

各委員からの提出資料

- ・ 内閣府地方創生推進室提出資料・・・P. 2
- ・ 消防庁提出資料・・・P. 9
- ・ 農林水産省提出資料・・・P. 13
- ・ 国土交通省国土地理院提出資料・・・P. 20
- ・ エアロセンス株式会社提出資料・・・P. 32
- ・ (一社) 日本航空宇宙工業会提出資料・・・P. 35
- ・ (国研) 宇宙航空研究開発機構提出資料・・・P. 37
- ・ (国研) 新エネルギー・産業技術総合開発機構提出資料
・・・P. 42
- ・ D J I J a p a n 提出資料・・・P. 47
- ・ 日本産業用無人航空機協会提出資料・・・P. 49
- ・ ミニサーベイヤーコンソーシアム提出資料・・・P. 52

内閣府地方創生推進室提出資料

国家戦略特区における「小型無人機の実証」について

平成 28 年 2 月 15 日
内閣府地方創生推進室

I. 特区における区域方針の状況

○①仙北市、②東京圏（千葉市）、③今治市がドローンの活用について区域方針に記載。

国家戦略特別区域及び区域方針【抜粋】

4. 事業に関する基本的事項

(実施が見込まれる特定事業等及び関連する規制改革事項)

I. 東京圏

- ・ 都市部等における小型無人機及び自動走行等の近未来技術実証のための制度整備

VII. 秋田県仙北市

- ・ 国有林野を活用した自動飛行の技術実証等のための制度整備

X. 広島県・愛媛県今治市

- ・ 小型無人機による公共インフラの保守管理など

○仙北市は、1月20日総務省通達において措置された「特定実験試験局制度に関する特例」を活用して、7月にドローン競技会を開催。

仙北市 国家戦略特別区域 区域計画（平成28年2月5日認定）

2 法第2条第2項に規定する特定事業の名称及び内容

(4) 名称：特定実験試験局制度に関する特例事業

内容：特定実験試験局制度に関する特例

(国家戦略特別区域法第26条に規定する政令等規制事業)

FPV Robotics 株式会社が開催する競技会について、特定実験試験局制度の利用に係る申請から免許発給までの手続きを大幅に短縮し、電波を活用した実証実験や技術開発等を促進する。

【平成28年7月に実施】

II. 特区における現在の状況

- 農薬を従来と同じ濃度等でドローン等でも使用する際、全国措置として申請時のデータ提出が不要となるよう措置（平成27年11月27日）。
- 「テレビ電話を活用した薬剤師による服薬指導の対面原則の特例」を盛り込んだ特区法改正案を、今国会に提出する予定。

幕張新都心の中核とした 「近未来技術実証・多文化都市」の構築

ドローン等の先端技術の活用

- ドローン・自動走行等の活用による子育て世代・高齢者などの利便性向上



医療用医薬品や生活必需品の配送



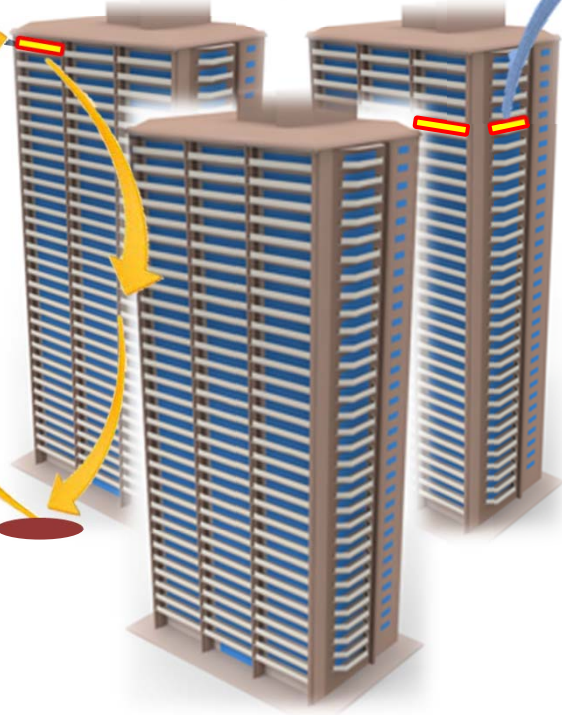
【垂直的取組】



地域限定保育士



○女性の活躍



既存マンションによる「民泊」

- 訪日外国人などの利便性向上



外国人創業人材の受入促進

- 外国人による起業・開業の促進



MICEの誘致促進

- ビジネス・イノベーションの創出



無線局免許の即日発給 (特定実験試験局制度に関する特例)

第19回特区諮問会議
(平成28年2月5日) 認定

活用する規制改革

現状

電波を活用した実験等を行うための免許手続きにおいて、申請から発給までに1～2週間を要する。



見直し後

区域会議の下に、国や自治体、申請者の調整の場を設けることで、「即日」の免許発給が可能に。

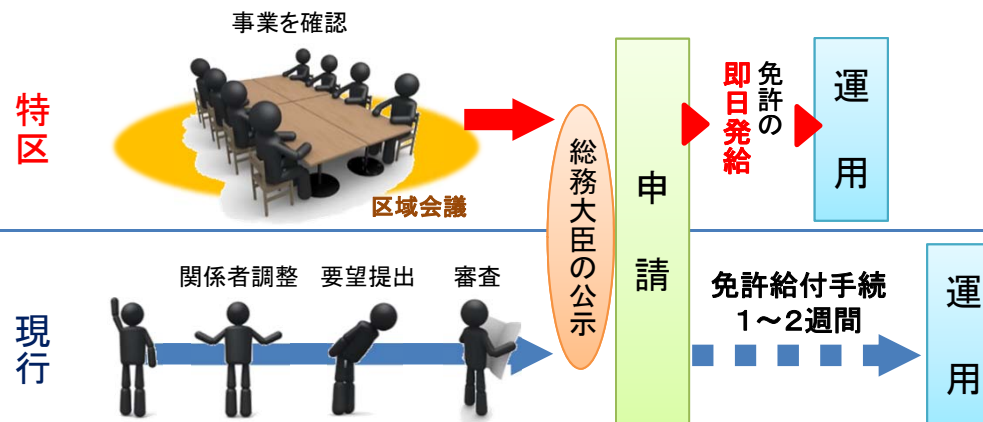


効果

- ・小型無人機を活用した実証実験の促進
- ・ベンチャー企業等による製品開発の促進

具体的事業

免許の即日発給で、実証実験や製品開発が迅速化！



27 消安第 4481 号
平成 27 年 11 月 27 日

農薬製造者団体の長 殿

農林水産省消費・安全局農産安全管理課長

農薬の登録申請において提出が必要な試験成績について
（「無人ヘリコプターによる散布」関係）

農薬の登録申請において提出が必要な試験成績については、「農薬の登録申請に係る試験成績について」（平成 12 年 11 月 24 日付け 12 農産第 8147 号農林水産省農産園芸局長通知。以下「局長通知」という。）で示されているところである。

今般、平成 27 年 10 月 20 日に行われた国家戦略特別区域諮問会議において、規制改革事項の追加として、「農薬を従来と同じ濃度等でドローン等でも使用する際、申請時のデータ提出不要の明確化」に係る事項が審議されたところである。このことを踏まえ、無人ヘリコプターによる散布に係る登録申請における局長通知の取扱いについて、下記のとおり明確化することとしたので、御了知の上、貴会会員に周知願いたい。

記

使用方法を「散布」としている登録農薬について、濃度等を変えずに、その使用方法に「無人ヘリコプターによる散布」を追加する登録申請を行う場合においては、局長通知第 5 の(1)に当たるものとして、新たな試験成績の提出は要しないこと。

国家戦略特別区域法の一部を改正する法律案

経済社会の構造改革を更に推進し、産業の国際競争力の強化及び国際的な経済活動拠点の形成を図るため、国家戦略特別区域法において、新たな規制の特例を設ける等の措置を講ずる。

「日本再興戦略」改訂2015(平成27年6月30日閣議決定)

○ (前略)規制改革事項のうち国家戦略特区で取り組むべきものについては、国家戦略特別区域諮問会議や国家戦略特区ワーキンググループにおいて、国家戦略特別区域法等に新たに追加すべく検討を進め、次期国会も含め、速やかに法的措置等を講ずる。

法律案の概要

① 医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律の特例

国家戦略特別区域内の薬局の薬剤師は、国家戦略特別区域内の一定の地域に滞在等する者に対して、テレビ電話装置等を使用した方法による情報提供及び指導を行うことができることとする。

② 革新的な医療機器の製造販売の承認に対する援助

革新的な医療機器の開発から製造販売の承認、市販までの手続を円滑にするため、国家戦略特別区域内の臨床研究中核病院に対し、相談を含めた総合的な支援を実施する。

※その他の特例措置等を追加予定

③ 課税の特例

認定区域計画に定められている特定事業を行う法人の所得については、租税特別措置法で定めるところにより、課税の特例の適用があるものとする。

I. 『日本再興戦略』改訂 2015（6 月 30 日閣議決定）に記載した規制改革事項

（遠隔診療や小型無人機等の「近未来技術実証」の推進）

① テレビ電話を活用した薬剤師による服薬指導の対面原則の特例

- ・処方薬について、薬剤師は対面で服薬指導を行うこととされているが、遠隔診療のニーズに対応するため、医療機関や薬局といった医療資源が乏しい離島、へき地について、遠隔診療が行われた場合の薬剤師による服薬指導の対面原則の例外として、国家戦略特区においては実証的に、対面での服薬指導が行えない場合にテレビ電話を活用した服薬指導を可能とするよう、法的措置を講ずる。
- ・あわせて、本特例において、民間事業者等による医薬品の配達が可能であることを明確化するための所要の措置を講ずる。

④ 小型無人機に係る健全な利活用の実現

- ・災害監視・物流等の多様な分野における新産業の創出や国民生活の利便や質の向上等に資する小型無人機について、航空法改正等による運用ルールを早急に整備した上で、健全な利活用の実現、ひいては我が国の成長戦略に資するよう、国家戦略特区に係る区域会議において、随時、追加的な規制・制度改革について民間事業者等から意見聴取を行い、特区制度を活用した新技術実証を速やかに行うための必要な規制・制度改革に取り組む。これらの取組を含め、全国共通の必要な制度改革を不断かつ確実に進める。

⑤ 小型無人機の実証等に関する無線局免許の迅速化

- ・特区内における小型無人機の活用に関する実証実験や、ベンチャー企業等による製品開発等を推進するため、現在の特定実験試験局制度を見直し、混信等の問題を発生させないための調整をよりきめ細かく行うこと等により、免許が可能な範囲として告示する地域を、現在の地方支分部局の管轄区域ごとから市町村単位等ニーズに応じて柔軟に設定するとともに、迅速な手続の下、現在Wi-Fi等で広く活用されている周波数帯であっても、これを活用可能とする。

II. 特区における小型無人機のデモンストレーション

第 6 回近未来技術実証特区検討会にて、小型無人機のデモンストレーションを実施。

○日時：平成 27 年 7 月 19 日

○場所：秋田県仙北市 田沢湖スキー場

○参加者：野波健蔵 千葉大学特別教授、ミニサーベイヤーコンソーシアム会員企業

III. 特区における現在の取組

6 月の成長戦略を受けて、国家戦略特区ワーキンググループにおいて、小型無人機に係る以下の規制改革事項を検討。

- 実証実験等を行うために開設する無線局（実験試験局）に係る免許取得手続きの迅速化。
- 特区事業において、安全性・確実性の確保を前提として「テレビ電話を活用した薬剤師による服薬指導の対面原則の特例」の活用可能性を検討。
- 農薬を従来と同じ濃度等でドローン等でも使用する際、全国措置として申請時のデータ提出が不要であることの明確化。

消防庁提出資料

エネルギー・産業基盤災害対応のための消防ロボットの研究開発

【背景】

- 今後発生が懸念されている南海トラフ巨大地震・首都直下地震の被害が想定される区域には、我が国有数のエネルギー・産業基盤が集積し、大きなリスクが想定。
- 石油コンビナートにおける特殊な災害では、災害現場に近づけない等の課題。

※平成24年9月の(株)日本触媒姫路製造所の爆発火災事故では、死者1名(消防職員)、負傷者36名(うち消防職員24名)の大きな人的被害が発生)



(LPG貯蔵施設の爆発火災)

(H26から継続)

- 最先端のICTやG空間技術(既存の空間情報把握技術等)を活用し、情報収集から放水活動までを自動・自律的に行える消防ロボットシステム(情報収集ロボット、放水ロボット、インターフェイス機器から構成)を研究開発。
- 平成30年度のロボット完成を目指し、以降、順次実用化配備・さらなる高度化
- ドラゴンハイパー・コマンドユニットへの配備を想定

- ◎G空間×ICT活用→精度の高い動作
- ◎人が近づけない現場でも近接活動

【スケジュール】

【H26年度】
詳細設計

【H27年度】
要素技術の試作

【H28年度】
試作機の完成 10

【H29年度】
検証及び改良

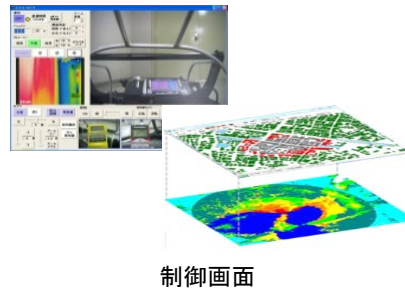
【H30年度】
ロボット完成

【H31年度~】
配備、高度化 1

【ロボットシステムのイメージ】

【インターフェイス機器】
ロボットシステムの制御

- 隊員の判断、指示
- 情報収集ロボットからの情報
- 放水ロボットの活動状況を表示



制御画面

【情報収集ロボット】
自律的に移動し、
情報収集

- 自律的に現場まで移動し、熱画像、放射熱、可燃性ガス等を計測
- 火災現場で活動可能な耐熱性能を確保

【放水ロボット】
自動的に最適位置に
部署し、自動放水

- 火災等へ接近が可能な耐熱性能を確保
- 自動でホース延長し、コンビナート火災に有効な泡放射が可能

飛行型



イメージ

走行型



放水型



イメージ

ホース延長型



協調連携

情報収集ロボット

【飛行型】*



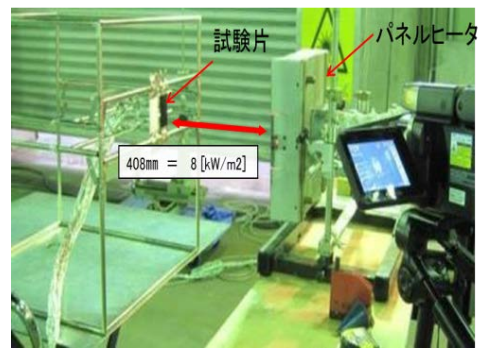
性能検証機



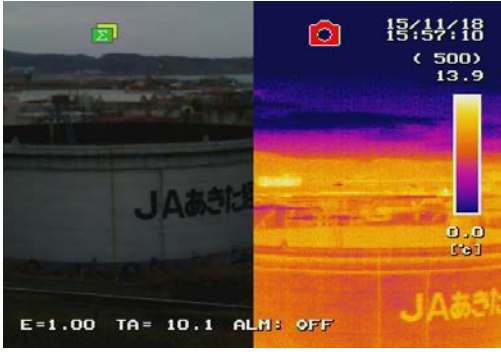
荷重実験機

（特徴）

- 火災現場近傍の上空から、可視光映像、熱画像映像を現場指揮本部へ伝送
- 飛行経路をマップ上で指示すれば、高精度GPS等を用いた自律航行により、目的の場所へ移動可能



耐熱性検証の状況



【研究開発課題と成果】

- 1 情報収集ロボットに用いる材料の耐熱性検証**
想定される輻射熱に対する材料の耐熱性を比較検証し、最適な構成素材を選定し、設計へ反映
- 2 情報収集ロボットの回転翼形式の出力試験**
回転翼の形式による、消費電力量、運動性能等を比較し、最適な型式を選定し、設計へ反映



*) NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)の平成24年度実用化ベンチャー支援事業で開発した機体を基本として研究開発

津波や大規模な土砂災害の被災地の偵察

「要救助者はどこか」「どうやっていくか」「いざというときどこに逃げるか」

【現状】

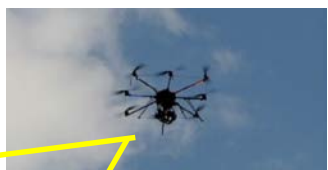
地形や町並みが変わっていて土地勘が働かず、移動も困難
二次災害も

【目標】

状況と地形を現場ですばやく把握出来るシステムの開発

【研究課題】

安全性、簡便性、迅速性



用いている機材の概要

大きさ: 約100cm × 100cm

本体重量: 約3.5kg (バッテリー含む。)

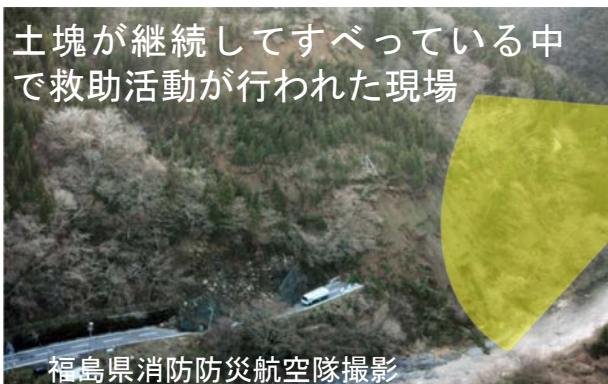
ペイロード: 約2.5kg

飛行制限: 航空法の制限内、平均風速10m/s以下、目視範囲

飛行時間: 約30分

自律飛行、静止画、動画(伝送)、ガス検知器、画像から地図を作成する機能

土塊が継続してすべっている中で救助活動が行われた現場



福島県消防防災航空隊撮影

がけ崩れ現場での搜索救助活動の安全性監視

「再び崩れてこないか？」

【現状】

目視、又は設置に時間がかかり一点の情報しか得られない機器 (離れた場所に配置した機械による遠隔監視手法を開発しているが、地上のため死角が大)

【目標】

すばやく、全体を監視する装置の開発

→ 遠隔監視する機械を無線ヘリコプターに搭載して上空から監視できるようにする。

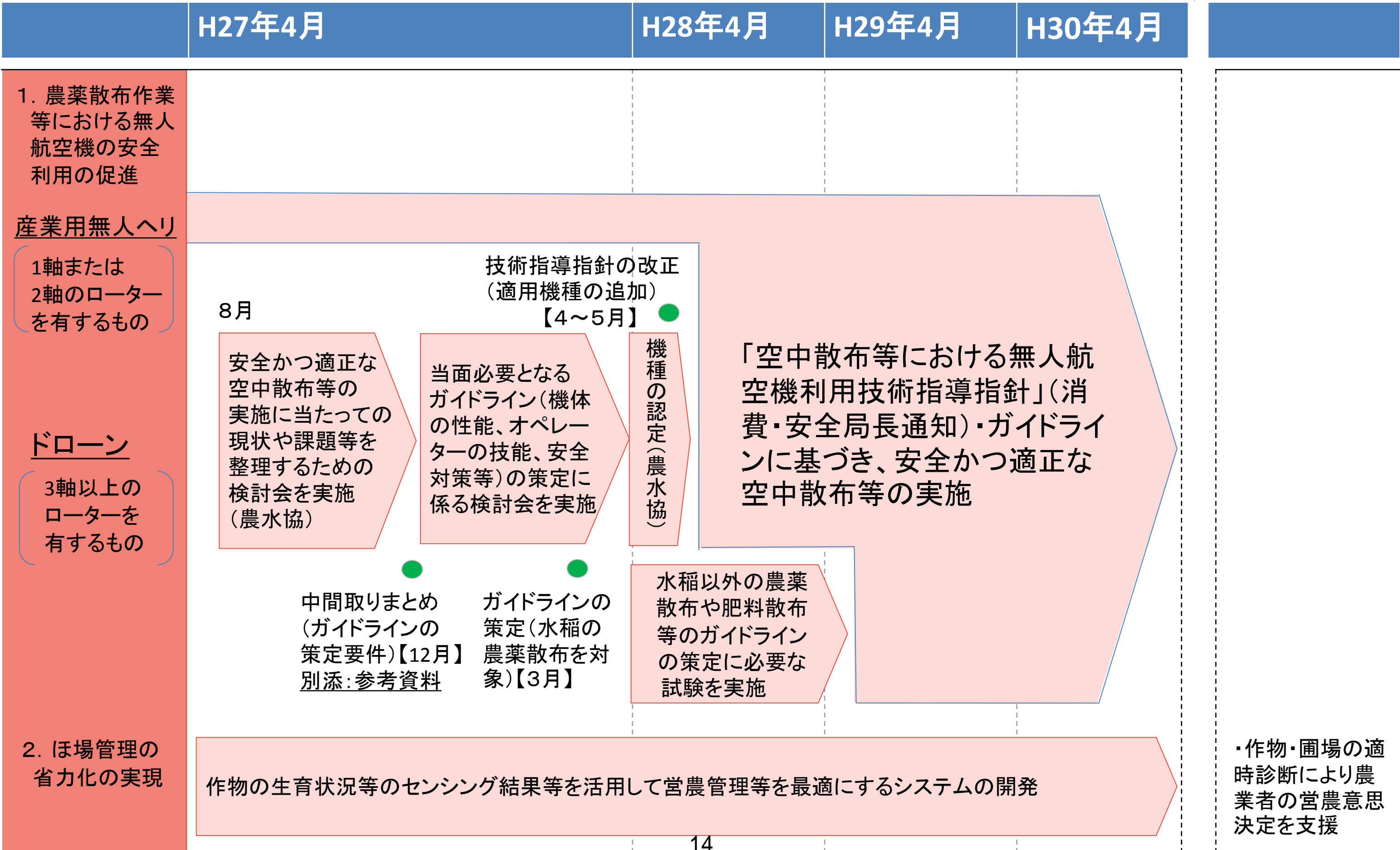
【研究課題】

機体の移動 (振動) と傾斜による誤差の除去、精度の確保、解析速さ。

農林水産省提出資料

無人航空機の利活用と技術開発のロードマップ(仮称)の枠組み(農林水産省)

無人航空機をめぐる
大きな構造変化



新たな農林水産業用回転翼無人航空機の 利用に関する検討会

中間取りまとめ

平成27年12月18日

新たな農林水産業用回転翼無人航空機の
利用に関する検討会

マルチローター式回転翼無人航空機（以下、マルチローターという。）を農林水産業の分野において安全かつ適正に利用していくため、今般、機体の製造者、販売者、使用者等幅広い関係者から、マルチローターの安全かつ適正な利用に当たっての現状や課題等についてヒアリングを行った。

マルチローターの安全かつ適正な利用を進めていくためには、①機体の性能確認、②オペレーターの技能確認、③飛行方法の確認が不可欠であり、今後、機体、操縦者、飛行方法に係る基準の策定に当たっては、次の点に十分に留意し検討を進め、その具体化を図っていくことが必要である。

1 マルチローターに係る基準の策定について

(1) マルチローターの用途

現在のマルチローターでの防除に関するニーズは主として効率性より機動性を求められる中山間での利用である。バッテリーの能力等からも、現在の無人ヘリを代替するだけの能力を持つことは当面見込みにくいことから、マルチローターについては、主に中山間地等狭小圃場で利用されることを前提に基準等の策定を進めることが適当ではないか。

(2) マルチローターの認定・管理の枠組

機体の品質保証等の面から、継続的な販売、整備・点検、教習等を行い得るものを対象とすべきであり、基本的には現在の無人ヘリの枠組みを前提とすべきではないか。

(3) 基準設定の方法

各種基準は、無人ヘリの基準・マニュアルを基本として、マルチローターの特性から独自に設定すべきものは独自に設定するという手順で作業を進めることが適当ではないか。

2 機体の性能確認基準等について

(1) マルチローターの性能確認

① 機体の性能等

- 性能確認の際に求める機体、散布装置の構造、機能等に関する資料は、現在、無人ヘリで求めている資料と同等の資料で良いのではないか。
- メーカーには、マルチローター無人機の販売後の安全上のアフターケア（PL法、リコール等）を行うことが求められている。登録・認定にあたっては、これを要件とすることが必要ではないか。
- バッテリーの容量から1回の飛行時間は10分から15分が限界であり、バッテリーの信頼性（高温、初期不良等）も十分とはいえない状況である。今後、バッテリーの信頼性をどこまで求めるかについて検討を行うべきではないか。
- フェールセーフシステムとしてどの程度のものを求めるかについて検討

が必要ではないか。

② 農薬等の散布性能

全体が軽量なため、ダウンウォッシュが小さく、ドリフトしやすいことや散布装置の性能・ノズルの位置・数等により落下分散のパターンが大きく異なることを踏まえ、散布の均一性をどのレベルまで求めるかについて検討を行うべきではないか。この際、どのようなデータの提出を求めるかについても検討すべきである。

③ その他

- 既に性能確認したマルチローターに新たな散布装置を装着して、認定申請される場合の対応をどうするか。
- 航空法に基づく許可・承認の基準では総重量25kgを境界として求める性能等を変えているが、性能確認に当たってもクラス分けを検討すべきではないか。その際、航空法に基づく許可・承認の基準に従い、25kgを境界とすることが適当かどうかについても検討が必要ではないか。また、適正・効率的な散布を行う観点から、最大離陸重量について下限を設ける必要はないか。

(2) マルチローターの登録・点検整備

- マルチローターについても登録、定期点検の仕組みが必要ではないか。
- マルチローターの整備には特別な整備施設、機材を必要としないため、所有者が個人で整備を行うことも可能であることに留意し、具体的な内容を検討すべきではないか。

3 オペレーターの認定基準等について

(1) オペレーターの認定制度

オペレーターの認定制度は無人ヘリと同様に必要。特に病虫害防除、農薬散布等のための教習・研修については、無人ヘリ教習施設の活用を積極的に検討すべきではないか。

(2) 教習カリキュラム

マルチローターは無人ヘリに比べ操縦が容易であることから、実技カリキュラムは航空法に基づく許可・承認の基準が求める能力を確保できるのであれば、マルチローター製造メーカーの意向を尊重するなど弾力的に対応すべきではないか。一方で、農薬等の散布作業に活用する場合、一般的な操縦に関する技能に加えて、適正に農薬を散布できる技能を習得させることが必要であり、このことに留意しカリキュラムの検討を進めることが必要である。

また、航空法、病虫害防除、農薬散布等に関する学科教習は無人ヘリと同様不可欠であり、今後も実施すべき。

4 運行基準、飛行マニュアル等について

(1) 運行基準

- ダウンウォッシュが少ないため、ドリフトが問題となる。このことを前提に、従来の無人ヘリと同量の散布量を均一に散布できるよう飛行高度、速度及び散布幅を設定する必要がある。特に、飛行高度については、無人ヘリよりも低く設定することが必要である。
- ノズルとローターの位置関係等により、農薬の分散パターンは様々であり、運行基準や飛行方法を定めるに当たっては、このことに十分留意することが必要ではないか。
- また、機体が小さいため、視認距離は無人ヘリより小さいとみるべき。これを踏まえ、散布時のオペレーターとの距離を最大何メートルとすることが適切か検討すべき。
- マルチローターの飛行・散布方法は、無人ヘリとはかなり異なるのではないか。このため、使用者の利便のためにもマルチローター専用のマニュアルを作成すべきではないか。

(2) ナビゲーター

的確、安全な散布のためにはナビゲーター（合図マン）が不可欠である。また、航空法に基づく許可・承認の基準でも、農薬散布等を行う場合には補助者の配置が義務づけられるなどナビゲーターの重要性が高まっている。これらを踏まえ、今後、ナビゲーターの資質確保の枠組みについて検討が必要ではないか。

(参考)

1 委員名簿

	氏名	専門分野	所属役職
◎	東 昭	航空工学	東京大学名誉教授
○	齊藤 茂	航空工学	(独)宇宙航空研究開発機構 チーフエンジニアリング室特任担当役
	宮原 佳彦	農業機械	(独)農研機構生研センター基礎研究部長
	矢吹 毅	航空事故	元国土交通省次席航空事故調査官
	山口 勇	植物防疫	元FAMIC理事長
	吉村 正機	農業一般	元 中国四国農業試験場長

◎ : 座長

○ : 座長代理

(五十音順、敬称略)

2 開催経過

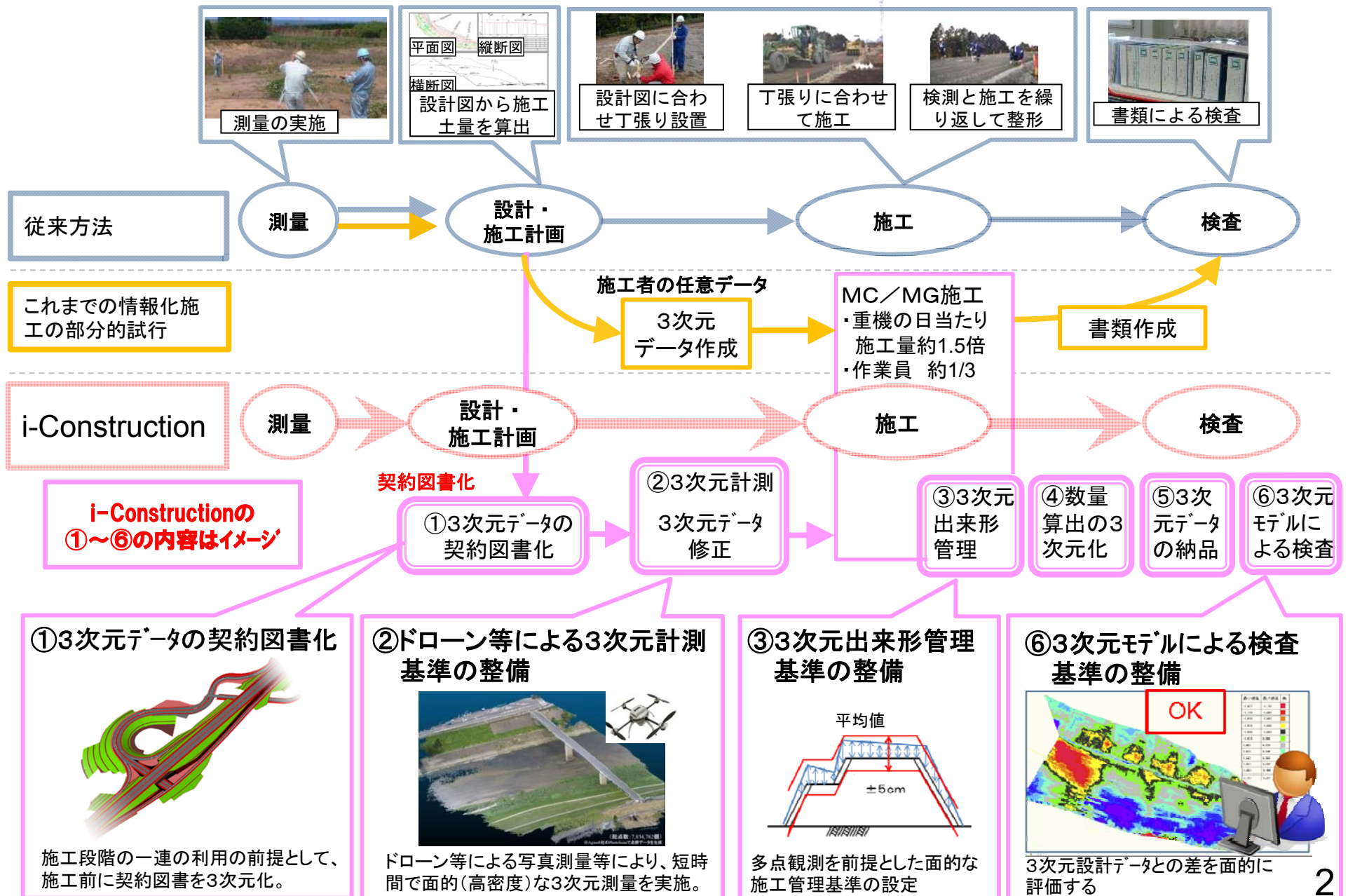
	開催日	主な議題
第1回検討会	平成27年8月24日	マルチコプターの開発・普及の状況等
第2回検討会	平成27年10月7日	マルチローター式無人機操縦経験者からのヒアリング等
第3回検討会	平成27年11月11日	マルチローター式無人機の開発・販売等の現状について(ヒアリング)等
第4回検討会	平成27年12月17日	中間取りまとめについて等

国土交通省国土地理院提出資料

i-ConstructionとUAV測量について

平成28年2月

ICT技術の全面的な活用(土工)の実施内容

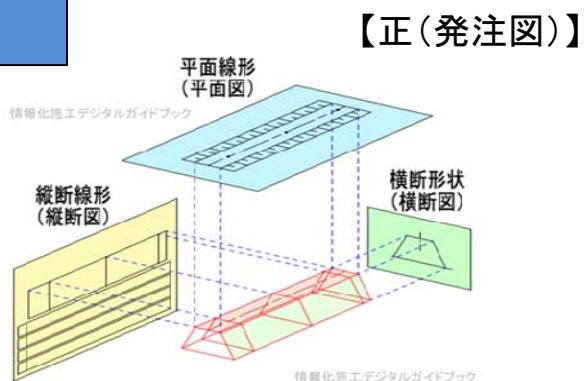


①3次元データの契約図書化(案)

3次元データによる施工・管理・検査を前提として、3次元設計データを契約図書に位置づける。
 ⇒変更協議として実施する。

- 設計図(縦横断面図)と同じ情報を含むことが確認された面的データを施工管理の基準とできる。
 ⇔面的(設計/出来形)な3次元データの定義と適用範囲の明確化
- 面的な設計データを用いて設計数量を算出できる。
- 面的な竣工データ(点群計測データ)を用いて出来形および出来高算出をできる。
 「出来形数量の計算は設計数量ではなく、出来形数量を用いて算出」とすることを検討

従来



<突合>

(様式-1)

工 事 名: _____ 平成 年 月 日
 発注会社名: _____
 作成 者: _____ 印

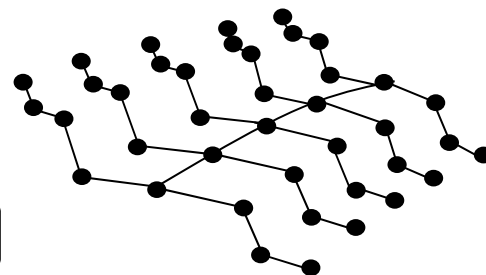
基本設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック 結果
1) 基礎の上げ 工事基準点	各点	・監理職員の指示した基準点を使用しているか? ・工事基準点の名称は正しいか? ・距離は正しいか? ・水準点の位置は正しいか?	
2) 平面線形	各延長	・変位値(横断位置)の距離は正しいか? ・各延長間の接点・交差は正しいか? ・各延長の距離は正しいか?	

※1) 基礎の上げ工事のみの場合、基礎点の位置は必ずしも正確であるとは限りません。

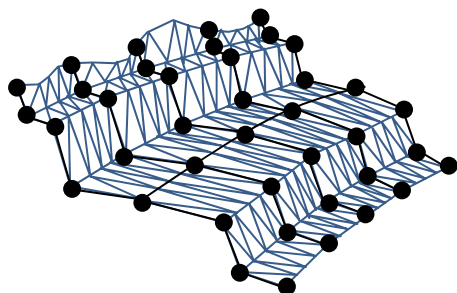
チェックシートの提出・受理

【TS出来形につかうデータ】



i-Construction工事

<突合+変更協議>



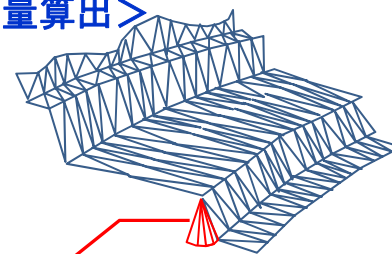
2次元図面と同一性が確認できる面で構成された3次元設計データ。
 【MC, MGで利用されているTINデータ(仕上げ時利用)と想定】

【正の設計図とする】

面的出来形管理に利用

契約図書化のイメージ

<数量算出>



管理対象外箇所は竣工データを出来形とする。

②3次元計測基準の整備(案)

利用目的に応じて求められる3次元座標の取得基準を用いる。
 ⇒計測機器の精度、取得点数の密度、データの処理手順を定める。

i-Construction工事

3次元計測方法のイメージ

用途と要求性能のイメージ

用途

×

要求性能

- ・起工測量
- ・出来形管理
(面的管理)
- ・部分払い数量算出

【要求性能】

- ・精度:
 $\sigma = \pm \bullet \text{cm}$
- ・密度:
1点 / $\bullet \text{cm}^2$

【要求性能】

- ・精度:
 $\sigma = \pm \bullet \text{cm}$
- ・密度:
1点 / $\bullet \text{m}^2$

ツールの選択

×

データ処理手順

UAV

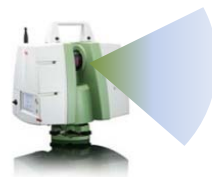


【空撮⇒写真測量】

【計測手法】

- ・高度 $\bullet \text{m}$ 以内で測定
 - ・評定点を $\bullet \text{m}$ 毎設置
 - ・写真ラップ率 $\bullet \%$ 以上
- 【精度確認手法】
- ・検証点を設け座標較差で比較 等

レーザースキャナ



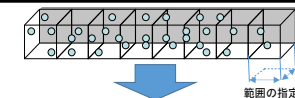
【計測手法】

- ・ $\bullet \text{m}$ 間隔で測定
- 【精度確認手法】
- ・既知点の1基線長で比較 等

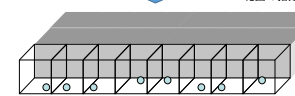
オリジナルデータ



グラウンドデータ



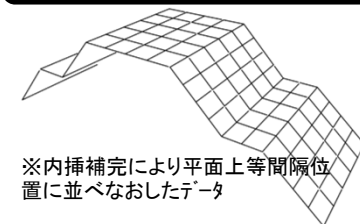
範囲の指定



※地表面以外を削除



グリッドデータ

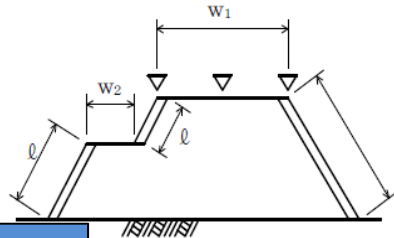


※内挿補完により平面上等間隔位置に並べなおしたデータ

③3次元出来形管理基準 (出来形管理基準改訂)

3次元計測により計測された多点情報により、効率的な面的施工管理を実現。
 ⇒従来と同等の出来形品質を確保できる面的な管理基準・規格値を定める。

従来 既存の出来形管理基準では、代表管理断面において長さ、高さを測定していた

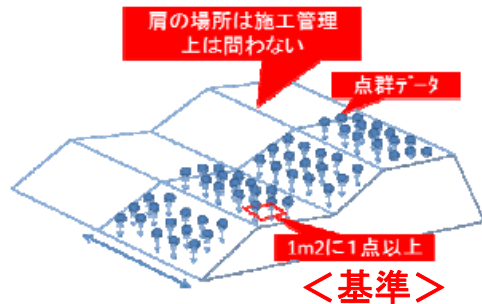


例) 基準: ・測定・評価は@40m
 規格値: ・-10cm < W
 ・-5cm < H < 5cm
 ・-10cm < L

i-Construction工事

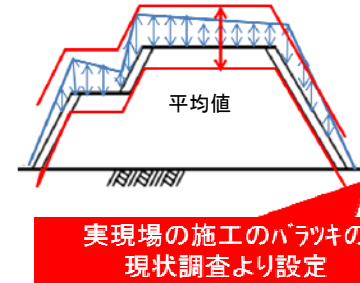
UAVの写真測量等で得られる面的な竣工形状を面的に評価出来るようにする。

基準改訂のイメージ



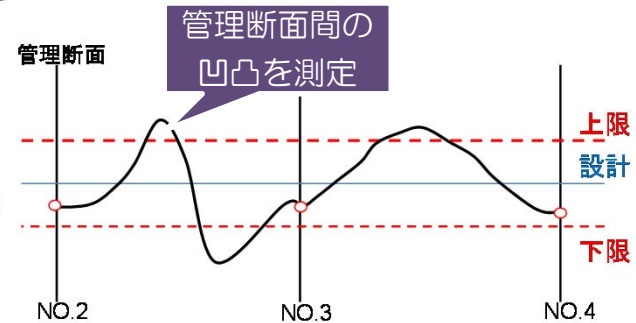
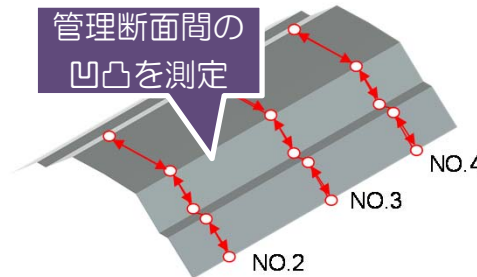
<規格値>

天端面
 平均値: ±●mm
 最大: ±●mm
 法面:
 平均値: ±●mm
 最大: ±●mm



施工実態を踏まえた規格値検討

施工現場での実態から、面的な施工精度(バラツキ)を測定し、実現性を確保する。

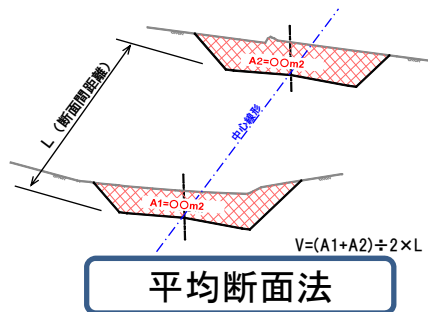


④数量算出の3次元化(案)

管理断面以外の位置を特定しない多点計測の取得結果を利用した数量算出を実現する。
 ⇒数量算出方法を定める。

従来

従来は平均断面法による体積計算、三斜法による面積計算が標準として利用されている。



平均断面法

横断面図の作成

寸法の計測

4. 体積の計算(H27.4改訂版)

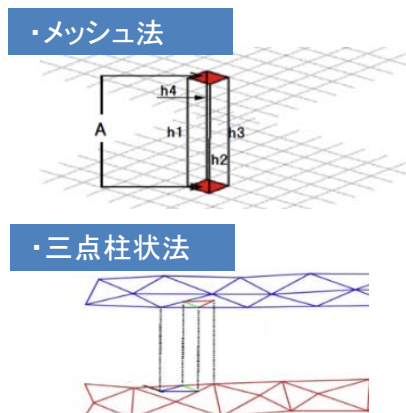
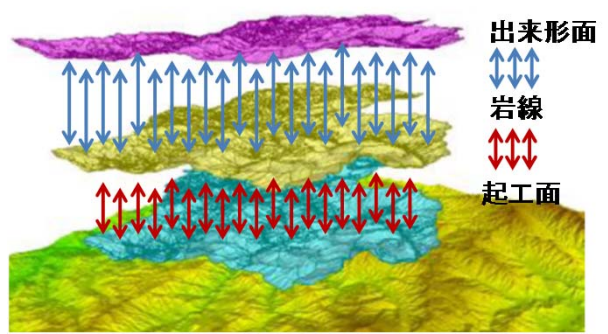
- (1) 体積の計算は数学公式によるほか、両断面積の平均数量に距離を乗じる平均断面法により算出する。
- (2) 上記(1)によることを原則とするが、**CIM試行**においては、CADソフト等による算出結果について、**適宜結果の確認**をしたうえで適用できるものとする。

計算方法の規定がない

i-Construction工事

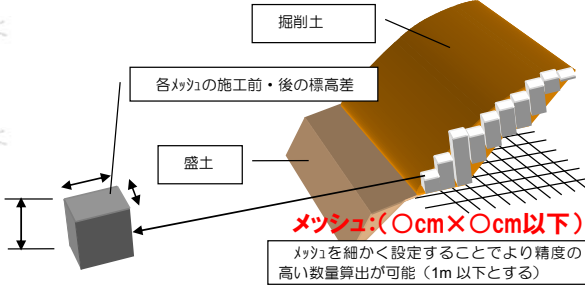
積算区分別にサーフェスを形成した上で、3DCADの土量算出機能で算出

<多点群から作成した面>



数量算出のイメージ

※CADソフトの算出結果を適宜確認して適用



※メッシュ法のイメージ図

⑤ 3次元データでの納品

取得した3次元施工データをそのまま利用できる納品方法を実現する。
 ⇒3次元設計データと3次元管理結果(画面設計)、計測データの納品仕様を定める。

従来

紙面での判断が容易な整理形式(帳票:PDF)

様式-31 出来形管理図表

工種 _____
種別 _____

測点									
設計値との差									
測定項目	規格値			測定項目			規格値		
測点又は区別	設計値	実測値	差	測点又は区別	設計値	実測値	差	測点又は区別	設計
平均値									
最大値									
最小値									
最多値									
データ数									
標準偏差									



i-Construction工事

3次元設計データの仕様

3次元計測データの仕様

納品データのイメージ

X, Y, Z, Time
 139.6, 35.8, 45.0, 20150731120000
 OO, OO, OO, 日付, 時間
 OO, OO, OO

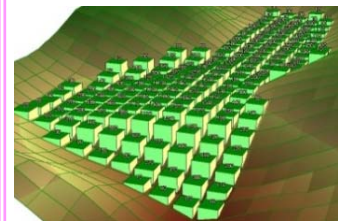


出来形管理結果確認システム

将来的には, ASPで確認出来る様にシステム整備

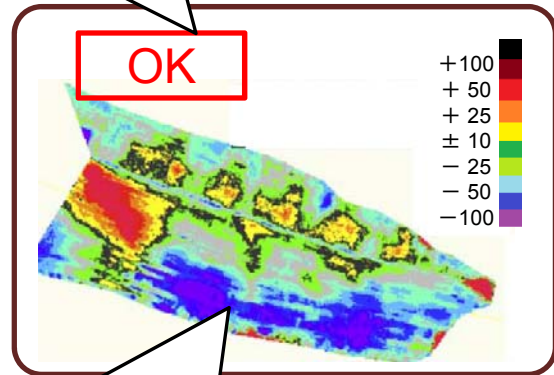
<多点群から作成した面と3次元設計面の比較>

規格値を満たしているかも自動判定(将来)



↑3Dモデル表示

上面からの表示→



出来形管理図表の折れ線グラフに相当する、設計との差を可視化したヒートマップ(出来形展開図に代わる物)

⑥3次元モデルによる検査(基準改訂)

3次元データの活用により検査の省力化と、納品される3次元データを用いた図や資料作成を省力化する。⇒システムを利用した納品データの描画による判定など

i-Construction工事

検査のイメージ

○3次元データでの納品・検査により、省力化すべき事項(図化や出来高部分払い時の出来形等)を改訂

多点観測機器を用いた出来形管理の監督・検査要領(新規策定)

- ・3次元データを活用した検査の手法を規定
- ・以下の要領の上書き改訂を規定



地方整備局土木工事検査技術基準

- ・実地による出来形検査の簡略化(3次元データを活用した検査への対応)
- ・検査項目(幅、基準高、法長)、密度の規定の改正

部分払における出来高取扱方法(案)

- ・施工の途中段階で出来高に計上する場合に、3次元データのみで、出来高算出値の大部分を出来高として認める旨を明確化

既済部分検査技術基準(案)同解説

- ・実地による出来形検査の簡略化(3次元データを活用した検査への対応)
- ・検査項目(幅、基準高、法長)、密度の規定の改正

i-ConstructionにおけるUAV測量マニュアルの位置づけ

目標：小型無人航空機（UAV）による測量マニュアル（案）及び安全基準（案）を新たに整備し、設計・施工の各工程で活用できる測量データを用意することで、生産性の向上を図る。

従来の測量手法

従来の測量機器やGPSを利用した現地測量

- 比較的狭い範囲の図面整備向け
- 手作業が多く、時間がかかる



有人航空機を利用した空中写真測量

- 広範囲の図面整備向け
- 機械経費が巨大



小型無人機の登場

- 必要な時に、容易に空中写真を撮影
- 自動処理等、測量の省力化に貢献



小回りが利く

狭い範囲でスケールメリットが利く

機械経費がかからないのでコストダウン

生産性の向上

基準の整備

小型無人機を利用した空中写真測量

- 数値地形図データ作成
- 3次元点群データ作成



作業マニュアル(案)

- 標準的な精度が要求される場合の測量作業方法を具体的に明示
- 測量技術者ならば、異なる要求精度であっても対応できるような柔軟性を保持



公共測量に最適化した安全基準(案)

公共測量での利用促進



民間測量会社539社中155社（29%）が小型無人機を保有（国土地理院調べ）

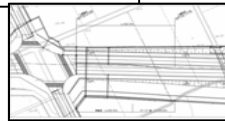


- 図面作成：現地測量、写真測量、地図データ修正
- 工事関係：土量算出、進捗・完成写真撮影

地図データの修正



情報化施工、土量算出



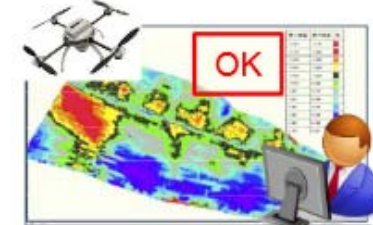
道路台帳図

UAVによる3次元測量



ドローン等による写真測量による面的な3次元測量を実施

土木施工での活用



設計、施工、維持管理の各工程で活用できる測量データを提供

スケジュール：平成28年3月 マニュアル(案)、安全基準(案)の公表
平成28年4月 マニュアル(案)の説明会

効果

- 航空機による撮影は気象条件の制約が大きいが、UAVによる撮影は曇天でも撮影可能のため、必要な成果が短時間に得られる。
- 出来形管理に活用することにより、これまでTSにより個々に測量していたものが、短時間の撮影で現況把握が可能になる。

測量分野におけるドローンの活用

操作技術と安全管理

- 航空法の改正、航空法施行規則の改正に対応
- 「無人航空機の飛行に関する許可・承認の申請・審査要領」の制定に対応

(参考)2015年5月に(一社)日本写真測量学会が、小型無人機の安全運航に関する手引きを公開

- ・ 測量会社が定める安全基準のひな型
- ・ 道路工事等の局地的範囲の測量を想定

※一般社団法人日本写真測量学会HP
<http://www.jsprs.jp/>



以下の取組を進める

- ・ 国や地方公共団体等が実施する**公共測量に最適化**した安全基準(案)の作成
- ・ 公共測量を実施する関係機関(民間測量会社、地方公共団体等)への周知



既存の手引きや測量分野での利用実態等を参考

測量分野におけるドローンの活用(災害時での利用)

- 人の立ち入りが困難な場所の状況把握
- 撮影した空中写真や動画を関係機関に直ちに情報提供。地理院地図でも迅速に公表


固定翼による撮影

● 接近が困難な火山活動の状況把握


無人航空機(UAV)による
口永良部島噴火後の全島写真

撮影日時: 平成27年11月18日 14:15
撮影機: 口永良部島
撮影機高: 約1,200m

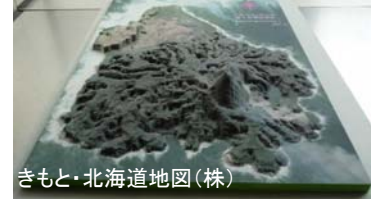


(口永良部島) (西之島)

3次元モデルにより立体的に
現状を把握



3Dプリンターで利用できる
データの公開



きもと・北海道地図(株)

マルチコプターによる撮影

● 水害の被災直後の状況把握




(平成27年9月関東・東北豪雨鬼怒川の破堤箇所)

※鬼怒川では破堤から約4時間後の時点の映像を関係機関に提供

● 地すべり箇所の状況把握

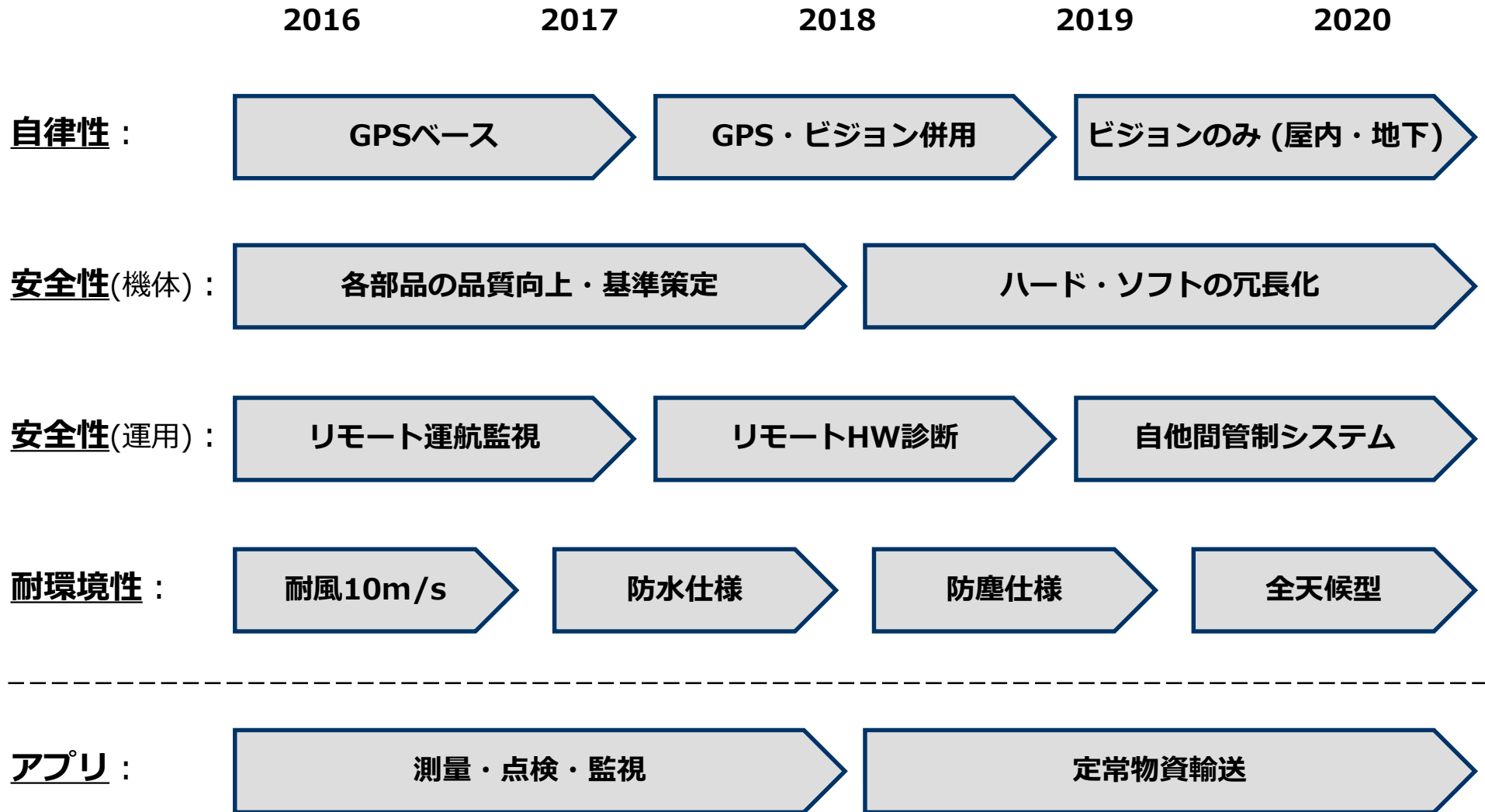



(山形県戸沢村 地すべり発生箇所)

今後も、人の近づけない危険箇所における防災や災害対応への活用を継続して行う

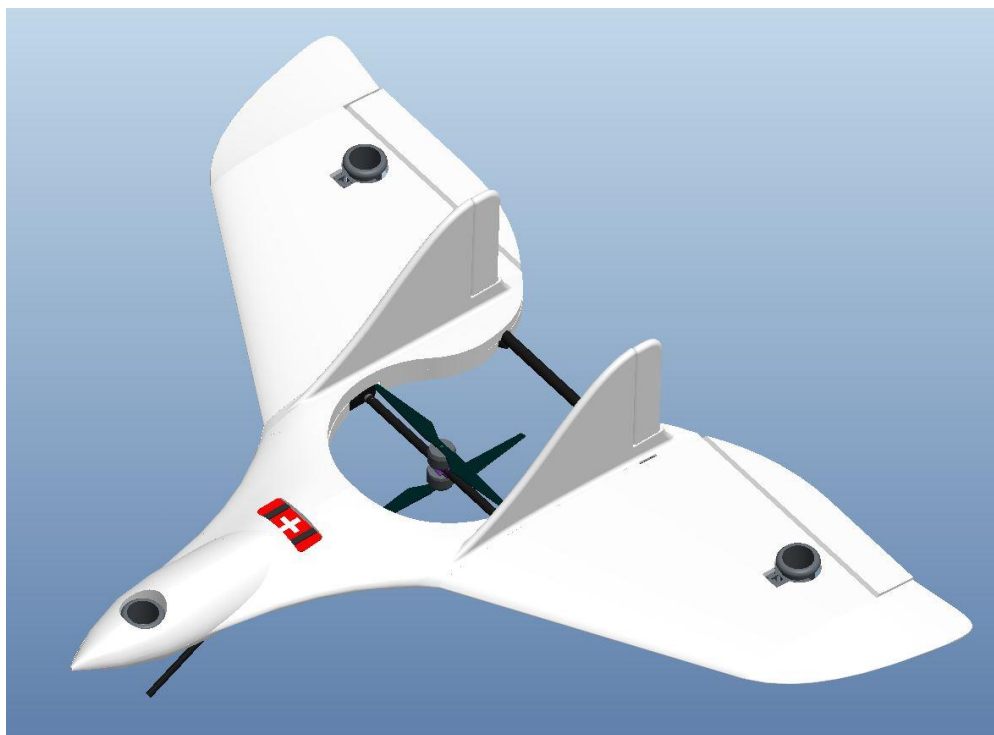
エアロセンス株式会社提出資料

エアロセンス 普及機：技術・アプリのロードマップ（目安）



参考) VTOLの活用事例

◆ まずは、災害時等の緊急物資輸送（薬・通信機等）と、現地状況把握に適用可能。



例) 被災地への緊急物資輸送



例) 離島部への速達輸送

経産省・日本ロジスティクスシステム協会「平成27年度次世代物流システム構築事業費補助金」

(一社)日本航空宇宙工業会提出資料

無人航空機の一般空域運航を実現するための安全性・信頼性向上技術のロードマップ案

平成28年2月15日
一般社団法人日本航空宇宙工業会

		2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030
国際動向		適用期			統合期		完全な統合	
<区分>	<項目>	<概要>						
信頼性確保 (落ちない・壊れない)	無人機用耐空性基準 型式証明	無人航空機用の耐空性基準の明確化(任務と基準のレベル整合)						
	耐環境性確保	航空機水準で設計・製造された無人機用小型装備品開発						
	C2リンク	無人機専用のデータリンクシステム構築						
	地上装置標準化	管制切替技術 複数無人機同時管制技術 航空交通管制(ATC)との接続						
	無人機運航管理	我が国のスタンダードとなる運航管理(UTM)システム構築						
	サイバーセキュリティ	乗っ取り防止技術						
安全性確保 (壊れても危害与えない)	空中衝突回避 (予防安全)	ステレオカメラによる衝突回避技術・対地接近回避			技術実証		認証	
		次世代航空管制システムとの統合化技術			技術実証		認証	
		無人機運航管理システムによる対地衝突回避技術			技術実証		認証	
	空域逸脱防止	C2リンク喪失 ⇒ 自律飛行管理(自動帰投・自動緊急着陸等) GPS喪失 ⇒ 複合航法/画像ジャイロ/地上基地局による位置特 機器故障 ⇒ フェイルセーフ 設計			技術実証		認証	
墜落被害軽減	カメラ等搭載センサによる第三者への衝突回避 衝撃軽減(エアバック・パラシュート)技術			技術実証		認証		

(国研)宇宙航空研究開発機 提出資料

視程外/有人地帯運航における課題について

- 物流をはじめ様々な用途における小型無人機の利用促進～発展には、操縦者の『視程外』及び『有人地帯』(人口集中地区上空)における運航が不可欠。
- これらを実現するための技術開発及び環境整備における主な課題を整理した上で、特に『視程外』運航を目指したJAXAの取り組み例を紹介する。

平成28年 2月15日

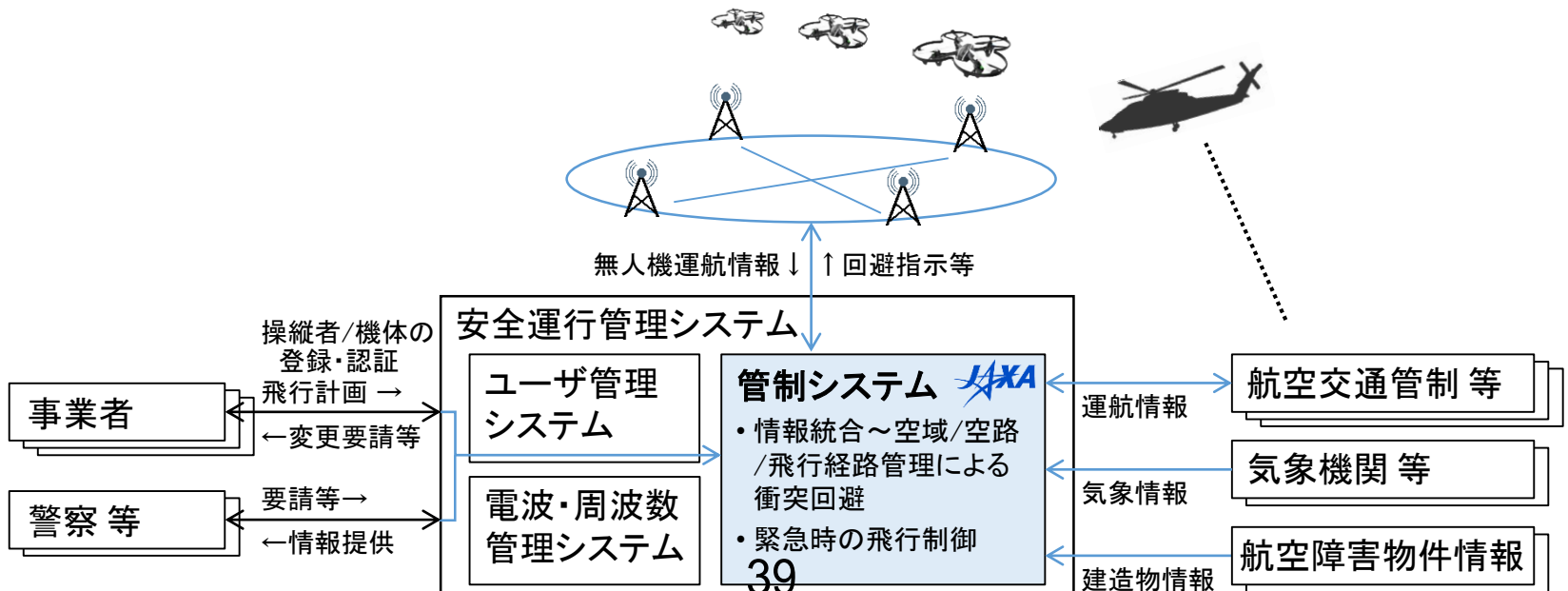
国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 航空技術部門

視程外運航における課題と取り組み例

- 以下を実現する必要がある。
 - 他の無人機や有人航空機、地形/建造物、悪天候等との衝突回避 (Detect And Avoid, DAA)
 - 視程外で発生する非常事態への適切な対応
 - 見通し外C2通信の確保 (C2: Command and Control)
- 衝突回避 (DAA) には、
 - 各種無人機の性能標準等にもとづく運航ルールが必要
 - 現状では機上センサ単独による障害物検知は困難であり、地上システム (管制システム※) による支援が必要

※管制機能とユーザ管理及び電波・周波数管理機能を統合した「安全運行管理システム」構想

- 無人機の安全な運航を支援するために不可欠な社会インフラとして、東京大学鈴木教授を中心とする産学官勉強会で検討中
- 3年程度でプロトタイプを開発・実証、以降は技術開発及び環境整備に応じて段階的に機能向上し、より効率的な運航を実現



(参考) 日本全体で取り組むべき視程外運航に必要な課題

実現すべき機能	必要な法規制・制度整備	必要な技術開発 (官民/関係機関が連携して取り組むべき基盤的技術課題)
衝突回避(DAA)	衝突回避のための運航ルール/技術基準 飛行性、操縦性等の標準化(性能標準) 航空交通管制、航空スポーツ団体等との連携 地形/建造物データベースの整備・標準化 耐風性等の性能指標、試験方法の標準化	運航管理・管制技術(間隔設定、衝突条件判断、 回避軌道生成等) 運航シミュレーション技術 機上センサ技術 高精度航法技術 耐風性等の性能評価技術
非常事態への対応	非常時対応運航ルール/技術基準	耐故障制御技術、非GPS航法技術 安全な飛行中断技術
見通し外通信の確保	通信性能・信頼性に関する技術基準	衛星通信、公共ネットワーク等を用いた通信技術 伝送遅延等を補完する運航管理・管制技術

(参考) 米国NASAによるUTM (UAS Traffic Management) 計画

- 小型無人機(small UAS)の低高度飛行を管理するための一連のシステム(ソフトウェア、サービス、プロトコル、人員、設備、規則)を包括した概念
- NASA Ames研究所の航空交通管制部門が中心となり、大学や民間企業が参加することで、多種多様なUASに関する実証データを得る計画
- 短期目標(5年): 安全性が確保されたUASの低高度運航の初期段階の実証
- 長期目標(10-15年): 自律化技術を最大限に適用することで、将来増加するであろうUAS運用において高度な安全性と効率、交通容量の最大化を実現
- Build 1-4 の4段階に別れており(右図参照)、各段階において実証試験が行われる予定

<p>BUILD 1 (AUGUST 2015)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reservation of airspace volume • Over unpopulated land or water • Minimal general aviation traffic in area • Contingencies handled by UAS pilot • Enable agriculture, firefighting, infrastructure monitoring 	<p>BUILD 3 (JANUARY 2018)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beyond visual line-of-sight • Over moderately populated land • Some interaction with manned aircraft • Tracking, V2V, V2UTM and internet connected • Public safety, limited package delivery
<p>BUILD 2 (OCTOBER 2016)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beyond visual line-of-sight • Tracking and low density operations • Sparsely populated areas • Procedures and "rules-of-the road" • Longer range applications 	<p>BUILD 4 (MARCH 2019)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beyond visual line-of-sight • Urban environments, higher density • Autonomous V2V, internet connected • Large-scale contingencies mitigation • News gathering, deliveries, personal use

(参考) 日本全体で取り組むべき有人地帯運航に必要な課題

- 墜落、衝突等により地上(水上)の人やものに危害を与えないことが目標となる。絶対に墜落しない無人機を実現することは現実的ではなく、信頼性管理が重要。関連する技術標準等の整備やデータ蓄積等を通じて信頼性向上を図る必要がある。機体故障による墜落を操縦者の技量によって回避できるケースは必ずしも多くないが、機体の飛行/操縦限界や適切な非常時対応など安全確保の方法論を操縦者が理解、体得していることを担保するという意味で、操縦者認証も重要。
- 一方、墜落することを前提に、墜落した場合の人身に対する危害を低減する技術、火災等の二次災害を防止する技術も必要となる。
- これらを総合し、飛行が可能な場所の制限等と対応させて、全体として一定の安全性を確保することが、短～中期的に目指すべき方向性とする。そのために、全体として保証すべき安全性のレベルを適切に設定し、それに基づいて安全性・信頼性標準を確立することが必要になる。

実現すべき機能		必要な法規制・制度整備	必要な技術開発 (官民/関係機関が連携して取り組むべき基盤的技術課題)
墜落の防止	機体の安全性・信頼性向上	機体認証制度 安全性・信頼性標準	安全性/性能(耐風性等)評価技術 信頼性管理技術 主要部品の信頼性向上
	操縦者の技量確保	操縦者認証制度	
墜落時の安全確保	衝突安全性向上	衝突安全に関する技術基準	衝突安全性評価技術 減速/衝撃緩和デバイス技術
	二次災害防止	関連する安全技術基準	燃料・バッテリー等の保護/発火防止技術
その他		事故等報告制度	

(国研) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 提出資料

小型無人航空機に関する NEDOの技術開発等の取り組み

平成28年2月15日
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)

「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」

事業の内容

事業の概要・目的

- 橋・トンネル等社会インフラや石油プラント等産業インフラは、今後、建設後50年を経過するものが加速度的に増加する等、それらの老朽化に対する十分な資金と高度な維持管理の専門知識を有する人材の不足が大きな課題。そのため、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・更新等を図ることが必要。
- 本事業では、的確にインフラの状態を把握できるモニタリング技術（センサ開発、イメージング技術、非破壊検査技術）、点検・補修を行うロボット等の開発を進める。

予算規模

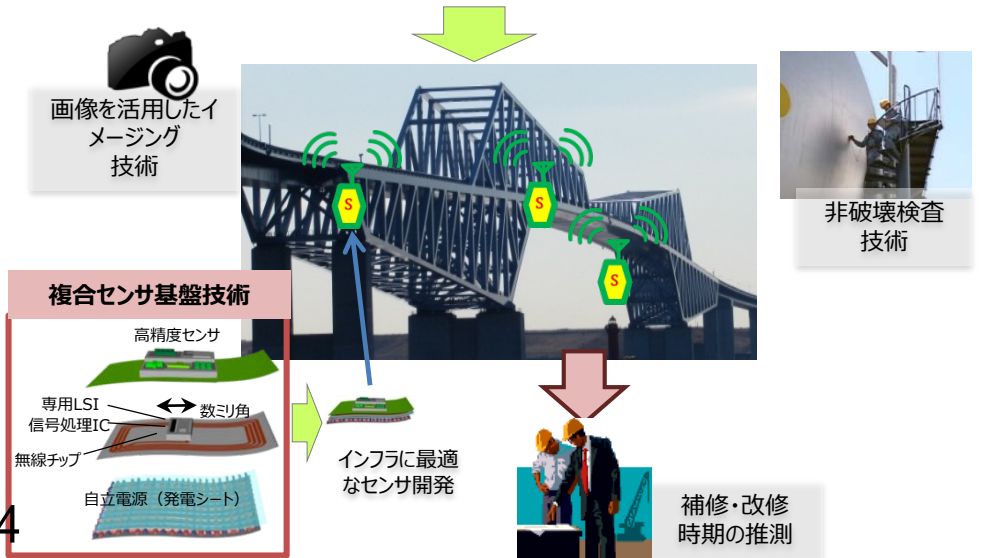
平成27年度予算額 19.2億円

実施スキーム



事業イメージ

- ① **インフラの状態モニタリング技術開発**（平成26～30年度）
 （例）複合センサ基盤技術、検出部の高機能化技術、画像を活用したイメージング技術、非破壊検査技術
- ② **インフラ点検・補修用ロボット技術開発**（平成26～29年度）
 （例）人が到達困難な場所へ点検・補修機器を搭載して移動する小型移動ロボット、防爆・防水・防塵化ロボット
★無人航空機に関するテーマ（画像取得3件）含む



福島イノベーション・コースト構想・ロボットテストフィールド関連「各種ロボットの性能評価手法等の開発」

• NEDOプロジェクト基本計画イメージ

1. 研究開発の必要性

各種ロボットは適切な性能や安全性を備えることが必須。このため、ロボットによる市場創出に向けては、ロボットの性能を、見極め、保証する仕組み作りが必要。本事業では性能や操縦技能等に関する評価基準やその検証手法の確立のための研究開発を行う。

2. 研究開発の具体的内容

対象ロボットは、「①無人航空機を活用した流通分野」、「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」とし、分野毎にロボットによる各種試験を行い、その結果データを基に、求められる性能レベル等を把握し、最適な性能や操縦技能等に関する評価基準やその検証手法の確立のための研究開発を行う。

3. 達成目標

各種ロボットの運用に必要とされる性能や操縦技能等に関する評価基準やその検証手法を明らかにする。

• 事業期間・予算規模

事業期間：平成28～29年度 予算規模：約2億円（平成28年度）

• 今後のスケジュール（予定）

- | | |
|--------|---|
| ・3月上旬頃 | 事業委託先の公募予告開始、NEDOPOST（プロジェクト基本計画案パブリックコメント）開始 |
| ・4月上旬頃 | 事業委託先の公募開始、NEDOプロジェクト基本計画公開 |
| ・5月上旬頃 | 公募締切 |
| ・6月下旬頃 | 採択決定、事業開始 |

事業の内容

事業の概要・目的

- インフラの維持管理に関わるニーズと技術開発のシーズとのマッチングを重視し、新しい技術を現場で使える形で展開し、予防保全による維持管理水準の向上を低コストで実現させることを目指します。
- これにより、国内重要インフラを高い維持管理水準に維持するだけでなく、魅力ある継続的な維持管理市場を創造するとともに、海外展開の礎を築きます。

事業期間

平成26年度～平成30年度（5年間）

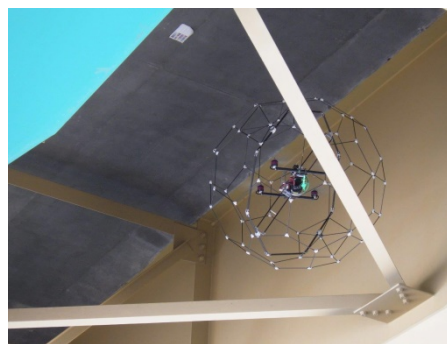
実施スキーム



プログラムディレクター（PD）：横浜国立大学 藤野 陽三 特任教授

NEDO担当項目

- **研究開発項目（1）点検・モニタリング・診断技術の研究開発**
 - (B) 点検・診断技術の実用化に向けた研究開発
 - (C) モニタリングシステムの現場実証
- **研究開発項目（2）構造材料・劣化機構・補修・補強技術の研究開発**
 - (D) 構造物の補修・補強・更新に関する個別材料技術の研究開発
- **研究開発項目（3）情報・通信技術の研究開発**
 - (B) インフラの多種多様なセンシングデータを処理・蓄積・解析する技術の開発
- **研究開発項目（4）ロボット技術の研究開発**
 - (B) 維持管理ロボット・災害対応ロボットの開発
 - 〔1〕維持管理ロボット
 - ★無人航空機に関するテーマ（打音検査3件、画像取得1件）含む
 - 〔2〕災害対応ロボット



受動回転球殻ヘリ



スパイダーコプター

DJI Japan提出資料

2016年2月15日

無人航空機の利活用拡大に向けた取り組み

DJI JAPAN 株式会社

1. 農林水産業

①農薬散布（2016年実証実験、2017年頃導入）

- ・無人航空機の活用によって、3D（不衛生、危険、退屈）から生産者を解放

<技術開発>

- ・1時間に7～10エーカー（約2.8～4ヘクタール）散布可能な防水防塵機の導入、農薬散布の能力向上

↓

②スマート農業としての展開（2016年から導入、2017年頃本格導入）

- ・農作物の生育状況の把握（低空からのリモートセンシング）
- ・省力的な圃場管理の実現
- ・作業の効率化、収量の確保

<技術開発>

- ・赤外線画像技術の活用

2. 環境調査

○鳥獣被害の軽減対策、シカの生息状況調査（2016年から実証実験、2017年頃～本格導入）

<技術開発>

- ・赤外線画像技術の活用

3. 事故・災害対応

○事故・災害時の情報収集、分析のための俯瞰映像（2016年から順次導入）




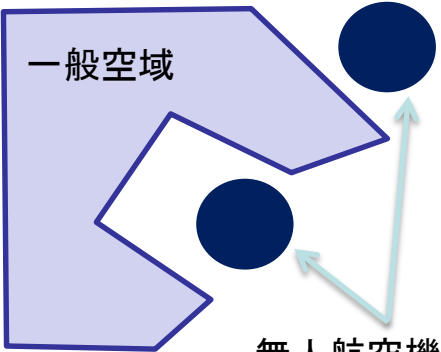
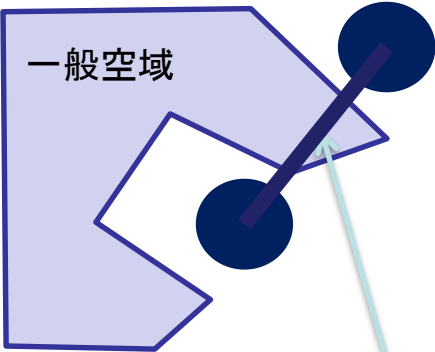
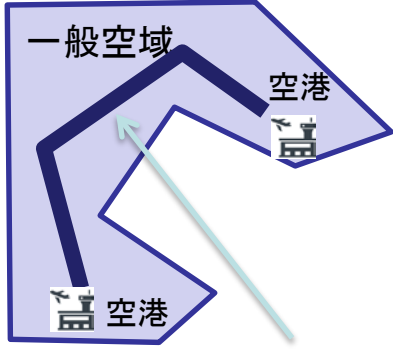
<技術開発>

- ・防水防塵機能の活用

日本産業用無人航空機協会 提出資料



無人航空機の利用促進におけるポイントは安全性と信頼性の確保である。2016.2.15
 安全性は、「地上の第3者への安全性」と「有人航空機の安全に悪影響を与えないこと」。更には「無人航空機同士の衝突回避」

ステップ	STEP-1(2018年頃)	STEP-2(2020-2025年)	STEP-3(2030年)
想定される運用例	<ul style="list-style-type: none"> ● 一定地点の監視・撮影 ● 拠点内(工場等)での物流 ● 農薬散布 ● ホビー 	<ul style="list-style-type: none"> ● 一定区間の監視・撮影(送電線/パイプライン) ● 一定区間の物流(離島への輸送) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 広域継続的な監視・撮影(外洋上の監視) ● 空港間の物流(海外への空輸)
第3者上空飛行	飛行しない	飛行する	飛行する
有人航空機との共存	共存しない (無人航空機専用空域)	限定的に共存する (限定的に一般空域を運行)	完全に共存する (一般空域での運行)
想定する無人航空機の規模	比較的小さな無人航空機 	比較的大きな無人航空機 	有人航空機並み 
運用空域イメージ	 <p>無人航空機専用空域</p>	 <p>無人航空機飛行経路 (一部は一般空域内)</p>	 <p>無人航空機飛行経路 (離着陸も一般空港)</p>



技術課題を整理した一例を以下に示す(技術課題についてはICAO/FAA等の資料を参考に設定)。
尚、これらは無人航空機の運行に係る共通技術を記載したものであり、別途、個別任務実現に必要なとなる技術課題がある。

凡例 △:既存技術の適用、○:技術開発が必要、◎:革新的技術が必要、NA:適用外、←:前ステップで実現済

技術課題		STEP-1	STEP-2	STEP-3
機体	地上の衝突被害軽減技術	△	○	NA
	安全基準の策定	△ (無人機独自の基準)	○ (有人航空機と一部共通化)	○ (有人機とほぼ同様)
データ リンク	無人機専用 見通内通信技術	△	←	←
	無人機専用 衛星通信技術	NA	△	←
	通信途絶への対応技術 (通信の信頼性確保・冗長切替など)	△	○	◎
運行管理	無人機専用の空域管理技術	○	←	NA
	空域逸脱 防止技術	○	←	NA
	衝突回避 技術(地上装置)	△	○	←
	衝突回避 技術(機上装置)	NA	○	◎
	既存の航空管制システムとの接続技術	NA	○	◎
	複数無人機の同時管理技術	△	○	◎
	地上装置間の管制切替技術	NA	○	←
	一般空港での運用対応技術	NA	NA	◎
通信途絶時の自律飛行技術 (自動帰投・自動着陸等)	△ 51	○	◎	

ミニサーベイヤーコンソーシアム 提出資料

自律飛行制御技術の課題

産業用ドローンが実現すべき課題

- 1) 耐強風環境下飛行 → 20m/秒程度の風速に耐える飛行
- 2) 全天候型飛行 → 雨天時・降雪時等の飛行
- 3) 耐過酷環境下の飛行 → -30°C ~ 60°C 、防塵性、防爆性
- 4) 非GPS環境下の自律飛行 → GPS/非GPS環境下のシームレス自律飛行
- 5) 大幅な質量変化等の飛行 → 内外の環境変化に対応可能な飛行
- 6) 駆動系/センサ系故障対応 → 飛行中の機体トラブルに対応可能な飛行
- 7) 緊急時に不時着できる機能 → 安全な場所を探索して自律的に不時着
- 8) 高速飛行の実現 → 時速100km程度の飛行の実現
- 9) 高速な"Sense & Avoid" → 高速飛行時に電線程度の識別と回避飛行
- 10) 磁気を用いない姿勢制御 → 方位センサを使用しない姿勢制御の実現
- 11) ビジョンによる自律飛行 → 外界環境の自律的認識機能
- 12) 人工知能の実装 → 賢いオートパイロットの実現
- 13) 高品質オートパイロット → 様々な応用分野に適用可能な高品質
オートパイロットの実現と産業の基盤化