

**「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」(中間評価)  
(2017年度～2021年度予定)**

**プロジェクトの概要説明**

**NEDO ロボット・AI部**

**2019年9月24日**

# 「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」全体概要

## プロジェクト概要

実施期間	2017年～2021年(5年間)		
事業規模	2017年度	2018年度	2019年度
	33億円	32.2億円	36億円

- 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。

- 実施体制(委託先・助成先)現在のべ44組織
- ①(1)(国研)産業技術総合研究所/東京大学/(独)労働者健康安全機構/(株)自律制御システム研究所/イームズロボティクス(株)/(株)プロドローン
  - (2)(株)エンルート/(株)プロドローン
  - ②(1)日本電気(株)/(株)エヌ・ティ・ティ・データ/(株)NTTドコモ/楽天(株)/(株)日立製作所/KDDI(株)/Terra Drone(株)/(株)日立製作所/(国研)情報通信研究機構/スカパーJSAT(株)/(株)SUBARU/日本無線(株)/日本アビオニクス(株)/(株)自律制御システム研究所/三菱電機(株)/(株)ゼンリン/(一財)日本気象協会/(国研)宇宙航空研究開発機構/(国研)海上・港湾・航空技術研究所
  - (2)日本無線(株)/(株)SUBARU/日本アビオニクス(株)/(株)自律制御システム研究所/マゼランシステムズジャパン(株)/三菱電機(株)
  - ③(1)PwCコンサルティング合同会社
  - (2)(株)日刊工業新聞社/(国研)産業技術総合研究所/神戸大学/国際レスキューシステム研究機構/玉川大学

## 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
 

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
 

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
 

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
 

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
 

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
 

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(**World Robot Summit**)。

経済産業省



NEDO ロボット・AI部

理事 今井 淨  
部長 弓取 修二

## 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

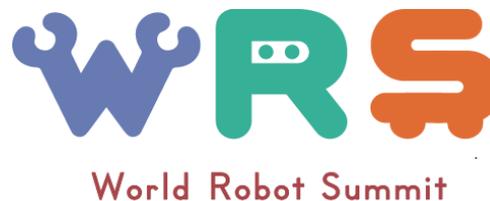
PM 宮本 和彦 他4名

- 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
  - (2)省エネルギー性能等向上のための研究開発
- 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
  - (2)無人航空機の衝突回避技術の開発
- 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



PM 和佐田 健二 他4名

- ③ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進
  - (2)デファクト・スタンダード



- 本プロジェクトにおいて**福島県**や**南相馬市**と**協力協定**を締結し、**福島ロボットテストフィールド**の活用に向け**連携強化**
- PMを2名設置し、効率的にプロジェクトをマネジメントする体制を構築



## ①ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発（宮本PM）

- ・福島ロボットテストフィールドへ評価/試験方法・設備スペックをご提案
- ・テストフィールド建設予定地での各種試験の実施（2016～2017年度）

## 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（宮本PM）

- ・福島ロボットテストフィールド等を活用した飛行試験（2018～2019年度）
- ・運航管理システムのAPIなどを公開し、国内外の人材が集う環境を整備

## ③ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進（宮本PM、和佐田PM）

- ・福島ロボットテストフィールド等での飛行試験を通じた国際標準化活動の推進
- ・競技会と展示のコンビネーションを通じて、世界のロボットの叡智を集結させ競演会“World Robot Summit”の成功（2020年度）

# プロジェクトの概要説明

【項目①、②、③ (1)】

NEDO ロボット・AI部

PM 宮本和彦

## ◆ 事業実施の背景と事業の目的

多くの物流無人航空機が都市部で飛行できる社会



出所: 株式会社ゼンリン提供

有人ヘリコプター等と「同一空域」で安全に飛行できる社会



出所: 株式会社SUBARU提供

◆政策的位置付け

未来投資会議

成長戦略実行計画案 2019年6月5日閣議決定／24頁

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/dai28/siryou1.pdf>

===

3. モビリティ

(3) ドローンの有人地帯での目視外飛行

① 現状

ドローンについては、無人地帯での目視外飛行が可能になり、荷物配送を実施する事業者も登場したが、地方の配達困難地域での配送、農作物の生育状況の把握、**老朽化するインフラの点検**、高齢化が進む**市街地の広域巡回警備**などを可能とするためには、**有人地帯での目視外飛行を可能とする必要がある**。

有人地帯におけるドローンの活用例としては、

- (a) 陸上輸送が困難な地域での生活物品や医薬品などの配送、
- (b) 散在する農地の作物の生育や害虫・病害の発生を空からまとめて広域的に確認、
- (c) 人の手で確認しにくい街中の橋、建物や道を広域的に点検、
- (d) 高齢化が進む地方の市街地などでの広域巡回警備、などが想定される。

② 対応の方向性

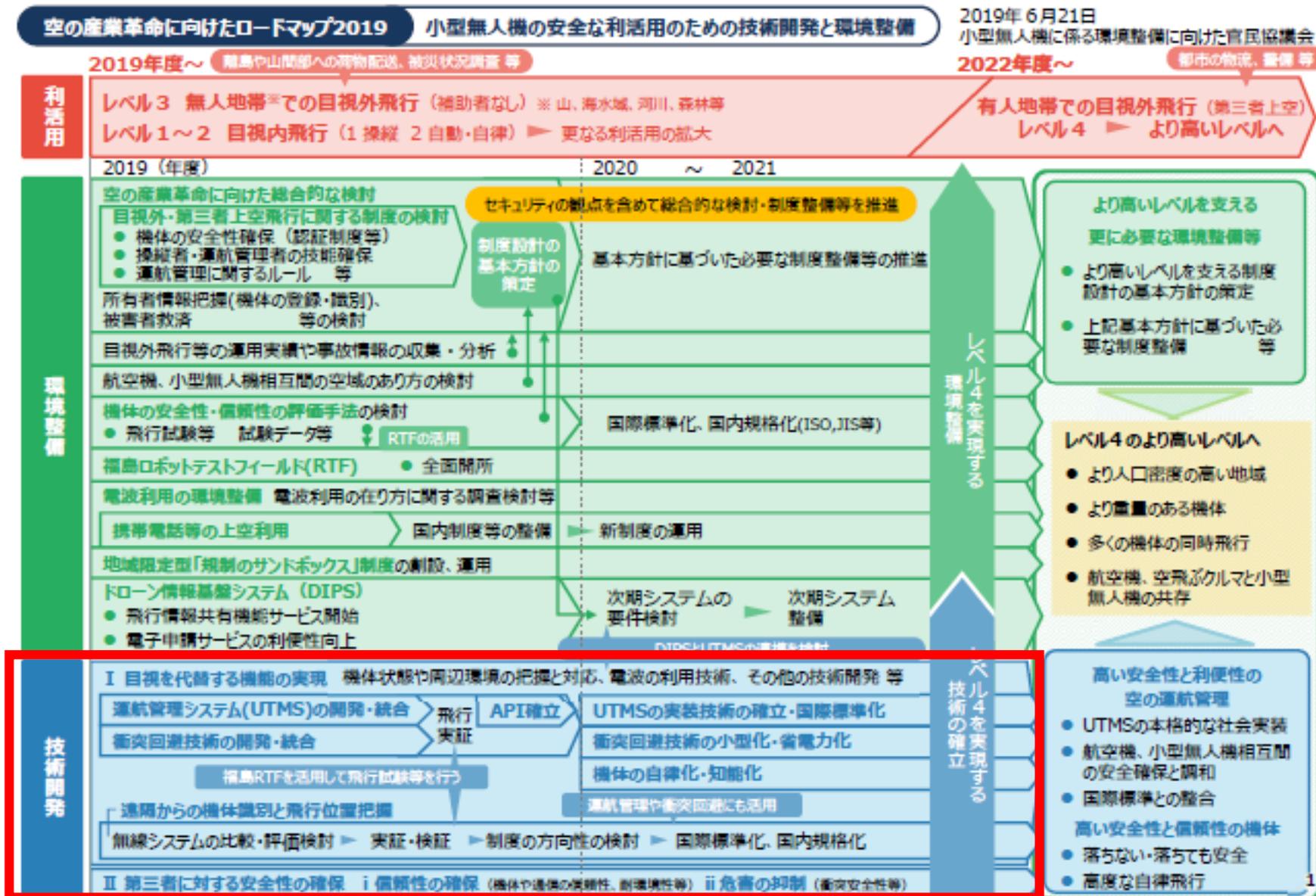
飛行禁止区域を除き、飛行ルートของ 安全性確保を前提として、**有人地帯での目視外飛行の目標時期を2022年度目途**とし、それに向けて、本年度中に制度設計の基本方針を決定するなど、具体的な工程を示す。

===

# I. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

## ◆技術戦略上の位置付け

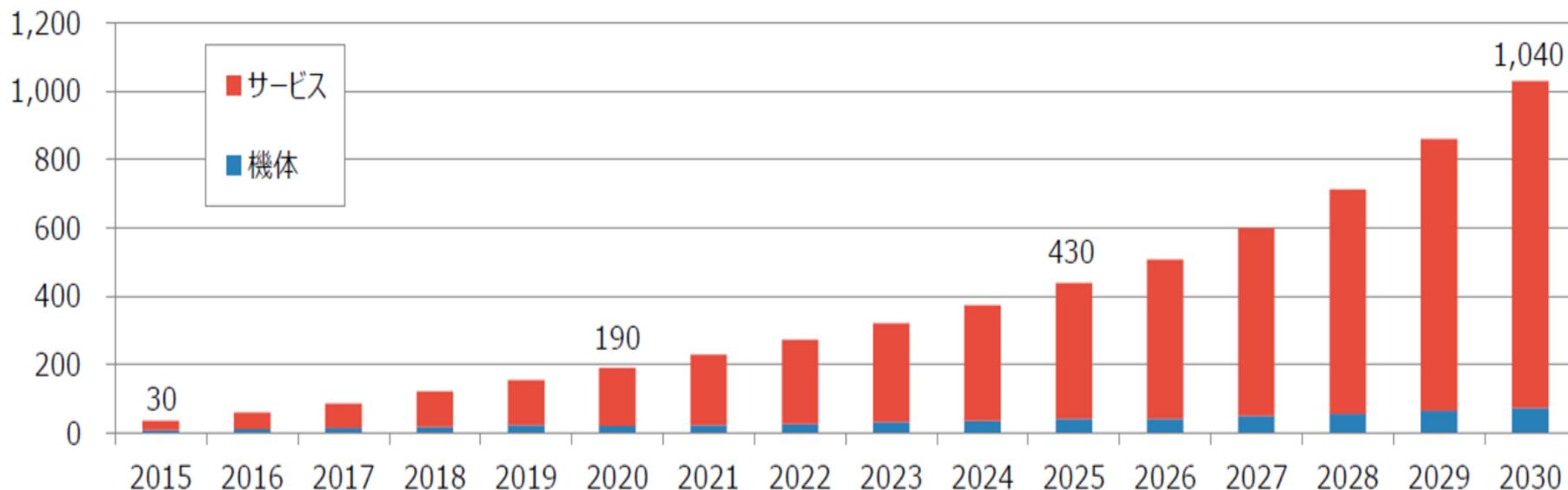
出所:「小型無人機に関する関係府省庁連絡会議」(2019年6月21日公表)  
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/index.html>



## ◆国内外の研究開発の動向と比較／国内の市場動向

- ・日本市場は2020年に200億弱、2030年に1000億円超に達する見通し
- ・市場規模の構成は ドローンに関連するサービスが多く、の比率を占める
- ・今後 サービスの高度化や拡張が鍵を握る

### 日本のドローン市場規模(億円)



出所：日経BP クリーンテック研究所

<http://cleantech.nikkeibp.co.jp/report/drone201506/pdf/sample0-0-0.pdf>



# I. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

## ◆他事業との関係／ドローンに関する国内外の主要プロジェクトについて

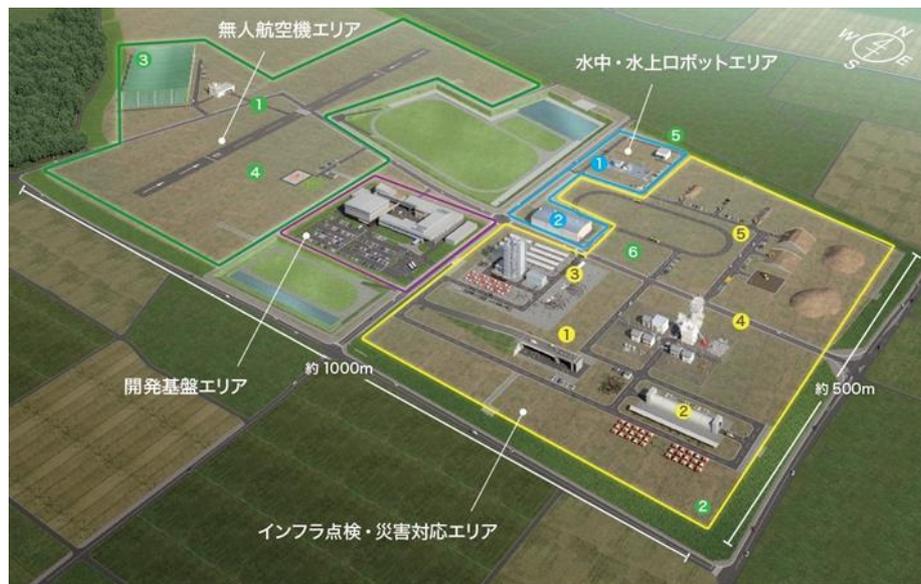
- ・国内外のプロジェクトにおいては、利活用の推進か、特化した研究開発プロジェクトを実施
- ・一方で、本プロジェクトは、利活用の創出を見据えつつ機体性能基準、運航管理、衝突回避、国際標準化まで統合的な研究開発を実施

	組織・プロジェクト名	プロジェクトの目的・概要
海外	アメリカ航空宇宙局(NASA) The Unmanned Aircraft Systems (UAS) in the National Airspace System Project(17-20年度(フェーズ2))	無人航空機と有人機が安全に運航するための技術的障壁を解消するための研究を実施(有人機と無人機の衝突回避(固定翼、150m以上)、C2通信技術及びそれらの実証実験)
	NASA UTM(2014年-2019年)	運航管理システム、無人機同士の衝突回避技術、機体ID管理、通信技術、サイバーセキュリティ、ジオフェンシング等に関する研究・開発
	SESAR Joint Undertaking(欧州委員会と欧州航空航法安全機構が設立) U-Space(2017年-期間未定)	無人航空機と有人機が安全に運航できる環境を整備するための技術開発を実施 CORUS: U-Spaceのオペレーションコンセプトを確立し、実現に必要な技術開発を特定 PercEvite: 地上と空中の協調的および非協調的な障害物の検出に関し、ドローンの自動化レベルを高めるためのセンサー・通信・および情報処理機能の開発 TERRA: U-Spaceのコンセプトに沿ったドローン運航のための性能要件を定義し、その要件を満たす地上設備技術の有無を特定
国内	農林水産省 農業分野における補助者なし目視外飛行実証PJ(令和元年度)	農業用ドローンの普及拡大に向けた官民協議会の枠組みを活用し、 <b>農業分野における補助者なし目視外飛行による取組事例を早期に創出し</b> 、横展開を図ることにより、農業現場への普及拡大を加速。
	農林水産省 スマート農業技術の開発・実証プロジェクト(平成30年度)	省力化・高品質生産等を実現するためのスマート農業の普及・実装。ドローンにおいては、農業散布・営農・生育診断等の事例を創出。
	国土交通省 CO2排出量削減に資する過疎地域等における無人航空機を使用した配送実用化推進調査(平成30年度)	<b>過疎地域等におけるドローン物流モデルの構築を行うもの</b> 。5つの実証地域において、協議会を主体とするドローン物流の検証実験により必要なデータ等を取得。各実証の課題整理・分析を横断的に行い、 <b>ドローン物流の実用化に求められる要件及び過疎地域等におけるCO2排出量削減効果のあるドローン物流の基本モデルの評価・改善を実施</b> 。
	NEDO DRESSプロジェクト(平成29年～平成33年度)	<b>物流、インフラ点検、災害対応等の様々な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</b> 。具体的には、 <b>機体性能評価基準等の開発、運航管理システムの開発、有人機・無人航空機(150m以下)の衝突回避技術の開発、国際標準化の推進まで一連の研究開発を行い、統合的な飛行試験等を実施</b> 。

## ◆他事業との関係／福島イノベーション・コースト構想(※)への貢献

### 福島ロボットテストフィールド (南相馬市・浪江町)

- ・建設期間:2016年度～2019年度  
(2018年度より順次開所)
- ・南相馬市・復興工業団地内の東西約1000m×南北約500m(約50ha)
- ・浪江町・棚塩産業団地内に長距離飛行試験滑走路(約13km)



出所: 福島イノベーションコースト構想推進機構ホームページ  
<https://www.fipo.or.jp/robot/overview/>

(※)福島イノベーション・コースト構想とは東日本大震災及び原子力災害によって失われた福島県浜通り地域等の産業を回復するため、当該地域の新たな産業基盤の構築を目指す国家プロジェクト(経済産業省、復興庁)



出所: 福島県ホームページ  
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/list275-1006.html>

◆NEDOが関与する意義

自律制御無人機による長距離荷物配送



少量荷物を約12km配送(2017.1.12)

有人機と無人機の同一空域飛行



有人機から無人機の視認性を確認(2017.12.15)  
衝突回避システムの探知性能を確認(2018.12.14)

同一空域・複数事業者の同時飛行



災害調査、警備、物流、郵便、合計10機のドローンを目視外自律飛行(2019.3.1)

## 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

- ✓ 福島ロボットテストフィールド等を活用した飛行試験
  - 研究開発型ベンチャー含むオールジャパン体制(現在のべ42組織)で、先進的な社会実装を進める。
- ✓ 運航管理システムのAPIなどを公開し、国内外の人材が集う環境を整備
  - 現在参画しているドローン事業者以外の国内外のドローン事業者が活用できる環境づくりを進める。
  - 福島県及び南相馬市と協力協定を締結し、福島ロボットテストフィールドの活用を進める。

◆実施の効果／省エネ効果、市場形成

プロジェクトの想定予算規模 (エネルギー特別会計)

2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	総額
33億円	32.2億円	36億円	(P)40億円	(P)40億円	約180億円



➤ 省エネ効果

将来の物流分野における無人航空機の活用によりCO2排出削減効果が期待

	期待されるCO2の削減効果	想定
2020年	約260トン	ベンチャー企業等による試験的な無人航空機による配送
2030年	約8.6万トン	多数の事業者の無人航空機による配送業への参入と技術の進展により、24時間配送サービスが実現

➤ 市場形成

物流、インフラ点検、災害対応、警備等分野のロボット市場が2030年には約8,000億円と推測される中、日本における早期の市場拡大と日本企業の海外市場への参入により更なる事業拡大に寄与

## II. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

### ◆ 事業の目標と根拠

#### 研究開発項目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 (2017～2019)

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 (2017～2019)

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。

#### 研究開発項目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 (2017～2021)

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 (2017～2019)

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。

#### 研究開発項目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 (2017～2021)

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。

## Ⅱ. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

### ◆ 研究開発のスケジュール

研究開発フェーズ

実用化促進フェーズ

研究開発項目		2017年度	2018年度	2019年度 (中間評価)	2020年度	2021年度	
【研究開発項目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 <委託>	→					
	(2)省エネルギー性能等向上のための研究開発 <助成>	→					
【研究開発項目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	1)運航管理統合機能の開発<委託>	→				
		2)運航管理機能の開発 (物流及び災害対応等)<委託>	→				
		3)運航管理機能の開発 (離島対応)<委託>	→				
		4)情報提供機能の開発<助成>	→				
		5)運航管理システムの全体設計に関 する研究開発 <委託>	→				
		6)遠隔からの機体識別に関する研究 開発 <委託>			→	→	→
	(2)無人航空機 の衝突回避技 術の開発	1)非協調式SAA <助成>	→				
		2)協調式SAA <助成>	→				
【研究開発項目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 <委託>	→					

## Ⅱ. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

### ◆ 研究開発のスケジュール／研究開発のステップアップ目標

#### 個別最適化／提案技術のブラッシュアップ(2017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(2018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
  - ・一部の運航管理機能＋運航管理統合機能の試行的導入
  - ・フルスペック衝突回避技術を搭載した機体開発

#### プレ実装／実運用・オープン飛行試験(2019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
  - ・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)

## Ⅱ. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

### ◆プロジェクト費用の推移

【3カ年合計】

プロジェクト全体

79.5

性能評価基準

14.1

運航管理  
システム

51.0

衝突回避技術

12.2

国際標準化

2.2

(億円)

30

27.6

6.1<委託>

1.7<助成>

14.6<委託>

1.2<助成>

1.3<委託>

2.3<助成>

0.5<委託>

2017

性能評価基準

運航管理  
システム

衝突回避技術

国際標準化

23.7

1.2<委託>

1.6<助成>

14.9<委託>

1.4<助成>

1.9<委託>

2.0<助成>

0.7<委託>

2018

性能評価基準

運航管理  
システム

衝突回避技術

国際標準化

28.1

1.8<委託>

1.7<助成>

15.1<委託>

**新規テーマ**

3.0<委託>

0.8<助成>

2.5<委託>

2.2<助成>

1.0<委託>

2019

(年度)

17

## II. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

### ◆ 第三者有識者(技術委員会)によるテーマ別年度評価と予算推移

上段: 査定率  
下段: 技術委員会評価(前年度)

研究開発項目		2017	2018	2019
① ロボット・ドローン 機体の性能評価基準等の開発	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 <委託> 産総研、労安研、東京大学、イームズロボティクス、自律研、プロドローン	—	新規	1.48 B
	特殊環境下(火災)における連続稼働 <助成> エンルート	新規	1.00 A	1.00 S
	燃料電池ドローン <助成> プロドローン	新規	0.90 B	1.00 A
② 無人航空機の運 航管理システムの 開発	運航管理統合機能+物流 <委託> 日本電気、NTTデータ、NTTドコモ、楽天、日立	新規	0.99 B	1.14 A
	運航管理システム(警備) <委託> KDDI、Tera Drone	新規	0.90 B	1.02 A
	運航管理システム(災害) <委託> 日立、NICT	新規	0.80 C	1.51 S
	運航管理システム(衛星/災害) <委託> スカパーJSAT	新規	1.00 A	1.02 B
	運航管理システム全体設計 <委託> JAXA	新規	0.84 C	1.02 A
	運航管理システム(機体識別) <委託> 日本電気、日立、NTTデータ、NTTドコモ、KDDI、Tera Drone、NICT、MPAT、JAXA	—	—	新規
	空間情報基盤 <助成> ゼンリン	新規	1.22 A	1.17 S
	気象情報提供機能 <助成> 日本気象協会	新規	1.42 A	1.52 A
② 無人航空機の衝 突回避技術の開発	運航管理システム(離島) <委託> SUBARU、日本無線、日本アビオニクス、自律研、三菱電機	新規	1.19 B	1.21 B
	電波・光波センサ統合技術 <助成> 日本無線、SUBARU、日本アビオニクス、自律研	新規	0.90 B	1.00 A
	準天頂衛星対応受信機の低消費電力化 <助成> 三菱電機	新規	0.90 B	1.00 B
	準天頂衛星対応受信機の位置情報共有 <助成> マゼランシステムジャパン	新規	1.13 B	1.72 A
③ ロボット・ドローン に関する国際標準 化の推進	デジュール・スタンダード <委託> PwCコンサルティング合同会社	新規	0.98 C	1.69 A

## II. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

### ◆ 研究開発の実施体制 / 42実施者 (2019年度)

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 技術委員会 委員会 1回/年	N E D O PM ロボット・AI部 宮本主査	中央大学 大隅教授	①- (1) 性能評価手法等の研究開発	【①- (1)-6】 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 : 産総研・労安研・東京大学・イームズロボティクス(株)・(株)自律研・(株)プロドローン	
			①- (2) 省エネルギー性能等向上のための研究開発	【①- (2)】 特殊環境下 (火災) における連続稼働 : (株)エンルート 【①- (2)】 燃料電池ドローン : (株)プロドローン【再】AIST・(株)アツミテック	
		②③ (③(2)除く) PL JAXA 航空技術部門 研究領域主幹 原田 賢哉氏	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	②- (1) 無人航空機の運航管理システムの開発	【②- (1)-1)+2】 運航管理統合機能+物流 : (株)日本電気・(株)NTTデータ・(株)NTTコム・楽天(株)・(株)日立 【②- (1)-2】 運航管理システム (警備) : KDDI(株)・ Terra Drone(株)【再】セコム(株) 【②- (1)-2】 運航管理システム (災害) : (株)日立・NICT 【②- (1)-2】 運航管理システム (衛星/災害) : スカパーJSAT(株)【再】JAXA・NICT・東海大学 【②- (1)-3】 運航管理システム (離島) : (株)SUBARU・日本無線(株)・日本アビオクス(株) (株)自律制御研・三菱電機(株) 【②- (1)-5】 運航管理システムの全体設計 : JAXA【再】NICT・AIST・NII 【②- (1)-6】 運航管理システム (機体識別) : (株)日本電気・(株)日立・(株)NTTデータ・(株)NTTコム・ KDDI(株)・ Terra Drone(株)・NICT・MPAT・JAXA
				②- (1) 無人航空機の運航管理システムの開発	【②- (1)-4】 空間情報基盤 : (株)ゼンリン 【②- (1)-4】 気象情報提供機能 : (一財)日本気象協会
				②- (2) 航空機及び無人航空機、無人航空機同士の衝突回避のための開発	【②- (2)-1】 電波・光波センサ統合技術 : JRC(株)・(株)SUBARU・日本アビオクス(株)・(株)自律制御研 【②- (2)-2】 準天頂衛星対応受信機の低消費電力化 : 三菱電機(株) 【②- (2)-2】 準天頂衛星対応受信機の位置情報共有 : マゼランシステムズジャパン(株)
				③ 国際標準化	【③- (1)】 デジュール・スタンダード : PwCコンサルティング合同会社

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
運航管理・統合機能	<b>福島ロボットテストフィールド(福島県)</b> 飛行ルート電波塔の設置/風向風速計測設備の設置						電波塔・風向風速施設の有効性確認 南相馬市 飛行試験① (7~10月目途)			運航管理統合機能 実用性確認 飛行試験③(2月目途)			研究成果(システム連携・統合機能等)とりまとめ
衝突回避技術	<b>G空間プロジェクト(内閣府・METI宇宙室)</b> 準天頂システム連携・実運用開始(11月)						フルスペック機体機能検証 限定空域での飛行試験 南相馬市/飛行試験② (12月目途)						
情報提供機能	<b>ISO/TC20/SC16 国内委員会へ起案</b> NP提案 "ISO総会"(6月)		空間情報機能 研究開発成果の公表 (7月目途)		ISO/TC20/SC16 国内委員会へ報告 具体的なNP提案内容 "ISO総会"(10月)			運航管理システムとの統合化福島ロボットテストフィールドでの運用形態等の確定 実用性確認/飛行試験③同時実施 (2月目途)					
新規テーマ	<b>無人航空機・官民協議会(METI・国交省)</b> ロードマップ改定提案				<b>無人航空機・関連する検討会等(METI・国交省)への情報提供</b>								
	性能評価基準・第三者上空 新規公募(6月)			検討委員会の設置 実施計画/年間計画精査			無人航空機の目視外・第三者上空飛行に求められる 性能評価基準/騒音対策・信頼性・安全性に関する研究開発						
	NEDO講座・人材育成 新規公募(7月)				ロボット性能評価手法及びRFTFでの試験方法等の講座 ロボット性能評価手法シンポジウム/ロボット性能評価手順書の見直し等								
関連イベント	福島ロボットフェスタ セッション・展示ブース 研究開発成果の公表 (11月目途)								JapanDrone2019 セッション・展示ブース 研究開発成果の公表 (3月目途)				

## Ⅱ. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

### ◆ 動向・情勢の把握と対応／“プロジェクト実施者の声”収集“情報共有の場”の設定

#### プロジェクト全体会議の設置／1回/四半期程度の開催

- ・プロジェクト進捗状況の発表
- ・課題の共有と解決策の検討
- ・プロジェクト推進に伴う情報共有
  - テーマの統合化・福島RTFや関係自治体等の状況
  - 関連する政策動向等の情報共有
  - **実施者共通の課題に対する解決策検討** 等



2018年11月13日(火)  
南相馬市からの情報提供



一般社団法人 社会基盤情報流通推進協議会  
Association for Promotion of Information Societal Infrastructure Distribution

2017年8月3日(木)  
G空間情報センターからの  
情報提供

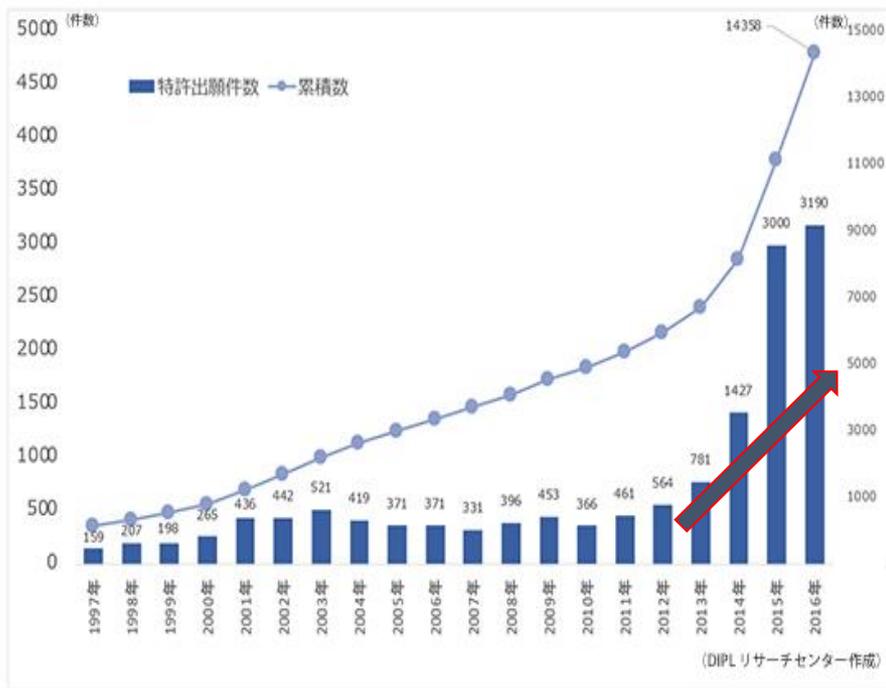
## Ⅱ. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

### ◆ 開発促進財源投入実績

件名	年度	金額 (百万円)	目的	成果
自律的ダイナミックリレーティング技術飛行試験における飛行シナリオのシミュレーションパターン追加	2018年度	32.8	同年12月、福島ロボットテストフィールドで実施した「無人航空機に搭載した複数のセンサシステムと準天頂衛星システムを統合した事前検証を目的とした地上試験」における飛行シナリオのシミュレーションパターン数を追加(312→400パターン程度)することにより、離島物流のための海上飛行時に必要な準天頂衛星システムの高精度位置情報を使用した無人航空機の誘導制御の基本性能データ取得と衝突回避のための各種センサの基礎データを取得する。	自律的ダイナミックリレーティング技術の精度向上に資するデータが得られ、次年度の離島における長距離飛行試験の実施が可能となり、有人機・無人機における衝突回避の実用化を加速することができた。
複数ドローンによる同一空域における安全な物流の実現に資するための追加的研究	2018年度	59.4	福島ロボットテストフィールドにおける運航管理統合機能の実運用性検証において、飛行させる機体数を増やし、「10台のドローンによる同一空域(500m×1,000m)における運航管理統合機能の飛行試験」を行うことで運航管理システムに関する立証データの充実及びドローンの目視外飛行に関する社会受容性の向上を図る。	多数の無人機の運航管理に関する基礎データ収集と検証を実施し、次年度の運航管理統合機能の改修内容等の課題を明らかにできた。加えて、本取組成果をISOへのNP提案に反映。
ドローンの飛行に伴う法的解釈に関する検討会(国交省・経産省・民間団体)設置 国内外の関連する法制度の調査	2018年度	10.0	日本の法制度及び判例等に基づいたドローンの安心で安全な活用の方向性の明確化。 海外先進国のドローン活用のための法的制度等の現状を明らかにし、ドローンを活用したプロジェクト海外展開や海外との協調のあり方を検討。	日本における法制度および判例事例の調査、海外の整理、国際機関等における指針等の調査・整理し、各国法制度状況、判例状況を加味することで、ドローンの活用に向けた実証・商品化等における国内の注意事項、海外での注意事項等の整理ができた。

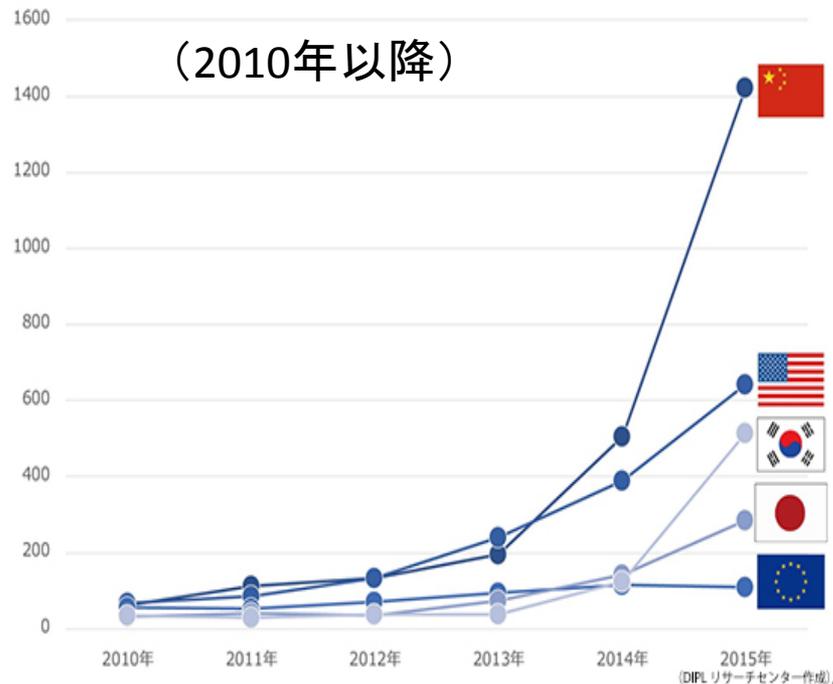
### ◆ 知的財産権等に関する戦略／関連知財の出願状況の分析

#### ドローンに関する特許出願件数（全世界）



出所：DIPLリサーチセンター作成（ドローンジャーナル記事より）  
<http://www.watch.impress.co.jp/headline/docs/extra/drone/1079767.html>

#### ドローンに関する特許出願件数国別順位



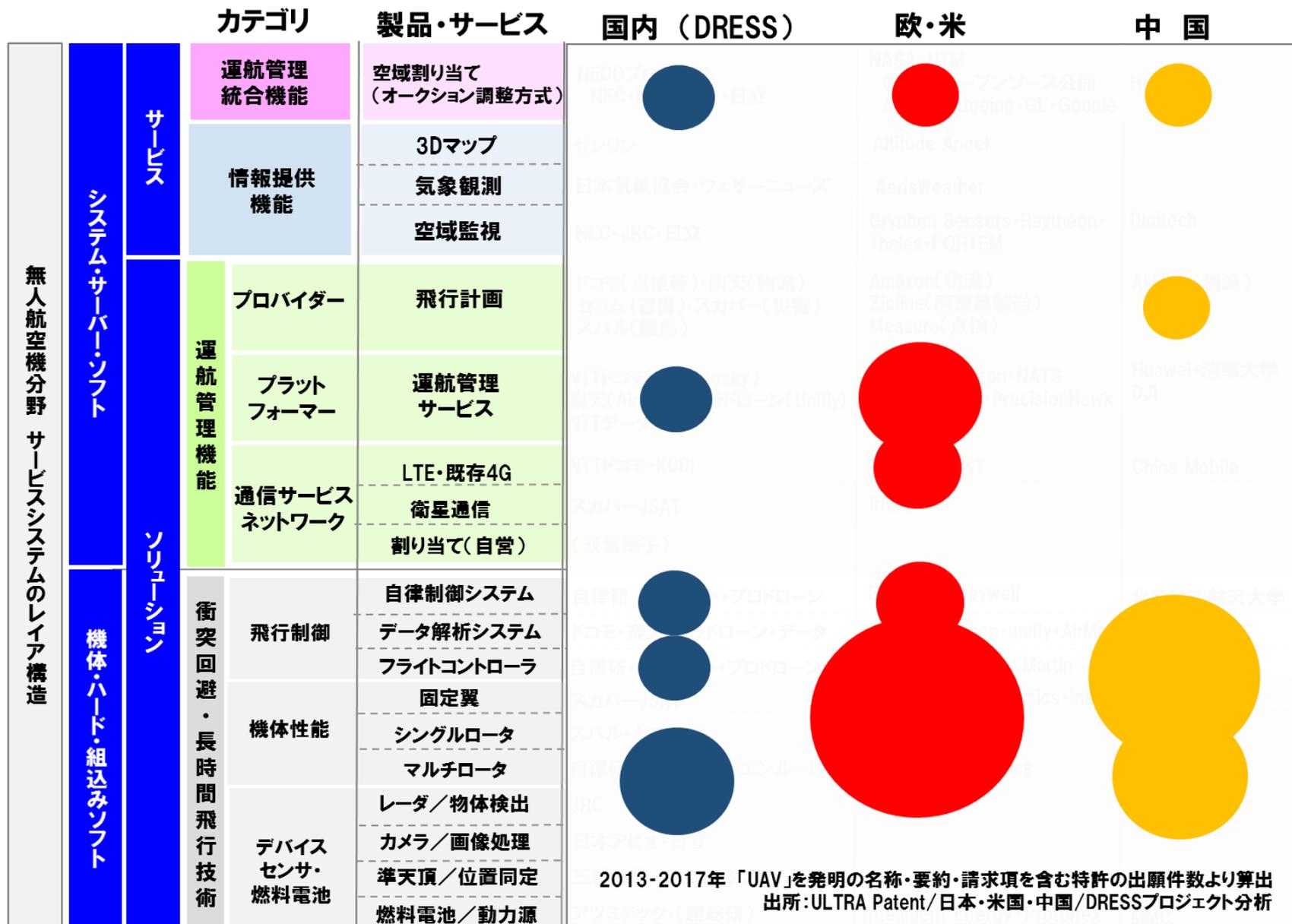
出所：DIPLリサーチセンター作成（ドローンジャーナル記事より）  
<http://www.watch.impress.co.jp/headline/docs/extra/drone/1079767.html>

#### 【海外（中・米）知財戦略の傾向】

- ・ 知財戦略（国際特許取得）等を利用した「オープン/クローズ化」事業・R&D戦略を推進
- ・ コア技術である「フライトコントローラー」「セーフティ機能」は、クローズ化
- ・ アプリケーション、クラウドサービスやSDK (Software Development Kit) はオープン化

## II. 研究開発マネジメント (5) 知的財産権等に関する戦略の妥当性

### ◆ 知的財産権等に関する戦略／ドローン分野の国内外関連知財の出願イメージ



### Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
①-(1) 性能評価基準等の研究開発	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。	・ロボット性能評価手順書の公開(3テーマ)	○	・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の策定
①-(2) 省エネルギー性能等向上のための研究開発	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。無人航空機においては、火災現場等の特殊環境下での連続稼働が可能であることを検証する。	・300℃耐火型ドローン開発、サンプルモニタリング	○	・福島ロボットテストフィールドでの性能評価検証
②-(1) 無人航空機の運航管理システムの開発	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。	・同一空域・複数ドローン事業者のための運航管理システム開発/実証 ・API公開	◎	—
②-(2) 無人航空機の衝突回避技術の開発	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。	・衝突回避飛行試験	○	・主に物流用途を想定した実環境下における当該技術の有効性を検証
③-(1) デジュール・スタンダード	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。	・ISO/TC20/SC16NP提案 運航管理システム 情報提供機能	○	・ISO提案促進と国際標準化団体への引継 ・運航管理システムアーキテクチャ ・衝突回避ルール

# Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

## ◆各研究開発項目毎の目標と達成状況

- 【①-(1)-1】 無人航空機を活用した物流分野
- 【①-(1)-2】 無人航空機を活用したインフラ点検分野
- 【①-(1)-3】 水中ロボットを活用したインフラ点検分野
- 【①-(1)-4】 無人航空機を活用した災害対応分野
- 【①-(1)-5】 陸上ロボットを活用した災害対応分野

## 性能評価手法の開発と施設・設備の提案／21施設

対象分野	対象ロボット
橋梁点検	無人航空機
ダムおよび河川点検	水中点検ロボット
トンネル災害/プラント災害	陸上移動ロボット

- ① ロボットの性能及び安全性の**評価軸**
- ② 評価軸に沿った**性能レベル(数値)**
- ③ これを評価するための**標準的な試験方法**



試験用橋梁 完成予想図



屋内水槽試験棟 完成予想図



試験用トンネル 完成予想図



試験用プラント 完成予想図



出所：福島イノベーションコースト  
構想推進機構ホームページ  
<https://www.fipo.or.jp/robot/>

# Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

## ◆各研究開発項目毎の目標と達成状況

- 【①-(1)-2】 無人航空機を活用したインフラ点検分野 【①-(1)-3】 水中ロボットを活用したインフラ点検分野  
 【①-(1)-5】 陸上ロボットを活用した災害対応分野

## ロボット性能評価手順書の公開(2018年5月30日)／3アイテム

### News Release

2018.5.30

2018.5.30

インフラ点検や災害対応に活用する「ロボット性能評価手順書」を公表  
 —実現場における各用途のロボット活用加速に貢献—

NEDOと経済産業省は、インフラ点検や災害対応向けの各種ロボットの性能を実現場への導入前に把握するための性能評価手法を「ロボット性能評価手順書」として公表しました。策定された手順書は、NEDOプロジェクトの成果を活用してとりまとめたものであり、橋梁点検用の無人航空機、ダム・河川点検用の水中点検ロボット、トンネル災害・プラント災害対応用の陸上移動ロボットを対象に、ロボット技術に携わる有識者との議論や模擬環境下での実機を用いた検証結果も踏まえ、求められる性能項目や性能を評価するための試験方法、試験に必要な測定機器などを盛り込んでいます。今後、NEDOは、経済産業省とともに本手順書を普及させるとともに、インフラ点検や災害対応でのロボット活用の加速に貢献していきます。



国立研究開発法人  
新エネルギー・産業技術総合開発機構  
〒112-8554  
神奈川県川崎市中原区大宮町 1-2-10  
ニューエネルギーセンター5F  
TEL: / TEL: 044-254-3111  
理事長 石塚 謙助

対象分野	対象ロボット
橋梁点検	 <p>無人航空機</p>
ダム・河川点検	 <p>水中点検ロボット</p>
トンネル災害・プラント災害	 <p>陸上移動ロボット</p>

図1 本手順書の対象分野と対象ロボット

橋梁点検のための無人航空機  
性能評価手順書  
Ver.1.0

2018年5月  
経済産業省  
国立研究開発法人新エネルギー・産業技

ダム・河川点検のための水中ロボット  
性能評価手順書  
Ver.1.0

2018年5月  
経済産業省  
国立研究開発法人新エネルギー・産業技

トンネル災害およびプラント災害のための  
対応陸上移動ロボット  
性能評価手順書  
Ver.1.0

2018年5月  
経済産業省  
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

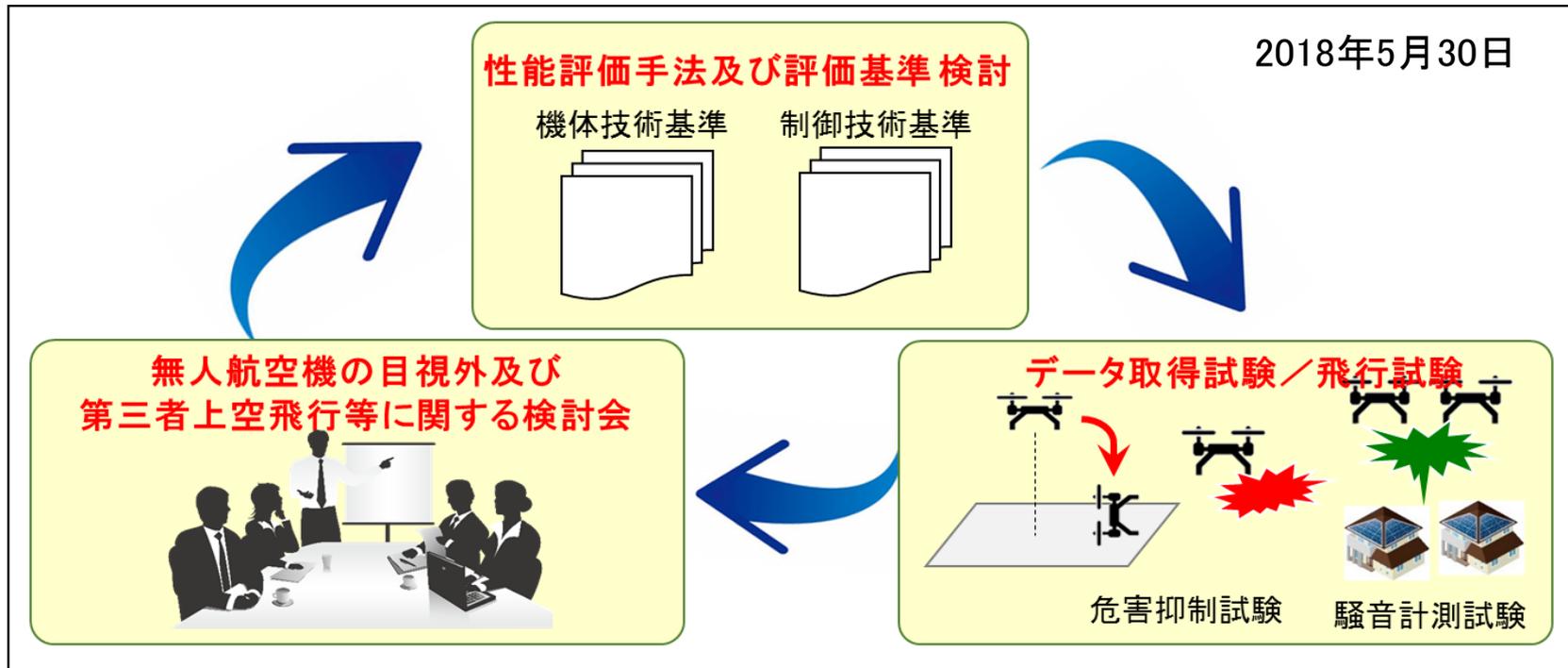
出所：経済産業省ホームページ  
<http://www.meti.go.jp/press/2018/05/20180530001/20180530001.html>

### Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆各研究開発項目毎の目標と達成状況

【①-(1)-6】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

目視外及び第三者上空等での飛行に向けた研究開発(2018-2019)



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。

### Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆各研究開発項目毎の目標と達成状況

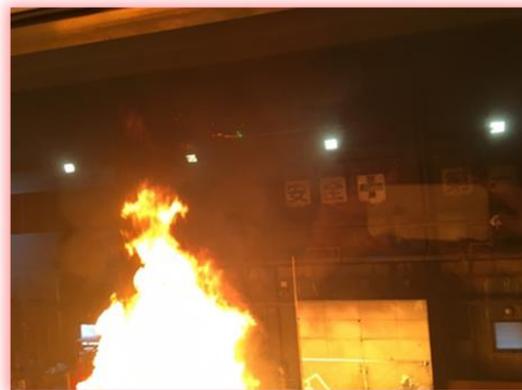
##### 【①-②】特殊環境下（火災）における連続稼働

世界初、火災現場への進入と近距離空撮が可能な300℃耐火型ドローンを開発  
-4月にサンプルモニタリングを開始し、「消防士の空飛ぶチームメイト」を目指す-

- ①世界で初めて、**火災現場に進入**し、火元の上空5mから10mからの**近距離空撮**が可能な**300℃耐火型ドローン**を開発。目標販売台数500台/価格未定
- ②「消防士の空飛ぶチームメイト」の実現を目指す。  
はしご車が入ることができない狭い道路、ビルや工場内の要救助者の救出ルート確認、隣接建物などへの延焼状況の把握、消火活動後の再燃防止、山岳地帯や水辺など
- ③(株)エンルートは、**4月から消防機関などへ製品サンプル提供とモニタリング**を開始し、性能評価のフィードバックを進め、**2019年10月から受注開始予定**。



今回開発した300℃耐火型ドローンの製品標準品 QC730FP



火災現場を想定した実証試験の様子

### Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

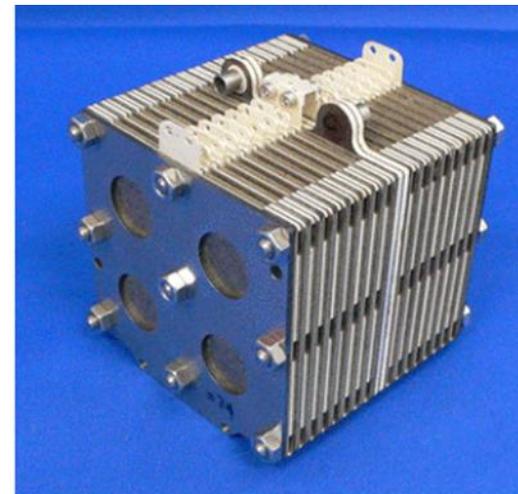
#### ◆各研究開発項目毎の目標と達成状況

##### 【①-②】燃料電池ドローン

長時間作業を実現する固体酸化物系燃料電池ドローンを開発

-LPG燃料電池により様々な地域での物流、インフラ点検、災害対応等を目指す-

- ①LPG等の炭化水素燃料が利用可能な固体酸化物系燃料電池(SOFC)の高出力化及び軽量化による上空でも発電できるSOFCシステムを開発
- ②LPG駆動SOFCは市販のLPGカセットボンベを燃料として利用可能であり、水素インフラ整備前の地域においても使用が可能
- ③重量当たりのエネルギー密度をリチウムポリマー電池の約60倍を実現  
今後の実証試験により長時間飛行を確認



飛行試験中の固体酸化物形燃料電池ドローンとSOFCシステムおよびスタック

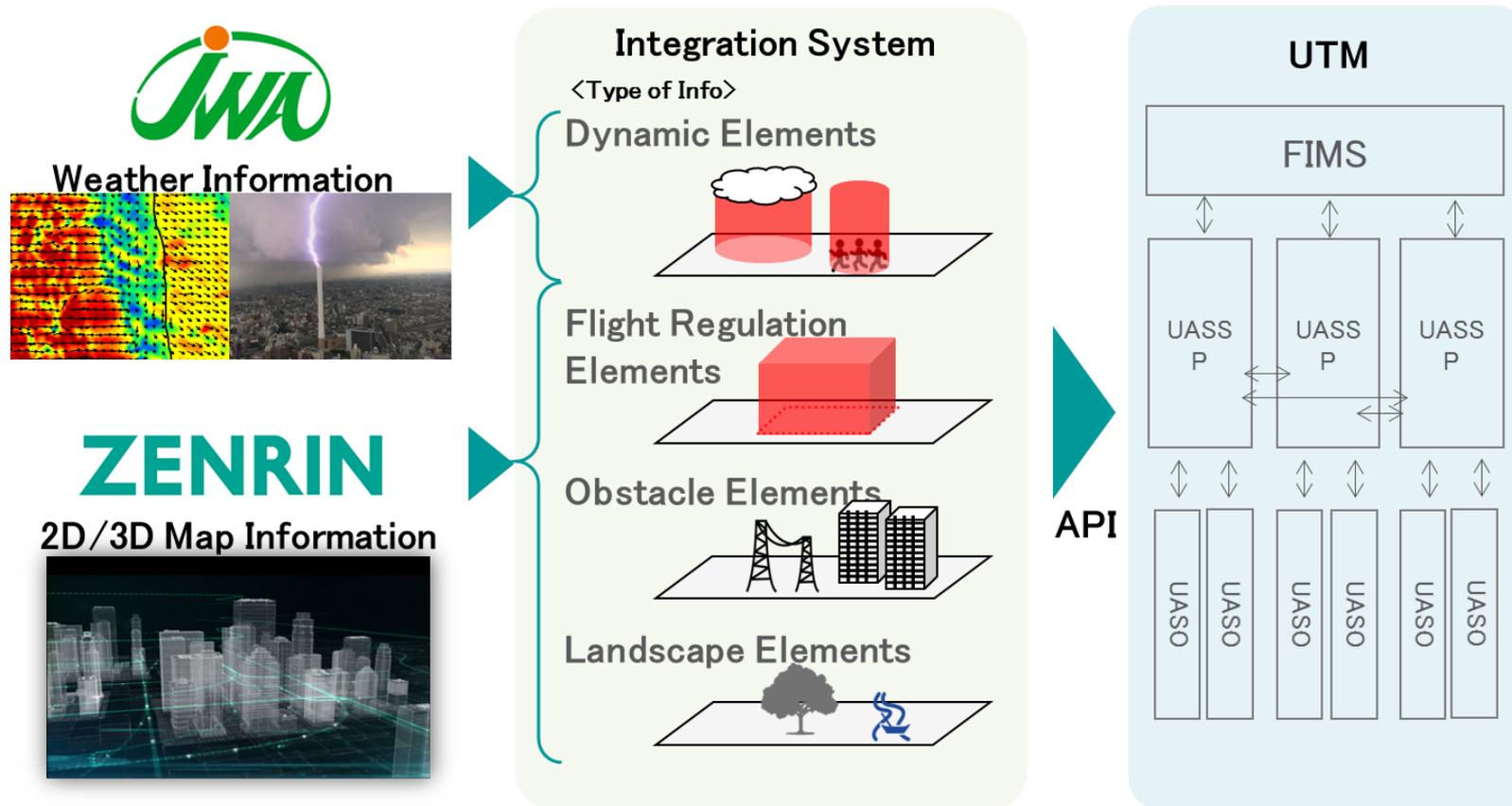
# Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

## ◆各研究開発項目毎の目標と達成状況

【②-(1)-4】 空間情報基盤 【②-(1)-4】 気象情報提供機能 【③-(1)】 デジュール・スタンダード

## 情報提供機能の開発と国際標準化への提案

2019年1月7日 ISO/TC20/SC16地理空間情報データモデルのNP提案が承認

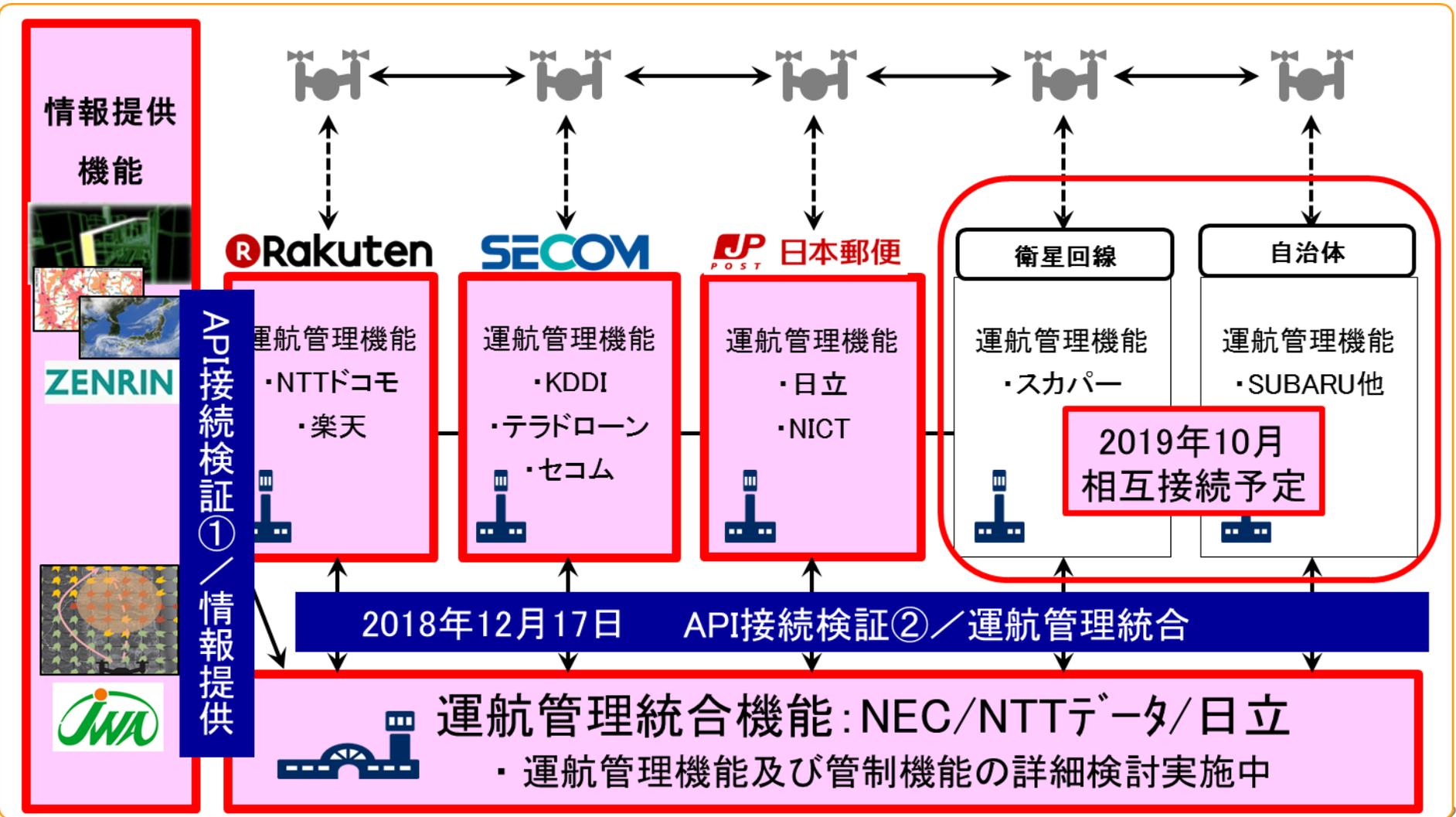


Currently promoting this model as an international standards (ISO TC20 SC16)

# Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

## ◆各研究開発項目毎の目標と達成状況

- 【②-(1)-1)+2)】 運航管理統合機能+物流
- 【②-(1)-2)】 運航管理システム (警備)
- 【②-(1)-2)】 運航管理システム (災害)
- 【②-(1)-2)】 運航管理システム (衛星/災害)
- 【②-(1)-3)】 運航管理システム (離島)
- 【②-(1)-5)】 運航管理システムの全体設計



# Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

## ◆各研究開発項目毎の目標と達成状況

【②-(1)-3】 運航管理システム (離島)

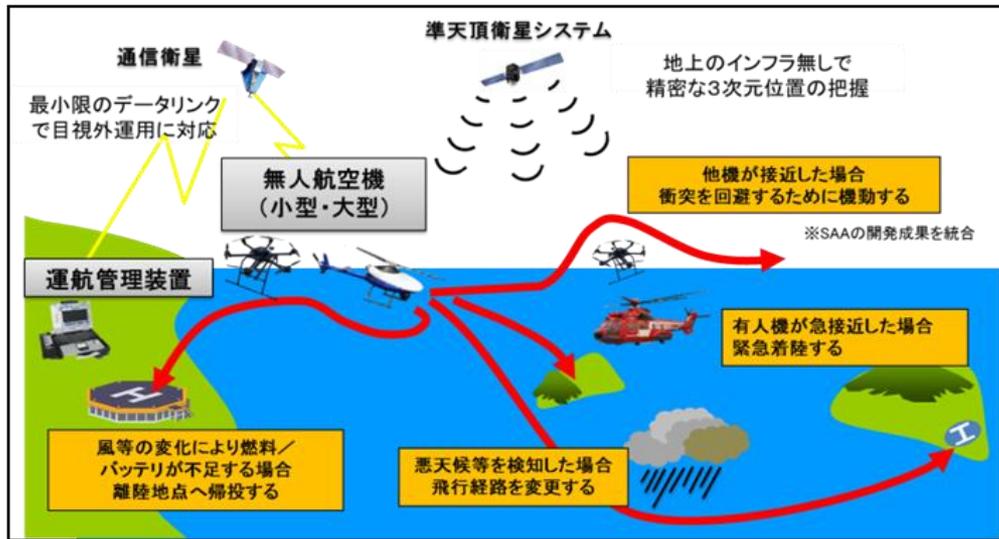
【②-(2)-1】 電波・光波センサ統合技術

【②-(2)-2】 準天頂衛星対応受信機の低消費電力化

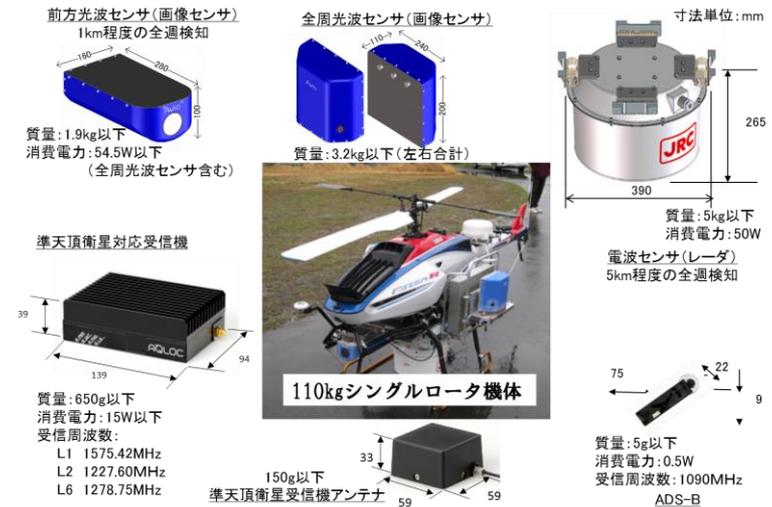
【②-(2)-2】 準天頂衛星対応受信機の位置情報共有

## 準天頂衛星システムを利用した無人航空機の自律的ダイナミック・リルーティング技術の開発

### ②(1) 無人航空機の運航管理システムの開発 (離島)



### ②(2) 無人航空機の衝突回避技術の開発



本土～離島運用を想定した運航管理システム＝飛行空域に十分な地上設備なしで実現



準天頂衛星システムによる無人航空機の精密な3次元位置の測位に基づき、衝突回避や緊急着陸、飛行経路の変更を、自動的に無人航空機が判断、実施する技術

### Ⅲ. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

#### ◆ 成果の最終目標の達成に向けて

研究開発項目	最終目標	現状	達成に向けた活動
① ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 各種ロボットの性能評価基準に基づく各種試験方法等を福島県のロボットテストフィールド等に提案</li> <li>▶ 無人航空機の目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の信頼性及び安全性等の評価手法及び評価基準を開発</li> <li>▶ 2時間以上の長時間飛行や火災現場等の特殊環境下での連続稼働を実現</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 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の策定</li> <li>✓ 耐火性ドローンのモニタリングを実施</li> <li>✓ 機体開発燃料電池の開発を推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 福島ロボットテストフィールドにおいて、実環境試験を加速</li> <li>◆ 2時間以上の長時間飛行試験を実施</li> </ul>
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 福島県のロボットテストフィールド等に設置された無線基地局等を介して10km以上の目視外試験飛行を実施</li> <li>▶ 無人航空機の飛行経路の風向及び風速等を含む気象情報や有人機情報等を重畳した3D可視化マップを開発し、福島県のロボットテストフィールド等での各種飛行試験に活用</li> <li>▶ 無人航空機の運航管理システムの全体設計、各機能の仕様及び共通IF等を策定</li> <li>▶ 無人航空機の遠隔識別に必要な通信方式やセキュリティの検証、通信機器の設計や関連する要素技術等を開発</li> <li>▶ 衝突回避技術を実装した無人航空機の実用化を目指す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 福島ロボットテストフィールドにおいて各種飛行試験を実施</li> <li>✓ 運航管理システムのAPIを公開</li> <li>✓ 相対速度100km/hにおける衝突回避試験を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 福島ロボットテストフィールドの試験環境整備</li> <li>◆ API公開に伴う相互接続試験を実施</li> <li>◆ 200km/h以上の相対速度での衝突回避システム技術を開発</li> <li>◆ 正確な位置情報を共有するための準天頂衛星システム受信装置を開発</li> </ul>
③ ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 本プロジェクトの成果の国際標準化を獲得するために提案すべき技術を含む活動計画を国へ提言と国際標準化団体への引継</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 情報提供機能についてISO/TC20/SC16へのNP提案</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 運航管理機能や衝突回避技術に関する国際標準へのNP提案を推進</li> </ul>

### Ⅲ. 研究開発成果 (3) 成果の普及

#### ◆ 成果の普及

※2019年度9月13日現在

	2017年度	2018年度	2019年度	計
論文	0	0	3	3
研究発表・講演 (NEDO主催)	42 (8)	48 (5)	22 (1)	112件 (14)
新聞・雑誌等への掲載	73	62	55	190件
展示会への出展	8	11	3	22件



プロジェクトの取組に関する講演会を東名阪で開催  
(2019年3月、主催:NEDO、JAXA)



内閣府ブースでの機体展示  
(2019年6月)

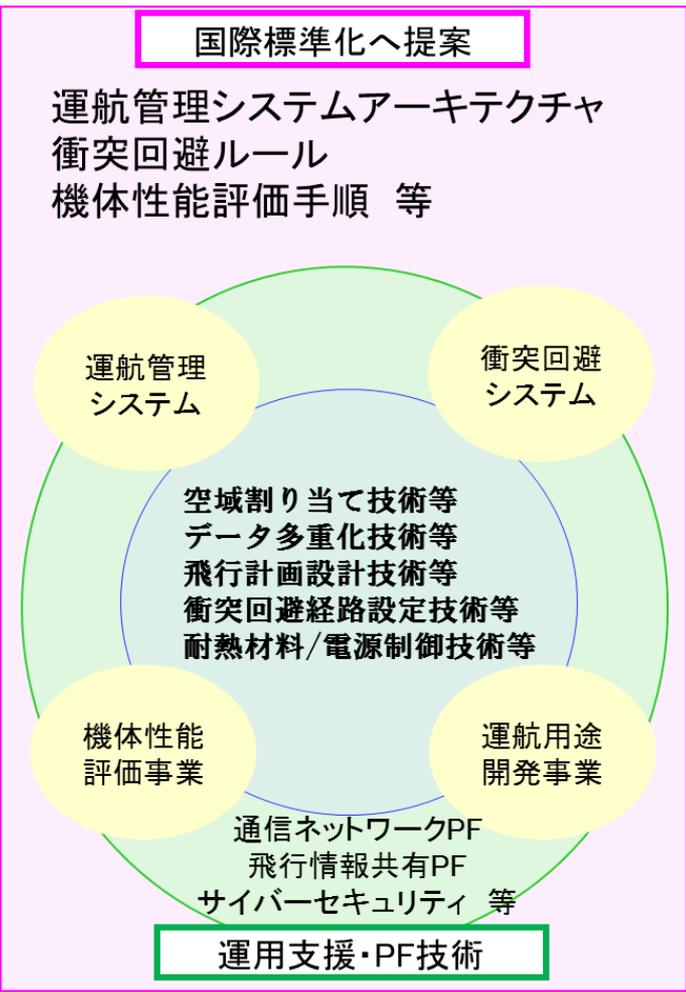
# Ⅲ. 研究開発成果 (4) 知的財産権等の確保に向けた取組

## ◆ 知的財産権の確保に向けた取組

※2019年度9月13日現在

	2017年度	2018年度	2019年度	計
<b>特許出願</b>	2	4	3	<b>9件</b>

	非競争領域	競争域
公開	運航管理システム アーキテクチャ ・情報提供機能 ・相互接続/API等 衝突回避ルール ・安全離隔距離等 機体性能評価手順 ・機能評価/試験方法 <b>国際標準化へ提案</b>	運航管理統合機能 ・空域割り当て技術等 情報提供機能 ・データ多重化技術等 運航管理機能 ・飛行計画設計技術等 衝突回避技術 ・衝突回避経路設定技術等 機体材質・構造技術 ・耐熱材料/電源制御技術 <b>積極的に権利化</b>
非公開	通信ネットワークPF ・LTE/衛星通信等 飛行情報共有PF ・リモートID技術等 サイバーセキュリティ <b>運用支援・PF技術</b>	機体の飛行制御ノウハウ ・回避行動制御技術等 機体認識システム ・センサー認識技術等 位置同定システム ・機体位置制御技術等 特殊環境への対応機体 ・高温環境/長時間飛行等 <b>ノウハウ秘匿</b>

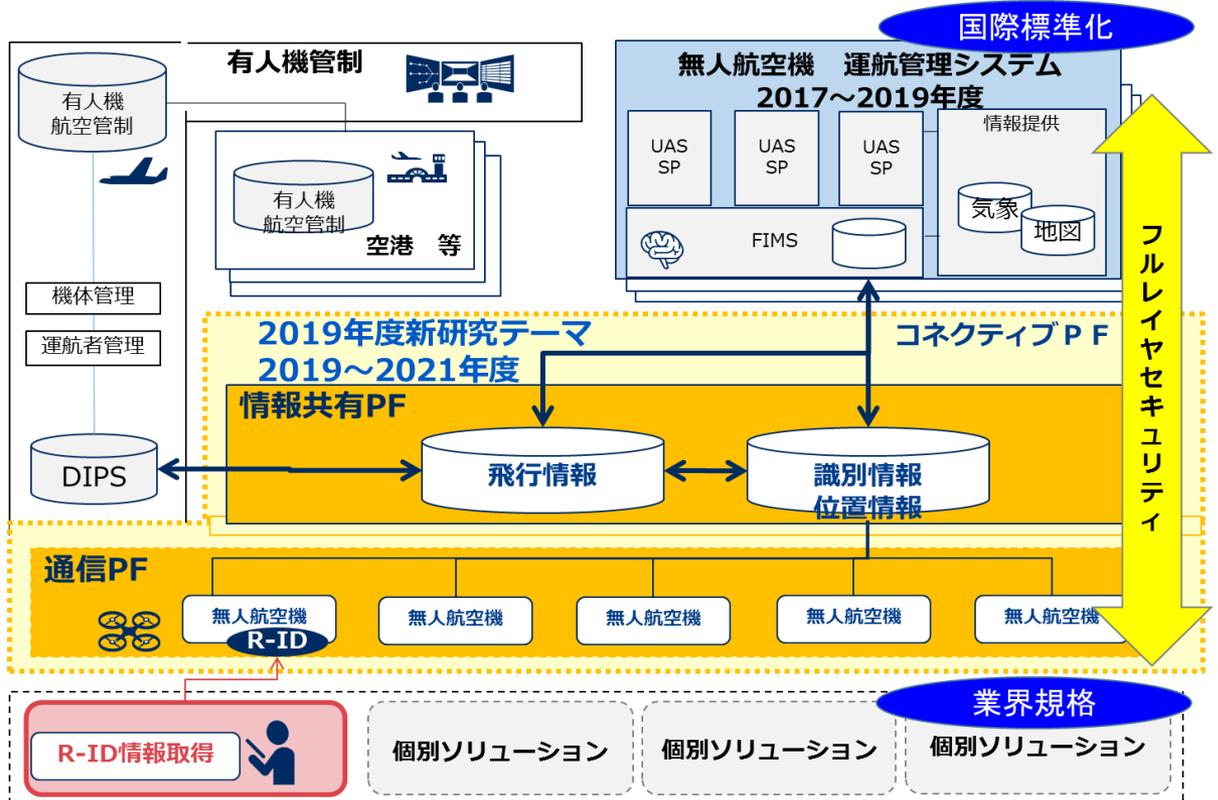


# IV. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し

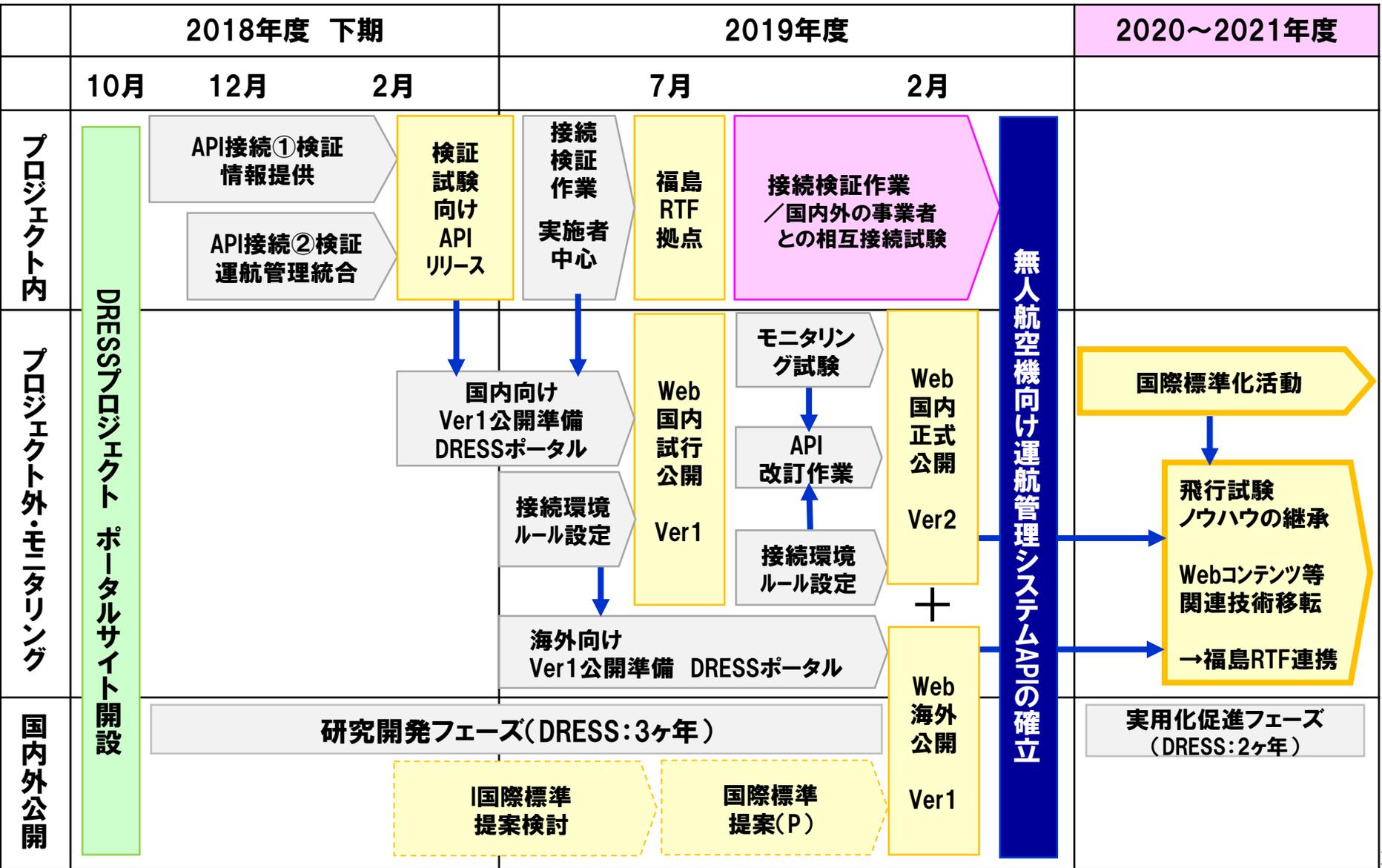
## ◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

**「実用化・事業化」の考え方**  
 当該研究開発に係る試作品、システム等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、また当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動に貢献することをいう。

具体的な実用化・事業化のモデル図

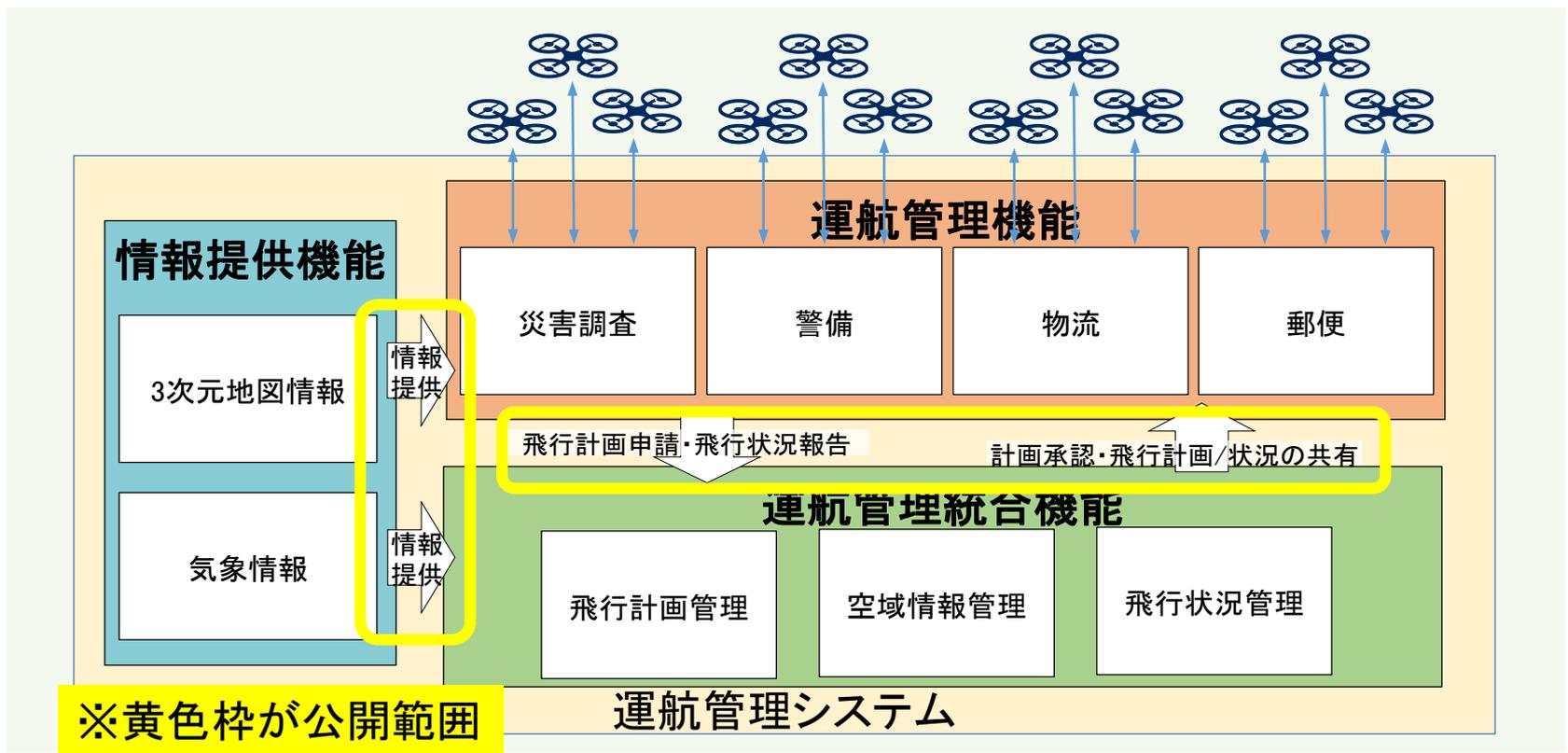


◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組 / (例) 運航管理システムの運用環境の整備



◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組 / Web API仕様の公開

- 運航管理統合機能、情報提供機能にインターネット接続
- ドローンの飛行計画や位置情報、地図・気象情報を共有可能
- 6月28日からAPI仕様書を配布
- 7月末にSwagger HUBによる Web API仕様を公開



◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組  
 ／2019年8月7日 運航管理統合機能へのAPI接続説明会を実施(22社が参加)

運航管理システムの必要性

安心・安全で効率的に大量の無人航空機の運航を管理するシステムの実現

1. 目視外環境下での複数の無人航空機の空域の共有と相互の安全確保
2. 空域・空間や電波といった有限の資源の効率的な活用
3. 無人航空機による物流等のサービスによる省エネ社会の実現

The diagram illustrates a drone management system architecture. It includes components such as GPS, communication links, drone swarms, and ground control stations. Labels include 'GPS', '無線機', '空域監視センサ', '無人航空機', 'ドローンポートシステム', '無線機', '無線機センサ', '空域監視センサ', '運航管理機能/運航管理統合機能', and '無人航空機'. Arrows indicate the flow of information and control between these elements.

ロボットテストフィールドでの研究の目標

福島ロボットテストフィールドに運航管理システムを実装し実証する

- ・ ドローンが飛び交う時代を想定し様々な事業者システムを接続・統合
- ・ 南相馬市～浪江町の13kmの間での目視外の状況で、複数の運航管理機能で管理された複数機体製造事業者のドローンを1時間 1平方km 100機以上の密度で飛行
- ・ 物流、災害調査等の様々な利用シーンで衝突させずに運航する

The diagram shows the integration of multiple drone management systems. At the top, '多数のドローン (複数の機体製造事業者)' are represented by drone icons. Below them are two '運航管理機能 UASSP' blocks, one for 'NTTドコモ' (based on radio wave quality) and one for '楽天' (tailored to business services). These connect to a central '運航管理統合機能 FIMS' block, which manages flight information and plans (from NEC), airspace information (from NTT), and flight status (from Nippon Telegraph and Telephone). A '情報提供機能 SDSP' block is also shown on the left, providing weather and flight information to the service providers.



実施者からの全体説明



実施者からの地図情報提供説明

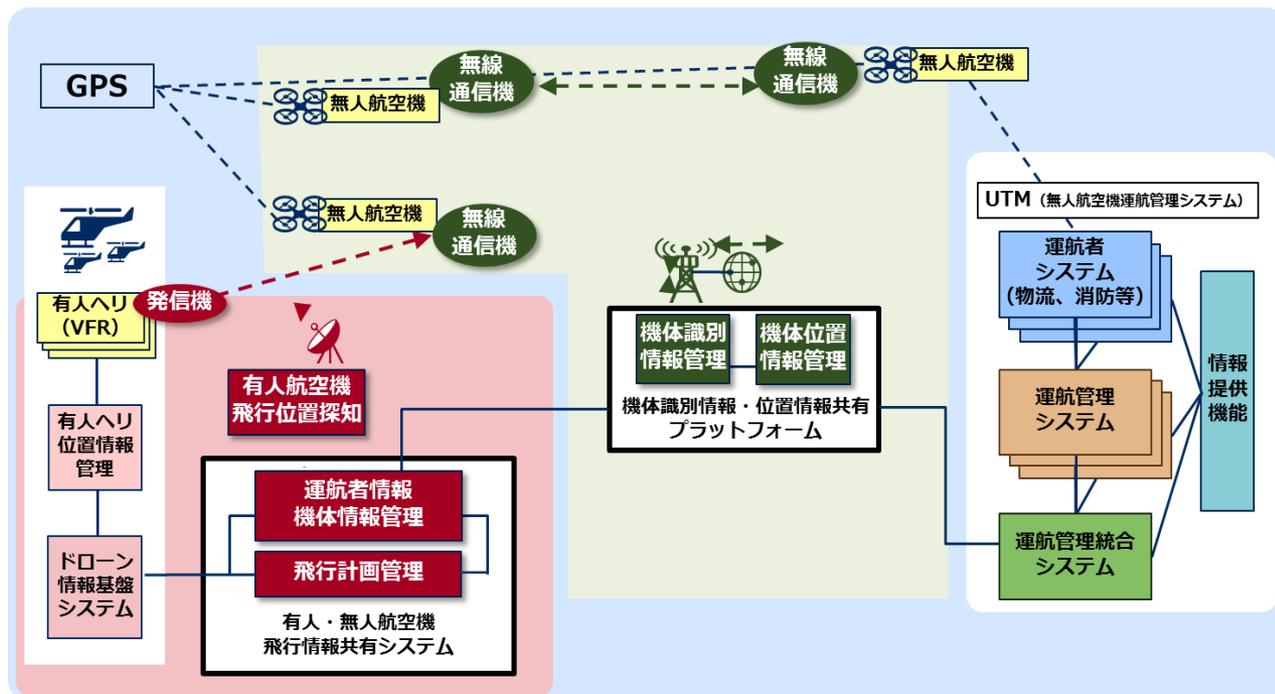
◆ 成果の実用化・事業化の見通し／社会実装に向け運用支援・PF技術を強化

無人航空機向け運航管理システムAPIの確立等により、実用化・事業化（システムの社会的利用）の見通しが立ったところ



2019年度より新規項目「無人航空機の安全な目視外・第三者上空飛行の実現」を追加し、実用化・事業化に向けより一層推進

	非競争領域	競争域
公開	運航管理システムアーキテクチャ ・情報提供機能 ・相互接続/API等 衝突回避ルール ・安全離隔距離等 機体性能評価手順 ・機能評価/試験方法  国際標準化へ提案	運航管理統合機能 ・空域割り当て技術等 情報提供機能 ・データ多重化技術等 運航管理機能 ・飛行計画設計技術等 衝突回避技術 ・衝突回避経路設定技術等 機体材質・構造技術 ・耐熱材料/電源制御技術  積極的に権利化
非公開	通信ネットワークPF ・LTE/衛星通信等 飛行情報共有PF ・リモートID技術等 サイバーセキュリティ  運用支援・PF技術	機体の飛行制御ノウハウ ・回避行動制御技術等 機体認識システム ・センサー認識技術等 位置同定システム ・機体位置制御技術等 特殊環境への対応機体 ・高温環境/長時間飛行等  ノウハウ秘匿



# プロジェクトの概要説明

## 【項目③ (2) デファクト・スタンダード】

NEDO ロボット・AI部

PM 和佐田健二

## ◆政策的位置付け

### 社会的背景



写真:首相官邸ホームページより

- 2014年5月、安倍総理が「2020年には世界中のロボットを集めた、ロボットの技能を競うロボットのオリンピックを目指していきたい」と発言。
- その後、「日本再興戦略」(2014年6月)、及び「ロボット新戦略」(2015年2月日本経済再生本部決定)に盛り込まれた。

## ◆政策的位置付け

### ■ 「日本再興戦略」改定(2014)

#### 3. (3) iii) ロボットによる新たな産業革命の実現 (抜粋)

「2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に合せたロボットオリンピック(仮称)の開催を視野に入れるなど、ロボットスーツや災害対応ロボットをはじめとした様々な分野のロボットやユニバーサルデザインなどの日本の最先端技術を世界に発信する。」

### ■ 「ロボット新戦略」(2015)

#### 第2部 第1章 第8節ロボットオリンピック(仮称)の検討(抜粋)

「ロボットの研究開発を加速し、実社会への導入・普及を図る、すなわち社会実装を進める一つの方法として、様々なロボットを対象とした競技会や実証実験、デモンストラーション、すなわちロボットオリンピック(仮称)を実施する。」

## ◆事業の目的

### 事業の目的

デファクト・スタンダードの取組において、有識者を糾合し課題先進国である我が国が世界共通になりうる課題設定を行うこと、技術開発を加速させるために海外からも参加者を募ること、そのためのプラットフォームを用意すること、社会実装を加速させるためにロボットの認知度向上を図ること、を念頭に競争の場(大会: World Robot Summit)を設定する。

## ◆ 技術戦略上の位置付け

### 1) プラットフォーム

- 競技種目及び競技ルールに沿ったプラットフォームを活用し、研究開発及び社会実装に資するものとする。

### 2) 競技やデモンストレーションによるイノベーション促進手法研究開発

- 挑戦的なテーマを設定して参加を募り、技術開発課題解決に向けた競争の場(大会)を活用する研究開発手法に取り組む。当該手法により参加者のモチベーションを高めて技術を競いあわすことでイノベーションを促進する。
- また、ロボット技術の社会実装を促進するためには、ロボットを活用する場を紹介し、一般市民にその有用性を示すことが必要不可欠であることから、ロボット関連のデモンストレーションを行う。
- 2020年度の本大会を成功に導くため、必要に応じて本大会以前にトライアル試験等の試行的な取組等を行う。

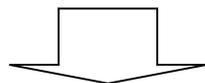
## ◆国内外の研究開発の動向と比較

	主催	規模	概要
<b>ものづくり分野</b>			
EuRoC (European Robotics Challenges)	EuRoCコンソーシアム (大学、企業など9団体)	ヨーロッパの100以上のチームが参加。3つのステージによる選抜等を経て、6チームがファイナルステージへ	研究者・Sier・エンドユーザーで構成されたチームが、3つのカテゴリ(再構成可能な製造セル、ショップでのマニピュレーション、ドローン等による監視)にエントリーし競技を行う。
<b>生活支援分野</b>			
RoboCup@Home	RoboCupの1競技として開催	10カ国20チーム	ロボットがキッチンやリビングルームなどの家庭環境で、ロボットが様々な課題(人の顔と名前を覚えて挨拶など)をこなし、その精度を競う。
<b>災害対応分野</b>			
DARPA災害対応ロボティクスチャレンジ (2015年のみ)	アメリカ国防高等研究計画局(DARPA)	6カ国23チーム	災害対応ロボット開発の促進を目的とし、設定したタスクをロボットに課し、タイムを競う。2013年に予選会が行われた。
RoboCup Rescue	RoboCupの1競技として開催	実機リーグ:6カ国8チーム シミュレーションリーグ:9カ国19チーム	実機リーグ:災害現場に見立てた競技場で、遠隔操作や自律型のロボットによって調査を行いその精度を競う。 シミュレーションリーグ:ソフトウェア上のシミュレーションにより、バーチャルにレスキューロボットが災害救助を行う。
euRathlon (2013年、2014年、2015年、2017年)	euRathlon Project (funded by EU)	ヨーロッパから16チーム	災害対応に関連するロボットの競技会で、陸・海・空でのアウトドア環境におけるロボット競技を行う。

## ◆NEDOが関与する意義

競技やデモンストレーションによるイノベーション促進手法の研究開発は、

- 日本政府(経済産業省およびNEDO)が主催する競技会と展示会の競演会であり、我が国の研究開発力を促進させるとともに、イニシアティブを取り得る位置付け。
- 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産業の競争力強化のため、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開発することが必要。
- 他国においても、政府機関主導で競技会方式によって研究開発の促進を図っている。



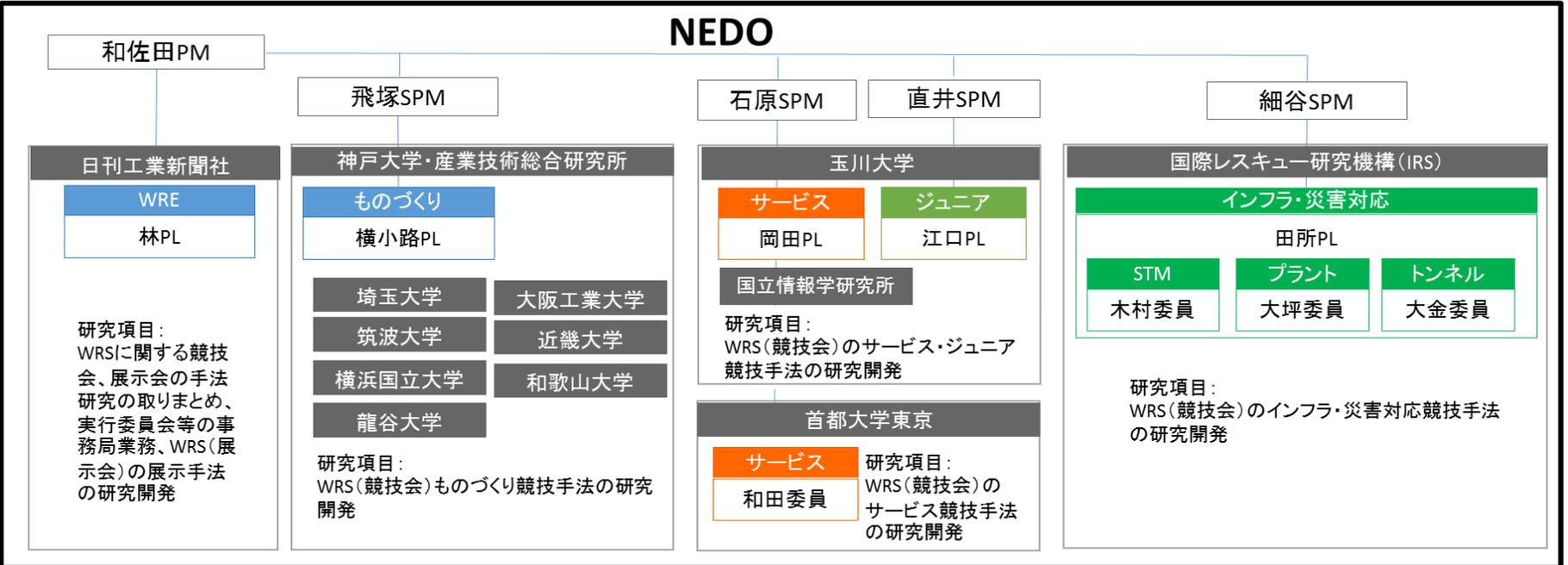
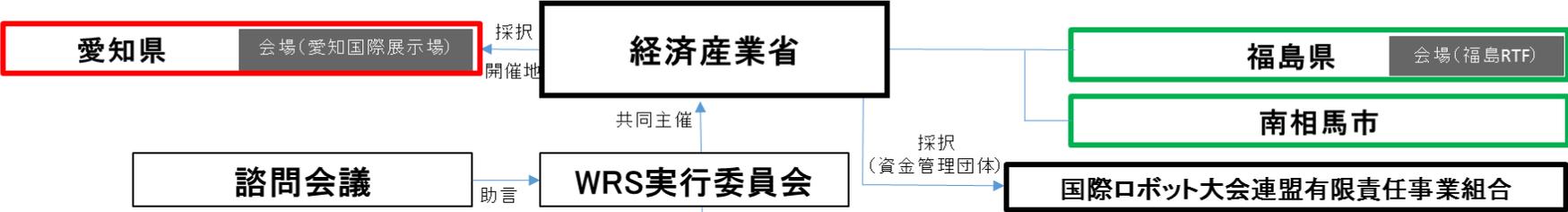
**NEDOがもつこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業**

## ◆事業の目標

- 福島県のロボットテストフィールド等で、World Robot Summit(日本発のルールに基づいた新たな競技等)を、4 カテゴリー(ものづくり、サービス、インフラ・災害対応、ジュニア)で実施する。(最終目標)
- 競技種目及び競技ルールに沿ったプラットフォームの検討を行い、平成30年度に予定するプレ大会で活用するプラットフォームの準備を行う。(平成30年度中間目標)
- 世界からロボットに関する叡智を結集して、様々な課題にチャレンジする競技や展示を行い、技術開発や社会実装を加速させる。

2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

# ◆ 研究開発の実施体制



後援: 総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、国土交通省

協力団体: IROS、日本ロボット学会、人工知能学会、日本機械学会、日本計測学会、RoboCup

# ◆ 研究開発の実施体制

## World Robot Summit 諮問委員会



**委員長**  
**金出 武雄**  
カーネギーメロン大学 ワイタカー記念全学教授



**北野 宏明**  
ロボカップ国際委員会 ファウンダー  
(株) ソニーコンピュータサイエンス研究所代表  
取締役社長/所長、沖縄科学技術大学院大学 教授



**浅川 智恵子**  
IBM フェロー  
/カーネギーメロン大学客員教授



**小田 真弓**  
(株) 加賀屋 女将



**トーマス バウアーハンズル**  
フラウンホーファー生産技術・オートメーション研究所 所長、  
シュトゥットガルト大学 工業生産管理研究所 所長



**ギル プラット**  
トヨタリサーチインスティテュート 最高経営責任者(CEO)、  
トヨタ自動車(株) エグゼクティブテクニカルアドバイザー、  
(前米国防総省国防高等研究計画局(DARPA) プログラムマネージャー)



**ヘンリック クリステンセン**  
カリフォルニア大学サンディエゴ校 コンピューター工  
工学部 教授/状況適応型ロボット技術研究機構  
ディレクター



**ヤンシェン シュウ**  
香港中文大学深圳校 学長



**中鉢 良治**  
(国研) 産業技術総合研究所 理事長



**山崎 直子**  
宇宙飛行士



**池内 克史**  
東京大学 名誉教授  
マイクロソフトリサーチアジア 首席研究員

# ◆ 研究開発の実施体制

## World Robot Summit 実行委員会



**委員長**  
佐藤 知正  
東京大学 名誉教授



**委員**  
石黒 周  
千葉工業大学 未来ロボット技術研究センター  
副所長



**委員**  
須藤 勝  
富士ソフト企画株式会社 代表取締役社長  
全日本ロボット相撲大会 大会委員



**委員**  
松日楽 信人  
芝浦工業大学 工学部 機械機能工学科 教授  
複合領域産学官民連携推進本部 副本部長



**委員 兼**  
ジュニア競技委員会委員長  
江口 愛美  
ロボカップ国際委員会理事及びジュニア担当  
副会長  
Bloomfield College 准教授



**委員**  
西嶋 頼親  
電通ロボット推進センター  
チーフロボットプランナー/コピーライター



**委員 兼**  
ものづくり競技委員会委員長  
横小路 泰義  
神戸大学大学院 工学研究科 教授



**委員**  
高西 淳夫  
早稲田大学 理工学術院 教授



**委員**  
林 英雄  
日刊工業新聞社 業務  
局 イベント事業部  
部長



**委員**  
和田 一義  
首都大学東京 システムデザイン  
研究科 准教授



**委員 兼**  
インフラ・災害対応競技委員会委員長  
田所 諭  
東北大学大学院 情報科学研究科 教授



**委員**  
富士原 寛  
一般社団法人日本ロボット工業会 専務  
理事



**委員 兼**  
サービス競技委員会委員長  
岡田 浩之  
ロボカップ日本委員会会長  
玉川大学 工学部 情報通信工学科 教授



**委員**  
國吉 康夫  
東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授

**委員**  
半田 博幸  
株式会社 安川電機  
技術開発本部 開発研究所  
つくば研究所 所長

**委員**  
山本 貴史  
トヨタ自動車株式会社 未来創生セン  
ター R-フロンティア部 2020ロボッ  
ト開発室 主査

**委員**  
浅田 稔  
一般社団法人日本ロボット学会 会長

**委員**  
石井 孝裕  
経済産業省製造産業局産業機械課  
ロボット政策室 室長

**委員**  
弓取 修二  
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 部長

# ◆ 研究開発の実施体制

## 実行委員会



**委員長**  
**佐藤 知正**  
東京大学 名誉教授

## 競技委員会

国内外の有識者で委員を構成



**ものづくり競技委員会 委員長**  
**横小路 泰義**  
神戸大学大学院 工学研究科 教授



**サービス競技委員会 委員長**  
**岡田 浩之**  
ロボカップ日本委員会専務理事  
玉川大学 工学部 情報通信工学科 教授



**インフラ・災害対応競技委員会 委員長**  
**田所 諭**  
東北大学大学院 情報科学研究科 教授



**ジュニア競技委員会 委員長**  
**江口 愛美**  
ロボカップ国際委員会理事及びジュニア  
担当副会長  
/Bloomfield College 准教授

## ◆ 研究開発の進捗管理

- ロボット国際競技対価のコンセプト、競技分野、競技種目、競技ルール、開催形式等の検討及び決定を行うため、実行委員会を開催。(全18回)
- 実行委員会における検討項目について、諮問会議に諮問。(全6回)
- PL・競技委員長会議を開催し、実行委員会の決定実行の反映及び進捗確認を実施(全54回)
- 各競技委員会はトライアルを実施し、その結果を反映し、競技フィールド等のプラットフォームのブラッシュアップを図った。

### ※実行委員会の議題例

日程	会議名	主な議題
第16回	実行委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 競技参加者の公表と参加状況について</li> <li>➤ 競技ルールについて</li> <li>➤ 安全確保策について</li> <li>➤ WRS紹介動画について</li> <li>➤ 地域展示に係る意見交換会について</li> <li>➤ 展示会含む広報活動について</li> <li>➤ スポンサーに関して</li> <li>➤ WRS2018競技の評価項目について</li> <li>➤ WRS2018競技・展示日程について</li> <li>➤ WRS2018会場レイアウトについて</li> </ul>

## 2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

- World Robot Summit (総称：WRS) は、人間とロボットが共生し協働する世界の実現を念頭に、世界のロボットの叡智を集めて開催する競演会。
- ロボットの競技会「World Robot Challenge」と、最新のロボット技術を展示する「World Robot Expo」からなる。
- 世界中のロボット関係者が一堂に集まり、リアルな日々の生活、社会、産業分野でのロボットの社会実装と研究開発を加速させることを目的とする。



### 【競技会】



## World Robot Challenge (WRC)



4 カテゴリーで叡智を競う

- ものづくり
- サービス
- インフラ・災害対応
- ジュニア

### 【展示会】



## World Robot Expo (WRE)



ロボット導入の事例を世界発信

- 国が主導する最新のロボット関連展示
- 一般出展エリア

### 【シンポジウム / ワークショップ】

世界各国の有識者等によるフォーラム、協賛企業によるワークショップなど



### 【サイドイベント】

会場内外での参加型、体験型などのイベント



ものづくりカテゴリー  
Industrial Robotics Category



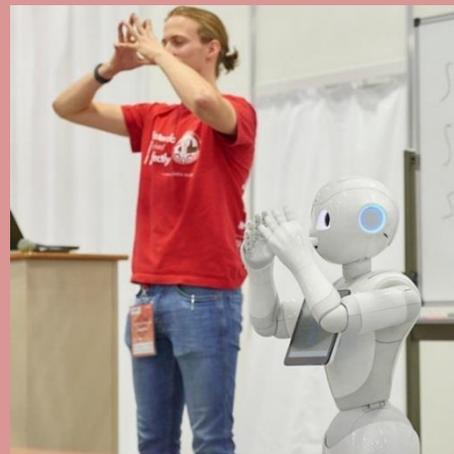
サービスカテゴリー  
Service Robotics Category



インフラ・災害対応カテゴリー  
Disaster Robotics Category



ジュニアカテゴリー  
Junior Category



## ◆事業実施の背景

### 社会的背景

- 生産年齢人口の減少(2050年代になると、先進主要国で生産年齢人口比率は60%を割り込む)により、労働力不足が深刻になる。
- 近年のサービス産業への労働者の集中(先進主要国の全就業者数に占める第3次産業就業者数の比率は、70%以上にまで高まっている。)を考えると、「ものづくり分野」の労働人口は、ますます減少することが見込まれるため、これを打開するために、「ものづくり分野」に適用できるロボットの実現を加速する必要がある。
- ロボット活用を考える上では、自動車や電気電子産業を中心に活用が進んできた大企業だけでなく、中堅・中小企業へのロボット導入が大きな課題であり、今後、汎用的かつ小回りがきくロボットの開発や人と協調して働くような、人とロボットの新たな関係実現が必要である。

## ◆事業実施の背景

### 社会的背景

- 人々の生活の中に当然のようにロボットが入る時代を迎え、人間とバランス良く協働して様々なサービスを実現するロボットが求められている。
- サービス産業の多くは労働集約的であり、単純作業が一定割合存在するため人手不足が課題となる。単純作業を中心に、潜在的なロボット活用ニーズは高く、バックヤードを中心とした対物プロセスの自動化や中長期を見据えた対人プロセスの自動化を検討する必要がある。
- 人とロボットの高度なコミュニケーションのAI技術による学習、クラウドによるビッグデータの情報共有、IoT技術によるインターネットから情報収集及び利用など、人と協働する安全安心なサービスロボットやその環境の実現のための技術が求められている。

## ◆事業実施の背景

### 社会的背景

- 近年、世界中で、自然災害、人為災害が頻発している。災害ロボット技術を確立することにより、災害を未然に防ぎ、緊急時に人命を救い、災害復旧を支援することが求められている。特に、プラント等の産業施設、トンネルや地下街等の閉鎖空間においては、いったん事故が起きると人間が入ることが困難なケースや、極めて危険な場合もあり、ロボットによる代替作業が必要である。
- また、高度成長期に整備されたインフラが急速に老朽化してきており、維持管理・更新の作業と費用の増加が予想され、点検、診断、補修、更新等の省力化が期待されている。一方、災害発生後の応急復旧での2次災害発生リスク低減が求められている。
- 多様な災害現場に対応する災害ロボットを効率的に開発するためには、共通基盤技術を適切に評価する標準性能評価法(以下、STM)を設定し、ロボットの多様な性能を見える化することが重要である。STMは国際的にもその利用が広がっており、ここでの課題に適したSTMの開発が求められている。

## 2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

### ◆ 研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発目標
ロボットの研究開発及び社会実装の加速の実現及びその手法の研究開発	国際的な競技会と展示会であるWorld Robot Summitの開催を通じて、研究開発を促進し、社会実装を加速するため、各種委員会等を通じて、多様なステークホルダーとの利害調整、情報発信等を実施し、研究開発手法として確立する。
ものづくり競技手法の研究開発	競技会形式による製品組立に関する挑戦的なテーマを設定して、参加を募り、技術開発課題解決に向けた競争の場を活用する研究開発手法を確立する。
サービス競技手法の研究開発	家庭において人々の日常生活をサポートするパートナーロボット、店舗でのサービスロボットに関して挑戦的なテーマを設定して、参加を募り、技術開発課題解決に向けた競争の場を活用する研究開発手法を確立する。
プラント・災害競技手法の研究開発	プラント災害予防、トンネル事故災害対応復旧をテーマとして、競技会形式による性能評価試験及び標準評価試験法を開発する。
ジュニア競技手法の研究開発	学校生活をサポートするロボット及び家庭内で問題解決を図るロボットに関して提案を募り、競争の場を活用する研究開発手法を確立する。

# ◆ 研究開発のスケジュール

	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度		
ロボットの研究開発及び社会実装の加速の実現及びその手法の研究開発			<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; border: 1px solid black; padding: 5px;">中間目標</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; border: 1px solid black; padding: 5px;">最終目標</div> </div>				
ものづくり競技手法の研究開発	▲					▲	
サービス競技手法の研究開発	▲					▲	
	▲					▲	
プラント・災害競技手法の研究開発						▲	
ジュニア競技手法の研究開発			▲				

▲ : トライアル検証の実施

## 2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

### World Robot Summit 2018 TOKYO

@東京ビッグサイト  
10月17日～21日



### World Robot Summit 2020 AICHI / FUKUSHIMA

@愛知県国際展示場 (10月)  
福島ロボットテストフィールド (8月)  
**8月20日～22日** ・ **10月8日～11日**

同時開催：Japan Robot Week 2018

同時開催予定：ロボカップアジアパシフィック大会  
Japan Robot Week 2020

### World Robot Summit 2018 TOKYO

名称	World Robot Summit 2018
開催地	東京ビッグサイト 東6～8ホール
開催時期	2018年10月17日～21日
	総来場者数：76,374人
主催	経済産業省・NEDO



### World Robot Summit 2020 AICHI / FUKUSHIMA

名称	World Robot Summit 2020
開催地	愛知県国際展示場 (Aichi Sky Expo)
開催時期	2020年10月8日～11日
	※インフラ・災害対応カテゴリーの競技は以下のとおり
開催地	福島ロボットテストフィールド
開催時期	2020年8月20日～22日
主催	経済産業省・NEDO

<http://worldrobotsummit.org/>

# 競技会 (World Robot Challenge 2018)



- 4カテゴリーで、9種目の競技を実施
- World Robot Challenge 2018の賞金総額は、1億円以上

カテゴリー	種目	競技内容	賞金
ものづくり	製品組立チャレンジ	ベルトドライブユニット組立及びそれに関連するタスクボードとキット	2,100万円 (1位: 1,500万円, 2位: 500万円, 3位: 100万円)
サービス	パートナーロボットチャレンジ (家庭内の各種作業支援チャレンジ) リアルスペースリーグ トヨタ自動車株式会社のHSR使用	1.モノを取ってくる 指示された物体を指定された場所に持ってくる 2.部屋の片付け 正しくない位置にあるモノを指定された場所に片付ける 3.デモンストレーション 人を安心・幸せにしてくれるパートナーロボットの未来の姿を提示する	1,400万円 (1位: 1,000万円, 2位: 300万円, 3位: 100万円)
	パートナーロボットチャレンジ (家庭内の各種作業支援チャレンジ) バーチャルスペースリーグ トヨタ自動車株式会社のHSR使用	1.汎用目的サービスロボット 案内や対話等のタスクにロボットが対応 2.インタラクティブ清掃 ロボットが人間の所作を観察し、対象物とゴミ箱を認識 3.ヒューマンナビゲーション バーチャル環境で、利用者が目的物を見つけられるように、ロボットが案内 4.オープンタスク シミュレーターを使用し、人とロボットが多様な手段を用いてコミュニケーション等を行う	1,400万円 (1位: 1,000万円, 2位: 300万円, 3位: 100万円)
	フューチャーコンビニエンスストアチャレンジ (店舗における各種業務の自動化チャレンジ)	1. 陳列・廃棄タスク おにぎり、お弁当などの自動補充、消費期限切れ商品の廃棄を実施 2. 接客タスク 近未来の顧客サービスの提案と実演 3. トイレ清掃タスク トイレの便器、床、壁の清掃	1,390万円(1位の中で優れた者に+100万円) 陳列・廃棄タスク (1位: 300万円, 2位: 100万円, 3位: 30万円) 接客タスク (1位: 300万円, 2位: 100万円, 3位: 30万円) トイレ清掃タスク (1位: 300万円, 2位: 100万円, 3位: 30万円)
インフラ・災害対応	プラント災害予防チャレンジ	日常点検/設備調整: 指定された場所にあるバルブ等を視認・調整 異常検知: 発生場所が不明なバイブラインの異常音・振動を測定し、結果を報告 設備診断: タンクや煙突などの大規模構造物を対象とし、設備の健全性を診断 災害対応: 点検中に発生した事故への対応	1,400万円 (1位: 1000万円, 2位: 300万円, 3位: 100万円)
	トンネル事故災害対応・復旧チャレンジ	障害の走破、車両調査、道具を使用した車両内の調査と救助、経路の確保、消火作業、人命救助活動の6タスク	1,400万円 (1位: 1,000万円, 2位: 300万円, 3位: 100万円)
	災害対応標準性能評価チャレンジ	災害予防・対応で必要となる標準性能レベルを評価(例: 移動能力、センシング、情報収集、無線通信、遠隔操作、現場展開、耐久性、など)	1,400万円 (1位: 1,000万円, 2位: 300万円, 3位: 100万円)
ジュニア	スクールロボットチャレンジ ソフトバンクロボティクス株式会社の Pepperを使用	1.スキルチャレンジ 2.オープンデモンストレーション 競技者がロボットのデモを行う 3.テクニカルインタビュー 審査員が競技者に面接を行う	無し
	ホームロボットチャレンジ	サービスカテゴリーのパートナーロボットチャレンジと同様のタスクを設定し、ロボットを製作 スキルチャレンジ、オープンデモンストレーション、テクニカルインタビューに挑戦	

競技者は、WRSのウェブサイト(<http://worldrobotsummit.org/>)で募集。募集期間は、3月15日まで(インフラ・災害対応は、2月28日まで)。

## チームサポート

- 有識者による審査委員会において審査を行い、競技会に参加する一部のチームに対して渡航費等の一部を支援。
- 競技種目の内、製品組立、フューチャーコンビニエンスストア、プラント災害予防、災害対応標準性能評価の各チャレンジについては、有識者による審査委員会等による審査を経て、開発の一部を支援することがある。

### ・チーム単位でのサポート上限額※1

(単位) 千円

カテゴリー	チャレンジ	渡航費※2		滞在費※3	ロボットの運搬費	
		海外	国内		海外	国内
ものづくり	製品組立				400	100
サービス	パートナーロボット (リアルスペース)				—	—
	パートナーロボット (バーチャルスペース)				—	—
	フューチャーコンビニエンスストア				400	100
インフラ・災害対応	プラント災害予防	500	100	250	400	100
	トンネル事故災害対応・復旧				—	—
	災害対応標準性能評価				400	100
ジュニア	スクールロボット				—	—
	ホームロボット				—	—

※1 ただし、実費を補助することになるため、実際受取額が支援可能額を下回ることがある。

※2 渡航費：往復の航空運賃、日本国内の新幹線・特急利用にかかる経費。

※3 日本国内での宿泊費。