

**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1回) 議事録**

日時：平成29年7月12日(水) 13:30～15:40

場所：東北総合通信局12階会議室

出席者：別紙参照

配布資料：

●資料 親 1-1

「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」開催要綱(案)(事務局)

●資料 親 1-2

「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」構成員(事務局)

●資料 親 1-3-1

調査検討会の検討事項とその視点(事務局)

●資料 親 1-3-2

「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」スケジュール(案)
(事務局)

●資料 親 1-4

無人航空機位置把握システム(姉齒委員)

●資料 親 1-5

飛しょう体間位置情報共有システム「ドローンマッパー」の開発と実証の状況(三浦委員)

●資料 親 1-6

作業グループの設置について(案)(事務局)

●資料 親 1-7

福島県のロボット産業集積の取組と福島ロボットテストフィールド(北島委員)

●資料 親参 1-1

我が国においてドローン用に使用可能な周波数等(事務局)

●資料 親参 1-2

無人航空機における携帯電話等の利用の試験的導入(事務局)

●資料 親参 1-3

我が国の電波の使用状況(400MHz帯・920MHz帯関連)(事務局)

1. 開会

2. 主催者挨拶など

(1) 主催者挨拶

検討会の開催に当たり、総務省東北総合通信局の伊丹局長から挨拶が行われた。挨拶の概要は以下のとおりである。

近年、災害対応や物流等の分野で、小型無人機の利活用に向けた実証試験が進んでおり、目視外での長距離飛行に対するニーズが高まりを見せている。今年の1月から3月まで、総務本省において「小型無人機の目視外飛行実現に向けた周波数有効利用方策に関する調査検討会」が開催され、本日まで出席の東北大学の加藤先生が主査として報告書の取りまとめにご尽力された。このような動きを受け、当局では、目視外飛行中の小型無人機の位置情報を円滑に取得できる、新たな電波利用システムを提案すべく、400MHz帯の周波数をターゲットとしてその基本的な構成や技術的条件について調査検討を行うこととした。この調査検討を通じて得られた成果がシステムの実用化へとつながり、様々な分野における小型無人機の利活用がさらに促進されることを大きく期待するもの。

(2) 委員紹介

事務局から名簿を読み上げ、委員（構成員）の紹介が行われた。

3. 開催要項の確認など

(1) 開催要項の確認

資料親 1-1 に基づき、事務局から開催要綱（案）について説明が行われた。委員から質問意見はなく、承認された。

(2) 座長指名

開催要綱 第5項（2）に基づき、検討会の座長について、あらかじめ事務局から東北大学の加藤 寧先生にお願いしている旨が伝えられ、委員から承認された。加藤委員から座長就任に際し挨拶が行われた。挨拶の概要は以下のとおりである。

先程、伊丹局長のご挨拶にあったように、平成28年度に総務省が行った「小型無人機の目視外飛行実現に向けた周波数有効利用方策に関する調査検討会」に主査として参画した。この議論の中では、飛行位置情報把握システムの周波数帯候補として、400MHz帯及び920MHz帯が提案された。920MHz帯については、現在NICTの三浦委員が中心となりドローンマッパーのシステム実証が進められている一方、400MHz帯についてはまだ実用化に向けた動きはない状況である。ドローンは自律飛行できることが特徴だが、安心安全な飛行を考えると、やはり電波による監視下に置く必要がある。このような状況も踏まえ、本検討会では、電波の回り込みなど400MHz帯の有するアドバンテージに着目し、ドローンの飛行位置情報を把握するための新たなシステムの実用化を目指すための第一歩として、委員の皆様からのご意見を受けながら審議を進めてまいりたい。

(3) 副座長指名

開催要綱 第5項(3)に基づき、副座長について、加藤座長から会津大学の矢口勇一先生にお願いしたい旨が伝えられ、承認された。矢口委員から副座長就任に際し挨拶が行われた。

4. 議事

(1) 調査検討会の検討事項とその視点について

(資料親 1-3-1)に基づき、調査検討会の検討事項とその視点について、(資料親 1-3-2)に基づき、「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」スケジュール(案)について、事務局から説明が行われた。以下に主な質疑応答を示す。

- 中村委員：実証試験に必要な機材や測定データの取得方法などは、請負業者が決定してから、請負業者が中心になって検討が進められるのか。
→ 事務局：その予定である。
- 矢口副座長：システム要件と技術的要件に関しての意見だが、ドローンから降りてくる情報は、例えば、DJI 社、ArduPilot 系(エンルート社が使用)など、それぞれ別の API を使っているのでプロトコルが合わないと実際に使えない。伝送する周波数帯だけではなく、この点を併せて検討しないと、実証試験の際に影響がでるのではないか。
→ 事務局：承知した。今後、作業グループ等で検討して行く際はその点も十分に考慮したい。
- 三浦委員：来年1月に「福島ロボットテストフィールド」で公開実証試験を想定している、との説明があったが、その頃のテストフィールドの状況はどのようになっているか。私が知っている「福島ロボットテストフィールド」は全く何も無い土地があった状況だったので。
→ 北島委員：配布したチラシをご覧願いたい。チラシでは、「福島ロボットテストフィールド」といわれる敷地の中に様々な建物が立っているが、来年1月の段階ではまだ更地の状態である。先ほど事務局説明の中であったように、10km 半径の中で小型無人機を飛ばして実証試験したいということであれば、「福島ロボットテストフィールド」は 50ha の面積しかないので、ここを飛び出して、既存の「福島浜通りロボット実証区域」を使って実証試験をしていただけないか。
→ 神沢委員：「福島ロボットテストフィールド」の底地は、南相馬市で整備している復興工業団地である。土地造成の現状は、全体で 70ha ある面積の内、約半分には土が盛れたところである。今後、土地の上に、先ほど北島委員が配布したチラシに記載がある様な建物などが順次出来上がると聞いている。
→ 姉齒委員：来年1月頃には電波塔と監視塔ができるという話を聞いているが。
→ 北島委員：それは今年度末にできる予定である。来年1月にはまだできていない。

- 事務局：今のところ、公開実証試験は「福島浜通りロボット実証区域」での実施を考えている。また、公民館などの会議室を借りて検討会をしながら実証試験の様子を上映してみることも考えている。来年1月の段階では「福島ロボットテストフィールド」は出来ていないことは承知している。公開実証試験の準備については、福島県さん（北島委員）と南相馬市さん（神沢委員）にも相談しながら進めて行きたい。
- 加藤座長：福島県（北島委員）と南相馬市（神沢委員）には大変お世話になる。よろしくお願ひしたい。
- 辺見委員：システム要件の検討内容について確認したい。本システムは、小型無人機から伝送された飛行状態を示す数値化された情報を地上でレシーブする仕組みだと理解している。その情報を地上で確認した際に、安全面などで緊急に対応する必要が生じたときに、本部というオペレータ側から小型無人機に何らかのコマンドを伝送できる機能が必要かどうかは検討内容に含まれていないのか。
 - 事務局：今後は、そのような安全面の検討も必要と考えている。ただ、コマンドを受けるには受信機が必要。小型無人機に搭載するシステムの軽量化を考えると、送信機と受信機の両方搭載できるかという点が課題になる。試作機の機能として実際に反映するかは別としても、検討を進める中で小型無人機にコマンドを伝送する機能が必要となれば、報告書をまとめる際はその点も反映したい。
- 秋本委員：昨年3月、私ども（日本無人機運航管理コンソーシアム）も福島の同一地域でデモンストレーションを実施した。当初は1月に実施する計画だったが、風が強いため無理だろうということで3月に実施したが、やはり風が強くデモンストレーションには難しい状況だった。今年は10月末の実施を計画している。冬場は危ないし飛ばないので止めようということである。以上、参考情報まで紹介した。私どもとしても、色々なドローンメーカーと連携しながら、運航管理ということで、いかに空域と電波を割り振ってきちんと安全に飛ばせるかを検討している。GHz帯、MHz帯のハイブリット通信とでもいうのか、確実に通信ができて位置が把握できて、最終的にコマンドが送れる、その様な通信系を是非、構成してもらえればと考えている。
 - 事務局：デモンストレーション（公開実証試験）の時期については、福島県さんからも冬場は大変だと聞いているが、3月中に報告書を取りまとめるにはデモンストレーションの時期は1月頃にならざるをえない。運航管理の話だが、GHz帯、MHz帯のハイブリット通信については今後の検討課題と考えている。本検討会では、まずは見通し外の遠方にある小型無人機の飛行位置を把握するには、GHz帯よりはMHz帯の周波数が良いだろうというところから検討をしていきたい。
 - 加藤座長：システムの互換性や双方向性についても意見があったが、大変重要な事項でこれから検討していかなければいけないが、本調査検討会の下に作業グループが設置され、また本調査検討に係る請負業者が決定した時点で、再度、議論が必要にな

ると考えている。また、検討に要する時間や予算には限りがあり、まずは本調査検討会でできること、あるいはもう少し将来に向けて検討すべきこと、そのような様々な視点から整理できればと考えている。頂戴した意見はできるだけ今後の検討に反映していきたい。

委員プレゼンテーション 1

(資料 親 1-4) に基づき、無人航空機位置把握システムについて、姉齒委員からプレゼンテーションが行われた。以下に主な質疑応答を示す。

- 矢口副座長：そのまま大量のデータを送るのは多すぎるのでこの程度データ量を絞って送るのは非常に重要だと思う。フライトコントローラからデータを送るときもトリミングして出す、あるいは降りてきた時にそれを規格に合わせて出すというようにすれば十分だと思うのでこれで良いと思う。資料を拝見し、測定や計算が非常に良くできていて、今後の実証試験も理論値どおり上手いくよう期待している。ただ、私が実際にドローンを飛ばしていると、途中でヌル点に入ったりしてプルーブが結構出てくることがある。実際にドローンを平行に飛ばしていて、どこかでデータが地上に伝送されてこないケースはあるのか。
 - 姉齒委員：地上局がタブレットタイプで、アンテナ高が1mの場合だと、データが地上に伝送されてこないケースがあると思う。地上面反射でマルチパスは必ず起きるので。ただ、ドローンが移動していれば、そのうちヌル点は抜ける。そのため、データの伝送はある程度は大丈夫だと思う。2.4GHz帯の周波数は結構直進性が強いが、ドローンが移動しているのと、FH（周波数ホッピング）という技術で、帯域を広く取っているので何とかデータは受信できている。弊社の製品にトラッククレーン等を遠隔操作する400MHz帯の周波数無線リモコンがある。データが伝送できなくて遠隔操作できないということは起こりづらい。ちなみに、この資料のデータは弊社のラジコンのGPSモジュールの仕様で作成したものである。このモジュールを利用すれば本システムの製造が簡単ではないかと考えたからである。
- 伊丹局長：プレゼン資料の2ページに記載の「識別符号」は団体などにより標準化されているのか。識別符号はどのように使いなさいとか決まりがあるのか。
 - 姉齒委員：クラウドにのせる場合は、端末設備規則第9条で何ビットの識別符号を設けなさいと定められている。そこに識別符号を入れておかないとクラウドなど公衆回線に接続してはいけないという決まりがある。
- 三浦委員：プレゼン資料の400MHz帯と900MHz帯の能力比較について教えてほしい。能力を比較したとき帯域幅はどのような前提としたのか。
 - 姉齒委員：400MHz帯と900MHz帯とも帯域幅は同じにしている。ステップ数(チャンネル間隔。以下同じ。)かける8割程度の幅を占有帯域幅とした。なので(周波

数帯が違ってステップ数が同じであれば) 受信感度も同じくらいになる。

- 三浦委員：ちなみに何 KHz とか (占有帯域幅の) 数字はあるのか。
- 姉齒委員：25KHz ステップだと占有帯域幅はだいたい 20KHz ぐらいである。
- 三浦委員：400MHz 帯と同じく、900MHz 帯も (占有帯域幅は) 20KHz で計算しているということか。
- 姉齒委員：そうである。同じにしている。
- 三浦委員：(占有帯域幅は) 20KHz というのは、400MHz 帯も送信時間制限があることを前提として計算されているのか。
- 姉齒委員：本システムについては、新しく制度化されることを前提にしているので、送信時間制限は前提としていない。
- 三浦委員：送信時間制限を設けるか否かは白紙で、連続送信しているということか。
- 姉齒委員：(小型無人機の) 台数が多いので、1秒に1回飛行位置データを送信して、その次の1秒まで送信を休むという前提である。
- 三浦委員：了解した。
- 姉齒委員：プレゼン資料の無線機仕様について、送信時間は 20ms(ミリ秒)で、その後休止時間としているが、例えば、1時間の何パーセントを送信占有時間とする様な時間制限の設け方もあると思う。ということで連続送信ではない。
- 三浦委員：900MHz 帯についても、400MHz 帯と同じ前提で計算されたということか。
- 姉齒委員：そうである。(900MHz 帯についても本飛行位置把握システムは) 現制度下の特定小電力無線局の様な考え方は前提としていない。
- 三浦委員：了解した。
- 姉齒委員：特定小電力無線局と (本飛行位置把握システムが) 重なると破綻してしまう。
- 三浦委員：400MHz 帯の電波は回り込みが非常に期待できることは分かるが、それを表すような計算結果などがあるのか。
- 姉齒委員：地道な実験の結果である。例えば、トラッククレーンを遠隔操作する 400MHz 帯の周波数の無線リモコンがある。400MHz 帯だとコンクリート壁を隔てたクレーンも全然問題なく動く。しかし、現制度化の特定小電力無線局(900MHz 帯で 20mW) を使うと、壁を隔てたクレーンは動かない。そのくらい、900MHz 帯だと電波が回り込みしないというのが実感である。
- 三浦委員：私も 400MHz 帯の電波はアマチュア無線で昔よく使っていた。定量的に測定した訳ではないが、感覚として 400MHz 帯は確かによく飛んだ。電波の反射が結構期待できて、建物があると建物の反射が拾えるし、山があるだけでも山で反射する。そのかわり、周囲に建物や山など何もないと、ちょっと遮蔽されたときは電波が途切れる。ただし、あくまで感覚的な話である。本当はちゃんと測定した

いが機会がない。

→ 姉齒委員：よく山上にパネルが設置されていることがある。あれはテレビジョン放送電波の反射板である。

→ 三浦委員：そのとおり。なので、来年1月に公開実証試験を「福島ロボットテストフィールド」で行う場合は、まだそこは造成中でまっさらな平地なので、電波が回り込むためには結構厳しい環境かなと想像している。

- 辺見委員：小型無人機から送信する高度データは気圧高度計の高度と理解してよいか。絶対高度ではないと。

→ 姉齒委員：そうである。

→ 辺見委員：ドローンでは海拔高度はとれないので確認したまでである。

→ 秋本委員：高度データの計測能力はドローンの機種ごとに違う。ドローンメーカーさんの意見を聴きながら検討していけばよいと思う。ところで本システムで飛行位置が把握可能な小型無人機の機体数が48機というのは妥当なのか。どこから出てきた数字なのか教えてほしい。

→ 姉齒委員：100機という話もあったが、どのくらいの機体数が妥当なのかは分からない。

- 加藤座長：本システム1個で飛行位置を把握可能なのは、半径10Km程度の1個の範囲内で47機程度とのことだが、この範囲の隣にもう1個本システムがきたときに、システム同士の干渉については、いずれ考えるということか。それとも全く問題ないと考えているのか。

→ 姉齒委員：質問の趣旨は47機がいるところに、更に47機が覆いかぶさるのかということか。

→ 加藤座長：そのとおりである。実際に小型無人機を飛ばすことを考えると、飛行距離は20kmから30km程度にはなるだろう。そうすると、10kmを越えたところで、もう1個システムがあるのか。あるいは、そのとき、また別に考えるのか。もう1個システムがあるとなると、混信などの問題が発生するのではないか。

→ 姉齒委員：おそらく、10kmでも電波はぶつかっていると思う。20kmの範囲になったとしてもぶつかっていると思う。ただ、キャリアセンスだと、電波がぶつかった後にランダム時間を使ってシードをどうつくるか、ということになる。それによって再トライして短い時間で送れば、最悪でも10秒に1回は電波は届くだろうと考えている。また、そこまで多数の小型無人機が飛んでいけば、飛ばす側も双眼鏡で監視するなど相当注意しているはずなので、それに頼る他ない。

→ 加藤座長：辺見委員の話とも関連するが、この検討会で検討できるか分からないにしても、いずれ衝突防止という課題も出てくるだろう。仮に、飛行中のドローンに対し衝突防止のため、その場に静止しなさいとか、もう少し左に回転しなさいといったコマンドテレメトリーを本システムで送るためには、どの程度の改造で将来

実現できそうか。先程、費用的には安いといった説明があったが。

→ 姉齒委員：地上からドローンをコントロールするのであれば、既に制度化済みの免許局を使ってもらいたい。コントロールが必要ならば、妨害を与えてはいけない免許局システムを使用するのが確実である。一方でドローンのモニタリングには本飛行位置把握システムを使用する。本システムは誰でも使えるように免許が不要な特定小電力無線局の使用を考えている。

→ 加藤座長：了解した。

- 中村委員：プレゼン資料の 400MHz 帯と 900MHz 帯の能力比較について、各周波数帯においては「伝搬損が 132db 必要」「伝搬損が 139db 必要」と記載されている。しかし「伝搬損が必要」という表現は分かりにくいと思われる。また、回線設計は 400MHz 帯と 900MHz 帯とも地上局のアンテナ利得を同じ 2.14dbi で計算されているが、900MHz 帯の方がアンテナは小さくて済むので、400MHz 帯のアンテナより利得の高いアンテナ、例えばコーリニアアンテナを高い鉄塔に立てれば、一概に 900MHz 帯の方が回線設計上で不利だとは言えないと思う。報告書をまとめる際は、その点も付記するなどの対応が必要ではないか。

→ 姉齒委員：了解した。その点は追加資料を付けるなどの対応方法も考えられよう。

→ 事務局：先程、姉齒委員から本システムは特定小電力無線局の使用を考えているとの話があったが、最終的には、特定小電力無線局がよいのか、免許局がよいのかも含めて本検討会で今後検討していただきたい。

委員プレゼンテーション 2

(資料親 1-5) に基づき、飛しょう体間位置情報共有システム「ドローンマッパー」の開発と実証の状況について、三浦委員からプレゼンテーションが行われた。以下に主な質疑応答を示す。

- 姉齒委員：プレゼン資料に使用している地図はグーグルの地図か。
 - 三浦委員：そうである。
 - 姉齒委員：この地図の使用には相当な金額を払っているのか。
 - 三浦委員：払っていない。この様な使い方までは大丈夫である。ただし、これを商売にするとするとライセンス契約が必要である。
 - 姉齒委員：地図を実証実験に使う場合は大丈夫なのか。
 - 三浦委員：はい。
 - 姉齒委員：以前、実証実験をしたときに地図を使うだけで相当な契約書が必要で、地図の使用をあきらめたことがある。
 - 三浦委員：どのような機関が、どのような目的で地図を使うかによって話が違ってもいいかもしれない。

→ 姉齒委員：了解した。

→ 矢口副座長：地理院地図もオープン公開されている。それ使う方法もある。また、私はインターフェイスの追加が非常に重要だと思っている。その点を上手くやると、他者の機体情報を入力して衝突回避もできるし、他者の機体情報を全部集めれば、今どこで誰のドローンが飛んでいるか分かる。そのような意味合いで、400MHz帯を機体の情報収集用に、169MHz帯等のロボット用周波数をドローンへのエマージェンシーコマンド送信用に使用するなど、上手く使い分けると良いと思う。

- 秋本委員：今後はドローンの不正利用なども起こると想定される。そのような場合、飛行中のドローンが合法的なものなのか識別する手段として電波は非常に有効である。そのような点も検討していただけるとありがたい。

→ 加藤座長：余談だが、アメリカや中国では、ドローンをいかに安全に飛ばすか、飛んできたドローンをいかに落とすか、という両方の研究が行われている。さて、先程、姉齒委員と三浦委員から、400MHz帯と920MHz帯の特性、920MHz帯を使用した実験結果などについて詳細な説明があった。説明にあったとおり、既に920MHz帯については、三浦委員が情報通信機構として精力的に研究を進められており、実証実験等を含めて先進的なアプローチが続けられている、とのことである。一方で、400MHz帯については、日本や世界でもまだ実験されておらず、今後どうなるか楽しみなところであり、また検討結果が出たときには他のシステムとの組み合わせも想定できるので、私は本検討会としては400MHz帯での検討を進めてゆくの妥当であると考えている。委員の皆様よろしく願いたい。

(2) 作業グループの設置について

(資料1-6)に基づき、作業グループの設置(案)について、事務局から説明が行われた。特に質疑応答は行われなかった。

- 加藤座長：作業グループの設置については、特に意見等もないようなので提案のとおり進めることとしたい。作業グループのメンバーに入りたいとか、アドバイス等があれば後ほど事務局まで連絡願いたい。それでは、本調査検討会のもとに作業グループを設置し審議の効率化を図っていきたい。作業グループの皆様におかれては大変忙しいところ恐縮だが、協力のほどよろしく願いたい。

委員プレゼンテーション3

(資料 親1-7)に基づき、福島県のロボット産業集積の取り組みと福島県ロボットテストフィールドについて、北島委員からプレゼンテーションが行われた。特に質疑応答は行われなかった。

(3) その他（次回スケジュールなど）

- ご審議いただいた議事について、お気付きの点などがあれば事務局までメールしていただきたい。
- 第2回の会合は、9月8日（金）午後、仙台市内での開催を予定している。詳細が決まり次第、委員の皆様にご連絡する。

5. 閉会

加藤座長から挨拶がなされ、第1回会合は閉会された。

以上