

研究開発項目④ロボット性能評価手法等の研究開発

章目次

- (1) 事業内容
- (2) 実施体制
- (3) 研究開発の進捗管理
- (4) 基準等の策定及びRTFへの展開

【背景】

ロボット開発が進むことにより、既存インフラの状態に応じて効果的かつ効率的な維持管理・更新等を図り、インフラ維持管理・更新等における財政問題及び人材・技術不足の解決が期待される。

しかしながら、開発されるロボットは多様であるうえ、経済性が優先されるとともに、操縦者の目視内を想定したロボットが大半であり、より確実な実用化のためには、各種ユースケースに応じた適切な性能と安全性を備える必要がある。

そのため、性能及び安全性の評価軸、評価軸に沿った性能レベル(数値)、それを測定するための標準的試験方法を研究開発する。

【研究開発の内容】

①無人航空機を活用した物流分野、②無人航空機及び水中ロボットを活用したインフラ点検分野、③無人航空機及び陸上ロボットを活用した災害対応分野 において、ユースケースごとに、既存のロボットによる各種試験を行った後、結果データを基に求められる性能レベルを設定し、それを踏まえて開発されたロボットによる各種試験を実施する。このサイクルを繰り返すことで、最適な性能評価手法等を研究開発する。

(1) 無人航空機を活用した物流分野

(2) 無人航空機を活用したインフラ点検分野

(3) 水中ロボットを活用したインフラ点検分野

(4) 無人航空機を活用した災害対応分野

(5) 陸上ロボットを活用した災害対応分野

(1) 無人航空機を活用した物流分野

物流分野における無人航空機の活用

物流分野において求められる、目視外での小型無人航空機(150kg以下)を活用した飛行管理システムを構築するために、目視外・長距離飛行等の性能評価基準、及び飛行管理基準・整備基準等に関する評価手法を開発する。



物流分野に適した無人航空機の飛行性能評価

目視外飛行

目視外等の領域において無人航空機が安定して飛行するための条件又は性能評価

長距離飛行

規定された長距離航路(10km超)において、無人航空機が安定して飛行するための条件又は性能評価

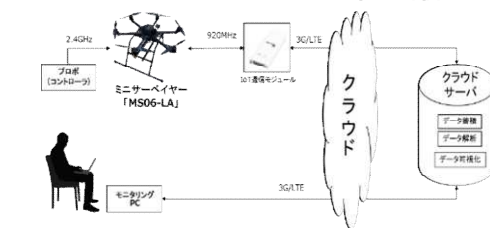
自動離着陸

規定された離着陸場において無人航空機が安定して自動離着陸をするための条件又は性能評価

飛行管理システムに関する性能評価の目指すイメージ

飛行管理

通信モジュール等を利用して複数の無人航空機の荷物の積載自動離陸、長(短)距離自律飛行状況、自動着陸、荷卸しのシーケンスをモニタリングするための性能評価



(1) 事業内容 (2/3)

(2) 無人航空機を活用したインフラ点検分野

インフラ点検分野における無人航空機の活用

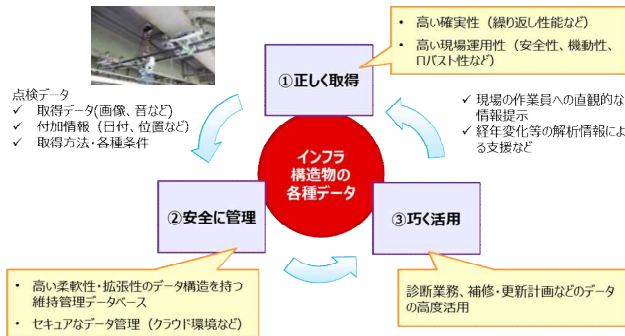
インフラ点検分野において、小型無人航空機(150kg以下)を活用した、インフラ点検システムの評価手法等を開発する。ロボットについて、点検・診断に活用できるデータを取得する手段としての性能を明らかにし、その性能評価手法も併せて開発する。また、点検データの活用を含むシステム全体として評価手法等を開発する。

画像/打音 + 機体 → システム → データ管理の手法開発

インフラ点検分野に適した無人航空機の飛行制御とデータ取得



高精度のデータ検出及び記録システム性能評価の取組み



(3) 水中ロボットを活用したインフラ点検分野

インフラ点検分野における水中ロボットの活用

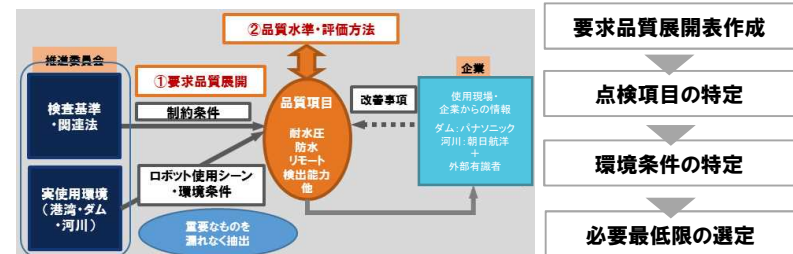
インフラ点検を対象とし、特に水中ロボットを用いて行う港湾・河川・ダム等の点検を対象に、インフラ点検に実績を有する事業者が水中ロボットの運動性能・耐環境性能に関する評価手法を開発しつつ、ユーザー・管理者の性能要求を満たす性能評価手法を開発する。

港湾/河川/ダム + 機体 → システム → データ管理の手法開発

	港湾	河川	ダム
外部有識者			
測量コンサル 朝日航洋			
機体・センサ メーカー パナソニック			

区分	項目	細目
性能指標	運動性能	推進力、速度、回頭性、安定性
	運用性	連続稼働時間、測位条件、操縦性
	センシング	絶対精度、相対精度、解像度、姿勢記録
環境条件	気象条件	天候、気温、風速
	河川条件	水温、水流、濁度、波高
	点検条件	水深、水流、濁度、照度

性能評価手法の体系化・標準化への取組み

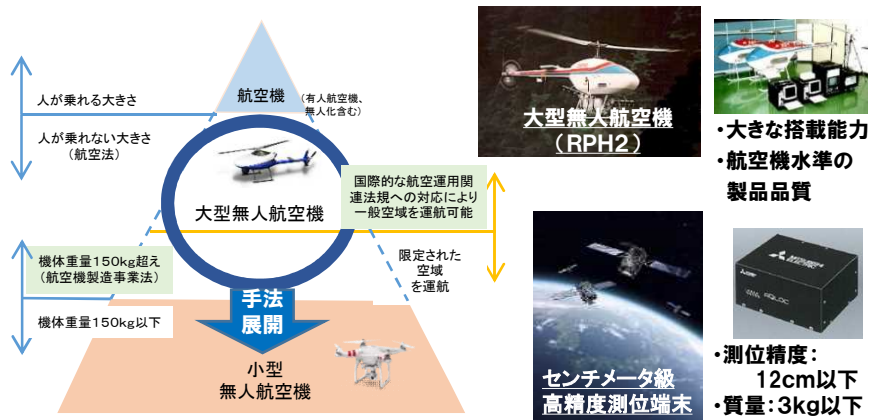


(4) 無人航空機を活用した災害対応分野

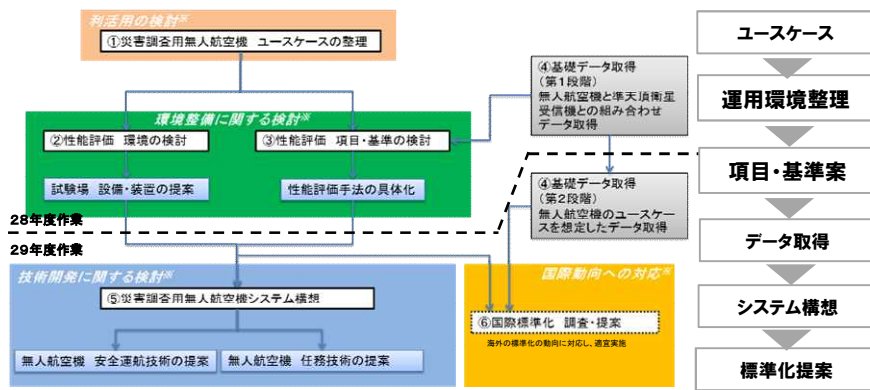
災害対応分野における無人航空機の活用

災害調査を対象とし、無人機同士または有人機・無人機混在での運用安全性の確保を見据え、大型無人航空機(150kg超)の高精度位置測位を可能とする我が国独自の準天頂衛星を利用したシステム性能評価を開発し、将来の小型無人航空機(150kg以下)への展開も見据えた評価環境・評価項目・評価基準等を明らかにする。

災害分野に適した高精度位置情報取得性能の評価



ユースケース分析から国際標準化提案までの取組み



(5) 陸上ロボットを活用した災害対応分野

災害対応分野における陸上ロボットの活用

災害調査を対象に、陸上移動ロボット用の防爆性能評価基準を設定し、ロボットや使用される機器・技術に必要な防爆性能レベルを基準に沿って明確にした上で自動・自律移動性能を含めこれを検証し、実用的なロボット用の防爆性能評価手法を構築する。

防爆性能レベルの評価

出典:「防爆安全ガイドブック」
 日本電気制御機器工業会

対象とする場所の危険グレード

防爆等級	T1	T2	T3	T4	T5	T6
対象とする引火性ガスの種類						
ⅠA	トルエン (プロパン) など	アセチレン セシレン シクロヘキサン				
ⅠB	メタン	エタン	プロパン	ブタン	ペンタン	ヘキサン
ⅠC	水素	アセチレン				

走破性能
 探査性能
 作業性能 など

ロボットとして必要な機能

防爆性能レベル評価基準

防爆性能レベル向上(自動移動・自律移動手法)に関する取組み

遠隔操作・目視監視に特化した移動ロボット
 ユースケースで異なる、防爆性能レベルの充実

防爆性能レベルの向上

自動充電技術手法開発
 自動移動に必要な機器・技術
 例:自動充電、自動内圧バージに適した内圧新方式やステーションなど

三菱電機特機システムを再委託
 消防庁と共同で「消防用偵察ロボット FRIGO-M」を開発 笹子トンネル事故現場への出動経験を有する

レーザーレンジファインダ技術開発
 自律移動に必要な機器・技術
 例:レーザーレンジファインダなどのセンサ類

千葉工業大学(furo)を再委託
 Quinceなど実用的な移動ロボットを数多く開発 東京電力福島第一原子力発電所事故対応での実績を有する

(2) 実施体制

インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト 研究開発項目④ロボット性能評価手法等の研究開発

公募提案の分野／部分提案項目 研究開発のアウトプットイメージ（例）
 性能評価 対象ロボット 評価手法(基準) 関連施設

① 無人航空機を活用した物流分野

● 物流のための無人航空機	・目視外飛行 ・長距離飛行 (10km超・連続・補給) ・自動離着陸 ・飛行管理システム	小型無人航空機 機体重量150kg以下	物流分野対応 ・安定飛行性能基準 ・航路設定 ・運航管理基準 ・機体整備基準	離距離滑走路 10km拠点間飛行
---------------	--	------------------------	--	---------------------

② 無人航空機及び水中ロボットを活用したインフラ点検分野

● 橋梁点検のための無人航空機	・近接位置飛行 (近接撮影・打検密着) ・機体/センサ性能 ・点検データ管理	小型無人航空機 機体重量150kg以下	インフラ点検分野対応 ・対象物近接飛行基準 ・点検用各種センサ性能 ・データ管理・解析基準	模擬点検インフラ (模擬橋梁/トンネル) ・点検供試体脱着 ・テスト飛行用 防護ネット
● ダム・河川点検のための水中ロボット	・水中運動、運用 ・水中耐環境性能 ・水中点検性能 (画像鮮明化・経年比較)	遠隔操作型 水中ロボット	港湾・河川・ダム対応 ・共通性能評価基準 ・周囲環境条件 評価基準 ・QFD/系統的的手法開発 ※QFD:品質機能展開	環境評価水槽 ・水流・波/温度照度 ・模擬部材(ひび割れ) ・模擬施設水没水槽 ・実働確認用途

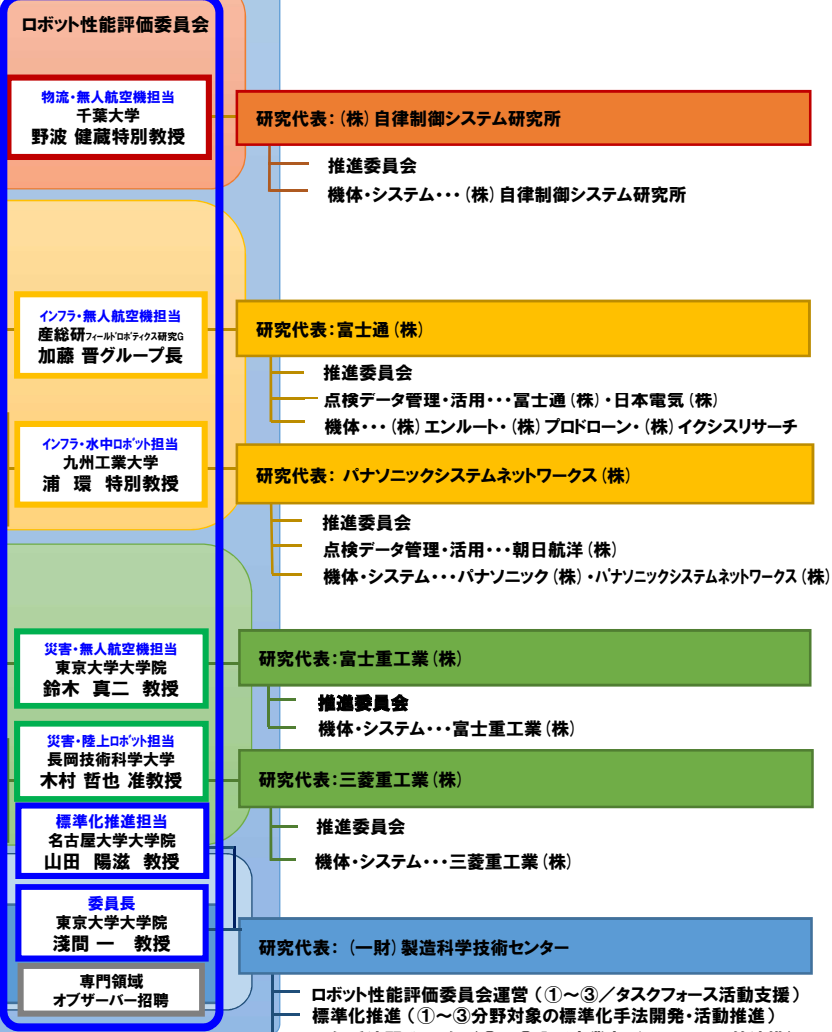
③ 無人航空機及び陸上ロボットを活用した災害対応分野

● 土砂・災害調査のための無人航空機	・狭領域複数飛行 ・準天頂データ取得 (受信機組合せ) ・安全運行飛行	大型無人航空機 機体重量150kg超 (航空機製造事業法)	災害分野対応 ・空域共有安全基準 ・小型～大型機体展開 位置情報取得性能	有人機滑走路 ・有人機/無人機 無人機/無人機 空域共有 (ヘリポート併設)
● トンネル災害調査のための陸上ロボット	・防爆レベル評価 ・自動、自律移動 (走破・探査・作業) ・ガス引火性能	防爆対応 陸上移動ロボット	災害分野対応 (防爆仕様) ・性能/安全評価基準 ・防爆性能レベル設定 ・標準的な試験方法	防爆評価ルーム ・個別パーツの 性能評価 模擬トンネル ・実働確認用途

④ ①～③の分野を横断した標準化の検討を円滑に推進するための調査研究および委員会運営等

● 調査研究および委員会等運営	・調査研究・・・各研究開発実施者との連携/有識者委員会の設置・運営 ・評価手法/技術標準化推進・・・分野/各種ロボットの共通性と個別特性の体系化 ・標準化推進・・・国内外の関連する各種組織との連携/戦略立案			
-----------------	---	--	--	--

研究開発体制



ロボット性能評価委員会運営(①～③/タスクフォース活動支援)
 標準化推進(①～③分野対象の標準化手法開発・活動推進)
 評価手法開発・評価(①～③分野事業者/NIST・ASTM等連携)
 広報活動(シンポジウム・展示会・フォーラム活動実施)
 調査分析(国内外関連技術動向法制度・評価手法・保険制度)

(3) 研究開発の進捗管理 (委員会等の設置1/2)

定期的な委員会活動を踏まえ、評価基準等の策定や事業者の進捗を把握

委員会等		H28.7~9月	H28.10~12月	H29.1~3月
事業 関係	ロボット性能評価委員会	▲第1回	▲第2回	▲第3回 ▲第4回
	テストフィールドに関するWG			▲第1回 ▲第2回
	無人航空機に関するWG		▲第1回 ▲第2回	▲第3回 ▲第4回
	標準化に関するWG		▲第1回 ▲第2回	▲第3回
	データベースに関するWG		▲第1回 ▲第2回	▲第3回 ▲第4回
委託先 関係	プロジェクト全体会議	▲第1回	▲第2回 ▲第3回	▲第4回
	定例会議		▲ ▲	▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲
イベント等(福島テストフィールド関連)		福島テストフィールド 仕様検討会(第1回)●	●第2回 ●第3回	●現地視察会、中間報告会(福島)●

(3) 研究開発の進捗管理 (委員会等の設置2/2)

委員会・会議等		目的・内容
事業関係	ロボット性能評価委員会	■各WG及び各分野で設置された推進委員会の活動を踏まえ、「性能評価基準」及び「試験設備提案」を策定する委員会。
	テストフィールドに関するWG	■福島ロボットテストフィールド(RTF)の施設整備スケジュールに同期して、「性能評価基準」及び「試験設備提案」を図るため、福島県及び南相馬市との連携によるWG。
	無人航空機に関するWG	■無人航空機を活用する3分野(物流、インフラ点検及び災害対応)に共通する評価基準を策定するWG。
	標準化に関するWG	■策定した評価基準を国際標準化へ繋げるためのWGであり、中長期ロードマップの策定、具体的な標準化活動提案を担う。
	データベースに関するWG	■全分野に共通するデータ管理及び運用に関して、RTFに要する規模や活用要件を明確化し、データサーバの構築方針を策定するWG。
委託先関係	プロジェクト全体会議	■全分野の事業者が進捗報告を行い、全コンソにて情報共有を図る会議。
	定例会議	■NEDO及び各コンソが定期的に情報共有を図るための会議。
イベント等		<ul style="list-style-type: none"> ■11/6の福島県主催のイベント(ドローン大会)に参画するとともに、11/7にはRTF現地視察会及び地元企業等とのシンポジウムを実施する予定。 ■H28年度末に策定予定の「性能評価基準」及び「試験設備提案」に関連したイベントをH29.3に開催予定。

(4) 基準等の策定及びRTFへの展開

- 「ロボットテストフィールド(RTF)・国際産学官共同利用施設(ロボット)活用検討委員会」の中間整理を踏まえ、各種ロボットの「性能評価基準」及び「性能を測る試験設備」を策定。
- 試験設備は、RTFへの導入を図るべく、経済産業省を通じて福島県に提案を行う予定。

【例】物流のための無人航空機に関する評価基準及び試験内容

対象	性能(例)	評価基準(例) H28年度		試験内容(例) H29年度
無人航空機を活用した物流	リスク抑制性能	衝突回避、落下被害防止、安全な離着陸ができるか	機体技術基準(衝突障害回避・自律飛行・電源発火・安全落下・機体回収等)	10km程度での飛行試験(環境条件)
			機体技術基準(地面の質・環境外乱・自動認識・衝突回避・安全落下等)	模擬滑走路での離着陸試験(環境条件)
	積載性能	重量物を積載して飛行できるか	機体技術基準(電源性能・積載物運搬方式等)	模擬積載物運搬飛行試験
	対環境性能(飛行)	風、雨、雷の状況で飛行できるか	制御技術基準(風・雨・雷・濃霧等外乱要因・夜間飛行・位置情報等)	模擬外乱環境下での積載物運搬飛行試験
	通信性能	長距離での遠隔操作やデータ転送ができるか	運用技術基準(半自動・全自動飛行・空域管理システム・通信・電波障害対応等)	10km程度での模擬空路飛行試験
	連続航行性能	長距離・長時間飛行ができるか	制御技術基準(風・雨・雷・濃霧等外乱要因・夜間飛行・位置情報等)	複数機体による空域共存飛行試験
	規定された離着陸場での自動離着陸(複数機体)		機体技術基準(アルゴリズム・離着陸精度・許容位置精度等)	設定空域内での複数離着陸試験
			機体技術基準(基地局運行管理・複数機体空域管理・退避フィールド等)	複数機体での同時離着陸試験
規定された長距離空路での安定飛行(複数機体)		運用技術基準(基地局飛行管理・データベース・リスクアセスメント・空域情報・位置情報等)	空域情報管理シミュレーション試験及び飛行試験	

RTF写真
(H28. 9時点)

