

2019年9月

ドローンテロ対策の最前線 ～ 大規模警備の視点から～

澤田雅之技術士事務所(電気電子部門)所長
元警察大学校警察情報通信研究センター所長

澤田 雅之

ドローンの脅威

重要警戒エリアの遥か彼方から夜間に飛来した大型のドローンが、精密に誘導されて高速で要所・要人目掛けて突入してきたならば、
正に警備実施上の悪夢

しかし、

**近年の無線技術の進歩発展が、
ドローンの脅威を著しく増大**

- * 無人移動体画像伝送システム専用周波数の割当(2016年8月)
- * 準天頂衛星システム「みちびき」が本格運用開始(2018年11月)
- * 5Gによるコントロール・テレメトリ・映像伝送(2020年頃)

ドローンとは？

ドローンの操縦は難しくない

**** テロリストはドローンを意のままに操れる ****



Parrot Bebop Skycontroller



DJI Phantom 4 送信機

右スティックを上倒す → 前進

右スティックを下倒す → 後退

右スティックを左倒す → 左に進行

右スティックを右倒す → 右に進行

左スティックを上倒す → 上昇

左スティックを下倒す → 下降

左スティックを左倒す → 左に回転

左スティックを右倒す → 右に回転

GPS・各種センサーとフライトコントローラーが ドローンの高度な飛行性能を実現



従来型のラジコンヘリと
決定的に異なる点！



安定したホバリング

障害物回避機能

フェイルセーフ機能



DJI Phantom 4

ドローンが飛行する仕組み

* 機体の向き・傾き・動き・周囲監視 *

地磁気・ジャイロ・加速度・イメージ等のセンサー

操縦信号

フライト
コントローラー

* 現在位置 *

GPS

* 目的地 *

各ローターの回転数を制御して飛行

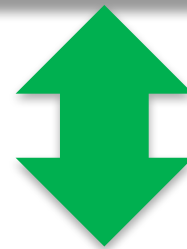
安定したホバリング

【従来型のラジコンヘリのホバリング】



出典 : yamaha-motor.co.jp

空中の一点に留まるには、風に流されないよう、無線操縦用スティックから指を離さず、操縦し続ける必要



【ドローンのホバリング】

無線操縦用スティックから指を離れた途端に、フライトコントローラーの働きにより、風に流されることなく空中の一点に留まり続ける。

➡ フライトコントローラーが、GPSやイメージセンサーに基づき、風に流されないようにドローンを自動操縦

障害物回避機能

各種のセンサー情報をフライトコントローラーが一元的に処理して、
高度な障害物回避機能を実現



DJI Inspire 2 : 機体重量約3.5kg、最高速度94km/h

フェイルセーフ機能

飛行の継続に支障を来す不具合(コントロール用電波の受信不能や、電池の残量低下など)が生じた場合には、フライトコントローラーに設定されたフェイルセーフモードを自動的に実行



発進地点に自動的に帰還するモードが一般的
他には、ホバリングして空中の一点に留まるモードや、徐々に下降して着陸するモードなど → いずれもGPSが不可欠



*** ジャミングでは墜落しない ***

テレメトリ情報の伝送

テレメトリ情報とは、ドローンの現在位置・飛行方向・飛行速度、バッテリーの残量、コントロール用電波・GPS測位信号用電波の受信強度など、ドローンの飛行状態に関する情報



GPSによる自律航行中のドローンを含めて、ドローンは飛行中にテレメトリ情報を操縦者に無線伝送し続けるのが一般的



テレメトリを受信・解析すれば、ドローンの機種・現在位置・飛行方向などが判明

***** ドローンの飛来探知に有用 *****

ドローンのコントロール・テレメトリ ・映像伝送に用いる電波

グローバルには、

2.4GHzのISMバンド(2,400~2,483.5MHz)と5.8GHzのISMバンド(5,725~5,850MHz)を主に使用 → ISMバンド(Industrial, Scientific and Medical Band)とは、高周波電磁エネルギーを無線通信以外の産業・科学・医療の目的に使用するために、国際電気通信連合によって決められた周波数帯であり、Wi-FiやBluetoothも使用

わが国では、

5.8GHzのISMバンド(5,725~5,850MHz)をドローンに用いることは不可であり、2.4GHzのISMバンド(2,400~2,483.5MHz)を主に使用 → 最大出力は、周波数ホッピング方式の場合には3mW/1MHz、OFDM方式の場合には10mW/1MHz

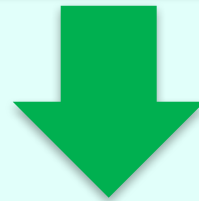
加えて、+

無人移動体画像伝送システム専用バンド(2,483.5~2,494MHzと5,650~5,755MHz)が、ドローンのコントロール・テレメトリ・映像伝送に2016年の夏から使用可能 → 最大出力は1W → 無線局免許と無線従事者資格が必要

3種類の飛行方法による ドローンテロ攻撃

1 直視による無線操縦

従来型の無線操縦ヘリコプターや無線操縦飛行機と同様に、操縦者がドローンの飛行状況を直視し、無線操縦装置でドローンを遠隔操作して飛行させる方法



直視によりドローンを無線操縦するには、ドローンの機首の向きを操縦者が見分けられる必要

➡ **直視による無線操縦の限界距離は、数百m程度**

1 直視による無線操縦による攻撃

攻撃者がドローンの飛行状況を直視し、無線操縦装置を用いてドローンを遠隔操作することにより、ターゲットを攻撃



ドローンの飛行状況を攻撃者の目で確認できる限界距離は、数百m程度

➡ ターゲットまで数百mの範囲内にあつてターゲットまで見通せる建物(屋上とは限らず窓越しもあり得る。)等が、この攻撃の拠点となるおそれ。
ドローンの発進は、攻撃者から見通せる場所であれば、別の建物の屋上等からでも可能



＊ ＊ ターゲットまで数百m以内の近距離攻撃 ＊ ＊

2 FPVによる無線操縦

ドローンのFPV(First Person View)とは、ドローン搭載のビデオカメラが撮影したライブ映像のこと → FPVによる無線操縦とは、ドローンから無線伝送されるライブ映像を操縦者が見ながら(ドローンに搭乗しているかのようなパイロットの視点で)、無線操縦装置でドローンを遠隔操作して飛行させる方法

これには、

ドローンと操縦者との間に電波を遮る建物等が無い見通し状態であって、ドローンからのライブ映像伝送用電波が操縦者まで届くことと、操縦者からのコントロール用電波がドローンまで届くことが必要 → ISMバンド(2.4GHz)を使用した場合には、都心部では見通し状態であっても1kmも届かない。

ところが、

無人移動体画像伝送システム専用バンド(2016年8月に新規割当)を使用すれば、都心部でも見通し状態では、FPVによる無線操縦の限界距離は5km超

2 FPVによる無線操縦による攻撃

ドローンから無線伝送されるライブ映像を見ながらのパイロット感覚で、攻撃者は、ドローンを無線操縦してターゲットを攻撃

➡ 無人移動体画像伝送システム専用バンドを使用すれば、見通し状態であれば都心部でも5km以上遠方からの攻撃が可能

移動するターゲットもFPVで追跡して攻撃可能

➡ 屋外での要人警護では注意が必要！

攻撃用ドローンを、ターゲットまで直接見通せない場所からも発進可能 ➡
例えば、ターゲットまでの飛行コースの途中にある高層ビルの窓越しに、ドローンの発進地点とターゲットの双方を見通せれば、攻撃者は、その窓越しに、ドローンをFPVにより無線操縦して発進させ、ターゲットまで誘導することが可能 ➡ 攻撃者の発見は非常に困難！

3 GPSによる自律航行

** GPSによるナビゲーション **

ドローンは、GPS衛星から送信される測位信号に基づき、現在の位置(緯度、経度及び高度)を瞬時に判別 → ドローンのフライトコントローラーが、設定された経路をたどって目的地までドローンを自動的に誘導 → GPSの測位誤差は10m程度。GLONASS衛星(ロシア)等からの測位信号の併用により、ドローンは測位誤差を1~2m程度に抑制

** 「みちびき」が測位誤差を大幅に低減 **



準天頂衛星システム「みちびき」が本格運用開始(2018年11月) → 「みちびき」が送信する「cm級測位補強信号」を使用すれば、GPS測位誤差はm単位からcm単位に激減

3 GPSによる自律航行による攻撃

ターゲットや通過点の位置情報(緯度・経度・高度)をドローンにセットして発進

➡ GPS衛星から受信する測位信号に基づき、通過点を經由してターゲットまで自動的に飛行・到達させて攻撃

攻撃者は、ドローンを無線操縦する必要が無い。 ➡ ドローンと攻撃者との間に電波を遮る建物等があっても、攻撃に支障は無い。 ➡ 攻撃の進行状況は、ドローンが送信するライブ映像伝送用電波やテレメトリ伝送用電波を、ドローンが見通せる場所で受信すれば把握可能

航続距離の長いドローンでは数十km遠方からの攻撃が可能。移動するターゲットには不適。準天頂衛星システム「みちびき」が送信する「cm級測位補強信号」を使用すれば、施設等の特定のピンポイントを狙った精密な攻撃が可能となる。

ドローンによるテロの防止 に向けた3つの法規制

1 航空法の改正法 (平成27年12月10日施行)

無人飛行機(ドローン・ラジコン機等)の
飛行を規制

模型飛行機(ドローン・ラジコン機等)
は、規制の対象外

**** 模型飛行機とは? ****

取り外し可能なアタッチメントを除き、機体本体とバッテリーを合わせた機体重量が200g未満のドローン等

航空法の改正法による 無人飛行機の飛行に関する規制

*** 飛行禁止空域 ***

- ・空港の周辺
- ・地上から150m以上の上空
- ・人家の密集地域

飛行禁止空域で飛行させたい場合は、国土交通大臣の許可が必要

*** 飛行の方法 ***

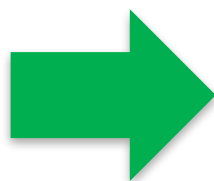
- ・日中に飛行させること
- ・目視の範囲内で飛行させること
- ・他の人や物から30m以上離して飛行させること
- ・催し場所では飛行させないこと
- ・危険物を輸送しないこと
- ・物を投下しないこと

これらの方法によらずに飛行させたい場合は、国土交通大臣の承認が必要

無人航空機の飛行に関する許可・承認の 審査要領の改正(平成30年9月14日)

＊ ＊ 山間僻地等における補助者無しの日視外飛行の実現 ＊ ＊
～ 空の産業革命の第一段階 ～

補助者
の役割



- ・ 第三者の立入管理
- ・ 有人機等の監視
- ・ 自機の監視
- ・ 自機周辺の気象状況の監視



補助者を代替するには

- ・ ドローンの周辺を監視するカメラ・センサー機能の充実強化
- ・ 「みちびき」による高精度測位
- ・ 5Gによるコントロール・テレメトリ・映像伝送

2 小型無人機等飛行禁止法 (平成28年4月7日施行)

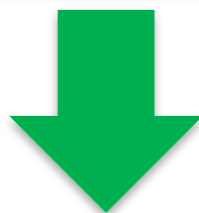
国会議事堂、内閣総理大臣官邸その他の国の重要な施設等、
外国公館等及び原子力事業所の周辺地域の上空における小型
無人機等の飛行の禁止に関する法律

＊ ＊ 令和元年5月に改正 ＊ ＊

重要施設の周辺地域の上空における小型無人機等の飛行の禁
止に関する法律

➡ 防衛関係施設(自衛隊施設・在日米軍施設)を追加

小型無人機等飛行禁止法



小型無人機等の飛行を禁止する施設の敷地内(レッドゾーン)
及び敷地境界から概ね300mの範囲内(イエローゾーン)

➡ 「飛行禁止区域」として官報で告示



＊ ＊ 「小型無人機等」には、改正航空法が規制
の対象外とする200g未満のドローンを含む。 ＊ ＊

ドローン等の 飛行禁止区域図



背景: 国土地理院の地理院地図

<https://www.npa.go.jp/bureau/security/kogatamujinki/pdf/map.pdf>

対象施設の敷地又は区域
 対象施設周辺地域

小型無人機等飛行禁止法

飛行禁止区域内に飛来したドローンを
現認した警察官



退去を命じても従わない場合や退去を命ずる暇が無い場合

➡ 飛行禁止区域内に飛来したドローンの妨害
や破損ができる。

課題

- ・飛行禁止区域内外の見極め
- ・効果的な妨害・破損手段の確保

3 ラグビー特措法及びオリパラ特措法



**** 令和元年5月に改正 ****

2019年ラグビーW杯及び2020年東京オリンピック・パラリンピックに向けた時限措置として、大会会場等及び空港を小型無人機等飛行禁止法の対象に加える。



- 組織委員会の許可を得ずに、大会会場等の周辺上空を飛行したドローン
- 空港管理者の許可を得ずに、空港の周辺上空を飛行したドローン



**** 警察官による退去命令・排除措置 ****

**ドローンテロ攻撃に
対処するには？**

長距離ドローンテロ攻撃の事前抑止は困難

**** 飛来したドローンの探知・確認・阻止を秒単位で実施 ****

警戒エリア外からのドローンによる長距離テロ攻撃は、FPVやGPSを用いれば容易に実現できるが、事前の攻撃抑止は極めて困難

→ 飛来したドローンを現場で阻止する他には、攻撃を防ぐ手立てが無い。

さらに、

レッドゾーン(小型無人機等飛行禁止法での防護対象施設の敷地境界線内)に向かってくるドローンを、イエローゾーン(レッドゾーンを取り巻く幅約300mの飛行禁止区域)への侵入時点で発見しても、**時速約100kmの高速ドローンであれば、発見後10秒前後でレッドゾーンに到達!**

ドローンの飛来を「人の目」で探知・確認

**** 日中は非常に有効、しかし、夜間は無力 ****

「人の目」は、視野内の「わずかな動き」にも感度が非常に高い。

→ 例えば、視野の片隅で蠅が飛んだ瞬間に、誰でも気付くことができる。

しかし、



2015年4月9日の深夜に発生した「首相官邸ドローン落下事件」では、外周警戒中の警視庁機動隊員は、飛来した小型ドローンが全く目に入らなかったため、誰も気付かなかった。

→ 夜間に飛来するドローンを探知・確認する手段として、
「人の目」はほとんど無力

首相官邸ドローン落下事件

2015年4月9日午前3時半頃、機体を黒塗りした対角径約40cmの小型ドローン(Phantom2)が、FPVにより赤坂方面から首相官邸敷地内に飛来して、官邸屋上に落下した。

➡ 外周警戒中の警視庁機動隊員は、ドローンの飛来に誰も気付かなかった。

➡ 4月22日の午前10時半頃、官邸職員により発見された。



出典：首相官邸のHP



出典：YAHOO! 地図

ドローンの飛来を夜間に探知・確認するには

*** レーダーが最も有効な手段 ***

レーダーは、日中でも「人の目」が全く及ばない数km遠方を航行するドローンを探知可能 → 空港等の広域にわたるドローンテロ対策でも効果を発揮

しかし、

レーダー画面上では、捉えた飛行物体について、ドローンと鳥の区別がつかない。 → 3次元レーダーであれば飛行物体の方位・高度・距離を高精度かつ瞬時に把握できる特性を活かして、サーマルカメラ等を自動的に振り向けて撮影した映像を「人の目」で確認することにより、飛行物体がドローンか否かを速やかに判断できる仕組みとすることが欠かせない。

サーマルカメラとは、

サーマルカメラ

**** あらゆる物体が発する熱(赤外線)を捉えて、
物体の温度差をモノクロ映像化するカメラ ****



- 昼夜を問わず、薄霧や小雨による視界不良でも撮影可能
- 黒く塗りつぶしたドローンが深夜に飛行した場合でも、ドローンの機影をモノクロ映像として確認可能



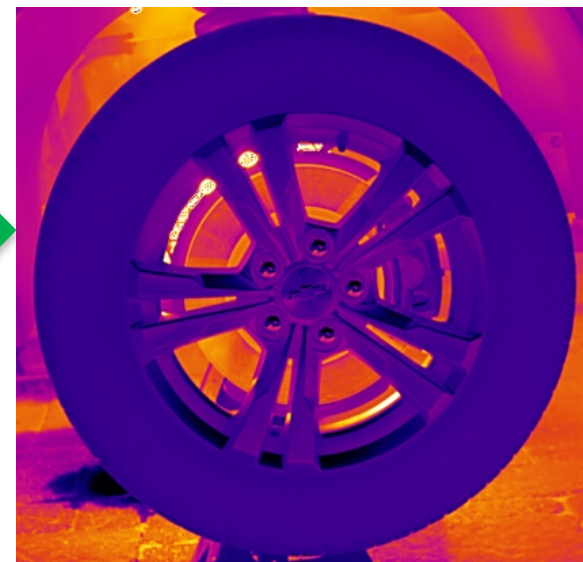
出典：米国FLIR社のHP

冷却型と非冷却型のサーマルカメラ

冷却型サーマルカメラ

動く物体でも、緻密・鮮明に捉えることが可能

非冷却型に比べて、高価で小型化が困難であり、定期的な部品交換が必要

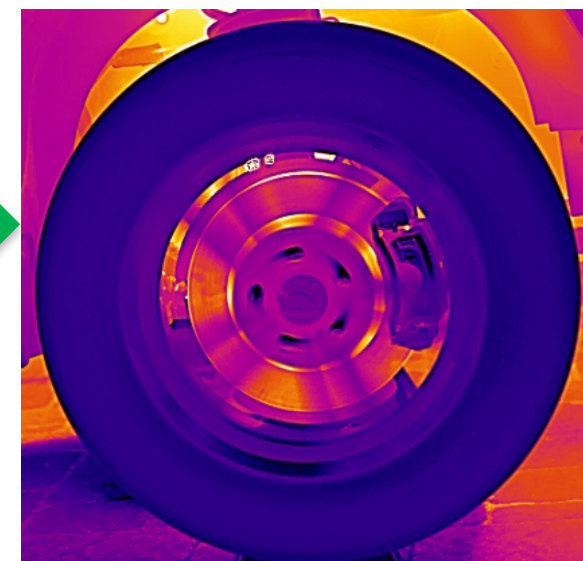


上下の出典：米国FLIR社のHP

非冷却型サーマルカメラ

動く物体を捉えることが、冷却型に比べて苦手


小型化が容易であり、定期的な部品交換が不要





ジャミング(電波妨害)を受けたドローンの挙動

***** ドローンはジャミングで墜落しない! *****



ドローンは、ジャミングを受けてコントロール用電波が受信不能となった途端に急停止

 風に流されることなく空中の一点に留まるホバリング状態となる。

受信不能が一定時  間(3秒程度)続けば、

フライトコントローラーに予め設定されたフェイルセーフモードが自動的に起動 
そのモードが「発進地点に自動的に帰還」であれば、ドローンは発進地点に向けて飛び去る。  テロリストの捕り逃がしも同然であり、再来のおそれを払拭できない!

発進地点に帰還  させないためには、

GPS衛星からの測位信号用電波を、ジャミングで受信不能とする。  ドローンは現在位置が不明となり、発進地点に帰還できなくなる。  立ち往生して空中を漂流、あるいは、バッテリーのフェイルセーフモードが起動して降下を開始

***** リスクの完全除去にはネット捕獲 *****

リスクの完全除去にはネット捕獲

**** 携帯型のネット捕獲手段は、ネットガンと肩に担ぐネット砲 ****

ネットガン

10㎡弱のネットを炭酸ガスの膨張力で発射。射程距離は10～20m程度 → 前方を横切るように飛行するドローンの捕獲は難しいが、向かってくるドローンに対しては、ネットによるバリアーをすかさず展開可能 → 屋外における要人警護の最後の砦

肩に担ぐネット砲



10㎡弱のネットを収めた「砲弾」を圧縮空気の膨張力で発射。射程距離は約100m。
→ スマートスコープ(夜間対応は困難)で発射する「砲弾」の照準を制御し、ドローンの直前でネットを展開 → 約100m遠方を時速約40kmで横切るように飛行するドローン捕獲可能

最新の対策事例

2018年平昌冬季五輪のドローン対策

2018年2月～3月に開催された韓国平昌オリンピック・パラリンピックでは、韓国警察は、テロ対策部隊にドローン警備隊を組織して、ドローンテロ対策を講じている。



***** 2次元レーダーで、ドローンの飛来を探知 *****



出典：LOWRANCE社のHP

2次元レーダー(Xバンドで出力165mW、周囲360度と上下50度をカバー)を50式使用 → **対角径数十cmの小型ドローンを、約300m遠方で探知可能**
→ 2次元レーダーでは、飛来したドローンの方角と距離は判別できるが、高度は判別不可能



ドローンへの対処には

前ページから

ドローンへ ↓ の対処には

ドローン捕獲ドローン、ショットガン、ジャミングガンの三重の備えにより万全を期している。 ➡ ジャミングガンは、妨害電波を発してドローンが操縦信号用電波等を受信できなくするマシンガンタイプの機器 ➡ 有効射程は約1km、連続30分のジャミングが可能



出典 : South Korean Counter-Terrorism Center



出典 : DRONESHIELD社(オーストラリア)のHP

2018年英国ロイヤルウェディングのドローン対策

2018年5月19日の英国ロイヤルウェディングでは、ロンドン近郊のウィンザー城内礼拝堂で挙式後、馬車によりウィンザー市内をパレード → ドローン対策は、英国空軍が保有する探知・確認・対処システムを使用



出典 : Blighter Surveillance Systems社(英国)のHP

システムの機能と性能

前ページから

システムの機能と性能

3次元レーダー(Kuバンドで出力4W)でドローンの飛来を探知 → サーマルカメラ(冷却型でVGA画質)やハイビジョンカメラ(日中のみ)の映像でドローンであることを確認 → ジャミング装置で妨害電波を発して航行を阻止

レーダーは、水平180度・垂直20度の探知範囲で、対角径数十cmの小型ドローンでも約2km遠方で探知可能 → レーダーが探知した方向に、カメラとジャミング装置を秒速60度の角速度で自動的に振り向け、ドローンの確認と対処を迅速に実行可能

英国ガトウィック国際空港におけるドローン対策

2018年12月19日夜から12月20日夜にかけて、ロンドンのガトウィック国際空港に複数のドローンが侵入を反復 → 空港は長時間閉鎖され、十数万人に影響 → 英国陸軍が保有する強力なドローン対策機器を空港に投入した結果、ドローンの侵入が止み、12月21日朝に空港は再開



出典 : Rafael Advanced Defense Systems社(イスラエル)のHP

3次元レーダー(Sバンド、4個で全天をカバー)と広帯域(20MHz~6GHz)SIGINTセンサーで、数km遠方の超小型ドローンを探知 → サーマルカメラ等でドローンであることを確認 → ドローンの方向にビームを絞った妨害電波をフェーズドアレイアンテナから送信して、数km遠方のドローンの航行を阻止

ジャミングしない ドローンテロ対策

ジャミングせずにドローンを阻止する電波装置(1/2)



出典 : DEPARTMENT13社(米国)のHP

ジャミングせずにドローンを阻止する電波装置(2/2)

* ソフトウェア無線技術により、ドローンのコントロールを奪取 *

攻撃者の無線操縦装置とドローンが送受信する電波を受信・解析して機種を判別 → 攻撃者の無線操縦装置から送信されるコントロール用電波に同期させて、「着陸命令の信号」をドローンに送信 → 他に干渉・混信・妨害を及ぼさずにドローンの遠隔操作を乗っ取り、ドローンを強制的に着陸



飛行を許可されたドローンの機種とIDを登録しておけば、許可登録されていないドローンに対してのみ、侵入を自動的に阻止 → 高所に設置すれば、半径1km程度の仮想的な侵入阻止バリアーを生成 → 許可登録されていないドローンは、バリアー内では飛び立たせることも困難



事前に解析できた機種は、飛来したドローンの探知・確認・阻止が可能
事前に解析できていない機種は、飛来したドローンの探知も不可能

高速ドローンを捕獲できる長射程ネット砲(1/2)



出典 : OpenWorks Engineering社(英国)のHP

高速ドローンを捕獲できる長射程ネット砲(2/2)

* 300m遠方を100km/h超で横断飛行するドローンを捕獲可能 *

8㎡の捕獲用ネットを収めた「砲弾」を、圧縮空気の膨張力で発射

➡ ドローンの直前でネットを展開してドローンを捕獲し、地上の安全を確保するため1.8㎡のパラシュートで降下



スマートスコープによる照準時に、ドローンまでの距離を計測しドローンの動きを予測 ➡ ドローンまでの距離をインプットした「砲弾」を、捕獲地点までの弾道計算に基づき発射 ➡ 遠方を横切るように高速飛行するドローンにも有効



レーダーとの連動やサーマルカメラでの捕捉・追尾により、夜間対応も可能

**空飛ぶロボットへの進化と
セキュリティなドローン社会の実現
～ Society5.0における“空の産業革命”～**

***** Society5.0 とは？ *****

Society1.0 とは、狩猟社会



Society2.0 とは、農耕社会



Society3.0 とは、工業社会



Society4.0 とは、情報社会



Society5.0 とは、超スマート社会

***** AI・IOT・5G等の社会基盤に支えられて、ドローン・自動運転車・空飛ぶクルマ等が、目に見える主役になる社会 *****

これからの進化の系譜

空飛ぶロボット

空飛ぶクルマ

電動航空機

電気自動車の技術

自動運転車の技術

空の産業革命

(無人機)

空の移動革命

(有人機)

今のドローン

空の産業革命(第一段階)

**** 山間僻地等における補助者無しの日視外飛行の日常化 ****

GPSによる自律航行の必要条件は、ドローンが危険な状況に陥った際に、操縦者は直ちにコントロール介入して安全に着陸させられること → 山影等でドローンが操縦者から見通せなくなった場合でも、コントロールとテレメトリが途絶しないこと

しかし、

これまでのドローンのコントロールとテレメトリは、見通しで数kmが限界であり、見通し外ではいずれも途絶 → 山間僻地等における補助者無しの日視外飛行を日常的に行うには、5Gでコントロール・テレメトリ・映像伝送を行うコネクティッド・ドローンの実現が必要不可欠

5Gの特徴

前ページから

5Gの ↓ 特徴

- ・ 大容量(100Mbps超)であるため、ドローン搭載カメラのフルハイビジョン映像5本を、同時に低遅延(エンドツーエンドで100ms程)で伝送可能
- ・ ドローンのコントロールが低遅延(エンドツーエンドで100ms程)で可能

5Gの ↓ 利用により、

コントロール・テレメトリ・映像伝送に用いているドローン無線技術の優劣ではなく、空飛ぶロボットとしての機能・性能の優劣を競う時代に突入

➡ ロボット大国・日本の本領発揮が期待されるところ

視点を ↓ 変えれば、

5Gでコントロールされるドローンは、ジャミング(電波妨害)が効かなくなり、コントロールを遮断して急停止させるのが困難になる恐れ ➡ ジャミングに代わる効果的なドローンテロ対策技術の開発が、喫緊の課題!

空の産業革命(第二段階)

** 都市部における補助者無しの日視外飛行の日常化 **

都市部では、補助者無しの日視外飛行による目視外飛行は、衝突と墜落の危険を払拭できない！

➡ 無線による操り人形から自律型の空飛ぶロボットへの進化

つまり、

準天頂衛星システム「みちびき」の高精度測位が産み出す 仮想的な「空のハイウェイ」を、「法定速度」で自律航行(危険も自動的に回避)

➡ 5Gによるコネクティッド・ドローンから、機体ID・オペレータIDや「空のハイウェイ」上の位置・飛行方向・飛行速度を収集・判別・掌握して、各ドローンの飛行を最適制御できる 高度な飛行管制システムが必要！

安全・安心 の確保は、

前ページから

安全・安心の確保は、

第二段階へ移行する上で絶対に必要な条件 → ドローンの取り締まり
やテロ対策の観点から、不審なドローンを迅速・確実に判別可能であること!

現場の対策要員には、都市部の上空を飛び交うドローンの中から不審なド
ローンを瞬時に判別できる、スマートグラスによる「インテリジェント化した目」
が必要不可欠

「空の産業革命」の進展には、ドローンテロ対策の実効性を確保するために
革新的な技術開発が必須! → 今日のドローンテロ対策技術は、欧米
諸国やイスラエルが先行 → 「空の産業革命」の一環として、わが国に
おけるドローンテロ対策技術開発の充実強化が望まれる。

Society5.0におけるドローンの社会実装

＊ ＊ 超スマート社会の特性を活かした安全・安心の確保が鍵 ＊ ＊

スマートグラスを通して、仮想的な「空のハイウェイ」上を飛行するドローンの機体IDやオペレータID等を識別

野良ドローンをどう取り締まるか？

空飛ぶパトカー

テロドローンをどう防ぐか？

2019年9月

ドローンテロ対策の最前線
～ 大規模警備の視点から ～

終

澤田雅之技術士事務所(電気電子部門)所長
元警察大学校警察情報通信研究センター所長

澤田 雅之