



メカトップ関東

日本機械学会関東支部ニューズレター No.51 2022.1.5発行

ラジコン少年だった僕が ロボット開発会社を立ち上げた話

(株)アサイ・エンジニアリング 浅井 伸一



■はじめに

当社・アサイ・エンジニアリングは、エンタテインメントロボットから屋外用大型ロボット、精密医療機器に至るまで、ロボットをメインに様々な機械の開発を行っている開

発会社です。

実は私は、起業する前は模型メーカーに勤務し、ラジコンカーの設計を手掛けるエンジニアでした。そんな私がなぜロボット開発会社を立ち上げるようになったのか。今回はその経緯を、私が育ったホビー業界の話を交えながらお伝えしていきたいと思っています。

■「小さな本物」ホビーラジコンの世界

1962年に生まれた私は、当時のプラモデルブームに乗って育ち、高校に入る頃にはラジコンカーの自作に明け暮れる「ラジコン少年」になっていました。その後、大学の機械工学科に進み、いよいよ就活となった時に「ラジコンカーの設計を仕事にしよう」と思い立ち、大手模型メーカーの門を叩きました。

ラジコンカーと聞くと玩具のイメージを持つ方も多いと思います。しかし、私が手掛けていたのは「ホビーラジコン」という種類のもので、最高峰のクラスでは100km/hを超える速度のマシンで世界選手権が行

われる分野です。シビアな性能追求が行われ、設計には機械工学の基礎はもちろんのこと、自動車工学の知識も必要になります。

たとえば、「デファレンシャルギア」と呼ばれる機構があります。これはクルマが旋回する際に駆動輪の内輪差を吸収するためのメカで、実車の世界ではほぼ全てのクルマに装備されています。

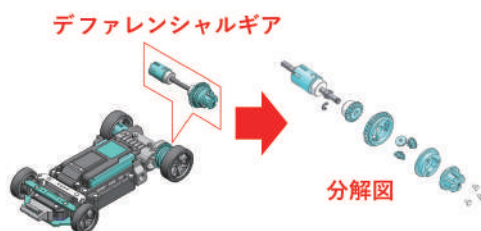


図2 ラジコンカーのデファレンシャルギア

また、「アッカーマン・ステアリング・ジオメトリ」というものもあります。これはハンドルを切った時の前後輪の幾何学的な構成を示すもので、これが考慮されていないと滑らかに旋回することはできません。

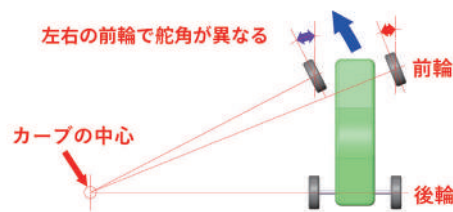


図3 アッカーマン・ステアリング・ジオメトリ

玩具のラジコンでは、このような自動車工学に基づいた設計はなされない場合が多いのですが、ホビーラジコンでは走行性能を重視するため、コストアップを覚悟の上で必ず設計に盛り込みます。重心位置、サスペンション、そして空気力学まで考慮の上開発されているのです。いわば「小さな本物」といえるでしょう。

■ロボットにつながるサーボモータの技術

さて、このような世界でラジコンカー開発に邁進していた私ですが、1999年に転機が訪れます。

ホビーラジコン業界では、ラジコン本体（車体）とそれに搭載する無線操縦のユニットは別のメーカーが生産しています。このため、ユーザーは車体と無線ユニット、専用電池などを別々に購入し、組み立てる必要がありました。手間がかかるため、ビギナー層に楽しんでもらうには高いハードルがあったのです。

この状況を打開して、新規ユーザーを獲得するためにはどうすれば良いか？もしもこれまでに無い「車体と無線を一体にしたパッケージ」を開発できれば、ユーザーの利便性を追求できるのではないかと考えました。業界の常識を覆すことになる上、私はそれまで車体の設計を専門にしていたので無線ユニットは未経験。しかし、ここを突破しなければ次へは進めません。チャレンジしようと思いました。

無線ユニットの開発で一番の課題はサーボモータ（以下、サーボ）でした。これはハンドルを切ったり、スピードを調節したりする役割の部品で、コントロールの要ともいえるものです。ラジコン用サーボは小型ながら、内部に歯車やモータ、センサなどからなる複雑な機構を有しています。それを独学で研究しながら、車体に実装できるサーボを開発して新製品を生み出しました。

その新製品の名は「ミニッツレーサー」。車体と無線部分が一体化したオールインワンの販売形態を採用し、乾電池で走れるようにしたため、ビギナーユーザーの支持を得て世界的な大ヒット商品となりました。現在では代表的なラジコンカーのひとつとなっています。



図4 ミニッツレーサー

この時に獲得したサーボの設計技術が、現在のロボットの開発につながりました。ホビーロボットの関節部に使われているサーボは、元を辿ればラジコン用のサーボから発展したものです。私が起業したころはロボットへの注目度が高まり始めた時期だったため、「ロボット用のサーボも設計してもらえないか」という相談を多く受けるようになりました。やがてサーボだけでなくロボット本体の設計、さらには機構設計技術を応用して、微細な動きをする小型精密機械の開発も手掛けるようになり、現在に至ります。



図5 ダンスロボット・プリメイドAI

■もっとも大切なのは「突破力」

分野の壁を乗り越えてサーボ開発を手掛けた結果、気づけばロボットという新天地に到達していました。この経験から、新しいモノづくりを行っていく上で重要なことは、自分の専門分野のみにとどまることなく、必要に応じてあらゆる分野に挑戦していく姿勢だと学びました。この姿勢は「突破力」を生みます。モノづくりはまだ世に存在していないものを生み出す過程ですから、何よりも「突破力」が物を言う世界です。そして「突破力」は「創造力」を高めます。今は知識がない領域についても可能性は無限大に広がるのです。

このような過程を経て、私は2008年にロボット開発会社を創業しました。これまでに培った技術を応用し、ホビーの枠を超えてさまざまな新しい機械を開発することで世の中に貢献したいと考えたのです。その後も守備範囲を拡大し、今では屋外稼働用大型ロボットから超小型の精密医療機器に至るまで、「アイデアをゼロから形にする創造力」をキャッチコピーに多種多様な分野の開発を行っています。

人間の可能性は無限大です。そして、その人間の挑戦によって、機械の可能性はさらに広がっていきます。未来を担うエンジニアの皆さんには、その可能性を信じて進んでいただきたいと願っています。

関東支部シニア会

「エンジニア塾」を始めて

関東支部シニア会会長 中山 良一

1. はじめに

2019-20年度に人材育成・活躍支援委員会(委員長:東京理科 山本教授)で、若手技術者の育成を検討しました。

小学生がエンジニアに興味を持てる機会と体系的育成を支援する仕組みとして、「エンジニア塾」を検討・提案し、シニア会が運営する案を策定しました。

2021年度より関東支部シニア会が「エンジニア塾」のトライアル実施を開始しました。

2. 「エンジニア塾」の基本的考え方

小学生に将来何になりたいかを調査すると、身近な職業、例えば先生、医師、花屋などの販売業が希望職種の上位でした。その後、エンジニアになりたいと考えるのは、高校で理工系進学を選択する時期で、約10年程度遅くなっています。この状況を打開するには、理科・算数・工作に興味を持っている小学生にエンジニアの仕事を知る機会を提供して、なるべく早い時期に理工系進学を意識した学習を始めることが有意義と考えてみました。そこで、エンジニアが、社会でどのような仕事で活躍しているか知る学習プログラム案(1年間)を企画しました。

3. 「エンジニア塾」の活動

本年度実施中のプログラムを図1に示します。

4月に関東支部会員へ募集を開始し、7名(小学4-6年生)の応募がありました。なお、昨年来のコロナ禍であり、日本機械学会の方針に基づいて、対面行事は全てWeb利用の遠隔方式へ変更、また工場・科学館等の見学、大学祭への参加も殆どWeb参加することにしました。

・開校式(6月20日(日)午後15時)で、年間計画を説明して、工場見学、ロボットイベントへの参加案内などを実施しました。

・第2回(8月10日(火)午後13時)は、東京ブロック主催「ロボットを作って動く仕組みを考えよう!」に参加、配布の移動ロボットを組立て、ソフトを実装した自動走行を体験しました。

・第3回(9月26日(日)午後15時)は、シニア会メンバーと学生から、なぜ機械系エンジニアになったのかの講話とアドバイスを実施。また塾生が体験した工場見学、ロボットイベント参加報告に対して、アドバイス

日程	項目	概要
6月20日(日) PM15-17	開校式(Web)	開校の挨拶、主旨
		参加者自己紹介
		全体説明・スケジュール紹介
		見学会説明(Web等~7月末)
8月10日(火) PM13-16	第2回夏休みメカ教室(Web)	ロボットカーの走行を当日実施。メカ組み立てと制御プログラムを体験
9月26日(日) PM15-17	第3回「エンジニアとは?」(Web)	シニア、学生からエンジニアについて 工場見学、ロボット作りのアドバイス
12月の(日)で 2時間程度	第4回「ことづくりとは?」(Web)	シニア、学生からエンジニアについて 「ことづくり」とは?
2月の(日)で 2時間程度	第4回 修了式(Web)	エンジニアの仕事
		参加者の感想、意見交換(本人+保護者)
		修了証授与式

図1 「エンジニア塾」2021年度スケジュール

と質疑応答を行い、あわせて、保護者からイベント参加について意見交換を実施しました。

今後の予定は、12月に大学祭などの参加報告とシニア会、学生からのアドバイスと、今後エンジニアに期待される「ことづくり」入門編の講義と、塾生間の意見交換で、理解を深める教室を実施予定です。

2月に修了式を行い、全体の活動まとめと塾生と保護者に対するアドバイスを実施予定です。

なお、本年度の活動が全てWeb遠隔開催であったこと、来年度は対面教室も含めるなどの改善を実施することなどを踏まえて、本年度の塾生が来年も受講継続参加できる方向で検討する予定です。

4. 「エンジニア塾」の効果

現在まで塾生、保護者からの意見では、「エンジニア塾」には、下記の効果がありました。

- ・工場、現場で働く人への興味を持てたこと
- ・Webの工場見学で、普段見たことのない場所や場面を体感できたこと(実際の工場では危険で見学できない場所や海外の工場など)
- ・小学生の視点でも、技術的な疑問を持っていること
- ・保護者が塾生と一緒に見学などを体験し、親子間で将来のことなどの対話ができたこと

5. 今後について

関東支部会員関係者の「エンジニア塾」への参加を来年度以降も宜しくお願い致します。

また、ジュニア会友に対する企画をさらに充実して、参加塾生数を増やすこと、各ブロックでの小学生向けイベントに「エンジニア塾」が、参加することなども含めて、皆様のご協力宜しくお願い致します。

東京 ブロック

炎の中から見えるエネルギー変換の未来

法政大学理工学部 川上 忠重

1. はじめに

燃焼は、「発熱と発光を伴う激しい酸化反応」ですが、実際には、熱移動、流体の移動や化学反応を含めた複雑な現象です。毎日のように「エネルギー変換」技術の重要性や二酸化炭素の排出削減に向けた取組みが報道されています。人類は誕生後、数多くの「炎」の恩恵を受けながら、現在に至っています。ただし、今後は、より地球環境に配慮した環境にやさしい「技術開発」が求められています。そのための燃焼改善の技術の一部を紹介したいと思います。

2. 廃棄物利用やアルコール系燃料添加による環境にやさしい新燃料の開発

水素は、二酸化炭素を排出しないクリーンな燃焼が実現できる燃料の1つです。ただし、例えば、燃料の発熱量や貯蔵などの問題も指摘されています。現在使われている燃料だけでなく、今までは廃棄されていた食品加工用の廃食油やプラスチックゴミからも燃料生成が可能です。今まで捨てられていた利用できるエネルギー資源を有効活用し、極限まで燃焼生成物の排出量が低減出来れば、今後のエネルギー変換の方向性がさらに広がっていきます。そこで、廃プラスチックを利用した液体燃料の燃焼生成物の低減や燃料中にアルコール系の燃料を添加することにより、各種、燃焼生成物の同時低減の実現を目指して研究を行っています。

3. 能動的な新燃焼方式の開発

これからの脱炭素社会を実現するためには、既存の燃焼方法のメリット・デメリットを正確に把握した上で、新燃料への最善な燃焼方法を確立する必要があります。廃棄物燃料は炭化水素を多く含んでおり、火炎の不完全燃焼が発生した場合には、一酸化炭素や未燃炭化水素の排出が増大します。酸素を含むアルコール系燃料と混合することにより、一部その排出が低減することが確認されていますが、逆に窒素酸化物が増大する場合があります。各種の燃焼生成物の同時低減を実現するためには、燃料のみならず燃焼方法の改善も必要です。そのための方法の1つとして、多段式の対向噴霧方式があります。対向噴霧方式は、液体燃料を噴射するノズルが、対向して向き合っています。同時噴射もしくは、噴射のタイミングを意図的にずらすことにより、衝突後の燃料液滴の平均的な直径を制御することが可能です。さらに多段で異種燃料を対向噴霧

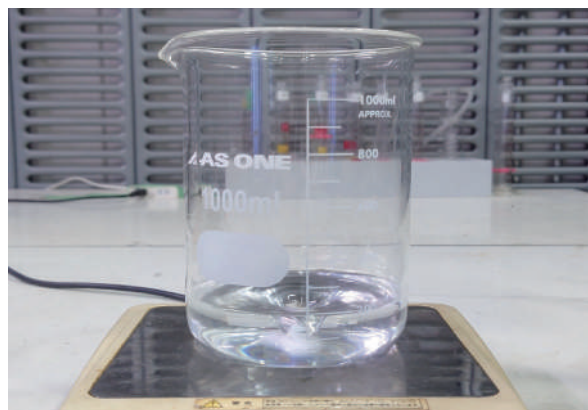


図1 開発中の新混合燃料

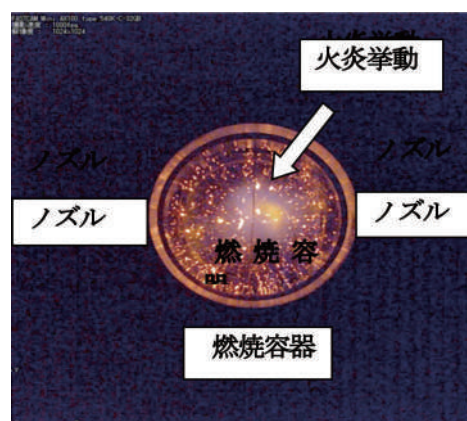


図2 対向噴霧の様子

で噴射することにより、燃焼場での噴霧された燃料の混合気の割合や燃焼が開始するまでの時間の能動的な制御が可能になります。極限的な低燃焼生成物を実現するための新燃焼方式への取組みを行っています。

4. まとめ

これからのエネルギー変換は、「環境にやさしい」ことは言うまでもなく、さらなる高効率化が求められています。新燃料や新燃焼方式の開発もその一端を担う研究分野の1つです。次世代のエネルギー変換の扉はすでに開かれています。多くの既存の技術を継承しつつ、新しいコンセプトやアイデアに基づく、各種エンジンをはじめとするエネルギー変換技術は、2030年以降を見据えて、着実にその歩みを進めています。これからの新しいエネルギー変換技術の技術者および研究者として、「炎の中から見える未来」を一緒に探しませんか？夢ある研究分野の1つです。

神奈川 ブロック

動力を生み出そう!ハンドクラフトビークル製作

東海大学 太田 高裕、成田 正敬、加藤 英晃

エンジニアには、今までにない技術を生み出す創造性や、チームのメンバーと相談や意思決定をしながら課題を解決していく能力が求められます。東海大学工学部動力機械工学科では1年生約150名を対象に、これらの能力を養うプログラムとして身近な材料を利用したハンドクラフトビークルの製作を行っています。授業スケジュールは以下のとおりです。

- 1週目：ガイダンス・概要説明後、チームごとに製作車両に関して検討
- 2-3週目：チームごとに車両を製作
- 4週目：車両の走行実験（コンテスト）
- 5週目：プレゼンテーションの準備、代表を選抜
- 6週目：選抜された代表のプレゼンテーション（学生のアンケートで優秀賞を決定）

ガイダンスではトルクと回転数や、タイヤと地面の摩擦、車両の剛性の重要性などの基礎知識とともに、チームで課題解決するための話し合いや意思決定の方法についてレクチャーを受けました。

車両の材料は、図1に示すような工作用紙、竹ひご、角材、輪ゴム、ゴムボール、風船、クリップ、ストローのみです。各チームで独自のアイテムを使用したい場合は別途申請をします。3人のチームを作り、どのように動力を取り出して、長い距離を走らせられるか考えます。

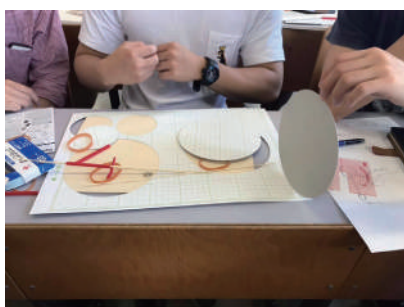


図1 たったこれだけの材料で動力を絞り出します



図2 竹ひごの弾性を利用した動力を検討中



図3 完成した車両の一例



図4 走行会の様子



図5 優秀チームの発表

全45チームがきちんと車両を完成させました。図3に完成した車両の一例を示します。授業時間内の短時間で製作した車両には、ダンボールで歯車を作ったり、トルクや回転数を考慮して車輪を大きくしたり、摩擦抵抗を減らすため回転する部分にハンドスピナーを申請して使用したチームもありました。製作した車両は走行会で走行距離を競いました（図4）。スタートからピクリとも動かないものや逆走してしまったチームもわずかにありましたが、ほとんど順調な走行ができ、最高記録は18.5mでした。（教員が製作した車両の記録は20.3mです。（図4右））製作した車両の工夫点を全学生の前で発表し、互いに採点しました。

これらの活動は入学したばかりの学生同士の交流にもなり、チームで課題解決する難しさや面白さを実地的に学ぶことにつながっています。学生同士の学ぶ動力源を効果的に生み出し、育む特色ある活動であると考え、今回紙面をお借りしてご紹介させていただきました。

埼玉 ブロック

視線検知装置を用いた 迷路性眼球反射促通リハビリテーションプログラム

芝浦工業大学 太田 真之介、高木 基樹

・はじめに

後天的な眼球運動障害(以下AOMDと略す)は、主として頭部や眼への外傷、また炎症や脳血管障害による外眼筋麻痺が原因として増加しています[1]。AOMDを負うと日常生活動作や作業療法課題において患者に負担や不快感を伴ってしまうなど大きな制約があります[2]。この治療として、川平らの提唱する迷路性眼球反射促通法等があります[3]。しかし、症状や原因が患者ごとによって異なるので、リハビリテーションを効果的に行うには症状ごとの指導や補助が必要となるため、医療提供側の負荷が大きくなっていることと、リハビリテーションを継続的に進めていくためのモチベーションを維持しにくいという課題もあります。

・視線検知装置を用いた迷路性眼球反射促通リハビリテーションプログラムの開発

前記のような問題を解決することを目指し、私たちは患者が一人で実施可能で継続的なリハビリテーションを行うことを支援するため、反射促通法を参考にした眼球運動の反復を目的とするリハビリテーションプログラムを開発しています。このシステムを用いることで反射促通法に期待される効果を、ゲーミフィケーションとの両立によって、一人で適切な動きを飽きずに反復できるよう支援できることを期待しています。

システムの開発にあたっては、視線と頭位を計測可能な視線誘導装置とUnityを用いて行いました。図1は製作した迷路ゲームのランダムステージをプレーしている様子です。ゲームをプレー中に画面の中央にいるプレイヤーのキャラクターへ注目してもらっているままの状態、頭の移動や回転させることでプレイヤーを移動させ、迷路においてゴールを目指してもらうものとなります。またプレー画面を90度回転させるギミックを迷路上に配置することで、前庭反射と眼球運動の反復促通を上下方向と左右方向にバランスよく行えるようになっています。図2は製作した評価用のチュートリアルを兼ねた規定のステージを実際にプレーしている様子になります。

開発したシステムでは、プレー中の視線位置と頭の角度を計測して、前庭反射が行われた回数と総角度、視線の総移動量を算出して、それを点数として楽しみながらリハビリテーションをするための機能を実装し

ました。健常な方に実際に1ゲームプレイをしてもらったところ、迷路失調者へのリハビリテーションプロトコル[4]で実践される前庭動眼反射訓練1セット分900度よりも多くの視線の総移動角度の動きをすることが確認できました。

・おわりに

後天的な眼球運動障害のリハビリテーションを患者が一人で継続的に進めることの支援を目指して、ゲーミフィケーションの考え方を導入した反射促通法の眼球運動の反復を行うリハビリテーション支援アプリケーションを開発しました。健常者の方に実際にプレーしていただいたところ、リハビリテーションの際に行う動きと同等以上の視線の総移動角度を動かすことが確認できました。

・参考文献

- [1] 深井小久子ら、後天性眼球運動障害の視能訓練、日本視能訓練士協会誌26巻;49-61, 1998
- [2] 溜いずみら、運動障害に迷路性眼球反射促通法と両眼注視訓練が著効した外傷性脳損傷の一例 総合リハビリテーション、39巻7号;695-699, 2011
- [3] 川平和美、片麻痺回復のための促通反復療法、Jpn. J. Rehabil. Med., 50;18-123, 2013
- [4] 五島史行、迷路性失調に対するリハビリテーション治療、Jpn. J., Rehabil. Med., 56;116-121, 2019



図1 ランダムステージをプレーしている様子



図2 チュートリアルステージをプレーしている様子

千葉 ブロック

植物工場のさらなる高度化をめざして

木更津工業高等専門学校 伊藤 裕一

我が国の農業において、農業従事者の減少と高齢化は、長年にわたる大きな問題となっています。また、地球温暖化や季節外れの台風などの異常気象も農業に大きな影響を与えています。一方で、食の安全・安心を確保するために、収穫物の安定供給やその品質の確保も求められています。このような課題を解決する方法のひとつとして、植物工場での栽培が注目されています。植物工場には蛍光灯のような人工光を利用した閉鎖環境の中で養液栽培を行う人工光型と、太陽光を利用し半閉鎖環境下で温度、湿度、空気の流れなどを制御しながら栽培を行う太陽光型があります。現在木更津高専では、分野横断型の研究グループを組織し、太陽光型植物工場の高品質化に関わる研究を推進しています。植物工場環境下では、その成長や収量を増やすために水蒸気飽差 (Vapor Pressure Deficit, VPD) の制御が有効であることが分かっています。水蒸気飽差は、 1m^3 の空気の中に、あとどれほどの水蒸気を含むことができるかを示す数値であり、飽和水蒸気量と絶対湿度との差で求められます。植物の光合成が最も活発に行われる水蒸気飽差は、植物の種類によっても異なりますがトマトの場合、約 $0.4 - 1 \text{ kPa}$ と言われています (これはとても湿度が高い状態です)。

私達の研究グループでは、千葉大学柏の葉キャンパスにある太陽光型植物工場において水噴霧による細霧冷房システムを利用して、VPD制御による植物の成長促進・高収量化の研究を進めています。

図1に稼働している植物工場を示します。植物工場内の VPDなどの環境制御を行うためには、気温・湿度・水蒸気飽差を測定するセンサが不可欠です。このデータを有効利用するために、リアルタイム測定・可視化・利用できるシステムを開発しました。また、これまでの細霧の制御には経験的に調整されたオンオフ制御が用いられていましたが、私達はHPF-CDOB制御 (Communication disturbance observer with a high-pass filter) を用いることにより、従来の制御よりも精緻な VPD制御ができることを示しました。さらに精度の高い制御の実現には、計測データ点数を増やすことが有効ですが、実際にはコスト面などの理由で、多くセンサを配置することができません。私達が

利用している植物工場では、 2000m^2 の広さで 10点程度です。そのために、可動式のセンシングユニットの開発なども進めておりますが、それでも計測データの時空間的な分解能には自ずと限界が生じます。このためにセンサで測定できていない箇所の環境情報 (気温や水蒸気飽差) を制御することができません。そこで CAE (Computer Aided Engineering) の出番となる (今回のケースでは熱流体解析) わけですが、CAEとて万能ではなく、全ての物理条件をモデル化することはできず、その結果、どうしても現実 (実験計測値) との乖離が発生し、しかもそれが解析時間を追うごとに顕著となってしまいます。そこで、今日の気象予報等で活用されているデータ同化のアプローチを用いて実験計測結果と熱流体解析を融合したシミュレータを構築しました。詳細は割愛しますが、最適内挿法を用いた熱流体解析結果と実験計測結果を融合した結果 (実験計測点を含む代表的な面 (天地方向断面) における VPD分布) を図2に示します。

今後はこれらの成果を元に、より精度の高い制御則の確立などを行い、さらなるトマトの成長の促進・収量の増加を目指していきます。



図1 細霧冷房を利用した太陽光型植物工場 (千葉大学柏の葉キャンパス)

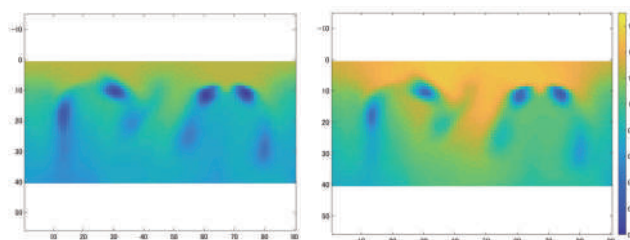


図2 熱流体解析による VPD分布 (左) およびデータ同化を用いて構築した VPD分布 (右) (天地方向断面)

茨城
ブロック

定電位電解エッチング装置

株式会社藤原製作所 高野 均

各種金属材料中には、鉄マトリックスのほか酸化物、炭化物、窒化物、硫化物、りん化合物、金属間化合物などの析出物が存在し、金属の性質に諸々の影響を及ぼしています。本装置（図1）は、これらの析出物を *in situ* な（変化汚染のない）状態で観察あるいは、分解抽出できるようにするための分析用前処理装置です。本装置は、非水溶媒系電解液による、定電位電解エッチング法（SPEED法）を原理としています。

SPEED法は非水溶媒系電解液中で所定の電気量による定電位電解エッチングを行い、エッチング終了後洗浄、乾燥を行い走査電子顕微鏡（SEM）－エネルギー分散X線分析計（EDX）を用いてマトリックス上に突出している析出相や組織の観察ならびに分析を行います（図2）。SPEED法の特徴は非水溶媒系電解液を使用するところにあり、電解液としては種々な非水溶媒電解液が使用可能であります。代表的な電解液10%アセチルアセトン－1%テトラメチルアンモニウムクロライド－メタノール電解液（電解液A）は超合金、鉄鋼材料中に存在するほとんどすべての析出相の観察と抽出分離定量用として使用できます。

基本操作は、まずは試料を研磨し、上記電解液が入っている電解槽（図3）内で定電位電解を行います。その後メタノールで試料を洗浄し乾燥させ、その試料の観察と分析を行います。

この製品は約20年以上前に開発された商品であり、制御部など形は変わりましたが、近年もニーズがあり販売し続けています。又、電解液などは各ユーザーで新しい電解液を使用しております。今後も必要がある限り製造し続け、お客様の要求に応えられるように技術力の向上に努めて行きます。又新たな要求がある場合は挑戦し続けていきたいと考えています。



図1 定電位電解エッチング装置

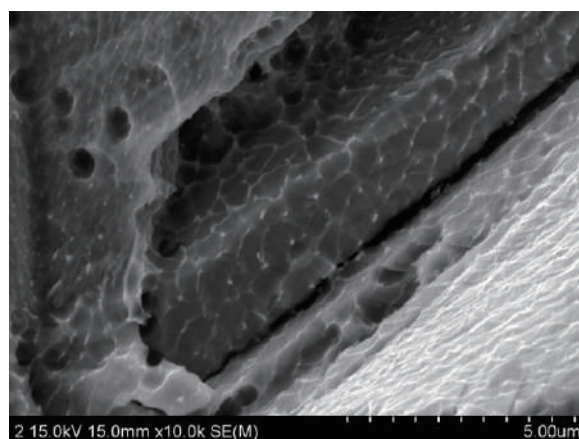


図2 SEM画像一例



図3 白金リング付き電解槽

栃木 ブロック

航空機機体用カーボン繊維強化プラスチック部品の製造プロセス

エーシーエム栃木株式会社 壁谷 満

はじめに

カーボン繊維強化プラスチック（CFRP：Carbon Fiber Reinforced Plastic）は炭素繊維で樹脂を強化した複合材です。高い比強度と比剛性を有することから、いち早く航空機の機体構造材料として採用されました。当初は機体の一部への使用に限定されていましたが、徐々に使用範囲が拡大し、最近では機体構造全体の50%以上をCFRPが占める旅客機も世界の空で運行されています。ここでは、弊社が取り扱う航空機向けCFRP部品の製造（図1）について紹介します。

プリプレグの積層工程

航空機向けCFRPでは、主に熱硬化性のエポキシ樹脂が使われます。この樹脂を未硬化の状態で炭素繊維に含浸させた厚さ0.2mm程度のシート状の材料（プリプレグ）を複数枚貼り重ねて部品形状に積層します。航空機の外表面は曲面形状が多く、部位によっては複雑な形状のCFRP部品もあります（図2）。こうした部品を製作する場合、部品と同形状の型を用意し、型にプリプレグを積層していきます（より軽く、高い曲げ剛性が求められる部品には、ハニカムコアをプリプレグでサンドイッチする場合があります）。複雑な曲面形状の型にプリプレグを皺（しわ）にならないように積層するため、積層工程は主に手作業で行われます。なお、長さが20mを超える主翼表面のパネル等の大型部品で表面形状が比較的緩やかな曲面に対しては、機械による自動積層が行われる場合もあります。

オートクレーブによる加熱硬化

積層したCFRP部品は円筒の釜（オートクレーブ）に入れられ、加圧／加温しながら硬化させます。

外形切断・組立穴の穿孔

硬化完了後、CFRP部品を型から外し、外形の切断と穿孔が実施されます。最近では、外形／穴位置精度を高めるため、従来の手作業からNC工作機械による機械加工にシフトしています。これにより、後の組立作業工程でパネル同士の干渉部摺合せ作業が削減され、作業の効率化を図ることができます。

検査

次に、破壊／非破壊検査を行います。破壊検査は製品と同バッチ／ロットNo.の材料で製品と同時に硬化させた試験片を用いて強度等の評価試験を行います。非破壊検査は、超音波やX線によって部品内部の異常を調べます。破壊検査は強度要求が高い部品のみに行いますが、非破壊検査は部品全点で実施されます。

塗装

検査に合格した部品は塗装され、識別番号をスタンプ等で表示して完成です。部品単体の塗装は図1のような下塗りまでです。最終塗装は機体の組立が完了した後、エアライン等の仕様に合わせて行われます。

おわりに

現在はコロナ禍の渦中であり、エアラインの旅客機の需要も低迷していますが、今後のワクチンの普及とともに機体需要の回復が見込まれ、今後20年間で33,494機の新規需要（2019年の運行機数の1.4倍）が見込まれています。（一般財団法人 日本航空機開発協会「民間航空機に関する市場予測2020-2040」より）これに伴い、今後の航空機向けCFRP部品の需要増が期待されています。

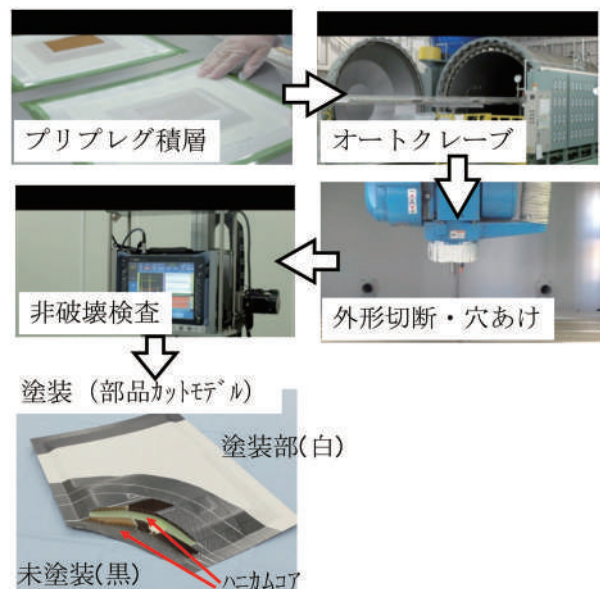


図1 CFRP部品の製造工程

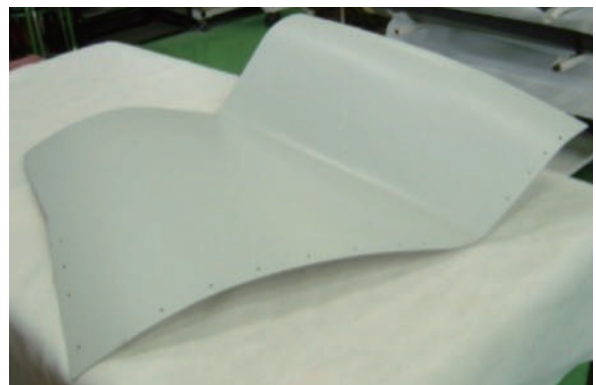


図2 複雑な形状のパネル



砥粒加工で究極の平面創生を追い求める

株式会社岡本工作機械製作所 マーケティングチーム チーム長 西上 和宏

株式会社岡本工作機械製作所は、群馬県安中市にある工作機械・半導体関連製造装置を開発から販売まで行っており、1926年に創業された総合砥粒加工機メーカーです。国産初の平面研削盤開発から続く固定砥粒技術、5GやIoTの普及に必須と言われる最先端の半導体シリコンウエーハ（半導体チップになる前の材料）を加工するための遊離砥粒技術まで、最先端の砥粒加工技術を保有しています（図1）。



図1 平面研削盤と半導体製造装置

研削盤は、最小切込み量 $0.1\mu\text{m}$ を行う事が可能な工作機械です。切削機械に比べ、約1/10程度（切削機械では $10\mu\text{m}$ 、研削機械では $1\mu\text{m}$ の単位）の精度と精密さが要求されます。その精度実現のために、研削盤の機械設計は平面・成形・円筒・内面・歯車・ロータリー研削盤等、様々な種類が存在します。

そのキーポイントとなるのが摺動面です。摺動面とは機械が動く部分の事を指しており、弊社では工作機械業界伝統の手仕上げによるキサゲ加工が施されています（図2）。キサゲされた摺動面は、 $1505\text{mm} \times 1010\text{mm}$ 内を平面度 $3 \sim 4\mu\text{m}$ 以下で加工されています。この精度はサッカーフィールドに例えると高低差 15mm 以内のピッチになります。



図2 キサゲ加工の様子

このキサゲ加工を施された研削盤は、自動車・金型・一般産業機械・精密機械業界等々で多く活躍し、

モノづくりの精度の基礎となっています。

もちろんキサゲ摺動面以外にも、鏡面研削向けに静圧流体方式、位置決め精度向上として直動ガイド方式も近年では採用されるケースも増加していますが、弊社ではベストな機械要素を選定する事で業界最高峰の精度を持つ加工機を開発しています。今後のモノづくりの変革に合わせ最適な装置の開発を行っていきます。



図3 ウエーハ製造工程

また半導体分野では、半導体チップの需要は急激に増加しており、1つのチップを製造するだけでも多種多様な装置が関わっています（図3）。半導体製造装置では、半導体シリコンウエーハを「薄く・平ら」にするポリッシング加工に近年注目が集まっています。半導体製造において、シリコンウエーハ表面の凹凸を減らすことが最大の課題です。弊社装置で加工されたシリコンウエーハは、その精度は $\phi 300\text{mm}$ のシリコンウエーハにおいて 1nm （ナノメートル： 0.000001mm ）以下の平面度を達成することが可能です。この精度は、ハード面である機械本体の静的・動的精度が高いこともさることながら、ソフト面として加工中に被削材の形状変化をセンシングしながら砥石頭の傾きを自動調整する自動センシング機能や、加工中の研削熱や目詰まりの影響を限りなく少なくするために砥石やテーブル洗浄を行いながら加工する最先端技術が隠れており、現在でもAI最適化の研究が行われています。

日本の工作機械・半導体技術は世界でもトップクラスと言われています。限りなくゼロに近い究極の平面を創成することが可能な砥粒加工に是非みなさまもご興味を持っていただければ幸いです。

山梨 ブロック

スマートグラスを用いたブドウ収穫支援システム

山梨大学 大学院総合研究部 西崎 博光

ぶどうの色と味（主に糖度）には関係があります。つまり、ブドウを収穫できるかどうかの判断材料の一つに「色」情報を手がかりにします。筆者が暮らす山梨県は、シャインマスカットと呼ばれる緑色系ブドウの栽培が盛んです。山梨県果樹試験場から、シャインマスカットの色見本（カラーチャート）が公開されており、これには5段階の熟成度合い別に色が定義されています（図1）。緑が濃い色が1段階目で、熟成が進むにつれ、黄色に変化していきます。もっとも出荷に適した色が3段階目の色で、これは綺麗な黄緑色です。

ブドウを収穫する際に、少し早いと糖度が低くて青臭く、味にコクがありませんし、逆に収穫が遅くなると甘さは増しますが、ただ甘いだけでブドウ本来の旨味がなくなります。つまり、ブドウを適切な時期に収穫する必要があります、その判断材料の一つが色になるのです。この色の見分け方は、カラーチャートに基づいて行いますが、熟練者でない場合は、色の微妙な違いが分かりません。今の色は収穫適齢期なのかそうではないのか、判断に大いに迷ってしまいます。しかも、色の見え方は、個人個人で異なっていますし、ブドウに当たる光の加減によっても異なりますので、統一された色判定が求められます。

そこで、人工知能技術（Artificial Intelligence, AI）の一つであるディープラーニングを使った色判定技術を開発し、このAIをスマートグラスに組み込んだブドウ収穫支援システムの開発を行っています。ディープラーニングはニューラルネットワークと呼ばれる機械学習手法で、今回は、入力としてブドウの粒の画像を与え、その色値を出力するようなニューラルネットワークモデルを学習させます。このモデルを組み込んだスマートグラスを装着し、グラス越しでブドウを見るだけで、今、目の前にぶらさがっているブドウの色味を判定できるようになります。これによって、個人の習熟度など個人差によらず統一的な色判定が実現で

きます。

それでは、色判定の仕組みを見てみましょう。まず、事前に1房ずつブドウを暗室内で撮影しました。撮影されたブドウ1房ずつに対し、経験が豊富な数人の「匠」に、ブドウの色の判定（色値ラベルの付与）を行っていただきました。これが教師データとなります。ニューラルネットワークにブドウの粒の画像を入力し、匠が判定した色値を出力するようにニューラルネットワークを学習させます。これが支援システムのコア部分となります。この他にも、画像から房を検出するモジュール、房から粒に分解するモジュール、病気の粒を検出するモジュールなどいくつかのモジュールがあり、これらもディープラーニングを利用しています。

図2にシステムの処理の流れを示します。スマートグラスのカメラで写したブドウの房からターゲットの房を検出し、粒の検出、病気の粒を除外します。粒の画像を色推定のニューラルネットワークに入れると粒毎に色値が推定できます。個々の粒の色を最適化することによって、房全体の色を推定できるようになっています。

開発したブドウ収穫支援システムを、実際のブドウ畑で評価しました。正確な色値を推定する精度は、概ね60%程度であり、色値を正確に推定することが難しいことが分かりましたが、ブドウの出荷基準である色値3以上未満かの判定においては90%の精度で見分けることができました。今後は、色推定の精度をより高める方法の開発や、他の果樹へ応用も検討していきます。



図1 シャインマスカットのカラーチャート

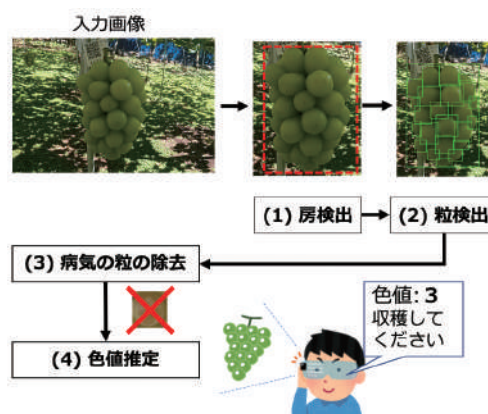


図2 ブドウの色推定の処理の流れ

関東支部第28期総会・講演会および 関東学生会第61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、上記総会および講演会をWEBにて開催いたします。今回も特別講演、オーガナイズドセッション等を企画し、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。今回は卒業研究発表会・総会を初日に、一般講演会は2日目に実施します。

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、学生員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。皆様の積極的なご参加をお待ちしております。

- 開催日 第28期総会：2022年3月14日（月）、講演会：15日（火）
第61回学生員卒業研究発表講演会：2022年3月14日（月）
- 会場 WEB開催
- 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
- WEBサイト 第28期総会・講演会 <https://www.jsme.or.jp/conference/ktconf22/>
第61回学生員卒業研究発表講演会 <https://www.jsme.or.jp/kt/sotsuken/61stGakusei.html>

開催会場(工学院大学)の紹介

実行委員長 大石 久己(工学院大学)

工学院大学の前身である『工手学校』は、1887(明治20)年10月31日に帝国大学総長渡辺洪基を中心として、明治日本の産業振興の担い手養成を目的として発議され、翌1888年2月に授業が開始されました。機械系学科は、設立当時より設置されています。

現在は、「建学の精神（社会・産業と最先端の学問を幅広くつなぐ『工』の精神）」を掲げ、4学部（工学部、先進工学部、建築学部、情報学部）となっています。それぞれの特徴を活かし、「持続型社会を支える科学技術の発展」に寄与することを教育研究上の目的としています。

新宿副都心にある新宿キャンパスは、新宿駅西口から徒歩5分で、東京都都庁に向かう地下通路の途中にあります。

高層ビル群の一角にあり、地上28階、地下6階からなる高層ビルです。

一方、八王子キャンパスは、緑豊かな自然環境を持ち、大規模な実験施設や研究施設が整備されています。中央高速IC近くの立地を活かし、キャンパス間をシャトルバスにて所要時間約45分で結んでいます。

さて、今回もWEB開催となり、直接新宿キャンパスにお越しいただくことができなくなりましたが、新しい時代の講演会のあり方の一つとして、物理的制約を脱して有意義な議論の場を提供したいと考えております。多くの方のご参加をお願いいたします。

編集委員

荻原 慎二(委員長、東京理科大学)	水内 郁夫(東京ブロック、東京農工大学)	丹野 格(茨城ブロック、筑波技術大学)
荒井 規允(支部運営委員、慶應義塾大学)	麓 耕二(神奈川ブロック、青山学院大学)	田村 昌一(栃木ブロック、足利大学)
荒木 稚子(支部運営委員、埼玉大学)	高木 基樹(埼玉ブロック、芝浦工業大学)	川島 久宜(群馬ブロック、群馬大学)
早房 敬祐(支部選出委員、(株)荏原製作所)	石出 忠輝(千葉ブロック、木更津工業高等専門学校)	牧野 浩二(山梨ブロック、山梨大学)

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.51』

Mecha-Top KANTO No.51

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

発行年月日:2022年1月5日

印刷製本:株式会社 春恒社

発行者:〒162-0814 東京都新宿区新小川町4番1号 KDX飯田橋スクエアビル2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 03-4335-7620 FAX 03-4335-7618

ホームページ <http://www.jsme.or.jp/kt/>