

➤ **名古屋工業大学 佐藤先生 ご回答**

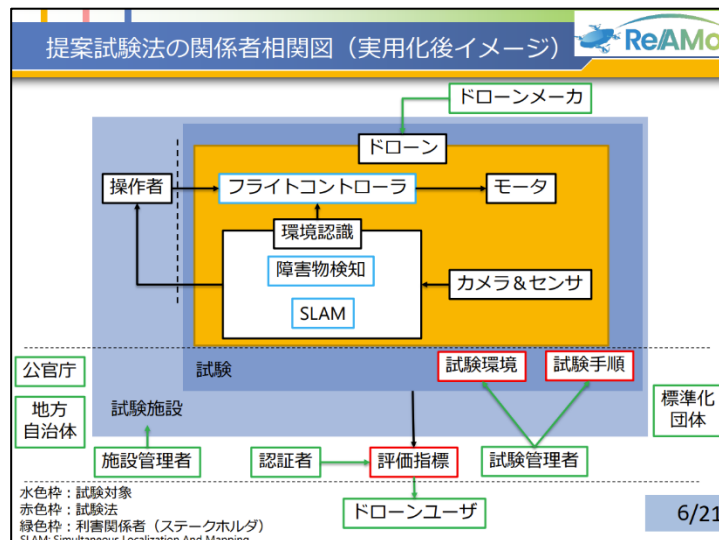
資料 P.6 の図(\*1)を使って説明させていただく。

私たちの初めの立ち位置として、自動車の運転免許のようなものというよりは、ドローンの性能を定量的に測る方法（どのように飛ばしたらどうなるのか）を提案したいということである。例えば、自動車の燃費の性能を測定するとき、ある速度パターンで動いたときのガソリン使用量から燃費を出すという方法があるのだが、そういった WLTC モードのようなものである。

そう考えていった場合、ドローン側の各種機能を定量的な評価指標で定められるようにしていくことが研究開発の目的になってくる。例えば「操作者」が同じドローンを使用した際に、練習前にドローンを飛ばした場合と練習後に飛ばす場合とでは、当然練習後の方が指標が良くなる。操作者の操作技量を定量的に測ることも、試験法が整備されることで達成できると考えている。実際にご紹介したアメリカの NIST が行っている試験法も、ロボットの性能を測るだけではなくロボットを運用する際の人の技量を測れるため、消防でも使われたりもする。自動車の燃費の試験を行うときであれば、プロドライバーが、ある速度パターンの中で（例：何%以内の中で）上手く動かし、この車の燃費はこのぐらいと提示すれば、車を購入する際の指標になる。

人が介入することにデメリットはあるかもしれないが、操作技量を測るだけでなく、ドローンの操縦技術にも試験法を適用すれば、同じドローン同じ環境でもやはり違う（例；パイロット A では①で、パイロット B では②である、といったような）ことも定量的に見えるようになる。私たちが提案する試験法は、使い方としては色々な応用の仕方があるのではないかと考えている。

(\*1)



会場からの質問	佐藤先生のお話でシミュレーションの話があったかと思うが、例えば Unity と ROS のような具体的なツールの名前も挙がっていたが、実際のドローンのフライトコントローラーの中のソフトウェアは、恐らく ROS のようなものはほとんどないと思う。現実的な評価をする際に、ROS のようなあまり使われていないソフトウェアよりもきちんと使われているソフトを使ってもいいのではないかと思ったが、その辺りのシミュレーションの幅について伺いたい。
---------	---

➤ **名古屋工業大学 佐藤先生 ご回答**

今回私たちが提案したシミュレータは、あくまで位置推定機能の評価のためのものであり、フライトコントローラーの性能を評価するためのものではないというところがまずある。Unity の良さは様々な人がアセットと言われる部品をオープンで公開し、場合によっては有料で買えることだが、実は今回のドローンもフリーのアセットを使っている。

あくまでこれはゲームエンジンであり、こういったドローンを使ったゲームを作りたい人が、誰かが公開したドローンのアセット部品を自分のソフトウェアに導入すれば、それっぽく動くドローンを使ったゲームが作れるのである。資料 P. 12(\*2) も同じことであり、あくまでフライトコントローラーが制御の検証をするためのものではないが、きちんと前進しようとするればそれらしく傾き、ホバリング中はホバリングのように少し動いたりする。

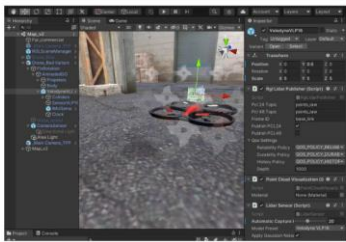
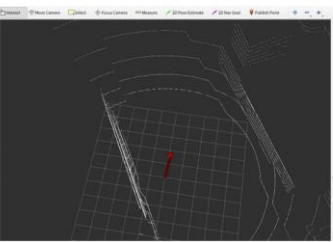
ここでやりたいことは、ドローンがいかにシミュレータとして、現実とシミュレーションが整合しているかというよりは（そこはそれらしいものを使っていればよく）、位置推定の試験を行う上でどのような環境にすれば上手く対象としている作業に対して、どのように位置が測れるか（例：ある状態では測れるがある状態になると測れないなど）が明らかになる環境を検証するためのものという位置づけで行っている。

(\*2)

**③非GPS環境における自己位置推定機能の性能評価試験法の研究開発**


名古屋工業大学 ReAMo

- **検証用シミュレータの開発**
  - ・ Unityを用いて**ROSと連携可能なシミュレータ**を開発





自己位置推定機能の性能評価試験法の検証用シミュレータの画面


- **シミュレータを用いた試験法の基礎検討** (ROBOMECH2023で発表予定)
  - ・ **試験環境のパラメータを変更し、3種類のSLAMの自己位置推定精度を比較**



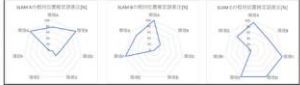
SLAM Aの地図



SLAM Bの地図



SLAM Cの地図



試験結果の定量化・可視化

12/21

会場からの質問	位置推定の場合、例えば色々なセンサーを使って行うことになり、センサーの性能などによりかなり変わってくると思うが、今回の場合は設定を切り替えることにより変えられるため、手法の評価としては十分であるとの認識であるか。
---------	--

➤ **名古屋工業大学 佐藤先生 ご回答**

その通りである。今は三次元、いわゆる LiDAR（ライダー）と呼ばれるものを使っている。このシミュレータの良いところは、点の密度のようなものを簡単に換えられ、ホワイトノイズのようなものも入れているため、よりノイズがある場合はどうなるのかということも確認できる。

実はこれを行う上で、位置推定の手法のアルゴリズム側のパラメータを変えると全く変わってくるのである。それも実機で試すのは大変であるため、シミュレータである程度当たりをつけ、実機で行っていく方法も考えようとしている。

会場からの質問	五十嵐様への質問で、最初に「ガイドライン」という話があったと思うが、どのようなものなのか、どのようなことを想定して、誰が対象になっているのかなど、もう少し詳しくお伺いしたい。
---------	---

➤ **東京大学 五十嵐様 ご回答**

プロジェクトで検討する「ガイドライン」は、手順書、解説書なども含めた広義の意味で使用している。現在決まっているのは航空局から出ている法律と通達文書は明確化されているという認識である。

一方で、欧米においても法律も含めて、まだ民間側の標準化活動も併せて、全体の制度設計を実施しているフェーズのため、現段階において、先に日本だけが（言葉が適切ではないかもしれないが）勇み足にならないような、事業者にとって不利益にならないような標準化活動が必要と考えている。

事業者にとって有益な標準化、協調領域としての文章は必要だが、それが先に出たがゆえに事業の足かせになってはいけないため、ガイドライン、手順書、解説書など何が良いのかということも業界の方々とお話しながら決めていきたいと考えている。

これについては言葉もゴール感も曖昧で申し訳ないが、現時点で決めているのは、第二種の機体に対応したもので、今は「手順書」と書いているが、手順書よりもガイドライン（現在航空局から出ている機体認証を取得するためのガイドラインという文書）に対しての「解説書」を作っていくのが、2023年度はよいのではないかとということも議論している。そのあたりも業界の方々とお話しながら目標設定をさせていただければと思っている。

少なくとも 2023 年度中には機体メーカーにとって有益な、何らかの文書を整理させていただきたいというところが、プロジェクトの中間目標になっている。

会場からの質問	弊社のお客様でも話を伺っていると、「レベル 4」といったものがいきなり出てくると、今出ている機体を買えばレベル 4 で飛ばせるのではないかと勘違いされることがあり、反対に、ある業界ではドローンを飛ばすことに対して飛ばし控えをしよう、つまり機体認証を取らなければいけない、あるいはライセンスが要るのではないかなど情報の誤った伝わり方があると思う。そのあたりは先ほどのお話の中でも広く対話を進めたいとおっしゃっていたが、対話の場のようなものを設定される予定はあるか。
---------	---

➤ **東京大学 五十嵐様 ご回答**

対話の場は用意させていただきたいと思っている。様々なフェーズとレイヤーがあると思っており、こちらは最後に「お話し会」というような表現にさせていただいたが、ご指摘いただいた通り、昨年 12 月 5 日にスタートした新しい制度について誤解をされている方が多いということを最近色々なところで感じたり、聞いたりすることもある。

このため、正しい情報を伝えていく活動も必要だと思っているが、「役所の仕事（航空局、経産省）」ではなく、分かる人が適切に伝えていくことが必要だと思っている。まずその一部として、私は機体の設計/製造が中心とはなるが、適切に情報を伝えて、対話していく場が必要だと考えている。

その上で、DRESS 事業で感じた課題としては、例えば「作る人、飛ばす人、運航する人」などで、細分化や縦割りを非常に感じている。最終的に安全なドローンを安全に飛ばすためには、市民に安全なサービスを提供するために、それぞれで「リスクを下げ」「どこでリスクをどのように保有」するかについて、対話が必要であると考えている。ステークホルダーが議論や対話ができるような場作りが必要と考える。

現在、具体的には示すことができないが、各ステークホルダーが集まれる場のようなものを用意したいと感じており、私たちだけではなく色々な方々が、対話の場や機会を用意していくことが必要であると個人的には思っている。

会場からの質問	NEDO 様から先ほどホームページを作られるという話もあったと思うので、そういったものとの繋がりなど、ぜひそういった形でまとまった成果を、もう少し色々な形で還元できるような仕組みを作っていくのがよいのではないかと思います。
---------	---

※ご回答を受けてのご意見のみ。

オンラインからの質問	狭隘空間はプラント内部など施設によってケースバイケースなので、施設のデジタルデータ(例えば BIM/CIM)を活用すれば有効なシミュレーションができるのではないか。
	“ドローン性能評価手法”はユーザー観点の実用性を評価するものと考えてよいか。

➤ **名古屋工業大学 佐藤先生 ご回答**

一点目はシミュレータの環境に関する話だと思うが、まさにその通りで、現状このシミュレーションも学生の方がフリーのアセットの中で、プラントのようなものから持ってきたものをそのままインポートして使っている状態である。そのため、それっぽく敷地内を飛んでいるように見えるかもしれないが、実は側しかなく、中にはパイプを配管も何もないものだったりする。やはり狭隘空間での位置推定性能を行っていく上では、実際のプラントのデータを頂き、それをインポートして行っていければと思うところもある。

一方で性能評価の試験という意味では、ある程度の抽象化が必要だと思うため、実際の現場の環境そのものに置くというよりは、例えば実際の環境のパラメータのようなところをうまく抽象化し、パラメータを変えられるようにして、こういった自己位置推定のアルゴリズムについて多角的に評価していくことができればよいと思っている。

特に位置推定の試験環境をどのように抽象化し、どのようなパラメータをどういじれば自己位置推定についての試験ができるかを行っており、実際の環境をインポートし、実際の環境と抽象化したものの中での相関がどの程度あるかといったことは興味があるが、試験法としては実際の環境そのものでやるというより、もう少し抽象化したもので提案していきたいと考えている。

二点目の質問は、最終的にどのような形で実用化されるかというところである。現状では各メーカーが試験を行い、その指標を何かしら公表して、それぞれのパラメータの違いが分かるようなものがあれば、ドローンを選ぶ上でユーザーがベネフィットを得られ、メーカーとしても特化すべき部分や他社との比較で目指す値を決めるといった形で使えるだろう。そのため、試験法含めて指標をどのように使っていくかは関係者次第だと思う。

ただし、実際使う人にとって、期待して使ったがこのドローンは使えなかったといったように、齟齬が起きてしまうことが一番悲しい状態になってしまうため、そうならないように頑張っていきたい。

その上でユーザーの視点、あるいは実際どういった場所でドローンを飛ばしているのか、そこがどのように難しい環境なのか、それをどうやって試験法に生かしていくのかを考え、適切な、認識の齟齬（例：実際のドローンのフライトで上手く飛ばない）が起これないようにするというのが目指すところである。

オンラインからの質問	空飛ぶクルマやドローンが自律運航する際に宇宙天気の原因を考慮する必要があるのではないか。太陽の活動、サイクルがある中で、レンジ環境の乱れなどがある。一方でドローンや空飛ぶクルマは無線 GPS、GNSS を使う。総務省からもそういった影響があるのではないかという報告があるし、ICAO も宇宙天気を利用すべきというような方針があるが、ドローンと空飛ぶクルマにおいてもリスク管理の観点で考慮が必要か。
	現在開発中の「第二種型式認証に対応した手順書(仮)」と国土交通省より公開されている「無人航空機の型式認証等の取得のためのガイドライン」との関係性を教えて欲しい。

➤ **東京大学 鈴木先生 ご回答**

ご指摘のとおり、太陽の活動が活発になると衛星からの信号に影響が出てくるため、リスクの一つとして考慮すべきだと思います。これからそういったものの利用に関しても取り組んでいきたいと考えている。大変有益なご指摘だと思います。

二点目は、説明の中でも少し述べたかと思うが、国土交通省から審査要領のガイドラインを既に公表している。ただし、もう少し細かく、皆で分かりやすいような形でどういったことを行えばよいのかを示していくことが、これからも必要だと考えている。

第二種も実は機体の重量ごとのリスクにより、審査方法を変えるような方針が出ている。例えば、4kg より小さいか、4kg から 25kg なのか、25kg 以上なのかによってリスクが変わるため、その審査のありかたも変えていかなければいけないところがある。そこがまだ国内で十分に合意が取れている状況ではないと認識しているため、第二種に関しては、特にリスクに応じた、またユースケースに応じた評価を、航空局、審査機関、メーカー、ユーザーも含めて合意をとっていく作業が必要ではないかと考えており、先ほど解説書というような言葉を使ったが、そういったものを皆さまと相談して作っていかうと考えている。

※シンポジウム内で回答できなかった質問

オンラインからの質問	m対nの運航実現に影響がある要素として、監視センサの性能(有効距離)、センサデータの遅れ、人間の判断能力・ワークロード等が考えられますが、現時点で最も重要と考えられる要素は何でしょうか。また、社会実装するためにはコストが重要と考えますが、それについての検討は行うのでしょうか。
------------	--

➤ **東京大学 中村先生 ご回答**

m 対 n の運航安全評価モデルの構築を最終的な目標として考えている。同じ環境にて、1 対 1 から m 対 n まで進化させていく段階では、飛行の自律化と監視体制（インフラも含まれます）のバランスが問われてくるため、あげられた要素はいずれも重要であり、また自律化レベルに関わってくると思われる。現時点で言えば、可用な機体・監視システムの信頼性などの観点から、第三者の出入りを制限した空

域・地域での運用と、操縦士やオペレーターによる適切な運航管理が望ましいだろう。我々のテーマ（テーマ④）で  $m$  対  $n$  の社会実装コストは検討の範囲外ではあるが、モデル化にあたり設定するユースケース、つまり議論の前提の選択において、よりニーズの高い・現実に近いものを選択するようにしていくので、間接的にはコストも考慮に入れられる予定である。