

## ReAMoプロジェクト シンポジウム

**実施者名：イームズロボティクス株式会社**

### **研究開発項目①（4）**

**ドローンの1対多運航を実現する機体・システムの要素技術開発  
リモートIDを利用したドローンの1対多運航制御システム  
及び要素技術開発**

2023年3月10日

# 1.事業概要説明

の要素技術開発

リモートIDを利用したドローンの1対多運航制御システム及び要素技術開発

事業内容

① 1対多運航制御システムの検討

リモートIDの受送信機能を使った1対多運航制御システム

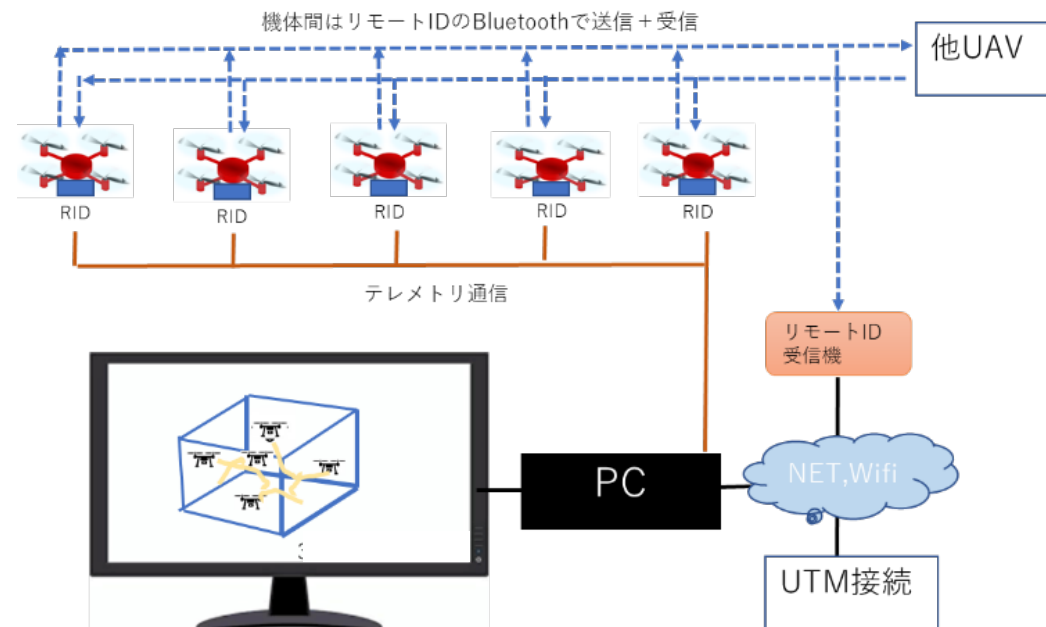
② リモートID通信方式応用による、機体間 (V2X) 通信システム構築 受信、測距機能をリモートIDに実装し、複数機体の位置情報を把握する手法の開発

③ 自律分散手法を用いた長距離テレメトリシステムの開発

920MHzLoRAで見通し最大10kmまでの機体間通信を可能にする。

④ グローバル位置情報とローカル位置情報の相互補完による自律群制御システムの開発 リモートID、920MHzLoRAによる自律的な衝突回避システムの実現。

1対多運航システム図



⑤機体認証制度 第一種型式認証取得に係る取り組みの実施 レベル4飛行を可能にする第一種型式認証の取得に係る取り組みの実施。

⑥カテゴリーII、IIIによる1対多運航実証試験 災害対応、目視外飛行による物流を想定したユースケースで試験実施する。

## 実施体制

助成：イームズロボティクス株式会社

委託：アルプスアルパイン株式会社

委託：国立研究開発法人産業技術総合研究所

## 達成目標

中間目標（2023年度）

- ・無人航空機型式認証二種取得
- ・二種機体で1対5災害想定多運航試験

最終目標（2024年度）

- ・無人航空機型式認証一種取得
- ・一種機体で1対10物流想定多運航試験

# (参考) (1) 1対多運航制御システムの検討 イームズロボティクスによる編隊飛行試験

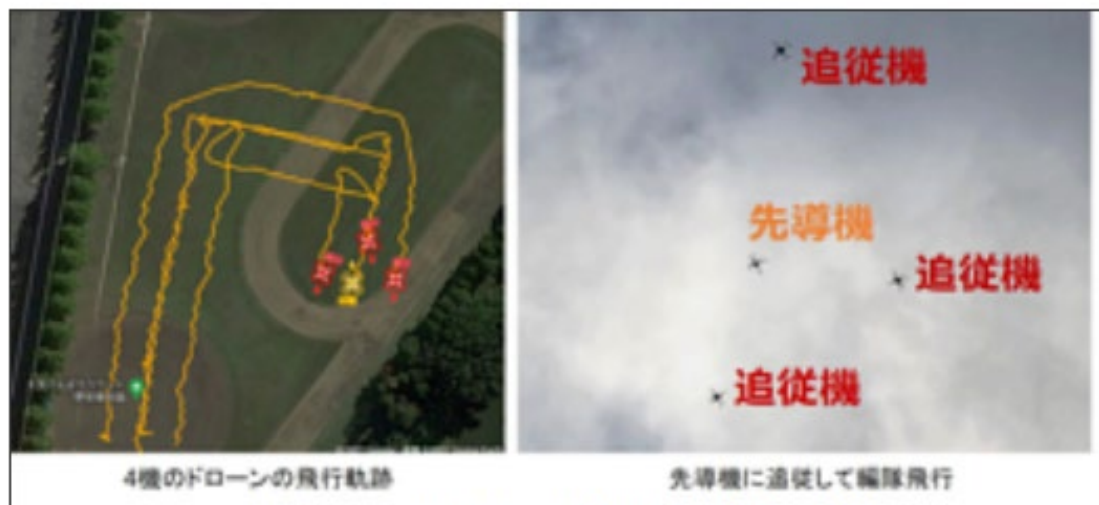


イームズロボティクスは国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）と協力して、2022年に4機のドローンによる自動追従群飛行と自律接近回避の実証に世界で初めて成功しました。

NICTはドローン同士が直接通信して互いの位置を知らせることで、自律して飛行可能なシステムを開発。

イームズは先導するドローンに3機のドローンが一定の間隔を保って追従し編隊飛行させ、同一空域で4機のドローンが飛行しても自律的に相互接近を回避する実証試験を成功させました。

これはReAMoに先駆けて行われた「1対多運航」ですが、イームズはさらに、ドローン各機体が複数の航路、役割をこなす実証試験を目指しています。



ドローンが連携した自動追従群飛行実験



ドローンによる自律接近回避実験での飛行軌跡

## 2.今年度(2022年度)の取組内容と成果

# 2022年度の取り組み内容と成果（1）

事業内容（2022年度）	取り組み内容	本年度成果（2023年2月現在）
(1)実施内容： <b>1対多運航制御システムの検討</b> 担当：イームズロボティクス	現状のGCSによる複数機体制御内容の把握と1対多運航要件に不足する案件の洗い出しと対策。	空港管制局用ソフトを製作する事業者を調査。現在のGCSより操縦者が見て複数ドローンがわかりやすく表示できるソフトを来年度から作成する。
(2)実施内容： <b>リモートID通信方式応用による、機体間（V2X）通信システムの構築</b> 担当：アルプスアルパイン	リモートID（+テレメトリ）の機体間通信の実証と複数機体制御システムへの反映。	既存リモートID機器に機体間通信機能を追加するソフトウェアの変更設計および実装を行うと共に、本機器を使用した屋外における通信試験に向けた準備を進めている。
(3) 実施内容： <b>自律分散手法を用いた長距離テレメトリシステムの開発</b> 担当：産業技術総合研究所	リモートIDではカバーできない長距離のドローン情報取得に関して機体間通信を920MHzLoRaで補う試験と実証。	920MHz帯LoRaデバイスをドローンに搭載するための防滴構造筐体の製作を行い、屋内において4台を用いた双方向通信試験を実施。
(4)実施内容： <b>グローバル位置情報とローカル位置情報の相互補完による自律群制御システムの開発</b> 担当：産業技術総合研究所	リモートID、920MHzLoRaによる自律的な衝突回避システム実現における開発方針の確立。	ドローンシミュレータを活用し、複数台のドローンにおける飛行ルートが近接する場合の自律分散的な衝突回避アルゴリズムを提案し、シミュレータによる検証を進めている。

## 2022年度の取り組み内容と成果（2）



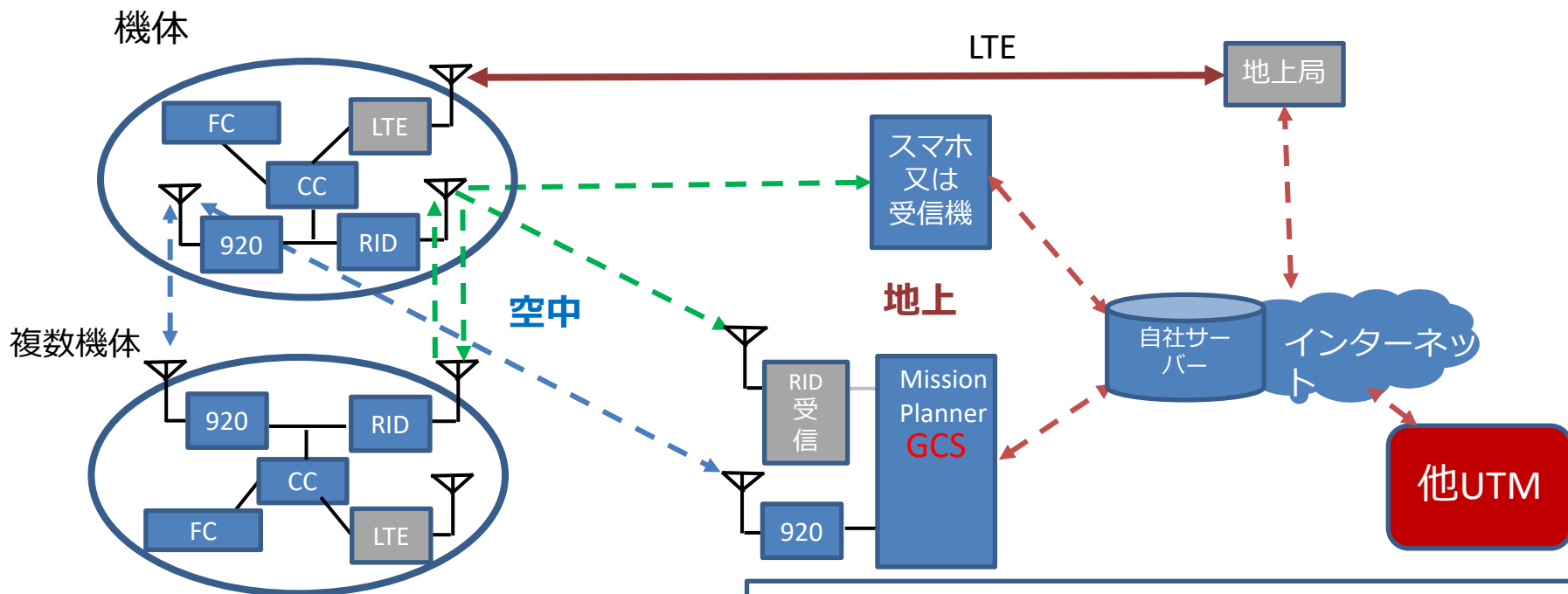
事業内容（2022年度）	取組内容	本年度成果（2023年2月現在）
<p>(5) 実施内容：<b>機体認証制度第一種型式認証取得に係る取り組みの実施</b> 担当：イームズロボティクス</p>	<p>オープンソース・フライトコントローラーで型式認証一種、二種獲得が目標。そのために事前調整などでの適合性証明方法の考え方などの討論。</p>	<p>型式二種の申請を制度施行後速やかに行うこととしていた。登録検査機関と申請に向けて調整しており、3月中に申請予定。</p>
<p>(6) 実施内容：<b>カテゴリⅡ、Ⅲによる1対多運航実証試験</b> 担当：イームズロボティクス</p>	<p>イームズロボティクス、アルプスアルパイン、産業総合技術研究所の研究課程を総合しながら、2023、2024年に予定されている実証試験実現への過程確認。</p>	<p>アルプスアルパイン、産総研、Pwcと月1回会議開催中。前2社は1対多運航に必要な要素技術開発を実施しており、3月中に終了予定。来年度から実証試験を始める。</p>



# (1) 1対多運航制御システムの検討 (イームズロボティクス)

1対多運航のアーキテクチャを通信系統図で示しました。

## 1対多運航通信系統図



機体  
FC:フライトコントローラー  
CC:コンパニオンコンピューター  
RID:リモートID機器;近距離通信(<1km)  
920 : 920MHzLoRA送受信機;長距離通信(<10km)

### 通信

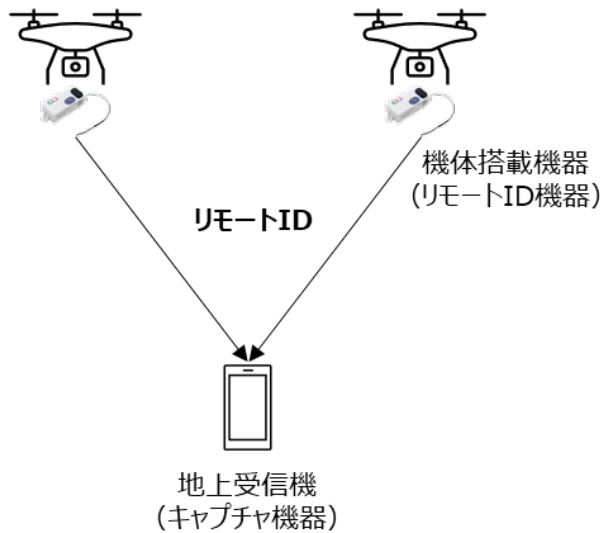
- ← - - → :位置情報/テレメトリ = 双方向 (920MHz帯LoRa)
- - - → :位置情報 = 一方通行 (2.4GHz帯 Bluetooth)
- ← - - → :テレメトリ (LTE双方向)
- ← - - → :インターネット接続

# (2)-1 リモートID通信方式応用による、機体間(V2X)通信システムの構築 (アルプスアルパイン)



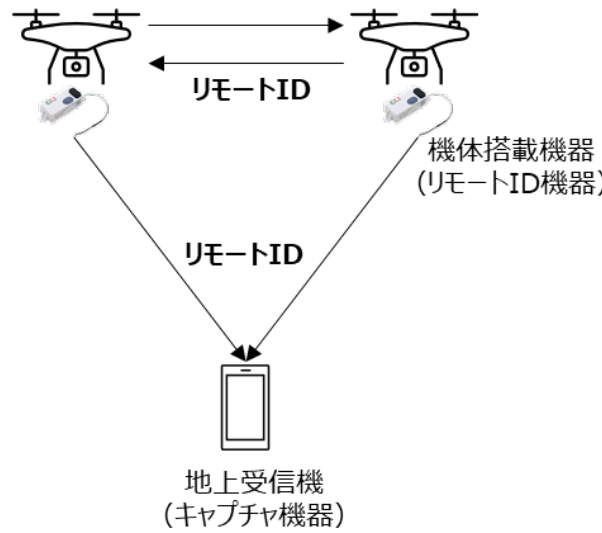
今事業の特徴は、2022年ドローンに搭載義務が制定されたリモートIDに受信機能を加え、送受信できることで機体間通信が可能になることです。

## 現行システム



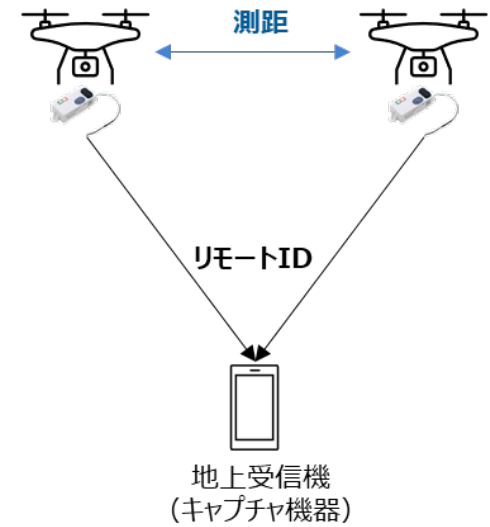
## 受信機能

機器間でリモートID情報を交換



## 測距機能

機器で相対距離を取得



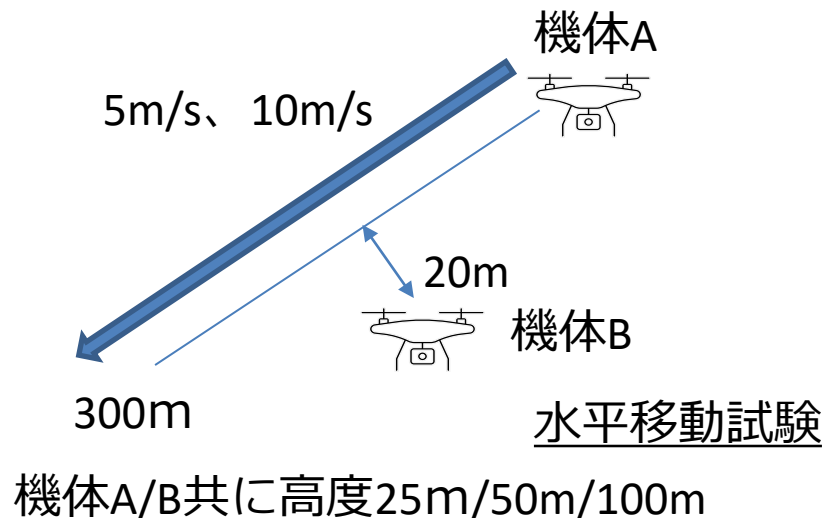
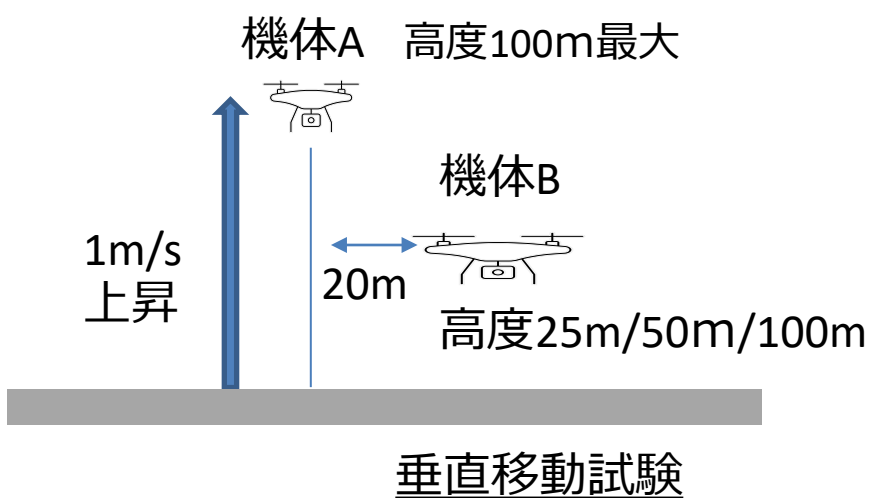
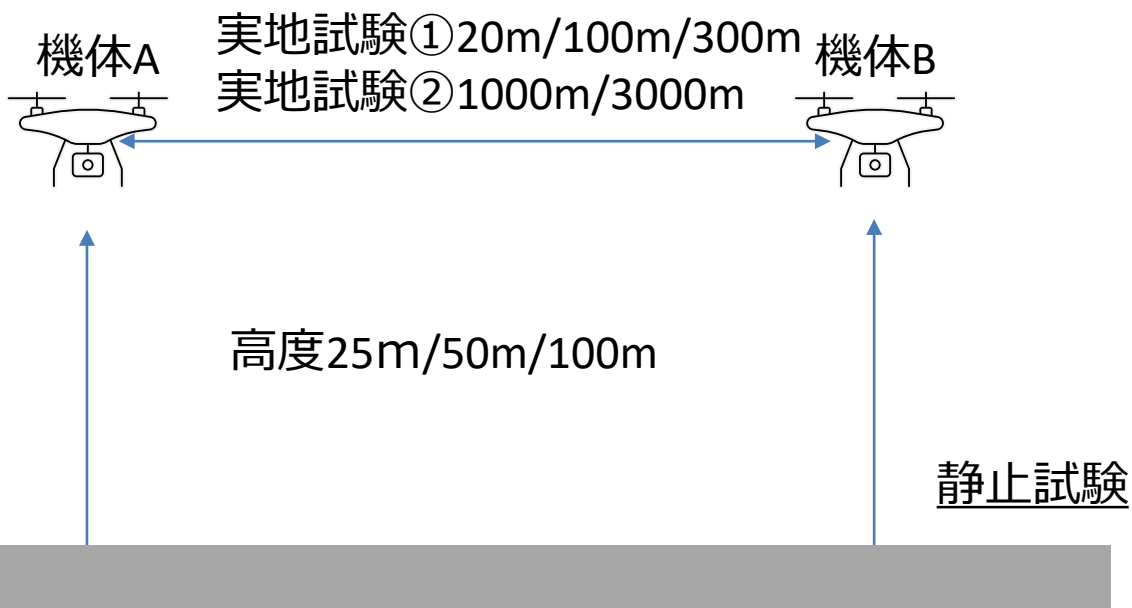
# (2)-2 リモートID通信方式応用による、機体間(V2X)通信システムの構築 (アルプスアルパイン)



2022年度2月、3月実施予定  
屋外実地での機体間通信試験  
受信性能及び位置精度を検証実力を把握する



試験用リモートID機器



# (3) 自律分散手法を用いた長距離テレメトリシステムの開発 (産業技術総合研究所)

## 920MHz LoRaデバイスについて

- 以下2種類のデバイスで検討中



EASEL社 開発/評価キット ES920LR3SDK1

<https://easel5.com/service/products-information/products/evaluation-development-kit/es920lr3sdk1/>

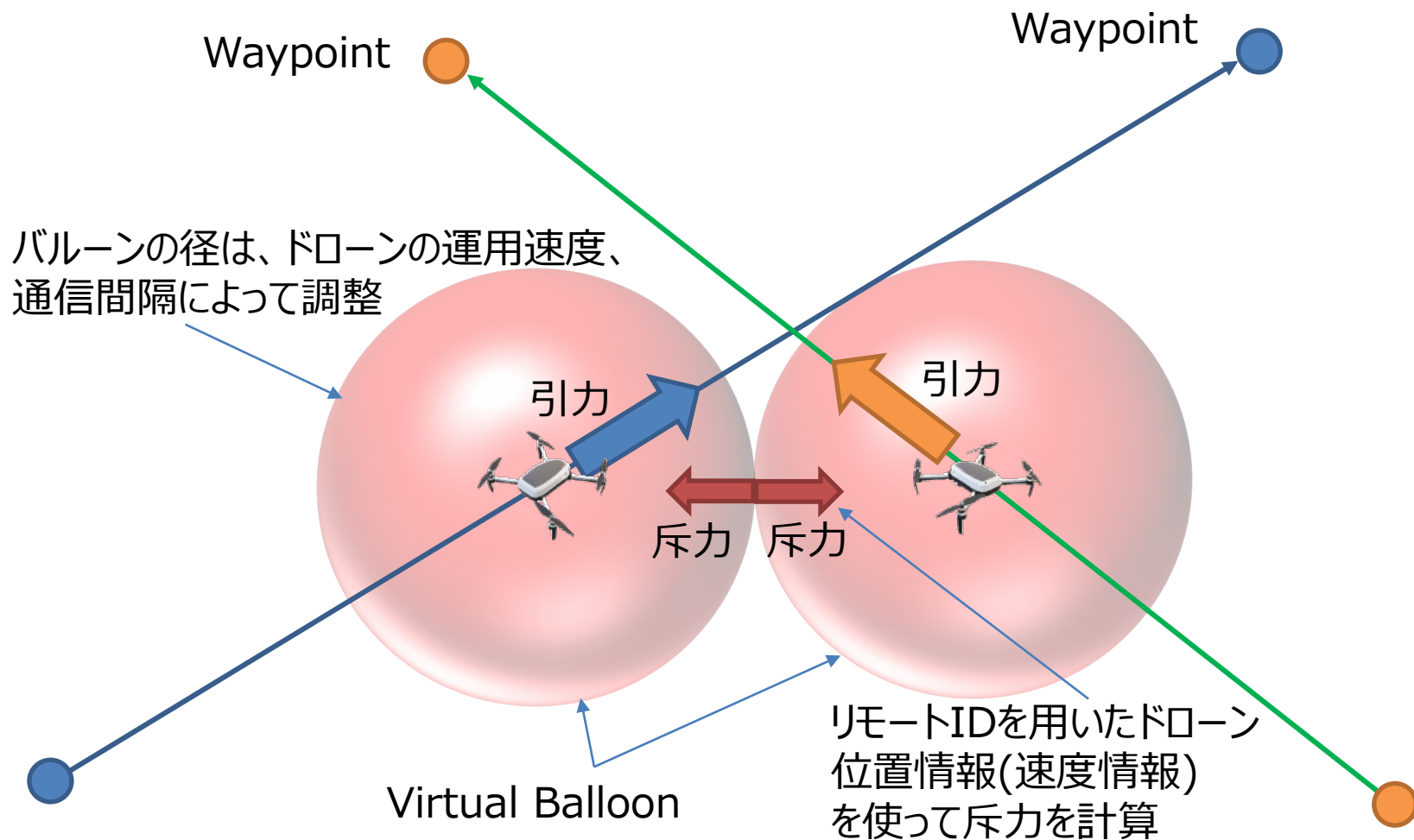
EASEL社 開発/評価キット ES920LR2SDK1

[https://easel5.com/service/products/evaluation-development-kit/es920lr2sdk1/](https://easel5.com/service/products-information/products/evaluation-development-kit/es920lr2sdk1/)

- 上記基板を格納する防滴構造のケース2種類を試作
- 今年度はLoRaデバイスの基本性能の検証、拡散率などパラメータの確定を行いたい



# (4)グローバル位置情報とローカル位置情報の相互補完による自律群制御システムの開発(産総研)



各ドローンにおいて、次のウェイポイントへの引力ベクトル、Virtual Balloon同士の斥力ベクトルの合算により次の移動ベクトルを算出し、逐次フライトコントローラに指示することで、自律分散的な衝突回避を実現する。

## 3. 次年度以降の取り組み

事業内容（2022年度）	次年度以降の取り組み
<p>(1)実施内容：<b>1 対多運航制御システムの検討</b> 担当：イームズロボティクス</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>・モニターを操縦者が見てわかりやすいソフト開発</li><li>・AIによる安全対策実装と他の安全手法</li></ul>
<p>(2)実施内容：<b>リモートID通信方式応用による、機体間（V2X）通信システムの構築</b> 担当：アルプスアルパイン</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>・機器、機器ソフト、ツールソフト修正、改善</li></ul>
<p>(3) 実施内容：<b>自律分散手法を用いた長距離テレメトリシステムの開発</b> 担当：産業技術総合研究所</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>・アルゴリズム改良・検証</li><li>・デバイス・モニタリングソフト改良試作</li></ul>
<p>(4)実施内容：<b>グローバル位置情報とローカル位置情報の相互補完による自律群制御システムの開発</b> 担当：産業技術総合研究所</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>・SLAM手法・群制御手法の実装評価</li><li>・試作機製作</li></ul>

## 次年度以降の取り組み（2）

<p>(5) 実施内容：<b>機体認証制度第一種型式認証取得に係る取り組みの実施</b> 担当：イームズロボティクス</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>・型式認証二種登録</li><li>・型式認証一種登録</li></ul>
<p>(6)実施内容：<b>カテゴリⅡ、Ⅲによる1対多運航実証試験</b> 担当：イームズロボティクス</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>・型式認証二種機体による災害対応1対5実証試験（2023年度）</li><li>・型式認証一種機体による物流1対10実証試験（2024年度）</li></ul>
<p>標準化活動 実施内容：</p>	<p>JAPAN DRONE展への出展、及び物流業者との実証試験</p>



## (6)カテゴリⅡ、Ⅲによる1対多運航実証試験

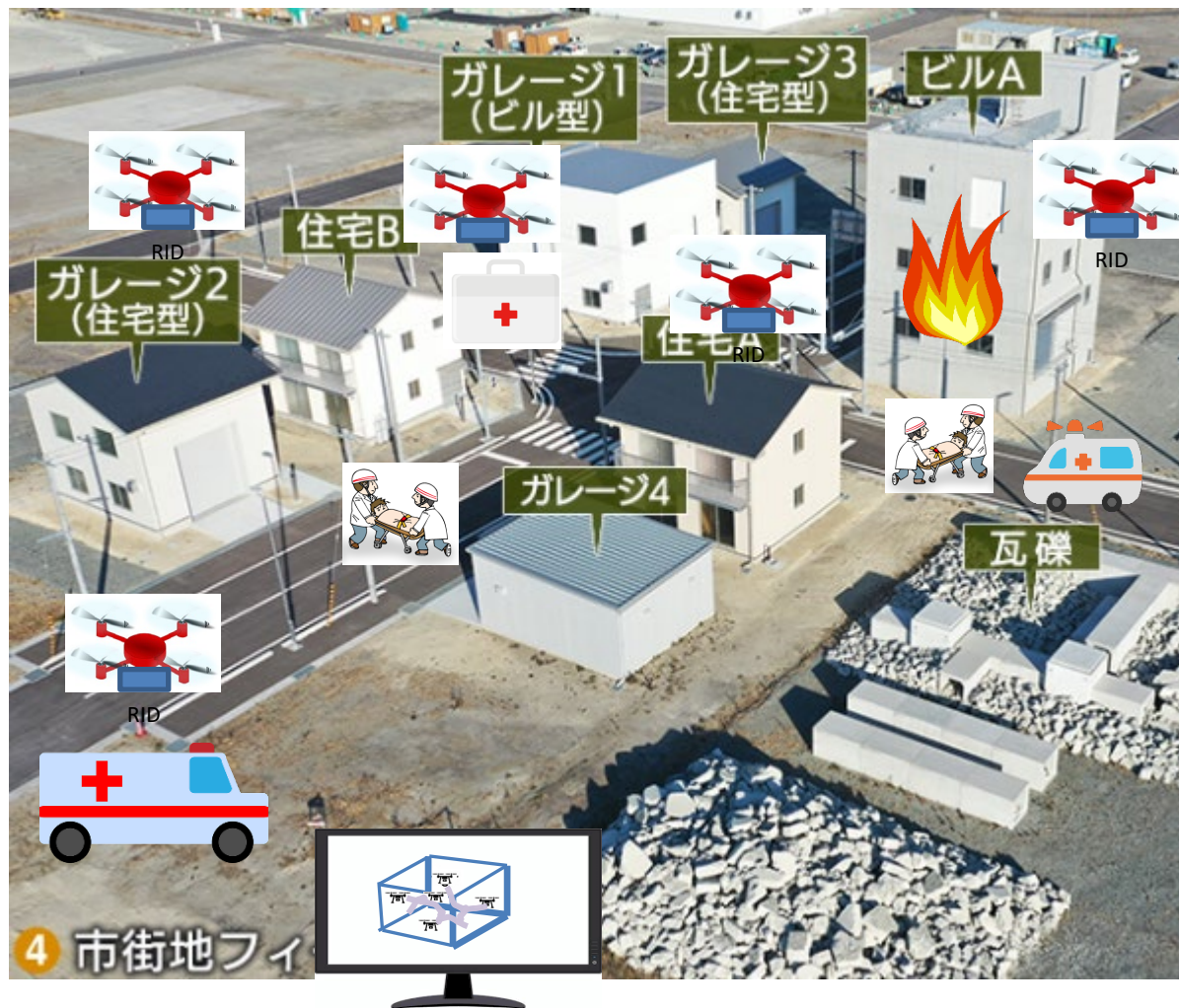
2023年度に型式認証二種機体による災害対応1対5多運航の実証試験を行う。各機体は、

- ・被災状況監視
- ・被災者発見
- ・軽食・飲料水運搬

これらの役割を各機体が同時に実施する。

2024年度は型式認証一種機体による災害対応1対10多運航の実証試験を行う。各機体は、

- ・配送
- ・引き取り
- ・目視外飛行
- ・拠点での離発着制御を同時に実施する予定

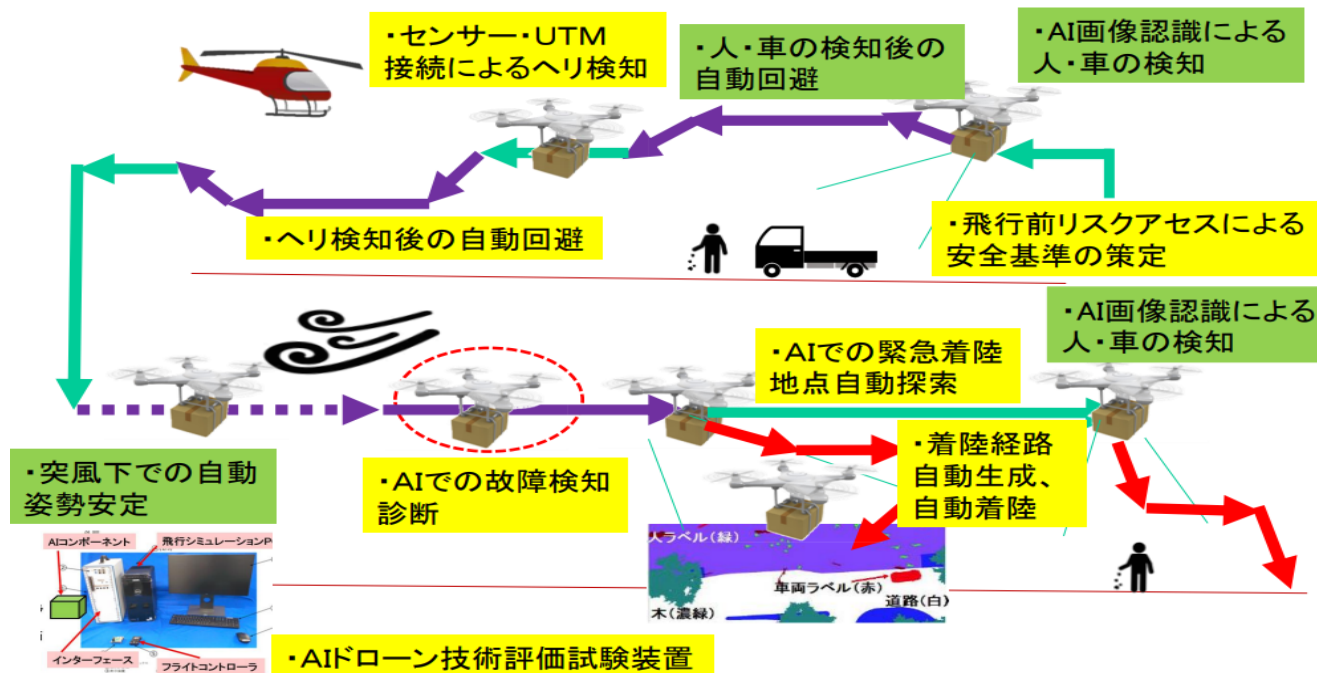


「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」（2018～2023年）にイームズロボティクスも参画し、人間、障害物をAIで検知し飛行経路を自律制御する技術を開発してきました。

1対多運航時に1台ないしは複数機体で発生したトラブルを機体自身が感知し、その場でホバリング、事前に設定された安全地点への着陸などに対応する。

飛行経路の自律制御技術を全機体に搭載し自律飛行による安全確保を実施する。

## AI技術によるドローンの安全運航支援





ご清聴ありがとうございました。