

KISTEC NEWS

VOL.
23

P.2 〈特集〉

自律型工作機械を目指して

～機械学習を用いた加工面粗さの推定～

P.4 連 載：電撃連打法による白金ナノスポンジ電極の作製とオゾン生成装置への応用

P.6 KISTEC設備ナビ：ガスクロマトグラフ質量分析装置

P.7 電子技術部：EMC試験・高周波測定・電磁界シミュレーションで5G等の最新無線技術開発を支援します

P.8 インフォメーション：研修・教育講座のご案内/研究員、受賞報告！/KISTEC感謝状授与！

自律型工作機械を 目指して

～機械学習を用いた加工面粗さの推定～

工場で行われている加工では、設計図の構想を正確に実物化することが求められます。そのためには、作業者の高度な技能や知識・経験が必要になる場面が多くあります。一方で、最近ではデジタル技術の発展により、機械が自動で作業するようにAIを活用する事例が見られるようになりました。本研究では、工作機械が自ら考えて動く「自律型工作機械」の実現を目指して、AI(機械学習)により加工面粗さを推定する手法の開発に取り組んでいます。

情報・生産技術部 加工評価グループ 主任研究員 横田 知宏

どのような研究ですか？

切削加工では、工具を選択して加工条件を機械に与えると、材料の加工を行うことができます。しかし、適切な加工条件を設定しないと良好な加工面を得ることはできません(図1)。また、一回の加工中にも様々な要因で加工面が良くも悪くも変化することがあります。このようなとき、熟練の作業者は加工の状況を判断し、適切な加工条件に調整しています。この「判断」と「調整」を機械が自律的に行うシステムの開発を目的として機械学習モデルの開発に取り組んでいます。

現段階での成果について教えてください。

これまでに、加工面の良し悪しを「判断」することのできる機械学習モデルを構築しました。加工条件を変更して200条件のエンドミル切削実験を行いました(図2)。実験ではセンサを用いて、加速度や切削抵抗などのデータを収集しました。このデータを基に、特定の加工面粗さのしきい値で加工面を分類する機械学習モデルを作成しました。機械学習モデルの予測精度を高めるには、適切な説明変数を選定して学習させる必要があります。そのために、実験データから様々な特徴量を算出し、

説明変数として機械学習モデルに入力して予測精度を検証しました。様々な説明変数の組み合わせを試行し、最終的に90%を超える加工面粗さ分類の予測精度を実現することができました。

今後の展開を教えてください。

今後は、加工条件の「調整」を行うシステムの開発に取り組みます。具体的には、本研究で構築した加工面粗さ分類の機械学習モデルを活用して、最適な加工条件を逆解析する手法を開発します。機械学習モデルでは、加工条件や加工中のセンサデータを入力とし、加工面粗さの予測値

機械学習

機械学習は、大規模データを統計的なアルゴリズムを使って予測に役立てる技術のことです。機械学習の方法には大きく分けると「教師あり学習」と「教師なし学習」と「強化学習」があります。本研究では、「教師あり学習」のアルゴリズムで機械学習モデルを構築しました。

加工面粗さ

加工した表面の粗さ(滑らかさ)を表す指標です。本研究では、算術平均粗さRaと最大高さRzを用いました。値が大きいのほど粗く、小さいほど滑らかな表面を表します。

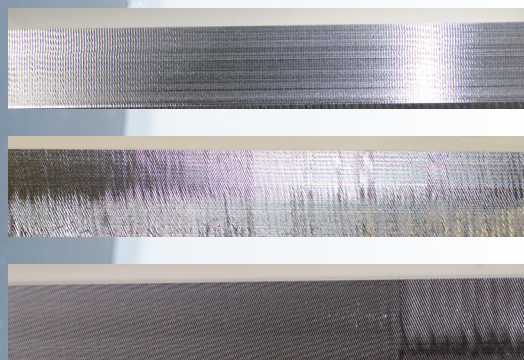


図 1：加工面の例

良好な加工面
(加工面粗さが小さい)

荒れた加工面
(加工面粗さが大きい)

途中で状態が
変化した加工面

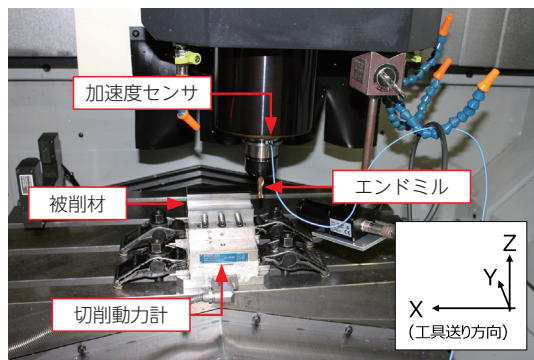


図 2：エンドミル切削実験の様子

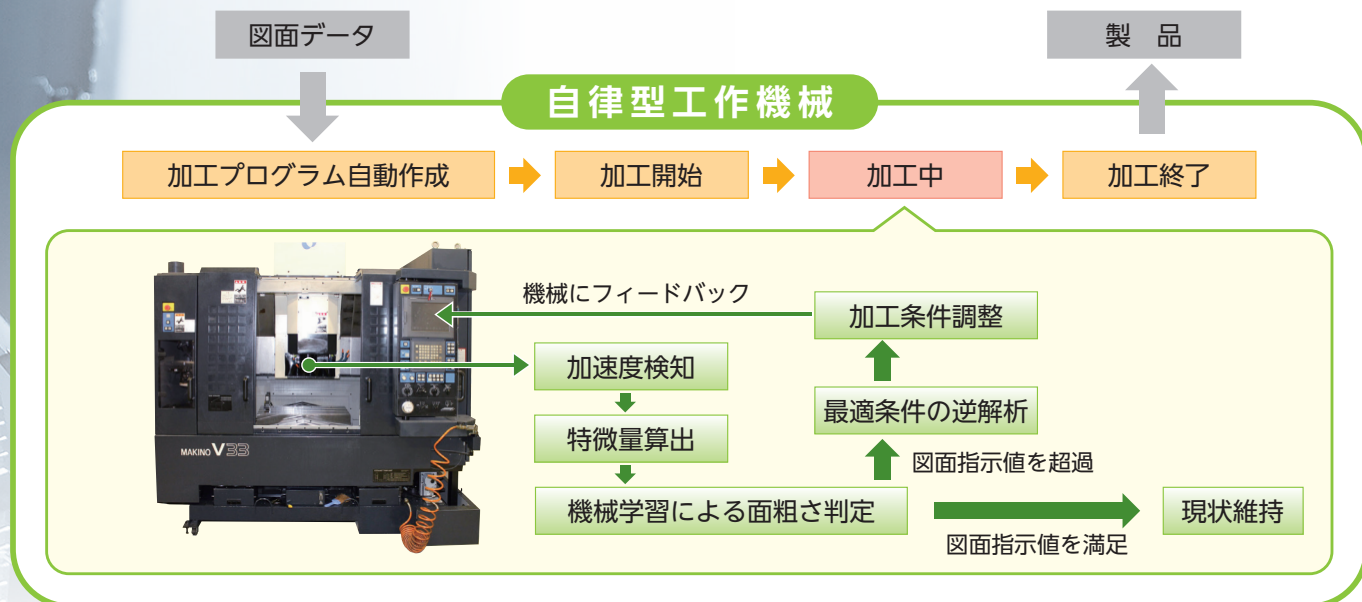


図 3：自律型工作機械の将来構想

(良否判定)を出力します。自律型工作機械ではこの良否判定で否となった場合、適正な加工条件への調整を行う必要があります。そのため、加工面粗さの良否判定と図面指示値を入力し、最適な加工条件を出力するシステムを構築する予定です。

将来、どのような効果が期待されますか？

本研究の将来構想は、自律型工作機械の実現です(図3)。この自律型工作機械では図面データを入力として与えると、工作機械が自動で加工プログラムを生成し加工を開始します。加工中には図面の指示を実

現する最適な加工条件に自動で調整を行い、高精度・高品質な製品を製造します。本研究の成果である「加工面粗さ分類の機械学習モデル」は、この自律型工作機械が加工条件の自動調整を行う「頭脳」となります。自律型工作機械が実現すれば、多くの製造現場で高精度・高品質な製品を安定して製造し続けることが可能となります。このような自律型工作機械は、国内製造業の競争力向上や、歩留まりの向上による廃棄物削減などの効果が期待できます。



横田 知宏 主任研究員

問 情報・生産技術部
加工評価グループ

☎ 046-236-1500

URL https://www.kistec-biz.jp/e_mail_consul/



エンドミル

切削工具の一種で、棒状の材料の側面と底に切れ刃が成形されているものです。主にマシニングセンタという工作機械の主軸に取り付けて、高速で回転させて材料を加工する際に用いられます。

説明変数

機械学習において、結果となる事象(目的変数という)を説明するために入力として使われる変数のことです。説明変数と目的変数は、原因と結果の関係にあります。

電撃連打法による白金ナノスポンジ電極の作製とオゾン生成装置への応用

川崎技術支援部 材料解析グループ 主任研究員 おちあい つよし 落合 剛

低コストで効率よくオゾンをつくりだす研究です。図1に示す通り、まず「電撃連打法」と命名した方法で、ナノサイズのスポンジ状の白金をチタン板の表面に作製します。これを電極として水を電気分解すると、水素とオゾンが生成します。このときのオゾン生成効率は、従来の電極の10倍以上高い数値を示します。しかも、ごく微量の白金と金属チタンから電極を作製でき、一般的なPC用ACアダプター程度の電源で駆動可能なので、コストも低くなります。消毒や脱臭など、オゾンが活躍する場面への応用が期待できます。

研究内容・成果

きっかけは、10年ほど前に当時の同僚たちと実験していたときのミスでした。チタンと白金の電極を、溶液中でうっかりショートさせてしまったところ、ショートした部分から泡が発生しました。何回もショートさせると、泡の発生はどんどん激しくなりました。調べてみると、泡の正体は高濃度のオゾンガスでした。何回もショートさせる様子から「電撃連打法」と命名し、新しいオゾン発生方法として、研究を開始しました。

とりいそぎ、基本的なデータで特許を出願したり論文を投稿しましたが、「なぜこの方法でオゾンが発生するのか」という本質的な部分は、長い間なぞでした。一昨年、新規導入した微細構造解析装置のおかげで、ショートした部分で何が起きているのか、右記のように少しずつ解明しています。

1. ショートのエネルギーによって、白金とチタンが融けあって合金ができる。
2. 電気分解によって、合金の最表面の白金とチタンが溶解・再析出を起こし、白金ナノスポンジ構造が形成される。(図1右上の2つの電子顕微鏡像参照)
3. 白金ナノスポンジ構造が、水を電気分解する際に「電極触媒」としてはたらき、効率よくオゾンを生産する。
4. 溶解・再析出が進むにつれ、白金ナノスポンジ構造が剥離して、オゾンの生成効率が低下する。(図2右のグラフ参照)

新しいオゾン生成方法として提案するためには、安定してオゾンを生産させつづけられないといけません。ショートさせる動作や溶液の種類・電圧などの条件を変えてみましたが、上記4の剥離をおさえ、安定してオゾンを生産さ

せつづけることには、今のところ成功していません。そこで、「簡単にしてくれるのだから、剥離したらまたつくればいい」と発想を転換し、図3に示すオゾン生成装置を試作しました。設定した条件で自動的にショートの動作を繰り返すしくみにすることで、ある程度一定のオゾン濃度を維持することに成功しました。昨年末に、この研究の特許が公開されたところです(特開2022-190270)。

研究・開発で苦労している(苦労した)点

新しい現象を発見し、その謎を解明するという作業がとても楽しく、特に苦労したという記憶がありません。しいてあげるならば、オゾンの生成効率が高すぎて、条件によっては高濃度のオゾンガスが発生して危険なので、安全を確保しながら慎重に実験しなけれ

ホウ素ドーブダイヤモンド (BDD) 電極

通常のダイヤモンドは絶縁体ですが、ホウ素をドーブした人工ダイヤモンド(BDD)は半導体となります。このBDDを電極として、水を電気分解すると、水素とオゾンが発生します。なぜオゾンが発生するのか、その原理は未解明の部分が多いですが、水の浄化や殺菌消毒などに応用されています。

電極触媒

電気分解等の電気化学反応では、電極自身が、反応前後で変化せず特定の反応を促進させる「電極触媒」として働くことがあります。例えば燃料電池では、白金が、電極としてのみならず、水素の酸化を促進する電極触媒としても働きます。電極表面をナノスケールで加工し、金属酸化物や貴金属のナノ粒子をつけることで、電極触媒としての性能が向上することが知られています。

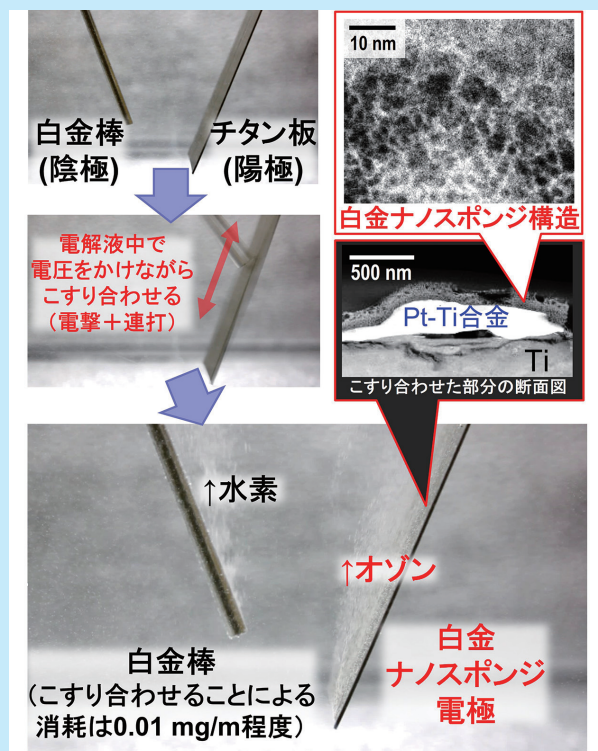


図1:「電撃連打法」による白金ナノスポンジ電極の作製工程

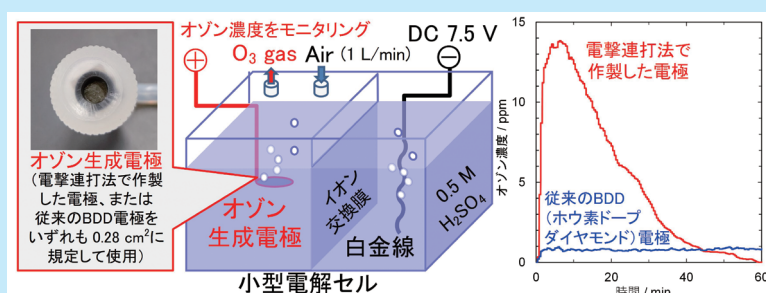


図2: (左) 小型電解セルを用いたオゾン生成実験の模式図 (右) 電撃連打法で作製した電極と、従来のBDD (ホウ素ドーブダイヤモンド) 電極との性能比較

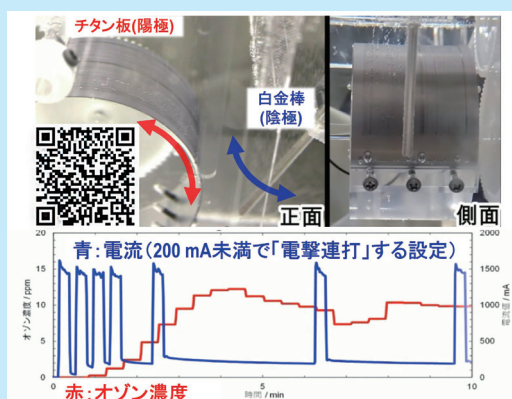


図3: 試作オゾン生成装置の外観と駆動データ。ドラム状のチタン板と、白金棒が、設定電流値を維持するよう「電撃連打」を繰り返し、所定のオゾン濃度(この例は10 ppm)をキープする設計。このとき消費電力は約50 W。図中のQRコードから、JST 新技術説明会の公式YouTubeチャンネルにアクセスすると、実際に動かしながらか説明している動画が閲覧可能。

ばならない点でしょうか。また、溶液の種類や電圧などの選択肢が多岐にわたっており、実験したい条件が無数にあって時間が足りないことも悩ましいです。

研究・開発の成果がどのような分野で役立つ可能性があるか (今後の展開などがあれば教えてください)

現在、オゾンが活躍しているすべての場面で役立つ可能性があります。具体例を以下に記します。

- ・新型コロナウイルス感染症をはじめとした各種感染対策・消毒・殺菌
- ・空気浄化・脱臭・水処理
- ・繊維製品などの漂白

これらの場面で、従来のオゾン発生方法を本研究の方法に置き換えていただくだけで、コスト削減や省エネルギー化につながります。また、本研究の方

法は、大面積の電極でも安く簡単につくれるので、従来の方法では困難だった、大量の物質のオゾン処理や、迅速な脱臭・消毒なども可能になります。

これを読んでくださっている皆さんから、「〇〇に使ってみたい!」というご相談やお問い合わせをお待ちしています。

研究員紹介

●これまでの経歴を教えてください。

大学院在学中、鉄道会社の学生研究員として、光触媒とBDD電極に関する研究に3年従事。大学院修了および鉄道会社退職後、2008年より財神奈川科学技術アカデミー (KAST) 研究員として、光触媒等の環境浄化や医療への応用について研究。組織統合・独法化を経て現在に至る。研究に加え、光触媒製品開発のサポートや、人材育成部等と連携した科学の普及活動に従事。所外でも、大学の客員准教授や非常勤講師として幅広く活動。

●なぜ今の分野の研究をしているのですか? (研究員になったきっかけや、今の分野を選んだ理由など)

高校生の頃は、分野は何でもいいので大学の先生になって研究したいと思っていました。しかし大学で、企業で研究するのも面白いと思うようになりました。悩んでいた時、当時のKASTの皆さんが楽しそうに研究している様子を見て、「産学公連携」で大学の研究にも企業の研究にも触れられる公的機関の研究員が一番面白そう、と思い、KASTの門をたたきました。それから15年、選択は間違っていないかと思います。

●座右の銘(もしくは、尊敬している人物)を教えてください。

尊敬している人物は藤嶋昭先生です。いつもポジティブで、科学と研究の楽しさを教えてください(右写真)。

●好きなこと、休日に行っていることを教えてください(趣味や特技等なんでも構いません)。

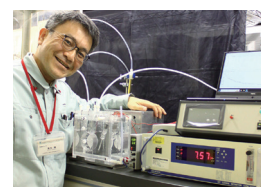
休日は妻と娘と近所を散歩しながら、自然の面白さや不思議さについて考えています。地域の学校への出前授業や大学での講義の話題にもなります。



藤嶋昭先生(中央)と、濱田健吾研究員(左)と、光触媒ミュージアムで

論文および国際学会発表実績 (受賞歴も含む)

1. "Electrolytic ozone generation at Pt nano-sponge electrode prepared by multiple electrostrike method" 33rd Topical Meeting of ISE, 2022, チリ
2. "Decomposition of Gaseous Styrene Using Photocatalyst and Ozone Treatment" Catalysts, 2022
3. "光触媒および導電性ダイヤモンド電極の環境浄化や医療への応用に関する研究" 2014 年度電気化学会進歩賞



ガスクロマトグラフ質量分析装置

化学技術部 上席研究員 いわもと たくじ 岩本 卓治



公益財団法人 JKA による 2022 年度公設工業試験研究所等における機械設備拡充補助事業を受けて導入しました。

ガスクロマトグラフ質量分析装置 (GCMS) はガスクロマトグラフ (GC) と質量分析計 (MS) が一体化した分析装置です。揮発可能な有機化合物を測定するための装置になります。工業製品部材や環境試料には多くの有機化合物成分が混在していますが、これら複数の有機化合物成分を GC 部で単一成分に分離し、単離した成分の質量スペクトルを MS 部で取得することにより、どういった成分で構成されているか (定性)、その成分がどれくらいの量含まれているか (定量) を調べることができます。

性能・特長

装置は多機能前処理付き GCMS とヘッドスペース GCMS で構成され、多機能前処理には液体試料用のオートサンプラー、固相マイクロ抽出 (SPME)、サーマルディソープション (TD) が付属しております。試料中の有機化合物成分を有機溶媒もしくは熱で抽出して分析する場合には、それぞれ液体試料用のオートサンプラー、ヘッドスペース (HS) を使用します。また、成分濃度が低い場合には SPME や TD を使用し、濃縮して分析することで、微量成分にも対応することができます。

こんな分野におすすめ！

揮発する有機化合物を測定対象とすることから、自動車関連、電子部品、化学品等の研究開発や品質管理、製品が故障した場合の原因調査等にご利用いただけます。

こんな悩みを解決！

- 製品に含まれる有機化合物成分の濃度管理をしたい。
- 製品から発生するガスがどういった成分か、どれくらいの量があるのかを調べたい。
- 室内空気環境中の VOC (揮発性有機化合物) の成分分析をしたい。

ご相談先

☎ 化学技術部 環境安全グループ

☎ 046-236-1500

URL https://www.kistec-biz.jp/e_mail_consul/



多機能前処理付き GCMS



ヘッドスペース GCMS

基本データ

機器名称	ガスクロマトグラフ質量分析装置 (多機能前処理付き GCMS, ヘッドスペース GCMS)
型 式	GCMS-QP2020 NX, AOC-6000Plus
メーカー	(株)島津製作所
サ イ ズ	多機能前処理付き GCMS : 1800mm × 900mm × 1250mm, ヘッドスペース GCMS : 1400mm × 800mm × 850mm
導入年度	2022 年度

利用料金

試験計測や技術開発受託でご利用いただけます。試験条件により料金は異なりますので、詳細は担当者までご相談ください。

EMC 試験・高周波測定・電磁界シミュレーションで 5G 等の最新無線技術開発を支援します

電子技術部 副部長 兼 企画部 DX・ローカル 5G 担当課長 菅間 秀晃

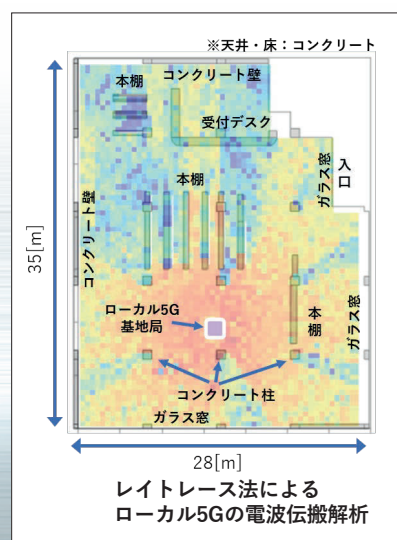
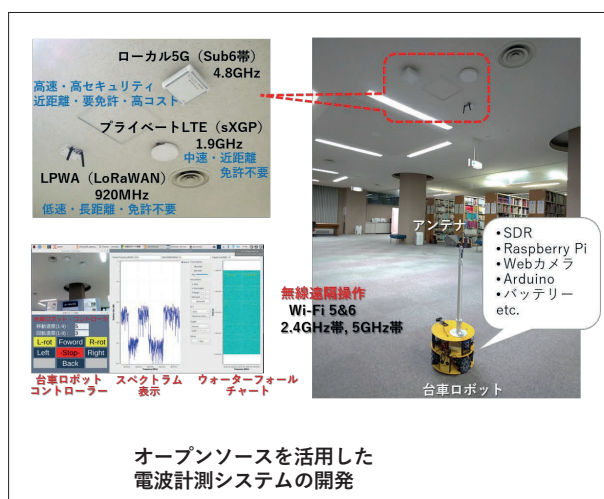
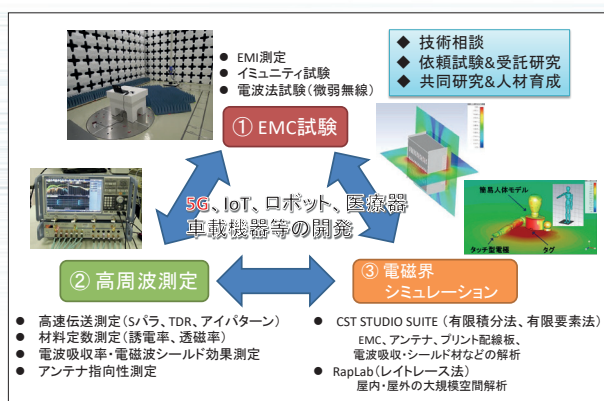
5G(第5世代移動通信システム)等の最新無線通信システムはマイクロ波やミリ波といった周波数1GHz以上の電波を利用し、高速・大容量の無線データ通信が可能となり、高度なIoTシステムへの応用が期待されています。そして、そこで使用される電子材料、電子部品、電子機器等は、マイクロ波・ミリ波帯域での電磁波特性評価が必須となっています。

電子技術部では、電磁環境グループを中心に、①電波暗室でのマイクロ波帯のEMC試験(EMI測定と放射電磁界イミュニティ試験)、②ネットワークアナライザを用いた電子材料のマイクロ波帯・ミリ波帯(67GHzまで)での誘電率・透磁率測定や電磁波吸収率・シールド効果などの特性評価および電子回路基板配線等の高速伝送特性測定、③電磁界シミュレータを活用した電磁界解析、による三位一体でものづくり技術支援を実施しています。シミュレーションのモデリングに必要な電子材料の誘電率や透磁率は実測値を使用することも可能です。さらに、シミュレーション結果を基に試作したアンテナの特性を電波暗室で確認することも可能です。

企画部経営戦略課では、ローカル5G(Sub6帯)の無線局免許を取得して、図書室等の実証スペースにおいて企業や大学とローカル5Gを利用したIoTシステムやロボットの動作検証、ローカル5Gの電波伝搬特性評価などの共同研究を実施しています。オープンソース(Raspberry Pi、Arduino、Python、ソフトウェア無線(SDR)など)を活用した電波計測システムの開発、レイトレス法によるローカル5Gの電波伝搬解析などを実施し、研究成果を学会等で発表しています。

KISTECでは、ローカル5G等の実証スペース提供やEMC試験・高周波測定・電磁界シミュレーションによる測定・解析技術によってDX支援を実施していますので、お気軽にお問い合わせください。

☎ 電子技術部 電磁環境グループ / 企画部 経営戦略課 新事業戦略グループ
☎ 046-236-1500
URL https://www.kistec-biz.jp/e_mail_consul/



KISTEC研修・教育講座のご案内

企業の研究者・技術者等を対象とし、学習効果を高める工夫をこらしたオンライン講座や少人数での対面講座を開催しています。

①	よくわかる環境 ISO 講座	令和 5 年 4 月 21 日(金)	全 1 日間	オンライン
②	ISO14001 内部監査員養成講座	令和 5 年 5 月 22 日(月)、23 日(火)	全 2 日間	オンライン
③	よくわかる品質 ISO 講座	令和 5 年 5 月 31 日(水)	全 1 日間	オンライン
④	ISO9001 内部監査員養成講座	令和 5 年 6 月 27 日(火)、28 日(水)	全 2 日間	オンライン
⑤	EMC 入門セミナー	令和 5 年 5 月 25 日(木)、26 日(金)	全 2 日間	オンライン
⑥	EMC「電波吸収体・シールド技術」セミナー	令和 5 年 6 月 5 日(月)～26 日(月)	全 4 日間	オンライン

☎ 人材育成部 産業人材研修グループ ☎ 046-236-1500

※やむを得ない事情により、日程・内容等の変更や中止をする場合があります。詳細はHPをご覧ください。

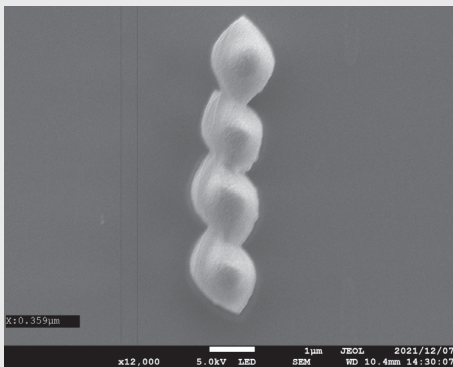


安井 学 上席研究員が、学会フォトコンテストで優秀賞受賞！

題 目 「小さな小さな枝豆です」

KISTECの電子技術部に所属する安井 学 上席研究員が、2022年11月に開催されました第39回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウムFuture Technologies From TOKUSHIMA 2022 フォトコンテスト「ナノ部門」において、優秀賞を受賞しました。

本フォトコンテストは、研究分野の異なる研究者や、MEMS、微細加工等を知らない一般の方が興味を持ちそうな写真の募集がなされ、作品が掲示されることにより、研究分野の異なる研究者間交流や一般の方への広報活動の一環として企画され、今回は、従来のミリ部門・マイクロ部門・ナノ部門のスケールごとの3部門にCG/動画部門等が加わった全37作品の応募があり、本受賞に至りました。



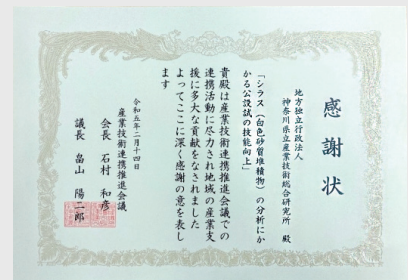
(左) 優秀賞を受賞した画像 (右) 賞状

KISTECの取り組みへ感謝状

KISTECが取り組む「シラス(白色砂質堆積物)の分析にかかる公設試の技能向上」について、産業技術連携推進会議より感謝状を授与されました。

産業技術連携推進会議の知的基盤部会の分析分科会において、KISTEC化学技術部の研究員が、安価で機能性に優れた天然資源として注目されているシラスの強熱減量、SiO₂、Al₂O₃、CaO、MgOを共同で分析しました。

分析技術に関するノウハウの共有により、分析技能の向上や技術の伝承、地域でのものづくりの安定性や高度化の下支え、国内製造工業製品の品質維持への貢献、地域企業製品の産業競争力の向上への貢献が期待されます。



感謝状

KISTEC NEWS

©2022 Kanagawa Institute of Industrial Science and Technology

Vol.23

2023年3月発行

■住所変更・送付停止のご連絡先

企画部 情報戦略課連携広報グループ

TEL: 046-236-1500 E-mail: renkei_koho@kistec.jp



地方独立行政法人

神奈川県立産業技術総合研究所

KISTECの最新情報はメールマガジンでチェック！
月2回程度配信しています。ぜひご登録ください。

https://www.kistec.jp/aboutus/mailmag_info/mailmag_appform/

ものづくりに関するご相談・ご依頼はこちらのメール
技術相談(無料)をご利用ください。

https://www.kistec-biz.jp/e_mail_consul/

県内4拠点 海老名本部、溝の口支所、殿町支所、
横浜相談窓口(よこはまランチ)

<https://www.kistec.jp/aboutus/access/>

KISTEC YouTube公式チャンネルもご覧下さい。

https://www.youtube.com/@KISTEC_official/featured

