



かわさき産学連携ニュースレター

～新たな産学連携の構築に向けて～

VOL.45 2019年2月28日発行

■ 金型なしで金属板を立体成形 P2

～弾性体の反力を利用した成形技術～

木更津工業高等専門学校 電子制御工学科 関口 明生 助教



■ ものづくり企業の技術が生かせる 研究用人工衛星 P4

～宇宙からの観測技術と研究用小型衛星について～

明星大学 理工学部 総合理工学科（電気電子工学系）

宮村 典秀 准教授



■ どんな姿勢でもホバリング可能な ドローン技術 P6

～任意の姿勢を実現するクアッドチルトローター～

芝浦工業大学 工学部 電気工学科 安孫子 聡子 准教授



● 産学連携窓口紹介

関東学院大学 材料・表面工学研究所 P8

産学連携・試作開発促進プロジェクト ～大学・研究機器・実験機器開発のお手伝い

「産学連携・試作開発促進プロジェクト」は、大学での研究機器の試作、実験装置の開発ニーズに、技術力ある中小企業が応える産学連携の取り組みです。大学と“ものづくり企業”が連携し、研究シーズの具現化を図るべく活動しています。

大学、研究機関での研究のスピードアップ、品質向上に役立てるように、部品加工から機器の設計・開発まで、中小企業のネットワークで実現しますので、開発ニーズなどございましたら、事務局へお問い合わせください。

◆ 問い合わせ先 ◆

(公財)川崎市産業振興財団 新産業振興課 電話044 (548) 4113 FAX044 (548) 4151
E-mail liaison@kawasaki-net.ne.jp URL <http://www.kawasaki-net.ne.jp/shisaku/>

金型なしで金属板を立体成形

～ 弾性体の反力を利用した成形技術 ～

板材の逐次成形技術を研究

私たちの研究室では、金属の塑性加工の中でも逐次成形法（インクリメンタルフォーミング）の研究に取り組んでいます。具体的には、DIYに向けた卓上スピニング加工機の開発や、複数の逐次成形法を実施可能な塑性加工機の開発、ウレタンゴムを用いた逐次逆張出し成形法の研究に取り組んできました。

逐次成形法のうち、板材や管材を成形型と共に回転させてローラや棒で押付けることで成形する「スピニング加工」は「へら絞り」とも呼ばれ、16世紀の中世ヨーロッパでもすでに用いられてきた伝統的方法でもあります。現在でも、自動車のホイール、照明器具のような身近なものの製造から、パラボラアンテナ、H2Aロケットの先端部といった変わったものまで、幅広く用いられています。

フライス盤のような機械に板材の縁を保持して取り付け、棒状の工具を等高線状に周回させることで所定の形状を成形する「逐次張出し成形」という加工法もあります。この加工法は、1990年頃に日本の研究者が発案したもので、特に新しい加工技術といえます。工具で押した方向と逆向きに形が張り出してできあがる場合を「逐次逆張出し成形」と言って区別することもあります。

押した方向とは逆に張り出す？

研究で取り組んでいる『ウレタンゴムを用いた逐次逆張出し成形』について、成形の流れを図1の例に沿ってご説明します。

図1 (a)のように、CNCフライス盤

のテーブルにウレタンゴムの板を取り付けておきます。このウレタン板の上に材料となるアルミニウム板を置き、図1 (b)のように枠をはめてずれないように保持します。フライス盤の主軸には、先端が球面状の棒を工具として取付け、あらかじめ潤滑油を垂らしておきます。この状態で工具をウレタンごとアルミ板に押し付け、図1 (c)のように、押し込んだままループを描くように周回させます。ループが閉じたらそのループの少し外側にさらにループを描くという動きを繰り返していくと、図1の(d)から(g)のように工具で押した方向とは逆向きに形状がだんだんと成形されます。そして、図1 (h)のように外して油を落とせば加工完了です。

なぜ工具を下向きに押ししているのに形状が逆向きにできあがるのか、ということですが、これはウレタンゴムを用いていることが理由になります。工具でアルミ板ごとウレタン板を押すと、工具で押した部分が局部的に弾性変形して反力を生じます。ざっくりと説明するならば、この反力によりアルミ板がわずかに持ち上げられ次のループを外側に描くとループの内側がさらに少し持ち上がる、という仕組みです。成形に要する時間ですが、簡素なCNCフライス盤を使用した現状の設備では直径130mm位を加工領域としており、簡単なもので20分程度から少し複雑なもので1時間半ほどかかります。

工具を周回させる軌道（ループの形）が成形品の断面形状に関係するため、軌道が円形であれば図2のように円錐のような形、星形であれば

研究者プロフィール



関口 明生 (せきぐち あきお)

木更津工業高等専門学校 電子制御工学科 助教。博士(工学)。

専門分野はメカトロニクスと塑性加工の一部。メカトロニクス技術を応用した逐次成形技術の研究に取り組んでいる。

研究者紹介サイト

<https://researchmap.jp/>

AkioSekiguchi/

星形断面を持つ形状ができあがりません。基本的には、工具を押し込む深さが深く、ループ同士の間隔が狭く密であるほど、成形品の高さが高くなります。まだ逐次成形の研究の中でも特段新しい部類の加工法ですので、当然、材質や潤滑の影響、目標形状に対するずれの修正法、理想的な工具形状など、分かっていないところもあり、学生と共に試行錯誤しながら研究をしています。

また、この方法は逐次逆張出し成形にあたりますので、成形品の断面形状の角の部分が工具の丸み半径で決まる（狭義の）逐次張出し成形に比べて、断面形状の外向きの角の部分を小さな半径に上げることができるという特長もあります。

成形の自由度を向上!

逐次逆張出し成形においては、板から直接成形できる形状に制約があります。たとえば、元の板面に対して垂直な部分がある形状は、原理的に直接成形できないと考えられていました。これに対して、私たちの研究室

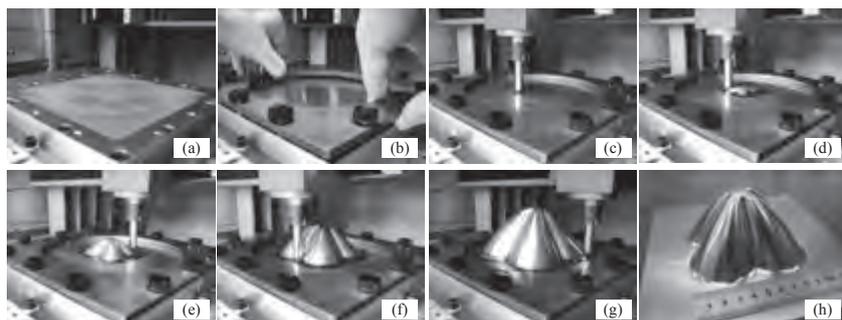


図1 ウレタンゴムを用いた逐次逆張出し成形の流れ

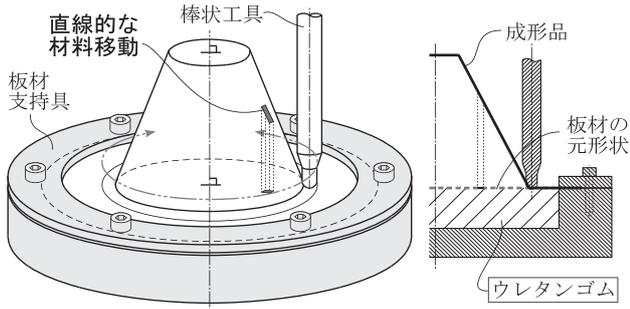


図2 ウレタンゴムを用いた逐次逆張出し成形法

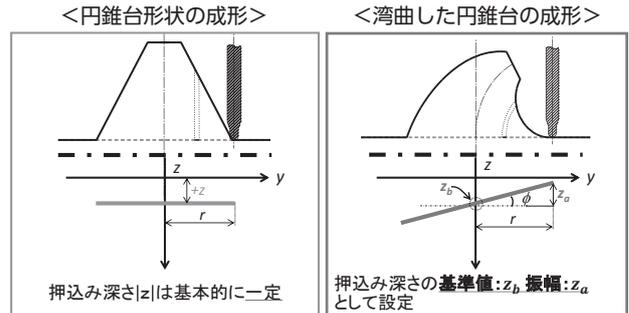


図4 被加工部を傾斜させる成形法における工具軌道の工夫点

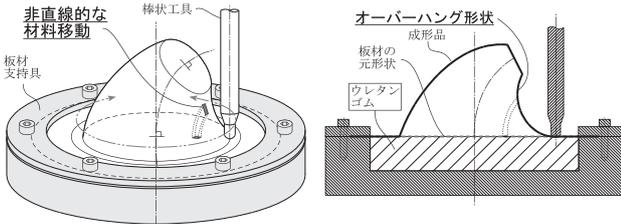


図3 被加工部を傾斜させる逐次逆張出し成形法の基本構想

では、図3のように被加工部を傾斜させながら成形する方法を考案しました。その手段は、図4に示すように、工具がループを描く平面がウレタン板に対して傾斜するように、工具の押し込みの深さを場所によって変えることです。これによって、成形品の被加工部を徐々に傾斜させることができます。

この方法を用いると、円錐台の形状であれば、円錐台の上面は加工しませんので元の板厚のまま保ちながら成形できます。与えられる傾斜の角度は、今まで0としていた工具の押し込み深さの振幅を増加させるにしたがって大きくなります。また、図5に示すように、工具の軌道を工夫することで、さまざまな異形断面の湾曲形状を成形することができます。さらに、図6に示すように、元の板に対して垂直となる部分があることから板材から直接成形することは不可能とされていた、オーバーハング形状の成形にも成功しています。

板金の3Dプリンタを目指す！

逐次逆張出し成形は、プレス加工をする前の試作品や数個の特注品などの、多品種中量の生産に適しています。用途としては、例えば、生産終了になった自動車のボンネットなどが考えられています。古くて使わない金型は保管しておくだけでも費用がかかってしまいますので、金型なしで成形できる逐次逆張出し成形が役立つ場面はさまざまな用途に潜んでいるのではないのでしょうか。

研究で取り組んでいるウレタンゴムを用いた逐次逆張出し成形は、工具軌道のNCコードで基本的に形状が決まり、工具やウレタンゴムは半永久的に再利用できますので、完全に成形型がいらぬ加工法です。現状では、目標の成形形状・寸法に対して、試行錯誤しながら工具軌道を設定していく必要がありますが、将来的には加工データを蓄積していくことで、製品のCADデータから工具軌道のプログラミングができるようになって考えています。そして、現在の3Dプリンタがそうであるように、『CADデータを受け取って「成形」のボタンを押せば工具軌道を自動生成して数十分から数時間後に形状ができあがっている』というような板金の3次元成形技術にもなりうるのではと考えています。

今後に向けたメッセージ

私たちが研究を進めている塑性加工の技術が世の中に出て企業のものづくりの現場で役に立つようになればうれしいです。また、学生達には地

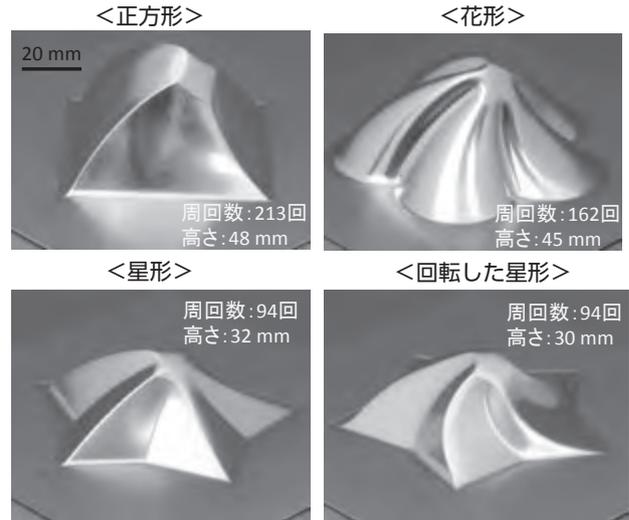


図5 湾曲錘形状製品の外観

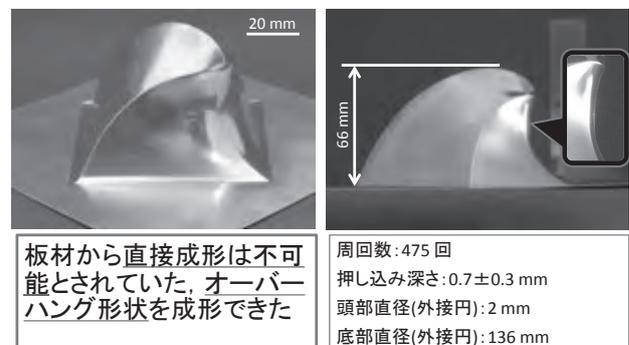


図6 オーバーハングのある湾曲四角錘形状

に足の着いた勉強をして欲しいと思っています。

また、逐次成形法を研究する仲間が増えることを願います。スピニング加工は、これまで少ない人数ながらも日本やドイツが世界をリードして研究してきました。逐次張出し成形も、日本の研究者達の創意工夫の中から生まれました。しかし、現在は海外の勢いの方がすでに国内よりもあるように見えます。狭い視野や現状維持の姿勢で技術開発の努力を怠ると、日本は遅れた国になる、逐次成形法に限らずそのような危機感があります。

ものづくり企業の技術が生かせる 研究用人工衛星

～宇宙からの観測技術と研究用小型衛星について～

宇宙望遠鏡に補償光学系を 応用

私たちが研究を進めている補償光学技術は、もともとはハワイにある「すばる望遠鏡」や「ケック望遠鏡」のような、地上から天体を高い分解能（解像度）で観測する大型の望遠鏡に搭載されている技術です。地上から天体を観測すると地球には大気があるため、星がゆらいで見えません。大気のゆらぎによって望遠鏡の分解能が落ちてしまいますので、この大気のゆらぎを補正するのが補償光学系* です。私たちは、このような補償光学系を応用して、人工衛星に搭載する宇宙望遠鏡の分解能を高めたり、小型化したりするための研究を行っています。

人工衛星は、宇宙空間の過酷な温度環境下に置かれます。搭載された望遠鏡に太陽の光が当たると、温度が100℃近くまで上がりますし、逆に地球の影に入ると光が当たらなくなると、氷点下になります。この温度差により、構造部材が伸びたり縮んだりして、望遠鏡のピントがずれてしまいます。また、ロケットを打ち上げる際の強い振動によって、望遠鏡の中の素子がずれることがあ

ります。さらに、重力のある地上で補正された望遠鏡は、宇宙では重力から解放されるため、微妙なずれが生じることがあります。

このような温度差、打ち上げ振動、重力解放によってずれが生じる問題に対し、従来は望遠鏡の構造を頑丈にすることで対応していました。ただし、望遠鏡を頑丈に作ると、その分の質量が大きくなり、人工衛星や打ち上げロケットのサイズも大きくなってしまい、打ち上げコストの増加につながります。そこで、私たちは補償光学系を用いることにより、望遠鏡のピントのずれや光学系のひずみを補正することに取り組んでいます。衛星を打ち上げた後、宇宙空間で補正することができるため、望遠鏡をこれまでほど頑丈に作る必要がありません。したがって衛星を軽量化することができ、小型のロケットで打ち上げることが可能になります。

光の波面を補正

望遠鏡に光学系のひずみやずれが生じると、光の波面が観測に理想的な形からずれてしまいます。理想的には、最後のレンズ* からイメー

研究者プロフィール



宮村 典秀 (みやむら のりひで)

明星大学 理工学部 総合理工学科(電気電子工学系) 准教授。博士(工学)。

専門分野は航空宇宙工学。リモートセンシングセンサの性能向上に向けた補償光学系の研究、小型衛星の利用に関する研究を行っている。

研究室紹介サイト

<https://sites.google.com/site/miyamuralab/>

ジセンサに入る光は球面になります。球面は一点に収束しますので、理想的な点像* が得られるからです。

図1は補償光学系を用いた宇宙望

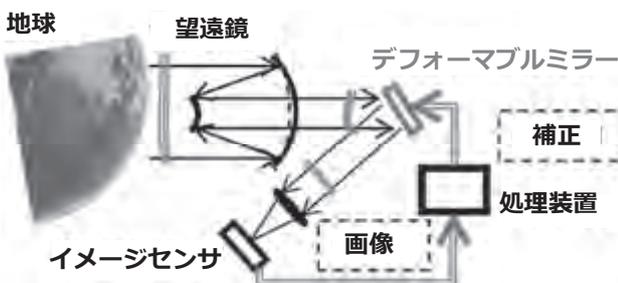


図1 地球観測における補償光学系概念

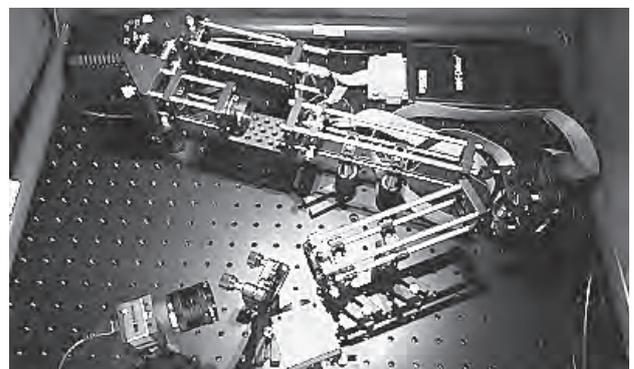


図2 補償光学実験装置

* 光学系：光線の性質を利用して物体の像をつくる器具（レンズ・反射鏡・プリズム等）の一まとまりのこと。
* 最後のレンズ：望遠鏡では、像が得られるまでに複数のレンズを用いる。
* 点像：点物体がレンズを通して得られる光学像のこと。

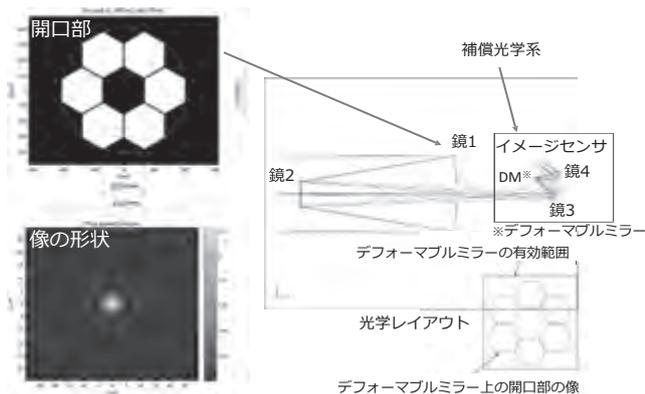


図3 セグメント鏡を用いた大口径望遠鏡

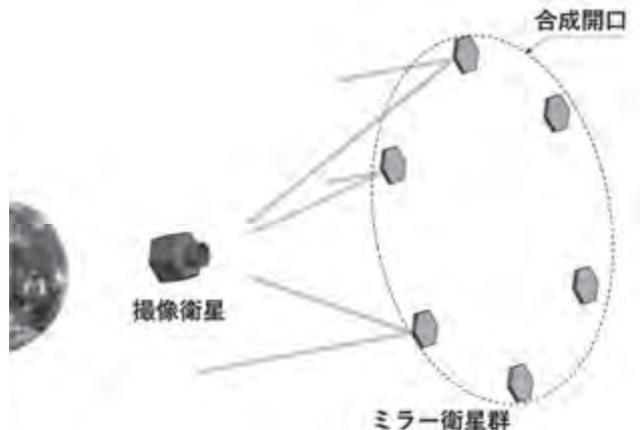


図4 小型衛星のフォーメーションによる合成開口望遠鏡

望遠鏡のメカニズムを示し、図2はその実験装置を示しています。望遠鏡には、入ってきた光の波面の形を変えることができる鏡（デフォーダブルミラー）を設けています。補償光学系の核となるのが、このデフォーダブルミラーです。なお、デフォーダブルミラーは、小型の鏡の裏に100個以上のアクチュエータが取り付けられていて、鏡の形を細かく変えることができます。

望遠鏡のひずみによって光の波面が乱れますので、それをデフォーダブルミラーにより、まっすぐな波面に補正します。まっすぐな光の波面が望遠鏡内部の光路の途中でできると、最後のレンズに入る光は球面波になります。球面波になると、光をイメージセンサ上の一点に集めることができ、鮮明な画像を得ることができます。もし球面波になっていないと、光が一点に集まらずに、画像がぼやけてしまうことになります。また、光の波面補正に当たっては、イメージセンサの観測画像を使って波面の乱れを推定し、その情報をフィードバックして、デフォーダブルミラーの形を変えていくことで波面の補正を行います。

現状の人工衛星では、望遠鏡の構造を頑丈にして打ち上げることが行われていますが、今後さらに地上の分解能を上げたり、小型化したりするには、私たちが研究を進めている補償光学技術が必要になってきます。そう遠くない将来、小型衛星の打ち上げの際に、研究の成果を搭載したいと考えています。

宇宙で大口径の望遠鏡を構築

私たちの研究室では、JAXA、衛星メーカー、他の大学と共同で主に宇宙光学系の研究開発を行っています。地上のある特定の場所を常時観測しようとする、静止軌道で観測衛星を周回させる必要がありますが、軌道高度が3万6千kmとなり、従来使用していた600kmに比べて格段に高度が高くなるため、搭載する望遠鏡にも高い分解能が求められます。私たちはその対応策として、宇宙空間での大口径望遠鏡の構築を目指した、2つの研究に取り組んでいます。

1つ目は、宇宙空間に分割した鏡を並べて、大きな望遠鏡を作るための研究です（図3参照）。分割した鏡同士の位置合わせが必要になりますが、補償光学技術を用いて補正することを検討しています。

2つ目は、東京大学と共同で進めている、複数の小型衛星を軌道に投入して、合成開口望遠鏡を構成するための研究です（図4参照）。ミラー衛星群の位置関係を合わせる必要がありますが、補償光学技術を用いて、まとめて補正することを検討しています。

中小企業にもビジネスチャンス！

人工衛星の目的や用途としては、まず、純粋に高い分解能の画像を得ることが挙げられます。地上の細かいところまで、鮮明に写すことがポイントになります。次に、静止軌道から同じ場所を見ることで、災害の監視を行うことができます。例えば、海外では山火事が頻発する地域

がありますので、山火事を早期に見つけて消火することにより、被害を最小限に抑えることができます。さらに、いろいろな波長で地上を観測することで、大気の組成や地表の鉱物を調べることができます。例えば、地球温暖化の原因となる二酸化炭素濃度を推定することができます。

一方、大学の人工衛星開発の現場では、中小企業の皆さんに部品づくりをお願いすることが多いです。小型衛星の構造部品、電子回路基板、望遠鏡など、様々な部品において宇宙の環境に適応したものづくりをお願いしています。例えば、宇宙望遠鏡では、天体望遠鏡のメーカーと一緒に、最初は基礎研究的な所から開発を進めてきました。宇宙望遠鏡では、地上とは異なる宇宙ならではの性能が求められます。宇宙では真空になりますので、普通の接着剤では気化して光学系を汚してしまいます。したがって、それが起こらないようにするための工夫が必要になります。また、ロケット打ち上げ時の振動に耐える強度を持つこと、宇宙放射線に当たっても劣化しない光学系を使用すること、などが挙げられます。

国内外の動向をみると、今後、小型衛星の打ち上げは、ますます増えていくことが予想されます。衛星向けの部品を作られている企業さんは、まだそれ程多くないということもあって、一度ものづくりの実績ができる、いろいろな所から声がかかるのではないのでしょうか。宇宙産業はこれから開花していくビジネスですので、多くのビジネスチャンスが期待できます。

どんな姿勢でもホバリング可能な ドローン技術

～任意の姿勢を実現するクアッドチルトローター～

宇宙ロボットを研究

私たちの研究のキーワードとしては、「ダイナミクス」と「制御」が挙げられます。簡単に言えば、高校で勉強する運動方程式のように力学的な物理現象をモデリングし、それをもとに適切にロボットを制御する、といった研究を進めています。

もともと私自身は地球の衛星軌道上で用いられる宇宙ロボットのダイナミクスを研究していました。具体的には、人工衛星に搭載したロボットアームで、無重力空間を浮遊する宇宙ゴミを捕まえる際の力学的な特性の解析などです。現在は、そこで培った技術を地上の重力環境下に応用し、UAV（Unmanned aerial vehicle：無人航空機）の研究にも取り組んでいます。UAVといっても聞き慣れないかもしれませんが、いま流行の言葉を使えば、「ドローン」が開発対象になります。

プロペラを傾けて飛行するドローン

現在普及しているドローンは、機体に対して推力方向が一定のため、水平移動する際に、機体が傾いてしまいます（図1参照）。加えて、ヨー軸制御*が難しいため、横風などの外乱に弱いという弱点があります。そこで私たちの研究室では、独自の機構を搭載したドローン（クアッド

チルトローターUAV）の開発を進めています（図2参照）。具体的には、機体に取り付けた4つのプロペラについて、それぞれ駆動機構を設け、プロペラの回転軸と垂直の軸周りに動くことで、プロペラを傾けられるようにしています。4つのプロペラそれぞれの傾きを変えることができるため、任意の総推力ベクトルを生成することが可能であり、機体の位置や姿勢をきめ細かく制御することができます（図3参照）。

このようなドローンの特徴としては、姿勢を傾けることなく水平飛行が可能であること、任意の姿勢を保ったままホバリングが可能であること、横風等の外乱に対応する飛行が可能であることが挙げられます。特に、横風を受けた時に、プロペラを傾けることで、風で振られた機首をすぐに戻すことができるため、墜落のリスクを減らすことができます。これは私たちが開発を進めているドローンの大きな特長の1つと言えるでしょう。

なお、ドローンの操作に当たっては、オペレーターが4つのプロペラの動作を指示するのではなく、従来のドローンと同じように、コントローラから機体が上下左右のどちらに進むのかなどの指示を出します。私たちは、機体の姿勢、機首の回転、上昇や下降、水平移動など、自在にド

研究者プロフィール



安孫子 聡子（あびこ さとこ）

芝浦工業大学 工学部 電気工学科 准教授。博士（工学）。

専門分野は航空宇宙工学。宇宙ロボットや航空ロボットに関する研究など、人が到達できない危険な場所や極限環境で役立つロボットの要素技術やシステムの研究に取り組んでいる。

研究室紹介サイト

https://www.shibaura-it.ac.jp/laboratories/satoko_abiko.html

ローンを飛行させるための制御ソフトの開発にも取り組んでいます。

自律飛行するドローン

昨今は、ドローンは人が目視して操作することが義務づけられていますが、実際の現場で航空ロボットと

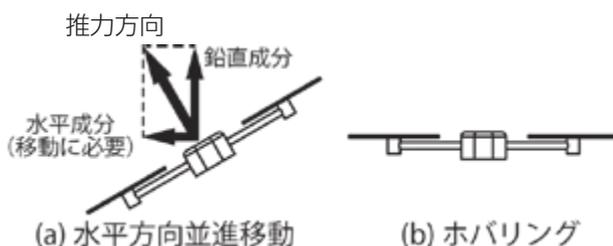


図1 従来のドローンの飛行



図2 クアッドチルトローターUAV

* ヨー軸制御：機体の重心を通り、かつ機体の上下方向の軸を中心とする回転の制御のこと。

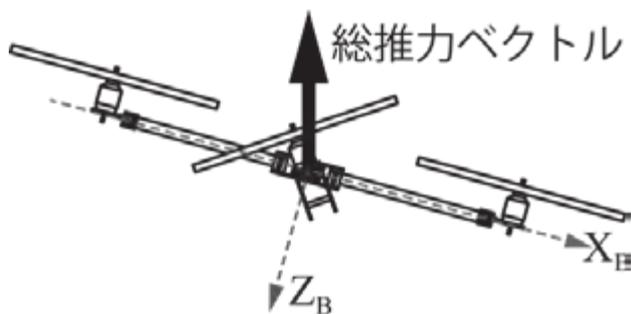


図3 任意の総推力ベクトルの生成



図4 曲面に沿った観測飛行

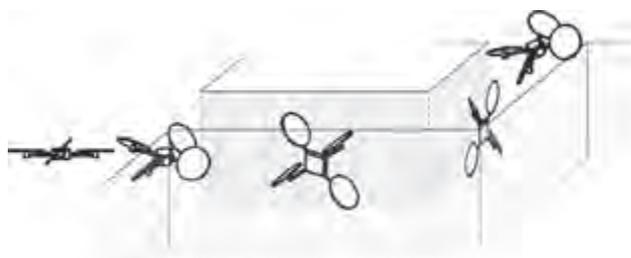


図5 細い通路のすり抜け

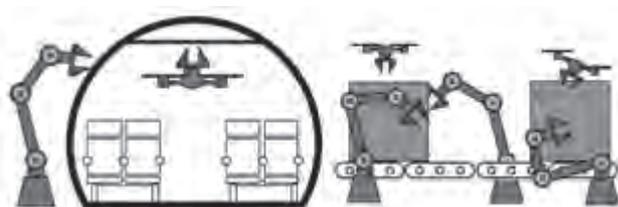


図6 3次元の空中作業

してドローンを活用できるようにするには、自律飛行できるようにする必要があります。そこで私たちは、ドローンに環境認識の技術を搭載しようとしています。なお、環境認識の技術自体は、地上で使用される車輪の付いた移動ロボットにおいて技術の蓄積が進められていますが、それをドローンに搭載しようすると、機体の大きさや重さ、バッテリーの容量などの制約から難しさが増します。

ドローンに環境認識技術を搭載することで、飛行空間を3次元で認識して地図を生成し、さらにその地図上で機体の位置を認識し、それらの情報を統合して、自律的な飛行が可能になります。例えば、今機体はどういう場所を飛んでいて、壁がどの辺にあるから、これ以上近づくと壁にぶつかってしまうなど、ドローン自らが判断し、衝突を回避しながら飛行することで、目的地まで飛んでいくことができます。

ドローンの用途は？

このようなドローンの用途としては、老朽化したインフラの点検、災害現場の状況把握のための調査、工場や施設等における高所作業などを想定しています。インフラの点検

では、例えば、老朽化した橋の裏側の点検が挙げられます。私たちが開発を進めているドローンでは、任意の姿勢で高度を一定に保つことができ、かつ自律的な飛行ができるため、橋の裏面との距離を一定に保ちながら観測することが可能になります。また、トンネルのような曲面の壁面へ接近してカメラ撮影することが可能であるため、曲面の壁のクラック点検にも利用することができます(図4参照)。

災害現場の調査では、地震によって倒壊した建物内の状況の把握が挙げられます。がれきが床に散乱している現場では、地上ロボットでは移動が難しくなるのですが、ドローンの姿勢を任意の角度に傾けた状態で自律飛行ができるため、がれきが散乱した狭い空間をすり抜けて飛びながら、建屋内の状況をカメラで撮影することができます(図5参照)。

工場や施設等の高所位置の作業では、ドローンにグリップ等のアタッチメントを取り付けることで、建物の高所に設置された電球の交換や火災警報器の検査など、様々な作業が可能になります(図6参照)。ドローンのプロペラを傾けることで、従来のドローンに比べて機体の中心

を通る垂直な軸周りに大きな回転力が得られるため、電球の取り付けのように、対象物を回して締め込む作業に適しています。

今後の目標は？

今後2~3年で、狭い空間内での自律飛行を実現させたいと考えています。ドローンでは、「安全性」が重要なキーワードの1つとなりますので、墜落しにくいドローンの開発も大切になります。もし飛行中に機体が壁に衝突しても、機体の姿勢の変化や加速度をセンサで検知して、自律的に姿勢を立て直すことで墜落を防止できるようなドローンの開発を目指しています。

ドローンの機体、制御系、環境認識の3つを最適設計することで信頼性を高め、実用に耐えうるものを提案できるようにしたいと考えています。私たちが開発を進めるクアッドコプターUAVには、突風等の外乱に強く、墜落しにくいことを始めとして、いくつかの長所がありますので、企業の皆さんには、本ドローンをを用いた新しいサービスの提供など、様々なアプリケーションについてご検討いただけたら、たいへん嬉しく思います。

<産学連携窓口紹介> 関東学院大学 材料・表面工学研究所

材料・表面工学研究所は関東学院大学 湘南・小田原キャンパスにある、めっきをはじめとする表面加工技術を研究する組織です。産学連携にも非常に積極的であり、多くの企業等との連携を行っています。本日は、同研究所特別顧問の本間英夫特別栄誉教授と、所長の高井治教授にお話を伺いました。

1. 材料・表面工学研究所について

本研究所は、旧制専門学校時代の1946年に関東学院大学内に設立された実習工場から始まります。その後、1962年に世界で初めて、プラスチックめっきの工業化に成功しました。この事業は後に学校法人関東学院の出資により1969年に設立される関東化成工業株式会社の事業として現在まで続けられています。大学発ベンチャーという言葉がよく聞かれるようになるはるか以前に、大学発の技術の事業化に成功しています。一方、研究活動については引き続き大学内で行っており、その主体となるのが、材料・表面工学研究所となります。

2. 産学連携の取り組みについて

産学連携も非常に盛んであり、現在、約60社と連携しています。その連携についても、一般に行われている共同研究、委託研究とは異なり、「技術供与契約」を結ぶ形をとっており、本契約を行った企業に対して保有している特許を優先的に使用できるようにしています。研究成果も非常に積極的に活用されています。平成28年度の大学等の特許権実施等件数は全国3位の実績を持ち、研究者一人当たりの特許権実施等収入額も5位となっています。さらに、本研究所は基本的に企業からの技術供与費等の外部資金で運営されていることも大きな特徴です。

先端研究に力を入れることはもちろんのこと、社会人を含めた高度技術者の養成も主眼に置いています。通常の大学院等の教育課程のほか、文科省の職業実践力育成プログラムの認定を受けた「材料・表面技術マイスタープログラム」を開催しています。これは、めっき分野をベースにした表面処理の先端技術および新素材の研究開発などの先端技術を学

習し、実務と関連する研究開発を行いながら産業界で活躍できる人材を育成する1年間のプログラムで、短期の集中講義、オンライン受講、出張講義等、社会人が受講しやすい工夫をしています。

3. 今後の展開について

50年前に培っためっき技術が現代を支えているように、現在の研究は確実に数十年後の社会を支える技術となると考えられます。今後はめっき技術の再生医療、ウェアラブルデバイスへの応用などを進めるとともに、これまでの技術を広く材料表面処理の高度化に応用し、生まれた技術を社会に還元していきたいと思っています。



左から、高井所長、本間特別顧問

【問い合わせ先】

関東学院大学 材料・表面工学研究所
E-mail : seminar@kanto-gakuin.ac.jp
URL : <http://mscenter.kanto-gakuin.ac.jp/>
〒250-0042
神奈川県小田原市荻窪1162-2
関東学院大学 湘南・小田原キャンパス
☎0465-32-2600