

UAVの最新動向と先端測量技術

千葉大学特別教授 野波 健蔵

1. はじめに

只今ご紹介いただきました、千葉大学および自律制御システム研究所の野波でございます。本日はこのような貴重な機会をお作りいただきまして、誠にありがとうございます。本日は、「UAVの最新動向と先端測量技術」と題しまして、1時間ほどお話をさせていただきます。私自身は、先端測量そのものにつきましてはあまり知見がございませんが、本日は、世界的な動きとして非常にホットな話題になっている「ドローン」についてお話しさせていただきます。これまで自動車が作られて、コンピューターが出来て、インターネットが普及して、その次はドローンではないかと言われ、私たちの生活が一変するのではないかと話題になっています。このドローン全般の今の動きをご紹介させていただきたいと思っています。また、動画をたくさんご用意しておりますので、お気軽にお聞きいただければと思います。

本日の内容はここにございますが、まずイントロダクションですが、私どもは純国産の量産機「ドローンミニサーベイヤー」という機体を、現在主に国内に販売しております。幸いアメリカからも注文が来ておりますけれども、純国産ということで私たちは、皆さんに提供しております。そして、これは「自律飛行」というのが大きな特色でございます。GPSの電波が取れるか取れないかというのが極めて重要でございまして、測量関係ですと広い空が開けたところでの測量が多いかと思いますが、インフラ点検とか設備点検になりますと、かなり建物に近い、山に近

いところで実施しますが、GPSの電波が反射してしまって、マルチパスという現象が起こって、かなり安定性が損なわれるという環境で自律飛行をしなければなりません。私どもは、福島第一原発事故のミッションで1F 5号機という、爆発はしていない建物の中に入って、実際にそれを実証しました。これらの多くの活用事例を、時間が許す限り動画等でご覧に入れたいと思います。

また、今日の読売新聞等にも出ておりましたが、国は今、航空法の改正とドローンを本当に日本の次の産業の基盤にするために、しっかりとルール作りをしようということですが、これについてコメントします。それから、今後このドローンが社会に実装されると私たちの生活がどう変わるかということも、少しその一端をご紹介したいと思います。



図1 ドローン・ミニサーベイヤーの写真

2. ドローンとは

まず、この「ドローン」という言葉はどこからきているか、ドローンの由来についてですが、1931年から1935年頃に、イギリスで「クイーンビー」という言葉が生まれました。このクイーンビーというのは女王蜂ですが、そうするともう大体おわかりだと思いますが、ドローンというのはオス蜂のことです。実は、イギリスが女王蜂という名前をつけたので、アメリカがそれを見て「じゃあ、女王蜂ならばうちはオス蜂」ということでドローンという名前をつけたというのは有名な話です。そもそも、これは何のために作られたかということ、ネットにも出ているのでご覧いただければと思うのですが、戦争の仕方がだんだん変わってきて、陸上戦から空中戦に変わり、radio control で標的機を飛ばして、いわゆるパイロットが射撃訓練をする。空中で相手の戦闘機を撃ち落とす為に、その練習をしなくてはいけない。動く標的が必要になってきたのですね。人が乗るわけにいかないの、そうすると無人である必要がどうしてもあったということで、これがクイーンビーなのですけれども、これを radio control で 1930 年代に、まだコンピューターも出始めた頃に、こういうことが考えられて、実際に使われたということです。そして、米海軍がここにございますように Arm and radio controlled target drone (無線操縦された標的機) という機体を開発して、初めてドローンという言葉が明確に使われるようになりました。これが 1937 年です。

それからもうご承知のとおり 80 年、90 年経っているわけですが、ミリタリーからスタートしたこのドローンという言葉が、今や民生用として話題になっています。その一番話題になっているのは、実は現状ではホビーです。

これは、フランスのパロット社がスマートフォンでコントロールする、本当におもちゃなのですけれども、見事に空中でひっくり返るような、

アクロバットなフライトができるドローンを 2010 年に出してきました。その名前が「AR ドローン」というものです。2012 年に中国が今一番ヒットしております、いわゆるファントムシリーズというドローンを作っています。ファントムは世界で 100 万機近くも販売されています。

今年 1 月に開催された世界最大の家電ショー「コンシューマーエレクトロニクスショー」でも多数のドローンが紹介されています。これはアメリカのドローンのトップメーカーである 3D ロボティクスの「DIY ドローン」です。Do it Yourself というかたちで、ドローンをみんなで作るということです。ドローンコードとかドローンソースファイルを全部提供して、みんなで作り上げていこうという、ちょうど Linux の OS を作るような感じですね。

これはインスパイアという中国製のもので 40 万円ぐらいしますが、部屋の中で一点に静止出来るといいます。それは、この床の筋を認識して、画像処理をしているからです。また、これは森林の中を飛んでいますけれども。このようにカメラがついていまして、木などの障害物を認識して、三次元マッピングをしています。

このように見ていきますと、ラジコンとドローンの大きな違いは、必ずカメラありきですね。ラジコンは基本的に飛ばすことが目的で、飛ばすことそのものが楽しい。ドローンになると、飛ばすのではなくて、カメラをつけて空撮をする。動画・静止画を撮るというのがポイントです。有名な Amazon の宅配という、プライム・エアが FA A (連邦航空局) に申請をして、条件付き許可が取れたという話を聞いていますけれども、何としても Amazon はこれをやろうとしています。

これまでの映像を一言でまとめますと“Sense and Avoid”ということであります。障害物を認識して回避するという、今のドローンはここまでできているということです。超低空の空間を自

在に飛行するためには、障害物をきちんと認識出来なかったらとても危なくて飛行出来ないということです。センシングして、目的に合わせて飛行経路を新たに作りながらリアルタイムで、オンボード PC 上で作っていくということがポイントです。従来ですと1機を自律飛行させるというのがせいぜいだったのですが、ご覧いただきましたように、複数機が同時に飛んで、衝突を回避しながら飛行することが出来ます。AI(人工知能)というのが話題になっていますが、車やドローンなど様々な分野にAIが適用されようとしています。

実はドローンの本質は、ハードウェアではなくソフトウェアなのです。ご承知の通りドローンは、アームの先にモーターがありそこにプロペラがついているだけで、バッテリーにつないでプロペラは回転していますから、あとは姿勢を制御したり、外界を認識して賢く飛ぶということになってきます。結局ここに集約され、ソフトウェアの競争ということになります。最も優れているものとしては、カナダ製のエリオン社という会社のドローンです。これも大学発ベンチャーでございまして、カナダ政府が30億円を投資したと聞いております。7年ほど前に立ち上がった会社です。これには、赤外線カメラと可視光カメラがついています。重さ1.3キロしかありません。非常に軽い、ノートPCよりも軽いくらいで、最大時速は40キロから50キロで50分飛行ができるということです。飛行の仕方は、このようにタブレットPC上にグーグルマップ的なマップがあって、そこにタッチペンでこのように軌道を入れるだけで自由に飛行させることが出来ます。そして、撮った写真をこのように3Dマップ化するというものです。カナダは、北の方ではマイナス30度40度の非常に寒い国ですけれども、これをインフラ管理のために使っています。北の広大な土地にはほとんど人はいません。ですから人がいないところ、それはドローンに

とっては最高の飛行エリアです。送電線とか、たくさんインフラ設備がありますが、落ちても構わないということで、ドローンで点検するというミッションに使われています。

ドローンの先進国というと、やはりカナダです。8年ほど前からドローンに関するプロジェクトがスタートして、ベンチャーもたくさん出ていますし、大体2,000社ほどがいわゆるパーミッションを持っていて、実際に政府に登録して飛行させているということです。ただ、1機の価格が1200万と非常に高いことが問題です。また、講習も初級・中級・上級と3つのコースを受けなければなりません。こういう産業用となってくるとたくさんアプリケーションもあります。特に、皆様に関係あるのは、計測、先端測量による3Dマップだと思えますが、これまでの地上の測量が空中に変わるということで、ドローンが一つの大きなインパクトになっているのではないかと思います。それ以外にも、ご覧のようにたくさんものがあります。アメリカにあるAUVSI(国際無人機協会)では、毎年5月にイベントをしています。2025年ころまでにトータルで10兆円くらいの産業になるのではないかとっています。特に2015年から17年までの3年間でグッと伸びるとしています。以上がドローンとその世界的な動向です。



図2 代表的なドローンの写真

3. ドローンの活用分野と今後の展望

ヤマハ発動機さんのオールマックスという大きなエンジン付きのヘリコプターがありますけれども、FA Aで最初に飛行してもよろしいという認可が取れたのが5月ですけれども、世界で初めて、アメリカのドローンもまだ認証されていない時に、日本のヤマハさんが取れたという。これは非常に我々としては朗報ですけれども。実は、日本ではだいぶ当たり前になってきている農薬散布がまだアメリカでは実は実用化されていません。一部は固定翼に人が乗る有人機で農薬散布という方式はあるようですけれども、非常にアバウト過ぎるようです。カリフォルニアにたくさんあるワイナリーの農薬散布に日本製のドローンが使われるという話もあるようです。それが急激にこの3年間で伸びるだろうという予測でございます。雇用も10万人ぐらいあるということです。

日本はどうかということですが、日本にもかなりのマーケットがあります。一つは、この農業ですね。今大体50%ぐらいの稲作はドローンで農薬散布がなされていますけれども、畜産、果樹園それから森林等の分野でもドローンが活用されるということです。それからインフラ点検では、70万橋の橋梁とトンネル1万本、これが5年に1回必ず点検をして、国に点検をしましたという報告書を出さなければならないという法律に変わって、これが一つ大きなモチベーションになって、このドローンがまずインフラ点検で普及するのではないかとされています。

これは安倍政権が言っている、ロボット新戦略というところでも、このドローンを積極的に活用して、日本の基盤産業にしましょうという話が出ています。ご承知のとおり、未来技術実証試験特区というのが日本で今10箇所ほど認められていますけれども、これは遠隔医療、遠隔教育、自動運転これは車ですね、そして自律飛

行と4つがあります。4番目に自律飛行という、まさにこのドローン分野が入っているということです。

その他、工事現場点検等では、製鉄所があります。会社としては4つですが18の製鉄所、100箇所の事業所で主に配管と煙突の点検がございます。また、コンビナートの点検、液化天然ガス等のタンクの点検等があります。道路に関してはご承知のとおり、高速道路の9万kmの点検、それから法面斜面の点検33万箇所があります。電力設備としての58発電所、ダムも3,000基、河川は1級河川が109河川で、2級河川が7,084河川あります。それからメガソーラーも、昨年度20ギガワットですが今年は60ギガワットで3倍ぐらいになって、これらも全部点検をしなければならないと言われていています。また、携帯電話の基地局58万箇所もこれから点検をしなければならない。これはちょっと内々で聞いているのですけれども、将来的にはパトカーとか消防車に1台ぐらいずつ搭載したいということです。このように、インフラとか、非常に重要な設備の点検、あるいは安全安心、特に防災への活用、日本の場合、災害の多い国としては、しっかりこの辺を装備しなければならないということで、今ドローンが普及する一番の分野はこのようなどころではないかと言われています。

以上をまとめますと、既に立ち上がっているマーケットは、農業関係とテレビとか、空撮、映画関係の空撮、これはご承知のとおりですが、これからは整備・点検、災害調査、測量、警備などの分野が、これからぐっと立ち上がっていくと思われれます。今トライアルと実証試験をやっています、来年度あたりからぐっと伸びていってほしい。それで法整備がなされますと、いよいよ運送とか、宅配あたりが広がっていき、大きく成長するのではないかと考えています。この辺りから、本当に「空の産業革命」と言わ

れる物流が地上から空中に変わる可能性があるということです。もちろん、この間で法整備が行われ、どこが飛べてどこが飛べないかということ、きちんと国から示されない限り、実現しないわけですが、これからの技術の発達と法整備、これがうまく車の両輪になって、この新しいイノベーションを受け入れられるかどうかということにかかっていると思います。

これは国内市場の動向で一つのシンクタンクの子予測ですが、整備点検が非常に大きく伸びるだろうと。それから、二番目に測量です。ですから、皆様にも非常に関係のあるこの測量という分野が、非常に大きくこのドローンが活用されるということで、注目すべきところではないかと思えます。今現在ドローンの活用分野というのは圧倒的に7割以上が農業ですけれども、これが5年ぐらい経ちますと、2020年ごろには完全にもう農業はグッと下がって8%程度で、40%以上が点検業務、そして、測量が25%近くになっているとの予測です。ここが非常に重要なポイントではないかと思えます。もう5年というとすぐですので、今からしっかりこういう分野を注視して、いろいろと技術の動向を見ていくことも重要かと思えます。これも予測ですが、2020年から2022年ごろ、1200億円くらいの市場になるとのことです。私なんかはもっといくのではないかと考えています。2020年にオリンピックがありますので、ここでいわゆ

る安全安心用のドローンが数多く活用され、テレビ中継が大きく様変わりするのではないかと考えています。

4. ミニサーベイヤーと事例紹介

私どもの機体でございますけれども、ここにございますような6発ローターです。ちょっとプロモーションビデオをご覧ください。実はこれは5月に幕張メッセで開催された国際ドローン展で製作したものです。

「2013年11月1日に産声をあげた、自律制御システム研究所は、現在、ミニサーベイヤーと呼ぶ機体を量産し、販売しています。この機体には、純国産のオートパイロットフライトコントローラーを搭載。これが私どもの一番の売りでございます。日本では私たち自律研が唯一純国産のオートパイロットをドローンに搭載しています。ミニサーベイヤーの量産は、福島県南相馬市にある菊池製作所南相馬工場で行っています。現在、既に100機を量産し、完成しました。引き続き400機程度を量産し、皆さんにさまざまな用途でご活用いただくのが今年のご目標です。現在世界中の自律飛行型ドローンのほとんどは、GPSに頼って飛行しています。しかし、私たちはGPSが使えない場所でも自律飛行ができる、SLAMという技術を確認しています。この技術は特に資源エネルギー庁のプロジェクトで培われ、世界の最先端技術にブラッシュアップされてきました。非GPS環境下で自律飛行ができるこのSLAMという技術は、世界トップの技術であり、私たち自律研の最も売りとなる技術の一つでもあります。SLAMを実装したミニサーベイヤーは橋梁の点検、トンネルの点検、インフラ設備の点検、樹木が生い茂った樹林の中の放射線計測など、さまざまなアプリケーションでお客様にご使用いただいています。世界の強豪と競争しながら、日本のドローン産業をより大きく成長させる私たち自律制御システム

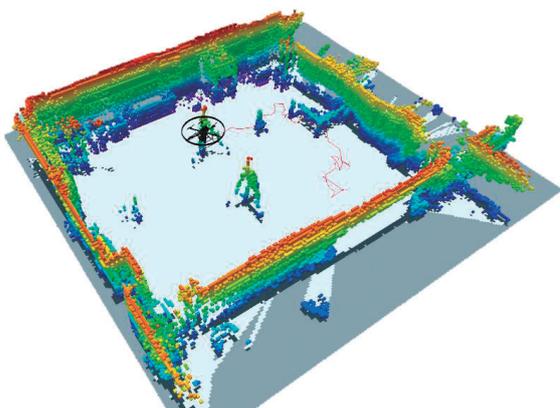


図3 ドローンの活用分野の写真

研究所は、空の産業革命を中核で担い、全力で取り組みます」

以上のビデオでございますが、私どもが今進めている内容のコアな部分の、本当に一瞬の動画でございましたけれども、実際の機体は、正味重量が3kgでペイロードが6kgということです。飛行時間が20分から30分、飛行速度は12m毎秒ですので、だいたい時速36kmから40kmくらいですね。耐風速14mということです。このように6発ローターにしている理由は、基本的にこういう飛行体は、ロールピッチ用という三つの角度とスロットルといたしまして上下運動、上昇下降するわけですが、4つがあれば基本的に入力が決まります。従って、モーターは4つで十分です。3つだとちょっと少ないので、複雑なアルゴリズムが必要となります。通常ほとんどが4つになっていますが、4つのモーターが独立して回転できれば基本的に制御が可能ということです。5つ以上あるということは、それだけ信頼性が高いということです。5つの場合は1つ止まっても、残り4つで、6つの場合は2つ止まっても理論的には4つ残っているので飛行が可能ということになります。基本的にこの飛行原理はプロペラの回転数だけで決まります。従来のヘリコプターといいますのは、可変ピッチといたしまして、プロペラのブレードがこう傾きます。回転中に傾けるために非常に複雑なサーボという機構が入っておりますけれども、最近のドローンは単にモーターにプロペラを付けただけで、減速機も一切使っていませんので、瞬発性があります。モーターに電流を流せば、一瞬ですぐに高速回転するので、強い風にも、一瞬パツとした突風にも耐えられるというのがこのドローンの特色です。

そして、一番の特色は自分の重量の2倍のものを運ぶということです。今まで、ガソリンエンジンのヘリコプターとかはこういうことが出来なかった。我々がいつも日々乗っている車でも自

分の重量の2倍のものを運ぶのは大変です。軽自動車でも数100キロありますね。そこに4人乗っても、ほぼイーブンになるくらいの感じですが、これを2倍の重量運べるのは、パワーエレクトロニクスの進化の恩恵ということになります。また、これが無人であるということで、Amazonが考える宅配は、結局有人なので半分くらいが人件費に取られている。アメリカはフリーウェイですけれども、日本だと高速代が取られている。これが無人ですと、まず人件費がいらぬ。それから別に高速道路を使うわけじゃないから、そういうインフラ設備を使わないので、高速料金もいらぬ。必要なのは、バッテリー代だけです。バッテリーは家で充電すればいい訳です。普通のコンセントから充電するとだいたい100円ぐらいで数キロ飛びますね。エネルギーコストが極めて良いと思います。

今から人口爆発して発展を遂げるであろう、アフリカですけれども、いわゆるインフラ設備はほとんどありません。道路も整備されていない。インドでもそうです。ガタガタ道でこれからどうするのだろうと思いますけれども、そういう分野はまさにこのドローンにはもってこいの国であり、インフラを作る必要がありません。従って、これは地球に優しい。低炭素社会に最もふさわしい技術、ビークルなのです。ドローンはどんどん進化していきます。いずれ人を運ぶことができるようになります。もう時間の問題だと思います。バッテリーもどんどん良くなっていますので、私どもも1時間飛べるものがありますが、燃料電池を搭載して飛ばせば2時間飛べるというものも、シンガポールのあるベンチャー企業が作っています。無人で、GPSによって、障害物が比較的少ない空を飛ばせば非常に効率的です。ある高さのところに航路を決めて、ここは常に西行きのものでして、スピードに合わせてゾーンを決めれば、交差点も何もないわけですから安全に飛行できます。未来社会におい

て絶好の輸送機ということになります。

今一番ドローンのボトルネックのところは、ESC という、Electric Speed Controler の略で、モーターを駆動するアンプなのですけれども。これの寿命が非常に短いということです。短いものと 50 時間から 100 時間というところなのですが、これが突然飛行中に止まることがあります。先ほどの四角い中国のファントムシリーズという、日本には 5 万機くらい入っていますが、やっぱり ESC が突然止まって墜落する事例が、かなり報告されているようです。これを私どもはなんとか 10 倍くらいに伸ばそうとしています。それからもう一つは、やっぱりこれもいずれは寿命がきますので、何時間使っているかをカウントして寿命監視をしましょうというような機能も付けております。先ほどありましたように、すでに 100 機完成して販売しているところですが、オートパイロットだけでも年末くらいから販売する予定です。

事例紹介ですが、これは北海道の 250m × 480m ぐらいの圃場（ほじょう）ですけれども、高度は 125m で、だいたい 15 分ぐらいの飛行をしています。近赤外線画像で毎秒 5m のスピードで飛んで写真を撮ります。葉緑素は赤を吸収するということです、このように赤くなっていないところが、緑が生い茂っているところで、実は先ほどの場所は小麦畑でして、逆に赤が残っているところは、道路ですので当然、緑はないので赤くなっていますが、圃場の中でもこのように赤くなっているところ、あるいはだいたいとか黄色を帯びているところが、生育が若干遅れているということになりますので、こういうところにピンポイントで肥料をやり、また 2 週間か 3 週間後にまた飛行して、この地図をアップデートして行って、一様に収穫量を上げるというような取り組みです。ピンポイントの農業ということで、精密農業とも言われていますけれども、こういう新しい農業が生まれています。

それからこれは、日本で 2 番目に大きい埼玉県浦山ダムですが、このように上空 180m くらいで飛んでいまして、道路や建屋も見えますが、普通のデジカメで真下の静止画を撮っています。このように 5 秒に 1 回ずつこのように写真が撮られているということがわかります。この場合 130 ~ 140 枚の写真を撮りましたけれども、この写真を使って、このようないわゆる 3D マップができます。精度ですけれども、180m の場所から撮った写真を、特徴点抽出を行いながら、いろいろな処理ソフトを使い、だいたい 5cm 程度の精度で行えます。これを 3D プリンターに出せば、いわゆるジオラマができます。皆様との関係する測量分野でもいろいろと活用できるのではないかと思います。

これはですね、製鉄所のベルトコンベアで、こちらに見えているのが溶鉱炉です。今、このベルトコンベアの点検をしているところです。だいたいベルトコンベアから約 7m ~ 8m の距離をおいて飛んでいます。この長さは 500m ぐらいですが、いわゆる原料ヤードから燃料の鉄鉱石を運んで、溶鉱炉に入れてあります。このようにカバーがはがれているとか、サビが進んで腐食しているというのがよくお分かりいただけると思います。また、原料ヤードを上空から撮りますと 3D マップができます。これは先ほどと同じですが、こういう具合に動かすこともできますし、拡大もできます。これで何が分かるかということ、原料の在庫が分かります。こういうボタ山は、高さが数十メートルぐらいあります。人が立っても、全体が見えないというわけです。この鉄鉱石は東京湾に入ってきた 10 万 t タンカーで持ってきて、クレーンで船底からここに山積みにするわけですが、大変大きなエリアですので、これをドローンが上を飛んで、どのくらい在庫があるかというのを見るという、これも一つの計測ですけれども、こういうことがドローンでは出来るということです。今まで出来なかつ

たことが一気にできる。しかも5分くらいのフライトで出来てしまうということです。

これは屋根の点検ですが、実際に飛行している場所はこのように矢印でずっと出るようになっていきます。ですからちょっと気になった場所がありましたら、ここでこうストップかけて、いろんな場所をマーキングするというような使い方が出来ます。もちろん風は吹いていますけれども、ご覧のようにジンバルの機能である程度揺動を防げるのと、カメラそのものが手振れ防止機能がついておりますので、その二つの効果で非常に人が撮るのと同じ程度に撮れるということです。

それから車の衝突事故、多重衝突事故ですね。ドイツでは、アウトバーンで事故があると、ドローンが行って、いかに通行止めの時間を短くするかに使われます。これは非常に重要で、経済効果があります。仮に大動脈だとしますと、それが半日止まったら大変な経済的損失ですし、たとえば30分くらいで現場検証が終わって道路もまた通行が再開できたらすごく良い訳ですよ。そういう意味では非常にこういうところにもドローンが活用できるということです。

もちろん、スポーツ観戦、インフラ点検、それから火災とかも当然ありますけれども、これはアメリカのムービーですが、ロッキードマーチンという大きな航空会社が、やはりドローンを作っていて、農業関係で使っています。このようにウェイポイント飛行でいくというのも同じです。バッグから出してきて組み立てて、このように小さくてワンマンオペレーションができるというのが非常に便利ですね。これは火災の場所を正確に、延焼の一番激しいところを見つけて、そこを消火するというような事例です。インフラ点検では送電線・鉄塔の点検です。広大な場所ですと、人がやるともう本当に呆然としてしまうところですが、こういうドローンですと黙々と24時間、別に昼だけじゃなくて夜も、

申請をして許可を取れば使えます。これは遭難した人ですかね。山越えて人が搜索するのは大変なので、ドローンで探して、見つけると連絡して、救急車が駆けつけて、病院へ運ぶということが出来ます。また、テロリストへの対応ということで、ドローンを使って地上と空中から搜索するということですね。このような使い方が出来るということです。

それから、これは箱根山で実際に私どもが飛ばしたのですけれども、人がずっとズームをかけて撮っているかのように非常に鮮明に撮れるということです。箱根山は何度か私どもに、調査依頼が来ております。

今後、大きく使われるであろうというのが、この漁業で、漁場調査をするということです。具体的にはどういうことをするかというと、このように鳥の群を探す、魚の群れがいるところに鳥の群れがいるということです。これはマグロの場合ですけれども、マグロはイワシとか小魚を食べるそうですが、そのときに小魚がかなり海面スレスレで泳いでいると、それを今度は海鳥がつついて食べるということで、必ず海鳥がいるところにはマグロがいるということのようできて、鳥を今までは双眼鏡で見ていたのを、ドローンで探すということです。大きな船が行くより、燃料も節約できますし、漁獲量も上がるということで、新しい漁業の回生になるのではないかと期待があるということです。

それから、非GPS環境ということでは、建物の中とか、林の中とか、いろんなところがありますけれども、たとえばこれはですね、杉林の中ですけれども、レーザーをもって3次元マップを作りながら飛びます。レーザーでこういう木を認識しながら、飛行するので衝突することはありません。だいたい1mm程度の太さの物以上は認識できます。このように水平スキャンと垂直スキャンをやっている状態で、1秒間に100回ずつスキャンのレーザーを飛ばしています。真直ぐ行

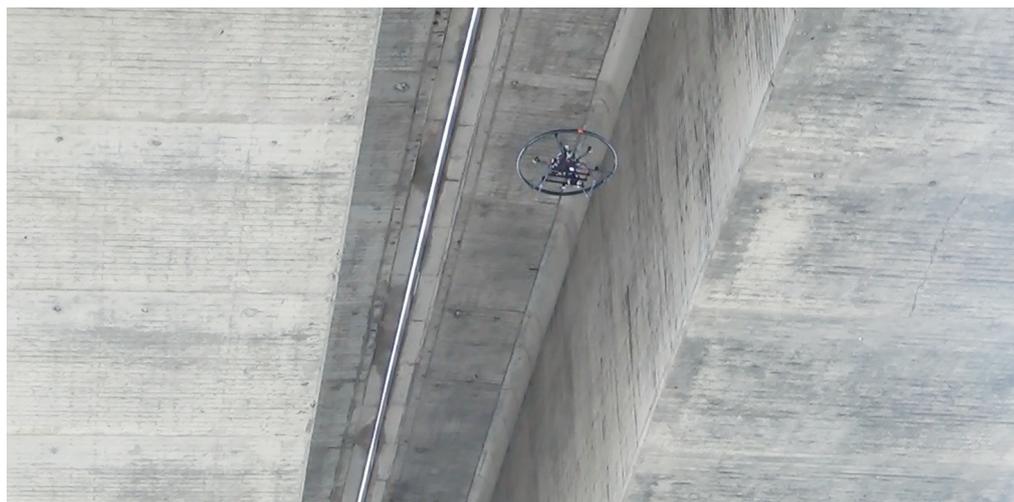


図4 ミニサーベヤの事例写真

くときは常にこのようになっていますので、一本の線しかありませんが、このように四方向に回転をしますと、放射状にこう線が出ます。もしこれが水平でまったくこう揺動しなかったら、1本しか出ないのでこんなにならないのですけれども、幸い、幸か不幸かヘリはこう少しくこうピッチングの運動をしますので、このように自然と立体図ができます。こういう技術を使えば、GPSが取れないところでも活用できます。

また、私どもはバッテリー自動交換機というものも開発して、バッテリー充電ではなくバッテリー交換です。まず、補助電源を入れて、コンピューターが落ちないようにしているところです。ここのカバーがこのように開きまして、使いきったバッテリーを取り外して、フル充電されたバッテリーをドローンに装着します。このフタが閉まれば、離陸できる状態になります。このようなことが出来ると、搬送もバッテリー交換機を搭載したヘリポートをあちこちに置いて、長距離輸送も可能となります。

私どもはこれらの技術を福島原発事故エリアの5号機で実証試験を行いました。それはSLAM技術により3Dマッピングをして、事故位置推定を同時にやっていくということです。これは完全に自律で飛んでいます。1周ではなく

270度スキャンして、後方のデータはありません。基本的には進行方向が決まっていれば、前の方にどんどん行けば良い訳ですので、実用的には問題はありません。こんな形で自律飛行ができるということです。そうすると、初めて行く場所でも、こういう部屋でも、自律飛行は基本的にはできるということです。

それから橋梁点検ですけれども、まず、全体がどうなっているかというのを見ようということで、自動で離陸して、垂直に今上昇しているところです。高さ150mくらいまで上昇します。そして、こういう壁面のコンクリート壁の歪んだところを点検するというようなことが簡単にできます。これも先ほどのレーザーを飛ばしながら、SLAMという技術を使って3次元マップを作りながらできます。この3次元マップを作りますと、撮ったデータを、マトリックス状に番号をつけて、どの場所のどのデータかというのを明確に特定できます。そうすることで、あと後誰でも使えるようになる。5年後に点検した時に、そこがどうなったかというような、経年変化もいろいろ管理できる。いわゆるビッグデータの管理が非常に容易にできるということが特色でもあります。トンネルの中をこう飛行するというのもでき、トンネルも同様に点検できます。

5. ルールづくりとドローンの未来

日本にはドローンを飛ばすルールとして、航空法と電波法の二つがあります。これが今大きく変わろうとしています。電波法は限られた周波数と出力が決まっていますけれども、これも幸いドローン特区ができましたので、もう少し拡張することができると思います。基本的に自律飛行可能な機体は、ホビー用、業務用に限らずすべての機体の認証登録を義務付けて、所有者と使用者も認証登録を義務付けるというのが私どものスタンスでございます。国土交通省航空局にもそういう方向でいって欲しいということをお願いしているところです。これが実現すれば、ドローン分野がもっと活性化すると思っております。もし全面的に規制を受けて、ものすごく飛行することにハードルが高くなってしまいますと、なかなかこの産業は伸びていかないということで、ここがポイントだと思いますね。

そして、技能検定をして、保険に加入するということです。私どもはミニサーベイヤーコンソーシアムを組織して今年で3年目となりますが、このネクストっていうのが今年4月に新しくリニューアルした組織です。このような委員会制にして、北海道から沖縄までのいろんな地域部会をやっております。技能検定のコースを設け、約1週間の技能検定を受けて、合格した人は使えますということにしています。保険にも加入することで、この辺のシステム作りをしっかりとやっているところです。

今後はどのように進めるかということですが、おそらくまず一つは、1機ではなく複数機が飛んでもっと効率良くいろんな作業をしていくということですね。これが一つの流れです。それから、今は飛行時間に制約があるということですが、いずれこれは解消されますけれども、過渡期は有線で地上から電源を供給してやるという方法もあります。先程のシンガポールの話のように、燃料電池というものもあるかと思えます。今

は非常に激しい雨のところは飛行できないのがほとんどですけれども、全天候型の機体というのも私どもは作っております、少し大きめですけれどもこれは水の上にも浮く。また、水の上に浮いたところからまた離陸もできるというものです。

また、トレーニングはなかなか大変だということで、こういうフライトシミュレーターというものを作って、3D画像で見るということができるようになっています。いろんな物理モデルも入ったシミュレーターですけれども、実際の環境モデルに対応して、たとえば橋梁・トンネルとか、火山とかのバーチャルな映像を入れながら、トレーニングをしてから現地に行くというようなことも考えられると思います。

さらに、高速飛行というのを私どもは考えておまして、これは国際ドローン展で展示をした機体ですが、いわゆる普通のクアッドコプター、いわゆる4発ローターのマルチローターヘリコプターのようなですけども、この翼が付いていて、あるスピードが出るともう自身を支える必要ないので、推力さえ出して水平に飛行すれば、おのずと揚力が発生するというので、これで長時間飛行ができます。だいたい1.5時間飛行で時速150kmが出せるというものです。これはもう実装していますけれどもパラシュートとか、フェイルセーフもあります。いずれ最終的には、先ほどの“Sense and Avoid”というのがありましたけれども、鳥とか昆虫のように認識と知能というのがあって、非常に高度な飛行技術がいずれは達成されると思います。10年かかるかもしれませんが、生物型飛行という、運動認識知能という。“Bio-Inspired flight”というのがスーパーコンピューターがスマートフォンに入るくらいの時代には、出来ているではないでしょうか。

最後ですが、私どもの機体は今まだ依然として高いのですが、だいたい1機100万円くらいにしたいと思っています。この地上300mまで

の最後のフロンティア、ここが今は鳥と電波しか飛んでいないので、ここをなんとかドローンが飛んで、より我々の生活を豊かにできないかと。これはNHKが放送した西暦2045年にコンピューターが人間の頭脳を上回るという話ですけれども、その中で出てきた映像にもドローンが飛んでいますね。間違いなくこういう時代が来ると言えます。今出ている映像はニューヨークの街です。SF映画でご覧になっている方もいると思いますが、これはタクシードライバーがなくて、車だけが飛んでいるフィフスエレメントというSF映画ですけれども、こういう時代は間違いなくやってくるのではないかなと思っています。人は空を飛ばせませんが、やはり自分の分身として空を飛ばしたいというのは、我々人間の儂い夢ですが、いよいよそれが現実になろうとしているという意味では、いよいよ新しい時代を迎えているのかなと思います。これで私のお話は終わらせていただきます。どうぞご静聴ありがとうございました。

—最後に本日お集まりの測量技術者の方々に一言アドバイスをいただけますでしょうか。—

僭越ですが、私はこういうドローンの研究をやって20年ぐらいになります。最初やったころは、誰もほとんど関心がなく、閑散としていました。非常に孤独感を味わいましたが、20年経ってこんな時代が来るとは夢にも思いませんでしたし、私自身が会社を立ち上げるということも想像していなかったですけれども、やっぱりじっくりライフワークといいますか、コツコツとやっていくことの重要さというのはつくづく思っております。ぜひ、長い未来を見据えながら新しい技術、これは楽しいとおもったところをやっただくと、きっと実を結ぶのではないかなと思っております

—本日は貴重なお話をありがとうございました—

(完)



■ 講演者

野波 健蔵 (のなみ けんぞう)
千葉大学 特別教授
株式会社自律制御システム研究所
代表取締役社長

本稿は平成27年7月3日、当協会の第37回測量調査技術発表会において特別講演をいただいた野波教授のご講演内容を本誌編集委員会にてまとめたものです。