



小型無人航空機の現状と 監視通信における今後の展望

電子航法研究所 監視通信領域

河村 暁子 ニッ森 俊一 森岡 和行 米本 成人

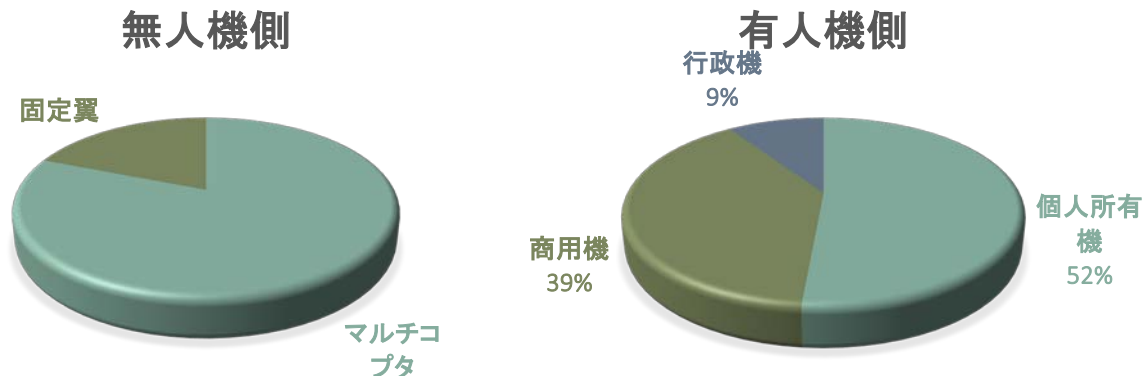
はじめに

- 小型無人航空機の民生利用が急速に広がっている
- 小型無人機の利用拡大を受け、無人航空機の監視の必要性が高まっている
- 有人航空機にとっても、小型無人機がリスクの一つになりつつある



背景

- 有人機—無人機 間のニアミス事案： 国内5件
- 米国，英国では空港付近にて上昇/降下中の大型有人航空機との交錯も報告あり
- 米国では毎月150件，有人機パイロットよりFAAへ飛行中に無人機を視認したとの報告がある



研究の目的

有人航空機の安全確保の視点から
有人機と無人航空機の安全で調和がとれた飛行環境を実現する

- 要素技術開発: 無人機が発する信号を用いた機体位置把握
- 既存の監視技術を無人機へ応用した際の課題と解決策の検討
- 情報収集分析

有人航空システムに親和性のある無人航空機システムの実現

小型無人航空機



固定翼型



回転翼型
(農薬散布ヘリ)



マルチコプター

- 近年はマルチコプター型が主流
- チップ型姿勢センサ, バッテリーの高性能化などを背景に普及
- 空撮, 測量, 農薬散布での利用が広がっている, 物流用途での期待もある

航空法 改正

小型無人機(200g～)の利用拡大を受けて基本的なルールが定まる
平成27年12月施行

➤ 飛行可能な区域

○ 地上150m以下, × 空港周辺, × 人口集中地区上空

➤ 飛行の方法

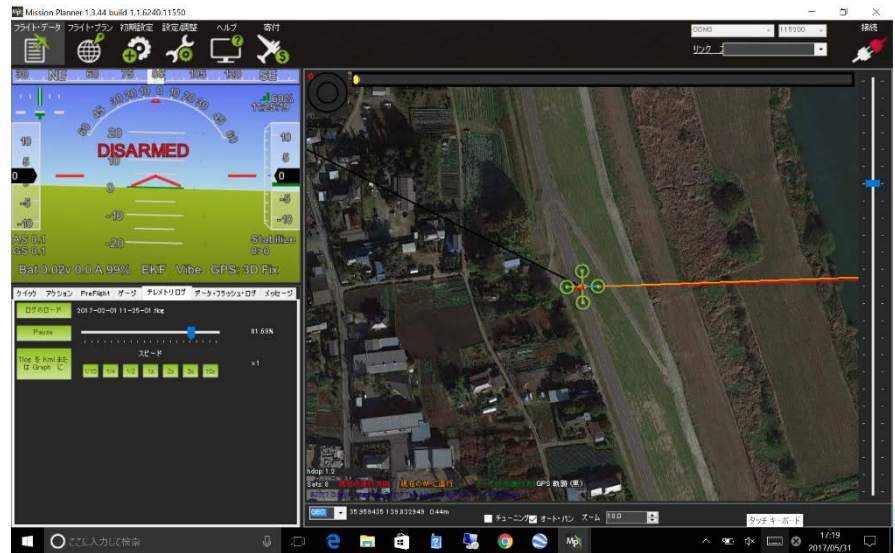
○ 日中の飛行, ○ 目視内で飛行, ○ 物件から30m離して飛行
× イベント会場での飛行, × 危険物輸送, × 物件投下(農薬等)

上記の範囲を超えるときは, 国土交通大臣の許可・承認を受ける

小型無人航空機の監視の現状



- 機体－オペレータ の組合せで独立に制御
- 原則的に目視内飛行(約1km)
- オペレータは機体からセンサ情報をダウンリンクして確認・記録できる ↓



小型無人航空機の監視の動向

		管制業務	コンフリクト回避	衝突回避
有人機の場合	地上	レーダー画面 管制官が飛行中の機体の間隔を調整	レーダー画面 管制官が、機体の進路を変えるよう指示	/
	機上	ATCTランスポンダ/ ADS-B _{OUT} (未装備多数)	ATCTランスポンダ/ TCAS画面/ADS-B _{IN/OUT} (未装備多数) 相手機の接近を感知し自ら進路を変える	
無人機における構想		運航管理・UTM? クラウドサーバに飛行計画を集め、自動で出発タイミングを管理	ADS-B? 一次レーダ? 飛行中の機体位置を一元的に管理するシステムが求められている	模索が始まったばかり 電波や光、画像等を使った装置の提案あり

無人機同士/無人機-有人機の監視が求められている

ADS-B: Automatic Dependent Surveillance - Broadcast
 TCAS: Traffic Collision Avoidance System
 UTM: UAS(Unmanned Aerial System) Traffic Management



小型無人航空機向け トランスポンダ/ADS-B送受信機

無人機の位置を有人機とともに一元的に管理するニーズに対して航空用トランスポンダやADS-B送受信機が注目されている



GPS受信機, トランスポンダ, ADS-B送受信機
(いずれも小型無人航空機向け装置)

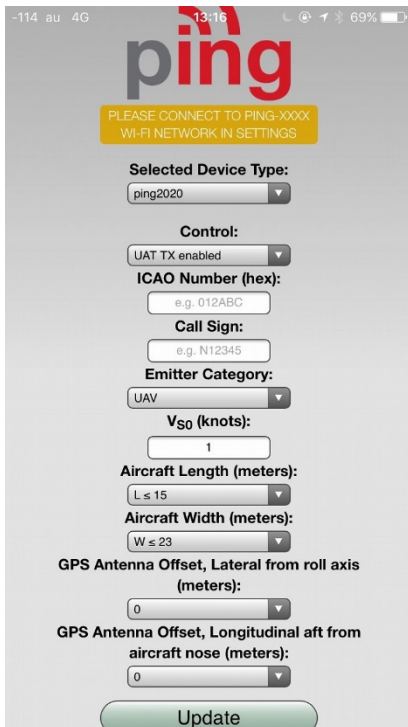
トランスポンダ:

SSR質問信号へ1090MHzでID, 高度を応答. 基本的には遅延と方位から位置を推定しレーダ画面を描く.

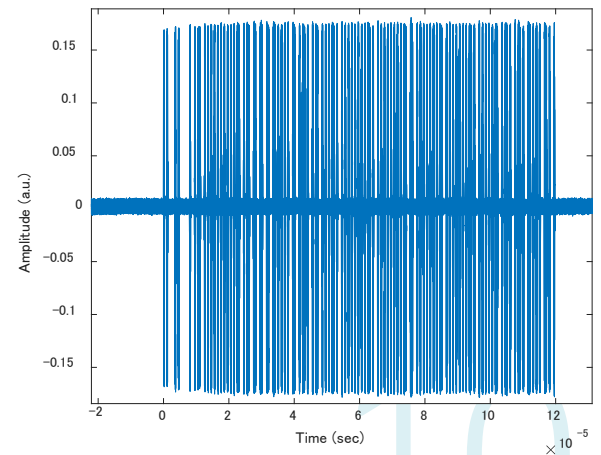
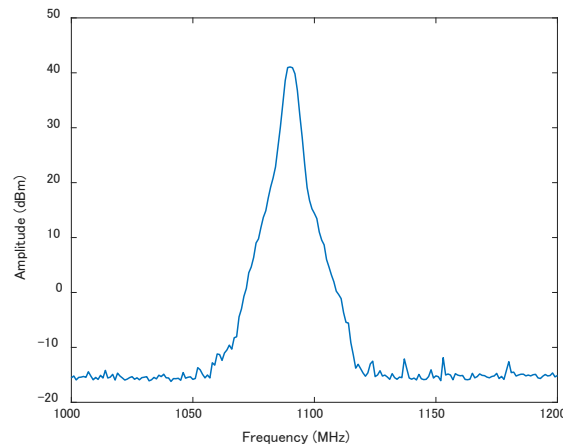
ADS-B送受信機:

GPSで取得した自機位置を1090MHz拡張スキッタで定期的に放送. 受信機は他機の位置を認識可能.

小型無人機向けADS-B送受信機



- 送信機(OUT)を含む装置は、自由に識別符号等を設定可能
- 出力20W. 理論上、約15 km 離れた機体まで届く



小型無人航空機機向けADS-B_{OUT}の波形

課題



- 飛行位置情報の開示への抵抗
- 飛行情報をUTMへ伝える技術, 搭載経費



- 無線局/従事者免許
- 機器搭載の信頼性(位置情報 など)
- 1090MHz 信号環境の悪化



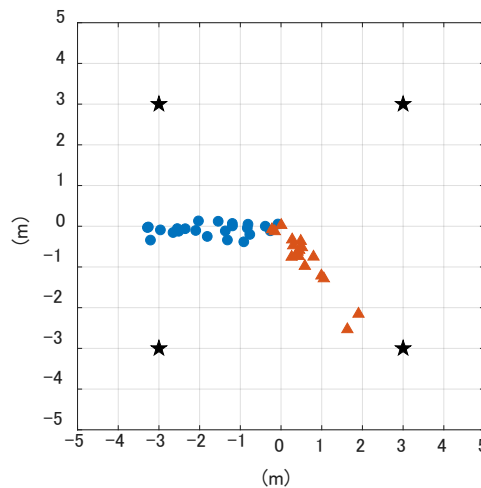
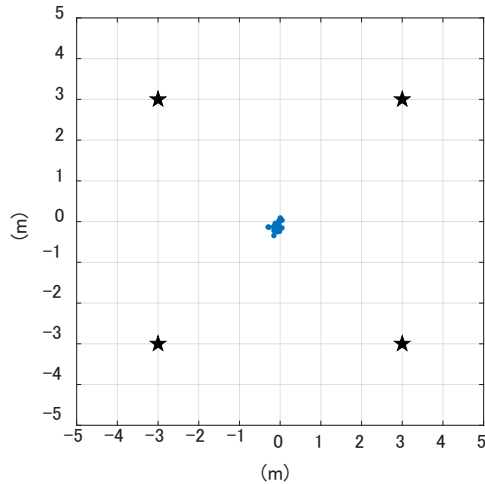
- なりすまし問題 → 一次レーダで地上から監視する案も

搭載型監視装置は同じ空域を飛行するすべての機体が搭載しなければ効果がない

ENRIにおける取組み

➤ 空港等に近づく無人機の位置把握技術

(オペレータに無関係な立場から機体位置を推定する技術の検討)



- 2次元TDOA
- 波源: Xbee Wifi(2.4 GHz)
- 受信: 地上4か所(★)

ドローンのテレメトリ信号波形を元にした位置推定実験結果(無響室内)

➤ 無人航空機がADS-B等の有人航空機向け装備を搭載した場合の 有人航空機に対する影響の検討

まとめ

有人航空機と小型無人航空機の安全で調和がとれた
飛行環境の実現に向けて

- 増え続ける小型無人機が抱える監視の課題
- 解決策としてのトランスポンダ/ADS-B送受信機への期待
- 有人航空への影響検討



目指す研究成果

- オペレータに関係なく機体位置を把握する > 空港等での活用
- 既存の監視技術と無人機向け装置との両立性の明確化