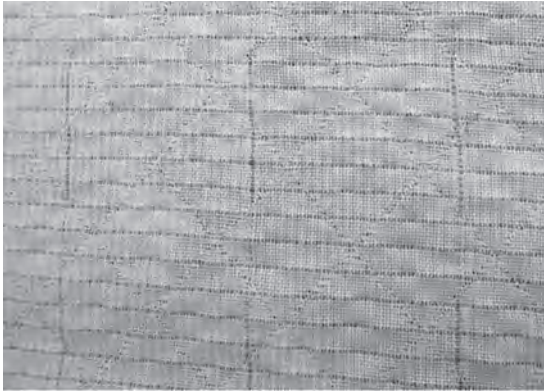


写真3 ジャカード交織織物(裏面・拡大)

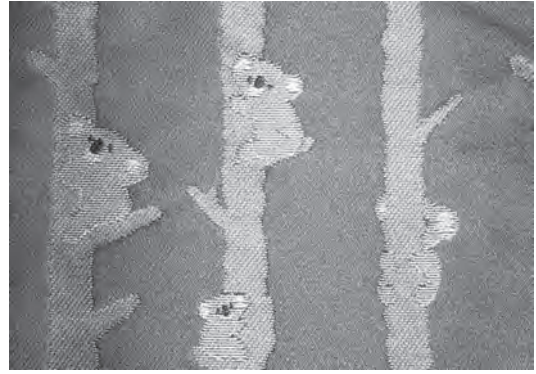


写真4 コアラ柄ジャカード織物

5. 桐生大学短期大学部学生のデザイン提案と試織結果

桐生大学短期大学部アート・デザイン学科において、機能性とファッション性を両立させた抗菌素材のデザイン提案と用途開発提案を講義の一環として行った。「地元で販売する雑貨用生地」や「まち歩き用きもの生地」などをテーマとして、製品コンセプトや織物柄のデザインを学生に複数提案してもらった。その中から、提案例の一つを紹介する。抗菌性を付与することで、機能性や製品価値向上が期待できる最終製品として、布製トートバック、エプロンなどを念頭にジャカード織物用のデザインを作成したものである。デザイン画を図1に、デザイン画をもとに試織したジャカード織物を写真4に示す。



図1 デザイン画(コアラ柄)

6. まとめ

銅繊維を混用することで、抗菌性能が向上することを確認した。抗菌ポリエステルに13%程度の銅を混用することで、銅繊維だけを使用した織物と同等の非常に強い抗菌性を得ることができた。また、銅を数%程度混用するだけでも、抗菌性の向上を確認することができた。

次に、銅を含む抗菌素材と手指の接触により、手指表面の細菌減少効果について検討した。その結果、銅繊維だけの織物では、強力な細菌減少効果を示した。一方、抗菌ポリエステル／銅繊維交織織物では、抗菌性のない一般的なポリエステル布と、明確な差はなかった。今後、織り組織を検討する予定である。

地域活性化の一環として、桐生大学短期大学部アート・デザイン学科とのコラボレーションを行い、若い感性によるデザイン提案により製品開発の可能性が広がった。

研究者紹介

須裁株式会社 代表取締役 **須永康弘**



昭和61年 須裁株式会社 入社
平成20年 同社 代表取締役就任
令和3年 群馬県総合表彰(商工)受賞、現在に至る

〒376-0034 群馬県桐生市東5-4-9
TEL: 0277-45-2750 FAX: 0277-45-2770

群馬県立産業技術センター繊維工業試験場 主幹専門員 **石井克明**



昭和58年 群馬県入庁、群馬県繊維工業試験場勤務
令和2年 定年退職
令和3年 群馬県立群馬産業技術センターへ組織統合、
再任用職員として在職、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

群馬県立産業技術センター繊維工業試験場 素材試験係 **吉井圭**



平成14年 群馬県入庁、群馬県繊維工業試験場勤務
令和3年 群馬県立群馬産業技術センターへ組織統合、現在に至る

群馬県立産業技術センター繊維工業試験場 素材試験係 **中村暢助**



平成24年 群馬県入庁、群馬県繊維工業試験場勤務
令和3年 群馬県立群馬産業技術センターへ組織統合、現在に至る

群馬県立産業技術センター繊維工業試験場 生産技術係 **齋藤裕文**



平成11年 古河電気工業株式会社勤務
平成15年 群馬県入庁、群馬県繊維工業試験場勤務
令和3年 群馬県立群馬産業技術センターへ組織統合、現在に至る

桐生大学短期大学部 アート・デザイン学科 講師 **寺村サチコ**



平成24年 多摩美術大学大学院美術研究科テキスタイルデザイン研究領域修了
平成27年 作家活動を行いながらアクセサリーブランド「Quguri」を展開
平成31年 桐生大学アート・デザイン学科講師、現在に至る

〒379-2392 群馬県みどり市笠懸町阿左美606-7
TEL: 0277-76-2400 FAX: 0277-48-9117

AI を用いた織物検査装置の開発

有限会社スズキワーパー 田中 義明、田中 伸治
群馬県立産業技術センター 北島 信義、齋藤 裕文
齋藤 宏、町田 晃平
石黒 聡、細谷 肇

織物の外観検査工程の効率化のため、マシンビジョン技術と人工知能（AI）を用いて織物の欠点を自動で検出する織物検査装置の開発を行った。本装置は、織物を巻取りながら連続的にAIによる検査が行えることを特徴とし、AI判定に用いる画像を取得するためのエリアカメラを搭載している。試作した装置を用いて、線状及び点状の欠点を有する絹羽二重に対して巻取り速度の異なる条件でエリアカメラによる撮影を行い、取得した画像をAIソフトで学習させて精度の検証を行った。その結果、巻取り速度とAI判定精度との関係が明らかになり、織物検査装置の実用化に向けた知見を得ることができた。

1. はじめに

織物の外観検査は、織物製造工程での品質管理に加えて縫製工程での生産性に影響するものとして、熟練者による目視での全数検査が行われている。織物は、機能性に加えてファッション性が求められるため、その表面は、形状、配色、模様、光沢などに工夫が凝らされ、多種多様な外観を有している。織物の欠点には、たてスジ(たて糸張力不良・たて糸締め、たて糸切れ)、よこスジ(よこ糸張力不良・よこ糸緩み、よこ糸切れ)、異物混入、汚れ、シミ、シワなどがある。検査工程では一人の熟練者が一台の検査機を管理し、織物表面の反射光や透過光の色、光沢等の違いを絶えず注意して欠点を判断しており、生産性の向上が求められていた。また、熟練者の不足、長時間の検査作業による作業者の目への負担、人による判断基準のばらつき等の課題もあった。

そこで、本研究では織物検査の自動化を推進するため、マシンビジョン技術を活用して多様な織物欠点が明瞭に写る撮像条件を検討した。さらに、取得した正常部の画像から、AIが判定するものの特徴を学習し、自動で欠点部を検出する機能について検証を行った。

2. 実施方法

2-1 カメラを搭載した織物検査装置の試作

織物は長さ方向のたて糸と幅方向のよこ糸を組み合わせられて作られている。このことから、織物検査装置の開発にあたっては、糸の素材・太さ、織物の厚み・凹凸・伸縮性などが異なる多様な織物に対応できることを考慮した。また、自動検査を行うには、織物の画像データを安定して取得する必要があるため、カメラの固定方法・固定位置、照明の選定・設置位置に加え、織物に常時テンションをかけてシワの無い状態で撮影すること等を考慮した。以上の要求事項を踏まえ、織物検査装置の設計・試作を行った。

2-2 織物の準備

AIの学習及び判定には織物の良品部分と欠点部分が必要である。このことから、使用する織物として線状の欠点(以下「線欠点」という)及び点状の欠点(以下「点欠点」という)を有する絹羽二重を用いた。

2-3 画像取得条件の検討

エリアカメラを使用した画像取得の条件を検討した。レンズは焦点距離が16mmのものを使用し、レンズ先端から織物までの距離については、画角いっぱい織物の幅全体を写すため、最大検出幅(対応織物幅)の500mmを撮像可能なものとした。次に、

この条件にて織物を巻取りながら撮影を行い、画像を取得した。巻取り速度は、0.4、1.5、2.2、3.2、4.3 m/min の5条件とし、織物は、2-2に記載した線欠点及び点欠点を有する織物(絹羽二重)を使用した。画像取得時の照明は、織物検査装置に搭載されている白色のバックライトを使用した。

2-4 AIを用いた織物検査

2-3で取得した画像を使用して、AIによる判定精度の検証を行った。AIにはディープラーニング画像処理ソフトウェア VisionPro Deep Learning(コグネックス社製)を使用した。学習は、良品画像のみを学習する Unsupervised モードにて行った。学習に使用した画像の枚数は30枚、サイズは2,456×2,054である。

判定精度の検証には、50枚の画像を使用した。精度は、50枚の画像のうち、欠点の領域をAIが正しく欠点として検出した割合を示した再現率にて評価した。

3.結果と考察

3-1 カメラを搭載した織物検査装置の試作

試作機については、①織物の搬送機構(送り出し、巻取り)、②画像データの取得条件(カメラ、照明)を検討し、小幅織物(織物幅500 mm程度)が検査できるように以下の仕様とした。

【織物検査装置の仕様】

- ・織物にテンションをかけた状態で撮影できること
- ・装置の搬送が容易なようにアルミフレームであること
- ・小幅織物(織物幅 500mm)に対応できること
- ・織物巻取り速度を可変(~10m/min)できること
- ・巻取りについて、連続運転、停止、寸動(スイッチを入れている間だけ動作)ができること
- ・検査する織物の裏側からライトをあてられること
- ・織物の上側にカメラを設置し、織物・カメラ間の距離を可変できること
- ・明滅が無く、均一な明るさの照明であること
- ・多様な厚さの織物に対応するため、光量の調節ができること

上記の仕様に基づき、図1に示す織物検査装置を試作した。次に、この装置を用い、2-2で準備した絹羽二重をセットし、織物の巻取り機構・制御方法の調整、及び2-3の画像取得条件の検討を行った。その結果、織物にテンションをかけた状態で巻取れること、織物を巻取りながら画像を取得できることが確認できた。

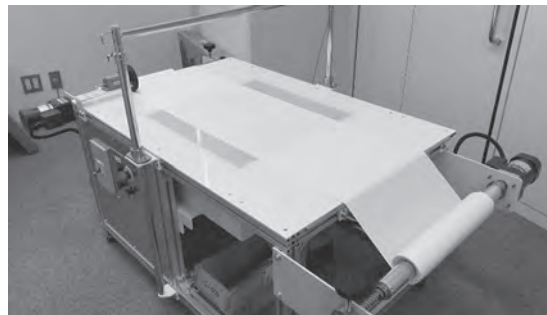


図1 織物検査装置

3-2 画像取得条件の検討

エリアカメラを用いて最大検出幅を撮像可能なレンズ先端から織物までの距離は、最小で800mmである。この条件にて、織物(絹羽二重)を巻取りながら線欠点、点欠点の画像を取得した。線欠点の画像を図2に示す。どちらの欠点も巻取り速度0.4~1.5m/min では欠点をはっきりと確認できるものの、巻取り速度2.2m/min以上では欠点が不明瞭となっていることが確認された。



(a) 巻取り速度 0.4m/min



(b) 巻取り速度 1.5m/min



(c) 巻取り速度 2.2m/min



(d) 巻取り速度 3.2m/min



(e) 巻取り速度 4.3m/min

図2 織物を巻取りながら撮影した線欠点の画像

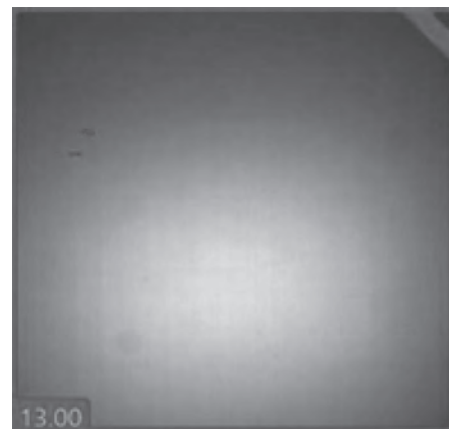
3-3 AI を用いた織物検査

AIによる判定結果を表1に示す。表1から、巻取り速度が大きくなるにつれて、欠点の検出精度が低くなっていることがわかった。線欠点の巻取り速度0.4 m/minにおける検出結果の例を図3に示す。線欠点の巻取り速度3.2m/minでは、検出精度が高くなった。取得した画像を確認すると、この速度では線の欠点不明瞭ではあるものの、他の速度に比べて太く、濃く写る傾向にあった。これは、偶発的に今回使用した欠点がこの速度で撮像するとAIの判定に適していたと考えられる。

今回の実験により、エリアカメラを使用した織物検査装置の実用において、巻取り速度は0.4～1.5m/min程度が適していると考えられる。



(a) 元画像



(b) 検出結果

図3 線欠点（巻取り速度 0.4m/min）の検出結果

表1 AIによる判定結果（再現率）

欠点種類	巻取り速度				
	0.4 m/min	1.5 m/min	2.2 m/min	3.2 m/min	4.3 m/min
線	1.00	0.16	0.00	0.64	0.00
点	0.50	0.42	0.34	0.20	0.08

4. まとめ

本研究では、織物の外観検査工程の効率化のため、マシンビジョン技術と人工知能(AI)を用いて織物検査装置の開発を行った。

織物の巻取り機構を有し、検査対象となる織物を撮影するためのカメラを搭載した織物検査装置を試作した。最大検出幅(対応織物幅)は500mm、織物巻取り速度は0～10m/min、照明は落射とバックライトに対応できるようにした。

絹羽二重を用いた欠点(線欠点、点欠点)の確認について、巻取り速度0.4～1.5m/minでは欠点をはっきりと確認できるものの、速度2.2m/min以上では欠点不明瞭となることがわかった。

取得した画像をAIソフトで学習させ、精度の検証を行った。その結果、エリアカメラを使用した織物検査装置の実用において、巻取り速度は0.4～1.5m/minが適していることがわかった。

研究者紹介

有限会社スズキワーパー 専務取締役 **田中 義明**



昭和62年 有限会社スズキワーパー入社
平成10年 専務就任、現在に至る

〒376-0011 群馬県桐生市相生町4-329-5
TEL: 0277-52-6163 FAX: 0277-52-6168

有限会社スズキワーパー 営業/技術部長 **田中 伸治**



平成2年 有限会社スズキワーパー入社
平成20年 営業部長就任、現在に至る

〒376-0011 群馬県桐生市相生町4-329-5
TEL: 0277-52-6163 FAX: 0277-52-6168

群馬県立産業技術センター 繊維工業試験場 研究調整官 **北島 信義**



平成4年 群馬県入庁、群馬県繊維工業試験場勤務
平成26年 群馬県立群馬産業技術センター勤務
令和2年 群馬県繊維工業試験場勤務
令和3年 群馬県繊維工業試験場が群馬産業技術センターと統合、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

群馬県立産業技術センター 繊維工業試験場 生産技術係 独立研究員 **齋藤 裕文**



平成15年 群馬県入庁、群馬県繊維工業試験場勤務
令和3年 群馬県繊維工業試験場が群馬産業技術センターと統合、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

群馬県立産業技術センター 繊維工業試験場 主任研究員(生産技術係長) **齋藤 宏**



平成6年 群馬県入庁、群馬県繊維工業試験場勤務
令和3年 群馬県繊維工業試験場が群馬産業技術センターと統合、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

研究者紹介

群馬県立産業技術センター群馬産業技術センター 電子機械係 主任 町田 晃 平



平成26年 群馬県入庁、企業局東部地域水道事務所勤務
平成29年 群馬県立群馬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

群馬県立産業技術センター東毛産業技術センター 主任研究員(電磁技術係長) 石黒 聡



平成4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 所長 細谷 肇



昭和63年 群馬大学大学院工学研究科修士課程修了
昭和63年 株式会社日立ユニシアオートモティブ
平成5年 群馬大学大学院工学研究科博士後期課程修了
平成16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

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



アジアの昇竜 シンガポール訪問

電子工学分野国際会議

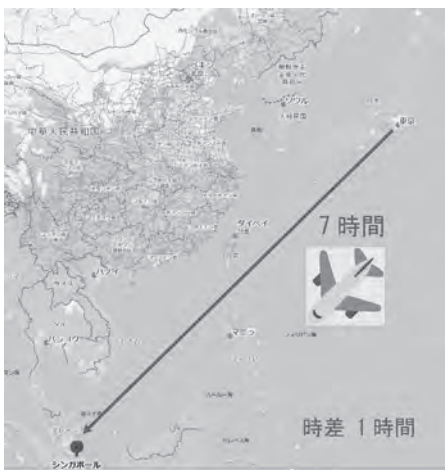
シンガポール国立大学、南洋理工大学

群馬大学 名誉教授 小林 春夫
電子メール koba@gunma-u.ac.jp

はじめに

シンガポールには何かあるのではないかと、ぜひ訪問したいと思っていた。大学がハイレベルであることを伝え聞かすが、具体的にどのようにやっているのかは自分の研究分野で日本の研究者間で知られていない。同国では電子産業・半導体産業もどんどん伸びていることは認識している。また、化学メーカー経営者からの次の言葉が強烈な印象に残っている。

「シンガポールは世界中から優秀な人材を確保する。これこそが国力の源泉である。閉じこもった世界では、価値観の多様化は進まない。海外からいろいろな人材を集め、切磋琢磨してこそ、国際的に先頭を走る発想がでてくる。」



日本からシンガポールへ



シンガポール国内の地理

コロナ禍のためここ3年海外出張には行けなかったが、ようやく落ち着き始めたので可能になった。運良くシンガポールで開催の電子工学分野の国際学会の委員就任にと声をかけてもらい、現地に行くことにした。国際会議では人と知り合え短期間で多くの情報が得られる。またシンガポールの2つの大学の関連研究室にもコンタクトをとり、訪問させてもらうことになった。20年ぶり2回目の大きな期待をもったシンガポール訪問である。

事前に調べて次のことを認識していた。現在の半導体分野での米国と中国とのデカップリングに対してシンガポールは両方とも友好関係を保ち産業レベルでも学術レベルでも交流を行っている。またシンガポールは金融関係が発展していることが知られているが、電子産業分野に対しても世界各国から投資が大きい。もちろんシンガポールの歴史、文化、社会等もある程度調べた。

電子工学分野国際会議 参加

12th International Conference on Communications, Circuits and Systems (ICCCAS)

2023年5月5日(金) - 7日(日)

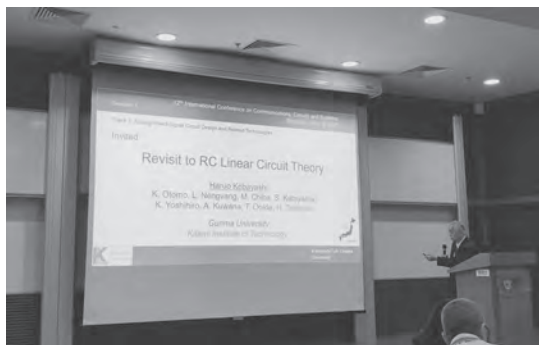
於 シンガポール 南洋理工大学同窓会館

オンサイトおよびオンラインのハイブリッド開催

プログラム委員長 (Program Chair) およびトラック1のオーガナイザとして招聘される。会議全体での発表論文件数は117件である。内訳はキーノート3件、招待講演38件、一般論文は12か国から120件投稿されそのうち67件採択(採択率 約50%)、学生論文のコンペティション9件である。なお筆者は昨年度も招待講演者としてオンラインで参加している。

トラック1(アナログ/アナログ・デジタル混載集積回路と関連技術)をオーガナイズした。今回は日本勢の存在感を増すことを意図し、日本関係者12名を招待講演者として招聘した。最近のこの分野の様々な

国際会議で日本からの発表割合は減少傾向にあるので、少しでも挽回せねばという思いからである。



学会での筆者の発表

トラック1 オンライン出席招待講演者

1. 萩原良昭先生(崇城大学、元ソニー、元群馬大学客員教授)

Artificial Intelligent Partner System (AIPS) with Pinned Photodiode used for Robot Vision and Solar Panel

2. 橋本研也先生(中国電子科技大学 教授、千葉大学 名誉教授)

Radio Frequency Acoustic Wave Devices in RF Front-End in Mobile Communications --- Why Unavoidable ?

3. 青木均先生(ローム、元群馬大学客員教授)

A Unified Model of MIS and Ridge HEMTs for Fast and High-Power Switching Applications

4. 傘 昊 先生(東京都市大 教授)

Low-supply-voltage High-linearity ADC with Dynamic Analog Components

5. 菊池信彦先生(日立製作所)

Ultra-low Power Multi-Point Remote Sensing Technology Using Optical Fiber Power Supply for Sewage System

6. 原史朗先生(産総研)

Minimal Fab Using Half-inch Wafers for Low-volume Device Markets

7. 小関国夫先生(産総研、元群馬大学客員教授)

Recent Progress in High-Voltage SiC Devices and its Application Development

8. 伊藤直史先生(群馬大学 准教授)

Principle and Application of Electrical Impedance Tomography

トラック1 オンサイト出席招待講演者

9. 崔通先生(東京工芸大 准教授、元群馬大学非常勤講師)

Power Conversion Circuits for Distributed PV Systems

10. 千葉明人先生(群馬大学 准教授)

RF Parameter Estimation Using Lightwave Modulation

11. 元澤篤史先生(ルネサスエレクトロニクス、元群馬大学非常勤講師)

An Attachable Fractional Divider Transforming an Integer-N PLL Into a Fractional-N PLL with SSC Capability

12. 小林春夫(群馬大学 名誉教授)

Revisit to RC Linear Circuit Theory

シンガポール国立大学 (National University of Singapore : 略称 NUS) 訪問



シンガポール国立大学 工学部

同大学の Massio Alioto 先生の研究室を訪問し説明を受け見学させていただいた。同グループは日本では詳しいことはほとんど知られていないが 集積回路分野のトップの国際学会・ジャーナル発表では常連である。今年の6月に京都で開催される VLSI 回路シンポジウムで論文が6件採択されている。同先生グループは年間20の IC チップを設計・テープアウトをしているとのことである。30名の研究者(博士課程学生、ポストドクター、大学が雇用した研究者がそれぞれ3分の1)を抱えている。高周波、デジタル、アナログ回路設計等それぞれ得意な研究者から構成されている。これらは驚異的であり、欧米のトップの大学を含めてこれほどのグループを筆者は見たことはない。同研究室にはポストドクに慶応大学を卒業された日本人の方がお一人おられた。が、日本からの訪問はほとんどないとのことである。

同先生グループはグリーン IC プロジェクトを掲げ、デジタル・アナログ・システムの総合的観点から低消費電力を実現するプロジェクトを遂行している。回路

設計技術に加え AI、IC のセキュリティ等多彩な技術を取り入れたバランスがとれた研究という印象である。

同研究室は産学連携を志向しており、Soitec 社、NXP 社との共同プロジェクト等を行っている。産学連携は「大学が産業界から予算や技術情報を少し入れてもらう」というよりシンガポールの国自体が「大学と産業界が強く連携することが国の発展・富を豊かにすることにつながる」という価値観・戦略を持っていると感じる。

また、世界の主要な半導体メーカー約30社の拠点がシンガポールにあるとのことである。IC 製造(ファウンドリ)企業として、TSMC 社、UMC、Global Foundry 等、IC 設計分野で STM 社、Huawei 社等である。日本企業としてパナソニック社の名前があがっていた。

シンガポール国立大学キャンパスは広大であり中でサークルバスが走っている。工学部は充実している印象である。

南洋理工大学 (Nanyang Technological University: 略称 NTU) 訪問

Pak Kwong Chan 先生にコンタクトをとり、南洋理工大学の集積回路システム研究教育センター (Centre for Integrated Circuits and Systems: CICS) を案内してもらった。センター長の Yuanjin Zheng 先生にもご同席・ご説明いただき見学させてもらった。その要点を箇条書きで示す。



南洋理工大学 集積回路システム研究教育センター
左より Chan 先生、筆者、崔先生、Zheng 先生 (センター長)

- 1学年の IC 設計コースの学生は百数十名である。世界の主要な半導体メーカーがシンガポールに進出しており、地元大学出身の即戦力の卒業生を求めているのでこれらの企業の大学への支援が手厚い。
- 教員、学生とも中国、インド、韓国からが多い。日本人は少ない。

- 中国からの学生は半分くらいは自国に戻る。IC 設計技術者はシンガポールより中国のほうが給与が良いからである。(IC 設計分野では中国のほうがシンガポールより産業界で給与が良いのかと驚いた。)
- 台湾企業 (MediaTek 社) の支援によりチップ試作が無料で行える。
- 学生には IC 設計とともに情報通信 (Information Technology : IT) とロボット工学が人気である。
- 高周波チップの測定設備は欧米のトップ大学より良い。Zheng 先生によれば たびん大学では世界一の環境であろうとのこと。
- IC 設計教育はドイツのミュンヘン工科大学と連携している。
- 大学院講義でアナログ集積回路設計に用いるテキストは世界で標準になっているもの (Gray & Meyer, Razavi, Allen, Martin が書いた教科書) を使用している。
- IC 設計環境 (EDA ツール) も世界標準のものを用いている。
- 学生食堂は中華、韓国、タイ、インド、ハラール等、国際色豊かな学生向けレストランから構成されている。

多くの学生が充実した環境で IC 設計の教育を受け、高いレベルの研究を行っている。

学会 (ICCCAS2023) 主催の南洋理工大学の3次元プリンティングプロジェクト (3D Printing Project) の紹介・見学会にも参加した。大プロジェクトであり、ここでも産学連携・実用化をめざしているとともにトップジャーナルへの論文発表を行っている。



学会主催の南洋理工大学3次元プリンティング技術センター説明会での Paulo Bartolo 先生によるプレゼン



南洋理工大学の図書館



南洋理工大学と市内を結ぶバス

最後に

世界大学ランキングではシンガポール国立大学、南洋理工大学ともアジアでトップを競っている。ランキングをあげることでブランドを確立しようとする強い方針・戦略を感じる。産学連携を行いながらも「世界のトップジャーナルへの論文発表」ということを強く意識している。短期間に世界上位になっており、そのやり方を学ぶ必要がある。なおQS世界大学ランキングで2022年はシンガポール国立大学 世界11位・アジア1位、南洋理工大学 世界12位・アジア2位、ちなみに東京大学 世界23位・アジア6位である。



アジアのハブ空港であるチャンギ国際空港内の逆噴水



シンガポールの観光名所

今回の出張の前に「中国が半導体のオリンピックである国際会議 ISSCC2023での発表件数が世界一になった理由」のご意見を、ISSCC2008プログラム委員長を務められた萩原良昭先生にうかがった。「中国はこの分野の技術者の待遇が良いので優秀な人が集まってくるのではないかとのことである。以前に国立台湾大学を訪問したときに、同大学では「電気電子工学分野が圧倒的に人気がある、この分野の技術者の収入が良いからである」とその教授が話していた。今回の国際会議に参加し、またシンガポール国立大学、南洋理工大学を訪問して聞いた話からも同様なことを推測できる。



イギリス人で最初にシンガポールに上陸したトーマス・ラッフルズの像

シンガポール、中国、韓国、台湾等では(優秀な)電子技術者・マネージャは他の業種に比べて場合によっては数倍の収入があるのかもしれない。この分野は職業的・経済的に非常に魅力がある、優秀な人が集まってくる、ますますその業界・企業が発展する、大学のその分野が強化される、国も支援するというポジティブフィードバックがかかっている、社会で正のスパイラルに入っていることがうかがい知れる。



シンガポールの歴史的建造物

「激水の疾くして石を漂わずに至るは勢なり」孫子
日本社会はこのことを認識すべきであると思う。

「彼を知り己を知れば百戦あやうからず。彼を知らずして己を知れば一勝一負す。彼を知らず己を知らざれば 戦うごとに必ずあやうし。」孫子

シンガポールの街中はバス、トラムの公共交通が便利で運賃が非常に安い。エコ社会を実現しようとしている意思を感じる。短い滞在であったがシンガポールではいたるところで「社会運営の意思」を感じた。



シンガポールは常に新しい建物を作っている



シンガポールの街並み



運に導かれた微粒子への挑戦

株式会社 Isaac (アイセック) 代表取締役 大川 功

URL <https://isaac-i.com>

初めに、学術的な難しい文章は書けないので身の丈に合った「ド素人によるナノ粒子精製への挑戦日記」と捉えて頂き、読み進めて頂ければ幸いです。

《微粉碎開発に至るまでの経緯》

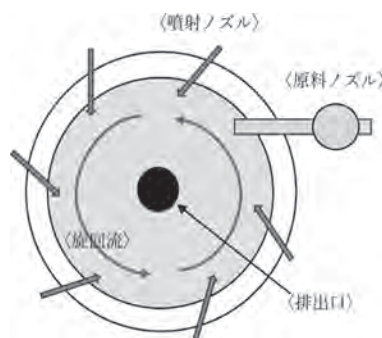
遡る事30年、当時28歳。バブル経済全盛で銀座から群馬までタクシー券で帰ってこれた時代。何の目標も持てずたまたま入社した射出成型会社にて3年が過ぎた頃、「これからの時代は何だろう?」と自問し得た答えが「ミクロンとマクロ」。当時、「マクロ=宇宙」という思いがあり削除。また「ミクロンと仕事」が結びつかず時間経過とともにその思いは薄れていった。

射出成型会社では、幸いにも特殊成型加工技術を追い求めており、電気、油圧回路を基に様々な加工技術が習得出来楽しかったのですが、時代は海外シフトの流れに。当然の事ながら特殊加工技術では、金型を海外移管し成型が出来ないので不要とされた。一般的な射出成型では、金型依存度が7割~8割を占め、物作りの実感が持てず約15年務めた会社に見切りを付け転職を決意。そんな中たまたまお声がけ頂いたのが、樹脂コンパウンド会社。

樹脂コンパウンドとは、原料メーカーのナチュラル原料に色材や機能剤を練り込みペレット化する言わば、原料メーカーと成型メーカーの中間業務を担う会社になる。成型加工を心得た上、原料その物がいじれたら別のアプローチによりニーズ対応が可能ではないか?と思いコンパウンド会社に入社。100種類を超える色材や機能に応じた樹脂添加剤の学習に始まり、高濃度、高分散技術の習得で楽しい7年間を過ごしていたが、それもいよいよ終盤へ。

リーマンショックの煽りを受け世の中はリサイクルが全盛になり、会社存続の為リサイクルもやむおえ無しと取り組んでいたが、会社側のリサイクルに本腰を入れる為の設備検討がスタート。コンペジターとの差別化を図る上で技術追求が必要と考えていた処、同業協力会社の営業マンとの雑談の中でジェットミルの存在を知り、早々にネットにて調べた。

《ジェットミルって何?》



・ジェットミルとは。
高圧の空気をノズルから噴射し形成された超高速旋回流内にて粒子同士の衝突により数ミクロンレベルの粒子までに粉砕する装置。

・微粒子化への効果。
表面積の拡大により効果・効能の向上が図られる。

図1 ジェットミル天面略図

市販の物を単純に樹脂に混ぜるだけでなく、一工夫加える事で競合他社からアドバンテージが取れると考えジェットミルの導入を試みジェットミルメーカーを訪問。設備構成一式の現物確認と見積もり依頼を行ったが、出てきた金額4,200万円に驚愕した。

ネット情報を基に現物確認をし、また射出成型時代に金属加工と金型構成を心得ていた事が幸いしジェットミル本体の構想に見当が付いた。同時に他付帯設備においては、樹脂コンパウンド設備に類似していた事もあり、総額1,500万円と算出できた。とは言え経営状態が厳しい中、ゼロからのスタートの微粉碎事業に、稟議など通るはずも無い事が想定できた。

《至福?時間がスタート》

自己資金30万円にて、小型のジェットミル開発をスタート。通常φ300mm~φ400mmのジェットミルに対し、φ50mmにて既存のジェットミル構造を再現した0号機を作成。当然の事ながら順調に事が進むはずもなく、原料がジェットミル内に入らないと言う難問に直面した。

原料ノズルの基本構成・原理は、図2に示すように太いパイプの中央に細いパイプにてエアーを噴射する事で回りの空気が引っ張られる原理を利用し、原料をジェットミル内に圧入する仕組みである。

従って、ジェットミル内部の圧力が上昇すると図2の赤線で示す吸引力が働かなくなってしまうのである。

試行錯誤を重ね最終的に行きついたのは、大気解放下の原料ノズルに対し、旋回流用の噴射ノズル圧は、ほぼゼロであった。それでは高速旋回流は形成されるはずもなく、微粉碎は望めない。また図1に示す排出口を大きくする事で動作的には解決すると思われるが、未粉碎物の排出が想定される。噴射ノズル圧力を0.3Mpaに固定し、原料ノズルの構造で試行錯誤を繰り返すも一向に改善策は見出せず迷走する中、ふと排出口に手を掛け寄り掛かったところ排出口中心にわずかな吸引力を感じ取れた。そこで噴射ノズルの圧力を1.2Mpaまで上げると凄まじい旋回流の音と

強力な吸引力が確認でき、全ての問題が解決できた瞬間に過去一の喜びと共に奇声を発してしまった。

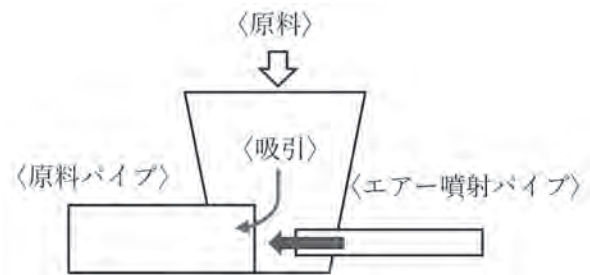
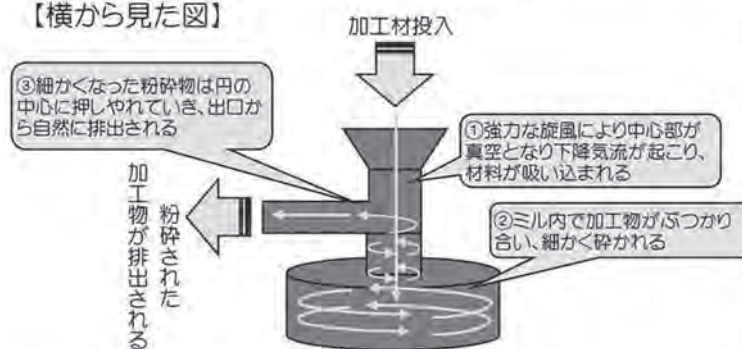


図2 原料ノズル側面略図

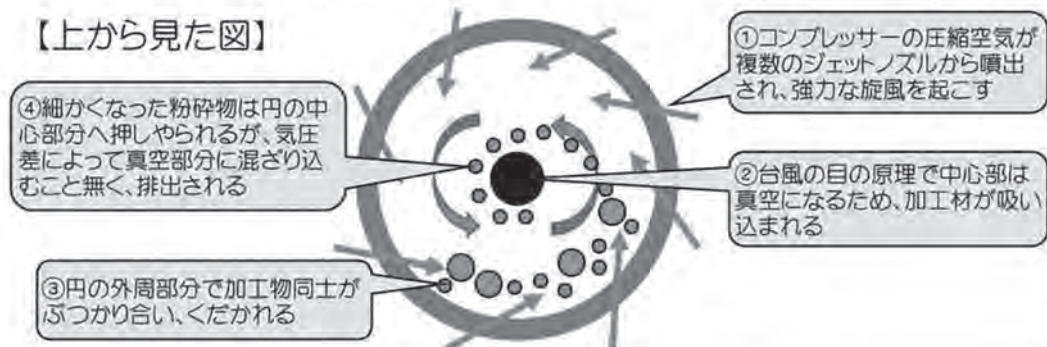
弊社のジェットミルについて

<弊社のジェットミルの原理>

【横から見た図】



【上から見た図】

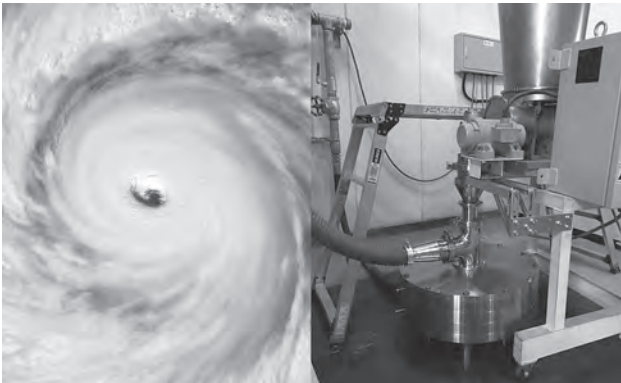


構成	<ul style="list-style-type: none"> ・同心円状に旋回流を発生させるためのジェットノズルを配置 ・同一同心円上にベンチュリー（原料供給）ノズルが無い ・遠心力により、アウトレット（出口）から粉碎物が自然に排出 ・旋回流によって発生した円中心の下降気流から原料を吸わせる ・ミルとコンプレッサーが一体化
優位点	<ul style="list-style-type: none"> ・ベンチュリーノズルが無いので、条件設定（圧力設定）が簡単 ・ベンチュリーノズルが無いので内壁が摩耗せず、一般的な金属を用いているため低価格 ・ベンチュリーノズルからの圧縮空気噴出が無いので、完璧な真円の旋回流が発生し、より粒径の細かい粉碎を効率的に行うことができる ・遠心力で発生する気圧の壁によって、未粉碎物を混じり合うことなく、粉碎物を均一な粒径で取り出せる ・ミルを積み重ねることで、容易に容積を拡大することができ、生産性と粉碎力を高められる（カスタマイズが容易）

《退職届の提出》

ジェットミルメーカー訪問後、6ヶ月を要しジェットミルの基本構成が完成。特許取得も視野に退社を決断。幸いにもこの6ヶ月の間に機能剤メーカーに出会い、樹脂コンパウンドで高評価を得ていた事、また樹脂の知見者を欲していた事、ジェットミル導入を検討していた事等の好機をもとに顧問契約を打診し承諾を得る事が出来た。ジェットミル設備として完成させるには、実稼働が必要と認識していた為、迷わずコンパウンド会社を退社し個人のIsaacを設立。

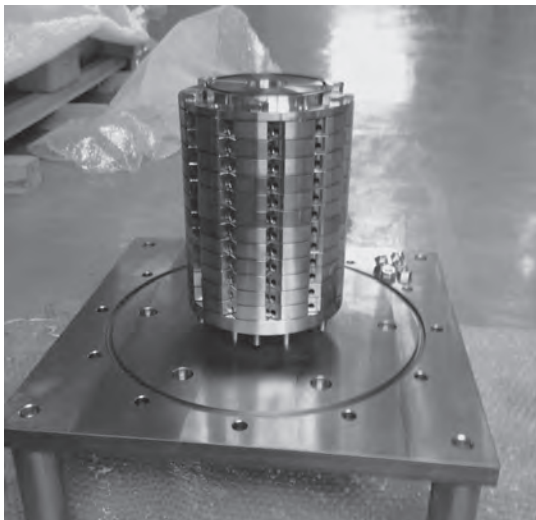
21年の歳月を経て、28歳の時に思い描いた「ミクロンと仕事」が実現化した49歳となった。



基本原理である台風の目 弊社ジェットミル外観
ジェットミル1号機の原理と外観写真

《株式会社 Isaac の設立》

3年間の顧問契約を経て、ジェットミル設備が完成し樹脂コンパウンド設備も整った為、2015年3月株式会社 Isaac を設立。樹脂コンパウンド事業とジェットミル設備販売及び受託加工をスタートさせる。



多段ジェットミル 内部写真

ジェットミル事業をスタートさせてまもなくナノ粒子粉碎と樹脂粉碎の声掛けを頂くが、樹脂には弾性力がある為ジェットミルの様な衝撃粉碎は不可能であった。そしてナノ粉碎を目標に1号機の派生型としてシンプル

な構造を生かし、多段ジェットミルを作成。

2次元の旋回流を階層化により3次元の竜巻とする事でより強力なジェットミルとはなったが、最小平均粒径で $1.2\mu\text{m}$ となっていた。

粒度分布的には7割ナノ粒子となっているのだが、3割のミクロン粒子に苦戦し3年が経過。

《樹脂微粉碎に糸口?》

ナノ粒子粉碎にいそむ中も多くの樹脂微粉碎のお声掛けを頂き、樹脂微粉碎の現状を調べてみた。

毒性の強い溶媒を使用したケミカル粉碎と液化窒素を用いた冷凍粉碎等があり、冷凍粉碎について掘り下げて調査を実施。予備冷却を経て凍結後、ピンミル等の衝撃粉碎が大まかな工程であって、大掛かりな設備である事が予想出来た。

樹脂特性上の微粉碎課題は、せん断による自己発熱溶融と弾性力である。ジェットミル内の高速旋回流に浮遊する樹脂をイメージし、大量のエアで熱を常に放出するので溶融問題はクリア出来た。

さて、弾性力はどうしたものか?



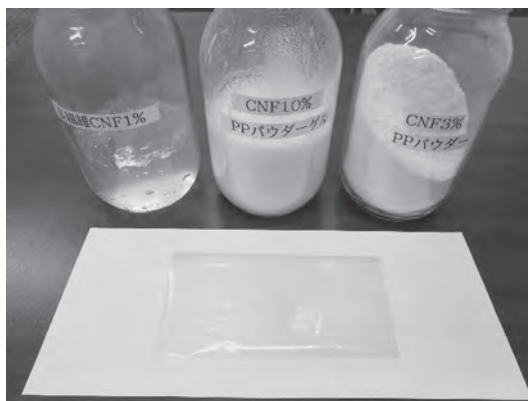
ジェットミル2号機 特許第 6839307 号

そこで閃いたのが、「冷凍バナナで釘が打てる。常温バナナは包丁で切れる。」であった。早速ジェットミル内に刃物を設置。少量ではあるが樹脂の微粉体が精製でき、最適化を施し作成したのがジェットミル2号機である。

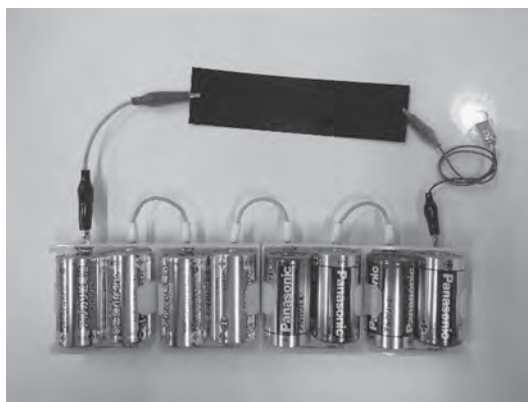
樹脂の硬度にもよるが、 $20\mu\text{m}$ ～ $80\mu\text{m}$ 程に微粉碎が可能となった。また樹脂だけに限らず食材にて試験を行ったところ、大豆、トウモロコシから牛肉(ビーフジャーキー)まで微粉碎を可能とした。

《技術の検証と方向性を見極め》

そもそも弊社技術は、ニーズに則してるのか?レベルは?方向性は?それらを検証するに当たり展示会に出展。



CNF3% 配合 PP フィルム



CNT3% 配合 PP フィルム

ナノコンポジットとして注目度の高い CNF や CNT 配合フィルムのサンプルを作成し、微粉碎とコンパウンドを前面に2018年初出展。開発者の生の声は貴重であり、よりハイレベルな技術を求めている事が実感できた。また来場者数比で10%を超える試作件数に結び付いた事より方向性は良好と判断した。

以後、毎年2つの展示会に出展しているが、来場者の傾向とし7割~8割が情報収集者と見受けられ、より有意義な展示会とする為に万人が解る展示を控え、携わっている方に解る展示に変えた。結果、来

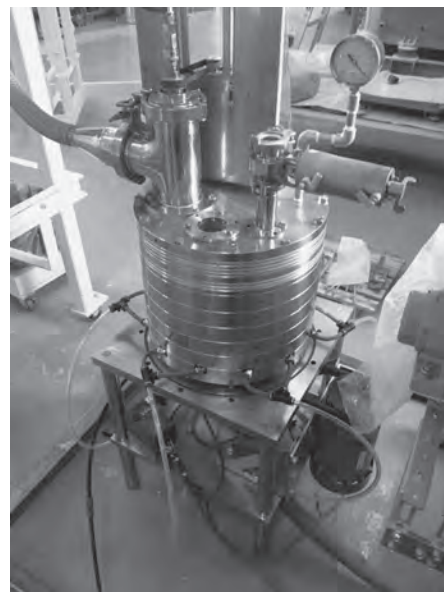
場者数は半減したが試作件数は以前より増加した。それよりも重要な事は、必要とする来場者(情報提供者)の滞在時間が伸びた事で、扱った事のない物質の他社製ジェットミルでの粉碎動向やそれにまつわる他の課題点情報が得られる事である。また面白い傾向として、40万円~50万円の試作費は全く問題無く展開が早い。

《ジェットミル3号機の誕生?》

ジェットミル2号機作成後、樹脂微粉碎の加工業務が増え、樹脂替えクリーニング作業の改善が急務となった。部品点数が多いため分解・清掃・組立てに2日間を要していたからだ。そんな改善案の模索中、助けとなったのがガラス微粉碎の話である。

幼少時、ガラスを多用した引き戸の多い家だった為、割れたガラスの交換作業をよく目にしていたのである。ペン先にダイヤモンドの付いたいわゆるガラスカッターみたいな物で寸法通りにガラスをカットする祖父の姿を思い出した。

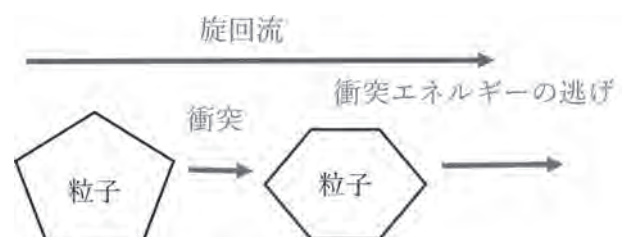
ジェットミル内部全てにダイヤモンドを電着させたジェットミル3号機が誕生し、2つの課題が同時に解決できた。



ジェットミル3号機

特許出願：PCT/JP2021/038421

《ナノ粒子へ向けての考察》



弊社での最小値は、 $1.2\mu\text{m}$ であり改めてその要因を考えてみた。

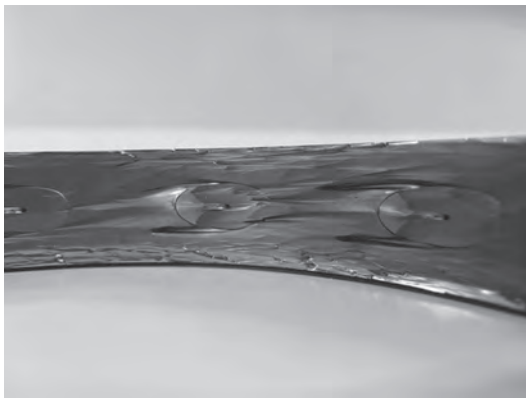
①微粒子化による重量低下⇒衝突エネルギーの低下。

②浮遊物同士の衝突による衝突エネルギーの逃げ。

この2つの要因を仮定数値化し、衝突エネルギーを算出してみた。

同一旋回流内での浮遊のため0、わずかな重量差を0.1、衝突エネルギーの逃げにより1/2微粒子のジェットミルでの衝突エネルギー⇒ $(0+0.1) \times 1/2=0.05$

この事より、旋回流のエネルギーを100%生かす、言い換えると衝突エネルギー数値を1とするには、静止物に衝突させる事が見えてきた。



ケイ素粉砕後のジェットミル内部写真

ケイ素粉砕試作にて4時間稼働した際のジェットミル内側面部の片摩耗状況である。
500 m/sec を超える旋回流速度のエネルギーと、旋回流により発生する遠心力（面圧）の凄まじさがかいま見れ、同時にナノ粉砕に向けたジェットミル4号機の構想がまとまった。

《ナノ粒子への挑戦》

旋回流エネルギーを100%生かす、言わば静止物に粒子を衝突させる方法とし、ジェットミル3号機の技術応用で可能とした。

ニッケルにて試作を行ったところ、基粒子 $10\mu\text{m}$ から500nm に粉砕され、ついにナノ粒子の領域に粉砕が可能となった。同時に片摩耗対策も兼ね備える事が出来た事は大きな収穫であった。



ジェットミル4号機

特許出願：PCT/JP2021/038421

ジェットミル4号機-1

円形ジェットミル内全面にダイヤモンドを施し、突起したダイヤモンドに旋回流の力で粒子を衝突させる。

ジェットミル4号機-2

多角形ジェットミル内全面にダイヤモンドを施し、噴射ノズルを隣接する壁に衝突させる角度で設置し、粒子をダイヤモンドの壁面へ衝突させる。

《まとめ》

鉍物粉砕と樹脂粉砕、全く異なる粉砕過程が相互作用し高められた事が、非常に大きい。

また新しい技術など全く無く既存の物を組み合わせ最適化した結果が、たまたま新しい形となっただけである事が非常に興味深いところである。

やっとナノ粒子の入り口に立ったところであり、より細かく同時に再凝集策を講じたジェットミルへの展開を目指していく所存である。

最後に、この場をご提供下さった群馬大学伊藤教授と石間教授にこの場を借り、深く御礼申し上げます。

G7 群馬高崎デジタル・技術大臣会合 「デジタル技術展」に一般参加

群馬大学大学院理工学府 電子情報部門 高橋 佳孝

2023年4月29日、30日、群馬県高崎市のGメッセ群馬にて「G7群馬高崎デジタル・技術大臣会合」が開催された。この会合は5月開催のG7広島サミットにあわせ、4月から12月まで各地で開催される15の閣僚会合のうちの一つで、すでに長野県軽井沢町での外相会合や宮崎県宮崎市の農業大臣会合などが開催済みである。各地では会合に合わせてイベントを行っているところがあり、本会合では、日本の先進技術などをG7各国にアピールし今後の国際展開・国際連携を促進することを目的として、同じ会場にて、4月28日～30日にデジタル技術を体感できる展示会「デジタル技術展」が開催された。筆者は家族4人で4月29日に参加した。本稿では一般入場者として参加した感想を述べる。

今回は駐車場が警備のため使えず最寄りの高崎駅から歩くには少し遠いので、高崎駅からの無料シャトルバスを利用した。通常バスが30分おき、自動運転バスが40分おきに運行されており、せっかくなので自動運転バスに乗車した(図1)。



図1 無料シャトルバス。右下枠内は車内掲示

運転手の乗るレベル2の自動運転で、車内には説明も掲示されていたが、添乗員が説明しながらの運行であった。駅から延びる東毛広域幹線道路から右折進入するGメッセ入口の道路はバリケード(図2)があり、警察官が手動で随時開閉しているため自動運転はできない、とのことで、この手前で手動運転に切り替えていた。

展示会は事前予約が必要で、入場時は送られて



図2 Gメッセ入口にいたる道路の警備状況

きたQRコードと写真付き身分証明書が必要である。妻と娘は証明書提示とコードの読み取りで入場証をもらったが、私と息子は、証明書提示は同様だが読み取り機ではなくQRコードの上にかかれていたIDナンバー(3～4桁の数字)を見て、パソコンで照会した後、入場証を渡された。受付はいくつかあり私と息子は異なるところだったので機器の不調とは考えられない。男性は要注意ということで機械には任せられない、ということだろうか。また入場証はICタグ等使っておらず、ただ「一般入場者」と印刷された紙をよくある首から掛ける紐付きホルダーに入れたもので、退場時に回収するとのことであった。QRコードの件と合わせてちょっとアナログ?と少しがっかりした。会場への入場は液体持ち込み禁止で、金属探知ゲート検問があった。

会場は予約受付で制限しているせい、あるいは午後4時頃入場だったせい、比較的空いており、また入場者はほとんどが私たちと同じ一般入場者で見受けられた。外国人らしき入場者は少なく、会合が4月29、30日開催なので同行・随行している人は来場する暇はなかったかもしれないが、28日に見たニュース映像でも少ない印象だった。

出展はNTT等通信各社、日立製作所等大手電機を始めとするメーカー各社、GAFAMからmeta日本法人のFacebook Japan、大学、国立研究開発法人、政府関係、自治体など80を超えるブースがあった。内容としては自動運転、VRやMR、AI警備など(図3～6参照)。工作機械稼働用NCプログラム

の自動生成や完全自動切削加工機など産業用技術の展示も見られたが、大半を占める一般入場者には響きにくかっただろう。



図3 国産手術支援ロボット hinotori の遠隔操作デモ
(日本電信電話株式会社)



図4 車内にMRモニタを有する無人運転車
(ヤマハ発動機株式会社)



図5 VRシミュレータ
(株式会社フォーラムエイト)

先述のように海外からの入場者が少なく、また、通常の展示会でよく見られる商談スペースもなく、業界関係者も少なそうに見受けられたこの展示会は、目的として挙げられている「G7各国にアピール…」の達成状況や、出展者の期待する来場者がどれくらいいたのかがいささか気にはなったが、通常ならあまり足を運ばないような市井の人々にデジタル技術を紹介できたということは意義があっただろう。



図6 不審者検知警護システム
左奥が警護ロボット (富士通株式会社)

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

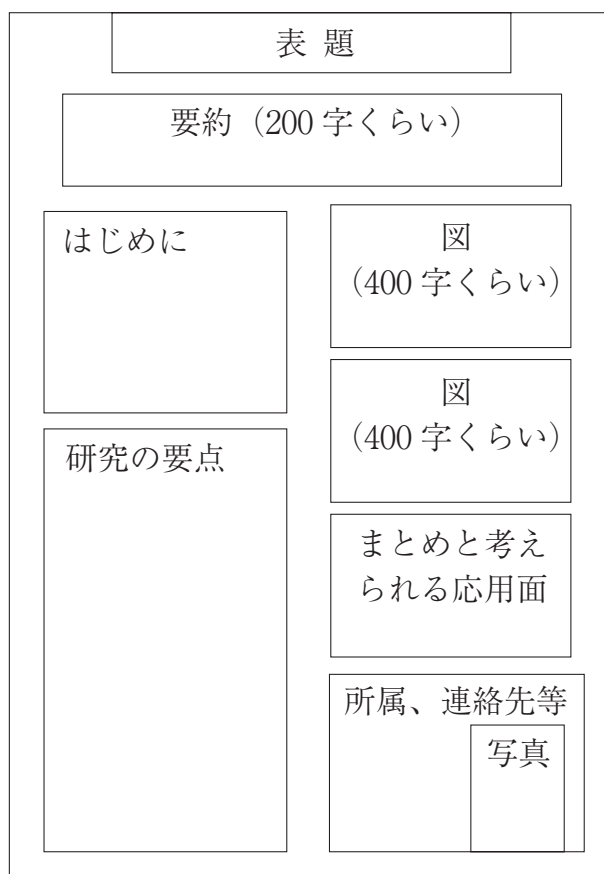
- 1) 題名：堅くなく、一見して親しめるようなもの。
- 2) 名前と連絡方法：氏名、ふりがな、所属、所在地、職名、電話番号、ファックス番号、E-mail アドレス、顔写真（jpg を別ファイルでお願いします）。
- 3) 要約：研究概要、アピール点、応用面等を 200 字くらいで。
- 4) はじめに。
- 5) 研究の要点、実験内容、結果など。
- 6) まとめと考えられる応用面。
- 7) 図表、写真は 2 つくらいに。
- 8) 引用文献は不用。

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

1年ほど前に自家用車を買替えることになって、時代の流れもあって、元を取れないことは承知の上でPHEVを購入しました。せっかくなので、車両の故障診断ポートから駆動用バッテリーの充放電状態やその他諸々の情報を取り込むソフトウェアも導入して、定量的に観測していると、いろいろ自分の思っていたことと違ってたりして、なかなか興味深いです。例えば、バッテリー容量は、ガソリンエンジンのタンク容量のイメージかと思いますが、実際には容量の30～100%の範囲しか使いません。リチウムイオンバッテリーなので、当たり前といえば当たり前なのですが、実際にエネルギーとして使えるのはバッテリー容量の70%程度ということになります。この実際に使える電力量はカタログに、一充電消費電力量として記載がありますが、実際の測定値とカタログ値に結構差があるのも、理由は聞いていないのでよくわかりませんが謎な部分だったりします（問題があるわけではありません）。データを見ていると、街中でも郊外でも、空調なしで一般道を移動して同じ場

所に帰ってくる（位置エネルギーの変化がない）ような場合には、ほぼ5km/kWhの電費であり変わらないということも分かりました。平均速度が30km/hとすると、平均消費電力は6kWということになります。電費に対する空調の影響は興味なかなか深く、クーラーの消費電力は最大でも1.5kW程度（最大負荷時で動力の25%）に対して、PTC式の電気温水式ヒーターは運転開始時には4kWを超えることもあり、みるみるバッテリーが減ってしまいます。1kWの空気加熱ヒーターにした方が、コストもエネルギー消費も下がりそうなのですが、いろいろな事情でこうなっているのでしょうか。その他、そこそこの頻度での急速充電を電池容量の30～80%で行っていますが、いまのところ電池容量の低下はあまり見られなかったり、高速ではモーター効率がかかり低くなってしまおうので、エンジン直結で余剰分を充電しながら走った方が効率がよさそうなど、なかなか奥深く、1年経った今でも楽しませてもらっています。

（野田玲治）

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)：*細谷 肇(群馬県立群馬産業技術センター 所長)、*小沼健夫、*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 専務理事)、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)、鮎澤恭一(関東精機(株) 取締役会長)、園部哲也(小倉クラッチ(株) 技術一部 執行役員 副本部長)、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(国際産業技術専門学校 校長)、*渡邊智秀(群馬大学大学院理工学府 教授)、小松原健夫(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)、*新井八寿代(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 代表取締役社長)、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 代表取締役会長)、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)、関 庸一(群馬大学大学院理工学府 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 府長)

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：団長 根津紀久雄

専門部会：群馬地区技術交流研究会(会長 細谷 肇)、北関東地区化学技術懇話会(会長 佐藤正秀)、複合材料懇話会(会長 上原宏樹)、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、大澤新吾、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、中沢信明、橋本誠司、根津紀久雄)、他連絡委員数名



群馬県立東毛産業技術センター

※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。