危機管理産業展2026 出展者セミナー（RC-18）

2026年10月2日(金) 15:55～16:40

NEDO ReAMoプロジェクトで開発している

制約環境下における ドローン性能評価試験法

名古屋工業大学コンソーシアム

研究開発統括責任者：佐藤 徳孝（名古屋工業大学）

名古屋工業大学　　日本原子力研究開発機構

新潟工科大学　　近畿大学

千葉大学　　産業技術総合研究所

© Realization of Advanced Air Mobility Project

目次

- 研究開発の概要・モチベーション

- 成果紹介
  - ➢低視程環境における障害物検知性能の評価方法
  - ➢非GPS環境における自己位置推定性能の評価方法
  - ➢狭隘空間における空力性能の評価方法
  - ➢狭隘空間における飛行制御性能の評価方法

- 成果の社会実装に向けて

© Realization of Advanced Air Mobility Project

選んだドローン、現場で使えましたか？

カタログ



スペックや機能を比較し
検討する

デモ



実機を見て
飛行を体験する

導入実績



他社の導入事例を参考に
選定する



実際の現場へ投入



期待したように使えるとは限らない

なぜ、選ぶ段階では分からなかったのか？

© Realization of Advanced Air Mobility Project

カタログ値をそのまま比較できない…

メーカーごとに
試験条件や評価方法が異なる

同じ名称の性能でも、
測り方が同じとは限らない

各社の目的に適した条件で
評価されている

数字が並んでいても、
横並び比較のための値とは
限らない

メーカーA



屋内・無風・
広い空間

- GPSなしの環境
- 風の影響を受けない
- 広く障害物の少ない空間で測定

メーカーB



屋外・弱風・
GPSあり

- GPSを使用して測定
- 弱い風の条件で試験
- 開けた屋外環境で飛行性能を評価

メーカーC



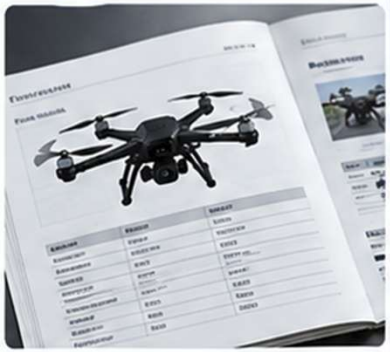
特定のコース・
独自の評価方法

- 決められたコースを飛行
- 一部機能のみを評価
- 独自の評価基準によりスコア化

© Realization of Advanced Air Mobility Project

何を頼りに選んだのか？

カタログ値



- 仕様・サイズ・重量・飛行時間・カメラ性能などの基本スペックが分かる
- 各メーカーの機体を横並びで確認できる

導入・運用実績



- 実際の現場での使用事例や導入件数から、信頼性や適合性の目安が分かる
- 自社と似た条件での活用可否を判断できる

デモンストレーション



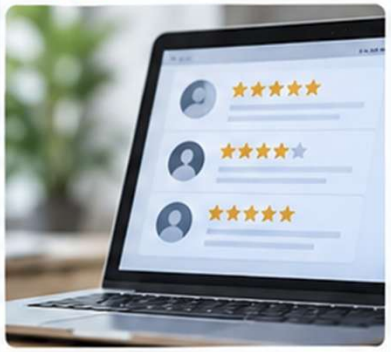
- 実機を見て、飛行性能や操作性、カメラの映像品質などを体感できる
- カタログでは分からない使用感や使いやすさを確認できる

メーカー・販売者からの説明



- 機体の特長、推奨用途、運用方法など専門的な説明を受けられる
- 自社の課題に対する提案やサポート体制について知ることができる

口コミ・評判



- 実際の利用者による評価やレビューから、長所・短所を把握できる
- カタログや説明では分からない運用上の注意点やトラブル事例を知ることができる

いずれも重要だが、
機体間を客観的に比較する共通の根拠にはなりにくい

「よく見える機体」ではなく「必要な性能を持つ機体」を選びたい

© Realization of Advanced Air Mobility Project

だから「共通の物差し」が必要

- 機体A・B・Cを、
  共通の試験方法・共通の評価指標で測る

機体A



機体B



機体C



共通の試験方法・共通の評価指標

機体による性能差を客観的に比較できる

© Realization of Advanced Air Mobility Project

NEDO ReAMoプロジェクトとは？

- 対象：次世代空モビリティ（ドローン・空飛ぶクルマ）
  - ➢新しい**移動手段**として、また、**物流**分野**インフラ点検**分野などを効率化する手段として注目
  - ➢研究開発や実証実験、法整備などのルール作りが進んでおり、**今後の市場拡大**に期待



図　次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト（ReAMoプロジェクト）

© Realization of Advanced Air Mobility Project

研究開発項目とスケジュール

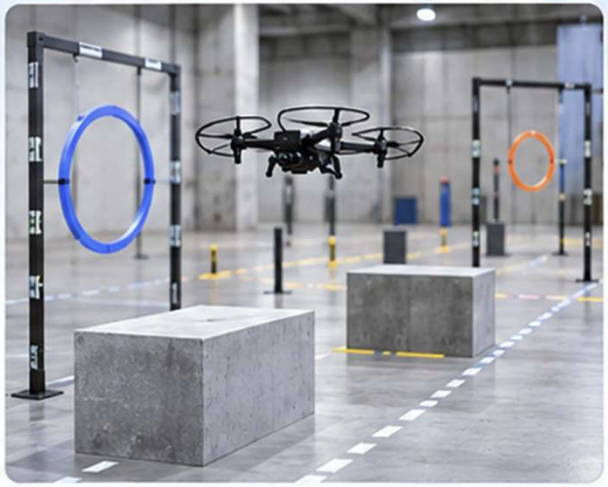


© Realization of Advanced Air Mobility Project

私たちはドローンを開発していません。

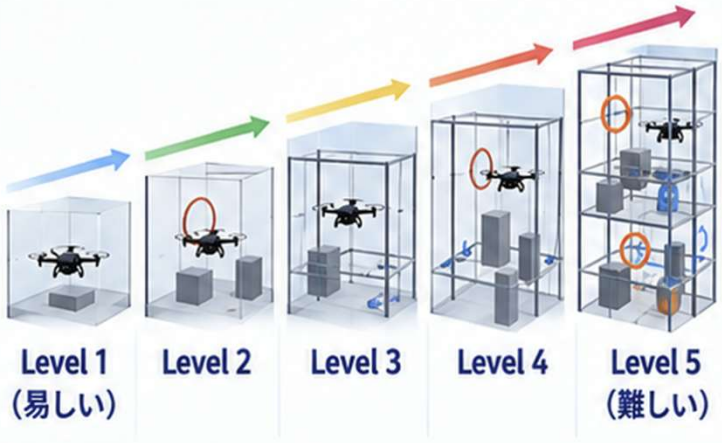
開発しているのは、ドローンの「試験法」です。

共通の試験方法



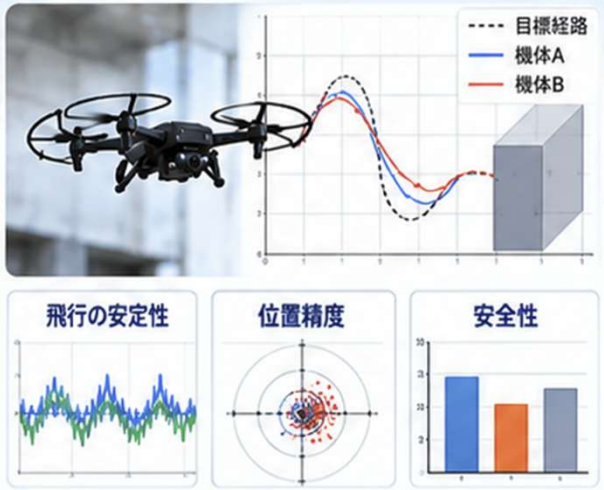
どのメーカー・機体でも
同じ手順で試験できる方法

定義された試験条件・難易度



気象・環境・タスクなどの条件を定義し
各段階の難易度を設定

共通の評価指標



飛行の安定性・精度・安全性などを
共通の指標で評価

性能を測るための共通の物差し

© Realization of Advanced Air Mobility Project

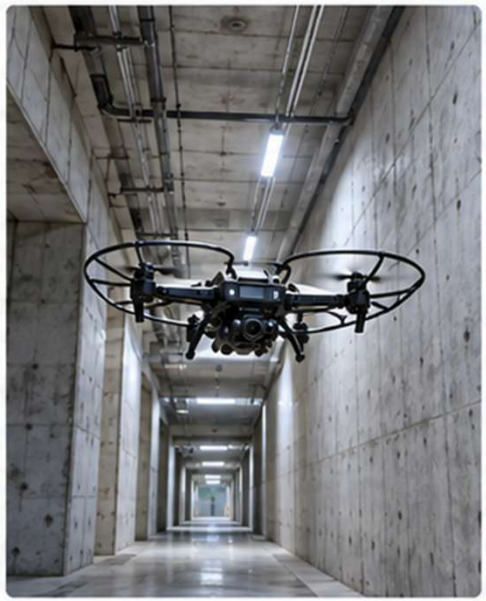
なぜ「制約環境」で評価するのか？

災害対応
立ち入り困難な場所



地震・土砂災害などで
立ち入りが困難な現場でも、
被害状況を迅速に把握できる。

屋内・狭隘部
GPSなしの環境



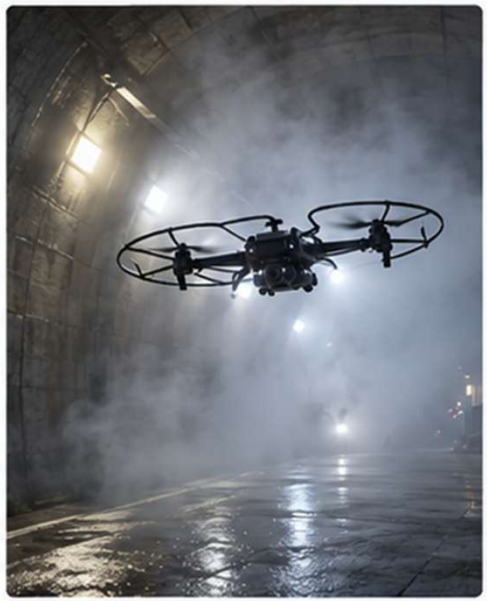
トンネルや建物内部など、
GPSが使えない場所でも
安定して飛行できる。

インフラ点検
狭く複雑な構造



橋梁・高架下・ダム・
プラント設備など、狭く複雑な
構造物の点検に対応できる。

GPS・視界が制限される環境

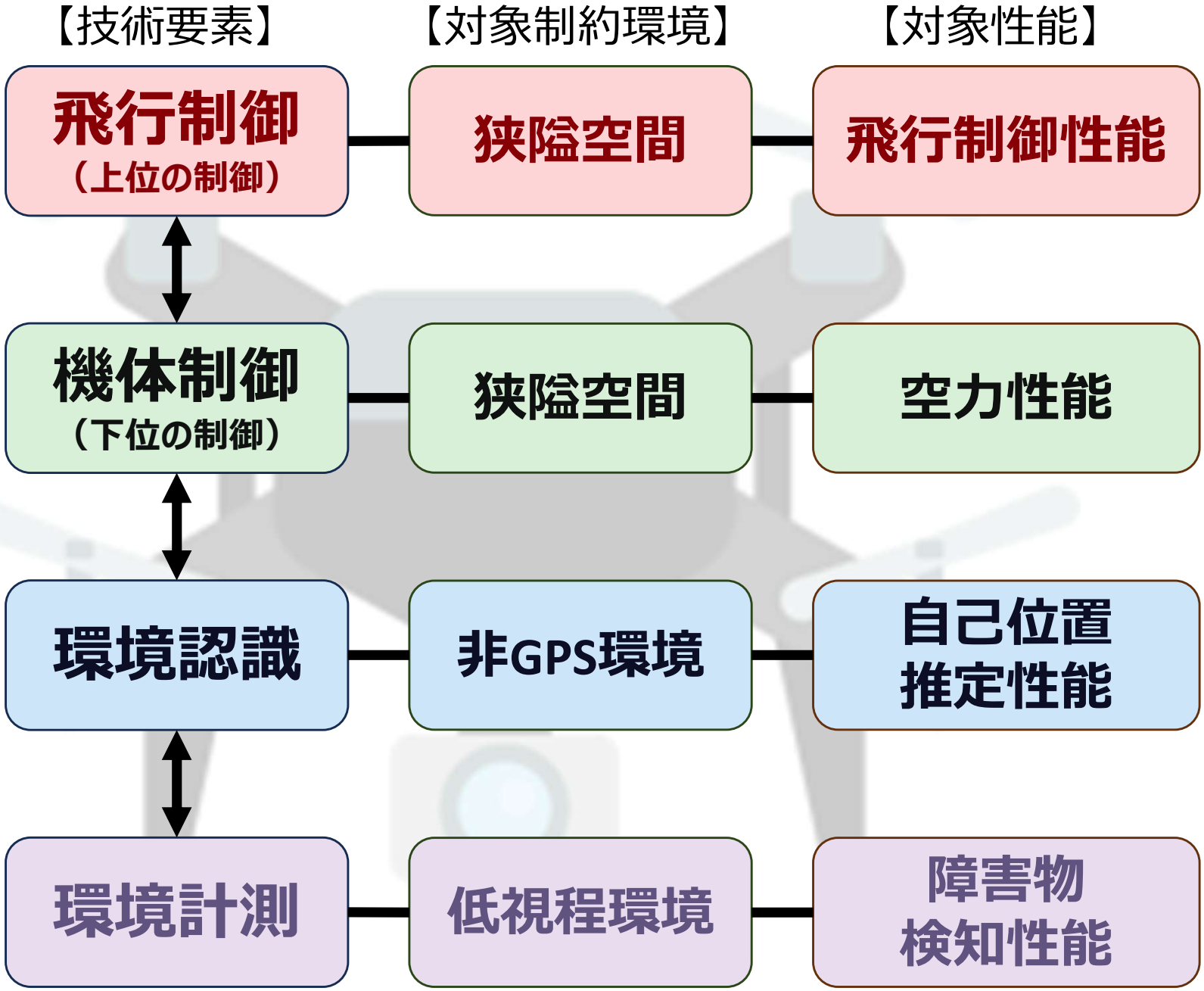


トンネル・煙・粉じんなど
視界が悪く、GPSが使えない
環境でも、確実に飛行できる。

- 使いたい場所ほど、機体の性能差が現れやすい
- 安全・確実に使うために、事前に性能を把握しておく必要がある

© Realization of Advanced Air Mobility Project

開発した試験法の対象環境と対象性能



国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 Japan Atomic Energy Agency

新潟工科大学

KINDAI UNIVERSITY

CHIBA UNIVERSITY

再委託先：Liberaware

国立大学法人 名古屋工業大学

産総研

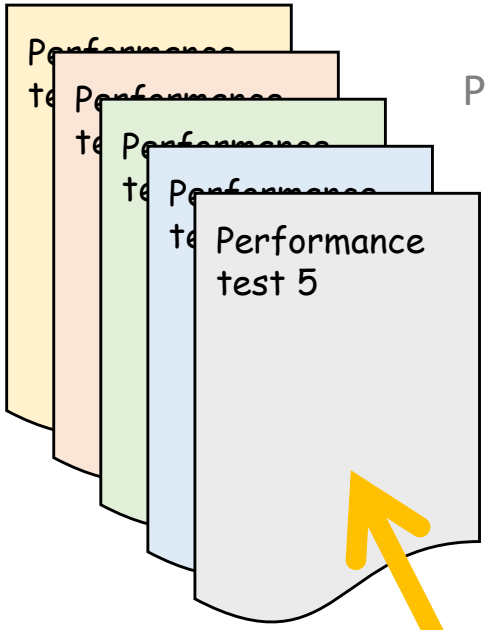
© Realization of Advanced Air Mobility Project

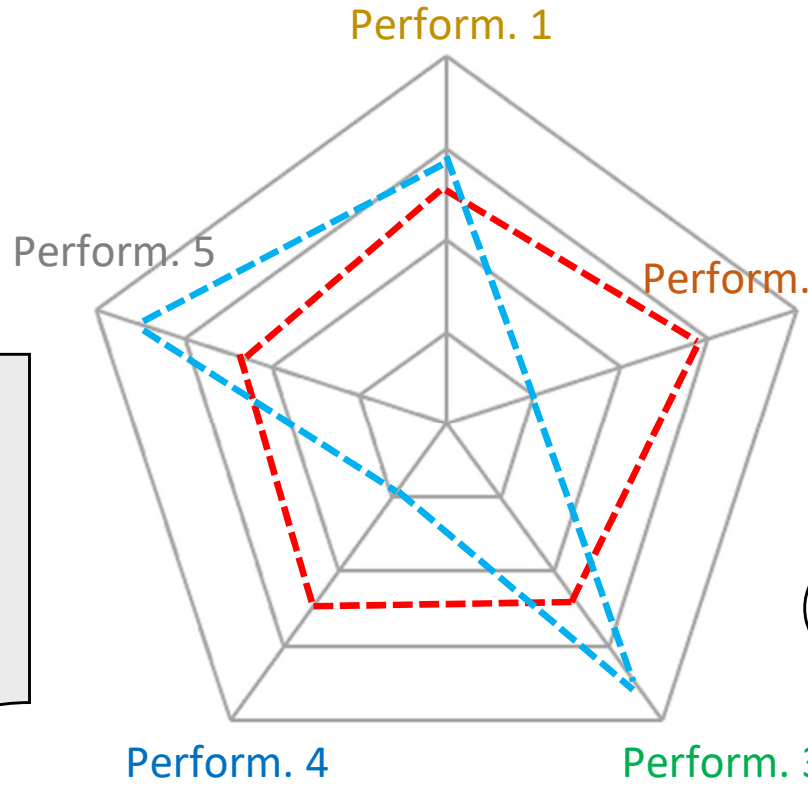
多角的に見ることで全体像を把握できる

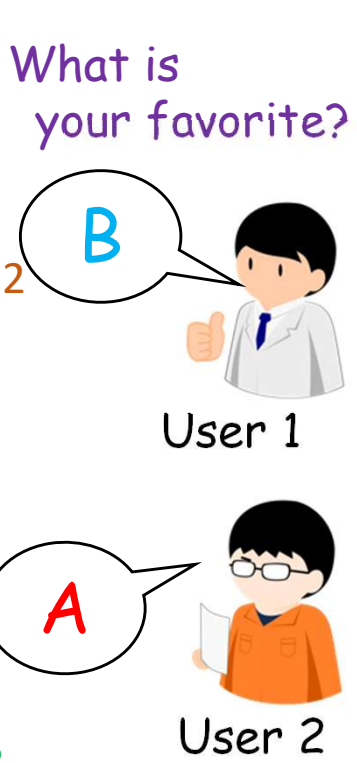
性能評価とは？
対象作業に対して備えておくべき**要素的・基盤的な性能**を、
評価・比較するための標準的な方法（枠組み）









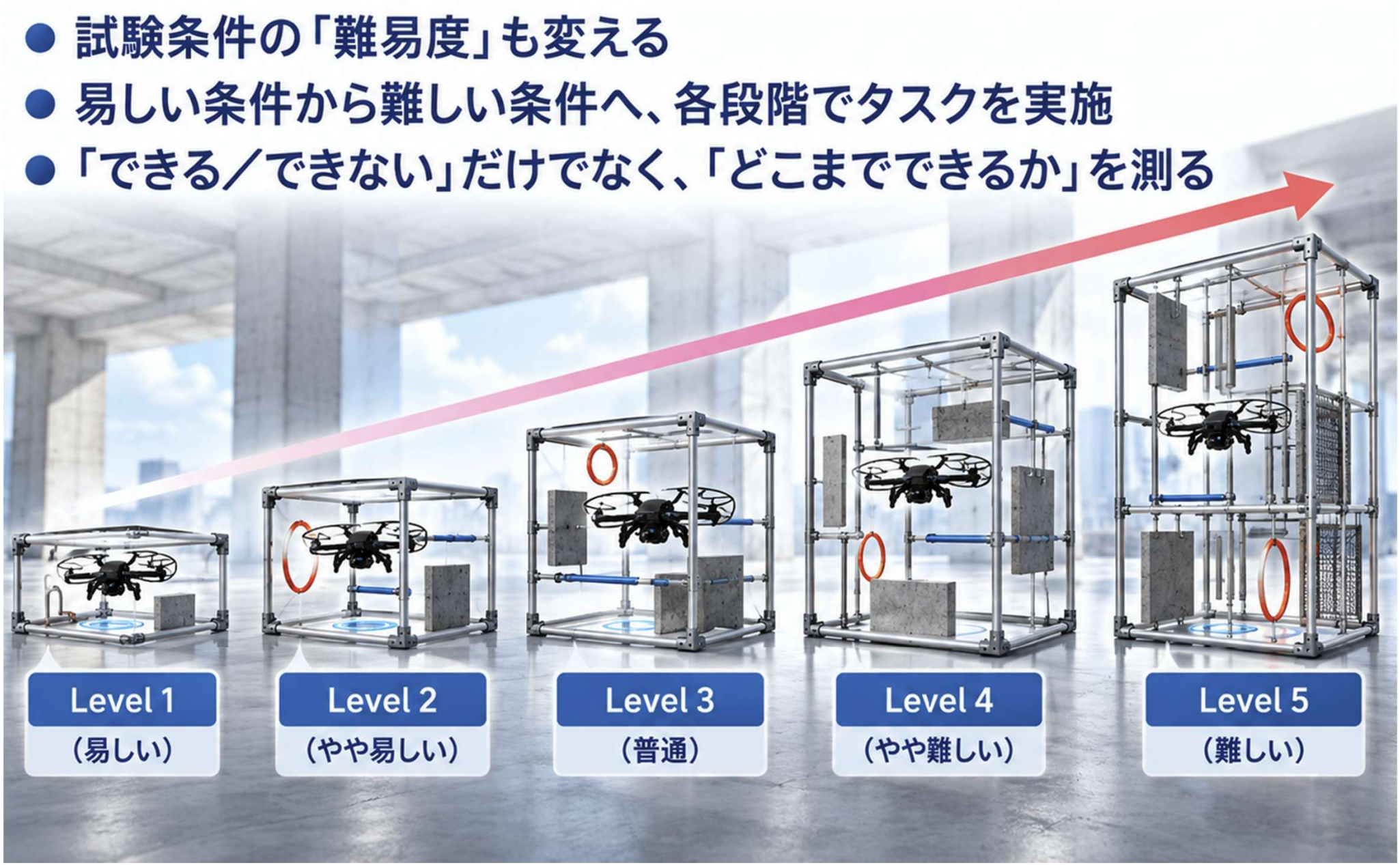


我々の研究開発＝各性能を適切にプロットできる要素試験法の構築
（どこで何をするときの何をどうやって測るか）

© Realization of Advanced Air Mobility Project

難易度を変えて「どこまでできるか」を測る

- 試験条件の「難易度」も変える
- 易しい条件から難しい条件へ、各段階でタスクを実施
- 「できる／できない」だけでなく、「どこまでできるか」を測る



© Realization of Advanced Air Mobility Project

難易度を変えることで違いが見えてくる

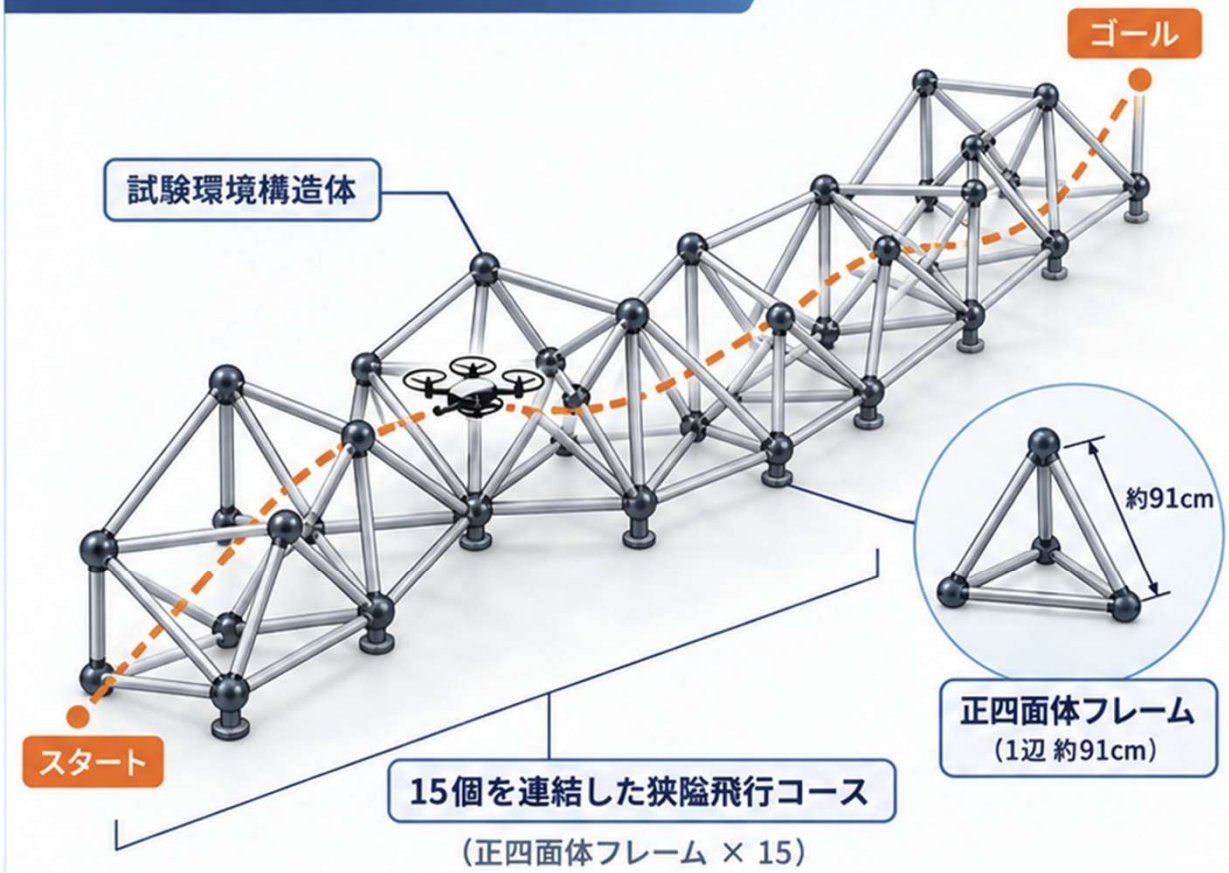
	Level 1 （易しい）	Level 2 （やや易しい）	Level 3 （標準）	Level 4 （やや難しい）	Level 5 （難しい）
 機体A	○	○	△	△	△
 機体B	○	○	○	△	×
 機体C	○	○	○	○	△

どの程度の難しさまで対応できるかを
見える化できる

© Realization of Advanced Air Mobility Project

「人」の能力も数値化できる

正四面体を連結した試験環境



操縦技能の評価（到達可能な難易度）



操縦者A　Level 4まで

1 2 3 4 5



操縦者B　Level 2まで

1 2 3 4 5

訓練による技能向上の例

訓練前　Level 2

1 2 3 4 5

訓練後　Level 4

1 2 3 4 5

評価 → 訓練 → 再評価

1. 同じ試験環境・同じ難易度で操縦技能を客観評価
2. 得意・苦手や「どこまでできるか」を見える化
3. 評価→訓練→再評価で技能向上を確認

© Realization of Advanced Air Mobility Project

成果の具体的な内容

- アウトプット目標：研究項目①～④の各試験法に関する試験手順書
  - インフラ点検・災害対応用ドローンの客観的な性能比較が可能
  - 狭隘・非GPS・低視程という制約環境での性能に着目
  - 科学的裏付けのある試験法

試験環境構造体
- 試験環境構造設定
- 主要パラメータ調整による条件変更

＋

実施プロシージャ
- 対象性能を評価するため実施手順
- 定量値による性能評価

＋

試験記録票
- 相対比較に必要な試験実施諸条件の記録
- 試験中に容易に記入可能な様式

＝



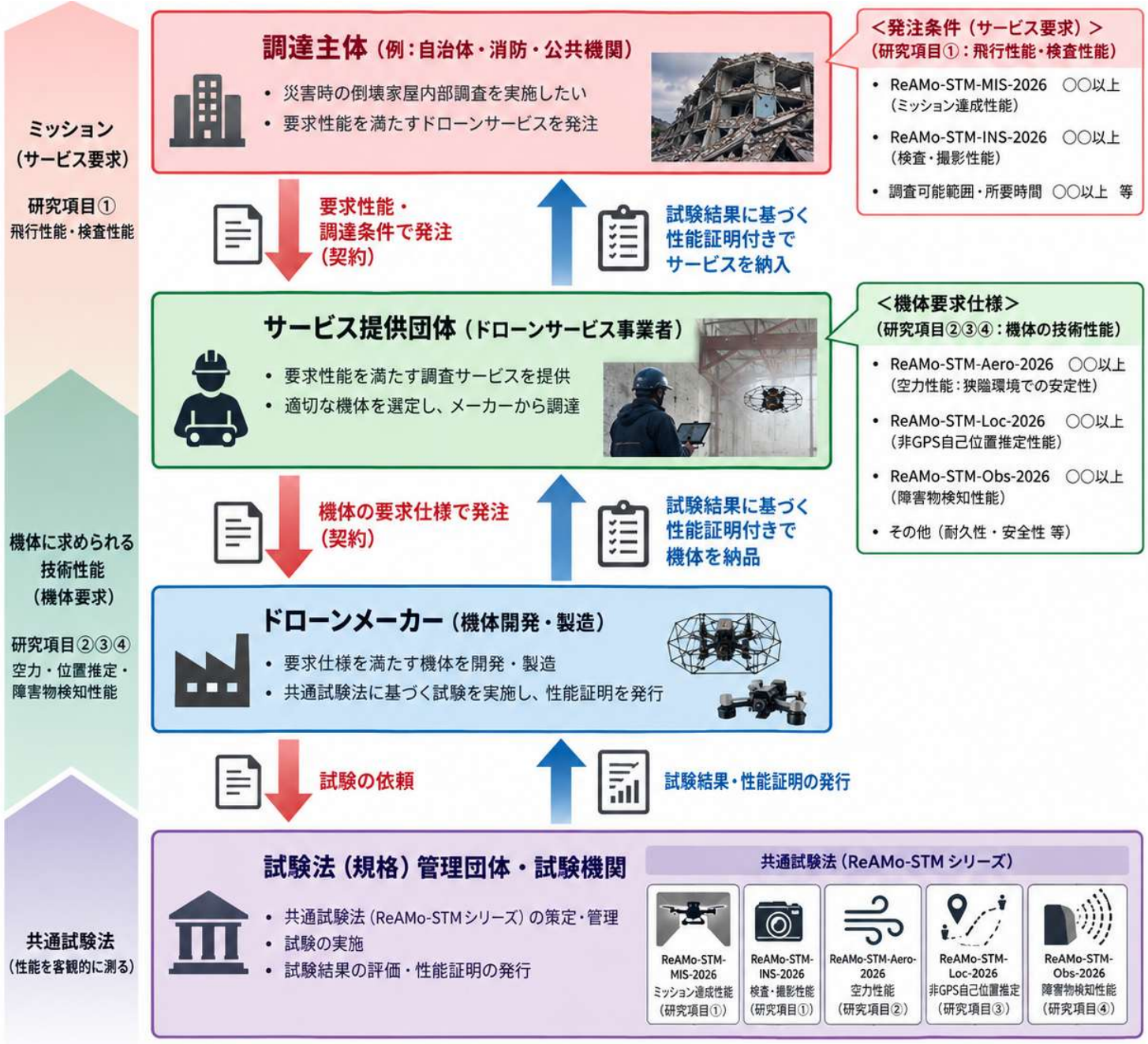
試験手順書

“どこで”　“何をするときの”　“何を測るか”

試験実施希望者が自ら実施可能なレベル

© Realization of Advanced Air Mobility Project

成果（＝試験法）の利用シナリオ



© Realization of Advanced Air Mobility Project

目次

- 研究開発の概要・モチベーション

- 成果紹介
  - ➢低視程環境における障害物検知性能の評価方法
  - ➢非GPS環境における自己位置推定性能の評価方法
  - ➢狭隘空間における空力性能の評価方法
  - ➢狭隘空間における飛行制御性能の評価方法

- 成果の社会実装に向けて

© Realization of Advanced Air Mobility Project

低視程環境での障害物検知性能評価試験

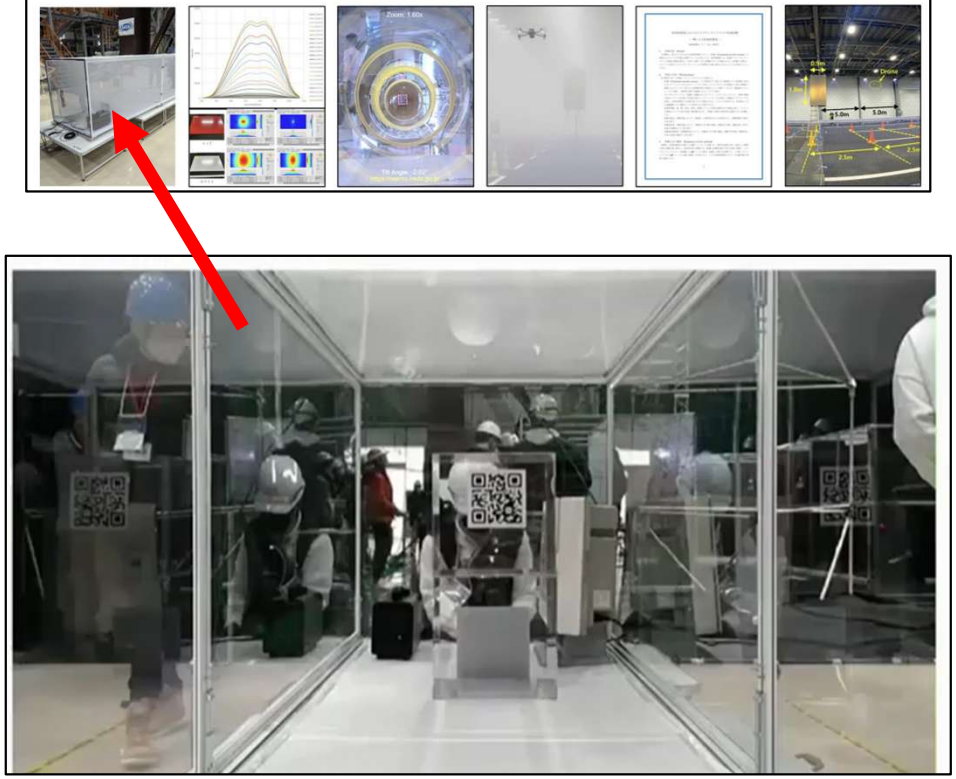
(金 奉根)

測りたい能力：見通しの悪い環境において、搭載されたセンサで周囲の障害物を検知できる能力

「④低視程環境における障害物検知センサに関する性能評価手法の開発」

- 目的: 低視程環境下におけるドローンセンサの性能評価と試験手順の確立
- 実施内容

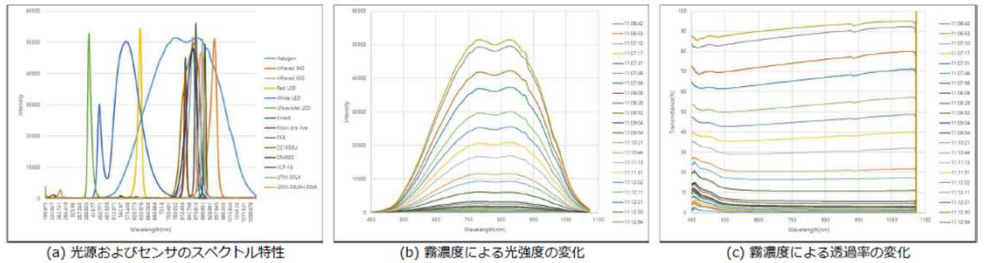
(1) 試験環境の構築	(2) 環境分析およびパラメータ抽出	(3) 試験法の開発	(4) 試験実施および改良	(5) 手順書作成	(6) 成果の活用
低視程環境試験装置、照度制御設備、飛行試験装置などによる物理的評価環境を整備	低視程要因の定量分析 / 評価試験に必要なコアパラメータの抽出	センサ性能および飛行性能の評価手法を設計 / 安全性を考慮したリスクアセスメントを反映	開発した手法に基づき実験を実施 / 結果を反映し、装置や手順を継続的に改良	評価指標を確立 / 手順書の策定・公表	研究成果の展開・共有 / 関連分野での制度化・標準化への寄与



低視程環境における障害物検知センサに関する性能評価手法の開発

低視程環境を空間透過率などの定量パラメータで規定し、再現可能な試験インフラを構築する。さらに、障害物検知センサの性能を定量指標に基づいて評価する試験プロトコルを開発・実証し、標準化可能な手順として確立する。

本図は、霧の濃度変化に伴いセンサのスペクトル特性 (a) がどのような影響を受けるかを、光強度の減衰 (b) および透過率の変化 (c) を用いて示しています。

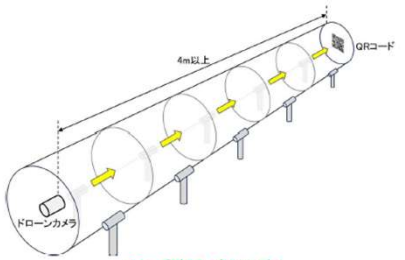


(a) 光源およびセンサのスペクトル特性　(b) 霧濃度による光強度の変化　(c) 霧濃度による透過率の変化

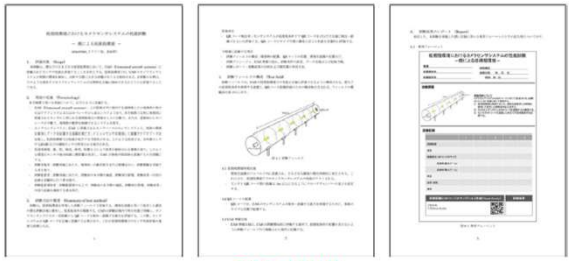
B. K. Kim and Y. Sumi, "Vision-Based Safety-Related Sensors in Low Visibility by Fog," Sensors, vol.20, no.10, 2812, 2020. https://doi.org/10.3390/s20102812

(6) 手順書作成

- QRコードの認識および内容確認による性能評価
- 低視程環境におけるカメラセンサシステムの性能試験：煙による低視程環境 (ドラフト版)



チューブ型スモークチャンバー



手順書のドラフト版

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 | 23

© Realization of Advanced Air Mobility Project

低視程環境での障害物検知性能評価試験

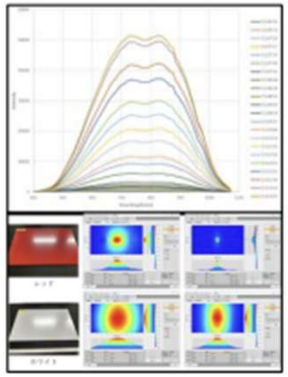
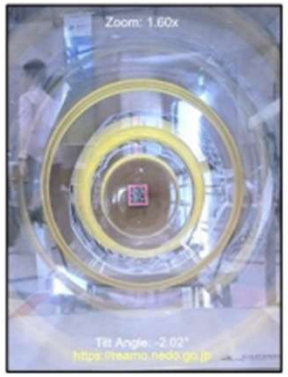
産総研
(金 奉根)

測りたい能力：見通しの悪い環境において、搭載されたセンサで周囲の障害物を検知できる能力

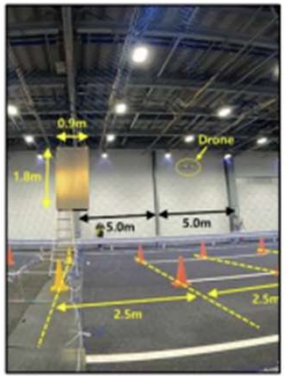
「④低視程環境における障害物検知センサに関する性能評価手法の開発」

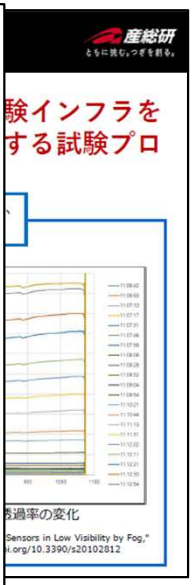
- **目的: 低視程環境下におけるドローンセンサの性能評価と試験手順の確立**
- **実施内容**

(1) 試験環境の構築	(2) 環境分析およびパラメータ抽出	(3) 試験法の開発	(4) 試験実施および改良	(5) 手順書作成	(6) 成果の活用
低視程環境試験装置、照度制御設備、飛行試験装置などによる物理的評価環境を整備	低視程要因の定量分析 / 評価試験に必要なコアパラメータの抽出	センサ性能および飛行性能の評価手法を設計 / 安全性を考慮したリスクアセスメントを反映	開発した手法に基づき実験を実施 / 結果を反映し、装置や手順を継続的に改良	評価指標を確立 / 手順書の策定・公表	研究成果の展開・共有 / 関連分野での制度化・標準化への寄与









国立研究開発法人 産業技術総合研究所 | 23

© Realization of Advanced Air Mobility Project

低視程環境での障害物検知性能評価試験

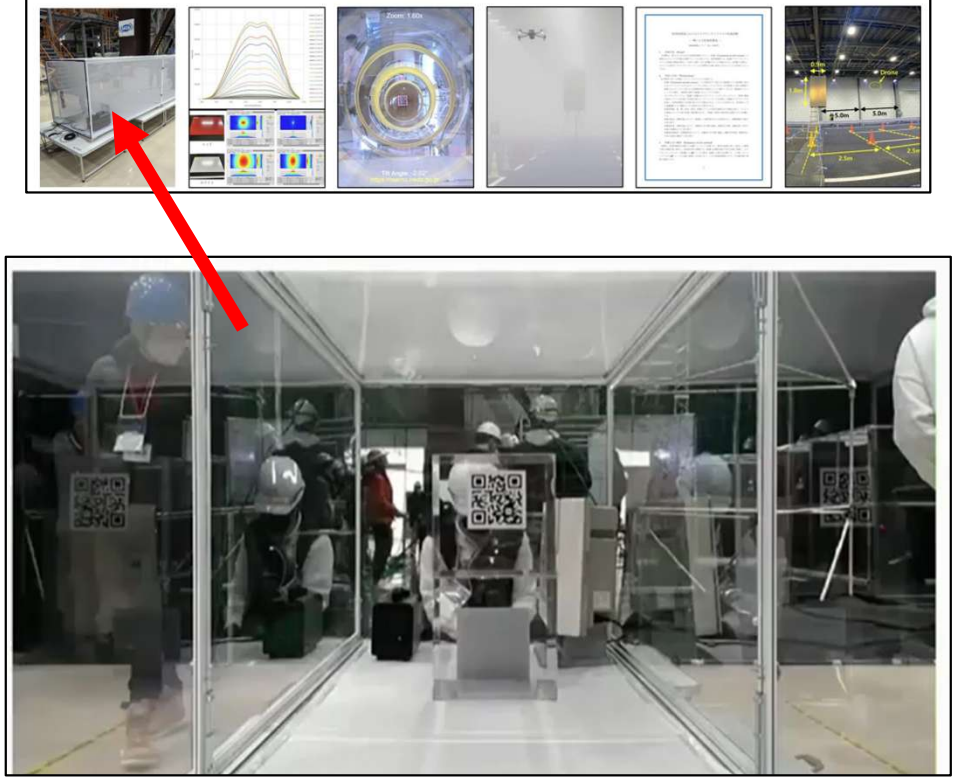
産総研
(金 奉根)

測りたい能力：見通しの悪い環境において、搭載されたセンサで周囲の障害物を検知できる能力

「④低視程環境における障害物検知センサに関する性能評価手法の開発」

- 目的: 低視程環境下におけるドローンセンサの性能評価と試験手順の確立
- 実施内容

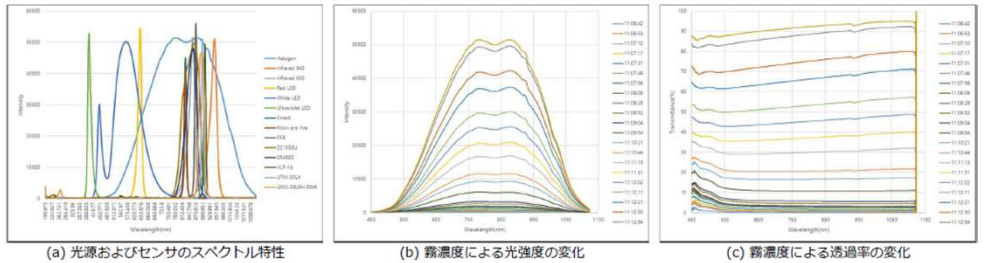
(1) 試験環境の構築	(2) 環境分析およびパラメータ抽出	(3) 試験法の開発	(4) 試験実施および改良	(5) 手順書作成	(6) 成果の活用
低視程環境試験装置、照度制御設備、飛行試験装置などによる物理的評価環境を整備	低視程要因の定量分析 / 評価試験に必要なコアパラメータの抽出	センサ性能および飛行性能の評価手法を設計 / 安全性を考慮したリスクアセスメントを反映	開発した手法に基づき実験を実施 / 結果を反映し、装置や手順を継続的に改良	評価指標を確立 / 手順書の策定・公表	研究成果の展開・共有 / 関連分野での制度化・標準化への寄与



低視程環境における障害物検知センサに関する性能評価手法の開発

低視程環境を空間透過率などの定量パラメータで規定し、再現可能な試験インフラを構築する。さらに、障害物検知センサの性能を定量指標に基づいて評価する試験プロトコルを開発・実証し、標準化可能な手順として確立する。

本図は、霧の濃度変化に伴いセンサのスペクトル特性 (a) がどのような影響を受けるかを、光強度の減衰 (b) および透過率の変化 (c) を用いて示しています。

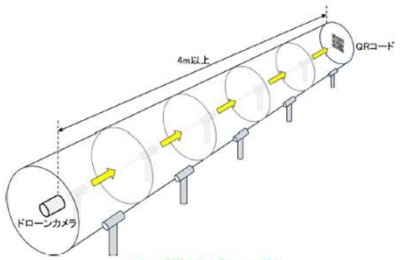


(a) 光源およびセンサのスペクトル特性　(b) 霧濃度による光強度の変化　(c) 霧濃度による透過率の変化

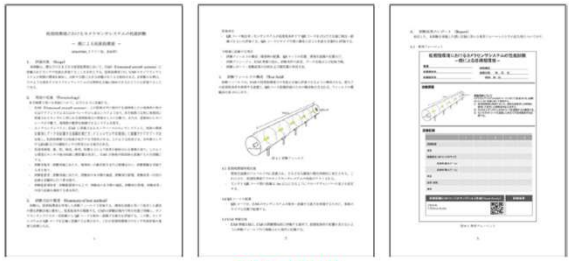
B. K. Kim and Y. Sumi, "Vision-Based Safety-Related Sensors in Low Visibility by Fog," Sensors, vol.20, no.10, 2812, 2020. https://doi.org/10.3390/s20102812

(6) 手順書作成

- QRコードの認識および内容確認による性能評価
- 低視程環境におけるカメラセンサシステムの性能試験：煙による低視程環境 (ドラフト版)



チューブ型スモークチャンバー



手順書のドラフト版

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 | 23

© Realization of Advanced Air Mobility Project

低視程環境での障害物検知性能評価試験

産総研
(金 奉根)

測りたい能力：見通しの悪い環境において、搭載されたセンサで周囲の障害物を検知できる能力

「④低視程環境における障害物検知センサに関する性能評価手法の開発」



© Realization of Advanced Air Mobility Project

低視程環境での障害物検知性能評価試験

産総研
(金 奉根)

測りたい能力：見通しの悪い環境において、搭載されたセンサで周囲の障害物を検知できる能力

「④低視程環境における障害物検知センサに関する性能評価手法の開発」

- 目的: 低視程環境下におけるドローンセンサの性能評価と試験手順の確立
- 実施内容

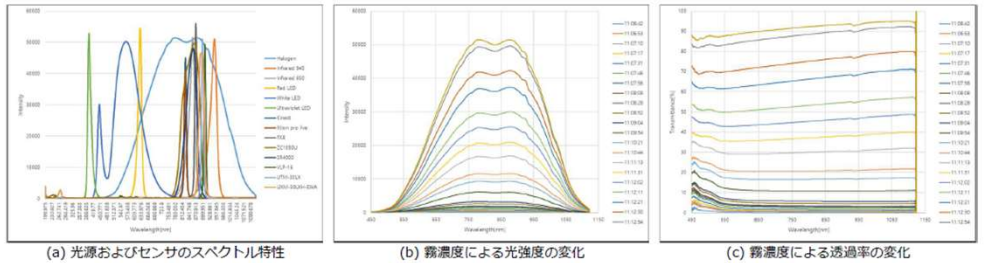
(1) 試験環境の構築	(2) 環境分析およびパラメータ抽出	(3) 試験法の開発	(4) 試験実施および改良	(5) 手順書作成	(6) 成果の活用
低視程環境試験装置、照度制御設備、飛行試験装置などによる物理的評価環境を整備	低視程要因の定量分析 / 評価試験に必要なコアパラメータの抽出	センサ性能および飛行性能の評価手法を設計 / 安全性を考慮したリスクアセスメントを反映	開発した手法に基づき実験を実施 / 結果を反映し、装置や手順を継続的に改良	評価指標を確立 / 手順書の策定・公表	研究成果の展開・共有 / 関連分野での制度化・標準化への寄与



低視程環境における障害物検知センサに関する性能評価手法の開発

低視程環境を空間透過率などの定量パラメータで規定し、再現可能な試験インフラを構築する。さらに、障害物検知センサの性能を定量指標に基づいて評価する試験プロトコルを開発・実証し、標準化可能な手順として確立する。

本図は、霧の濃度変化に伴いセンサのスペクトル特性 (a) がどのような影響を受けるかを、光強度の減衰 (b) および透過率の変化 (c) を用いて示しています。

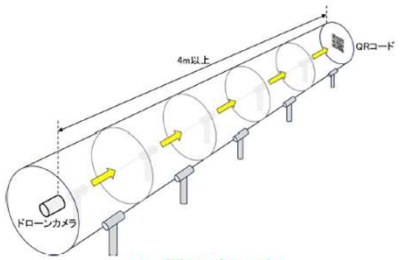


(a) 光源およびセンサのスペクトル特性　(b) 霧濃度による光強度の変化　(c) 霧濃度による透過率の変化

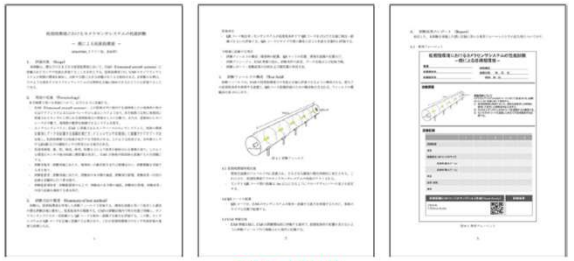
B. K. Kim and Y. Sumi, "Vision-Based Safety-Related Sensors in Low Visibility by Fog," Sensors, vol.20, no.10, 2812, 2020. https://doi.org/10.3390/s20102812

（6）手順書作成

- QRコードの認識および内容確認による性能評価
- 低視程環境におけるカメラセンサシステムの性能試験：煙による低視程環境 (ドラフト版)



チューブ型スモークチャンバー



手順書のドラフト版

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 | 23

© Realization of Advanced Air Mobility Project

目次

- 研究開発の概要・モチベーション

- 成果紹介
  - ➢低視程環境における障害物検知性能の評価方法
  - ➢非GPS環境における自己位置推定性能の評価方法
  - ➢狭隘空間における空力性能の評価方法
  - ➢狭隘空間における飛行制御性能の評価方法

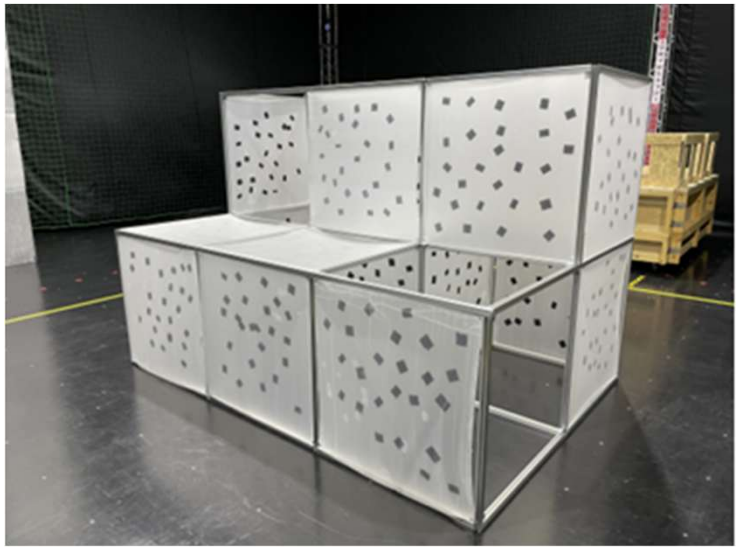
- 成果の社会実装に向けて

© Realization of Advanced Air Mobility Project

非GPS環境での自己位置推定性能評価試験

国立大学法人
名古屋工業大学
（佐藤　徳孝）

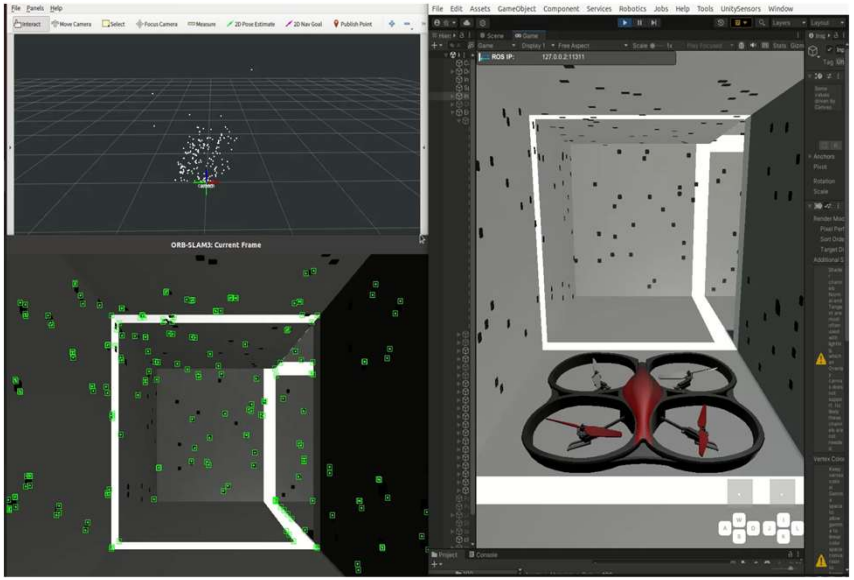
測りたい能力：GPS等の外部信号なしに搭載センサ・カメラを用いて自らの位置を推定する能力



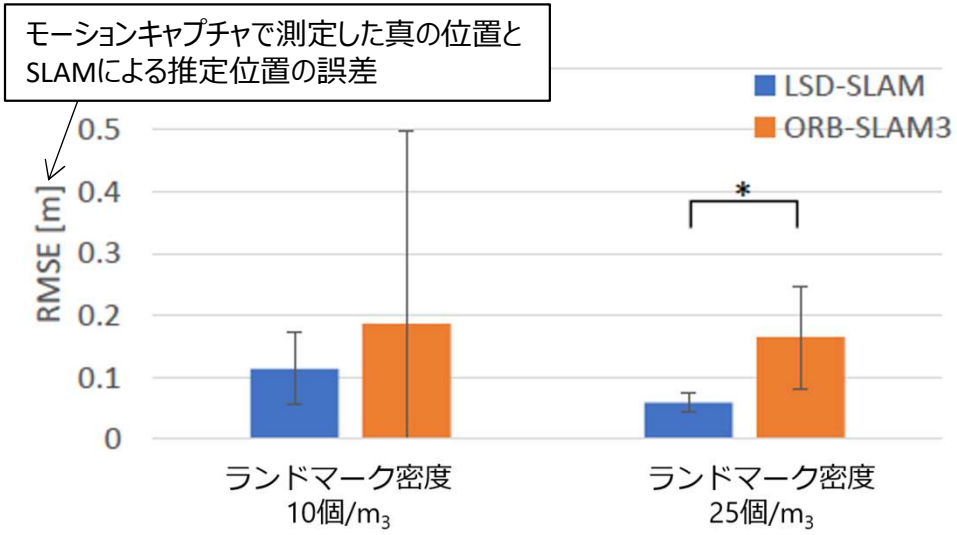
狭隘試験環境(Visual SLAM想定)



非狭隘試験環境(LiDAR SLAM想定)



SLAM実行中の画面(シミュレータ環境内)

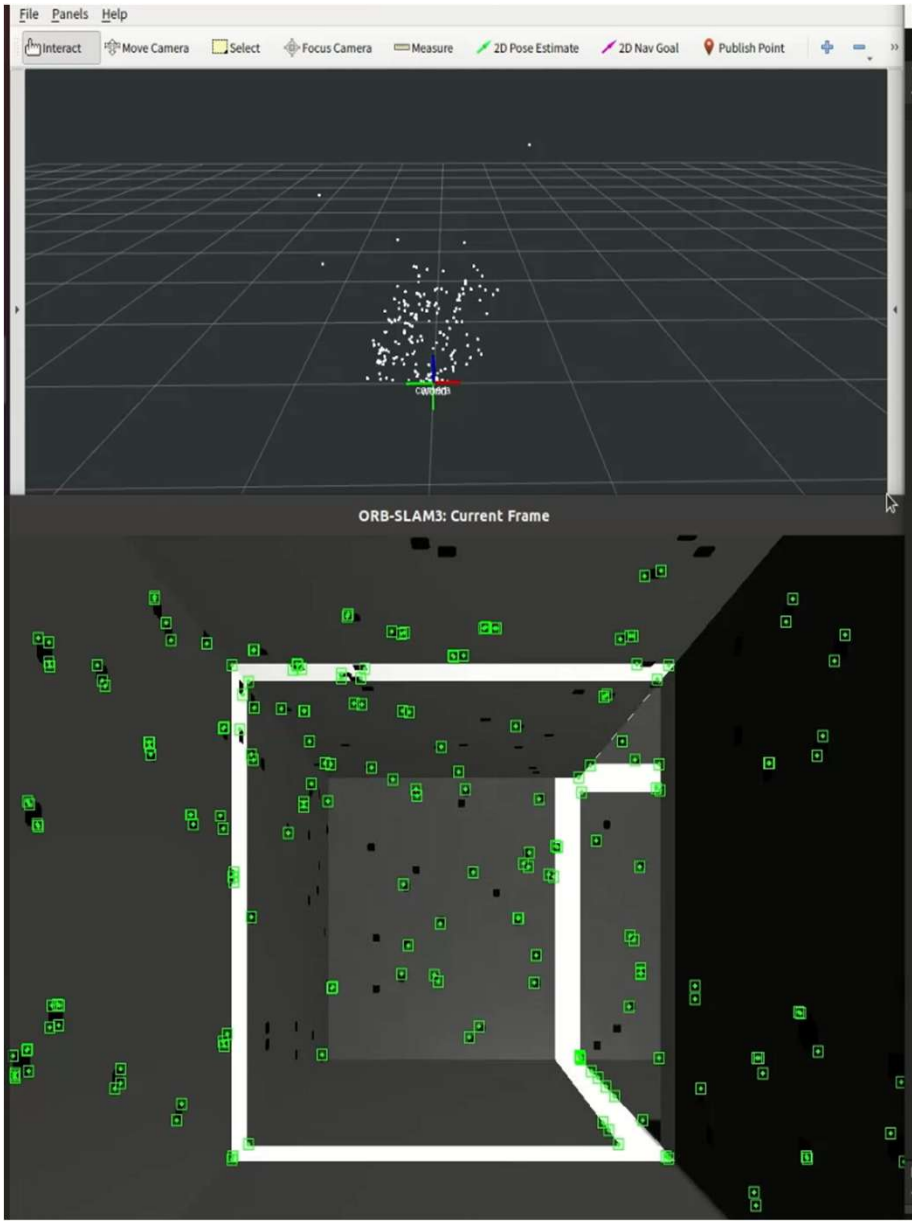


オープンソースのVisual SLAMの試験結果
(ランドマーク密度の変更による試験難易度の変更)

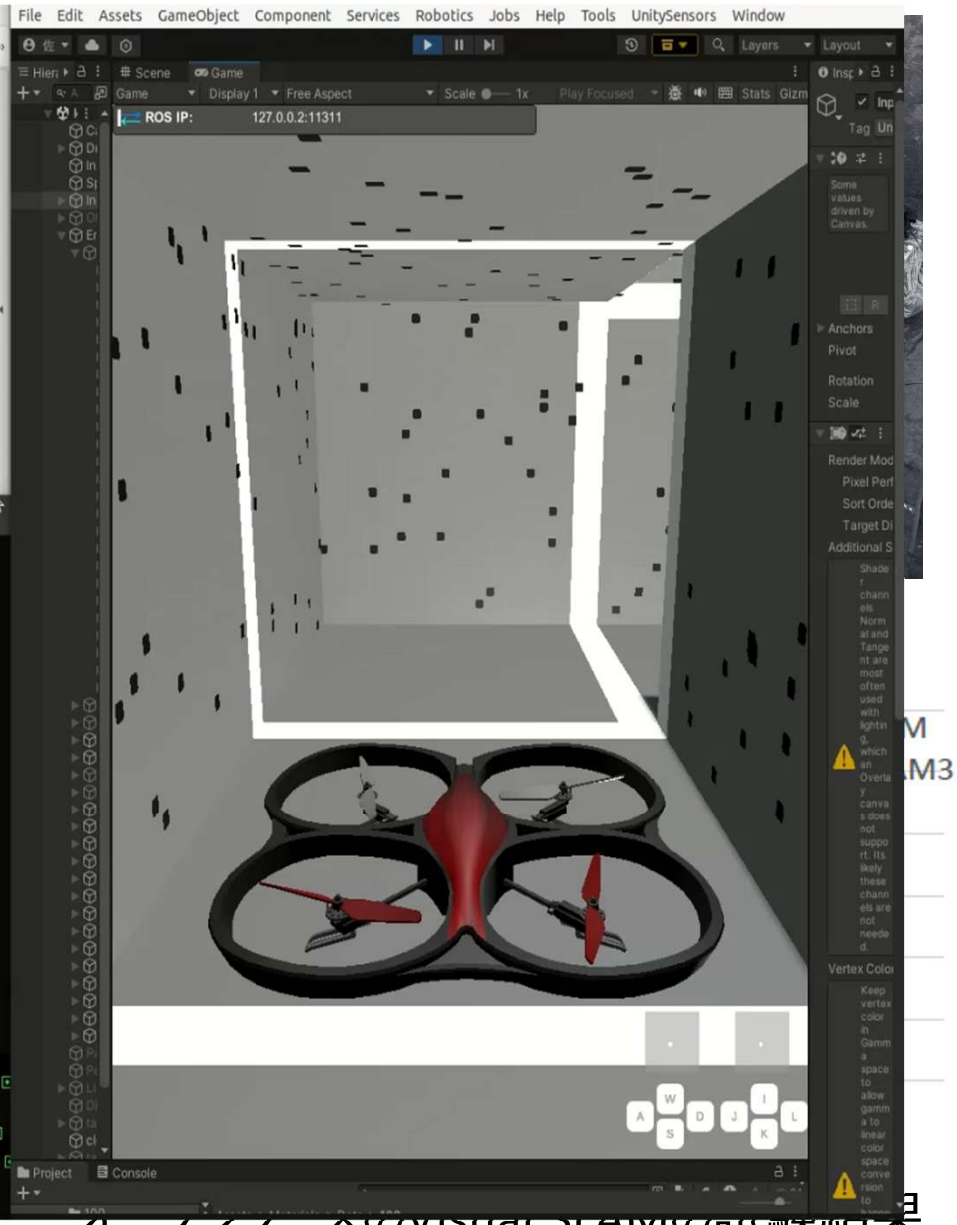
非GPS環境での自己位置推定性能評価試験

国立大学法人
名古屋工業大学
（佐藤　徳孝）

測りたい能力：GPS等の外部信号なしに搭載センサ・カメラを用いて自らの位置を推定する能力



SLAM実行中の画面(シミュレータ環境内)

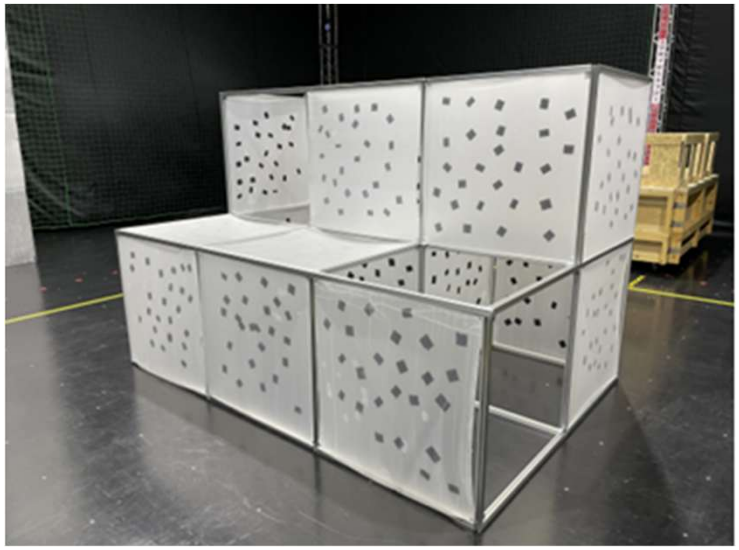


オープンデータ上のVisual SLAMの試験結果
(ランドマーク密度の変更による試験難易度の変更)

非GPS環境での自己位置推定性能評価試験

国立大学法人
名古屋工業大学
（佐藤　徳孝）

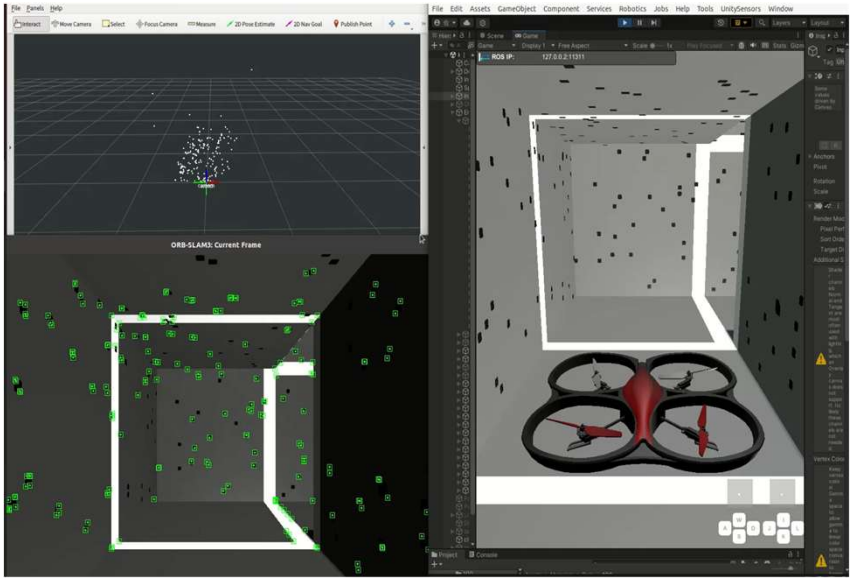
測りたい能力：GPS等の外部信号なしに搭載センサ・カメラを用いて自らの位置を推定する能力



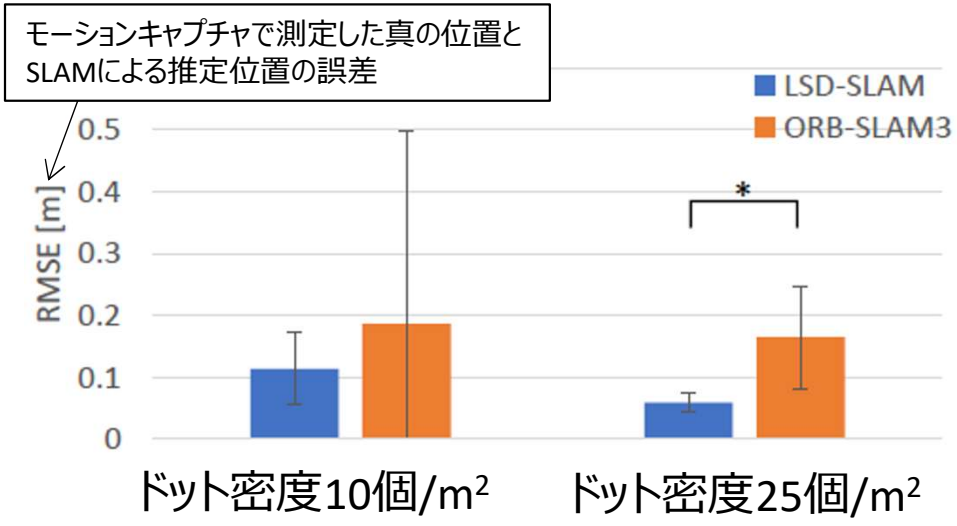
狭隘試験環境(Visual SLAM想定)



非狭隘試験環境(LiDAR SLAM想定)



SLAM実行中の画面(シミュレータ環境内)



オープンソースのVisual SLAMの試験結果
(ランダムドットの密度の変更による試験難易度の変更)

目次

- 研究開発の概要・モチベーション
- 成果紹介
  - ➢低視程環境における障害物検知性能の評価方法
  - ➢非GPS環境における自己位置推定性能の評価方法
  - ➢狭隘空間における空力性能の評価方法
  - ➢狭隘空間における飛行制御性能の評価方法
- 成果の社会実装に向けて

© Realization of Advanced Air Mobility Project

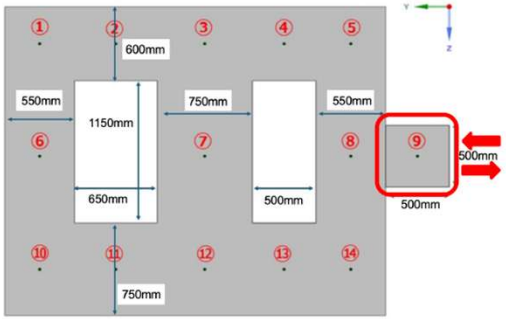
狭隘空間における空力性能試験

CHIBA UNIVERSITY
（鈴木 智）

測りたい能力：壁・天井接近時に自ら発生している風に対して影響を受けずに飛行できる能力

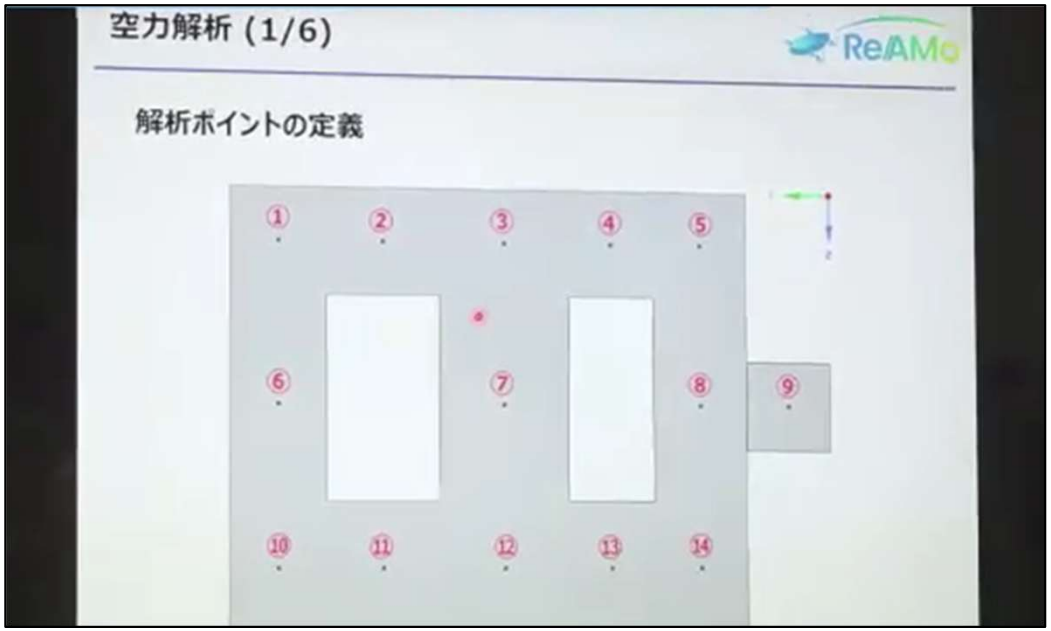
模擬環境の構築（2/2）





・横3.5m，高さ2.5m，奥行き0.75m
・ポイント9でのみ外界に通じている

空力解析（1/6）



模擬環境における実験・空力解析（1/4）

○使用機体

IBIS1.0



Size[mm]	L200×W150×H20
Mass[g]	120
Rotor diameter:2R [mm]	76.2

IBIS2.0



Size[mm]	L194×W198.5×H58
Mass[g]	243
Rotor diameter:2R [mm]	76.2

DJI Flip



Size[mm]	L233×W280×H79
Mass[g]	248.5
Rotor diameter:2R [mm]	101.6

DJI Neo

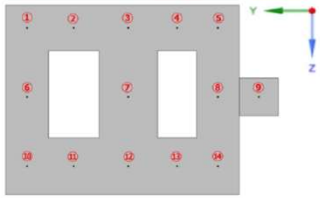


Size[mm]	L130×W157×H48.5
Mass[g]	137
Rotor diameter:2R [mm]	50.8

6

模擬環境の評価（1/2）

	point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
RMSE_X	IBIS1.0	0.0198	0.0700	0.0268	0.0489	0.0141	0.0542	0.0224	0.0307	0.0662	0.0228	0.0289	0.0495	0.0460	0.0196
	IBIS2.0	0.0067	0.0155	0.0103	0.0190	0.0073	0.0189	0.0095	0.0293	0.0545	0.0109	0.0137	0.0064	0.0173	0.0132
	DJI Flip	0.005	0.0096	0.0047	0.0105	0.0072	0.0121	0.0072	0.0116	0.0103	0.0067	0.0071	0.0083	0.0081	0.0085
	DJI Neo	0.0147	0.0324	0.01	0.0246	0.0151	0.0188	0.0059	0.0126	0.0168	0.0091	0.0089	0.015	0.0155	0.0104
RMSE_Y	point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	IBIS1.0	0.0128	0.0592	0.0472	0.0521	0.0143	0.0541	0.0227	0.0395	0.0742	0.0199	0.0487	0.0698	0.0610	0.0284
	IBIS2.0	0.0421	0.0565	0.0325	0.0398	0.0226	0.0583	0.0196	0.0634	0.0228	0.0147	0.0192	0.0085	0.0268	0.0235
	DJI Flip	0.0157	0.0405	0.0113	0.0149	0.0087	0.0145	0.0084	0.0146	0.0087	0.0097	0.0109	0.0076	0.0099	0.0158
	DJI Neo	0.011	0.0644	0.0111	0.0198	0.0094	0.0167	0.0094	0.0142	0.0149	0.0104	0.0129	0.0075	0.0119	0.0103
RMSE_Z	point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	IBIS1.0	0.0057	0.0957	0.0081	0.0664	0.0054	0.0262	0.0117	0.0173	0.0787	0.0093	0.0593	0.1126	0.0393	0.0109
	IBIS2.0	0.0075	0.0230	0.0153	0.0167	0.0117	0.0232	0.0076	0.0275	0.0178	0.0116	0.0080	0.0102	0.0130	0.0115
	DJI Flip	0.0538	0.0068	0.0059	0.0065	0.0062	0.0615	0.0074	0.0309	0.0087	0.0056	0.0111	0.0193	0.0105	0.0118
	DJI Neo	0.0101	0.0335	0.0093	0.0144	0.0089	0.0209	0.0044	0.0111	0.0118	0.008	0.0073	0.0086	0.0127	0.0062
RMSE_AVERAGE	point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	IBIS1.0	0.0128	0.0750	0.0274	0.0558	0.0113	0.0448	0.0189	0.0292	0.0730	0.0173	0.0456	0.0774	0.0488	0.0196
	IBIS2.0	0.0188	0.0316	0.0194	0.0252	0.0139	0.0334	0.0123	0.0394	0.0317	0.0124	0.0136	0.0084	0.0190	0.0160
	DJI Flip	0.0248	0.0189	0.0073	0.0106	0.0074	0.0293	0.0077	0.019	0.0093	0.0074	0.0097	0.0117	0.0095	0.012
	DJI Neo	0.0119	0.0415	0.0101	0.0196	0.0111	0.0188	0.0066	0.0126	0.0145	0.0091	0.0097	0.0104	0.0138	0.009



RMSE VALUE
High
※Top5 per section are painted

狭隘空間における空力性能試験

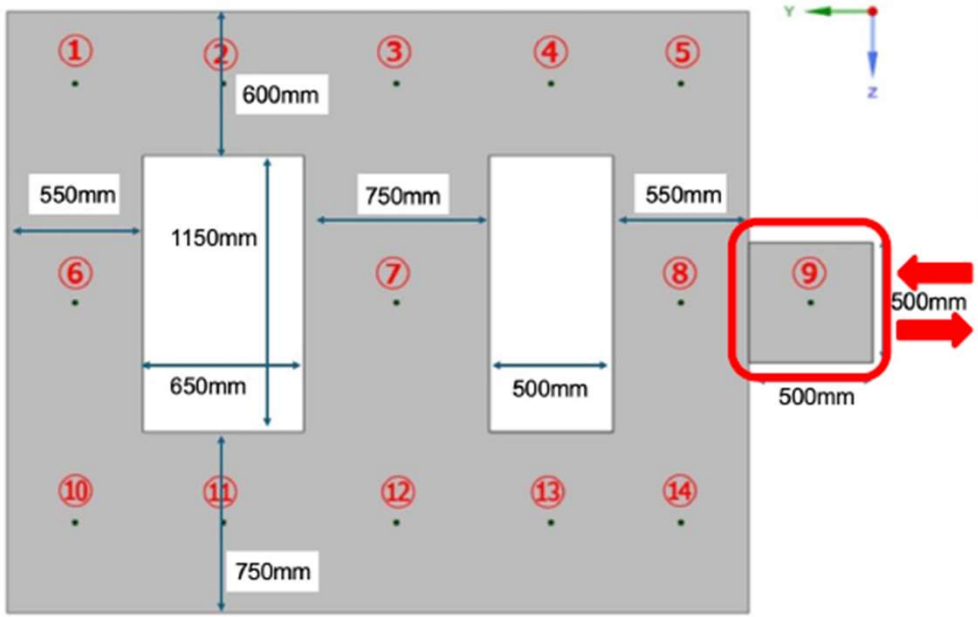
CHIBA UNIVERSITY
(鈴木 智)

測りたい能力：壁・天井接近時に自ら発生している風に対して影響を受けずに飛行できる能力

模擬環境の構築 (2/2)

ReAMo





- 横3.5m，高さ2.5m，奥行き0.75m
- ポイント9でのみ外界に通じている

Mass[g]	248.5
Rotor diameter:2R [mm]	101.6

Mass[g]	137
Rotor diameter:2R [mm]	50.8

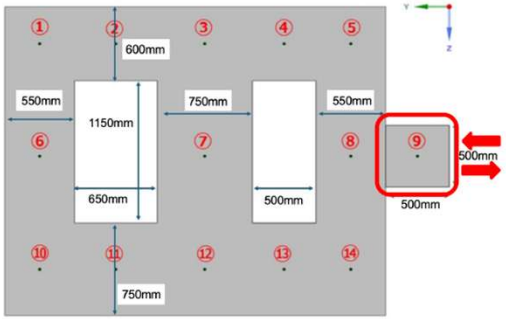
狭隘空間における空力性能試験

CHIBA UNIVERSITY
（鈴木 智）

測りたい能力：壁・天井接近時に自ら発生している風に対して影響を受けずに飛行できる能力

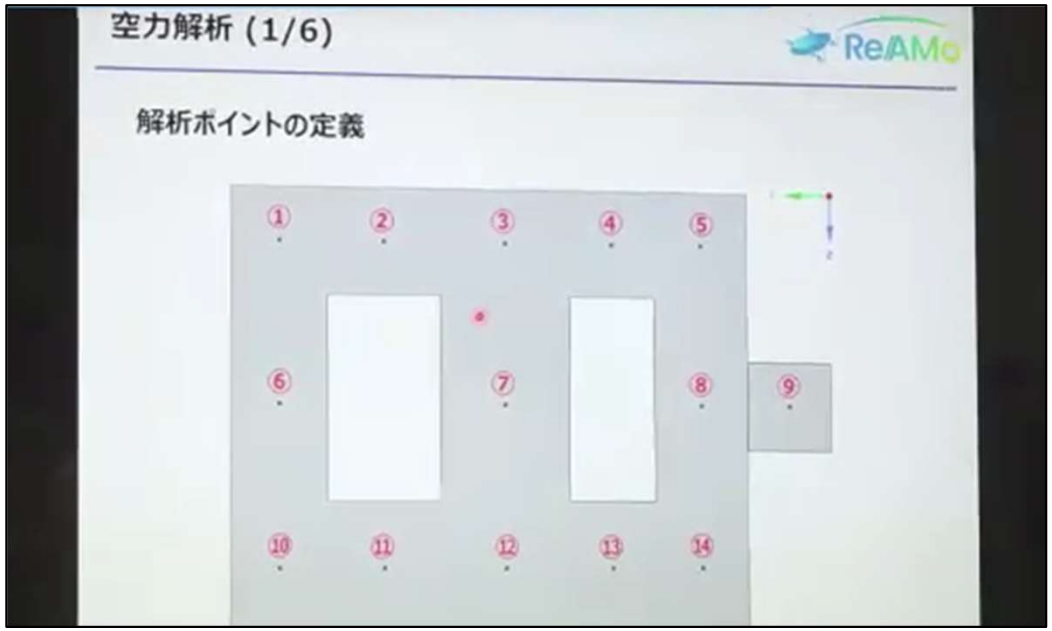
模擬環境の構築（2/2）





・横3.5m，高さ2.5m，奥行き0.75m
・ポイント9でのみ外界に通じている

空力解析（1/6）



模擬環境における実験・空力解析（1/4）

○使用機体

IBIS1.0



Size[mm]	L200×W150×H20
Mass[g]	120
Rotor diameter:2R [mm]	76.2

IBIS2.0



Size[mm]	L194×W198.5×H58
Mass[g]	243
Rotor diameter:2R [mm]	76.2

DJI Flip



Size[mm]	L233×W280×H79
Mass[g]	248.5
Rotor diameter:2R [mm]	101.6

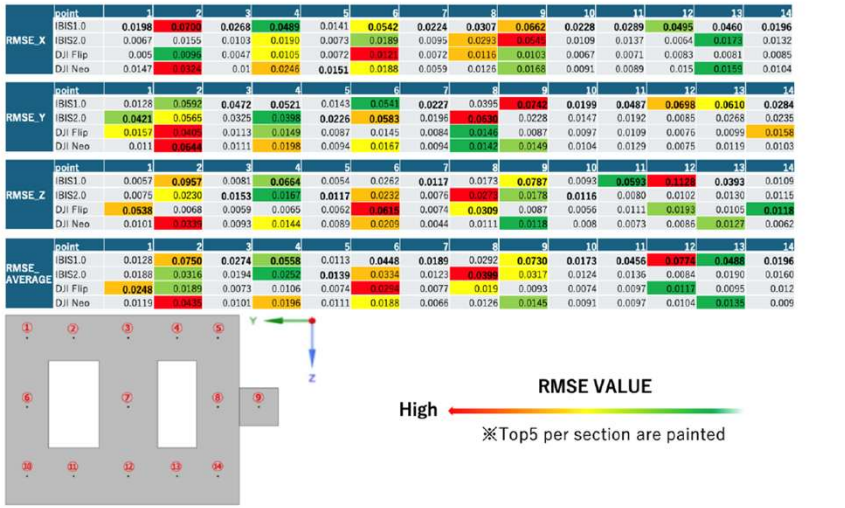
DJI Neo



Size[mm]	L130×W157×H48.5
Mass[g]	137
Rotor diameter:2R [mm]	50.8

6

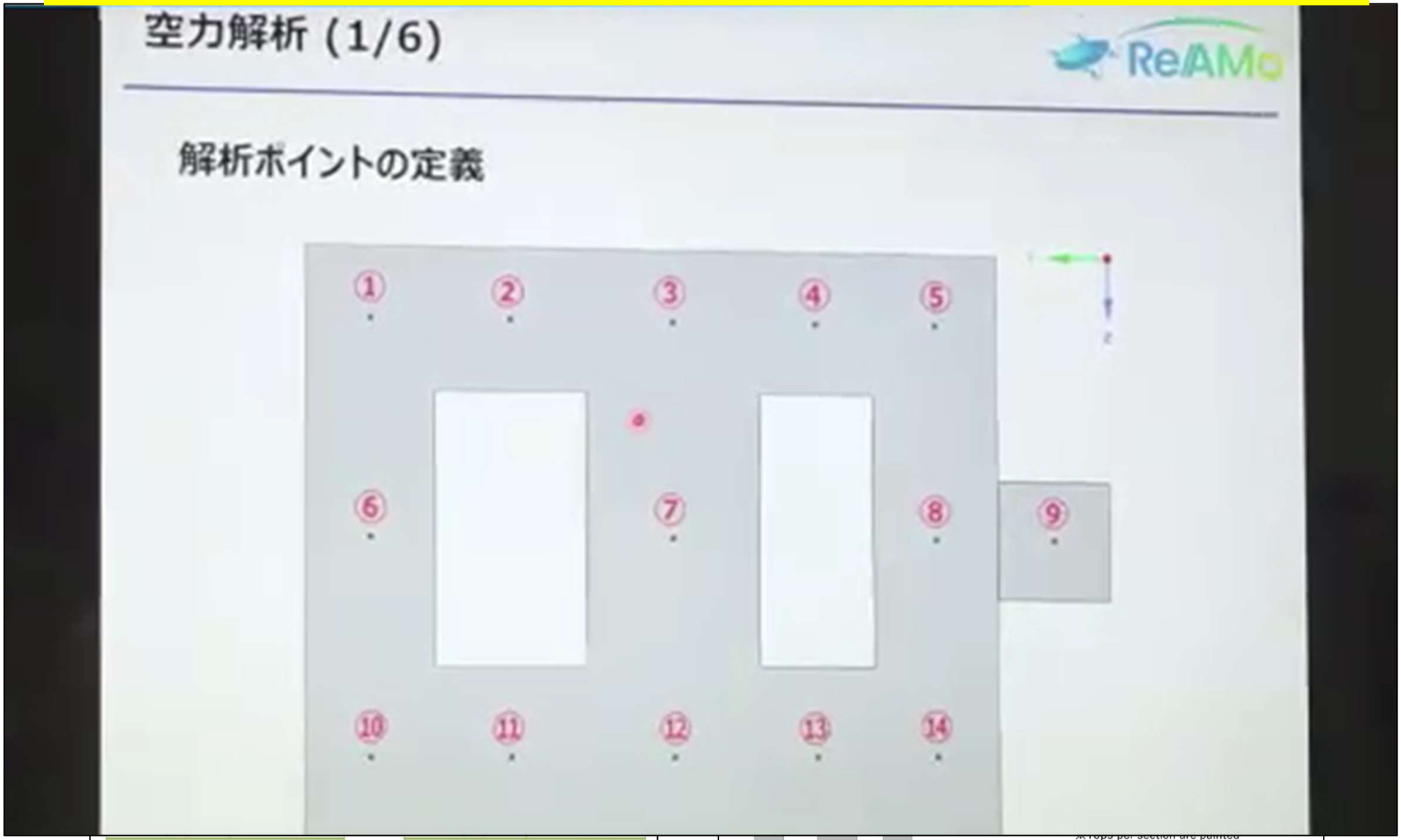
模擬環境の評価（1/2）



狭隘空間における空力性能試験

(鈴木 智)

測りたい能力：壁・天井接近時に自ら発生している風に対して影響を受けずに飛行できる能力



Mass[g]	248.5
Rotor diameter:2R [mm]	101.6

Mass[g]	137
Rotor diameter:2R [mm]	50.8

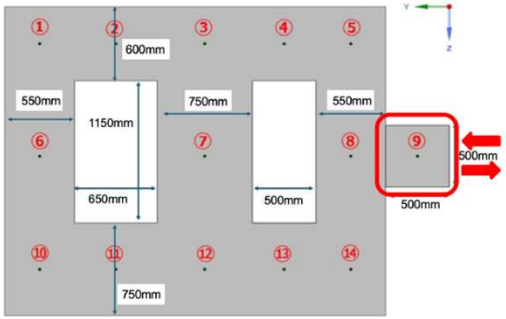
狭隘空間における空力性能試験

CHIBA UNIVERSITY
（鈴木 智）

測りたい能力：壁・天井接近時に自ら発生している風に対して影響を受けずに飛行できる能力

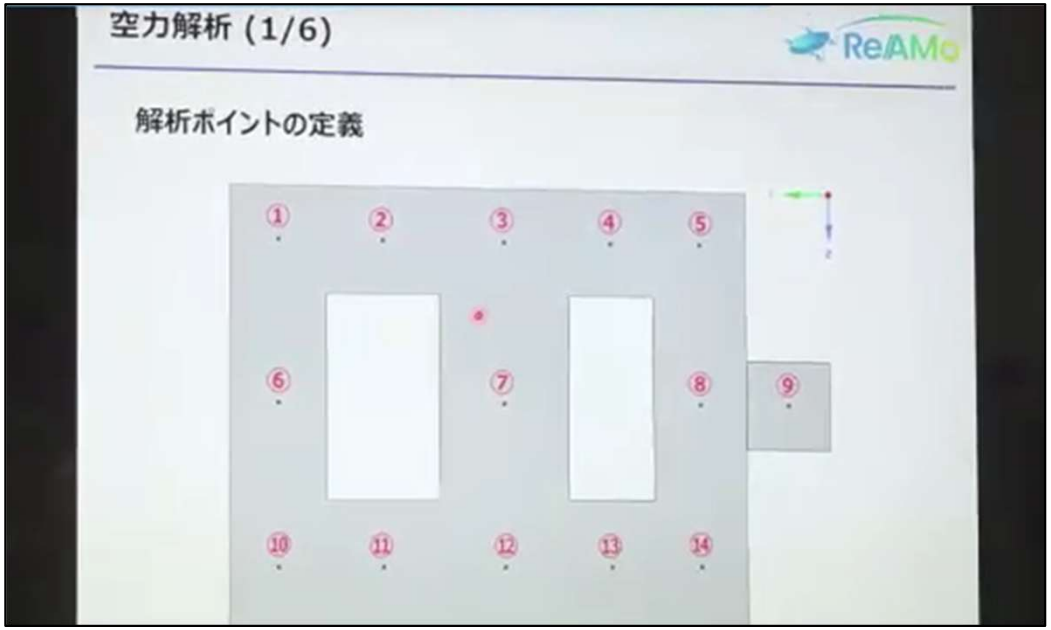
模擬環境の構築（2/2）





・横3.5m，高さ2.5m，奥行き0.75m
・ポイント9でのみ外界に通じている

空力解析（1/6）



模擬環境における実験・空力解析（1/4）

○使用機体

IBIS1.0



Size[mm]	L200×W150×H20
Mass[g]	120
Rotor diameter:2R [mm]	76.2

IBIS2.0



Size[mm]	L194×W198.5×H58
Mass[g]	243
Rotor diameter:2R [mm]	76.2

DJI Flip



Size[mm]	L233×W280×H79
Mass[g]	248.5
Rotor diameter:2R [mm]	101.6

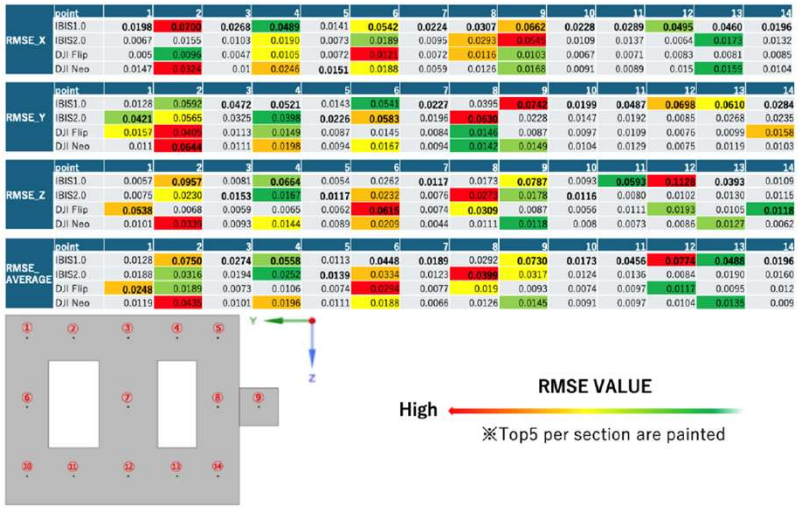
DJI Neo



Size[mm]	L130×W157×H48.5
Mass[g]	137
Rotor diameter:2R [mm]	50.8

6

模擬環境の評価（1/2）



狭隘空間における空力性能試験

CHIBA UNIVERSITY
（鈴木 智）

測りたい能力：壁・天井接近時に自ら発生している風に対して影響を受けずに飛行できる能力



模擬環境の評価（1/2）

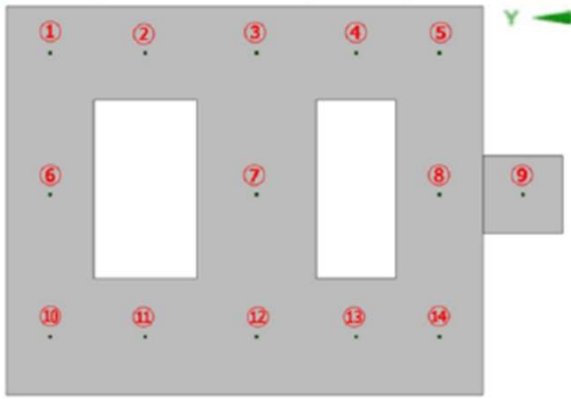
ReAMo

	point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
RMSE_X	IBIS1.0	**0.0198**	**0.0700**	**0.0268**	**0.0489**	0.0141	**0.0542**	**0.0224**	**0.0307**	**0.0662**	**0.0228**	**0.0289**	**0.0495**	**0.0460**	**0.0196**
	IBIS2.0	0.0067	0.0155	0.0103	0.0190	0.0073	0.0189	0.0095	0.0293	0.0545	0.0109	0.0137	0.0064	0.0173	0.0132
	DJI Flip	0.005	0.0096	0.0047	0.0105	0.0072	0.0121	0.0072	0.0116	0.0103	0.0067	0.0071	0.0083	0.0081	0.0085
	DJI Neo	0.0147	0.0324	0.01	0.0246	**0.0151**	0.0188	0.0059	0.0126	0.0168	0.0091	0.0089	0.015	0.0159	0.0104

	point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
RMSE_Y	IBIS1.0	0.0128	0.0592	**0.0472**	**0.0521**	0.0143	0.0541	**0.0227**	0.0395	**0.0742**	**0.0199**	**0.0487**	**0.0698**	**0.0610**	**0.0284**
	IBIS2.0	**0.0421**	0.0565	0.0325	0.0398	**0.0226**	**0.0583**	0.0196	**0.0630**	0.0228	0.0147	0.0192	0.0085	0.0268	0.0235
	DJI Flip	0.0157	0.0405	0.0113	0.0149	0.0087	0.0145	0.0084	0.0146	0.0087	0.0097	0.0109	0.0076	0.0099	0.0158
	DJI Neo	0.011	**0.0644**	0.0111	0.0198	0.0094	0.0167	0.0094	0.0142	0.0149	0.0104	0.0129	0.0075	0.0119	0.0103

	point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
RMSE_Z	IBIS1.0	0.0057	**0.0957**	0.0081	**0.0664**	0.0054	0.0262	**0.0117**	0.0173	**0.0787**	0.0093	**0.0593**	**0.1128**	**0.0393**	0.0109
	IBIS2.0	0.0075	0.0230	**0.0153**	0.0167	**0.0117**	0.0232	0.0076	0.0273	0.0178	**0.0116**	0.0080	0.0102	0.0130	0.0115
	DJI Flip	**0.0538**	0.0068	0.0059	0.0065	0.0062	**0.0615**	0.0074	**0.0309**	0.0087	0.0056	0.0111	0.0193	0.0105	**0.0118**
	DJI Neo	0.0101	0.0339	0.0093	0.0144	0.0089	0.0209	0.0044	0.0111	0.0118	0.008	0.0073	0.0086	0.0127	0.0062

	point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
RMSE_AVERAGE	IBIS1.0	0.0128	**0.0750**	**0.0274**	**0.0558**	0.0113	**0.0448**	**0.0189**	0.0292	**0.0730**	**0.0173**	**0.0456**	**0.0774**	**0.0488**	**0.0196**
	IBIS2.0	0.0188	0.0316	0.0194	0.0252	**0.0139**	0.0334	0.0123	**0.0399**	0.0317	0.0124	0.0136	0.0084	0.0190	0.0160
	DJI Flip	**0.0248**	0.0189	0.0073	0.0106	0.0074	0.0294	0.0077	0.019	0.0093	0.0074	0.0097	0.0117	0.0095	0.012
	DJI Neo	0.0119	0.0435	0.0101	0.0196	0.0111	0.0188	0.0066	0.0126	0.0145	0.0091	0.0097	0.0104	0.0135	0.009



RMSE VALUE

High

※Top5 per section are painted

目次

- 研究開発の概要・モチベーション
- 成果紹介
  - ➢低視程環境における障害物検知性能の評価方法
  - ➢非GPS環境における自己位置推定性能の評価方法
  - ➢狭隘空間における空力性能の評価方法
  - ➢狭隘空間における飛行制御性能の評価方法
- 成果の社会実装に向けて

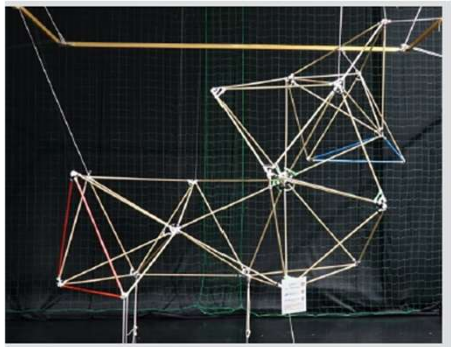
© Realization of Advanced Air Mobility Project

狭隘空間における
飛行制御性能試験

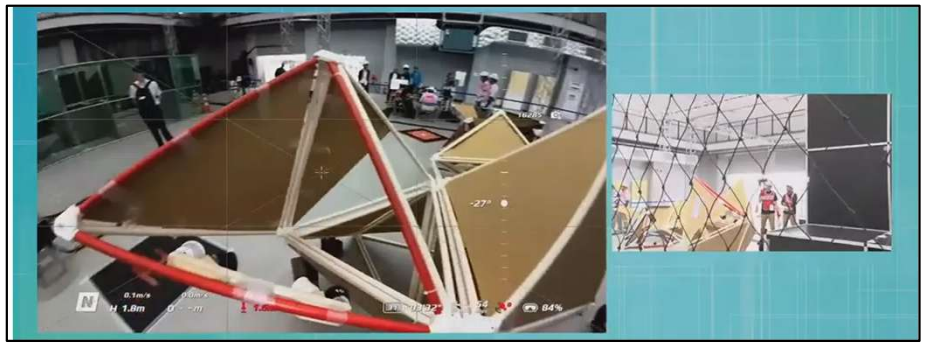
国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 Japan Atomic Energy Agency（川端　邦明）
新潟工科大学（大金　一二）
KINDAI UNIVERSITY（大坪　義一）

測りたい能力：狭隘空間において、壁や障害物に衝突せずにタスクを達成できる能力

飛行難易度の定量化（正四面体結合環境での試験）



正四面体を21 個連結した試験環境構造体



WRS2025標準性能評価ドローンチャレンジの競技フィールドとして採用

検査タスクでの機体別要因寄与解析



図2 さびテストピース　●：さび塗装部分

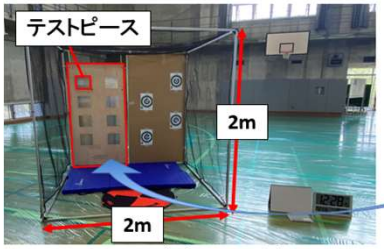


図3　試験環境の例

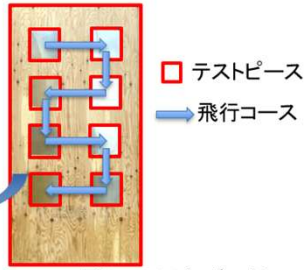
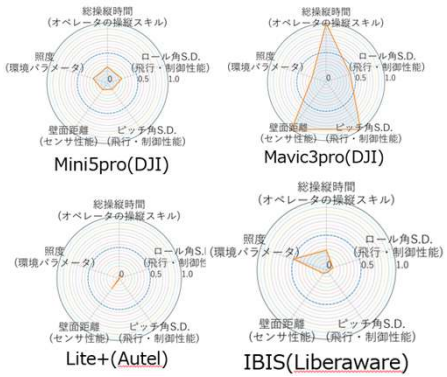
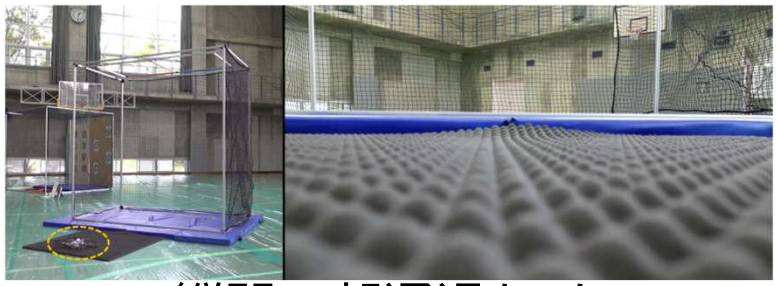


図4　テストボード



様々なタスクでの試験法の構築

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 Japan Atomic Energy Agency



縦開口部通過タスク



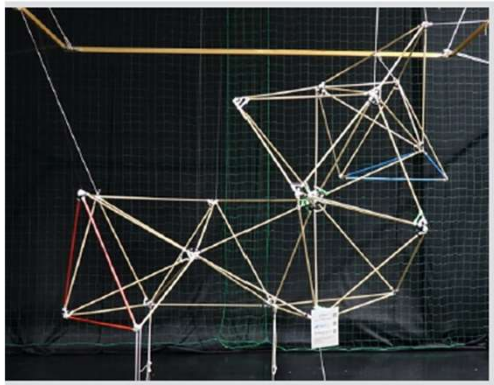
壁・天井近接ターゲットの検査タスク

狭隘空間における
飛行制御性能試験

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 Japan Atomic Energy Agency
（川端　邦明）
新潟工科大学
（大金　一二）
KINDAI UNIVERSITY
(大坪　義一)

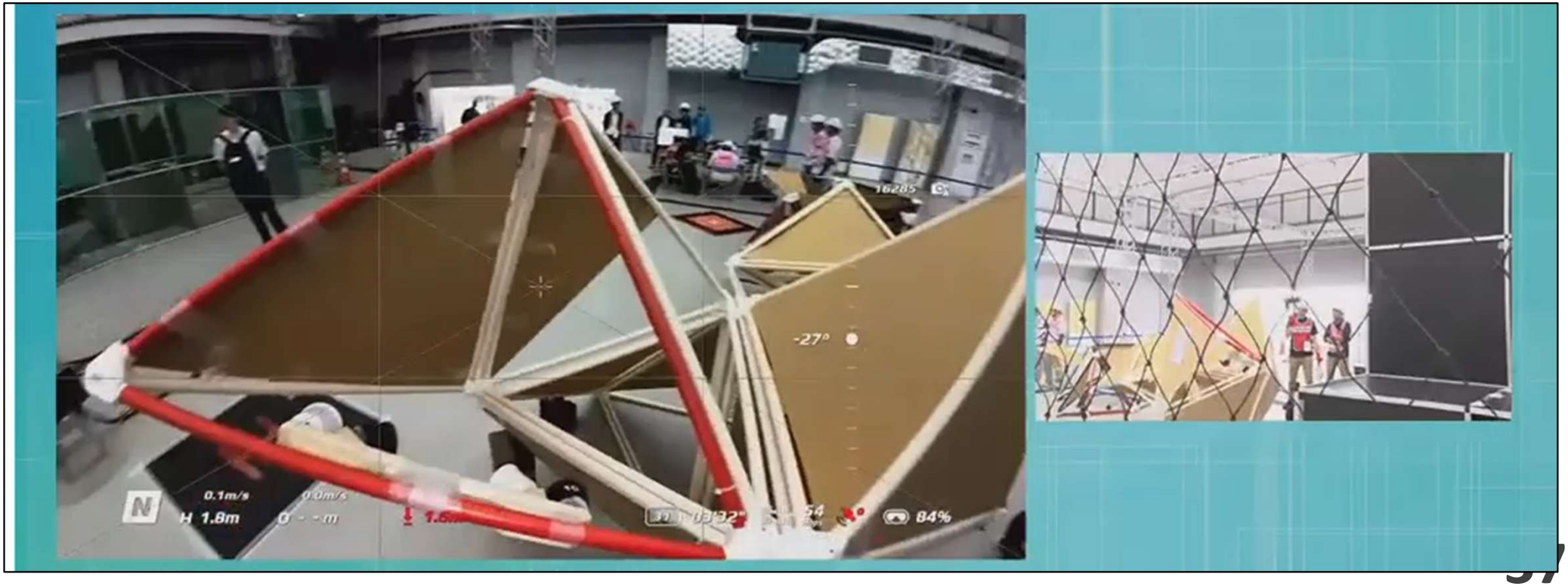
測りたい能力：狭隘空間において、壁や障害物に衝突せずにタスクを達成できる能力

空間難易度の定量化（正四面体結合環境での試験）



正四面体を21 個連結した試験環境構造体

WRS2025標準性能評価ドローンチャレンジの競技フィールドとして採用

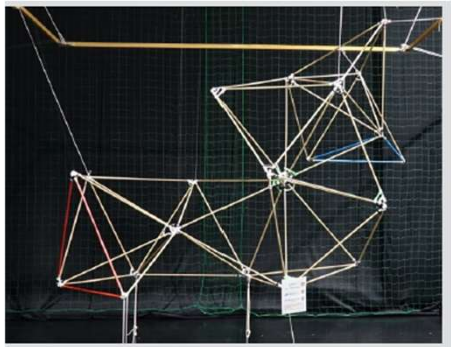


狭隘空間における
飛行制御性能試験

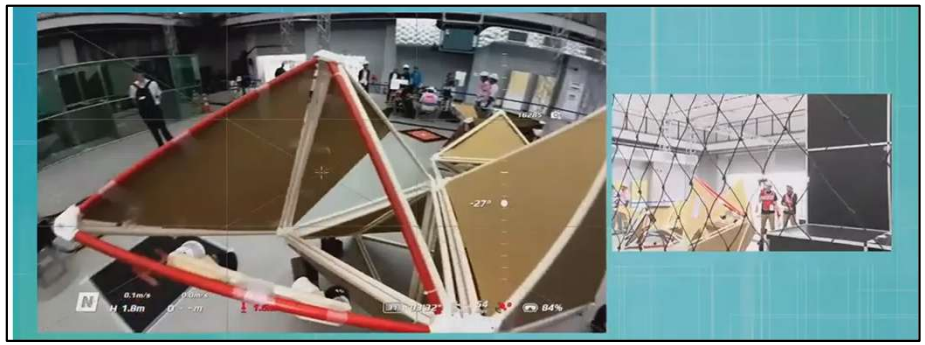
国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 Japan Atomic Energy Agency（川端　邦明）
新潟工科大学（大金　一二）
KINDAI UNIVERSITY（大坪　義一）

測りたい能力：狭隘空間において、壁や障害物に衝突せずにタスクを達成できる能力

飛行難易度の定量化（正四面体結合環境での試験）



正四面体を21 個連結した試験環境構造体



WRS2025標準性能評価ドローンチャレンジの競技フィールドとして採用

検査タスクでの機体別要因寄与解析



図2 さびテストピース　●：さび塗装部分

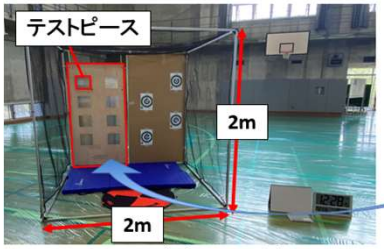


図3　試験環境の例

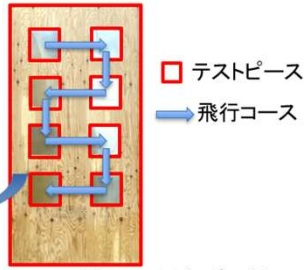
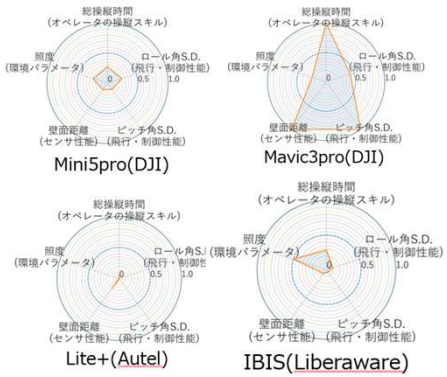
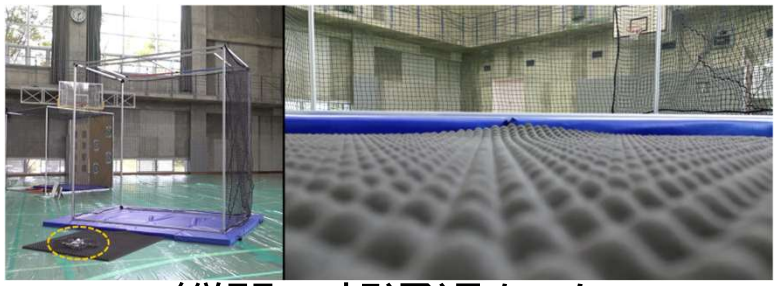


図4　テストボード



様々なタスクでの試験法の構築

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 Japan Atomic Energy Agency



縦開口部通過タスク



壁・天井近接ターゲットの検査タスク

狭隘空間における
飛行制御性能試験

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 Japan Atomic Energy Agency（川端　邦明）
新潟工科大学（大金　一二）
KINDAI UNIVERSITY（大坪　義一）

測りたい能力：狭隘空間において、壁や障害物に衝突せずにタスクを達成できる能力

検査タスクでの機体別要因寄与解析 KINDAI UNIVERSITY

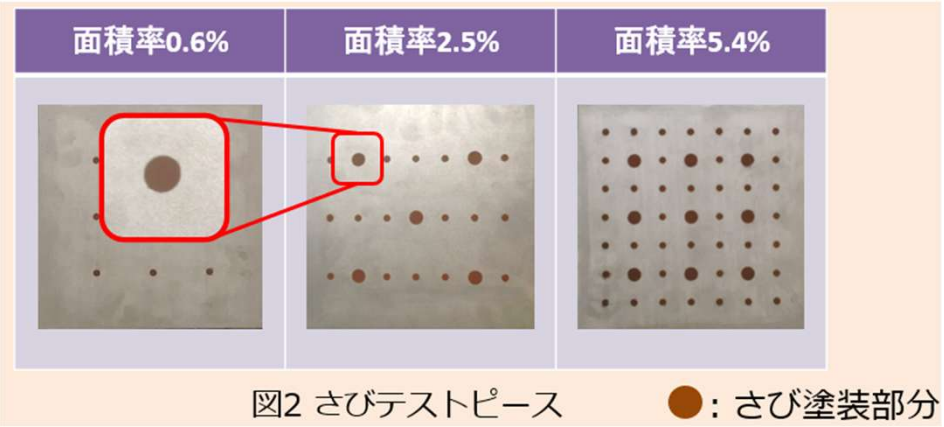


図2 さびテストピース　●：さび塗装部分

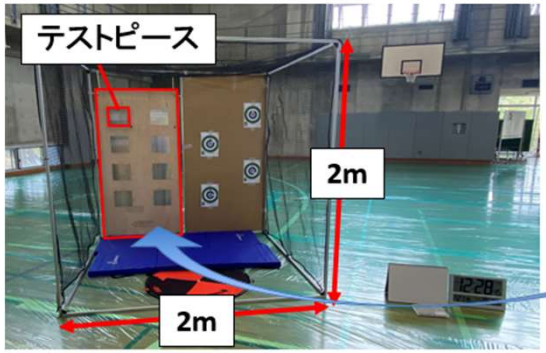


図3　試験環境の例

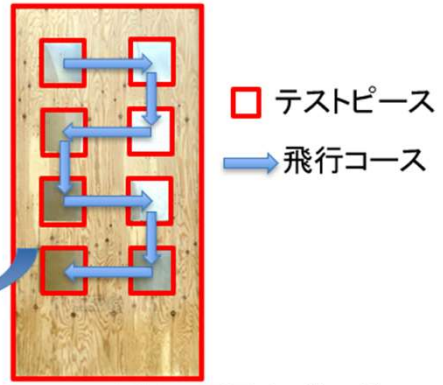
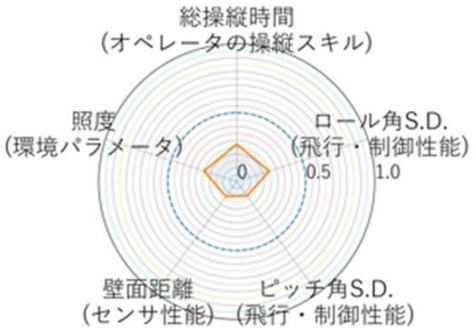
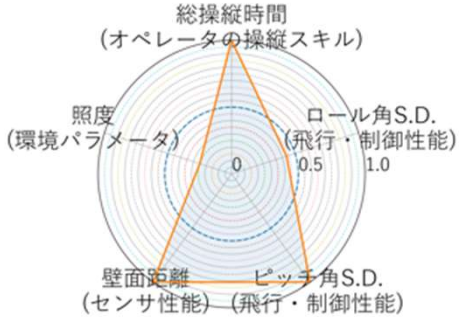


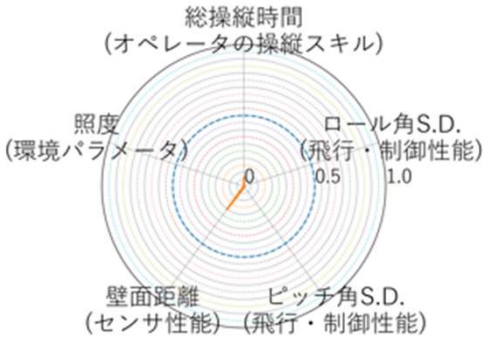
図4　テストボード



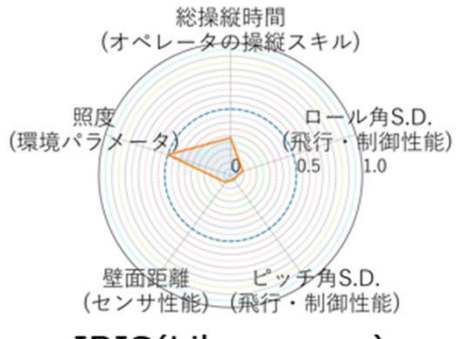
Mini5pro(DJI)



Mavic3pro(DJI)



Lite+(Autel)



IBIS(Liberaware)

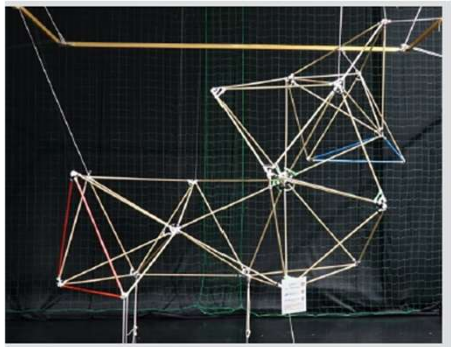
© Realization of Advanced Air Mobility Project

狭隘空間における
飛行制御性能試験

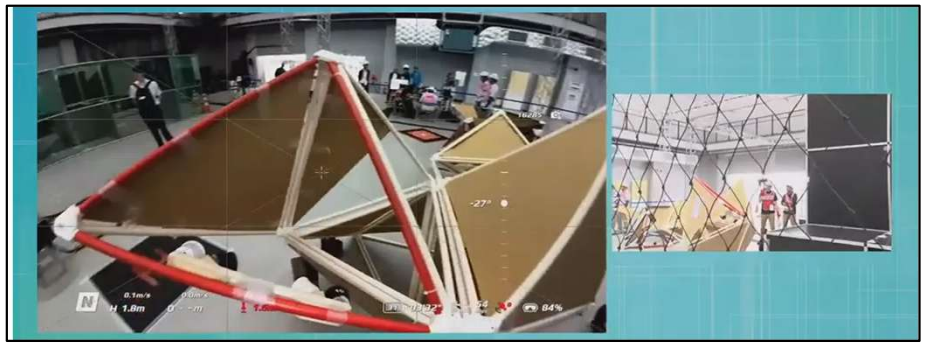
国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 Japan Atomic Energy Agency（川端　邦明）
新潟工科大学（大金　一二）
KINDAI UNIVERSITY（大坪　義一）

測りたい能力：狭隘空間において、壁や障害物に衝突せずにタスクを達成できる能力

飛行難易度の定量化（正四面体結合環境での試験）



正四面体を21 個連結した試験環境構造体



WRS2025標準性能評価ドローンチャレンジの競技フィールドとして採用

検査タスクでの機体別要因寄与解析



図2 さびテストピース　●：さび塗装部分

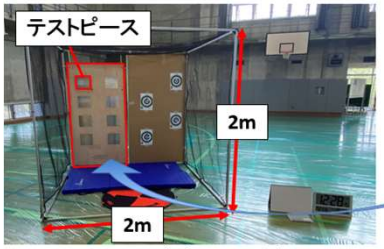


図3　試験環境の例

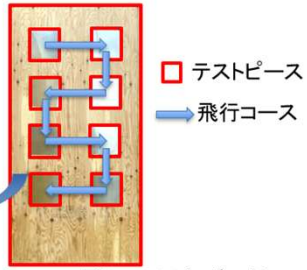
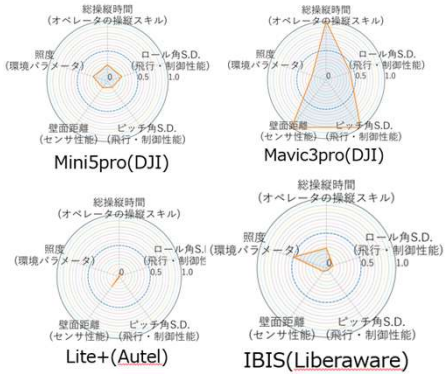
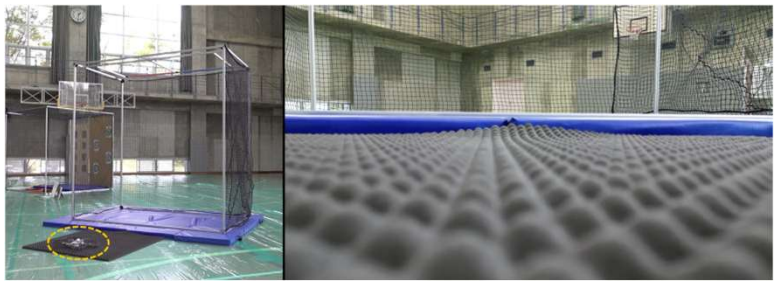


図4　テストボード



様々なタスクでの試験法の構築

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 Japan Atomic Energy Agency



縦開口部通過タスク



壁・天井近接ターゲットの検査タスク

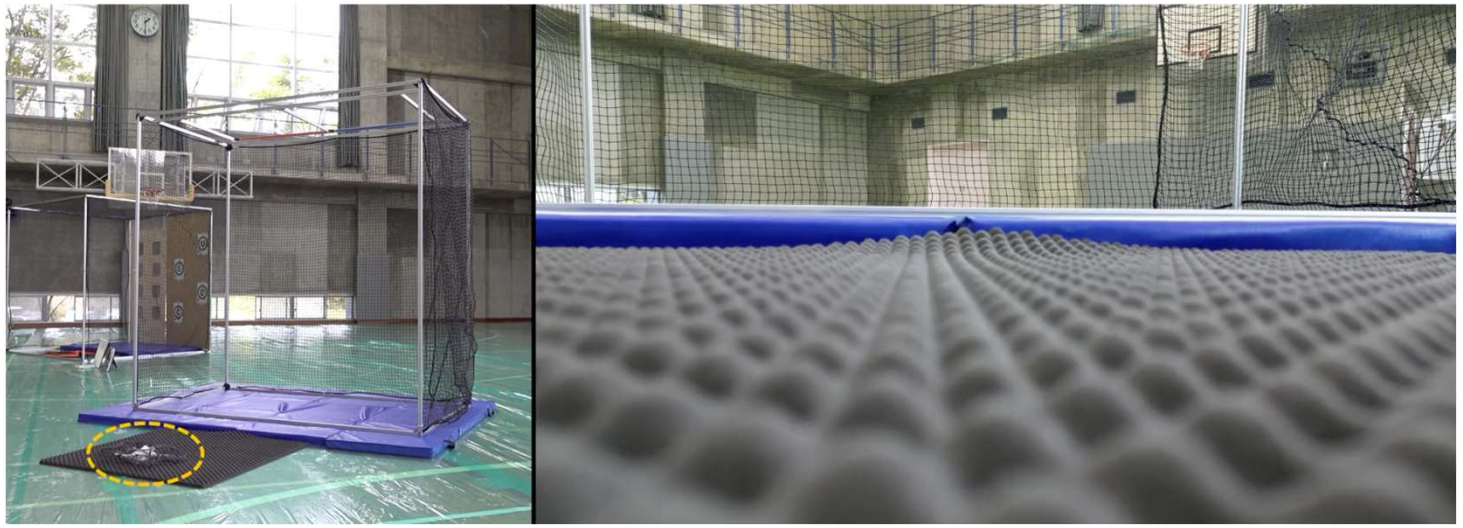
狭隘空間における
飛行制御性能試験

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 Japan Atomic Energy Agency
（川端　邦明）
新潟工科大学
（大金　一二）
KINDAI UNIVERSITY
(大坪　義一)

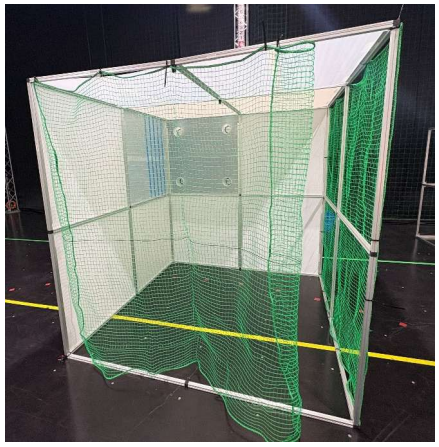
測りたい能力：狭隘空間において、壁や障害物に衝突せずにタスクを達成できる能力

様々なタスクでの試験法の構築

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 Japan Atomic Energy Agency



縦開口部通過タスク





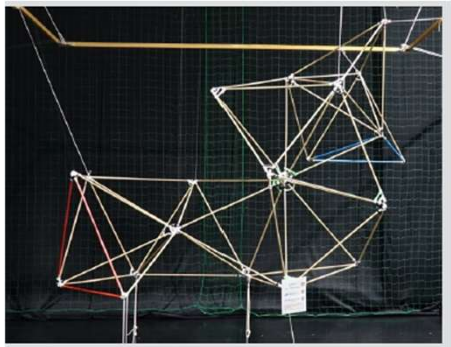
壁・天井近接ターゲットの検査タスク

狭隘空間における
飛行制御性能試験

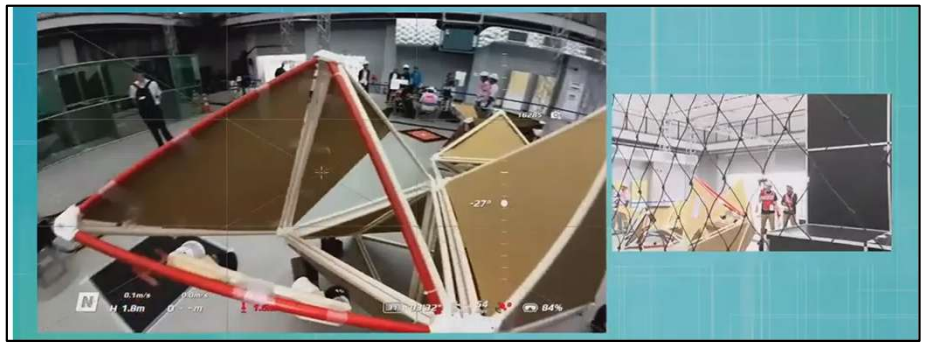
国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 Japan Atomic Energy Agency（川端　邦明）
新潟工科大学（大金　一二）
KINDAI UNIVERSITY（大坪　義一）

測りたい能力：狭隘空間において、壁や障害物に衝突せずにタスクを達成できる能力

飛行難易度の定量化（正四面体結合環境での試験）



正四面体を21 個連結した試験環境構造体



WRS2025標準性能評価ドローンチャレンジの競技フィールドとして採用

検査タスクでの機体別要因寄与解析



図2 さびテストピース　●：さび塗装部分

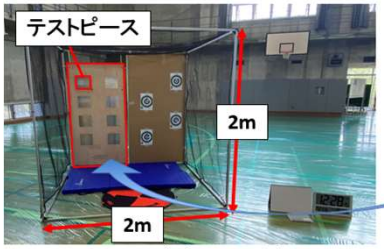


図3　試験環境の例

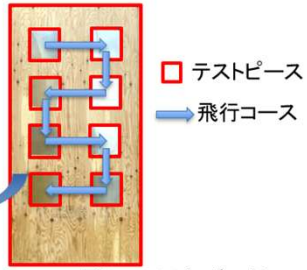
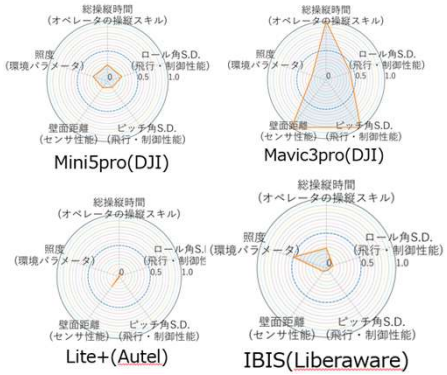
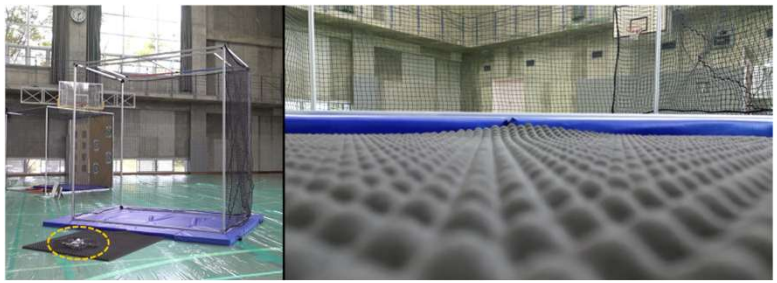


図4　テストボード



様々なタスクでの試験法の構築

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 Japan Atomic Energy Agency



縦開口部通過タスク



壁・天井近接ターゲットの検査タスク

目次

- 研究開発の概要・モチベーション

- 成果紹介
  - ➢低視程環境における障害物検知性能の評価方法
  - ➢非GPS環境における自己位置推定性能の評価方法
  - ➢狭隘空間における空力性能の評価方法
  - ➢狭隘空間における飛行制御性能の評価方法

- 成果の社会実装に向けて

© Realization of Advanced Air Mobility Project

意見交換会（デモ・体験付き）

「来て、見て、触って」ステークホルダにフィードバックをいただく（これまで全国各地で12回実施）







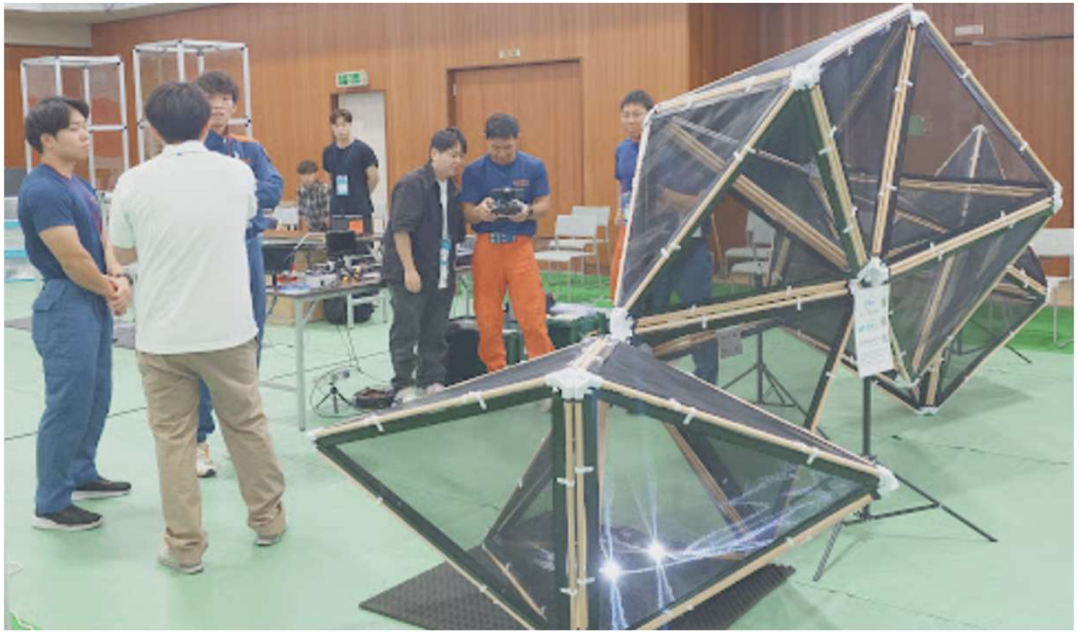




© Realization of Advanced Air Mobility Project

※次回については本発表の最後に案内を掲載

神戸市消防局との意見交換会(2026/9/22)









© Realization of Advanced Air Mobility Project

導入事例に関するニュース

ドローンジャーナル　ReAMo

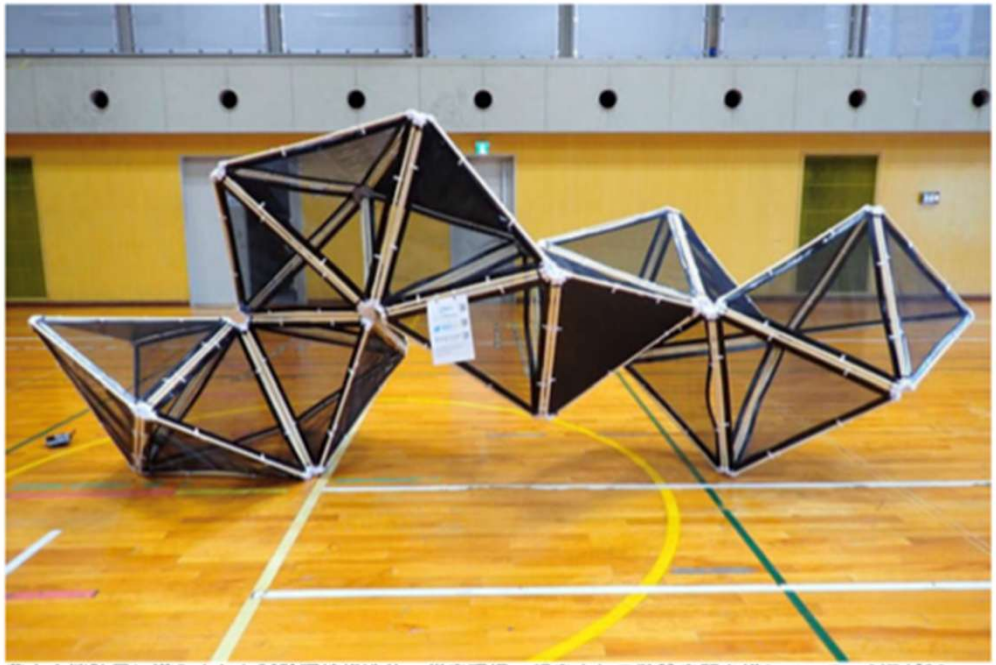
ニュース　公共

新潟工科大学、飛行タスク難易度を数値化する「試験環境構造体」を豊中市消防局へ提供

ドローンジャーナル編集部　2026年6月26日 13:07

X ポスト　リスト　シェアする 0　B! 0

2026年6月15日、新潟工科大学フィールドロボティクス研究室は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト（ReAMoプロジェクト）」における研究成果である「試験環境構造体」を、豊中市消防局へ提供したと発表した。操学館ドローンスクールの協力のもと、ドローンを活用した高度な救助活動の実現を目指す。なお、この研究開発はNEDOの委託業務により行われている。

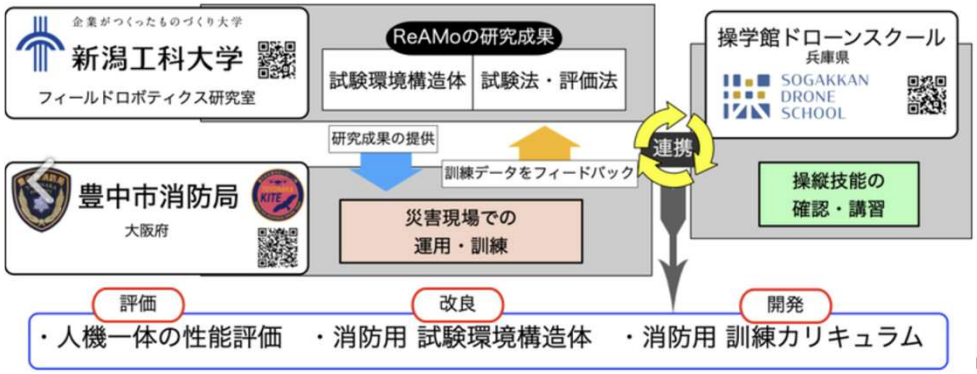


豊中市消防局に導入された試験環境構造体。災害現場で想定される狭隘空間を模している。1辺が91cmの正四面体を15個連結。

同研究室では、ReAMoプロジェクトにおいて「制約環境下におけるドローンの性能評価法の研究開発：飛行空間難易度の定量化によるドローンの飛行性能評価手法の開発」をテーマに、狭隘空間におけるドローンの飛行タスク難易度を定量的に評価する手法を研究している。その評価基準となる試験環境構造体は、飛行空間および経路を規定し、障害物として飛行タスクの難易度を数値化することができる。



消防隊員がドローンを操縦して訓練を行う様子。



© Realization of Advanced Air Mobility Project

「残り半年」でやること

1 Version 1.0として整理・固定

公開する成果物を体系的に整備する

- 試験手順書
- 記録票
- CAD・図面
- 評価ソフト
- サンプルデータ
- 動画・関連資料

10月末固定 → 11月文章化 → 12月統合

2 公開基盤を整備

ReAMoホームページを入口に、
主要なプラットフォームで公開・保存する

ReAMo ホームページ
- 公開の入口・ポータル
- 各成果物へのリンク
- 利用方法の案内

GitHub
- 最新版を公開
- 更新履歴の管理
- 関連ファイルを一体的に共有

Zenodo
- Version固定
- DOIを付与
- 引用可能な形で長期保存

各機関リポジトリ
- 機関ごとの公開
- 関連資料の長期保存
- 長期的な参照先を確保

3 補完的な保存・流通

より広い利用・普及のために
紙媒体による補完も行う

- 日本語版・英語版を整備
- 製本・ISBN付き刊行を検討
- 国立国会図書館等への献本
- 製本は補完的な位置づけ
  (主要な公開はデジタル)

『試験法をつくる』から『試験法を使える状態にする』へ

© Realization of Advanced Air Mobility Project

プロジェクト終了後にやること

① 使う　現場で活用し価値を実感する

メーカー
機体開発・改良に活用



- 性能データに基づく開発
- 機体の強み・弱みの把握

調達者
機体選定・調達判断に活用



- 客観的な性能比較
- 最適な機体の選定

ユーザ
訓練・運用・比較に活用



- 訓練・教育での活用
- 複数機体の性能比較

② 育てる　利用者とともに継続的に改良まる

日本ロボット学会
ロボット性能評価工学研究専門委員会内にWGを設置

- 研究者・利用者・関係者が参画
- 継続的な運用・改訂の場として活動

利用者の意見を反映して改訂
- 現場での試験・運用結果を蓄積
- フィードバックに基づき改善・更新

試験拠点で運用・改善



新潟工科大学
D-PER

JAEA
JAEA
楢葉遠隔技術開発センター

産総研
など

- 共通手順で試験を実施
- データ・利用者体験を蓄積し継続的に改善

③ 広げる　社会全体へ普及し国際標準へつなげる

消防・点検・教育・研究で普及
- 防災・インフラ点検・教育・研究など幅広い分野での活用
- 実証・導入事例の創出



デファクト普及とデジュール標準化を使い分け
- 試験結果の蓄積でデファクト標準を普及
- 試験法の特性に応じてデジュール標準化を使い分け

ASTM E54.09、ISOなど国際標準化活動へ接続
- 国際標準化団体との連携
- 海外との試験法の整合・相互活用

国・自治体・公共機関への働きかけ
- 実証事業の評価指標として提案
- 制度・調達への組込みを目指す



まず使ってもらい、実績を積みながら育てていく

© Realization of Advanced Air Mobility Project

社会実装ロードマップ

1 プロジェクト期間中

使える状態にする

成果を整理し、誰でも使える形で公開

固定
試験法の確定

文書化
手順・記録様式の整備

統合
データ・ソフト・CADの一元化

公開
広く利用できる形で公開

Version 1.0
性能評価手法 Version 1.0

ReAMo HP
プロジェクト Webサイト

GitHub
ソースコード・データ公開

Zenodo
研究データ公開

各機関リポジトリ
大学・研究機関でのアーカイブ

製本（補完）
印刷物での長期保存

2 終了後2～3年

使う・改良する・広げる

現場で活用し、フィードバックで継続的に発展

実証・試用
様々な現場での試行・検証



学会WGで改訂
利用者の意見を反映し継続的に改訂



試験拠点で運用
大学・研究機関の試験拠点で継続運用



消防・点検・教育へ展開
実務・訓練・教育の現場で活用



国・自治体・公共機関への提案
評価指標・運用方法の提案・制度化に向けた働きかけ



3 終了後5～10年

標準化・拡張

社会の共通基盤として定着・発展

デファクト普及
現場で広く使われる標準的な手法に



ASTM E54.09 ISO
国際標準化活動へ接続 世界標準を目指す



新たな試験法提案
（例：耐風・航続距離/時間・通信・ロジスティクス）
社会ニーズに応じた評価手法を拡張



国内外への展開
日本の知見を活かし国内外の安全・安心な社会に貢献



公開して終わりではなく、使いながら育て、標準化へつなげる

© Realization of Advanced Air Mobility Project

次回のイベントのご案内

NEDO ReAMoプロジェクト
制約環境下におけるドローンの性能評価法の研究開発

試験法体験会

～試験環境構築と試験監督を体験しよう～

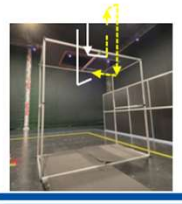
概要:

ドローンは災害対応、インフラ点検、警備など、様々な場面での活躍が期待されています。そのような厳しい状況で使われるドローンの正確・安全な飛行のための性能・操縦技量を評価する方法(試験法)について研究開発し、試験法を取りまとめた試験手順書を今年度末に公開いたします。

試験法の普及、および関係者の皆様との連携強化のため、試験法体験会を開催いたします。この体験会では、開発者の直接指導の下、以下3種類の試験法の試験環境構築から試験監督までを体験いただきます。体験を通じて、試験の実施方法の理解を深めるだけでなく、試験手順書だけでは読み取りにくい、試験実施に係る様々なノウハウをお伝えいたします。

参加費は無料となりますので、興味がありましたら是非ご参加ください。

19日(午前) 縦開口部通過試験



狭い開口部を
通過できるか試験

19日(午後) 壁面等への接近検査試験



壁や天井の付近で安定して飛べるか試験

20日(午前) 狭隘空間飛行試験



倒壊した建物のような
場所で飛べるか試験

Webページ・参加登録

日時: 2026年 11月19日(木)、20日(金)

場所: 東京都立産業技術研究センター DX推進センター

お問い合わせ 日本原子力研究開発機構 山田大地 rty2357@gmail.com

NEDO ReAMoプロジェクト 研究開発項目①

デモ体験付き

第13回意見交換会

**制約環境下における
ドローンの性能評価法の研究開発**

日 時 (予定) 2026年12月17日(木) 9:30～16:00
※17:00～19:00で懇親会(有料)を実施する予定です。

会 場 (予定) 名古屋工業大学 Nitech Hall
愛知県名古屋市昭和区御器所町名古屋工業大学

イベントのWEBページ
(参加登録はこちらから)

講演/体験

- 事業全体の概要説明
- 開発中性能評価法の解説
- デモンストレーション
- 体験フライト
  (ドローンの持込も大歓迎)



意見交換

デモと体験に基づいて、
当コンソの研究開発や
性能評価法について
意見交換を行います。



お問い合わせ 名古屋工業大学 准教授 佐藤徳孝 sato.noritaka@nitech.ac.jp

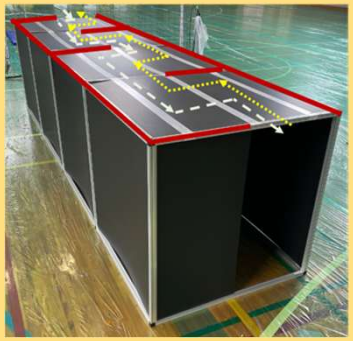
© Realization of Advanced Air Mobility Project

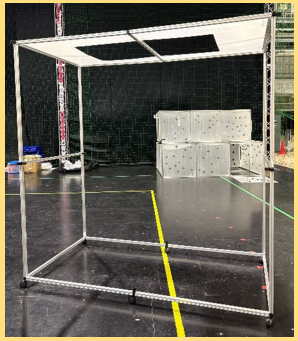
ご清聴ありがとうございました

ブース1D-02へお越しください

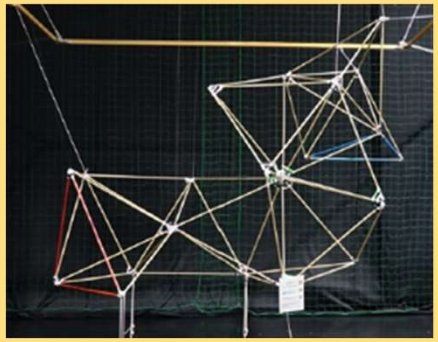
この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（ＮＥＤＯ）の委託業務（JPNP22002）の結果得られたものです。

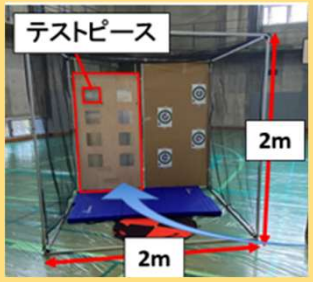

水平スラローム飛行


垂直スラローム飛行


縦開口部通過

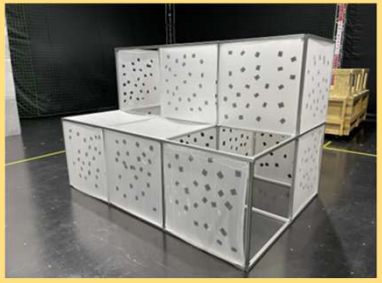

壁近接点検


正四面体構造物内飛行



検査タスク


狭隘空間での空力性能


Visual SLAM性能


LiDAR SLAM性能


低視程環境での障害物検知

これまで開発してきた試験一覧

© Realization of Advanced Air Mobility Project