



# メカトップ関東

日本機械学会関東支部ニュースレター No.41 2017.1.5発行

## 動かせる樹木とミストによる涼空間の形成

群馬大学大学院理工学府 天谷賢児・岩崎春彦  
東京都農林総合研究センター 佐藤澄仁・長嶋大貴

近年、夏季の猛暑日の日数が増加する傾向にあり、それに伴って熱中症の発症数も増加しています。国立環境研究所は、熱中症患者の発生状況と今後の予測を行っています<sup>(1)</sup>、この中で地球温暖化の影響で熱中症患者数が今後ますます増加すると予測しています。また、都市化によるヒートアイランド現象も、都市部での気温上昇の一因と考えられています。猛暑日の増加は大都市部に限ったものではなく、内陸部の地方都市においても顕著にあらわれており、熱中症対策は全国的な課題になりつつあります。

一方、2020年の夏にはオリンピック（7/24～8/9を予定）・パラリンピック（8/25～9/6を予定）が開催されることが決まり、この期間中の熱中症対策が課題になっています。特に、マラソンなどの屋外競技では、選手だけではなくその周辺で観戦する人たちへの熱中症対策が必要と考えられます。こうした屋外での熱中症対策として、大規模な都市緑化が考えられますが、緑化を大幅に進めることは必ずしも容易ではありません。特に、都市空間の有効利用のために面積的な制限があることや、植樹後の樹木管理コストによる自治体の負担増などが考えられます。

このような背景から、著者らは夏季猛暑時の屋外における熱中症対策技術の一つとして、「可搬式樹木緑化技術」を提案し、その効果を検証してきました。これ

は樹木による木陰とミストの蒸発効果により、涼しい空間を形成するものです。さらに、樹木を植えるポットにはキャストとベンチを取り付けてあり、簡単に設置することが可能です。これをたくさん配置することで小さな林や森を、都市空間内に簡単に作り出せることから、この技術のコンセプトを「移動できる森」としています。

図1は東京ビッグサイトをお借りして行った実証試験の様子です。この写真に見られるように、ポット上部に取り付けた広告スペースの上部から周囲に向かってミストを噴出する構造になっています。ミストの粒径は0.02～0.03mm程度で、ベンチや座っている人が濡れないような細かい粒径になっています。



図1 可搬式樹木による涼空間形成実験

この開発に当たっては、ベンチメーカーやノズルメーカーにも参加していただきました。また、ベンチやポット部分は多摩産材を用い、その加工には森林組合の協力もいただいています。さらに、ポットの腐食を防ぐために土とポットの間に空間をつくったり、塗装に揮発性有機物質が出ない塗料を用い、広告用スペースには超はっ水布を使うなどの工夫も行われています。また、東京都の沿岸の潮風に強く、良好な木陰をつくれる樹木や、ポット栽培に適した土壌の選定は、東京都農林総合研究センターが担当し、涼しい空間の評価は群馬大学が担当するなど、この研究は産学官の連携で進められてきました。

図2は体感温度に近い温度といわれている黒球温度を、木陰もミストもない区域(NGR)、木陰だけの区域(GR)、木陰とミストのある区域(GRM)のそれぞれで求めた結果です。データは、2014年の7月28日～8月3日までの7日間で、気温の高くなる11時～15時までの間の平均値を求めたものです。この結果から、木陰もミストもない区域に比べて、木陰とミストのある区域では、黒球温度が大幅に低減できることがわかります。

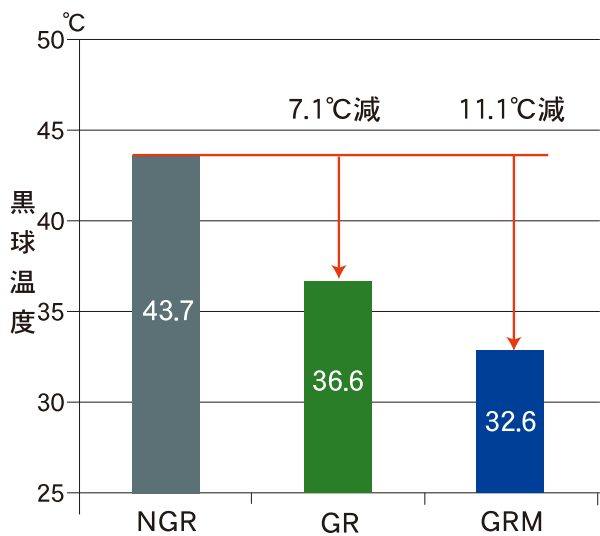


図2 緑化・ミストによる黒球温度の低減効果

このような「可搬式樹木緑化技術」によって形成された空間を実際に涼しいと感じるかどうかのアンケート調査を2016年9月9日に実施しました。この日は気温32°C、湿度52%、平均風速2.7m/sでした。調査に当たっては、協力していただける方(18名)に事前にアンケート内容を説明し、同意書(インフォームド

コンセント)をいただいたうえで実施しました。その結果を図3に示します。

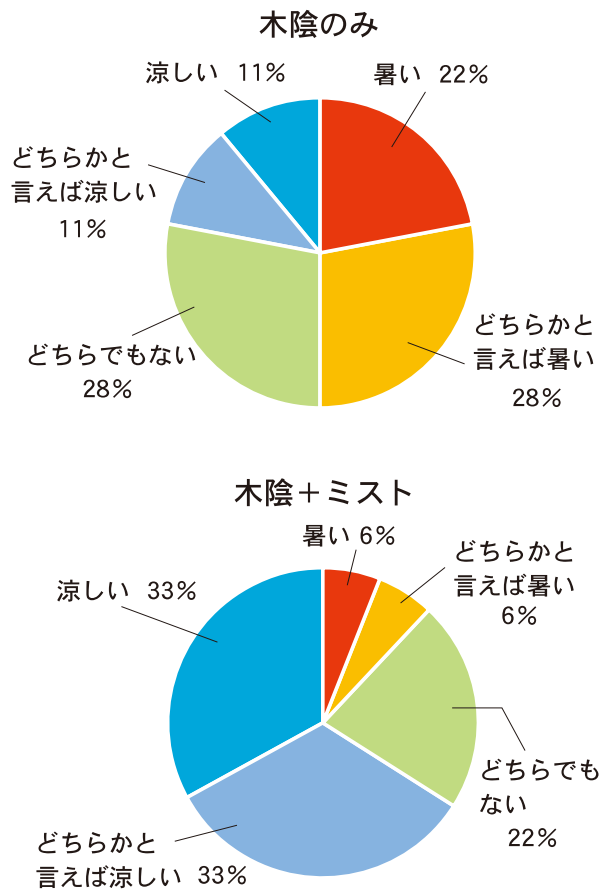


図3 緑化・ミストによる温熱感の変化

なお、木陰もミストもない区域では、回答者全員が暑いと回答しました。これに対して、木陰のみの区域では「涼しい」と「どちらかと言えば涼しい」が合わせて22%となり、さらに、木陰とミストのある区域では66%になりました。アンケート数はまだまだ足りませんが、「可搬式樹木緑化技術」によって涼しい空間が形成できていることが確かめられたと思います。2020年のオリンピック・パラリンピックにとどまらず、その後の活用も見据えて、今後も研究を進めていきたいと考えております。

参考文献

(1) 熱中症患者の発生状況と今後の予測, 環境儀, No.32, pp.10-11, 2009.

謝辞

本研究の一部は、早稲田大学と株ブリヂストンの産学連携プロジェクトW-BRIDGEの研究活動委託の支援を受けて実施したものです。

# 群馬 ブロック

## 高専スペース連携の取り組みについて

群馬工業高等専門学校 機械工学科 平 社 信 人

### 1. はじめに

近年、小型衛星は、民間企業や大学等をはじめとする機関でさかんに開発がすすめられており、従来の衛星開発と比較して、開発コスト、打上げコスト、開発期間が圧倒的に少なく、今後とも、その需要拡大が期待されています。本稿では、全国高専の宇宙関係の研究者を中心に構成される高専スペース連携について、その取り組みの一部を紹介します。

### 2. 高専スペース連携

高専スペース連携は、高知高専、徳山高専、香川高専、奈良高専、新居浜高専、明石高専、群馬高専、鹿児島高専の8高専を中核校として、構成される連携グループ<sup>1)</sup>です。おもな活動として、スペースキャンプ in 四国の開催、ロケットコンテスト、缶サットコンテストなどのイベント開催、衛星設計コンテストへの応募、キューブサットと呼ばれる超小型衛星の試作開発などが挙げられます。

### 3. 缶サットとモデルロケット

高専スペース連携による超小型衛星開発では、木星電波観測衛星(代表：高知高専)超高層大気中の電磁場観測衛星(代表：徳山高専)の2種類のミッションを取り扱っています。超小型衛星開発の登竜門として、缶サットと呼ばれる衛星モデルがあります。図1に実際の缶サットの写真を示します。この缶サットは、缶ジュースの空き缶を外殻とした、通信機器や動画録画機能、パラシュート、データ収録用の小型コンピュータなどさまざまな機器を搭載したもので、中には、誘導機能を備えた缶サットもあります。その缶サットを上空の高いところから落下させ、さまざまな機能の確認を行います。この缶サットを上空まで運ぶ方法として、気球やモデルロケットを使うことがあります。モデルロケットは、火薬を使用したロケットエンジンによって推力を得る本格的なロケットであり、大型のもの、高度数キロに達するものもあります。

群馬高専機械工学科では、毎年、中学生のための体験授業「ロケットグライダーを作って打ち上げに挑戦しよう」と題したイベントを開催しており、応募者の中から抽選により選出された40名の中学生を対象に、ロケットや航空機の飛行原理についての簡易な講義を受けた後、オリジナルのモデルロケットの機体を製作します。この体験授業で取り扱うロケットの機体は、群馬高専機械工学科の学生が設計した機体であり、手

順書/説明書をもとに中学生に製作してもらいます。この学生が設計したモデルロケットの中には尾翼をねじり、回転しながら飛行するロケットもあります。(図2) この尾翼のねじりは、ロケットの直進性を向上させ、着地点のばらつきを減らす働きがあります。

体験授業では、中学生が製作した機体を打ち上げ、飛距離を競います。ほぼ全員の中学生在、火薬エンジンを使用したモデルロケットを打ち上げるのは初めてであり、宇宙分野への動機付けに大きく貢献できたと考えております。



図1 製作した缶サット

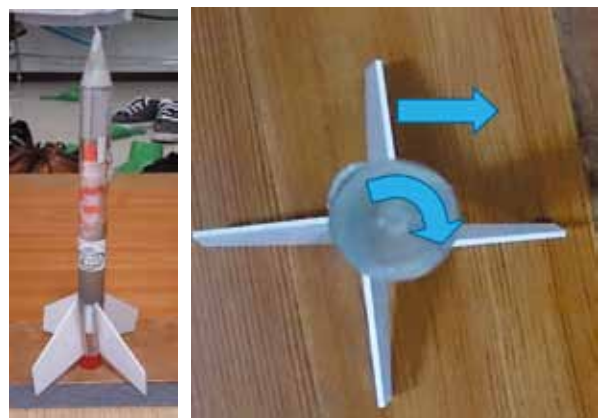


図2 製作したモデルロケット

### 4. おわりに

本稿で紹介した高専スペース連携の取り組みは、文部科学省実践的若手宇宙人材育成プログラム「国立高専衛星実現に向けての全国高専連携宇宙人材育成事業」による支援に基づいています。ここに、感謝の意を表します。

1) <http://space.kochi-ct.jp/>

山梨  
ブロック

## 見学会報告：富士通アイ・ネットワークシステムズ株式会社 IoT実証ライン

山梨ブロック見学会担当 山梨大学 堀井 宏 祐

山梨ブロックでは県内企業・事業所にご協力をいただき、工場見学会を毎年実施しております。本年は富士通アイ・ネットワークシステムズ株式会社様(以下FINET)・富士通株式会社様にご協力をいただきまして、8月3日に南アルプス市にあるFINET山梨工場においてIoT実証ラインの見学会を実施いたしました。

IoT(Internet of Things、モノのインターネット)は様々なモノをネットワークで結びつけ、モノの状態やセンシングデータを連携・活用することによって、新しいサービスを実現する技術であり、生活や産業など社会の様々な分野で、近年、大きな注目を集めております。

富士通株式会社は産業分野におけるIoT活用のデファクトスタンダードを推進する団体であるIIC(Industrial Internet Consortium)にステアリング・コミッティー・メンバーとして参加されており、FINET山梨工場のIoT実証ラインは2015年にIICにおける日本初のIoTテストベッドとして承認され、IoTによる「工場の見える化」を実現するソリューションモデル“Factory Operations Visibility and Intelligence Testbed”が実証運用されております。

見学会にはIoT導入に向けての情報収集を目的とされた方など、企業、公的研究機関、大学から幅広く22名の参加者にお集まりいただき、IoTへの関心の高まりを感じました。

見学会ではまずFINET代表取締役社長・中村様よりご挨拶をいただき、FINET・岡本様よりFINET山梨工場のご紹介、富士通・地主様より富士通グループのIoTの取り組みと社内実証概要のご紹介をいただいた後に、製造工場に移動し、IoT実証ラインを見学いたしました。

IoT実証ラインではプリント配線基板(PCB)実装ラインにおける運用状況をFINET・武井様よりご紹介いただきました。はんだ印刷機や表面実装機などの装置の稼働状況やエラー情報、実装部品切れなどの稼働ログや、作業者の作業ログを収集し、可視化することによって、ライン停止の原因究明や稼働率改善を図り、生産性の向上を実現したことなど、IoT活用の実証運用で得られた成果をご紹介いただきました。

今後も引き続き皆様の後学に資するよう、県内の特色ある企業を紹介してまいりたいと存じます。皆様のご協力とご参加をよろしくお願いいたします。最後に今回の見学会で多大なご協力をいただきました富士通アイ・ネットワークシステムズ株式会社様、富士通株式会社様に厚く御礼申し上げます。

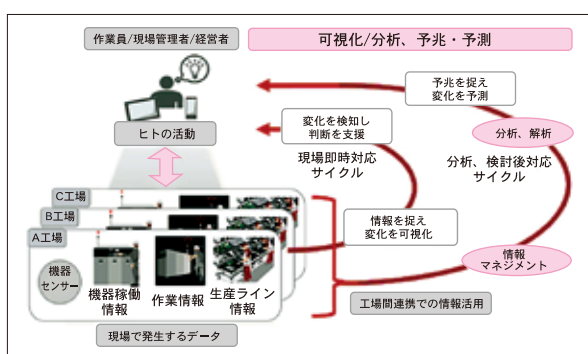


図1 “Factory Operations Visibility and Intelligence Testbed” イメージ (富士通株式会社プレスリリースより)



図2 IoT実証ラインの見学①



図3 IoT実証ラインの見学②

東京  
ブロック

## はくしょう 耐衝撃性に優れた白杖の開発

株式会社KOSUGE 代表取締役 小 菅 一 彦

白杖の正式名称は「盲人安全つえ」で、道路交通法の第14条第1項により「目が見えない者は、道路を通行するときは、政令で定めるつえを携え、又は政令で定める盲導犬を連れていなければならない。」と定められています。盲人安全つえの種類は、厚生労働省告示第528号に使用されている材料（軽金属、木材、繊維複合材料（従来のグラスファイバーから名称変更））により、価格と耐用年数が定められています。なお、繊維複合材料への名称変更の理由は、白杖の軽量化ニーズが高まってきていて、軽量で剛性の高い炭素繊維強化熱硬化性樹脂製の米国製白杖、および軽量で耐衝撃性に優れた当社が開発・製造しているようなアラミド繊維強化樹脂製白杖が普及してきたためです。

視覚障害者が白杖を使用して自立歩行していくためには、①視認性（視覚障害者が歩行していることを周囲の人達に認識してもらい易い）、②バンパー（歩行している時に、物的障害物や人と衝突した際の視覚障害者ご本人の身体を守る機能をもたせるため）、③情報伝達性（歩行前方の路面状態の状況を把握し易い）、④操作性（片手で操作する際に手が疲れない）、に優れた白杖であることが要求されています。しかし、白杖に対する品質規格は、中国以外では制定されておりませんし、品質検査機関もありません。中国では、北京の検査機関が定期的に抜き取り検査を行っているのに対して、日本では一切行われておらず、多種多様な白杖が視覚障害者向けの販売専門店以外に、一般の福祉関係の販売店やウェブストアでも販売されています。そのため、目が見えにくくなった人が初めて白杖を使用するようになったときに、本来は歩行訓練士等の白杖に詳しい人から各種白杖の特徴を聞いて選ばねばならないところが、価格の安さだけに着目して販売店の在庫処分品などを買ってしまうといったケースが少なくありません。その結果、白杖を購入した後に歩行訓練士から「長さが不適切な白杖を使用していますね」と指摘される方や、視覚障害者向けの展示会に来られた際に「こんなに軽くて、丈夫で持ち易い白杖があるのか」等と後悔する方がいる現状であり、白杖の品質規格の制定が重要です。

また、西日本新聞2016年10月2日朝刊一面トップ記事に「(折り畳み)白杖折れる事故多発」の見出しで

次の記載がありました。“目が不自由な人が歩行中の「命綱」の白杖が折れる事故が全国で頻発している。日本盲人連合会が2013年に調査した結果、回答された視覚障害者457人中、213人が車や自転車と接触して白杖を折られたり、破損したりしたことがあったとの報告があり、歩行者同士の接触による被害を含めれば、さらに多いとみられる。”

このように折り畳み白杖は、接続部でインナーパイプが切断破損してしまい、白杖の③番目の機能を完全に失ってしまうことがあります。そこで市販されている各種材質の折り畳み白杖の接続部に対する衝撃実験を、落錘衝撃実験機を用いて行いました。20cmの高さから8.6kgの板を自然落下させた結果、金属製、グラスファイバー製および炭素繊維製の白杖では接続部の切断破損が発生しましたが、アラミド繊維製の白杖では折れ曲がるだけであり継続して使用できる状態でした。衝撃を受けた時の衝撃吸収性能は、パイプ材質の引張り破断時の（強度×伸度）で表されますが、破損状態の違いは塑性変形を伴うかどうかによると考えられます。ガラス繊維や炭素繊維は高強力無機繊維ですが、アラミド繊維は高強力有機繊維で塑性変形を伴います。こうした耐衝撃性に優れたアラミド繊維強化樹脂製のパイプを使用した当社の白杖（図1）は従来の欠点を改良したものであり、NEDO福祉用具実用化開発助成金事業等の支援を受けて開発したものです。

白杖の規格化に当たっては、中国で制定されている項目に加えて、バンパー評価を加えたものにすべきと、昨年の日本リハビリテーション学会にて提案致しました。関係者皆様のご理解を得て、推進していきたく思っています。



図1 アラミド繊維強化樹脂製の白杖MyCane®  
(左：折り畳んだところ、右：使用しているところ)

**神奈川  
ブロック**

## 自らの手で電気自動車を創る

神奈川大学 中村弘毅

最近の工学系大学では、実習や設計・製図などの科目が減少しています。そういった状況を鑑みて、学生フォーミュラ大会は、学生自らがチームを組み1年間で1人乗り小型レーシングカーを開発・製作することによって、学生がものづくりの本質やそのプロセスを学び、ものづくりの厳しき・おもしろさ・喜びを実感することを目的に掲げています。また、2013年から電気自動車（EV）クラスが設立され、駆動ユニット以外はほぼ内燃機関エンジン車両（ICV）と同じルールでEV車両の性能を競っています。今年度大会は2016年9月6日～10日の5日間で開催されました。エントリーは計106校（うち海外31校）、ICVが93校、EVが13校でした。

神奈川大学学生フォーミュラプロジェクトKURAFTは2013年10月に設立された新興チームで、EVクラスへの出場を主な目標としています。また、神奈川大学が地元根拠した大学を掲げていることもあって、地域貢献活動・広報活動の一環として神奈川県下の中小企業と連携して展示会への出展なども定期的に行っています。川崎、相模原地区をはじめ、神奈川県には多くの製造系企業があり、それらの企業からの物品提供や技術指導、資金提供を受けることでKURAFTの活動が成り立っています。

所属する学生（17名）は機械工学科だけでなく、電気電子情報工学科の学生が比較的多いこともKURAFTの特徴で、回路設計や、電気システムの故障予測などの審査書類作成はスムーズに行えています。一方で電気系の学生は実際の配線などを苦手としていて、複数の分野にまたがったスキルを適切に身に着けさせることが工学系教育の課題です。

車両の開発はまず大会のレギュレーションの和訳から始まり、競技ごとの目標タイムを設定してから座学で学んだ理論をもとに主要諸元を決定、そして形状設計は3次元CADを用いて行います。ここで大きな課題となるのがモータ、バッテリーの選定で、耐久走行競技を完走できるだけの容量がありかつ可能な限り軽量なものを選定する必要があります。ICVであれば燃料タンクをあとから増量することができますが、EVでは初期設計がより重要です。

製作はフレームの溶接、足回り部品の切削加工など

機械的なものと、電気回路基板製作、コンテナ内へのバッテリーの実装、高電圧配線などの電氣的なものに大別できます（図1）。複雑な形状の依頼加工やバッテリーの貸与など多くの企業からの支援を受けて車両を完成させることができました（図2）。

残念ながらKURAFTは走行可能な状態である証明を期日までに提出することができず、設計コンセプト、販売戦略の審査のみの参加となりました。総合順位は87位、EVクラス6位という結果でした。今年は期限までに車両を走る状態にすることに精いっぱい、ものづくりで重要な計画・実行・評価・改善のサイクルのうち前半2つしかできていませんでした。来年大会に向けて、なぜ走らなかったのか、どうすればより信頼性を高められるかを考えることでより機械工学に対する理解が深まることを期待しています。

表1 KF-03EV車両仕様

外形	2730mm×1440mm×1220mm
乾燥車重	337kg
モータ	Motonagy製ブラシレスモータ 38kW
バッテリー	120V 20Ah AESC製リチウムイオン電池



図1 バッテリーコンテナと安全監視用電気回路



図2 完成車両

埼玉  
ブロック

## オープンCAE活動にもとづく草の根技術革新

東洋大学 理工学部 機械工学科 藤岡 照高

### 1. はじめに

有限要素法 (FEM) を核とした計算機援用技術 (CAE) がものづくり技術の発展に大きく貢献してきていることには異論はない。これには計算機の性能向上と低価格化に加えて、ユーザ支援とソフトウェア保守とから成るビジネス化を図ったソフトウェアベンダ (以下、「商用CAEベンダ」) の継続的努力が寄与している。

一方近年、無償で使用できるオープンソースのCAEソフトウェア群 (以下、「オープンCAE」と呼ぶ) が各国で開発され、水面上下で関心を呼んでいる。

本稿では、筆者が参加した各種の会合で出会った関係者から伺った話などを参考に、オープンCAEの意義、期待と雑感を述べる。以下で触れられるオープンCAE資源の出典はオープンCAE学会ホームページにまとめられている<sup>1)</sup>。

### 2. 分野ごとの事情 (流体VS構造)

流体解析ソルバのOpenFOAM<sup>2)</sup> がオープンCAEとして最も普及している。流体分野の利用者は研究開発部門に多く、専門知識を有し、ソースコードに手を入れたい気風がある。ライセンスが無償のオープンは、ライセンス数を多数必要とする並列計算に向くことも流体解析の上で有利に働く。こうした事情から、流体部門の技術者はオープンCAEに積極的な傾向がある。

市場に出回っているライセンス数からすれば固体分野のユーザ人口が多いはずである。しかし、固体分野では手厚い商用CAEベンダによるユーザ支援がある中で、わざわざ敷居の高いオープンCAEに手を出す動機があまりない。さらに、設計部門で使用され、製品情報を取扱うことから、企業の枠組みを超えたユーザコミュニティ形成に抵抗があるとの事情が伺われる。

一方、関西地区では企業の枠を超えたCAEユーザの交流が活発に行われている<sup>3)</sup>。商用ベンダ主催行事等の機会が首都圏よりも少なく、ユーザ同士の協調意識が高いことが影響しているとみられる。

### 3. SNS&地域コミュニティ活動

業務としてのCAEは、職場のマシンに使用が限定されるため、自分のPC上で使えるソフトを望む技術者はかねてよりいたと思われる (筆者自身がそうだった)。自分の意志に基づくため、モチベーションが高

まる。退職後の起業を視野に取り組むベテランもいる。

個人活動として取り組むオープンCAEユーザは、SNSを通じて意見交換や情報共有を行う傾向がある。SlideShare (スライド資料の共有サイト) で公開されたフランス製FEMプラットフォームSalome-Meca<sup>4)</sup> の自作チュートリアル例<sup>5)</sup> を図1に示す。「オープンCAE勉強会@関東 (構造など)<sup>6)</sup>」に代表される対面で細かい情報交流を行うための地域コミュニティが各地で開催されている。実験検証や公設試による企業向け講習会なども行われている。



図1 SlideShareで公開されたSalome-Mecaの自作チュートリアル表示画面例

### 4. おわりに

オープンCAEは技術習得等の点で商用CAEに比した困難もあるが、個人の向上心や自己実現願望と相まっての駆動力がある。安価なことからユーザ数が拡大し、草の根的に技術水準が向上すれば、量・質の両面での発展がもたらされ、結果的に商用CAE関連のビジネスにも好影響を与えると期待される。

### 参考文献

- 1) <http://www.opencae.or.jp/>
- 2) <http://openfoam.com/>
- 3) <http://www.cae21.org/>
- 4) <http://www.code-aster.org/>
- 5) <http://www.slideshare.net/stebee19>
- 6) <http://openfem-kanto.connpass.com/>

# 千葉 ブロック

## 東葛テクノプラザにおける企業支援

東葛テクノプラザ 研究開発課 安原久雄

東葛テクノプラザは、大学などとの連携により中小企業・ベンチャー企業の経営・技術支援をするため、千葉県が平成10年に、ものづくり企業が多数集積する柏市に設置しました（図1）。現在、公益財団法人千葉県産業振興センターが指定管理者として施設を管理運営しています。東葛テクノプラザの事業は以下の3本柱で構成されています。

### 1. インキュベーション事業

企業の研究開発支援のため、貸研究室51室を低料金で貸し付けています。現在は、機械系、素材開発系、電子電気系、バイオ・創薬系、情報系等さまざまな業種の企業が入居しています。2名のインキュベーションマネージャーが入居企業を支援しており、入居率は約90%（平成28年11月現在）です。

### 2. 試験・研究機器運営事業

金属、機械加工、電子・電気等の製品開発、製品検査、品質管理に必要となる試験機器100種を保有し（平成28年11月現在）、低料金で機器貸付（時間貸し）と依頼試験を実施しています。

### 3. 産学官連携事業

地域の総合産業支援機関として情報発信の中核を担うことを目的とし、研究成果交流会や大学・企業とのマッチング、セミナー等による情報提供、各種展示会への出展支援による販路開拓、人材育成を推進しています。特に現在、成長が期待される健康医療分野では、ものづくり中小企業の新規参入などを促すことを目的に、医工連携による製品開発と事業化を支援しています。

東葛テクノプラザ、千葉県産業振興センターが支援している「ものづくり」企業の事業例をご紹介します。

#### ・株式会社藤井製作所（柏市）

従来職人技にて製作されていた医療用鋼製小物の製作を最新の加工技術により機械加工にて製作する技術を千葉大学医学部等との連携により確立しました。医療用鋼製小物には図面が無いということがよくありますが、製品を図面化し製造することが可能です（図2）。さらにはドクターのニーズに合わせたオーダーメイドも対応します。複雑形状であっても、3Dデータ化し、また3Dデータを用いて解析を行い、形状変更、サイズ変更した際の問題の有無を確認し図面化します。

その図面に基づき要望どおりの医療用鋼製小物を製造し、ニーズに合わせた製品にします。図面も無く造れなくなってしまった製品の復刻、使い勝手の悪い箇所の変更製品のオーダーメイド対応、1本からでも課題を解決します。

#### ・三井電気精機株式会社（野田市）

高周波モーターを使用した特殊機器を開発してきましたが、その応用技術としてナノレベルの粒子分散が可能な超音波ホモジナイザー（図3）の高度化に向けた研究開発を進めています。課題となるホーン先端部のエロージョン（壊食）を克服するため、公益財団法人千葉県産業振興センターを管理者とする共同開発プロジェクトを設立しました。千葉県産業支援技術研究所、茨城大学、㈱シンターランドとの連携により、セラミックと金属の組成比を段階的に変化させた材料による製品を開発し、事業化を進めています。



図1 東葛テクノプラザ外観 (<http://www.ttp.or.jp/>)



図2 医療用鋼製小物の例



図3 超音波ホモジナイザー外観



## 茨城 ブロック

# セラミックスの特性と将来の可能性

大塚セラミックス株式会社 大塚 喜一郎

### ■セラミックスとは

「セラミックス」とは一度は耳にしたことがあるかもしれませんが、実際にどのようなものなのか、どのような使い方をしているのかを知っている人は少ないと思います。セラミックスには熱に強く錆びない、電気を通さない、硬いといった特徴があります。1000℃以上の耐熱性があり、水による錆びは皆無で硫酸や塩酸などの薬品にも耐えます。電気絶縁性は1ミリあたりで10キロボルト以上です。また、世の中にある物質でダイヤモンドの次に硬いといわれています。

以上のような特性から、金属では錆びてしまう、樹脂では耐えられない大電流など、少し特殊な場面でセラミックスは活躍しています。

### ■セラミックスの製造方法

セラミックスの製造方法は非常にレトロです。茶碗や湯呑のような陶磁器の製造方法とよく似ています。自然鉱物、無機物を主原料とし、適正な粒度（粉体の粒の大きさ）に粉碎し、プレス機や射出成形機で成形して1300～1600℃の高温で焼き固めて完成となります。材料のミクロン（千分の一ミリメートル）単位の粒度調整や配合比率、プレス圧力、温度コントロールなど、全ての工程において緻密な調整技術（ノウハウ）が必要となります。

### ■セラミックスの製品

セラミックスは、一般の消費者が購入できる製品にも使用されています。セラミックスの包丁やナイフです（図1）。これらは錆びや酸に強い特性を活かして、半永久的に切れ味が変わらない刃物になっています。ただし、セラミックスは硬いけれどもろいという弱点があり、何かにぶついたり落下させてしまうと割れたり刃こぼれしたりします。



図1 セラミックス包丁

また、公衆電話機のボタンに使用されています。過去の公衆電話機には樹脂やアルミニウムのボタンが使用されていましたが、タバコの火によるいたずらなどで溶けて文字が消えてしまうという問題がありました。そこで、熱に強い白色セラミックスに着色し、文字を焼き付け、耐候性も高く強固なボタンになりました。

### ■セラミックスの将来性と期待度

昨今の自動車業界の動きとして、地球温暖化対策やエコの観点から、ハイブリッド車や電気自動車（EV：Electric Vehicle）にシフトする傾向があります。ハイブリッド車やEVは、大電流によりモータを駆動させて走るため、万一の事故の時はその大電流を遮断する必要があります。バッテリーとモータの間にはリレー（電気のオン/オフを制御する機器）が入っており、樹脂では耐えられない大電流を遮断させるため、絶縁物であるセラミックスが使用されています。

また、世の中の照明は白熱球や蛍光灯などからLED照明に置き換わっています。セラミックスには熱を効率よく伝える高熱伝導性、熱を効率よく逃がす高熱放射線があり、これらの熱特性を活かしてLED照明の基板にも活用されています（図2）。LEDは点灯中に80℃を超えると寿命が短くなり、効率が低下するといわれています。セラミックスの優れた熱特性がLEDの放熱に一役買っています。



図2 セラミックス基板を使用した照明用LED

### ■おわりに

製造方法はレトロといいましたが、そのレトロの中にはセラミックスの性能を左右する、非常に高い技術ノウハウが注入されています。目的に適した粒度、バランスの良い配合比率など、いかに優秀な材料を使用するかにより将来通用するセラミックスになるのか否か、その製造技術の高さがセラミックスの将来への期待度を決めるといっても過言ではありません。



## 粒界工学に基づく高性能・多機能材料の開発

足利工業大学 小林 重昭

### 1. はじめに

機械・構造物に用いられる金属材料は、通常、多くの結晶粒とその境界である結晶粒界（以下、粒界）を主要な構成要素とする多結晶体です。本研究室では、個々の粒界が、図1に模式的に示すような隣接する2つの結晶粒の相対方位関係と粒界面方位などによって表される性格・構造に依存して異なる特性を示すことに着目し、粒界設計・制御による材料特性の向上に関する研究を主要テーマとしています。このような研究は、「粒界工学」として1980年代に提唱され、最近、国内外で盛んに取り組まれるようになってきました。本稿では、「粒界工学」の手法に基づいて我々の研究室で明らかにしてきた機械材料の疲労破壊制御に関する研究の一部を紹介します。

### 2. 粒界工学に基づく疲労破壊制御

金属材料の疲労破壊は、機械の破壊事故の80%以上の原因を占める最も重要な材料破壊機構の一つです。疲労破壊は、繰り返し応力が材料にかかることにより、材料の表面に固執すべり帯(Persistent slip bands, PSBs)と呼ばれる凹凸が形成され、その入込み部分で生じる応力集中、およびPSBsと粒界との相互作用により生じる応力集中によって、き裂が発生し、それが成長することによって起こります。1970年代後半から、粒界疲労き裂の形成・進展に対する抵抗が、粒界の性格に強く依存することが明らかにされてきました。図2は、これらの知見に基づいて粒界疲労破壊に対して抵抗の高い性格をもつ粒界（図1のような対応粒界と呼ばれる周期性の高い構造をもつ粒界）の存在頻度を高める粒界制御を行ったSUS304オーステナイト系ステンレス鋼試験片（GBE試験片）と非制御材（BM試験片）の疲労き裂進展の様子を比較した走査電子顕微鏡写真は、同一の繰り返し負荷条件・サイクル数における疲労き裂長さが、GBE試験片ではBM試験片に比べ短くなっていることがわかります。さらに、図2の疲労き裂経路に示した赤線の領域は、粒界を経路として疲労き裂が進展したことを示していますが、GBE試験片はBM試験片に比べ、全き裂経路に占める粒界破壊経路の割合が低くなっていることがわかります。これらの結果から、粒界疲労破壊に対して高い抵抗を示す対応

粒界の存在頻度を高めることにより、疲労き裂進展速度を抑制できることが明らかにしました。このような粒界工学の手法に基づく疲労破壊の抑制は、アルミニウム合金に対しても有効であることを示しています。

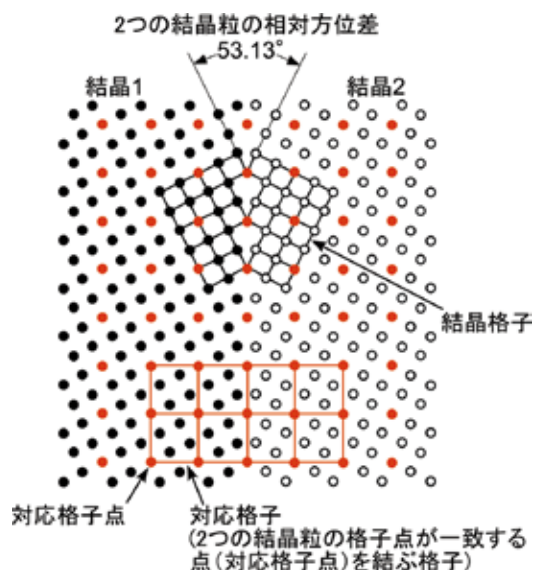


図1 結晶粒界の模式図

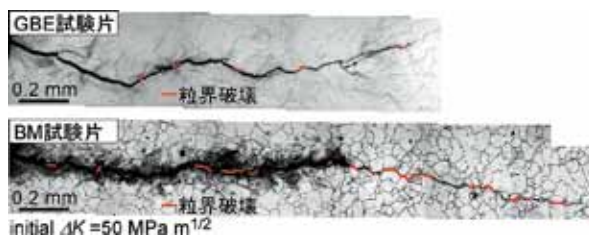


図2 異なる粒界性格分布をもつ試験片のき裂進展長さとの比較

### 3. おわりに

本研究室では、この他に、オーステナイト系ステンレス鋼が高温に曝されることにより生じる鋭敏化（耐食性を向上させるクロム原子が粒界で炭化物を形成し、その周辺のクロム濃度が低下する）とそれに起因する粒界腐食の抑制、高温構造材料の母材料となるニッケルの不純物元素の粒界偏析によって生じる脆化の抑制に対し、「粒界工学」の手法の適用が有効であることを明らかにしてきました。最近注目されている結晶粒径が100nm以下の結晶粒により構成されるナノ結晶材料は、言い換えれば「粒界だらけ」の材料であると言えることから、その高性能化に対する粒界工学の重要性は益々高くなっていくものと考えられます。

## 関東支部第23期総会・講演会および 関東学生会第56回学生員卒業研究発表講演会のお知らせ

支部運営会・実行委員会

関東支部および関東学生会では、恒例の総会および講演会を下記の通り開催します。特別講演、オーガナイズドセッション、一般セッション、機器・カタログ展示を企画し、機械工学に関係する研究者と技術者が一堂に会して議論する場を提供します。

支部講演会では、若手会員の中から優れた講演者に対して、日本機械学会から若手優秀講演フェロー賞を、関東支部から若手優秀講演賞を贈ります。また、卒業

研究発表講演会では、優れた発表者に対してBPA (Best Presentation Award) を贈ります。

前回と同様に、支部講演会の参加登録者は卒業研究発表講演会を、卒業研究発表講演会の登壇者は支部講演会を、それぞれ無料で聴講できます。また、両講演会のプログラム冊子と講演論文集CD-ROMは、一つにまとめます。これを機に、皆様の一層積極的なご参加を期待しています。

- 開催日 2017年3月16日(木)・17日(金)
- 会場 東京理科大学 葛飾キャンパス (葛飾区新宿6-3-1)
- 企画 支部総会、支部講演会、関東学生会総会、学生員卒業研究発表講演会、機器・カタログ展示  
特別講演 (予定) 「アムステルダム国立美術館におけるオンサイト分析」  
中井 泉 (東京理科大学理学部第一部応用化学科 教授)
- WEBサイト 支部総会・講演会 <https://sites.google.com/site/jsmektconf17/>  
学生員卒業研究発表講演会 <http://www.jsme.or.jp/kt/sotsuken/56thGakusei.html>
- 問合せ 日本機械学会 関東支部事務局 (12ページ参照)

### 開催会場 (東京理科大学) の紹介

実行委員長 佐々木信也 (東京理科大学)

東京理科大学は、明治14(1881)年に東京大学を卒業間もない若き21名の理学士らにより「東京物理学講習所」として創立され、2年後に東京物理学校と改称されました。東京物理学校という名前は、夏目漱石著「坊ちゃん」の主人公の出身校としてご存知の方も多と思います。当時は自由民権運動が盛んな時期で、政経・法科の教育・研究が活発になる一方、理学が軽んじられる傾向がありました。そこで、創立者たちは「理学の普及を以て国運発展の基礎とする」との建学の精神を掲げ、理学の普及運動を推進しました。この結果、東京物理学校で教育を受けた多くの卒業生が、明治・大正期のエリート養成学校である中等学校や師範学校の教壇に立ち、理学の普及に大きな役割を果たしました。教育方針としては、創立以来、真に実力を身につけた学生だけを卒業させるという「実力主義」を旨とし、その伝統は今日まで引き継がれています。

昭和に入り応用理化学部が設置され、昭和24(1949)年に新制大学の発足とともに東京理科大学に改組されて、理学部に続いて薬学部、工学部、理工学部、基礎工学部、経営学部が次々に設置され、今日では8学部

34学科、11研究科31専攻を擁するわが国私学随一の理工系総合大学に発展しました。現在は、2013年に開設した学園パーク型の葛飾キャンパス、都心型の神楽坂キャンパス、リサーチパーク型の野田キャンパス、そして基礎工学部1年次における全寮制の北海道長万部キャンパスという4つのキャンパスを擁しています。今回の会場となる葛飾キャンパスには、工学部と基礎工学部が設置されており、工学部機械工学科は昨年度、50周年を迎えたところです。なお、葛飾キャンパスの周辺には、“寅さん”ゆかりの柴又帝釈天や“両さん像”の設置された亀有があります。学会参加のついでに、これらの“聖地”にも足を延ばしていただければと思います。

最後に、東京理科大学では、博士課程学生を対象とする経済支援制度を昨年度より導入しました。これは実質的に学生の学費自己負担を不要とするものです。企業で求められる博士の学位取得を支援するため、社会人学生もその対象としています。この支援制度の詳細につきましては、本学のWEBサイトをご覧ください。

## 関東学生会 2016年度学生交流ツアー

### (株)UACJ押出加工小山・富士重工業(株)・大谷資料館 見学会

関東学生会担当幹事 横田 和隆 (宇都宮大学)  
伊藤 伸英 (茨城大学)

関東学生会では、2016年9月22日から23日の二日間にわたり、学生交流ツアーを行いました。最先端の開発・生産現場での見学・講演会を行うとともに、合宿を通じた機械工学にかかわる学生間の交流を目的にした行事です。今年度は19名の学生諸君が参加して、栃木県内の企業等を訪問しました。

#### ○見学・講演会

1日目は新宿に集合し、貸し切りバスで最初の見学先である(株)UACJ押出加工小山を訪問しました。会社概要、アルミニウムの押出工程、鍛造工程の概要、工場ラインの説明を受けたのち、広い事業所内をバスで移動しながら鍛造工場と押出工場を見学しました。溶解炉や、日本ではここにしかない15,000トンの鍛造プレス機、長大な部材の焼入炉など、大型の設備を使った工程の迫りに圧倒されました。工場見学のあとは、同社の技術者の方4名を囲んで交流会を持ち、業務のことから、技術者・社会人としての日常やプライベート・ライフまでざっくばらんなお話を伺うことができました。

2日目の午前中は、大谷資料館を見学しました。宇都宮市大谷町の周辺から産出する石は大谷石と呼ばれ、江戸時代から建築材料として使われてきました。大谷資料館は大谷石の歴史の博物館であり、同時に2万平方メートルにおよぶ(野球場1個分)巨大な地下採石場跡も見学できる施設です。江戸時代から長らくは人手で石を切り出していたそうですが、昭和30年代には機械化されたそうです。石を切り出す機械も展示されており、またひんやりした地下空間も珍しく、興味深く見学しました。

午後は富士重工業(株)航空宇宙カンパニーを訪問しました。事業所の概要説明の後、翼の組立工程、ヘリコプターの整備作業などを見学しました。整備中のヘリコプターは外板をすべて取り外された状態で、普段見ることでできない機体の構造部材がむき出しになっており印象的でした。見学の後は、航空機設計担当部長の伊佐野康夫氏による「航空機構造の生産技術について」、同じく坂口晃敏氏による「富士重工業の無人機技術について」と題する講演を伺いました。航空機の開発・製造にまつわる様々な苦労を始めとした新鮮な内容でした。

#### 編集委員

國枝 正典 (委員長、東京大学)	豊田 航 (東京ブロック、成蹊大学)	服部有里子 (茨城ブロック、筑波技術大学)
井上 裕嗣 (支部運営委員、東京工業大学)	伊東 弘行 (神奈川ブロック、神奈川大学)	西沢 良史 (栃木ブロック、足利工業大学)
横田 和隆 (支部運営委員、宇都宮大学)	横田 祥 (埼玉ブロック、東洋大学)	船津 賢人 (群馬ブロック、群馬大学)
市川 和芳 (支部選出委員、電力中央研究所)	加藤 琢真 (千葉ブロック、千葉工業大学)	北村 敏也 (山梨ブロック、山梨大学)

#### ○交流会 (パスタブリッジ・コンテスト)

1日目の夜は、学生間の交流を目的としてパスタブリッジ・コンテストを行いました。3~4名ずつの5グループが、制限時間(90分)内に40本のパスタで全長25cmの橋を作って耐荷重を競いました。事前にグループ内で構想がある程度まとまっていて、手際よくパスタを接着して橋を作り上げているグループがある一方で、設計に時間をかけ過ぎてしまっ、工作であたふたとするグループもありましたが、全グループが制限時間内になんとか形にすることができました。荷重計測は大いに盛り上がりました。パスタブリッジの中央に荷重をかけて橋の強度を計ります。最初は100gのおもりから初めて徐々に重量を増やし、耐荷重が一番大きいグループが優勝となります。今回の優勝グループの耐荷重は4.4kgでした。優勝グループには、交流会後の懇親会で賞状と景品(機械学会のロゴ入りの大谷石製コースター)が授与されました。

コンテストの運営を担当した学生会幹事校運営委員の苦労も多大なるものがありましたが、参加者全員が楽しめた企画となり、良い思い出になったことと思います。

#### ○終わりに

この交流ツアーは、学生員のニーズに応えたイベントを実施すべく、学生会委員長・幹事校運営委員による学生主導の企画行事の一つとして2014年に始まりました。見学先の選定・依頼から宿泊先・移動手段の手配、交流イベントの準備に至るまで、全て学生の運営委員が精力的に携わり、文字通り「学生のための学生による」企画として有意義に3年間続いてきました。今後も訪問先やツアーの内容を学生員諸君自身が吟味して、意義深くかつ楽しい行事として継続していければよいと思います。

最後に、本交流ツアーにご協力くださいました関係各位に深く感謝いたします。



パスタブリッジ・コンテスト

## 日本機械学会関東支部ニュースレター『メカトップ関東 No.41』

Mecha-Top KANTO No.41

News Letter of the Kanto-Branch, The Japan Society of Mechanical Engineers

発行年月日： 2017年1月5日 印刷製本： 株式会社 大間々印刷

発行者： 〒160-0016 東京都新宿区信濃町35 信濃町煉瓦館5階

一般社団法人 日本機械学会・事務局内 日本機械学会関東支部

TEL 03-5360-3510 FAX 03-5360-3508 ホームページ <http://www.jsme.or.jp/kt/>