



ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト
Drones and Robots for Ecologically Sustainable Societies project

ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発
性能評価基準等の研究開発
目視外及び第三者上空での飛行に向けた無人航空機の性能評価基準

無人航空機の目視外及び第三者上空等での飛行に関する検討会
第7回会合説明資料

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)
ロボット・AI部 プロジェクトマネージャー 宮本 和彦

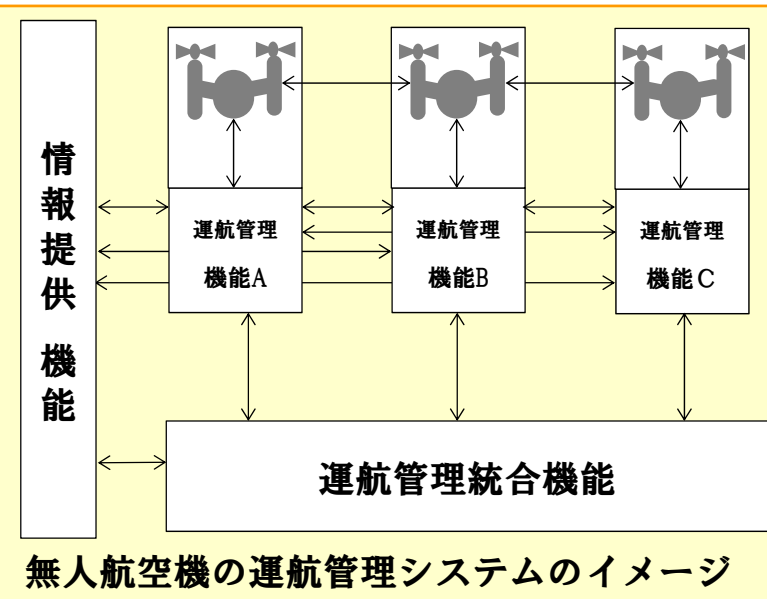
DRESSプロジェクト全体概要

プロジェクト概要

(H29-H33 : 5年間、H30予算 : 32.2億円)

■小口輸送の増加や積載率の低下などエネルギー使用の効率化が求められる**物流分野**や、効果的かつ効率的な点検を通じた長寿命化による資源のリデュースが喫緊の課題となる**インフラ点検分野等**において、**無人航空機やロボットの活用による省エネルギー化の実現**が期待されている。

■本プロジェクトでは、物流、インフラ点検、災害対応等の分野で活用できる**無人航空機及びロボットの開発を促進**するとともに、**社会実装するためのシステム構築及び飛行試験等**を実施する。



①ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発

(1)性能評価基準等の研究開発 (H28-H29) + (H30-H31)

各種ロボット（無人航空機、陸上ロボット、水中ロボット等）の**性能評価基準を、分野及びロボット毎に策定**する。

(2)省エネルギー性能等向上のための研究開発 (H29-H31)

各種ロボットの連続稼働時間の向上等に資する**高効率エネルギーシステム技術開発**を実施する。

②無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発

(1)無人航空機の運航管理システムの開発 (H29-H31)

本プロジェクトにおける**運航管理システムは、情報提供機能、運航管理機能、運航管理統合機能**から構成されるものとし、無人航空機の安全な運航をサポートする各種機能・システムを開発する。

(2)無人航空機の衝突回避技術の開発 (H29-H31)

無人航空機が地上及び**空中の物件等を検知**し、即時に当該物件等との**衝突を回避**し飛行するための技術を開発する。

③ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進

(1)デジュール・スタンダード (H29-H33)

標準化を推進する国際機関や諸外国の団体等の動向を把握し、国際的に連携しながら検討と開発を進め、本プロジェクトの成果を国際標準化に繋げるための活動を実施する。

(2)デファクト・スタンダード (H29-H32)

技術開発スピードが速く、デファクトが鍵を握るロボットについては、世界の最新技術動向を日本に集め、日本発のルールで開発競争が加速する手法を推進する。

個別最適化／提案技術のブラッシュアップ（平成29年度）

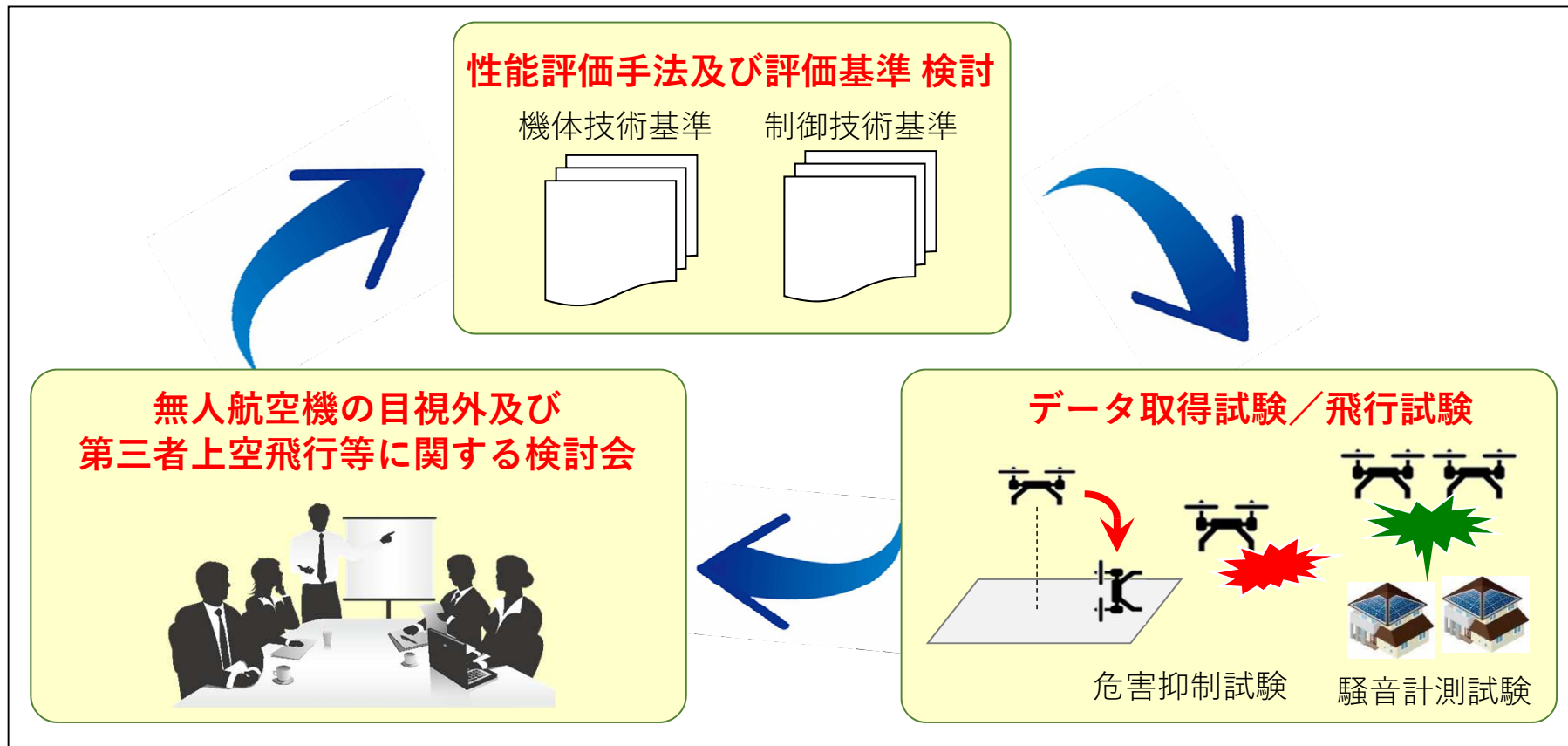
- ①無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発
 - ・情報提供機能の整備／空間情報・電波環境測定・気象情報提供
 - ・個別運行管理機能の具体化／ビジネスモデルのターゲット設定
 - ・情報統合機能の開発／アーキテクチャ設計

全体最適化／プロジェクト内での成果統合化（平成30年度）

- ②情報提供機能／運航管理・統合機能／衝突回避技術の統合化
 - ・統合型情報提供機能の具現化／ISO/TC20/SC16提案（方向付／～6月目途）
 - ・一部の運航管理機能＋運航管理統合機能の試行的導入（～2月目途）
 - ・フルスペック衝突回避技術を搭載した機体開発（～12月目途）

プレ実装／実運用・オープン飛行試験（平成31年度）

- ③福島ロボットテストフィールドでの飛行試験・接続検証
 - ・運航管理統合機能の福島ロボットテストフィールドでの拠点化（～7月目途）
 - ・プロジェクト内外／海外プレーヤーの運行管理機能との接続飛行試験
 - ・飛行試験フィールドのオープン化／民間事業者との接続飛行試験（～年度末）



目視外及び第三者上空等での飛行に向け、例えば、住宅地での昼間飛行を想定した場合の55デシベル以下等の飛行地域の特性を考慮した基準、ペイロード含む総重量が10kg程度の無人航空機が着陸または墜落した際に、約80ジュール(250g以下の機体が墜落した際の衝突エネルギー)と同等まで抑制するための基準を策定し、福島ロボットテストフィールドや福島浜通りロボット実証区域等を活用した検証を行う。なお、達成目標については、今後の検討会等での議論を踏まえて必要に応じて改定する。

目視外及び第三者上空での飛行に向けた無人航空機の性能評価基準

国土交通省航空局や国際民間航空機関（ICAO）等から、国内外のN類相当の耐空性能に関する情報を収集・分析し、無人航空機の性能評価基準を検討する。

	未然防止方策	危害軽減方策(環境配慮を含む)
飛行中の方策	機体の信頼性確保 ⇒評価項目1: 航空機N類の耐空性審査要領等の分析に基づく基準	騒音防止 ⇒評価項目4: 音響パワーレベル
落下時の方策	地上の第三者の分離 ⇒評価項目2: 機体の落下分散	第三者への衝突時の安全性確保 ⇒評価項目3: 対人衝突安全性

目視外・第三者上空飛行に求められる無人航空機の機体性能評価項目とイメージ

航空機の耐空審査要領の項目+無人航空機特有の項目をあわせた航空項目から、利用目的と機体分類で優先順位をつけて基準をとりまとめる

* 分類* (固定翼)、(回転翼)、(MRH:マルチローターヘリ) * サイズの目安* (小)200G以上259G未満 (中)259G以上

航空性能審査要領ベースとした航空機に求められる要件	利用目的と機体分類																		
	農業			物流			災害対応			測量			無人クワッド(自動運航有人機)		特殊MRH(空軍用機)				
項目番号	項目名	固定翼	回転翼	MRH	固定翼	回転翼	MRH	固定翼	回転翼	MRH	固定翼	回転翼	MRH	固定翼	回転翼	MRH	固定翼	回転翼	MRH
サンプル																			
1-1	適用																		
第2章 飛行																			
2-1	一般																		
2-2	性能																		
2-3	操縦性及び運動性																		
2-4	信頼性																		
2-5	安全性																		
2-6	高度																		
2-7	地上及び水上特異																		
2-8	その他																		
2-9	その他の飛行要件																		
第3章 強度																			
3-1	一般																		
3-2	飛行高度																		
3-3	運動の強度																		
3-4	その他の強度																		
3-5	操縦面 操縦系統および操作系統の強度																		
3-6	地上強度																		
3-7	水上強度																		
3-8	非常着陸状態																		
3-9	疲労																		
3-10	雷撃への耐性																		
第4章 設計及び構造																			
4-1	一般																		
4-2	安全性及び操縦面																		
4-3	操縦系統及び操作系統																		
4-4	重量制限																		
4-5	フロート及び胴体																		
4-6	乗客、乗員及び荷物のための設備	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	C	C	C
4-7	非常設備																		
4-8	燃費系統及び燃費系統																		
4-9	圧縮空気																		
4-10	火災防止																		
4-11	その他の要件																		
第5章 動力装置																			
5-1	一般																		
5-2	燃料系統構成部分																		
5-3	油圧系統																		
5-4	冷却																		
5-5	電気系統																		
5-6	排気系統																		
5-7	排気系統																		
5-8	動力装置の操作装置及び補機																		
5-9	動力装置の防火設備																		
第6章 装置																			
6-1	一般																		
6-2	計測の装置																		
6-3	電気系統及び電気装置																		
6-4	灯火																		
6-5	機体設備																		
6-6	その他の装置																		
第7章 運用要件、標準及び飛行規程																			
7-1	一般																		
7-2	運用標準																		
7-3	標準及び指示標																		

規制 (N類耐空性、各国規制) の分析
 標準試験法による性能評価、認証
 評価項目 (縦軸) / 用途 (横軸) 等



無人航空機メーカー3社

性能評価試験の実施

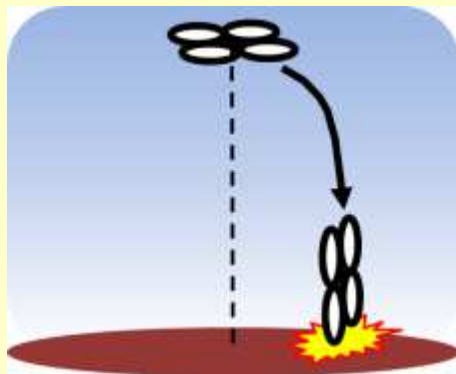
- ・自律制御システム研究所
- ・イームズロボティクス
- ・プロドローン



無人航空機の落下分散試験(想定)

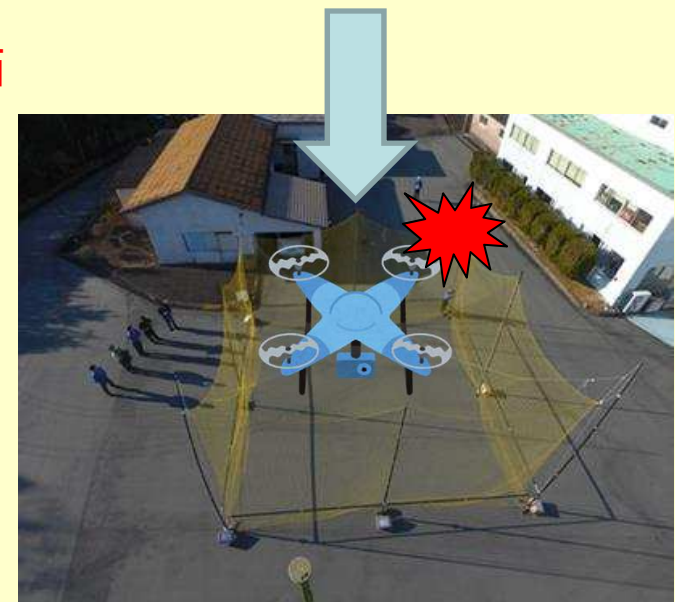
目視外飛行の要件の検討において議論となった無人航空機の落下分散に関して、初速等の初期条件や落下姿勢を考慮しながら、シミュレーションやドローンの落下試験等による評価を行う。

	未然防止方策	危害軽減方策(環境配慮を含む)
飛行中の方策	<u>機体の信頼性確保</u> ⇒評価項目1: 航空機N類の耐空性審査要領等の分析に基づく基準	<u>騒音防止</u> ⇒評価項目4: 音響パワーレベル
落下時の方策	<u>地上の第三者の分離</u> ⇒評価項目2: 機体の落下分散	<u>第三者への衝突時の安全性確保</u> ⇒評価項目3: 対人衝突安全性



落下分散=落下姿勢分散
 →落下時のドローンの姿勢の性能評価

ランク	姿勢維持率%
A	80~100
B	60~80
C	40~60
D	20~40
E	0~20



将来の産業発展を考慮した
有効的な試験法の開発
 ⇒低コスト高効率試験法
 →安全ドローンネットを活用した試験法

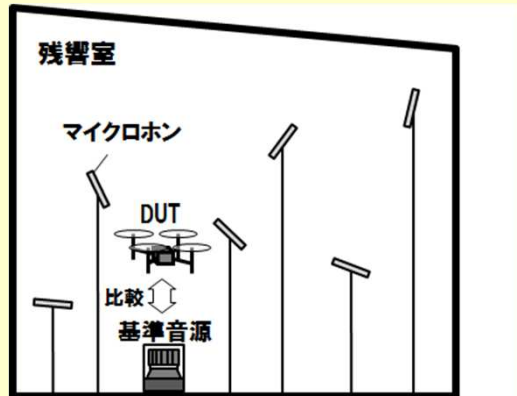
無人航空機の騒音計測試験(想定)

製造メーカーの負担を軽減可能で実測値に近似可能な優れた計測法の一つとして、**残響室法（比較測定法）**に基づいた音響パワーレベル測定によるドローンの騒音評価を検討する。

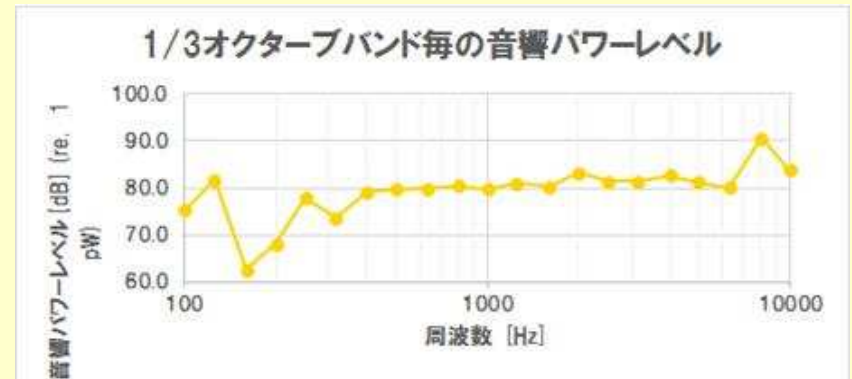
	未然防止方策	危害軽減方策(環境配慮を含む)
飛行中の方策	<u>機体の信頼性確保</u> ⇒評価項目1: 航空機N類の耐空性審査要領等の分析に基づく基準	<u>騒音防止</u> ⇒評価項目4: 音響パワーレベル
落下時の方策	<u>地上の第三者の分離</u> ⇒評価項目2: 機体の落下分散	<u>第三者への衝突時の安全性確保</u> ⇒評価項目3: 対人衝突安全性

騒音計測

残響室法



将来の産業発展を考慮した試験法の開発
 ⇒低コスト高効率試験法＝残響室法



音圧レベル: ある地点における音の圧力。工事現場騒音規定の”55デシベル”はこの音圧レベルでの値。

音響パワーレベル: 音源が放射する全音エネルギー。

→指向性や反射の影響が小さければ、音源の音響パワーレベルからある地点における音圧レベルが計算可能。

無人航空機の衝突安全試験(想定)

落錘荷重試験などを用いた衝突安全試験法の試験法を検討すると共に、ドローンの衝突試験などを実施することで、衝撃荷重の人体影響の検証や、適切な計測指標の検討を行う。

	未然防止方策	危害軽減方策(環境配慮を含む)
飛行中の方策	機体の信頼性確保 ⇒評価項目1: 航空機N類の耐空性審査要領等の分析に基づく基準	騒音防止 ⇒評価項目4: 音響パワーレベル
落下時の方策	地上の第三者の分離 ⇒評価項目2: 機体の落下分散	第三者への衝突時の安全性確保 ⇒評価項目3: 対人衝突安全性

衝突安全対策



将来の産業発展を考慮した試験法の開発
⇒低コスト高效率試験法



上から矢印の方向に機械が衝撃を加えます。加速式衝撃圧縮試験装置は、時速約70kmまでの負荷速度で圧縮試験が可能です。

無人航空機の性能評価基準の検討について

H28-29年度「性能評価基準等の研究開発」で、無人航空機の性能評価手順書を検討。今年度以降、**性能項目の全体像を整理**すると共に、本研究開発成果も踏まえ、手順書のブラッシュアップを実施予定。

<目的>

- 性能評価基準は、無人航空機の性能比較や機種選定（無人航空機の利用者の視点）、**性能目標の設定等に役立つ**ことを目的として策定。
- 今後のレベル3／レベル4の展開に向け、無人航空機の日視外及び第三者上空等での飛行を**安全かつ環境にも配慮**して行えるようにするため、機体の信頼性の向上や**第三者への危害抑制、騒音対策等に関する評価手法**の検討に取り組む。
- 無人航空機の**性能項目の全体像を整理**した上で、性能項目を評価の軸として設定し、その軸に対して性能ランクを示す目盛を設定すると共に、性能評価のための試験方法を設定。

<年度ごとの検討内容>

- 平成30年度：性能評価基準骨子の検討
 - 平成28-29年度の検討結果を含めた、性能評価基準の**全体骨子を整理**
 - 平成31年度の**実証項目を整理**
- 平成31年度：性能評価基準の検討
 - 平成28-29年度成果、平成30-31年度成果を含めた**性能評価基準の検討作業**
 - 性能評価手順書として取りまとめ

性能項目区分と性能項目の検討方針

海外の動向を踏まえ、無人航空機の性能項目の全体像を整理した上で、本研究開発成果、無人航空機の環境整備における検討課題等を踏まえ、性能評価基準を順次検討。

国際標準や諸外国の既存基準等をもとに、性能項目の分類・一覧化

性能項目		性能評価基準(用途別)		
		共通	物流	...
飛行性能	飛行速度 航続時間 ...			
耐環境性能	耐風速 耐降雨 ...	本研究開発の実証試験結果、官民協議会等における主要論点や検討課題等を踏まえ、性能評価基準を順次検討		
信頼性	飛行継続 ソフトウェア ...			
安全性	衝撃吸収 速度低減 ...			
耐久性	機体 コンポーネント ...			
環境負荷性能	騒音 廃棄 ...			
...	...			

性能評価手順書の構成(素案)

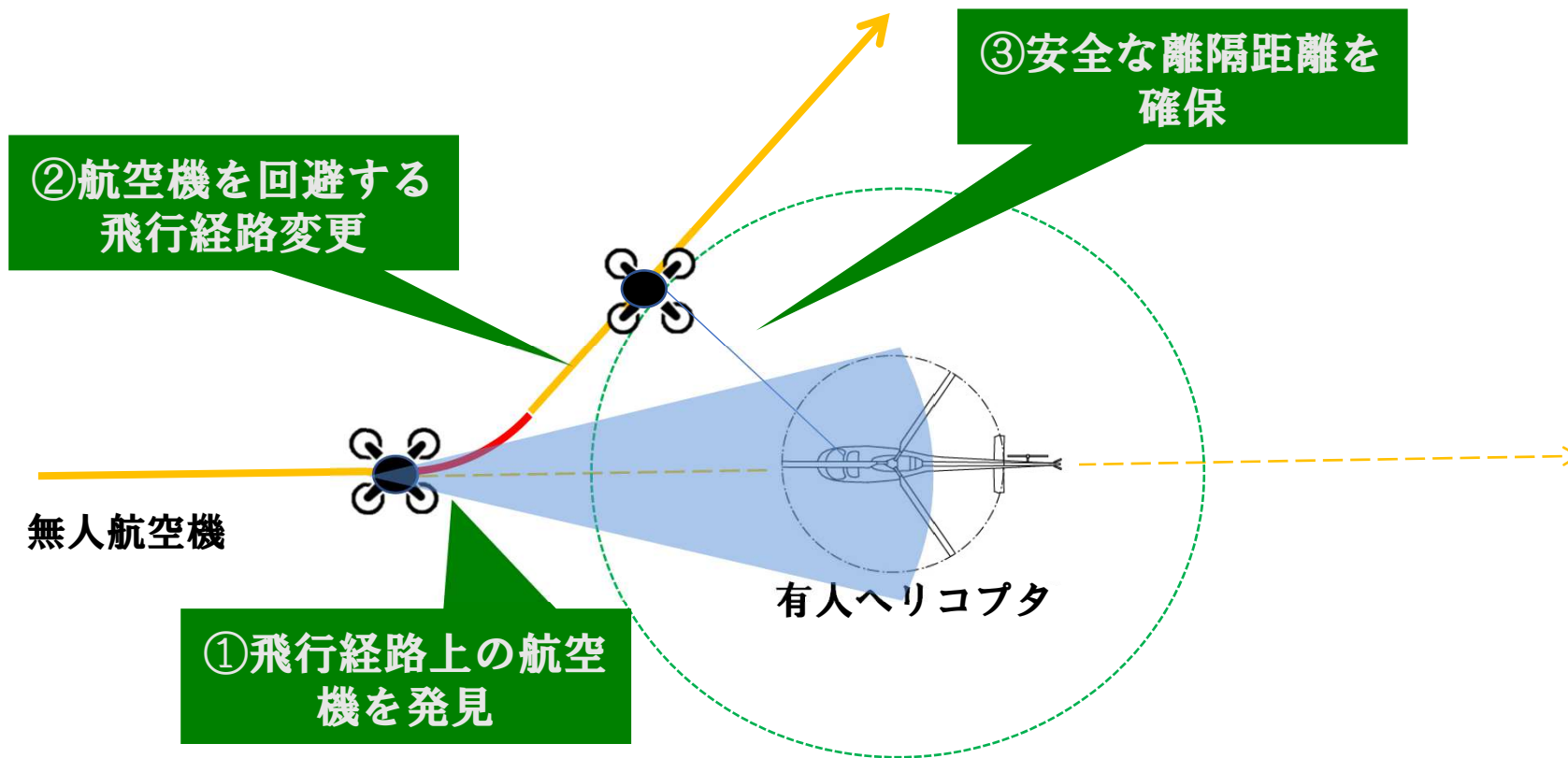
<前段> ※性能評価手順書の概要等における記述内容

- 性能評価手順書の目的
- 空の産業革命に向けたロードマップ（飛行レベルと性能要件の考え方）
- 無人航空機の利用分野と市場環境の概説
- 性能評価基準の体系化
- 対象無人航空機と適用分野
- 性能評価基準（性能ランク）の考え方
- 無人航空機の性能評価において考慮すべき事項（ミッションプロファイル、前提知識等）

<性能評価手法・基準・試験> ※個々の性能項目における記述内容

記述事項	概要
性能評価の考え方	性能項目の目的と概要、設定の考え方を示す。
性能評価基準	性能水準を示すための性能ランク(9段階)を設定すると共に、各ランクの定義や閾値を設定する。これにより、各性能評価基準項目の性能を測る物差しを設定する。
試験方法	試験方式や計測対象とするパラメータ、計測方法、試験の概念図等を示す。
試験施設・設備・機器	試験に使用する施設や設備、機器を例示し概説する。また、試験系の構成図を示す。

無人航空機-有人航空機、無人航空機-無人航空機の衝突を回避するための
準天頂衛星システムを利用した衝突回避技術



日本無線(株) / (株) SUBARU / 日本アビオニクス(株) / (株) 自律研

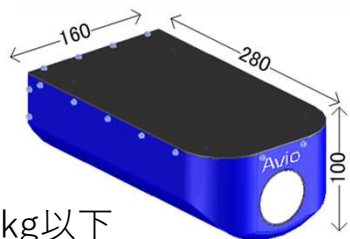
準天頂受信機

三菱電機(株)

マゼランシステムズジャパン(株)

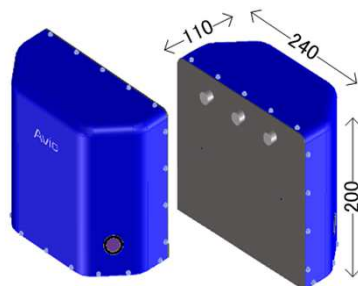
[参考] 無人航空機向け各種センサの開発状況 (H30年度時点)

前方光波センサ (画像センサ)
1km程度の全週検知



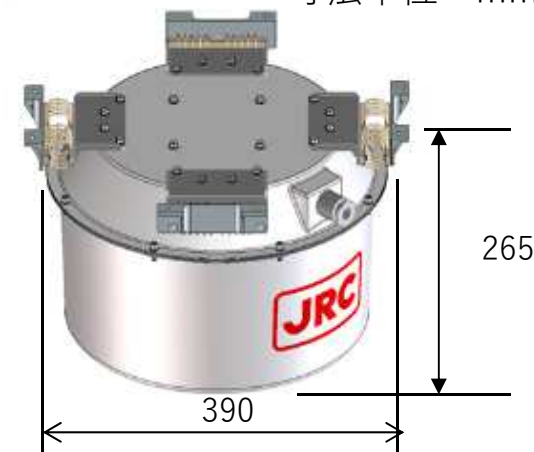
質量：1.9kg以下
消費電力：54.5W以下
(全周光波センサ含む)

全周光波センサ (画像センサ)



質量：3.2kg以下 (左右合計)

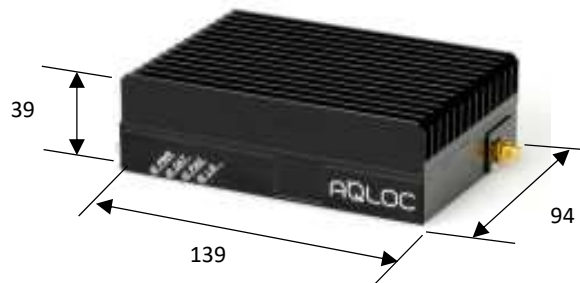
寸法単位：mm



質量：5kg以下
消費電力：50W

電波センサ (レーダ)
5km程度の全週検知

準天頂衛星対応受信機



質量：650g以下
消費電力：15W以下
受信周波数：

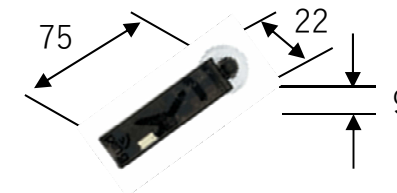
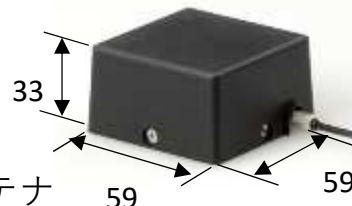
- L1 1575.42MHz
- L2 1227.60MHz
- L6 1278.75MHz



シングルロータ機体

150g以下

準天頂衛星受信機アンテナ



質量：5g以下
消費電力：0.5W
受信周波数：1090MHz

ADS-B