

小型無人機の飛行位置把握に係る無線システムの調査検討会  
第3回 議事録

日時：2017年12月1日（金）15:00～17:15

場所：ヒューモスファイヴ仙台駅前会議室 8階 大（Aホール）

出席者：別紙参照

配布資料：

- 資料 親 3-1 第3回会合出席者一覧
- 資料 親 3-2 前回議事録（案）
- 資料 親 3-3 指摘事項対応方針（案）
- 資料 親 3-4 小型無人機の利用形態と通信ニーズ調査結果
- 資料 親 3-5 プロトタイプ的设计及び作成（案）
- 資料 親 3-6 実フィールドにおける検証（案）
- 資料 親 3-7 他の無線局との周波数共用条件（案）
- 資料 親 3-8 調査検討報告書の構成（案）
- 資料 親 3-9 スケジュール更新版（案）

議事：

1. 開会

本検討会の開催に当たり、事務局より配布資料の確認が行われた。

2. 前回議事録の確認

事務局より、資料 親 3-2 に基づき前回議事録（案）の確認及び資料 親 3-3 に基づき指摘事項対応方針（案）について説明が行われた。特に質疑応答はなされず、承認された。

3. 議題

（1）小型無人機の利用形態と通信ニーズ調査結果について

資料 親 3-4 に基づき、事務局より小型無人機の利用形態と通信ニーズ調査結果について説明が行われた。主な質疑応答を以下に示す。

- 秋本委員：「飛行位置把握システムの利用形態と要件」（p.10）について、JUTM（日本無人機運行管理コンソーシアム）は経産省及び国交省に対して、登録制度を策定していただきたいと要望している。また、登録制度が策定されIDが付与された場合、識別機能が重要になるため、この点についても反映していただきたい。加えて、本システムは、国交省が取り組んでいる情報共有システムとどのような関係となるのか。情報の共有方法は、地上局（インターネット等）を介すのか、あるいはドローン間で直接通信するこ

とを想定しているのか。

- 事務局：国交省の情報共有システムは、飛行前に経路等の情報を登録して共有するシステムである。一方、本システムは送信装置を持つ全機体の飛行位置等を受信装置の表示装置ではぼリアルタイムで確認することができ、飛行前の計画策定や飛行中の運航管理等に役立てられるものと考えている。
- 秋本委員：国交省の情報共有システムは、将来的にはリアルタイムの動的な管理も想定されていると聞いている。将来的に接続することを想定しているのか。また、識別はできるのか。
- 事務局：国交省の情報共有システムへのアクセス手段として本システムを活用することは可能と考えられる。識別については、送信フレームの中に識別に資する情報を含めれば識別に活用できる。
- 三浦委員：識別については、機体 ID として統一した番号を振るかの議論はあるだろうが、機体に対してユニークな番号が付与されることが必要であろう。番号の付与後はデータベースを参照すれば、各種の機体番号や登録番号に紐づけられる形式になると想定している。
- 加藤座長：番号の付与については本調査検討会のスコープ外だが、重要な課題である。
- 秋本委員：ドローンの飛行トラブルに対する取締りの課題もあり、識別できることが重要になるだろう。
- 事務局：報告書にて提言することとする。
- 秋本委員：「DJI による Remote ID の取り組み」(p.13) は、どの周波数帯を用いているのか。
  - 事務局：2.4GHz 帯を用いている。
- 三浦委員：p.10 の記載内容について、ユーザ側の要望としては、1つの無線システムで制御・テレメトリと位置把握を行いたいのだろうが、これらは完全に分ける必要がある。本システムは様々なユーザと情報を共有するシステムであることから、制御機能を組込んだ場合、他ユーザにドローンに乗っ取られる危険性がある。制御・テレメトリはユーザの監督下にあるドローンのみを対象とすべきであり、他ユーザのドローンの制御が必要な場合は、ユーザ間で調整するのが良いだろう。
  - 事務局：ユーザ側としては、基本的には通信を二重化すべきとの意見が多かった。具体的には、制御用としては LTE や特定小電力無線を用いるが、これらの無線の範囲外となった場合には、本システムをテレメトリの一部として併用できるのではないかという意見が多かった。また、事務局の意見として、位置共有を目的とした場合には本システムが一気に普及することが求められるが、個別ユーザのみのニーズにも対応していることを示すことも必要と考えられる。
  - 秋本委員：制御は行わないとすると、ドローン側に送信機、地上局側に受信機を設

置するということか。

- 三浦委員：ドローン側および地上局側共に同じ送受信機を使用することを想定している。全て同じモジュールとした方がコスト的にも安い。また、将来的にドローンがフライトコントローラと接続されれば、協調型の衝突回避システム等としても使える可能性があるだろう。
- 秋本委員：ドローン側に受信機を搭載しているため、(ユーザに) 制御通信可能という印象を与えたのではないか。
- 姉齒委員：(ユーザは) 制御に必要な帯域の幅まで考えていないため、制御という意見がでたのだろう。制御する必要がある場合には帯域をその分増やす必要がある。
- 矢口委員：国側のユースケースはどのように考えられているのか。ドローン全機の位置把握システムとして 400MHz 帯を割当てたい意向があるのであれば、他の類似システムとの比較が重要となるため 400MHz 帯を用いた本システムの有効性を示す必要があるだろう。
  - 事務局：本件について国交省の意見を伺ったわけではないが、飛行情報共有システムでは、全ての無人航空機の飛行経路情報を把握したい意向と聞いている。
- 総務省 和田様：「ドローンの制御用通信の下り電波に位置等の情報を追加して送信」(p.15) とあるが、ドローンの制御用通信の下り電波を用いた位置情報サービスがあるのか。
  - 姉齒委員：弊社のサービスでは、テレメトリシステムは下り回線を使っており、飛行位置やバッテリー残量情報を把握できるものとなっている。DJI は画像伝送にデータが乗っているため、一部の情報を専用受信機に使うことで把握できることを FAA に提案している。
  - 総務省 和田様：本システムと他システムとの比較検討という観点では、どこが相違点となるのか。
  - 姉齒委員：DJI の仕組みは、DJI の機体情報しか把握できないが、本システムは専用装置さえ搭載すれば、搭載済の機体情報を把握できる点であろう。
- 加藤座長：ご意見いただいた内容について、難しい議論ではあるが可能な範囲で整理していただきたい。
  - 事務局：承知した。

## (2) プロトタイプ的设计及び作成(案)について

資料 親 3-5 に基づき、双葉電子工業(株) 姉齒委員よりプロトタイプ的设计及び作成(案)について説明が行われた。主な質疑応答を以下に示す。

- 加藤座長：飛行位置情報の誤差について、「実験では水平約 1m、垂直 2m の誤差表示

となった」(p.5) とあるが、ホバリング時の誤差を示しているのか。

- 姉齒委員：GPS センサからデータが送られてきた時点の誤差である。1 秒間隔でデータが送られてくるため、1 秒前の情報かもしれない。
- 矢口委員：機体が動くとき誤差は大きくなるものであるが、GPS 性能や機体の状況に依存するものであり、みちびき（準天頂衛星システム、日本版 GPS）を用いれば誤差は小さくなるだろう。ドローンマッパーの表示画面に誤差を考慮した進入禁止エリアを表示できると良いのではないか。
  - 姉齒委員：時速 0~100km で測定した際の推定誤差を示しており、GNSS、GPS 共に同様な結果であった。3m程度の誤差エリアを考慮した“球体”が動いている形でも良いのではないか。
  - 三浦委員：高速に移動している際も正確な情報が欲しいとのニーズはあるだろうが、その場合、位置情報の更新頻度を増やす必要があり、位置把握可能な機体数は減ることとなる。更新頻度と収容機体数を増やしたい場合には更なる帯域が必要となる。まずは、試験を実施して位置精度が不足しているかどうかを評価する必要があるだろう。
- 総務省 和田様：技術的条件（案）の通信方式について、「同報」(p.6) とあるが、同報だけに制約する必要はないと感じている。
  - 姉齒委員：ADS-B を参考にして同報と記載した。
  - 総務省 和田様：技術基準を作る際には、同報に限定する必要はないと考えられ、なるべく自由度を広くしていただきたい。
- 総務省 和田様：隣接チャネル漏えい電力について、「搬送波電力より 60dB 以上低い値であること」(p.6) とあるが、これは基準としては厳しい値なのか。また、キャリアセンスの必要性について、詳細をご教示いただきたい。
  - 姉齒委員：隣接チャネル漏えい電力について、現時点ではこの値を目標値にして検討している。キャリアセンスの必要性について、キャリアセンスの感度と受信情報の閾値は試験してみないと分からない。
  - 三浦委員：キャリアセンスの方式は、パケットが衝突した場合に通信しないこととしている。なお、別件の実験にて市販のデジタルカメラを搭載したドローンを用いた際、HDMI から出ているノイズが検出され、このノイズがキャリアセンスに引っかかり送信しなくなる可能性があることが判明し、注意が必要である。
- 三浦委員：送信空中線利得について、「3dBi 以下」(p.6) とあるがこれは必要なのか。地上局は送信しないのか。
  - 姉齒委員：地上局は送信しないが、受信はする。
  - 三浦委員：ドローンマッパーでは、他のオペレータの位置を把握するために地上局も送信するようにしている。本システムにて必要ない機能であれば、地上局は送信しなくて良いだろう。

- 姉齒委員：400MHz 帯の場合、地上局も送受信を行うと 50 機の情報を受信しきれなくなる。
- 加藤座長：将来的には双方向通信できることが望まれる。

### (3) 実フィールドにおける検証（案）について

資料 親 3-6 に基づき、双葉電子工業（株）姉齒委員及び事務局より実フィールドにおける検証（案）について説明が行われた。主な質疑応答を以下に示す。

- 矢口委員：実証試験に用いる機体及び通信系の情報をご教示いただきたい。
  - 姉齒委員：使用機体は、双葉電子工業（株）の機体あるいは DJI の機体を用いる予定である。周波数は、制御用として 2.2GHz 帯、DJI の機体を用いる場合は 2.4GHz 帯を使用することを想定している。
  - 矢口委員：DJI の 2.4GHz 帯は送信出力が大きいのではないかと。400MHz 帯とは直接関りが無いのかもしれないが、他の周波数帯で高出力の電波が送信された場合に、本システムへの影響はないのか。
  - 姉齒委員：DJI の 2.4GHz 帯は動画送信でなければ問題ないだろう。送信電波に対する影響よりも、受信側の影響の方が気になるところである。
  - 矢口委員：DJI の機体に別途バッテリー等を搭載するためには何かしらのプラットフォームが必要であると思われるが、それらの調達が懸念される。
  - 姉齒委員：電波伝搬の試験時には、Inspire (DJI) を用いることを検討している。
- 三浦委員：ノイズの観点からカメラはオフにした方が良いだろう。また、DJI のドローンは 10MHz の帯域幅で映像を送るため 400MHz 帯への影響はないだろう。
- 三浦委員：ドローンはマニュアル飛行させるのか。
  - 姉齒委員：基本的にはマニュアル飛行を想定しているが、これから検討することとする。
- 矢口委員：テクノアカデミー浜にて実証試験を行う際、見学者がいる場所からどの程度の離隔距離を確保するのか。安全面の観点から 30m 程度の離隔距離を設けることが望ましく、可能であればネット等を用いて仕切りを作った方が良いだろう。
  - 姉齒委員：30～50m 離すことを想定している。

### (4) 他の無線局との周波数共用条件（案）について

資料 親 3-7 に基づき、日本無線（株）中村委員より他の無線局との周波数共用条件（案）について説明が行われた。主な質疑応答を以下に示す。

- 東北総通 荘司様：「2. 周波数共用検討結果の想定」(p.6) について、被干渉については基地局側の被干渉を検討するのか。

- 中村委員：そのとおりである。
- 東北総通 荘司様：周波数共用が困難という結果が出ることも考えられるが、その場合、専用周波数が必要になるということを報告書に記載しても差し支えないか。
- 総務省 和田様：事実に基づいて記載していただきたい。
- 総務省 和田様：占有周波数帯幅について、「25kHz」(p.1)とあるが、資料 3-5 および 3-6 では「20kHz」と記載されているため整合性を取っていただきたい。また、「参考とする法律、答申、資料等」(p.4)について、1つ目の平成 10 年度のものの変調方式が QPSK であり、2つ目の平成 20 年度のものの変調方式が 4 値 FSK である。今回の実証試験では 2 値 FSK を採用しているため、変調方式の違いによって離調周波数がどの程度必要かといった点についても調査していただきたい。その上で共用検討を行っていただき、専用帯域が必要となれば、離調周波数を確保した上で周波数割当てを行いたいと考えている。加えて、伝搬モデルとして「自由空間」及び「奥村一秦」(p.5)を用いているが、資料 3-6 で「奥村一秦」を想定しているため、そこで合致してしまえば十分であるという評価にはならないのか。
  - 姉齒委員：基本的には「奥村一秦」モデルを用いることを想定しているが、空中に上げて測定している事例がないため、試験した上でどちらに近いかを比較したいと考えている。
- 加藤座長：「400MHz 帯周波数の使用状況：国際分配（第三地域）」(p.7)について、科学業務への影響はあるか。
  - 三浦委員：完全に重なってはいない。
- 加藤座長：同時運用機体数を 50 機としているが、キャリアセンスを使用するとスロットドアロハ\*になるためかなりパケット衝突するだろう。資料としてはパケット衝突が生じるという問題点を、誤解のないように記載する必要があるだろう。
 

※スロットドアロハ(Slotted ALOHA)：無線通信の通信プロトコルの一種。一定間隔でタイムスロットを設けて送信タイミングを制御する。

#### (5) 調査検討報告書の構成（案）について

資料 親 3-8 に基づき、事務局より調査検討報告書の構成（案）について説明が行われた。主な質疑応答を以下に示す。

- 東北総通 荘司様:「2.3 400MHz 帯を利用した新たな飛行位置把握システムのニーズ」について、ヒアリング結果から様々なニーズが得られたと思うが、全てのニーズに対して本システムが応えられるわけではないため、応えられないものについては今後の課題としてまとめていただきたい。
  - 事務局：承知した。
- 矢口委員：「3. システム要件の検討」について、実証試験に繋がるユースケースを提

示していただきたい。どのような用途で使えるかを想定した上で、要件の検討を行うのが良いだろう。

➤ 事務局：各作業班と事務局にて検討することとする。

- 秋本委員：大垣にて発生したドローン落下事故に関連して、国交省からJUAV（日本産業用無人航空機工業会）へ地上の第三者に対する安全距離について問い合わせがあった。JUAVでは、安全距離として飛行高度に対して45度以内には立ち入らないことを規定している。今回の実証試験では飛行高度150mとしているため、半径150m以内は入れないこととなる。
  - 姉齒委員：見学者に近い機体は、そこまで高い高度で飛行させない予定である。
- 矢口委員：実証試験におけるオペレータはどうするのか。
  - 姉齒委員：双葉電子工業（株）の人員が担うことを想定している。
- 三浦委員：航空法遵守や監視員の配置等を含めた安全対策に関する資料を作った方が良いのではないか。JUTMで行われている実証実験の安全対策も参考になるだろう。
- 神沢委員：実証試験が行われる2月の気温は仙台と同じくらい低温であるので、バッテリーにも影響があるだろう。また、風は強いが一般的に午前中の方が弱い傾向にある。安全面について、今回の実証エリアはJUTM等の試験で使われたこともあり、地域住民のドローンに対する許容性は高いが、万が一の可能性もあるため事前に人員配置等の計画を教えていただければ地域住民への注意喚起を行うこととしたい。
  - 加藤座長：できるだけ早く情報開示させていただくこととしたい。

#### (6) その他（次回スケジュール等）

- 第4回検討会及び公開実証試験は、2018年2月7日（水）に開催予定である。実証試験は午前中に行うことを想定しているが、試験場までのアクセス方法や開始時間等に関する詳細情報は別途事務局より連絡することとする。

#### 4. 閉会

加藤座長から挨拶がなされ、第3回会合は閉会された。

以上

### 第3回小型無人機の飛行位置把握に係る無線システムの調査検討会

#### 出席者一覧

座長	加藤 寧	国立大学法人東北大学 電気通信研究機構 機構長
副座長	矢口 勇一	公立大学法人会津大学 准教授
委員	秋本 修	日本無人機運行管理コンソーシアム(JUTM) 事務局長
委員	姉齒 章	双葉電子工業株式会社 システムソリューション事業センター 技術部 主管技師
委員	神沢 吉洋	南相馬市商工労政課 ロボット産業推進担当課長
委員	北島 明文	福島県産業創出課 ロボット産業推進室長
委員	小林 康宏	株式会社スペースワン 代表取締役
委員	中村 英樹	日本無線株式会社東北支社 企画推進 課長
委員	辺見 俊彦	株式会社エンルート M's 代表取締役
委員	三浦 龍	国立研究開発法人 情報通信研究機構(NICT) ワイヤレスネットワーク総合研究センター 上席研究員