

大空に夢を描く 飛行ロボットの世界

東京大学大学院工学系研究科教授 土屋 武司氏

ドローンの登場で、私たちにとって身近な存在になりつつある「飛行ロボット」。ホビーだけでなくビジネス分野でも、その将来性が期待されています。国内における飛行ロボット研究の草分けである土屋武司教授に、研究開発の最前線とこれからの展望について話をうかがいました。



親しみを込めて 飛行ロボットと命名

——そもそも飛行ロボットとは、どのようなものなのでしょうか。その定義から教えていただけますか。

土屋 「飛行ロボット」という言葉はまだあまり一般的ではないかもしれませんが、最近ではドローンが有名になっていますが、そもそも飛行ロボットとは東京大学航空宇宙工学専攻の鈴木真二先生と私の研究室が最初に名付けたものです。

私は航空宇宙技術研究所（現在のJAXA）で日本版スペースシャトルと呼ばれた宇宙往還機の研究に取り組んでいました。そのときラジコン飛行機を使ってフライト実験を行ったことがありました。もともとラジコン機はおもちゃだと思っていたのですが、性能がすごく良くなっていて、こうした用途にも使えるのだと気づいたんですね。

それで2002年に東大に戻ったとき、航空機制御工学を研究するにあたって鈴木先生と相談し、ラジコン飛行機を使った実験を試みました。当時はバッテリーやマイコンの性能がアップしていた時期で、改造すれば無人の飛行機として飛ばせるはず。そう考えて、まず何をしたいかというと、秋葉原に行ってラジコン機を買って試しました。その後は自分たちで機体の設計もするよ

うになりました。

2005年日本国際博覧会の「愛・地球博」で展示ロボットの公募があり、私たちも応募しようということになって、そのとき「飛行ロボット」という名前を付けました。ネーミングとして「無人飛行機」と呼ぶより親しみがわくと思ったからです。

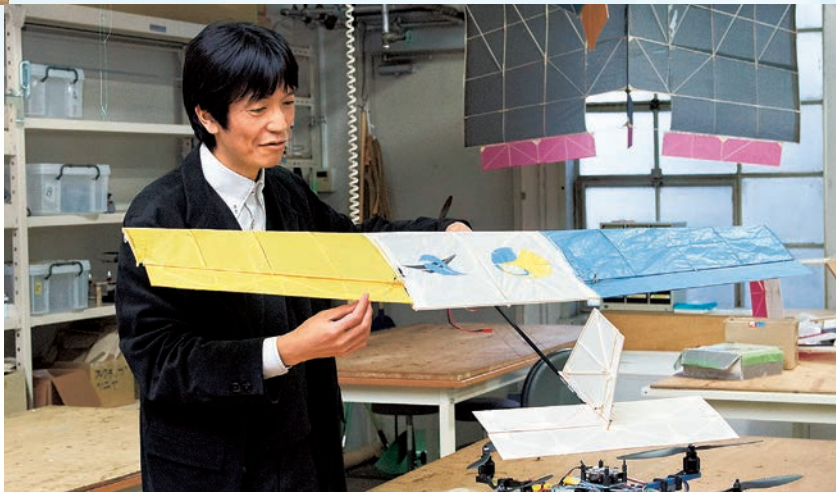
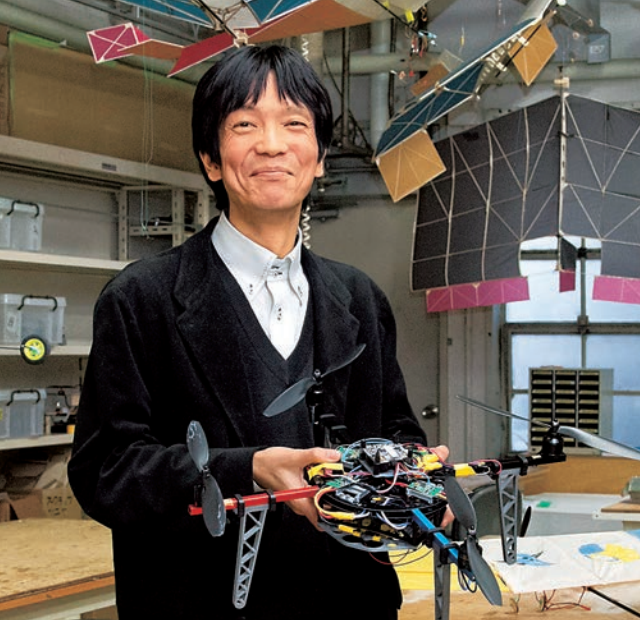
今や自律的に飛ぶことが 当たり前になった

——飛行ロボットとラジコン飛行機の違いは、どこにあるのでしょうか。

土屋 ロボットと呼ぶからには自律的であることが条件となります。GPS、ジャイロセンサーや加速度センサーなどを制御するマイコンを搭載することによって、機体を安定させたり、指定した位置を自動で飛び回ったり、人が細かく操作しなくても「手放し飛行」ができるものを飛行ロボットと呼んでいます。ほかにもモニターで飛行位置が確認できたり、地上と通信ができるなど通信機能を備えている点などがラジコン飛行機と異なります。

——飛行ロボットと聞くと、まずは話題のドローンを思い浮かべる人が多いと思います。

土屋 そうですね。ドローンは飛行ロボットの一種で、もともととは軍事用語



です。「ターゲットドローン」と呼ばれ、戦闘機の訓練用標的に飛ばす無人飛行機のことでした。あるメーカーがドローンと名が付くおもちゃを開発したことで有名になりました。複数の回転翼を持っているので「マルチコプター」とも呼ばれています。

私たちの研究室もドローンが普及するもつと以前からマルチコプターの実験を行っていました。でも、まったく飛ばなかった(笑)。なぜ飛ばなかったのか、振り返ってもちよつと判らない。マイコンが非力だったり、センサーの性能が低かったり、機体のつくりが甘かったり、いろんな点で未熟だったんでしょ。うね。しかし面白いことに、市販のドローンが登場して、こうやってつくり込めばいいのかとわかったら、急に私たちの機体も飛び始めました。そこからの進歩は早かったですね。今は飛ぶのが当たり前となりました。

飛行ロボットに形状の定義はないですし、従来の固定翼機とマルチコプターで、どちらが正解というわけではありません。マルチコプターは空中で停止するホバリングができますが、遠くに飛行するのは苦手です。固定翼機はホバリングできませんが、遠くまで飛べます。もしかしたら両方を組み合わせたかたちがあるのかもしれない。現在も昆虫や鳥を規範とした羽ばたきロボットなど、さまざまな機体の研究が進められています。

アイデア次第で活用はさまざま

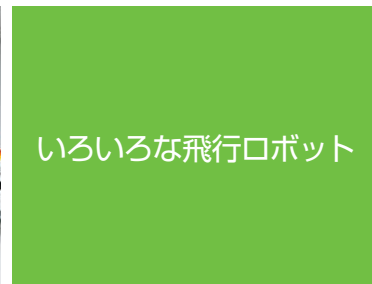
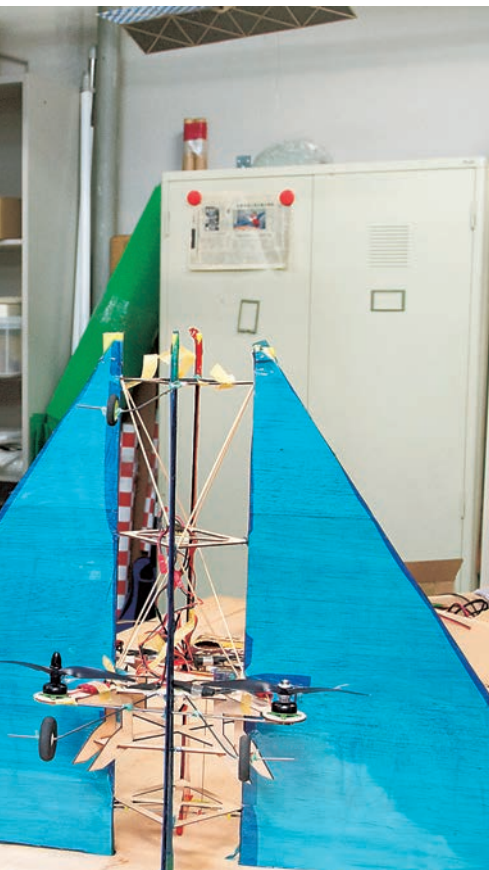
——飛行ロボットの用途は、将来を含めてどんなことが想定されているのでしょうか。

土屋 まずは飛ばすエリアが限られている使用法が考えられます。例えば農業用として空中から必要な場所への農薬散布は、すぐにでも始められると思います。あとはインフラ関係です。高所など人が近づくのが難しい場所を調べる用途も期待されています。

飛行ロボットはまだまだ研究段階です。10センチくらいの機体を研究している研究者もいます。小さな飛行ロボットであれば狭い場所でも入り込めるし、マルチコプターなら空中でホバリングもできる。原発の内部など、人間が立ち入れない区域の調査にも使うことができると思います。

——新日鉄住金でも飛行ロボットの活用が始まっています。

土屋 製鉄所は敷地が広大ですし、将来的に飛行ロボットがさらに役立つ場面は多いのではないのでしょうか。目視できない設備内部の確認などは、これまで勘と経験に頼って判断してきた部分をサポートすることもできるでしょう。飛行ロボットはいわば空飛ぶセンサーなので、アイデア次第でいろいろな使い方ができると思います。



——飛行ロボットの可能性は非常に大きいと思いますが、そのなかでも土屋先生が最も関心を寄せているテーマは何でしょうか。

土屋 一つは屋内用マルチコプターの開発です。屋内は屋外と違ってGPSが使えないので、他のセンサーで補う必要があります。それによって、ロボット自身が地図をつくりながら屋内を飛び回り、探索します。理想を言えば、飛行ロボットをポンと入口から投げ込めば、勝手に内部を調べ、自動で戻ってくる。得られたセンサーデータを解析することで屋内の情報がわかる。目指しているのはそんなイメージです。

もう一つは航空制御実験への活用です。私の研究室では故障が発生したときでも、航空機を墜落させずに緊急着陸させる誘導制御技術の研究に取り組んでいます。実際に人が乗った飛行機を故障させて検証することはできないので、そのテスト用機体として使える飛行ロボットの開発を行っています。

ものづくりの面白さを教えてくれる

——ドローン人気もあって、飛行ロボットに対して若い人たちの関心は高いのではないのでしょうか。

土屋 おかげさまで東大の学生にも大人気で、鈴木・土屋研究室への希望者

はすごく多いですね。一般の人たちも飛行ロボットを目にする機会が多くなつたし、飛行ロボットがどんどん身近なものになってきていると思います。

もともと航空宇宙工学は、旅客機など大型の有人飛行機が対象なので、どうしても座学中心になりがちです。しかし飛行ロボットは、実際に自分たちでものづくりができるので、それが学生にとってはすごく楽しいし、ものづくり教育としての効果も高い。

ただし、せっかく製作しても飛ばす場所がなかなか確保できません。だったら屋内で飛ばせる飛行ロボットをつくって競い合おうと考えたのが、新日鉄住金にも協賛していただいている「全日本学生室内飛行ロボットコンテスト」です。学生にとつては航空宇宙工学を学ぶ絶好の機会になります。毎回ユニークな機体が参加して、すごく盛り上がっています。

——飛行ロボットがものづくりの面白さを教えてくれるわけですね。

土屋 そのとおりです。航空宇宙工学って、実はさまざまな要素技術が必要なので、総合工学なんです。材料、構造、空気力学、制御工学、推進工学……。だから難しいのですが、だからこそ面白い。上手いかないとき、ソフト面とハード面のどこに問題があるのかを見つけ出し、最適解を出していく。飛行機に限らず、コンテンツがものづくりの楽しさを知

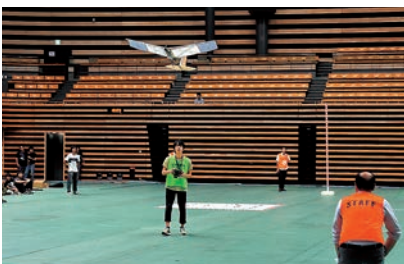
「落ちない飛行機」を目指す研究



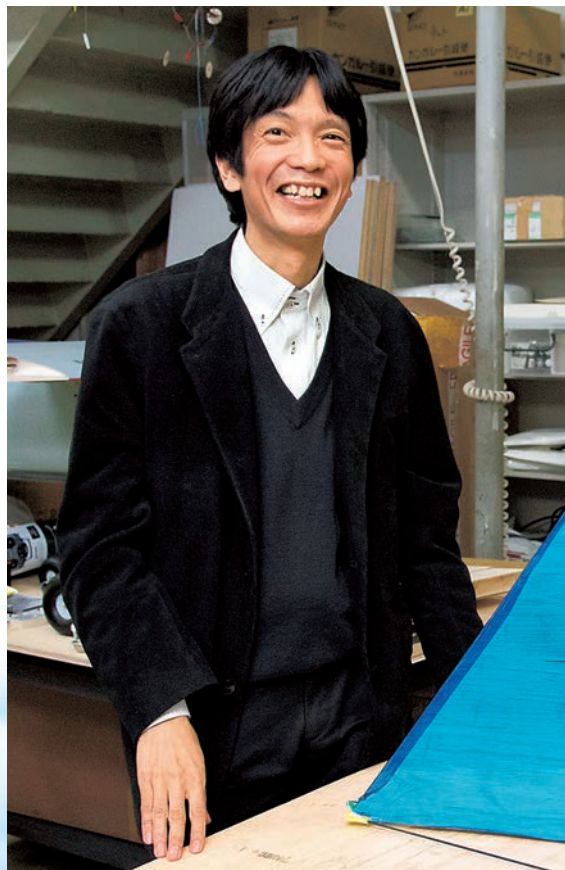
(一社)日本航空宇宙工業会を中心に東京大学、(株)SUBARU、JAXA による産・学・官体制で進められている。東京大学は耐故障飛行制御システムに関する研究などを担当し、あわせて実証試験用の小型無人航空機の製作、主翼が脱落しても飛び続ける無人航空機の飛行試験を実施している。



全日本学生室内飛行ロボットコンテスト



東京大学の学生たちも、飛行ロボット演習講義でつくった機体で出場している。



るきっかけになってくれたらいいなと思っています。

ドローンが今こうやって注目されているのも、マイコンやバッテリーといった要素技術がこの10年で一気に発展したからです。ただし、まだまだ改善の余地はたくさんあります。例えば電気自動車のバッテリー技術が向上すれば、それが飛行ロボットに導入されるかもしれません。いろいろな分野のものがづくり技術が改良されることで、飛行ロボットもどんどん進化していくと思います。

失敗の先にしか成功はない

——ものづくり教育はますます重要になりますね。

土屋 私たちが飛行ロボットの研究を始めたとき、マルチコプターの存在は世のなかにほとんど知られていませんでした。飛行ロボットは海のものとも山のものともわからない、芽が出るのだろうかという研究でした。最初に製作したマルチコプターは見事に墜落してしまいましたから(笑)

でも大学という場所は、10のうち7か8は無駄なことをしているのかもしれない。企業はそうであってはいけないのでしょうか。しかし2か3は、もしかしたら芽が出るのかもしれない。だから失敗は織り込み済みで研究をしているわけです。

これはものづくりも同じで、失敗の先にしか成功はない。飛行ロボットコンテストだって、頑張ったのに飛ばずにすぐに墜落してしまうチームもあります。でも学生にとっては、うまくいかないことのほうが大切なんです。そこから学ぶことが、自分の将来にとって重要なことになる。だから学生にはたくさん失敗してほしいと思いますね。

——最後に今後の抱負をお聞かせください。

土屋 最近大学の研究者もすぐに結果を出せと言われて、なかなか大変ですが(笑)、30年とか40年先を見て、この5年で何をすべきかを考え、研究に取り組んでいきたいと思っています。一つは飛行ロボットの屋内飛行技術をもっと高めることを目指しています。もう一つは、航空輸送の需要が今後飛躍的に増加することが予測され、それに伴って安全性がますます重要になりますので、飛行ロボットを活用しながら、制御工学の基礎研究に力を注いでいきたいと考えています。

航空宇宙工学が目指す究極の姿は、誰もが行きたい場所に楽に移動できて、ほしいものが簡単に手に入る、そんな世界です。自分の研究が少しでも役立ち、いつかそういう時代がやってくることを願っています。