



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.49 2021.1.5発行

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 禍におけるある大学の対応と今後

群馬大学 大学院理工学府 船津 賢人

群馬大学は北関東（群馬県前橋市、桐生市、太田市）にある国立大学法人です。2020年4月には宇都宮大学との共同教育学部が設置されています。本学においても、2019年度の終わりから現在（2020年10月）まで、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の対応におわれていますが、徐々にいわゆる新しい生活様式に移行すべく鋭意努力しています。ここでは理工学部のある桐生キャンパス（群馬県桐生市）の対応、主に講義について（二学期制）、私見を交えながら振り返ります。

2019年度終わりの学部4年生の卒業研究発表会は三密を避け、研究室単位での実施となりました。学位記授与式、入学式は中止となり、2020年度前期講義は4月中旬開始と変更されました。4月初旬には、教員に対するオンライン講義のための全学的なレクチャーが始まり右往左往していたことを思い出します。4月16日には群馬県にも緊急事態宣言が発出され、前期講義の『完全』オンライン化が進められました。私は、Zoom（Web会議サービス）によるライブ配信型講義を選択し、居室からPC、スマートフォン（カメラ用）、ホワイトボードを使って講義を進めました。戸惑いもありましたが、徐々に慣れていくことができたのは、周りの教職員の方々の喫緊の課題解決に関する協力的かつ献身的なサポートと学生達からの多くのコメント、そして、国立情報学研究所（NII）の「4月からの大学等遠隔授業に関する取組状況共有サイバーシンポジウム」から得た情報によるところが大きいです。特

に、学生達の積極的なZoom質問・チャットやSlido（匿名質問サービス）への書き込みに助けられました。学生達は、自宅待機中のオンライン講義への参加



写真1 群馬大学桐生キャンパス
(2020年6月11日)

であり、キャンパスには学生達の姿は一切みえません（写真1）。前期試験は、オンラインあるいはレポート提出となりました。7月末の機械知能システム理工学科（学部3年生の筆者講義；熱流体シミュレーション）のアンケート結果によると、興味・喜びの減退がありますか？（Yes 49% No 50%）、孤立感や孤独感がありますか？（Yes 28% No 71%）、1日の睡眠時間は？（5時間が最多で46%）でした。オンライン化による宿題等の増加傾向のため睡眠時間が減少した可能性もあります。

2020年度後期講義も一部を除き完全オンライン化となり、2021年度は対面とオンライン講義の併用型へと移行するものと思われませんが、「情報の共有化」、「通信環境の整備（学生自宅等、講義室）」、「DX（デジタルトランスフォーメーション）の推進」、「教職員・学生のメンタルケア」、さらには「職員の増員（対面講義サポート等）」の必要性がみえてきました。



SDGsに貢献する微小エネルギーを利用した MEMS環境発電

群馬大学 大学院理工学府 鈴木 孝明

手頃なエネルギー源の確保は、SDGs (Sustainable Development Goals : 持続可能な開発目標) における1つのゴールであり、社会のレジリエンス (自然災害などに対する耐久力や社会インフラの回復力) を高めるだけでなく、きたる超スマート社会 Society 5.0 の核心的技術となります。とくに、次世代IoT (Internet of Things:モノのインターネット化) システムでは、微小なエネルギーの高効率変換・高度利用が、メンテナンスやモニタリングの自動化・無線化・省力化をもたらす、社会の持続的発展に必要な不可欠な技術になります。たとえば、橋や道路の振動から得た電力によりセンサを駆動し、それらインフラからの情報を集めることや、製造現場の装置の振動から得た電力により、装置や加工部品などの様々なデータを集め、それらを繋げることで技術革新、生産性向上、技術伝承を図ることが可能となります。

このような通常は見逃されてしまう身の回りの小さな振動エネルギーから電力を生み出そうとする技術が、振動発電技術です。エネルギー変換素子が組み込まれたバネ・質量・ダンパ系で考えられる振動発電デバイスは、その質量に加速度が作用して振動したときのエネルギーを電力に変換します。たとえば、変換素子材料に圧力を加えることで生じるひずみに応じて、電圧が発生する圧電現象などによって発電します。

ここで、効率良く発電するには、振動発電デバイスの固有振動数を環境の振動数に合わせて共振させることが必要です。設計に必要な要件は、①小さなセンサに小さな振動発電デバイスを組み合わせたい、②身の回りの環境振動の主な周波数帯である100 Hz以下の低周波数で共振させたい、となります。ここで問題となるのが、モノのサイズが小さくなるほど、モノの固有振動数は高くなってしまい、うまく共振を起こすことが困難な点です。

そこで我々は、図1に示すようなポリマー材料をベースとしたフレキシブル振動発電素子を研究しています。剛性の低いポリマー材料を用い、さらに、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems : 微小電気機械システム) 技術を用いて、図2に示すようなメカニカルメタマテリアル構造と呼ばれるマイクロメートルオーダの微細柔軟構造を組み込むことで、ボタン電池サイズ程度にも関わらず、20 Hz程度で共振する振動発電デバイスを開発しました。

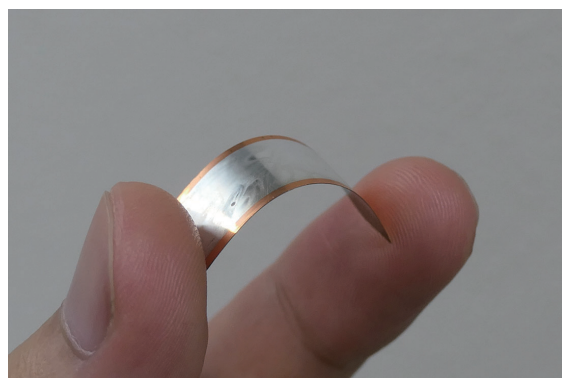


図1 フレキシブルMEMS振動発電デバイス

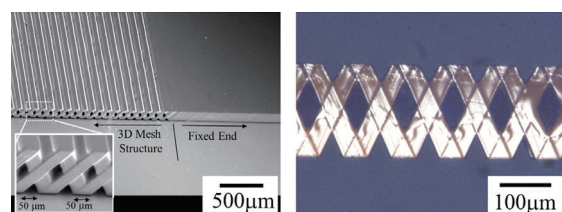


図2 メカニカルメタマテリアル構造の例

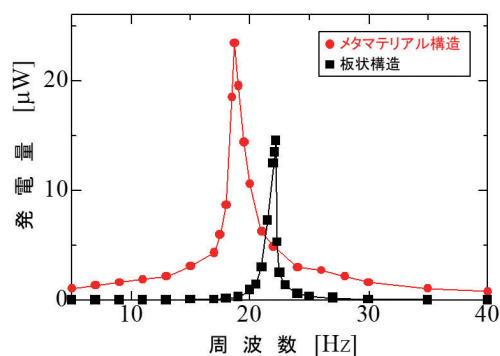


図3 加振周波数に対する発電量の変化

さらに、図3に示すように、板材でデバイスを構成した場合に対して、メタマテリアル構造を組み込むことで、発電量の増加も可能です。片持ちはり形状のデバイス内部では、ひずみがゼロになる中立軸が存在しますが、メタマテリアル構造を組み込むことで、ひずみに応じて電圧が発生する圧電材料を中立軸から遠ざけ、材料に生じるひずみが増えるためです。

肉眼では単なる部材には見えないメタマテリアル構造で、いろいろな工夫が考えられます。現在、科学技術振興機構JST・戦略的創造研究推進事業CREST「MEMS振動発電を用いたパーペチュアル・エレクトロニクス」に参画し、研究を進めています。

山梨
ブロック

X線を利用したモモシクイガ被害果検査システム

山梨大学 渡辺 寛望

山梨県の特産品の1つであるモモの輸出振興を目的として、モモシクイガという蛾の幼虫に食害された果実（被害果）を検査するシステムを研究開発しています。モモシクイガは、モモやリンゴなどのバラ科の果実を食害する蛾の一種で、果実内部を食害します。モモの主要な輸出先である台湾には、モモシクイガについて厳しい検疫規則があります。そのため、台湾向けの輸出モモは、すべて、モモシクイガやモモシクイガによる被害を受けた被害果が含まれていないか60秒以上の時間をかけて1個ずつ目視検査をしています。しかしながら、モモシクイガの卵は直径0.3mmと非常に小さく、ふ化直後の幼虫の頭幅も0.2mm～0.3mmと極めて小さいため、見逃しが発生していました。さらに、幼虫が果実内部に侵入するときに見える穴は、果実の成長により塞がってしまうことも目視検査を難しくしている要因の1つです。

そこで、我々はX線装置を用いてモモシクイガの被害果を検査するシステムを研究開発しました。図1は検査システムです。パレットにモモをのせて、オペレーターコンソールの検査開始ボタンを入力すると、パレットが自動的にX線装置内部に移動し、シャッターを閉じてX線画像を撮影します。図2は被害果モモのX線画像です。赤丸が食害箇所です。X線を利用することで、果実を傷つけることなく、果実内部を検査することができます。食害を受けていない果実（健全果）であれば、X線画像は果実中心が暗く果実周囲に近づくに連れて明るくなります。食害がある場合は、食害箇所が空洞となるため、X線の透過率が果肉と異なり、X線画像上では明るくなります。明るさの変化を利用して、食害箇所を検出します。食害箇所の検出には画像処理の技術を用いて、自動的に検査します。画像処理による自動検出で難しい部分は、X線特有の揺らぎへの対策と、種子と果梗部（枝に付くモモの柄の部分）の影響です。X線画像では、X線光子密度の変動等により、X線の強さがランダムに変わるため、X線画像の全体的な明るさがランダムに変化し、画像全体に粒子状のノイズが生じます。食害箇所も非常に小さいため、複数画像を平均化する方法を採用しました。種子と果梗部は、X線画像上で果肉とは明るさの変化が異なるため、食害箇所と区別することが困難です。パレットへのモモの設置方向を厳密に設定し、X線画像上での果梗部の位置が大きく変わらないようにして、



図1 検査システム外観

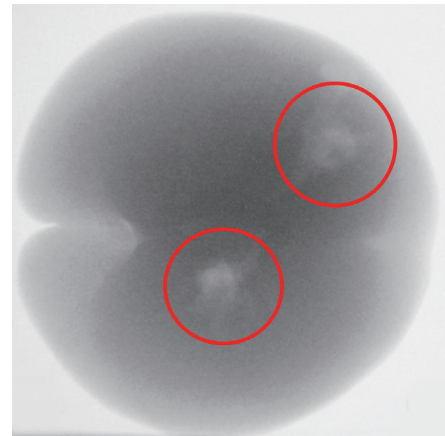


図2 被害果のX線画像

画像の特徴を用いて種子、果梗部、食害を区別しました。

研究開発した検査システムを山梨県内2か所のJA（農業協同組合）と福島県内のJAで実証試験を行いました。試験期間は、2016年度は約3週間、2017年度は約5週間、2018年度は約4週間でした。モモの出荷時期に合わせて7月から8月に試験を行い、台湾への輸出モモと同等品を用いて検査を行いました。システムで検査したモモを、検査員が4mm幅にスライスし、健全果と被害果の確認を行いました。3年間で5,000個のモモを検査し、被害果を被害果として検出することに成功しました。しかしながら、健全果を被害果として検出することがありました。今後は画像処理アルゴリズムを改良し、健全果を被害果として検出することを減らしていきたいと思っています。本システムによる検査時間は、1果実あたり約30秒であり、現在行われている目視検査の半分の時間で検査することを実現しました。今後は、検査時間のさらなる短縮と、システムの信頼性の向上を目指します。

東京
ブロック

微妙な違いを機械学習で見分ける ～ 機械学習で切り開く、新たな世界 ～

早稲田大学 古谷 正裕

赤ちゃんは泣くのが仕事だと言われる。優しく声を掛けてもらっても、まだ雑音との違いが判別できず、混乱してしまうからだ。成長するにつれ、言葉を覚え、同じ言葉でも誰の発話か聞き分けられるようになる。そして洗濯機やエアコンなどが音を立てても意識しないように、大事な音に集中できるようになる。

医療の世界では医師はお腹に聴診器を当てて肺や心臓の音から病に罹っていないか診断する。高音と低音とで聴診器の表と裏を使い分けながら、呼吸による空気の流れや、心臓による血液の流れが作り出す音から異常を診断する。医師の長年の経験に基づき音色を総合的に判断する診断技術は、関数に記述しにくい。機械学習が必要とされる分野である。

ポンプやエンジンなどの回転機械は、古くから運転中の音を振動情報から判断している。ある音色（波長）の強度が高くなることで異常を判断していた。しかしながらこの方法では、たまたま外部からその音色が入ると故障と誤認識する。誤認識を抑制するために危険と判断するしきい値を上げると、故障しているのに気づけないことがある。そこで、筆者らは全ての音色情報から異常に関する特徴を見出し、機械学習させることで、新しい予知保全方法を開発している。携帯電話の音声認識技術の応用である。

画像認識についても機械学習が広く採用されている。顔や指紋認証では画像の特徴を機械学習させ、本人かどうかを確認できる。図1に筆者の動画撮影の経験を示す。30年前（図1上）はフィルムで撮影し、暗室にこもって現像して初めて画像を確認できる。そして写真をカッターナイフと糊で切り貼りしながら論文を執筆した。撮影した液滴や気泡などの寸法は物差しで読みとり、グラフに記入した。

現在（図1下）は撮影された動画が直接パソコンに記録され、拡大や縮小、トリミングも何度でも自在に変更でき、論文中に貼り付けられる。さらに機械学習により、画像から物体を認識して抽出できる。

自動車の自動運転を可能にした技術は、撮影画像から車や歩行者、道路や標識を機械学習で認識する研究開発の成果である。セマンティックセグメンテーションと呼ばれる技術は、画像内の色や形などから特徴を機械学習させ、抽出部分が何であるかを弁別する。

図2に沸騰気泡の高速撮影像を機械学習して輪郭

抽出した例^[1]を示す。原画像をコントラスト調整して白黒に二値化する（図2（a）～（c））。ノイズを低減させ判別しやすくするために画像の膨張と収縮を行う（図2（d）：モルフォロジー処理）。離れている画像を色分けしても、人には気泡が繋がって見える（図2（e））。そこで地形図の海岸線の判別技術（図2（f）：分水嶺変換）を用いて個別気泡を認識し、気泡の輪郭を抽出する（図2（g））。画像認識から、気泡の面積や等価直径、気泡位置や移動速度、変形度などが計算できる。

こうして数万枚の画像を自動処理することにより、集中力を要する読み取り作業から解放され、数万枚の画像を一晩で解析することが可能になった。さらに気泡成長過程における合体や分裂などに必要な隣接気泡の情報など詳細情報が得られる。

本稿では機械学習による音響解析と画像解析を紹介した。皆さんも嗅覚や味覚、触覚などを機械学習させた新たな商品やサービスを一緒に考えませんか？

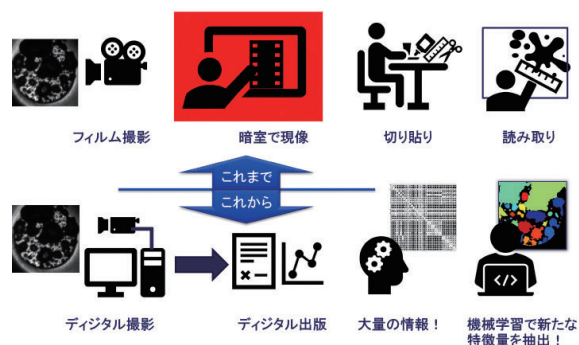


図1 撮影動画処理のこれまでとこれから

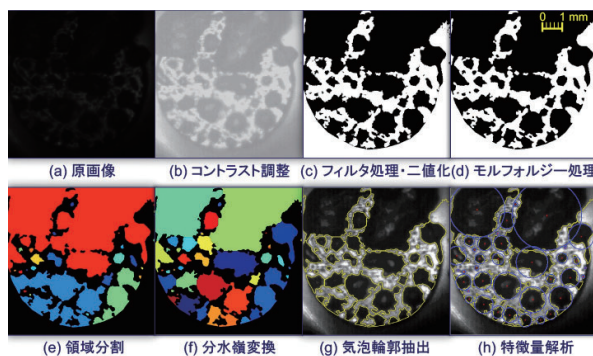


図2 機械学習による撮影気泡の輪郭抽出例^[1]

[1] 古谷他, 日本原子力学会2020年秋の大会予稿集, 3G06 (2020).

さんしん

神奈川 ブロック

沖縄の伝統楽器「三線」における音色の工学的評価

青山学院大学 理工学部機械創造工学科 西宮 康治朗

楽器の世界は実は奥が深い。楽器を工学的に研究すると言うと何だか軽く聞こえるかもしれないが、楽器は至る所で非線形性を持ち、その発音機構は非常に複雑で今も解明出来ない物が多い。ピアノ研究の大御所であるA. Askenfeltによると、「ピアノのような伝統的な楽器の音響が完全に解明される前に人類が月に到達できたことは全く驚くに値しない」そうである。

本研究は沖縄の伝統楽器「三線」が研究対象である。三線の世界では棹(さお)が音色において特に重要だという見解が昔からあるのだが、科学的根拠は殆どない。また楽器音響分野では弦楽器の音色の主要因は弦・駒・響板とされている。そこで本研究は棹の影響も含めた三線の発音機構の解明を目標とする。三線の構造は図1の通りで、主な構成要素は棹・弦・駒・胴である。棹の一部である心が胴内を貫通し、棹の両端で弦を張り、駒を介して胴の膜を押し付ける構造をしている。本研究で判明している棹の影響の内2つを例として図2に示す。a) は棹の厚みによって音色が変化する例である。①では実際の三線の複数の型を用意し、同一の胴に取り付け音色を評価したところ、太棹と細棹で音色の傾向が分類できた。①の下図は倍音分布という図で横軸が倍音(音の高さ)で縦軸が振幅(音の大きさ)を表す。楽器音は基音(ドレミとして聞こえる音[=1次倍音])とその整数倍の周波数である高次倍音を同時に持ち、各倍音の振幅分布によって音色が決まる。なお三線は基音よりも高次倍音の方がよく聞こえる性質を持つ。本計測より細棹の方が倍音分布のピークが低次側にある(全体的に低く感じる)こ

とが分かった。しかし実際の棹には材質の個体差や厚み以外にも形状の差があり、本結果だけでは厚みの差だけの違いかは断定できない。そこで練習用のウッド三線を用いて同一の棹を切削して厚みのみを変えた場合の評価を行った結果、同様の傾向が得られた。これより棹の厚みと音色の関係性が判明した。b) は有限要素法解析により簡易モデルとして円筒型ドラムを解析した結果で、ドラム内に心がある場合とない場合における膜の変位分布(上図)と胴内部の音圧分布と粒子速度の向き(音が進む方向)を矢印で示した分布(下図)である。結果は図2の通り心が障害物となり音波が回折や反射を起こし振幅や周波数に変化を与える事がわかった。以上、まだ部分的ではあるが棹の影響を工学的に証明出来つつある。工学的な音色の評価が可能となれば、演奏家や職人が求めるより豊かな音色を奏でる棹の形状や材質の提案が可能となる為、それに向けて引き続き研究を進めていきたい。



図1 三線の構造

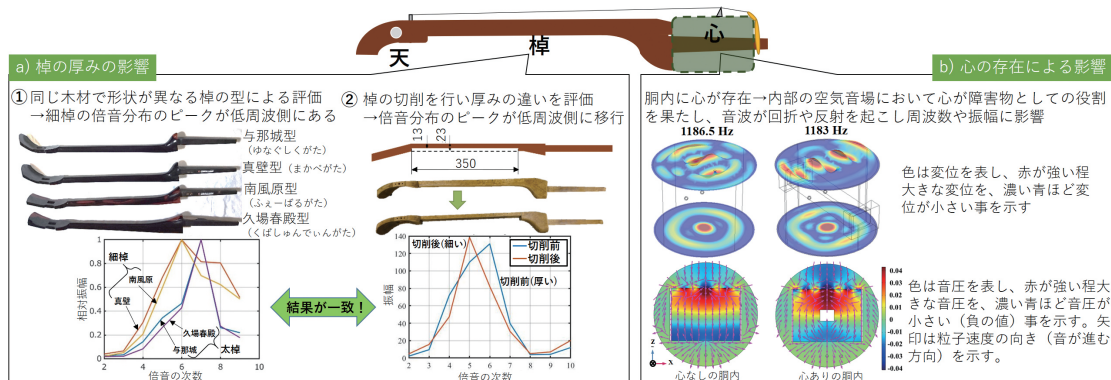


図2 棹が音色に影響を与えるメカニズムの例

埼玉 ブロック

密封機能と低摩擦を両立!!夢のシール技術を実現

イーグル工業(株) 徳永 雄一郎

1.はじめに

シールとは、流体の漏れを防ぐ、重要な機械要素のひとつです。普段あまり注目されない技術ですが、例えば船のプロペラシャフトから海水が流入しないように、またカーエアコンのガスが抜けないように、機械の回転軸部分には、シールが使われています。

回転機械の隙間を塞いで密封するシールでは、回転側と静止側部品間の接触により摩擦損失が生じます。この摩擦損失を減らそうと接触力を弱めすぎると、隙間が開いて漏れが生じてしまいます。この密封と摩擦損失低減という相反する機能の両立は、シールにとって重要かつ難しい課題のひとつでした。今回、これらの機能を、世界で初めて両立させることに成功した、表面テクスチャシール技術をご紹介します。

2.表面テクスチャシール技術

近年、適用機器の高圧・高速化に加え、低環境負荷・低エネルギー損失等の環境への配慮に対するニーズも高まってきています。これらに対応する技術として、しゅう動面上に表面テクスチャ（微細溝パターン）（図1）を付与することにより、摩擦損失の低減と高い密封性能を両立させたメカニカルシールの開発が進められています。表面テクスチャメカニカルシールの特徴として、しゅう動面の高圧流体側に配置された潤滑機構と、しゅう動面の低圧側に配置された密封機構の組合せにより、摩擦を低減しつつ、漏れを抑制することが可能となりました（図2）。

3.適用事例

自動車業界では、電気自動車へのパラダイムシフトが急速に進んでいます。電気自動車用駆動モータ（eモータ）の軸冷却システムでは、高速回転時のシールの低摩擦化と耐久性の向上が必須となっています。図3に、電気自動車用に開発された各種シールの動力損失を示します。いずれの場合も、従来のシールと比較し、表面テクスチャシールの適用により90%以上の動力損失低減効果が得られることが確認されています^[1]。

一方、ロケットエンジン用ターボポンプへの適用検討も進められており、これまで、液体窒素・液体水素・液体酸素などの極低温流体のシールとして安定して運転できることを確認できています。実機エンジンの作動領域を模擬した試験事例として、回転数80,000 rpm(min-1)、0.7 MPaGの液体水素環境で安定して作動



図1 表面テクスチャメカニカルシールGlideX™

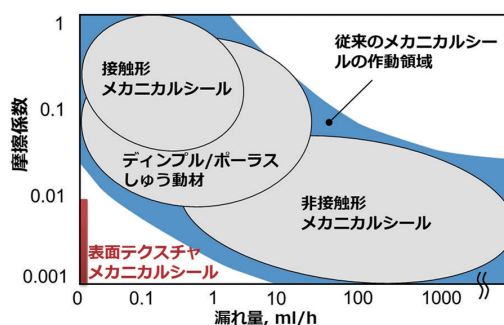


図2 表面テクスチャメカニカルシールの作動領域

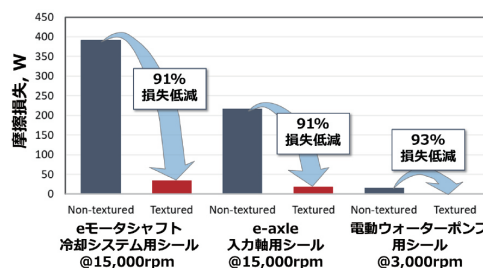


図3 eモータシャフトシールの動力損失^[1]

することが確認されました。また、試験後のしゅう動面には顕著な摩擦や損傷は見られませんでした^[2]。

4.おわりに

表面テクスチャシール技術は、これまで対応が難しかった、厳しい環境への適用検討が着実に進んでいます。今後のさらなる技術の進歩により、機械の環境負荷低減や性能向上への貢献が期待されています。

参考文献

- [1]Tokunaga, Y., et al., SAETechnicalPaper, 2020-01-1090.
- [2]Tokunaga, Y., et al., Proc. Int. Tribol. Conf. Sendai 2019, 20-E-1.

千葉
ブロック

巨大ひずみ加工を用いた高強度金属材料の開発

木更津工業高等専門学校 青葉 知弥

刀鍛冶を見たことがあるでしょうか？テレビや動画サイトで見たことがあるという人も多いかもしれません。赤くなるまで熱した鋼を、金床の上で叩いて形を整え、水の中に入れて冷やすといった作業です。切れ味の良い強い刀を作るには、どのくらいの温度で熱すればいいのか、どの程度の温度の水で冷やせばいいのか、といった技術的な問題を現代の我々は科学的に説明できますが、こうしたノウハウを、昔の職人は経験から蓄積させたのだと思います。現代では、金属の中身（専門用語で組織といいます）を観察する技術が向上し、加工と熱処理によって金属組織を制御して、優れた特性を持つ金属を作るための多くの知見を持つに至っています。

日常で金属を見るときは、アルミニウムや鉄の塊としてしか認識しておらず、その中身について興味を持ったことはないかもしれません。金属というのは、加工や熱処理をしても外観はほとんど変化がありません。ただし、その組織は劇的に変化し、それが金属の特性を大きく変えます。我々が身近に接している構造物にも、こうした現象を巧みに利用した材料が使われています。私たちの研究グループはこうした加工熱処理による金属の組織制御によって優れた金属を開発する研究を行っています。

ここでは、我々が興味を持って取り組んでいるテーマの一つである”巨大ひずみ加工”について紹介します。金属を塑性加工（大きな力を金属に加えて形状を変化させる加工のこと）すると、形状が変わるだけでなく加工硬化と呼ばれる金属材料が硬くなる性質が知られています。金属を塑性加工したとき、加工前の寸法から何%変形したかという値を”ひずみ”と呼びます。一般的な金属の塑性加工では30%以内のひずみ量での加工となります。これを、300%を超えるような、いわゆる”巨大ひずみ”まで変形させると、材料に添加物を加えたわけでもないのに金属材料の強さや硬さを数倍に高めることが可能となります。どうすればこのような巨大ひずみを金属材料に与えることができるのでしょうか。単純に金属を押しつぶして巨大ひずみまで変形させようとすると、元々の大きさにも依存しますが加工後には薄い板になってしまいます。巨大ひずみを加えても厚みを残しておくためには、加工法を工

夫しなければなりません。例えば図1のように、ある方向から圧縮変形させ、90度異なる方向で圧縮、また90度異なる方向から圧縮、という工程を繰り返します。一工程の圧縮によるひずみ量と初期寸法を上手く調整することにより、形状は変えずに累積のひずみ量は大きな値を取ることができます。この手法は、多軸鍛造法と呼ばれる巨大ひずみ加工の一種です。また、このような巨大ひずみ加工を行うと、金属の組織に結晶粒の微細化という現象が生じます。金属は多くの微小な結晶の粒から出来ています。図2のように、巨大ひずみ加工前後では結晶粒が数百 μm から1 μm を下回るサイズまで小さくなっています。これが加工により飛躍的に強さ・硬さを向上させる秘訣になります。目に見えない微小な世界の話ですが、これが金属材料の強さに繋がります。

巨大ひずみ加工の利点は、金属材料の種類を問わず適用できる、新たな添加元素を加える必要がない、などの点が挙げられます。我々はこうした巨大ひずみ加工を利用した高強度・高機能材料の開発プロセスを研究しています。

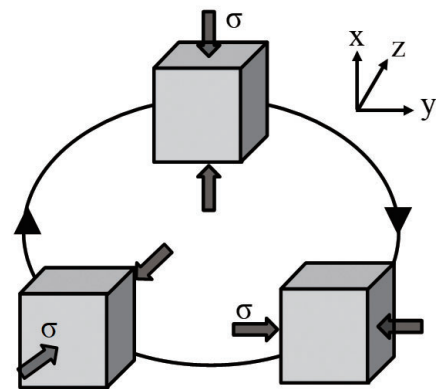


図1 多軸鍛造加工の模式図

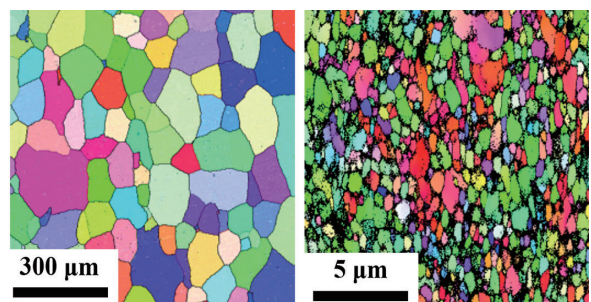


図2 AI-Mg合金の、加工前の組織(左)と多軸鍛造加工により結晶粒が微細化された様子(右)



CFRP配向非破壊検査技術

株式会社ベテル 森 猪一郎

1.はじめに

炭素繊維強化樹脂（炭素繊維と樹脂の一体成型材料）（CFRP Carbon Fiber-Reinforced Plastics）は、航空宇宙や自動車産業で、軽量・強靱な新素材として益々採用が拡大し、最新鋭機では機体の50%以上に使用され、燃費を20%向上させた。自動車産業でも、欧州中心に、鉄・金属材料から、これの積極活用で、燃費向上・EV(Electric Vehicle)の航続距離が急拡大している。CFRPの炭素繊維の配向（傾きや分布）は機械強度に比例関係があり、繊維長・樹脂成型の融解樹脂の流動速度・温度分布の影響で生じる繊維の傾きや分布の不均質により、CFRPの繊維配向や気泡発生が課題となる。CFRPの弾性率や強度を用途に合った最適設計・製造制御・管理が重要となる。繊維配向性評価方法は強度試験・X線CTおよび電磁誘導加熱を利用した検知法が用いられるが、試料の切り出し加工や、長時間検査を要するなど、簡便・実用的な方法の開発が期待された。

2.配向同定装置「TEFOD」(Thermal Evaluation of Fiber Orientation Distribution)の開発

材料の片面を、強度変調したレーザーでスポット周期加熱し、その熱が材料内面に拡散する速さを、赤外線カメラ（サーモグラフィ）で検出して、解析する事で、非接触・非破壊・高速に繊維配向状態を評価できる計測システム（図1）の開発を行った。熱は繊維の方向に流れやすくなるため、繊維の向きや量により温度波の伝搬速度に違いが生じる。各点の温度変化の位相と加熱点の位相の差から材料水平方向全360°方向の位相遅れ分布が一度に得られる。その位相遅れの直線勾配を求めることで、水平方向の熱拡散率を得ることができる。得られた熱拡散率は、材料内の繊維の含有量と繊維の向きにより異なる。算出された熱拡散率の分布に繊維配向密度関数を曲線あてはめ処理をするか、加熱点に対する各方向の熱拡散率を極座標であらわすことにより、繊維配向状態を知ることができる。図2に、実際の測定結果の例を示す。また、実際のCFRPの仕上がりに対して、繊維配向が「均等」（理想的）な場合と、「繊維配向」「繊維量」の偏りが発生する場合の熱伝搬の模式図を、図3に示す。

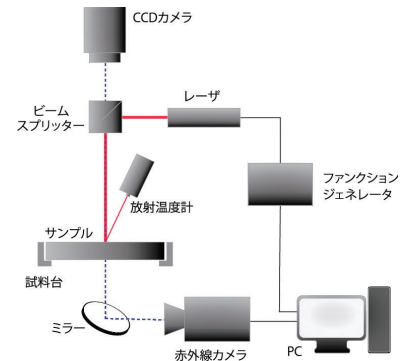
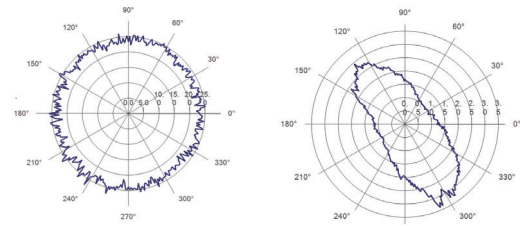


図1 計測システムの構成図



a等方性試料

b異方性試料

図2 熱拡散率の角度分布および配向強度の測定結果

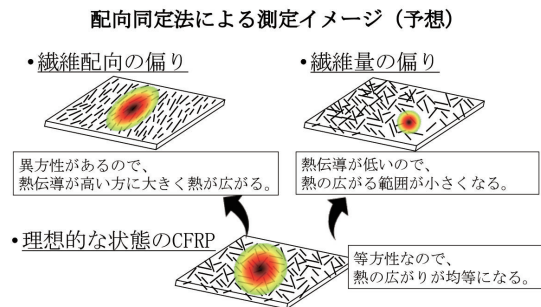


図3 繊維の偏りと熱の伝わりの模式図

3.今後の展望

本方式で、航空機・自動車メーカーの他、多くのシステム・部品メーカーなど、CFRP / GFRP (Glass-Fiber-Reinforced Plastics) / CNTRP (Carbon NanoTube-Reinforced Plastics) 等、各種最先端強化樹脂の繊維配向の評価が可能となる。最先端素材開発・応用製品の開発、構想段階のスピード評価や、設計・品質管理・異常個所の特定等を行う装置としての活躍を期待する。また、CFRPのリサイクルを目的とした再利用評価も含め、CFRPのトータルライフサイクルへの貢献を期待するものである。

協力先：名古屋大学 長野方星 教授

**栃木
ブロック**

大型多結晶ダイヤモンド焼結体の製造技術

トーメーダイヤモンド株式会社 超高压事業部 藤野 聡

1.多結晶ダイヤモンド焼結体

多結晶ダイヤモンド焼結体PCD (Poly Crystalline Diamond)とは、ダイヤモンド粒子とコバルト等の金属バインダが焼結合成した硬質材料です。「硬く摩耗しにくい」、「熱伝導が良い」等の特徴を生かし、自動車用のアルミニウム合金部品や、半導体、航空宇宙関連部品、金型等を、高能率に切削するための工具材料として幅広く使用されています。

図1にPCD製造プロセスを示します。ダイヤモンド粒子と金属バインダを混合した粉末を、1450~1800℃、5.5~6.5GPaの高温・高圧の条件下で焼結合成します。焼結することで、多結晶の硬質な一つのPCD材料となります。後加工（研磨・放電加工）によって、目的の製品形状に切り出し、ユーザに供給されます。

2.大型多結晶ダイヤモンド焼結体の開発

近年、二酸化炭素排出削減などのエコ社会への動きから、民間航空機の燃費向上に対する要望が高まり、機体の軽量化が求められています。このため、機体部品素材には、軽量・高強度な炭素繊維強化プラスチックCFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastics) の適用が進んでいます。しかし、CFRP部品を一般的な超硬ドリルで穴あけすると、急激な工具摩耗が発生し、工具交換回数が増え、コストの増大を引き起こします。このため、耐摩耗性の高いPCDドリルへの期待が高まりましたが、従来のPCD素材の厚さは5mm程度が限界であり、ドリル等の先端から外周周にかけて、切れ刃の高さが変化する切削工具をPCD化することは困難でした。このような背景から、当社では、厚肉のPCD (大型PCD) の製造技術開発に着手することとなりました。

従来のPCDと比較して、大型PCDの焼結では、材料全体に圧力や温度を均一に加えることが難しく、焼結プロセスや条件を見直し、安定した品質を確保するまで、トライ&エラーを繰り返すこととなりました。図2は大型PCDの焼結合成に成功し、ワイヤ放電加工機を用いて、円柱状に切り出したものです。

3.PCDドリルへの適用

図3は上述の大型PCDから成形したPCDドリルです。PCDが厚肉になったため、一般的な形状の単一先端角のドリル刃先形状 (図3 (a)) の他、CFRPの穴あけ加工に特化した二段先端角ドリル (図3 (b)) 等の刃先が軸方向に長い工具にも対応できるものとなりました。

4.おわりに

ここでは、多結晶ダイヤモンド焼結体の製造プロセスについて概説しました。また大型PCDの製造技術開発および適用事例について紹介しました。PCDは、幅広い産業界で適用できる材料です。私たちは付加価値の高いPCDを市場投入するため、現在も新たなPCDの開発を進めています。

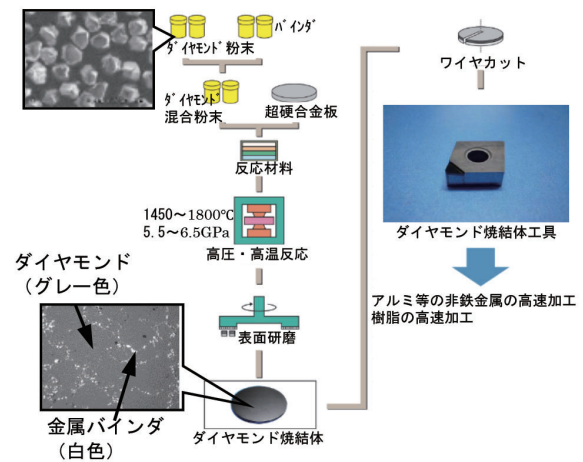


図1 PCD製造プロセス

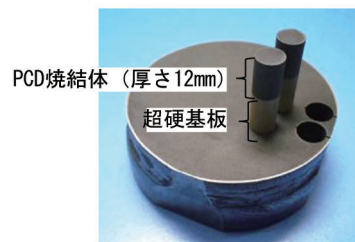
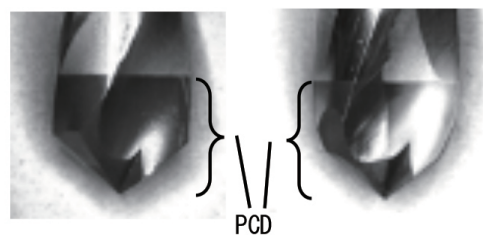


図2 大型多結晶ダイヤモンド焼結体



(a)単一先端角 (b)二段先端角

図3 大型多結晶ダイヤモンド焼結体ドリル (直径:6.35mm)

関東支部第27期総会・講演会および 関東学生会第60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開催いたします。今回は、新型コロナウイルス感染の拡大を鑑みWEB開催といたします。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、卒業研究発表講演会・総会を初日に、一般講演会は両日実施することにいたしました。また、両講演会の講演論文集は2018年開催時よりオ

ンラインで配布する方式とし、ダウンロードサイトからダウンロードしていただくことになります。

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。皆様の一層積極的なご参加をお待ちしております。

- 開催日 第27期総会・講演会 2021年3月10日(水)、11日(木)
第60回学生員卒業研究発表講演会 2021年3月10日(水)
- 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27期総会・講演会 <https://www.jsme.or.jp/conference/ktconf21/>
第60回学生員卒業研究発表講演会 <https://www.jsme.or.jp/kt/sotsuken/60thGakusei.html>
- 問合せ 日本機械学会 関東支部事務局

編集委員

寺島 岳史 (委員長、神奈川大学)	西 義久 (東京ブロック、電力中央研究所)	丹野 格 (茨城ブロック、筑波技術大学)
手塚 亜聖 (支部運営委員、早稲田大学)	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)
高橋 直也 (支部運営委員、東京電機大学)	田所 千治 (埼玉ブロック、埼玉大学)	丸山 真一 (群馬ブロック、群馬大学)
久保 世志 (支部選出委員、(株)IHI)	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.49』

Mecha-Top KANTO No. 49

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

発行年月日：2021年1月5日

印刷製本：株式会社 春恒社

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 <https://www.jsme.or.jp/kt/>