

平成27年6月18日
小型無人飛行機利活用セミナー

ドローンの現状技術と将来展望

千葉大学特別教授
(株)自律制御システム研究所代表取締役
ミニサーベイヤーコンソーシアム会長
野波 健蔵

<http://acsl.co.jp/>
<http://mini-surveyor.com/>
nonami@faculty.chiba-u.jp
nonami@acsl.co.jp

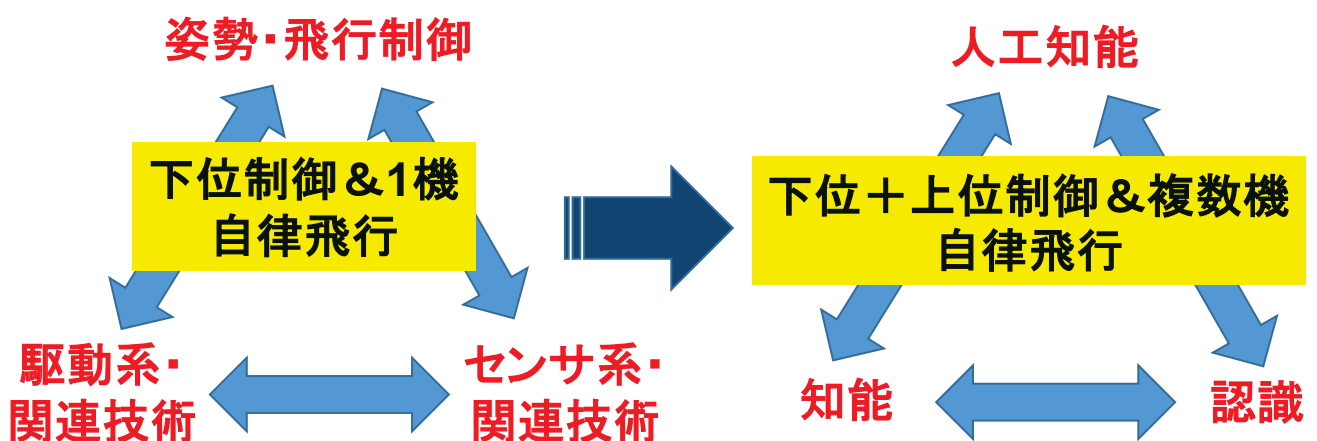
講演内容

1. はじめに
2. 純国産量産機ドローン・ミニサーベイヤー
3. ドローンの様々な活用例
4. 非GPS環境下での自律制御
5. ドローン運用ルールについて
6. スーパー飛行ロボットと展望
7. まとめ

2015 International CES (世界最大家電ショー、2015.1.6-9)



2015 International CES (世界最大家電ショー、2015.1.6-9)



一般消費者向けドローンランキングのトップ10

ドローン・マルチコプター

1位

DJI
『Phantom 2 +
H4-3Dジンバル付属モデル
P2NH4』
14万5000円

高いコストパフォーマンスに加え、日本国内の電波法の認証得て、ドローン・マルチコプター市場で大ヒットを記録。飛行時間25時間。操作可能距離は約1km。

価格と性能のバランスがピカイチ。デジカメの性能も良好で満足度高し。

日本のドローン市場を席巻する中国製モデル

無
動
画
や
写
真
を
カ
ン
タ
ン
に
撮
影
で
き
る
ド
ロ
ー
ン
ト
ア
ッ
プ
し
、
問
題
課
題
が
発
生
。
政
府
も
規
制
に
乗
り
出
し
ド
ロ
ー
ン
マ
ル
チ
コ
プ
タ
ー
市
場
は
ど
う
な
る
か

小学館DIME記事より

一般消費者向けドローンランキングのトップ10

2位



ジーフォース
『X4 HD H107C』
1万2420円

室内のフライトも安心なローターガード付属。飛行時間約6分、操作可能距離約100m。幅83mm、51gの小型が魅力だ。

開
が
れ
ま
で
に
な
い
ラ
フ
ム
は
ヒ
ー
リ
た
い
っ
た
い



ヨコヤマコーポレーション
『TEAD 6-AxisSY-130C レッド』
1万2800円

フリップ(宙返り)飛行も簡単操作で可能。6軸センサー搭載。静止画対応のカメラも搭載。飛行時間は約6分。

超軽量400gを実現
Wi-Fiにも対応



パロット
『Bebop Drone』
オープン価格
(実勢価格約7万6570円)

ガラスファイバーで補強したABS素材を採用。Wi-Fiアンテナ搭載。飛行時間約22分(バッテリー2個使用)。

4位

激売れ分析
海外製による20万円以下が主流のホビー市場。課題も考慮
ドローンとデジカメの組み合わせにより、これまでプロカメラマンでもなかなか撮れなかったような新しい映像も

5位

京商
『QuattroX eye 54051』
1万7064円

送信機のスイッチ操作で静止画200万画素、動画100万画素の撮影が可能。全長約315mm、室内飛行も可能だ。



静止画・動画対応のお手頃モデル

小学館DIME記事より

一般消費者向けドローンランキングのトップ10

6位	パロット『AR.Drone 2.0 Elite Edition』 3万3800円
7位	パロット 『Bebop Drone スカイコントローラーセット』 14万1370円
8位	DJI『Inspire 1 送信機1台付属モデル IS1 SRC』 オープン価格(実勢価格約42万5990円)
9位	ハイテックマルチプレックスジャパン 『Nine Eagles Galaxy Visitor 6 RTFキット』 3万5000円
10位	パロット『MiniDrones Rolling Spider』 オープン価格(実勢価格約1万770円)

小学館DIME記事より

Aeryon Scout Micro-UAV, Canada

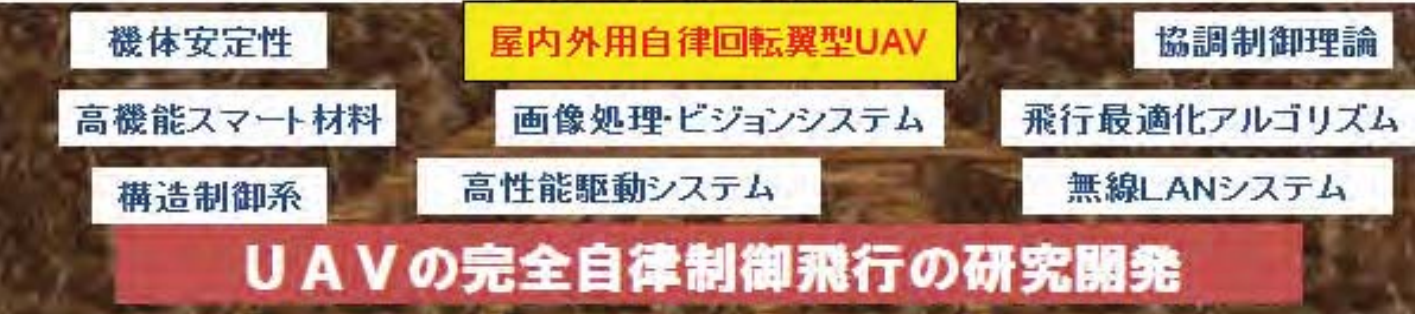
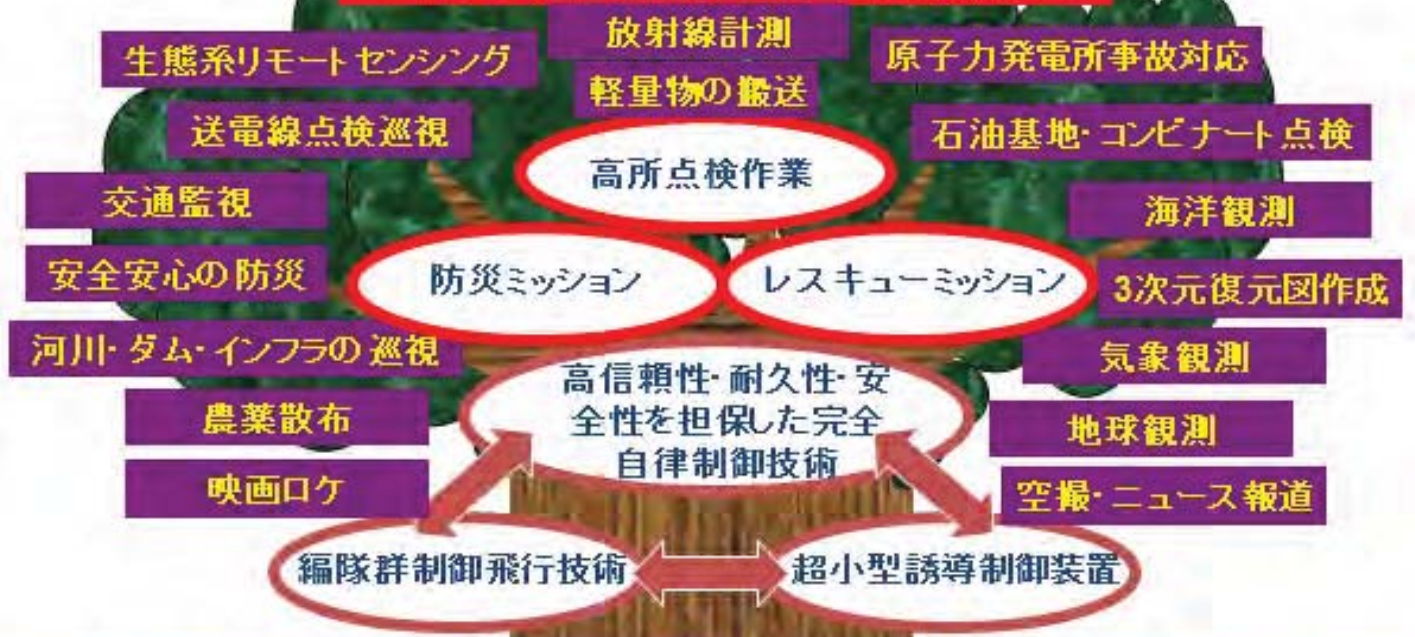


性能
探査範囲:3km
探査時間:25分
探査速度:50km/h
耐風性:14m/s
最高高度:500m
探査時重量:1.2kg
ペイロード:400g
サイズ:80φ×20cm
自動航法:フェール
セーフ、自動帰還
搭載機器:3軸高解
像度カメラ、10倍
ズームビデオカメラ
サーマル赤外線
カメラ

価格: 1,200万円
講習料: 60万円×3コース



ユビキタスUAVシステムの構築へ

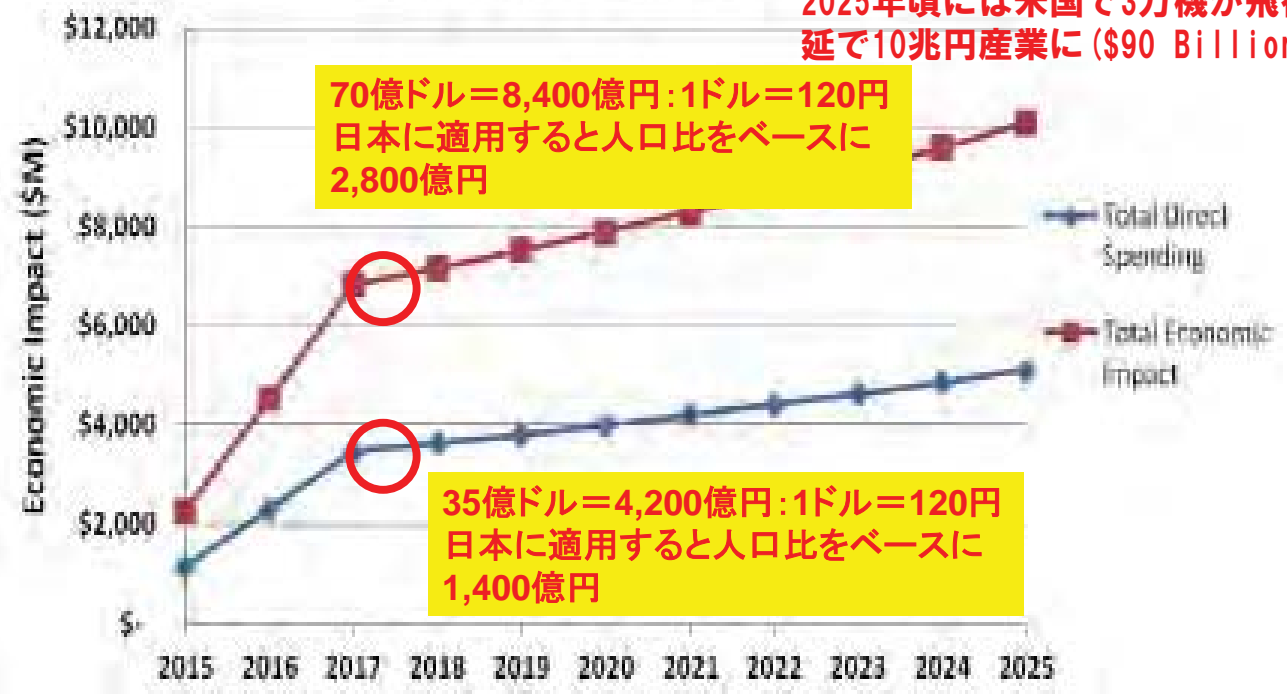


UAVの完全自律制御飛行の研究開発

Figure 3: Total Spending and Economic Impact in the U.S. from 2015 - 2025

米国市場の動向

2025年頃には米国で3万機が飛行
延で10兆円産業に (\$90 Billion,)



70億ドル=8,400億円:1ドル=120円
日本に適用すると人口比をベースに
2,800億円

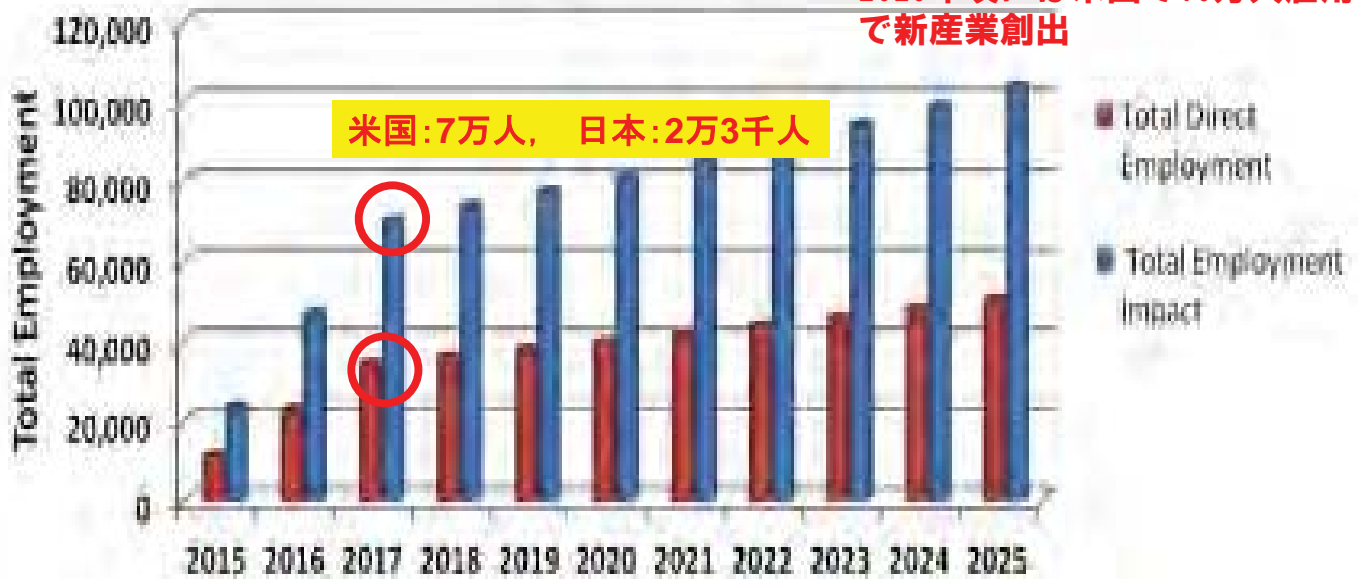
35億ドル=4,200億円:1ドル=120円
日本に適用すると人口比をベースに
1,400億円

AUVSI The Economic Impact of Unmanned Aircraft Systems Integration in the US

Figure 4: Total Employment Impact in the U.S. from 2015 through 2025

米国市場の動向

2025年頃には米国で10万人雇用
で新産業創出



AUVSI The Economic Impact of Unmanned Aircraft Systems Integration in the US

ドローン市場予測（現在から2～3年後）

- ・農薬散布：顧客要件、稲作農家、畜産農家、果樹園農家、林野
 想定市場、市場はすでに確立している
- ・インフラ点検：顧客要件、国交省、自治体
 想定市場、国交省地方整備局
 地方自治体保守部門、保守委託機関・会社
 橋梁 700,000基、トンネル 10,000本
- ・工事現場点検：顧客要件、鉄鋼・関連プラント
 鉄4鋼社18製鉄所 約100か所
 配管・煙突点検
 想定市場、石油化学プラント、全国9か所
 15コンビナート、タンク等点検
- ・高速道路点検：顧客要件、全国高速道路
 想定市場、東日本・中日本・西日本・本州四国
 連絡高速道路、首都高速・阪神高速道路
 全国高速道路点検会社(NEXCO), 90,000km

ドローン市場予測（現在から2～3年後）

- ・法面・斜面点検：顧客要件、国交省、農水省
想定市場、330,000か所
- ・電力設備点検：顧客要件、全国10電力会社
想定市場、全国550発電所(水力・火力)
ダム：3,000基、火力発電：約150か所
水力発電用ダム：約400か所、水路・ダム壁面
- ・河川・ダム導水路点検：顧客要件、1級河川：109か所
2級河川 7,084か所、水道隧道：111か所
- ・メガソーラ点検・風力発電点検：顧客要件、発電設備等保守
想定市場、2014年：1,100か所(・20GW)
2015年：5,000か所(60GW)
- ・携帯電話基地局点検：基地局 580,000局
- ・警備：警視庁・警察庁・消防：パトカー45,000台、消防車20,000台

国内市場の動向



産業分野では農業散布の市場は確立している。また、TV・映画の空撮市場が拡大中である。今後は、2016年頃から、整備・点検、災害調査、測量、警備の用途に使われ、2018年以降は倉庫、運送、工事現場でのニーズに対応した機体やサービスが登場し、産業用無人機市場が活性化すると考えられる。

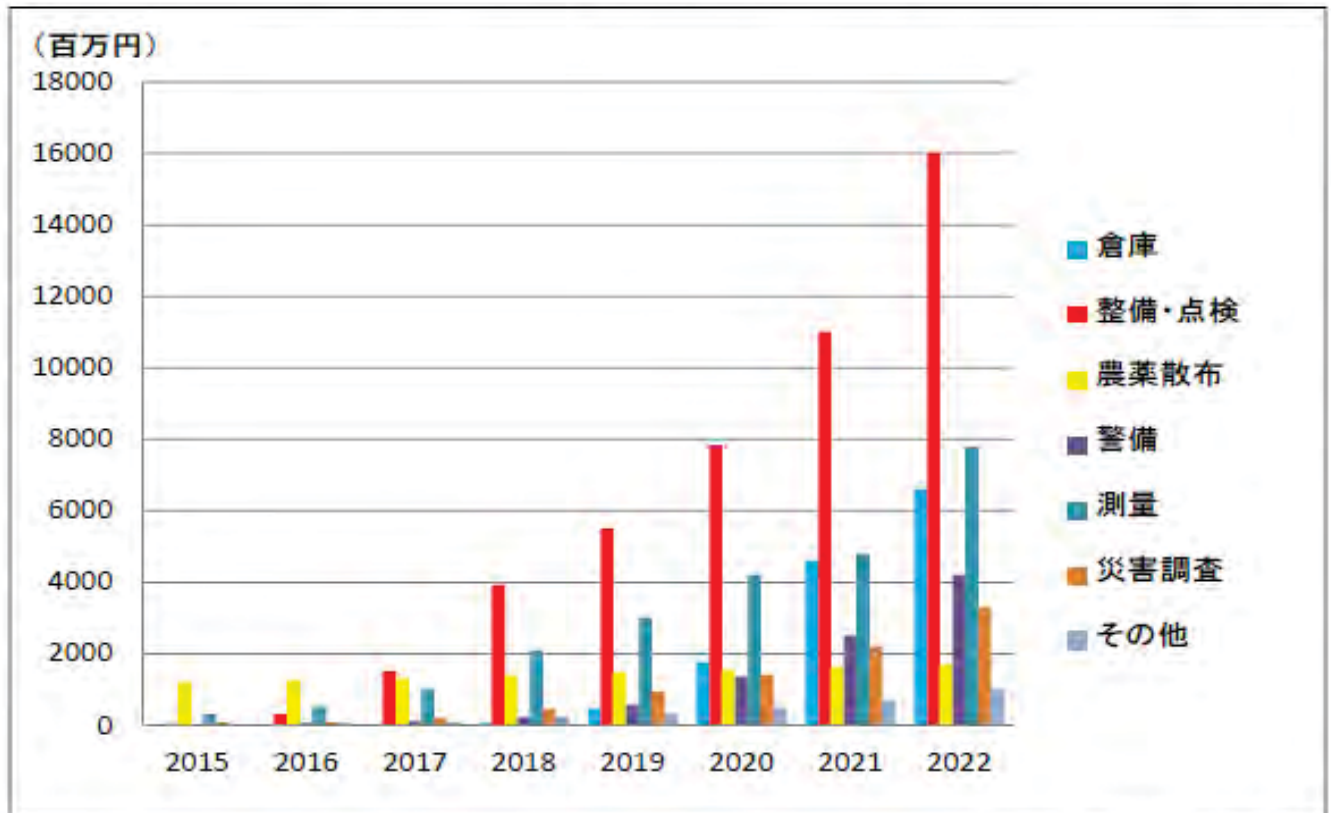
分野	～2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021～
農業散布	○							
テレビ・映画の空撮	○							
整備・点検		△	○					
災害調査		△	○					
測量		△	○					
警備		△	○					
運送			△	△	○			
宅配					△	△	○	
倉庫				△	○			
工事現場				△	○			
道案内						△	○	

(△：一部投入／○：本格投入)

出典：産業無人機の現状と用途別市場動向、シードプランニング、2015年4月3日

国内市場の動向

分野別では、2018年から整備・点検分野がと測量分野が伸びる。2020年以降に倉庫分野も市場拡大すると予測した。

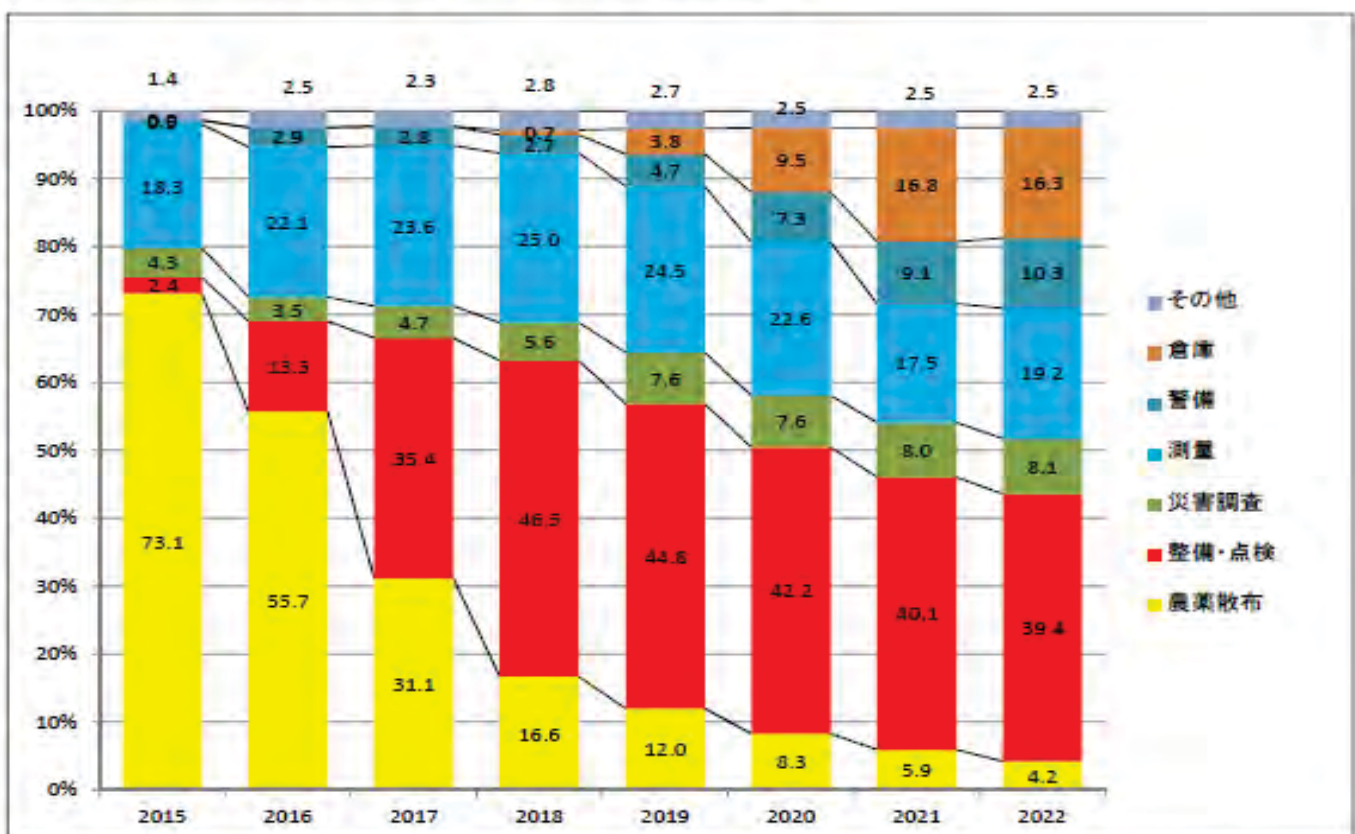


(シード・プランニング調査)

出典：産業無人機の現状と用途別市場動向、シードプランニング、2015年4月3日

国内市場の動向

農薬散布の割合が減少し倉庫、測量、整備点検の安定して伸びる



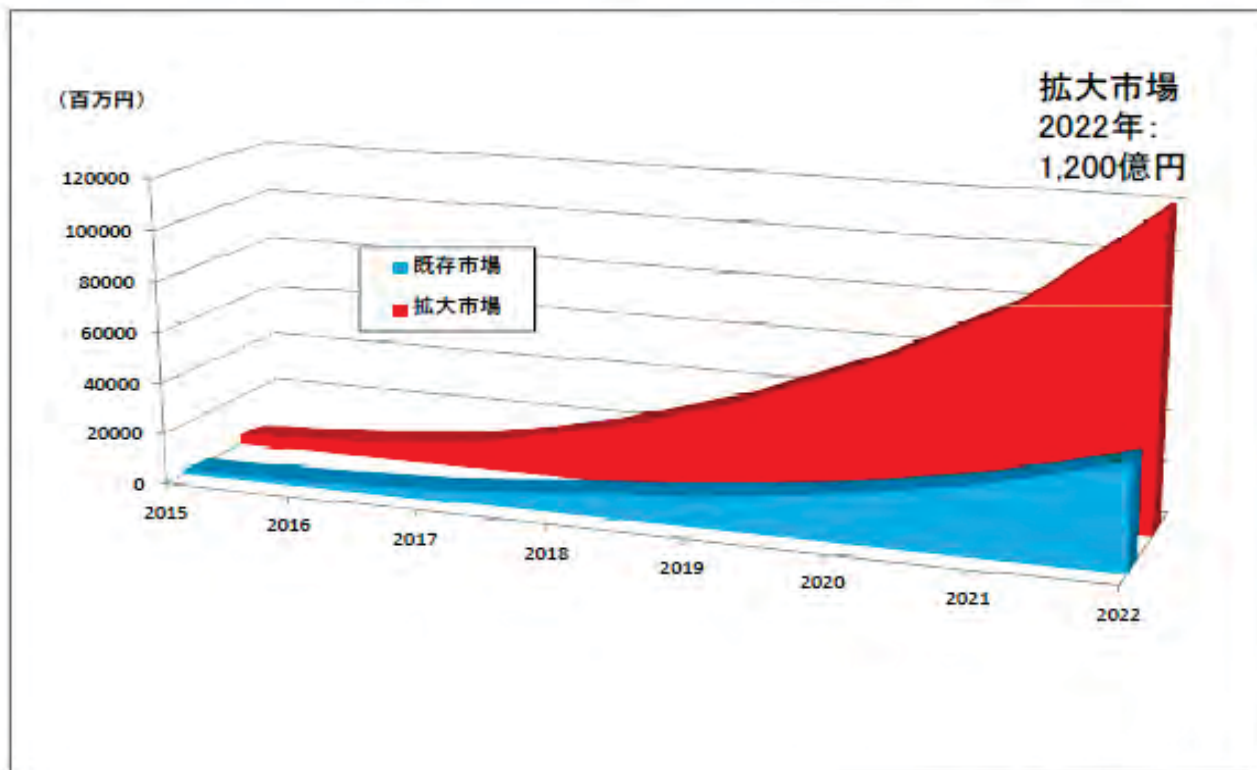
(シード・プランニング調査)

出典：産業無人機の現状と用途別市場動向、シードプランニング、2015年4月3日

国内市場の動向



既存の市場規模以外にも新しい製品・サービスによる市場拡大の可能性もあり、最終的に約3倍の市場が見込まれる。



(シード・プランニング調査)

出典：産業無人機の現状と用途別市場動向、シードプランニング、2015年4月3日



講演内容

1. はじめに
2. 純国産量産機ドローン・ミニサーベイヤー
3. ドローンの様々な活用例
4. 非GPS環境下での自律制御
5. ドローン運用ルールについて
6. スーパー飛行ロボットと展望
7. まとめ

純国産機ミニサーベイヤー 量産機体と仕様 (MS-06LA)

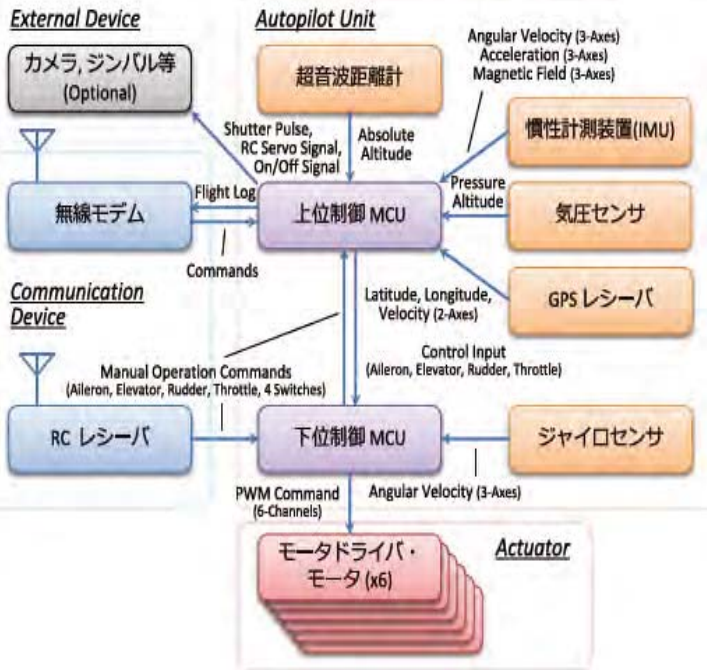
- 大きさ: 直径90cm, 高さ40cm
- 正味重量(バッテリー除く): 3kg
- ペイロード: 6kg
- 飛行時間: 約20分~30分
- 最大飛行速度: 12m/s
- 耐風速: 14m/s
- 自律航法: GPS/INS航法,
3D-SLAM航法, TS航法
- 機能: 自動離着陸, フェール
セーフ, 自動帰還他



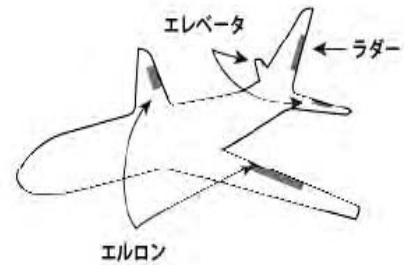
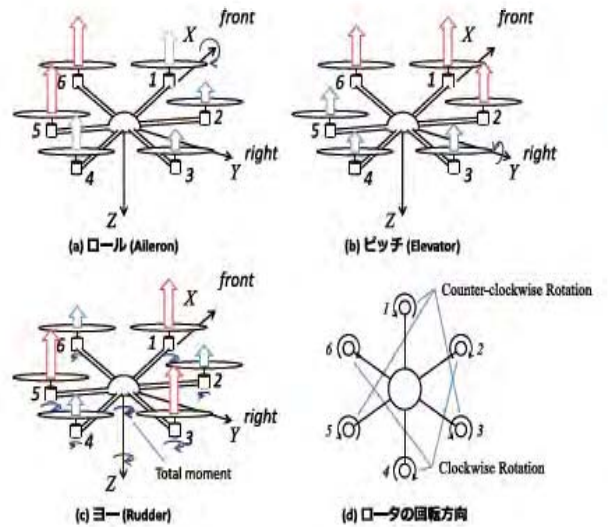
マルチロータヘリコプタの分類と特徴

•なぜ6発ロータか？

	Quadrotor	Hexarotor	Octorotor
サイズ	1	1.24	1.50
揚力 (プロペラ径一定)	1	1.5	2
最大揚力	1	1.5	2
冗長性 1ロータの故障	なし	あり ヨ一制御問題有	あり ヨ一制御問題無
単位面積辺りの 揚力	1	0.97	0.89 0.63 (10発ロータ)

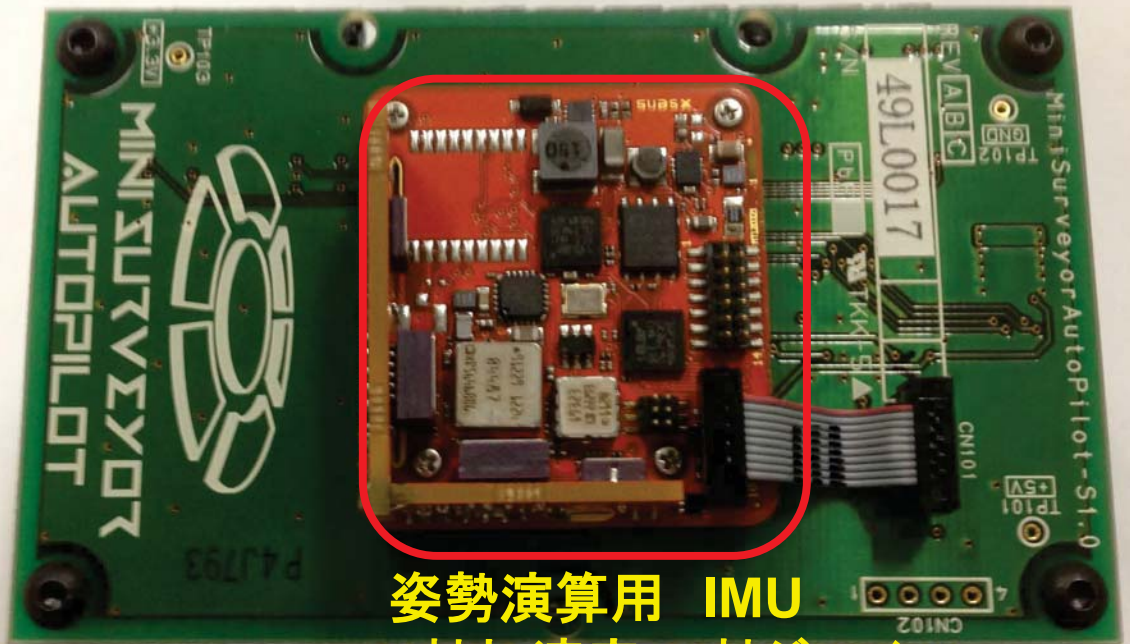


自律制御系の下位と上位の基本構造



エルロン・エレベータ・ラダー

ミニサーベイヤー オートパイロット



姿勢演算用 IMU
3軸加速度、3軸ジャイロ
3軸方位センサ実装

APFC(Auto Pilot Flight Controller)
はモデルベースの最適制御器
ロバスト制御器、非線形制御器
適応制御器などを採用

・自動帰還 (バッテリー
途絶/異常

年末から
APFC(Auto Pilot Flight
Controller)の量産化・販売

(モータ/

・電圧監視

カスタム対応

- ・ジンバル
- ・カメラ
- ・GPS
- ・その他

今年4月に
ミニサーベイヤーの量産化
100機完成

・ポイント飛行
・コード
・検証

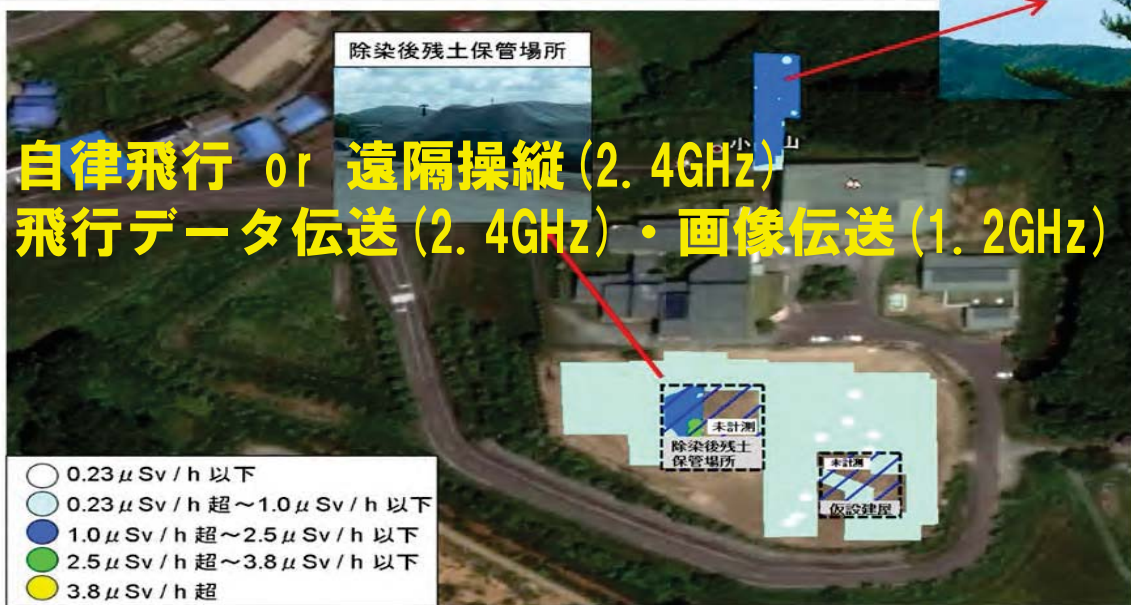


講演内容

1. はじめに
2. 純国産量産機ドローン・ミニサーベイヤー
3. ドローンの様々な活用例
4. 非GPS環境下での自律制御
5. ドローン運用ルールについて
6. スーパー飛行ロボットと展望
7. まとめ

福島県川俣町山木屋小学校校庭 および周辺の放射線計測

MINI SURVEYOR
樹林上放射線量計測



中央電子撮影

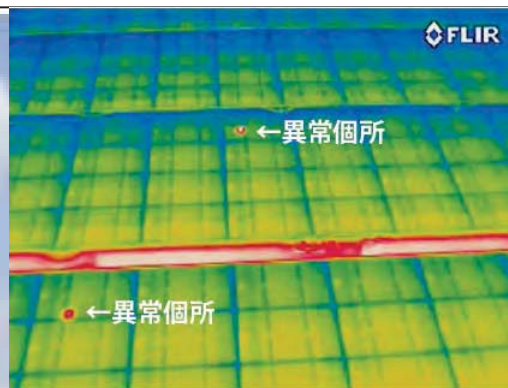
図3. ミニサーベイヤー計測による放射線分布マップ例

放射線計測部会主催

ソーラーパネル点検



自律飛行
飛行データ伝送 (920MHz)
画像伝送 (1.2GHz)



ソーラーパネル調査例



約6000枚を2時間余りで検査

精密農業

250m

北海道地域部会主催
農薬散布部会主催

近赤外線画像
ウェイポイント数: 23
飛行高度125m
移動速度5m/s
12haの小麦畑

480m

自律飛行

飛行データ伝送 (920MHz)

画像伝送 (1.2GHz)

指向性アンテナ使用



離陸から上昇



帰還と着陸



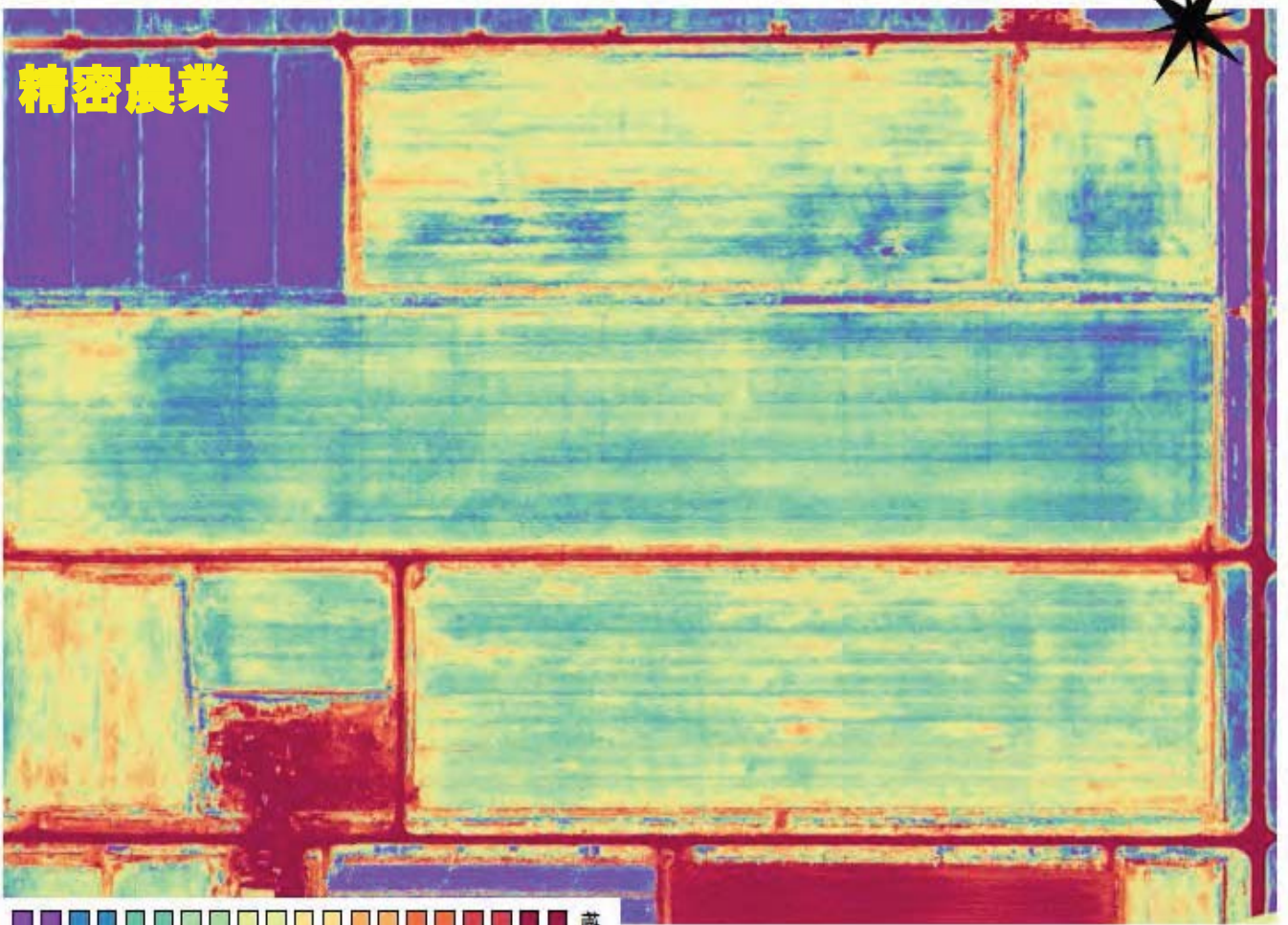
NHK機体撮影

北海道南幌町の小麦畑20haの空撮ウェイポイント設定

精密農業

25
0
25
50
75
100 m

2014年7月7日 ミニサーベイヤー撮影 小麦圃場 植生指数マップ



ダム点検



CEC編集

空撮計測部会主催
茨城地域部会主催



3Dマッピング

自律飛行, 一部, 遠隔操縦 (2.4GHz)



飛行データ伝送 (2.4GHz)

画像伝送 (1.2GHz)

GoPro動画

指向性アンテナ使用

ダムのコンクリート壁面損傷目視点検



原料ヤード空撮写真

自律飛行

飛行データ伝送 (2.4GHz)

画像伝送 (1.2GHz)

指向性アンテナ使用



製鉄所高炉原料ヤードコンベア点検





自律飛行（目視外飛行BVLOS-RPAS）
飛行データ伝送（2.4GHz, 中継必要）
画像伝送（1.2GHz, 2.4GHz）
高所作業車で中継して画像を地上伝送



搭載カメラ映像



クレーンカメラ映像

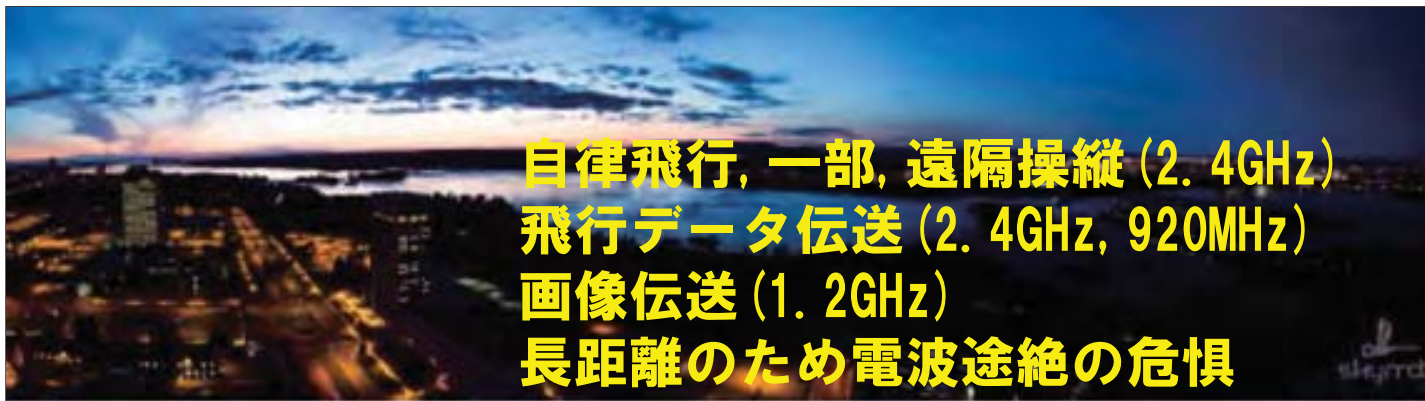
31



自律飛行, 遠隔操縦（2.4GHz）
（目視内飛行VLOS-RPAS）
飛行データ伝送（2.4GHz）
画像伝送（1.2GHz）

多重衝突事故現場検証

32



スポーツ競技迫真の演技撮影

33



パイプライン・送電線点検

34

自律飛行, 遠隔操縦 (2.4GHz)

飛行データ伝送 (見通しが出来ないため中継が必要,
夜間の飛行は近くても目視外飛行BVLOS-RPAS)

画像映像伝送 (障害物等のため電波途絶の危惧, 中継
必要)



ドローンの様々なミッション

35

箱根山噴煙の撮影

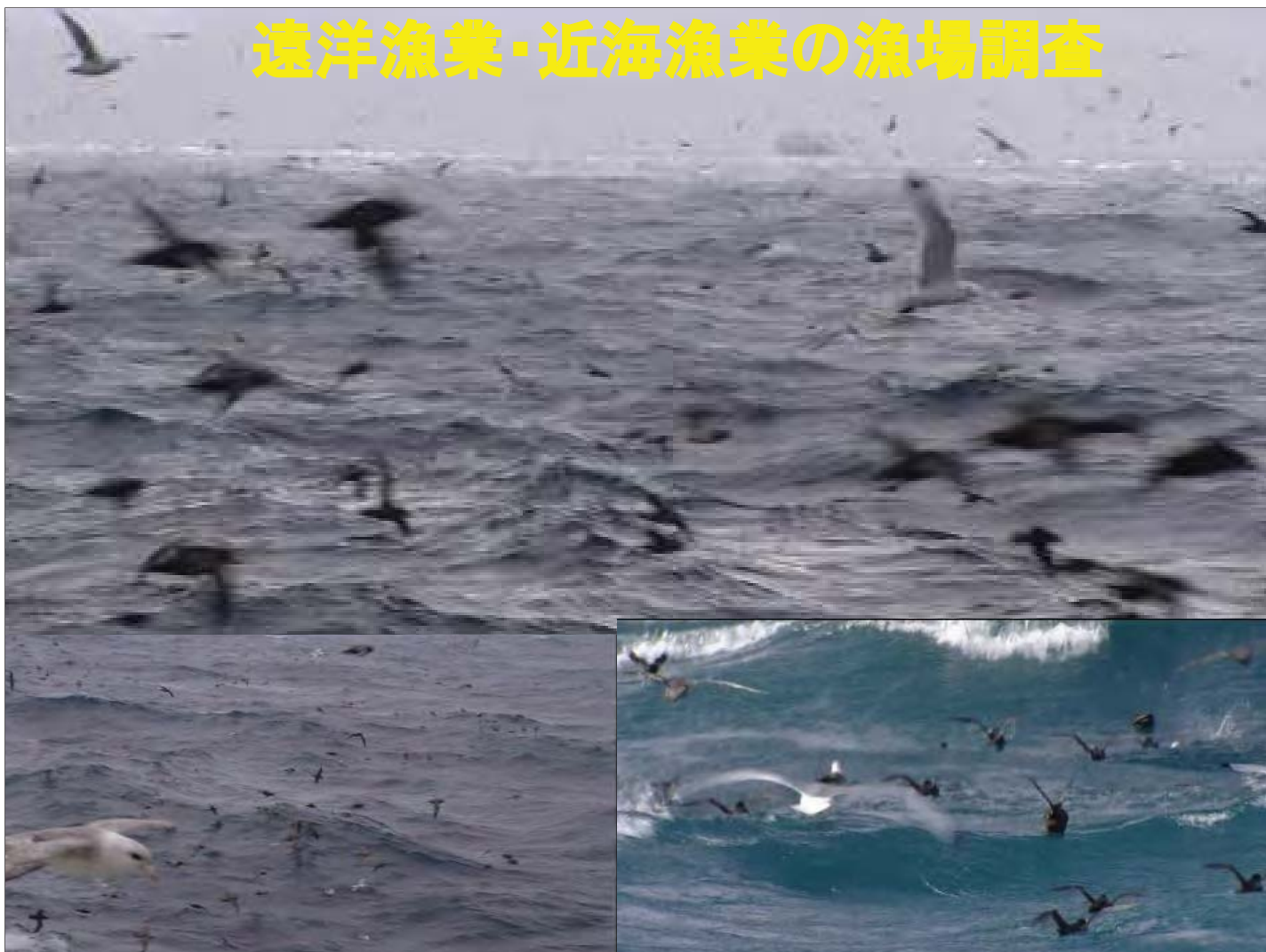
平成27年5月27日午後3時



遠洋漁業・近海漁業の漁場調査



遠洋漁業・近海漁業の漁場調査



講演内容

1. はじめに
2. 純国産量産機ドローン・ミニサーベイヤー
3. ドローンの様々な活用例
4. 非GPS環境下での自律制御
5. ドローン運用ルールについて
6. スーパー飛行ロボットと展望
7. まとめ

非GPS環境下の自律制御 3D-SLAM

MS-06LA



LRF(UTM-30LX-F) 水平用



LRF(UTM-30LX-F) 垂直用



ホバリング
外乱印加

最大径	1020mm
重量	3.0kg
積載量	6.0 kg
電源	Lipo 6cell 11600mAh
飛行時間	約15~20分



Onboard PC





FPVによる狭い通路の通過



自律飛行, 一部, 遠隔操縦 (2.4GHz)

飛行データ伝送 (2.4GHz, 5GHz)

画像映像伝送 (2.4GHz, 5GHz)

樹林間自律飛行



自律飛行, 一部, 遠隔

飛行データ伝送 (2.

画像映像伝送 (2.4G

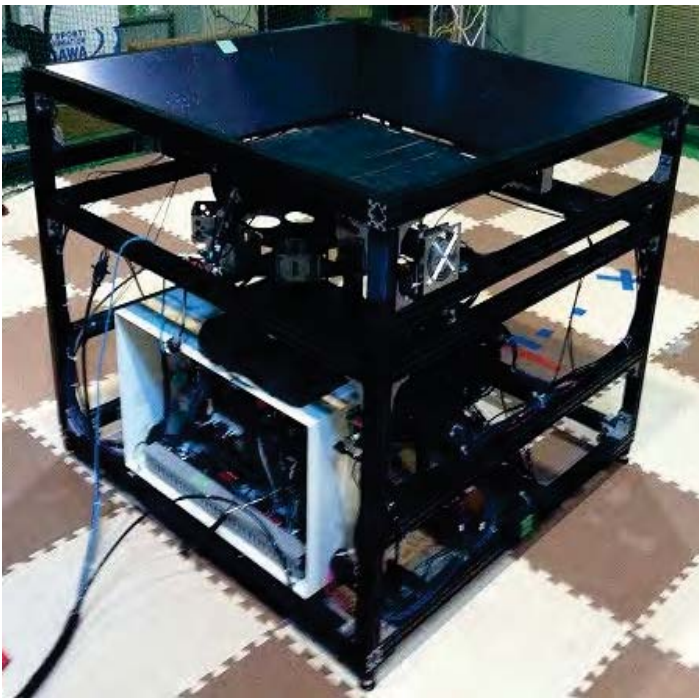
松林内のFPV飛行と3Dマッピング

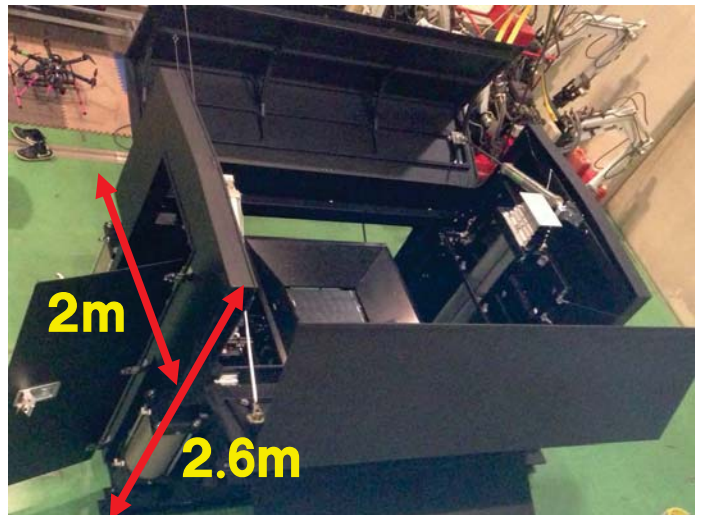
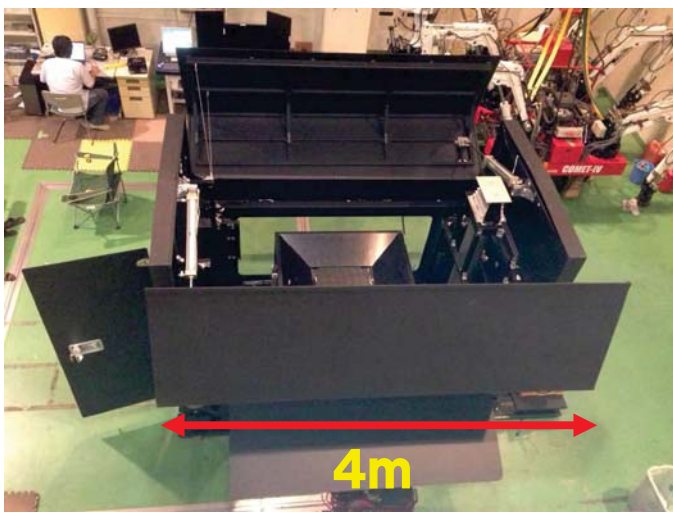


杉林飛行動画

バッテリー自動交換機

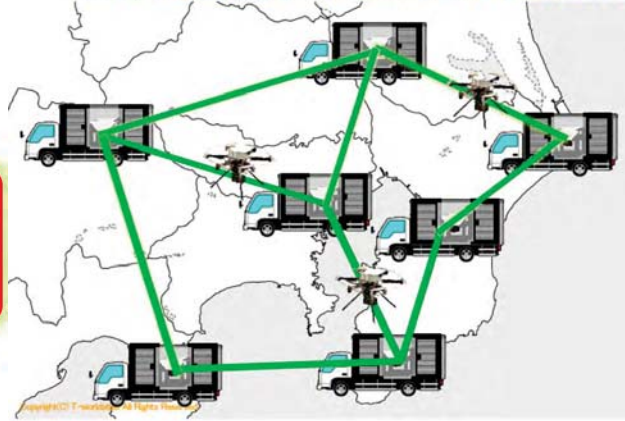
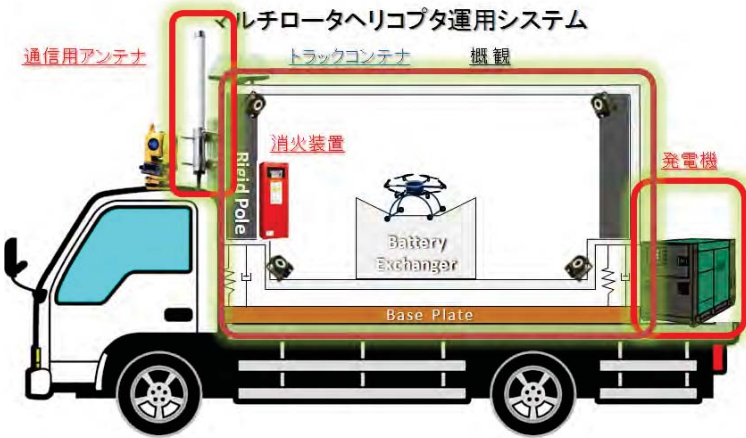

MINI SURVEYOR





完成したヘリポート

バッテリー自動交換機を用いた遠隔地へのアクセスビリティ

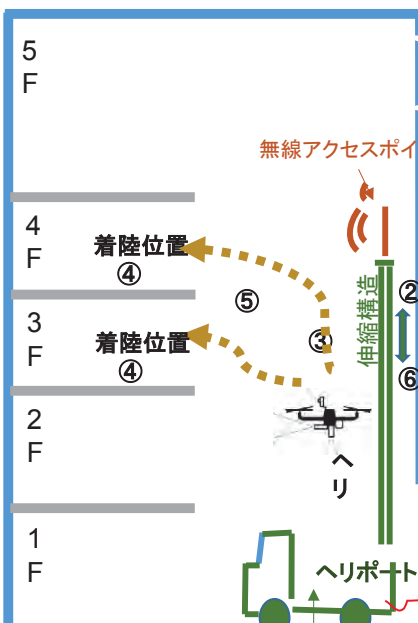


バッテリー自動交換機を用いたマルチロータヘリコプタの遠距離飛行

福島第一原発原子炉建屋内調査



福島第一原子力発電所



原子炉廃炉プロジェクト

水素爆発の写真

自律飛行, 一部, 遠隔操縦 (2.4GHz)
飛行データ伝送 (2.4GHz, 5GHz)
中継必要
画像映像伝送 (2.4GHz, 5GHz)
中継必要



原子炉建屋内調査

バッテリー交換機+発電機

NHKニュース9

トンネル内壁面調査



SLAM自律飛行によるトンネル内壁面点検調査



植物工場内での受粉作業



国際ドローン展・自律研メンバー一同



国際ドローン展・完全自律飛行デモ

国際ドローン展・ 完全自律飛行デモ



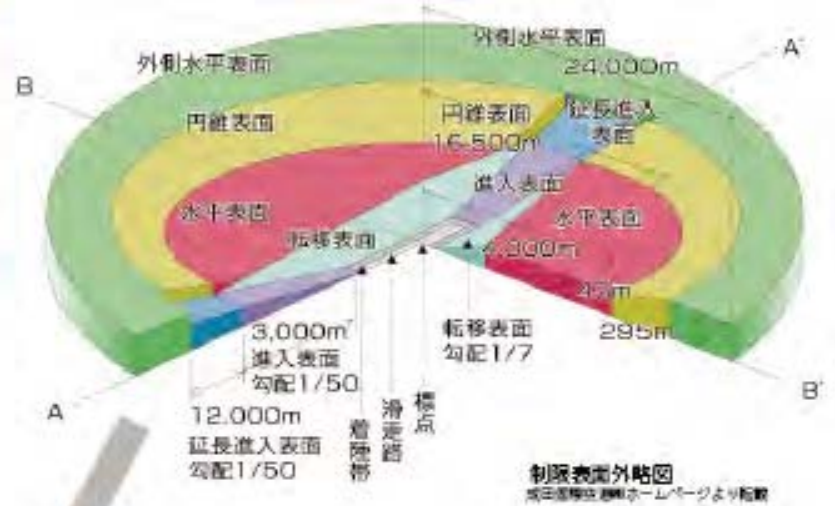
講演内容

1. はじめに
2. 純国産量産機ドローン・ミニサーベイヤー
3. ドローンの様々な活用例
4. 非GPS環境下での自律制御
5. **ドローン運用ルールについて**
6. スーパー飛行ロボットと展望
7. まとめ

航空法の規制

③国土交通大臣の許可が必要

航空交通管制圏または航空交通情報圏のうちの、地表または水面から150m以上の空域および進入表面、転移表面、水平表面、延長進入表面、円錐表面、外側水平表面の上空の空域
 高度変更禁止空域
 航空交通管制区内の特別管制空域



制空圏外略図
国土交通省航空局ホームページより転載

②あらかじめ国土交通大臣への通報が必要

③許可がない限り
 飛行は禁止
 航空交通管制圏・
 情報圏・
 特別管制空域内

①自由に飛ばせる空域



電波法の規制



■免許を要しない無線局の概要

下表の伝送速度や通信距離の値は、無線設備の仕様や利用環境等により異なるが、一般的な設備を想定した参考値である。

周波数帯	送信出力	伝送速度	通信距離	ch数	その他
73MHz帯	※1	5kbps	1~5km	7ch	ラジコン操縦用(産業用)
429MHz帯	10mW	5kbps	500~3km	46ch	特定小電力無線局 (テレメ/テレコン/データ伝送)
920MHz帯	20mW	~1Mbps	1~3km	38ch (200kHz間隔)	特定小電力無線局 (テレメ/テレコン/データ伝送)
1.2GHz帯	10mW	20kbps	500~2km	42ch (50kHz間隔)	特定小電力無線局 (テレメ/テレコン/データ伝送)
2.4GHz帯	200mW※2	200kbps	500~3km	FHパターン	小電力データ通信システム

※1 500mの距離において、電界強度が200μV/m以下。

※2 空中線電力は、1MHz幅当たり10mW以下(FHの場合は1MHz当たり3mW以下。)

■免許又は登録を要する無線局の概要

周波数帯	送信出力	伝送速度	通信距離	ch数	その他
350MHz帯	1W	5kbps	2~10km	5ch	簡易無線局(登録局:上空使用)
1.2GHz帯 ※	1W	アナログ	1~3km	1ch	携帯局(空撮用の画像伝送)

※1.2GHz帯は、他の無線局へ妨害を与えず、かつ、他の無線局からの混信を許容することが運用条件

日本における「ドローン運用ルール」の方向性 (1)

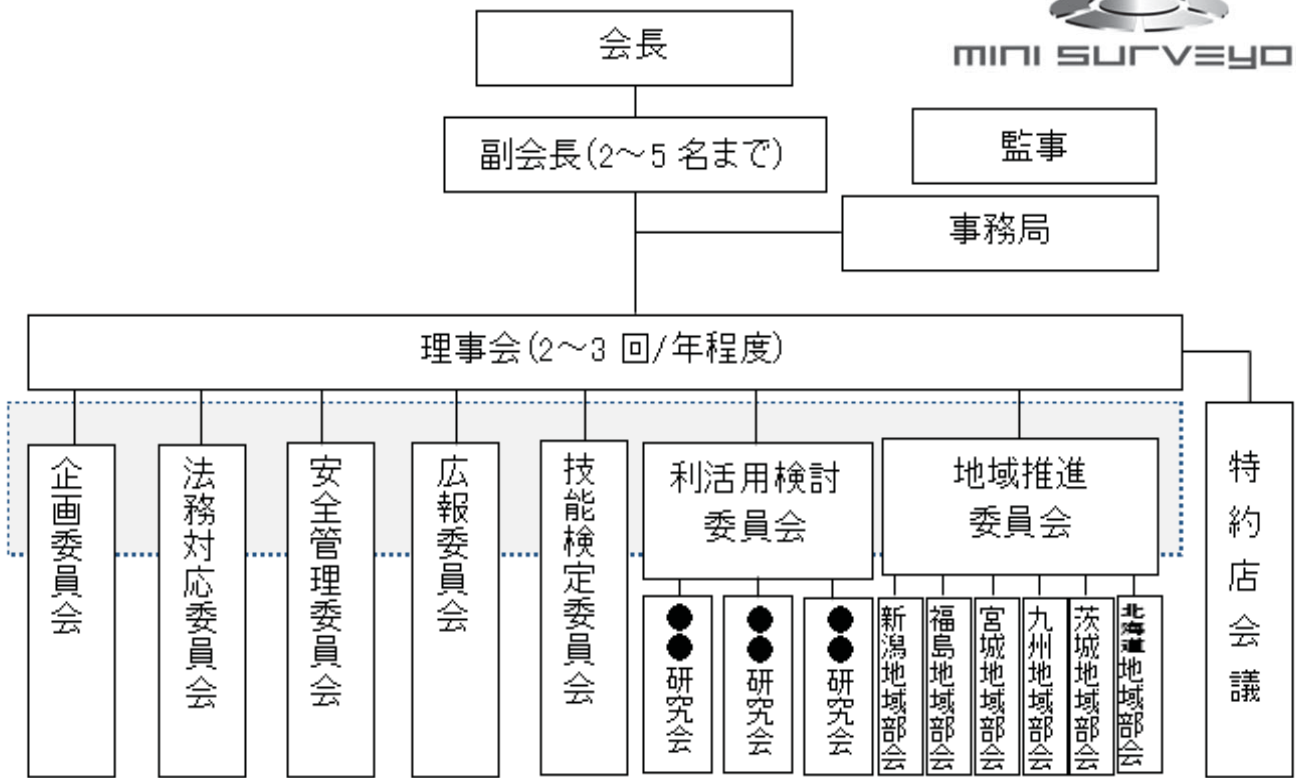
- ✓ 小型無人機ドローンは発展途上の技術であるため、**発展を阻害するようなことはせず、柔軟に対応することが重要**
- ✓ **事故を減少させるための「安全運用ルール」と、事件を取り締まる「規制」とは異質であるため、対策は区別して制度設計すべき**
- ✓ **業務用は自主的に安全運用ルールを作成して実施しているが、ホビー用は必ずしもそうではない**

58

日本における「ドローン運用ルール」の方向性 (2)

- ✓ 「ホビー用と業務用」で考えるのではなく**「飛行性能」で「運用ルール」を策定するのが妥当**
- ✓ GPS受信機を搭載した**自律飛行可能な機体はホビー用や業務用に限らず、すべての機体は認証・登録を義務付け、所有者と使用者も認証・登録を義務づける**
- ✓ **メーカー：飛行禁止エリア設定、IDやPW等
ユーザー：技能検定、保険加入**

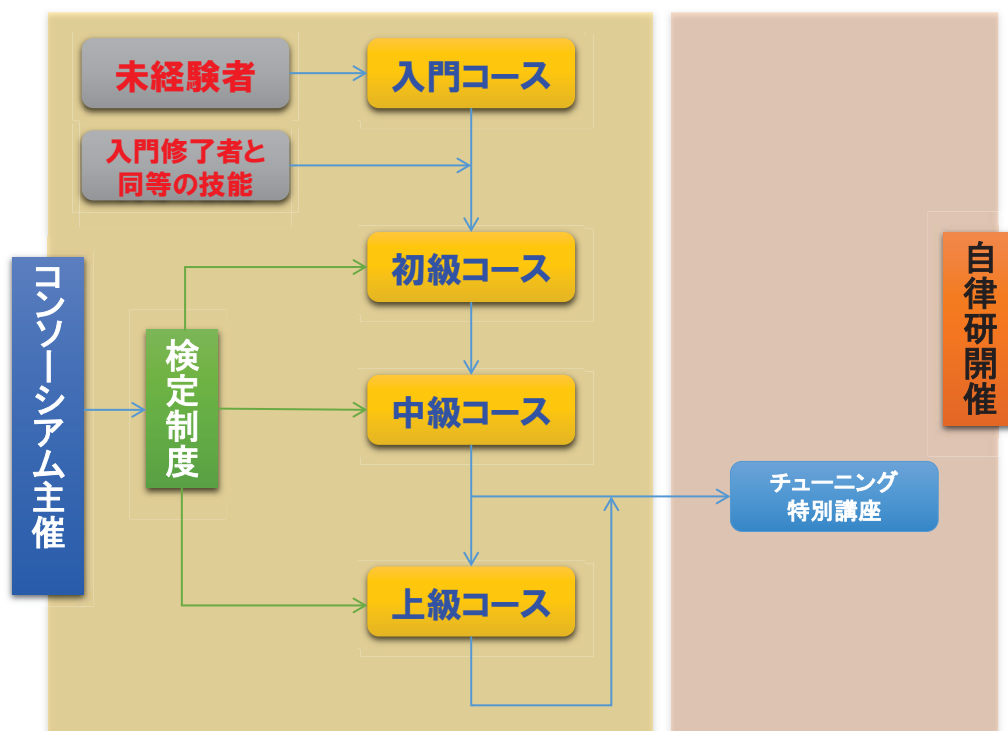
59



ミニサーベイヤーコンソーシアムNEXT

: 委員長連絡会議(各々の委員会の正副委員長を出席し、6回/年実施する。)

技能検定制度



講演内容

1. はじめに
2. 純国産量産機ドローン・ミニサーベイヤー
3. ドローンの様々な活用例
4. 非GPS環境下での自律制御
5. ドローン運用ルールについて
6. スーパー飛行ロボットと展望
7. まとめ

複数機の同時飛行によるスワーム
飛行、編隊飛行、リーダー・フォロワー飛行



フォーメーション飛行

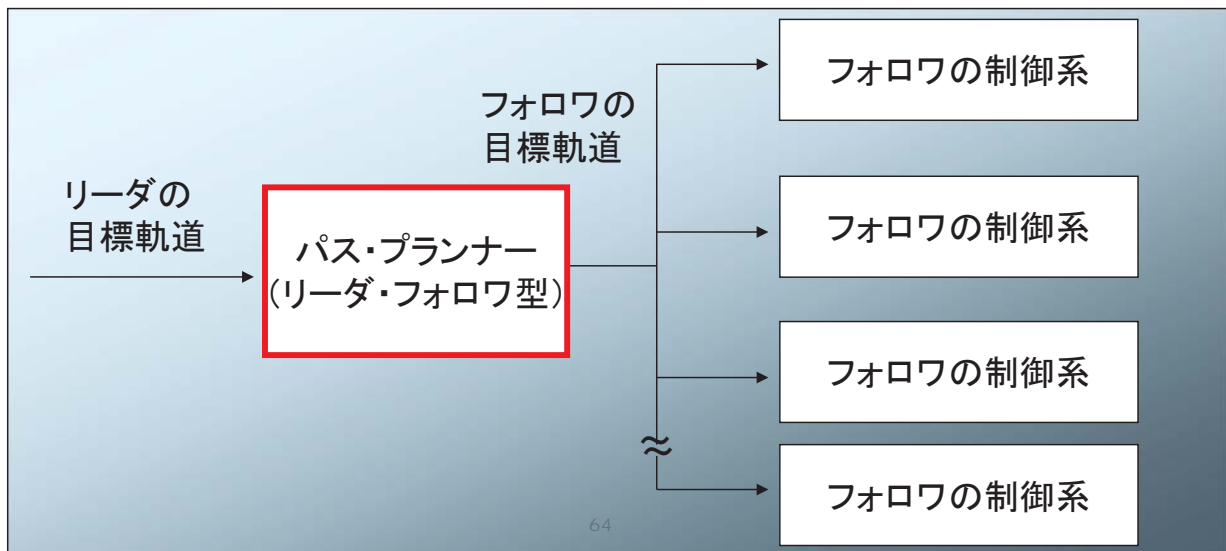
スワーム飛行

純国産量産機のフォーメーション制御

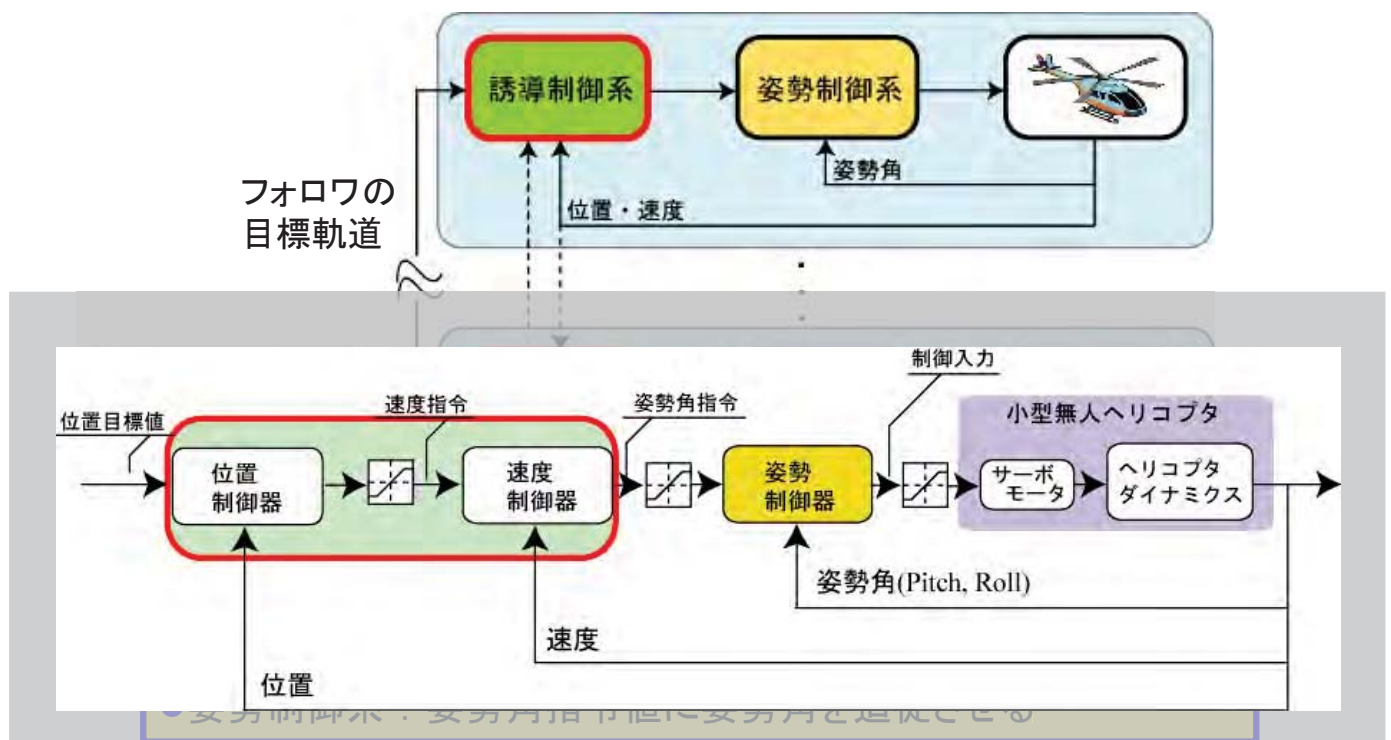


制御系の構成

- 特定のリーダ(実機/仮想機)に他の機体(フォロワ)を追従させるリーダ・フォロワ型の編隊を構成する.
- 利点: 編隊を構成する機体にトラブルが生じても全体のシステムには影響しない.
- 各機体ごとに制御器を実装. 他の機体の位置情報を監視.



フォロワの制御系構成



有線給電機と巻き取り張力制御



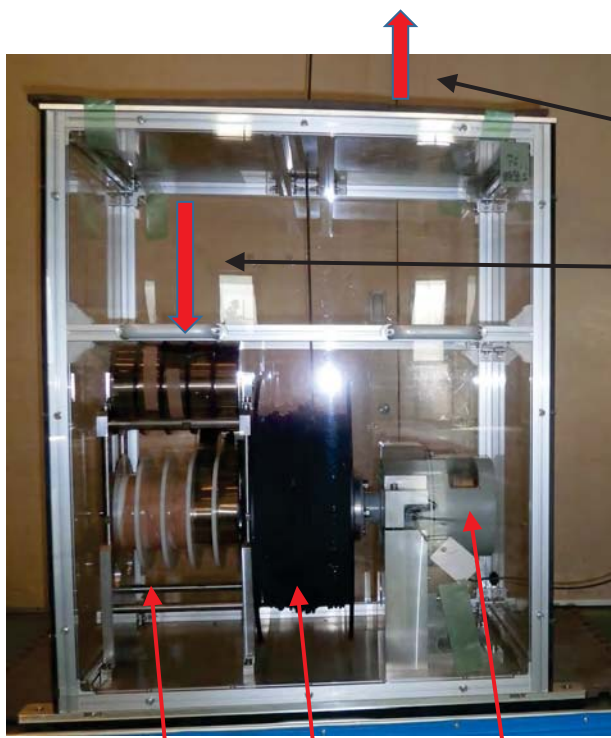
機体

巻き取り機

有線給電機と巻き取り張力制御



巻き取り機の動作原理(説明)



マルチローターの推力

ぜんまいばねの巻き戻しトルクによってケーブルの巻き取りを行う

特徴及び利点

ばねの数で4段階調整が可能です。
消費電力がゼロ

ぜんまいばね
4個

プーリー

スリップリング



汎用発電機



全天候型ヘリ(防水・防塵型機体)

100 cm

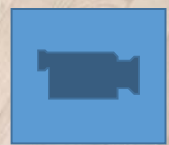
17 in (43 cm)



全天候型ヘリ(完全防水・防塵型機体)

120 cm

28 in (71 cm)



飛行時間: 70分 (ただし、GoProカメラのみ搭載)



ミニサーベイヤー・フライトシミュレータ

フライトシミュレータと何が違うか？

- **Mini Surveyorの運動特性・センサ特性を再現**
 - 現実に近い操縦性・挙動
 - ハードウェア故障時の挙動を再現
- **組込コンピュータ内の全てのコードをそのまま実行**
 - 制御コードの検証
- **モニタソフトウェアとの完全連携**
 - PC上で機体運用手順の習得ができる
- **グラフィック表示の充実**
 - モーションセンサー付3Dヘッドマウントディスプレイに対応しており、バーチャルな空間で、実際に飛行しているような感覚で機体を操縦できます。
- **SLAMシステムとの連携**
 - SLAMシステム連携により、室内での自律飛行シミュレートが可能となるよう検討中
- **さまざまな環境モデルに対応**
 - 例) 活火山、橋梁、トンネル、近未来都市など

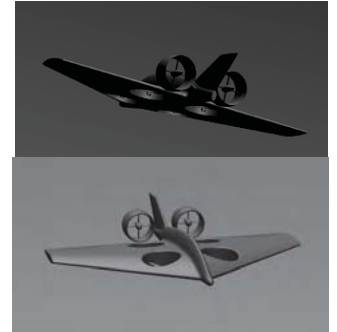
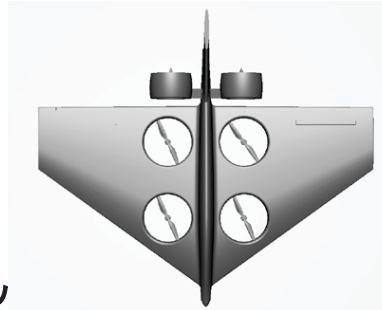
高速・長距離・長時間飛行型ミニサーベイヤー

VTOL型ドローンの仕様

- ・サイズ 全長2.4m、全幅3m
- ・材質 フルカーボン製
- ・本体重量 8kg
- ・ペイロード 15kg(積載可能重量)
- ・飛行時間 1.5時間
- ・飛行速度 最大150km/時
- ・最大耐風速 14m/秒(ヘリモード時)
- ・耐環境性 -10℃~40℃
- ・ガスセンサ搭載
- ・サーモグラフィ搭載
- ・自動離着陸機能付き
- ・パラシュート搭載
- ・フェールセーフ機能付き
- ・完全防水・防塵仕様
- ・衝突防止機能搭載
- ・MS-APFC(国産のオートパイロット)



MINI SURVEYOR



高速・長距離・長時間飛行型ミニサーベイヤー

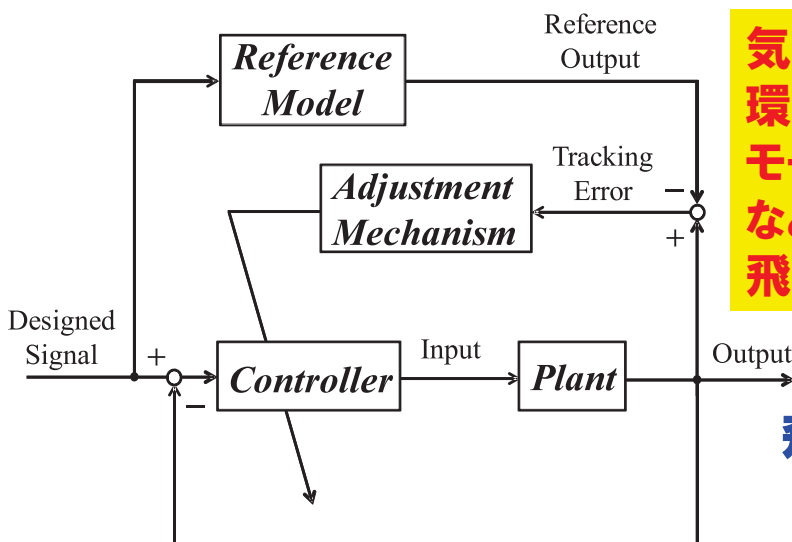
パラシュート搭載による安全性の向上と自動起動 および張力制御による着陸地点制御



環境適応型やフェールセーフシステム等の優れた飛行性能を有する墜落しないスーパー飛行ロボットを研究開発

自律的環境適応機構を有した飛行性能の高精度化（線形的な変化）

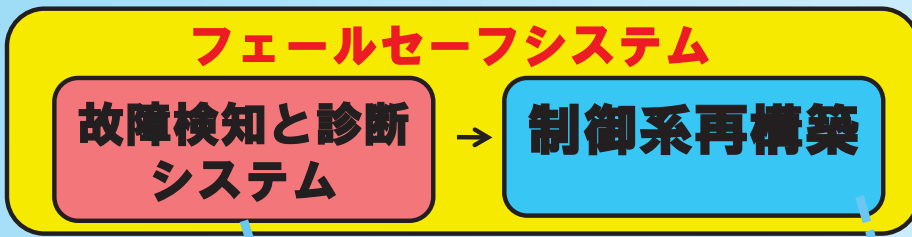
直接法モデル規範型適応制御器 & セルチューニング制御器
規範モデル出力と制御対象の出力の偏差が0になるよう、パラメータ調整アルゴリズムによりシステムのパラメータとコントローラのパラメータを同時に調整する



気温や空気密度などの外的な環境変化、機体の重量、慣性モーメント、バッテリー電圧変化など内的な条件が変わっても飛行性能は変わらない

飛行性能は常に最適化

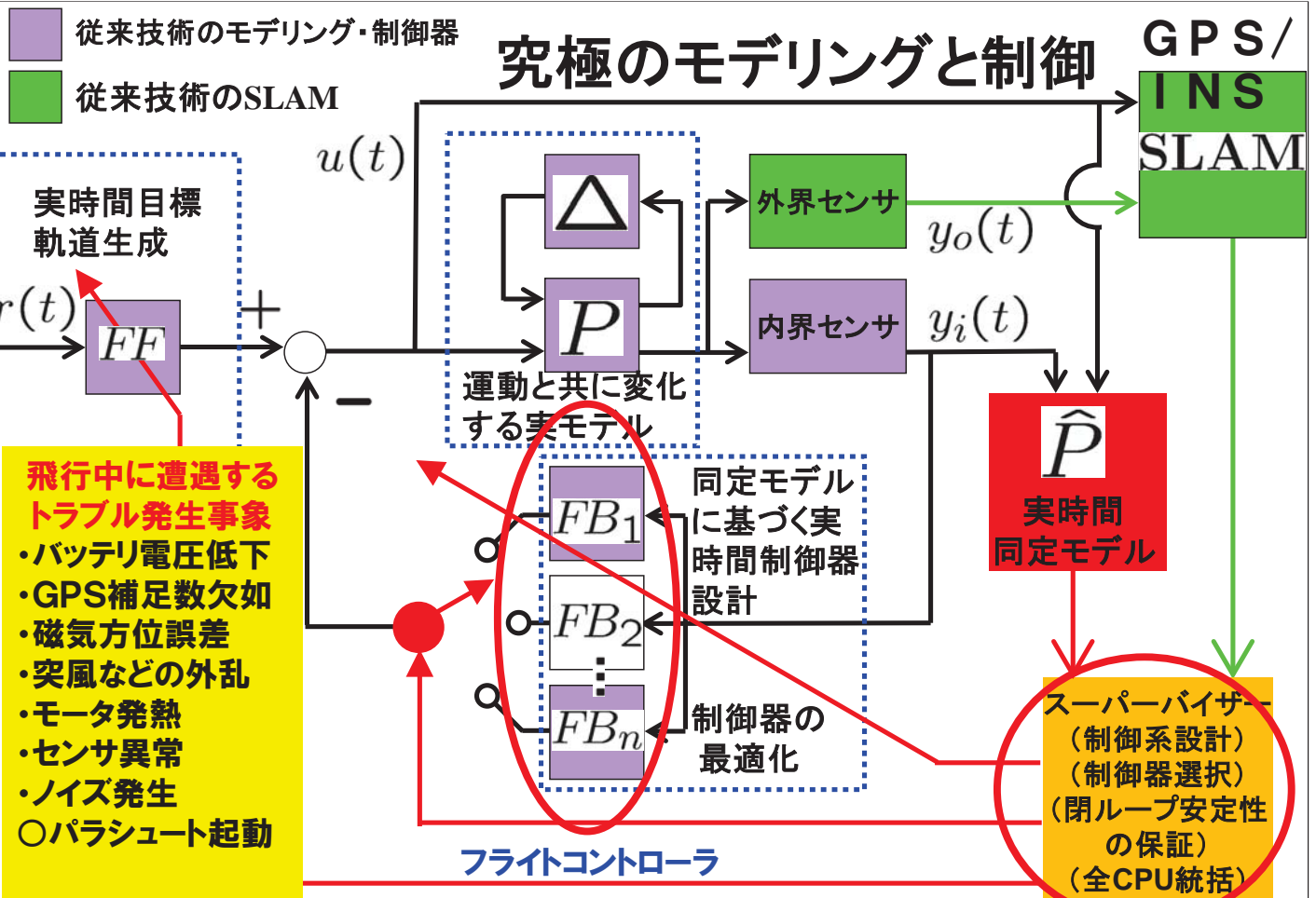
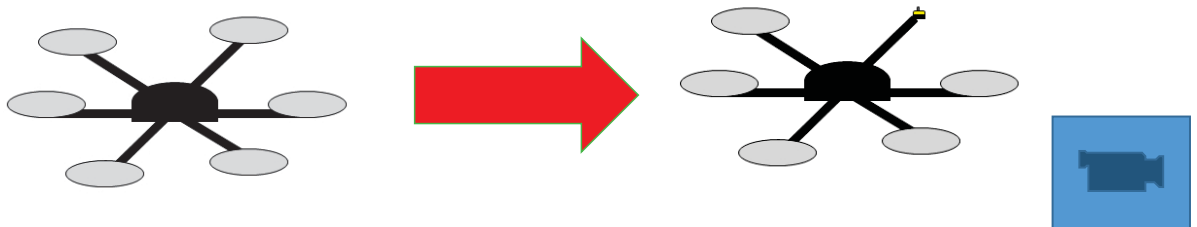
Fault Tolerant Control(FTC)故障容認制御



モータ1を停止

駆動系の故障を検知,故障部駆動系を停止する

最適な制御入力を再分配し,飛行を継続する



備考 SLAM: Simultaneous Localization And Mapping **ガイダンス・ナビゲーションコントローラ**



従来の飛行ロボットをはるかに凌ぐ、 超ロバストな生物型飛行ロボットの研究開発



自律制御能力レベル (Autonomous Capability Level)

生物型飛行 (運動・認識・知能)

Level	Capability
10	<i>Bio-Inspired Flight</i> Fully Autonomous Swarms
9	<i>(Insects or Birds)</i> Group Strategic Goals
8	<i>Vision based Flight</i> Distributed Controls
7	<i>High Speed & High Maneuverability</i> Group Tactical Goal
6	Group Tactical Replan
5	Group Coordination
4	Onboard Route Replan
3	Adapt to Failures & Flight Conditions
2	Real Time Health/Diagnosis
1	Remotely Guided



現在のレベル

複数ドローン
同士の通信
が不可欠

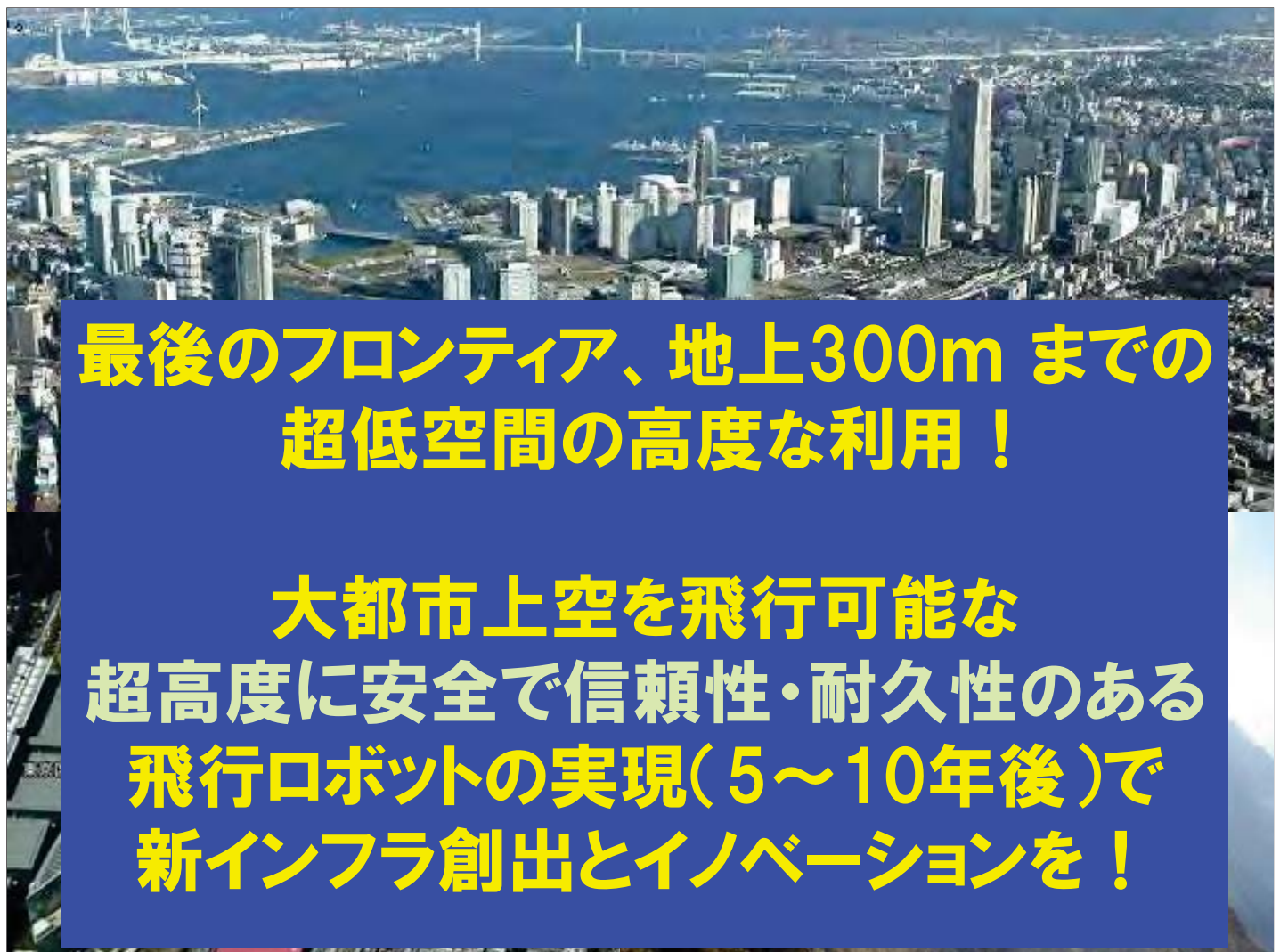
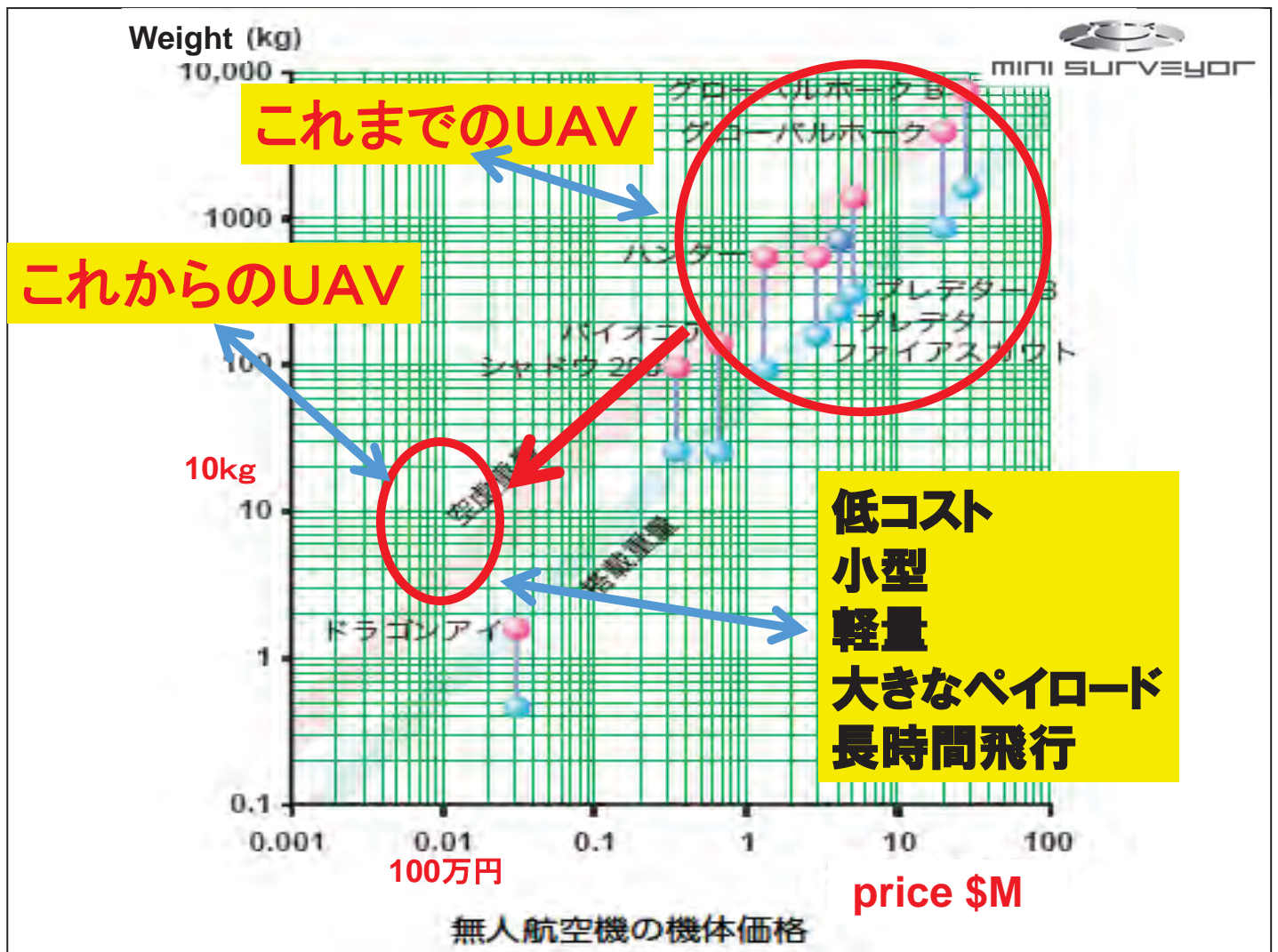
講演内容

1. はじめに
2. 純国産量産機ドローン・ミニサーベイヤー
3. ドローンの様々な活用例
4. 非GPS環境下での自律制御
5. ドローン運用ルールについて
6. スーパー飛行ロボットと展望
7. まとめ

遠隔診療や小型無人機等の「近未来実証の推進」

- 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作業創出
 - ・ 国民生活の質の向上に資する
 - ・ 航空法改正等による運用ルールの早急な整備
 - ・ 成長戦略に資する
- 小型無人機の実証等に関する無線局免許の迅速化
 - ・ 実証実験や製品開発を推進
 - ・ 特定実験試験局の見直し
 - ・ 地方支分部局管轄区域から市町村単位へ柔軟に対応

確立がUAV産業応用に必須





NHK西曆2045年

Fifth Element