

遠隔医療におけるドローンの活用

株式会社かもめや 代表取締役 小野正人

皆さん、こんにちは。株式会社かもめやの小野と申します。本日は学術講演会にお呼びいただきまして、ありがとうございます。私達は「24時間、365日、どこに住んでいても、いつでもモノが届く日常」を目指して、2014年ごろからプロジェクトを進めています。今日は45分ほどお時間をいただき、前半にこれまでの取り組みをお話させていただいて、後半に商用化に向けて、いま何をやっているのか、ということをお話させていただければと思います。

こちらにお集まりの方の多くは島のプロフェッショナルだと思いますので、お話をする必要がないかもしれませんが、日本は世界の中でも非常に多くの島を抱えている離島大国です。離島の数はなんと6,852島もあります。そのうち、418島が有人島です。瀬戸内海に目を移すと、瀬戸内海には727の島があって、およそ156島が有人島で、非常に多くの島を抱えています。一言で離島と言っても、淡路島のように14万人もいる島もあれば、先ほどの講演にありました豊島（とよしま）という島には、登録上2名しかいない島もあり、一言に離島と言っても、離島には様々なバリエーションがあります。

ここで少し、私の自己紹介をさせていただきます。社会人になってからライフワークとして離島巡りを続けています。南方と瀬戸内海の島を中心に、これまで、だいたい150島ぐらい訪れています。もともと通信系のエンジニアで、インターネットのプロバイダや携帯電話の会社でデータセンターや通信基地局などの仕事をしていました。いろいろな島を巡るうちに島に関わる仕事をしてみたいと思うようになって、瀬戸内国際芸術祭の第1回目のボランティアに参加しました。この当時はサラリーマンをしていたので、毎週末、土曜日と日曜日にだけ参加していました。そのうち、とうとう趣味が高じてしまい、仕事を辞めて、2回目の芸術祭からボランティア サポーター「こえび隊」の事務局に転職し、2013年まで男木島・小豆島を担当することになりました。この芸術祭の仕事で担当していた男木島の方々にいろいろとお世話になり、ご縁ができて、家を借りることができました。実は今の会社を創業したのは、男木島です。お借りした家をDIYで改造して、自分の仕事場兼事務所のような場所（コワーキング）を作り、創業しました。

これを作るにあたって、私は男木島に1年ほど住んでいました。住んでみて分かったことがあります。当たり前のことですが、島に渡るためには必ず船に乗る必要があります。つまり、島に住んでいると船の時間に合わせて生活をするということになります。これは、女木島を経由して男木島を往復している、乗客と車を乗せることができるカーフェリーです。島によっては、小型で人だけが乗れるタイプ的高速艇などもあります。運行時間は、朝6、7時ぐらいから、夜は遅いところでも、9時とか10時ぐらいまでのところがほとんどです。基本的に夜間は運行していません。では、定期船の運航時間外に移動できな

いのかというと、そういうこともありません。今、大変需要があり忙しいそうですが、海上タクシーというものがあります。この海上タクシーを利用すれば、好きな時間に島に渡ることができます。もしくは漁師さんに知り合いがいる方などは頼んで漁船で運んでもらうこともできます。先ほどの講演に出ていた芸予諸島などでは、島との距離が非常に近いので、このような自家用船を持っている方も多くいます。緊急時には、香川県では救急艇や防災ヘリなどがよく使われています。よほどの時には岡山から川崎医科大学のドクターヘリが飛んできたりしています。

2016年のデータですが、この時点ですでに離島やへき地に住んでいる人々、過疎地人口と言われている人々は1,000万人を突破しています。その中に買い物弱者と言われる方々が700万人もいます。今ではその方々がもっと増えています。買い物弱者とは、スーパーなど生鮮食品などを手に入れることができる所まで500m以上の距離がある方や家から出ることができない方という定義なのですが、この方々がもう700万人を突破しています。ものすごい勢いで増加しているというのが現状です。さらに日用品の買い出しだけでなく、このような場所には高齢者の方が多く住んでおり、病気と無縁ということはまずありません。陸地と変わりなく、糖尿病や高血圧などの病気になられている方も多くいて、定期的に病院に通い、薬を受け取らないといけない人が多いというのが現状です。そのような場所では大手物流事業者である日本郵便さんやヤマト運輸さんでさえ、人手不足によるコスト高のため、サービス維持が大きな問題になっています。さらに船にも問題があります。例えば、2008年には高松と宇野を結んでいるフェリー会社が2社あって、1日に100往復もしていました。ところが去年、2017年4月には、1社5往復まで減ってしまいました。たった10年間の話です。これは極端な例ですが、瀬戸大橋ができて利用者が減ったことで、コストが合わなくなったためです。このような大型の効率的な海上輸送を目的とした船は全国的にすごい勢いで減っています。

今、これらの小さな離島で起こっていることは、島国日本の凝縮した姿として、10年ほど先の日本の将来を映し出しているのではないかという気がしています。そこで、このような問題を解決するために何か良い方法はないものだろうか。と、男木島に住んでいた2014年ごろに海を眺めながら考えていました。ちょうどその頃、皆様もニュースで見られたかもしれませんが、アマゾンさんがドローンという空を飛ぶロボットを作ったというニュースを見て、空を飛ぶロボットがあるのだということを初めて知りました。ニュースで見たドローンと、窓の外を飛ぶかもめのイメージが重なって、「鳥が物を運んだら良いのではないか」と思い、最初にイメージスケッチを描きました。また、より世の中の人に分かりやすく伝えるため、写真を合成してイメージ画像を作りました。当時、もう一つ「ドンブラコ」という名前で、無人で物を運ぶ船を考えました。ドンブラコという名前は、高松市沖の女木島が桃太郎伝説の鬼ヶ島という観光地になっているため、そこから着想しました。こちらにもイメージスケッチと合成イメージを作ってみました。「このようなもので本土と島々を結ぶ物流網ができれば良いのではないか」と、そのイメージを基に、2015年

1月に、実際にドローンを使って島に荷物を運ぶ実験を実施しました。その時のビデオがありますので、ご覧いただければと思います。

【ビデオ】

時間の都合上、かなり省略していますが、これまでに、このような実験をやってきました。2度目の実験ではスピードが出て、長距離を飛べる飛行機型のドローン（固定翼型）を使って物を運んでみました。これは医薬品を無人機で運ぶことを想定した実験です。後ほど詳しくお話をさせていただきます。

これまで行った実験でいろいろな課題が見えてきました。まず、航空法の改正です。皆さんもご存知かと思いますが、ドローンが首相官邸に落ちたり、姫路城に衝突したりしましたね。このことをきっかけに、今まで法律になかったドローンが航空機として見られるようになりました。改正航空法では、このドローンに関する内容がいくつか新しく盛り込まれました。ポイントとしては、ドローンの運用にあたって人口密集地を避け、さらに離着陸するポイントと物件（人や車・建物）と30m以上の距離をとらないといけない、などの大原則ができたことです。そもそも男木島は写真のような島なので、庭などありません。30m離すということは直径60mの広場があるということになります。そんな広い土地はありません。今、世界中でいろいろなドローンの物流プロジェクトが盛んに実施されています。大手のアマゾンさんやDHLさんが有名ですが、これらのプロジェクトの特徴は、配達先の人に広い庭や飛行場などがある場所を想定したモデルであるということです。日本の地理条件を考えれば、私達はそれらの真似をしていたのでは社会実装は難しいと考え、島国モデルというモデルを独自に提唱して推進しています。

島国モデルの説明の前に、ドローンの定義を整理したいと思います。おそらく大半の方が「ドローンとは空を飛ぶものだ」と思っていることでしょう。これはマスコミの方が最初そのように言って定着してしまったことに原因があるのですが、一般的には「自分で考えて、自律的に動くことができるロボット全般」をドローンと呼んでいます。つまり、空を飛ぶもの以外、「陸」「海」「空」の無人機もドローンであり、私たちは場所にあわせ、それらの無人機を組み合わせ活用することを考えております。それが島国モデルです。

そして、その島国モデルのポイントはラストワンマイルの地上走行にあります。これは男木島の方が、普段物を運ぶのに使っているオンパと呼んでいる手押し車です。これなら狭い道でも、簡単に重いものを運ぶことができます。そこで、これをそのまま無人走行にすれば良いのではないかと考えました。実はこのような研究は世界的にかなり進んでいて、取り組んでいるメーカーさんをいくつか紹介したいと思います。このスターシップさんやマーブルさん。日本ではZMPさんがソニーさんと一緒にやっています。では、動画を持ってきましたので、ご覧下さい。

【ビデオ】

「すでにいろいろと路上の走行テストなどが行われています。これは街の中をこのように信号を見て横断歩道を渡り、周りの障害物などを避けながら、目的地まで自動で運んで

行き、家の前にまで荷物を届けます。これはマールブルです。少し容積が大きいのと、基本的にこの構造は、街中を走る用途に向いていますので、おそらく主に都市圏で使われるようになると思います」。

もう一つ大事なのが階段です。日本の離島の至る所に階段があります。特に、集落の最後の所が階段になっていることが多く、家の前まで運ぼうとすると2足や4足の歩行できるロボットが必要になるだろうということです。このようなものを組み合わせて、無人物流を実現しようと考えています。本土と離島の間は空や海を使って運びます。そして、離島の港に着いてからは、地上走行で家の前まで運ぶのが良いのではないかと考えています。

それでは、後半ですが、「現在、商用化に向けて何をやっているのか」ということをお話しさせていただきたいと思います。商用化にあたっては、技術面以外に、コスト面も考慮して取り組んでいます。そこで大切なのがフィールド調査です。現場を知らないとなんにも前に進みません。現在ターゲットにしている調査エリアは瀬戸内海全域です。

現在、私達のプロジェクトは「かもめーず」というプロジェクトサポーターにお手伝いをしていただきながら進めています。このサポーターの活動について、去年末（2017年末）に総務省から、お墨付きをいただき、異能 **vation** ジェネレーションアワードを受賞しました。瀬戸内海は、非常に島が多いのですが、今、地図のブルーのピンが立っている所が、すでにフィールド調査が終わっている所です。黄色のピンはこれから行く所です。このように計画を立てて調査を進めております。何を調べているかと言うと、島々をつなぐ物流網や、島の生活の実情などです。離島を繋ぐ交通網は大変複雑なのですが、ルートと料金を全ての離島について調べていて、調査結果がほぼ揃ってきました。無人物流に効率が良く効果の高いルートを調べるために、現地の方々に聞いて、例えば、これまで定期航路がなかった島と島を繋ぐようなルートや、山の手線のように島々を循環するルート便があっても良いのではないかと、という内容も検討しております。また、先ほどの話にあった離島の港にまず荷物が着いて、そこから地上走行に積み替える。そのためのドローンが離着陸する場所や、ハブとなるドローンポートの用地をお借りするという事についてもお話を進めております。

何より大事なことは、離島の方々が24時間このサービスを受けられるようになった場合の料金です。島の方々にお聞きしたところ、当たり前ではあるのですが「船の往復料金と同じか、それより安かったら使う」という意見が9割以上でしたので、そのコスト感で実現できるように準備を進めています。

「陸」「空」「海」の無人物流機については、わざわざ新しいものを作らず、すでに世の中にいいものがあればあるものを使いたいと思っておりますが、今のところ、まだ世の中に満足いく仕様のものがないので、いろいろなメーカーさんと共同開発をしているのが現状です。ドローンの機体が注目されがちですが、それ以上に大事なのがそれらの機体を運行管理するための仕組みです。私達は「2020年までに、とにかく瀬戸内海の離島のすべて

で、このサービスを受けていただけるように」を目標に進めております。もし、2020年にこの目標が実現すれば、最低でも200機の無人機、数百の通信基地局、気象観測装置が動くこととなります。それらの機器から無数に上がってくるデータをいかに効率良く処理するかということが、この運行管理システムの要です。

次に、無人航空機の機材に関してご紹介します。参考までに、こちらは、首相官邸に落ちたもの、姫路城に衝突したもの、善光寺に落ちたものなどですが、これらは、主に写真やビデオを撮るための個人向け（ホビー用）の機体であり、私達はこのようなものを使いません。日本では一般的にドローンと呼ばれますが、世界的にはUASとかUAV、アンマンドエアシステムとかアンマンドエアビークルと呼ばれる商用・産業用の無人航空機を使っています。

こちらが2014年の1月に高松と男木島間、8kmの距離を飛ばしたいいわゆるマルチローター型という羽がたくさん付いているタイプです。おそらく皆様がよく目にするタイプの機体ですが、これにはメリットとデメリットがあります。メリットとしてはとにかく構造が簡単で、比較的費用が安い、メンテナンスがしやすいのですが、デメリットとして、エネルギー効率の面からは非効率で、長距離を飛ばしません。長距離を飛ばないので現時点では離島間の輸送に向きません。一方、これが9月の実験に使った固定翼型というものです。非常に効率が良いのですが、滑走路が必要なのと、機材が高額、メンテナンスがやや大変というデメリットがあります。それ以上に問題なのは、離着陸するために滑走路の設備が必ず必要なので、瀬戸内海の土地の狭い離島では使えません。

そこで、この2つのよい部分を組み合わせさせた構造を持った機体で、垂直離着陸ができる固定翼機（VTOL型と呼びます）を、スロベニアのメーカーと共同開発しています。簡単に言いますと、これまでの機体に比べて同じエネルギーで5倍ぐらいの距離を飛べて、垂直離着陸ができる機体です。飛行範囲を地図上に表してみました。ここが香川県高松市です。この黄色の丸で囲ってある部分、これが従来機で移動できる飛行可能範囲です。あまり飛ぶことができません。しかし、新型機だと片道であれば、右図の範囲を飛べます。例えば、北は岡山県の県北のあたりまで、東は淡路島まで飛ぶことができます。この新型機はスロベニアのメーカーさんと2016年から共同開発をしているものです。写真のようにお腹の蓋を開けて荷物を機体内部に搭載できる構造です。この方が代表者です。2016年にスロベニア訪問したときの写真です。今、この試作機は写真のようにスロベニアの国内で飛行テストを繰り返しています。去年の10月に機体のフレームが出来上がりました。翼長が約4mです。そして、去年末に飛行制御系も完成し、飛ぶ準備ができました。ヨーロッパ圏内で航空局の飛行許可を得て、今年2月頃から本格的な飛行テストを始めています。

もう一つは海です。無人の船ということで、先ほどの「ドンブラコ」を作っております。イメージ図をもとにCADで図面を引きました。市販のミニボートを「ドンブラコ」のベースにします。2016年に実際私が乗って（体重60kgくらいです）9Km走ってみま

したが、問題なく島に渡れたということで、この写真は、このボートの上に乗せる桃（内部が荷物室になっています）を作っている様子です。このような感じで地元の造形屋さんにも作ってもらいました。これを17年の7月に府中湖で進水試験を行なった後、去年の11月に高松と男木島の間、約9Kmで実験を行いました。高松港を出発して女木島の西を通って男木島まで無人で走らせるという実験です。これも後ほど動画でお見せいたします。

次に運行管理システムです。これも後ほど動画でお見せします。「KAZAMIDORI（カザミドリ）」という名前で開発を進めております。このシステムは特許出願済みで、いわゆるドローンの動く「動体管理」と、物が流れる「物流管理」、それから「気象観測機能」、これらを統合して管理できるものです。この辺りが東備讃瀬戸です。ここが高松で、ここが豊島、男木島、女木島です。ここに無人物流の運行管理ネットワークを作るべく進めています。大量のデータ処理に関しては、裏でアマゾンさんのアマゾン Web サービスが動いています。このようなものを使って、開発期間を短くしています。基地局はこのようなものです。風速、風向、雨量。それから、この中に気圧計と気温計・湿度計が入っています。センサーは外出しにすることも可能で、海水温や波の高さを測る装置など付けることができます。今、こんな感じで実際に設置を進めています。浮棧橋に置いたりもでき、非常にコンパクトで太陽光のみで作動する装置です。今後、この装置を島に設置していく予定です。離島では獣害の問題があり、特にイノシシがひどくて、来月から豊島でIoT

(Internet of Things あらゆるものが接続されたインターネット) によるイノシシ罠のプロジェクトも始めます。また、私達はこれらの仕組みを、海上設置型のブイに取り付ける装置や、船に搭載して船の衝突防止をはかる装置などにも応用していきます。大型船には衝突防止の仕組みが備わっていますが、小型船には備わっていません。

ここで、島のリサーチの様子をビデオで紹介したいと思います。

【ビデオ】

「ここは岩城島というレモンで有名な島です。このような感じでメンバーが計画を立てて、皆で島に行きました。船の乗組員さんに聞いたり、島の中を車で走ったり、狭い所は歩いたりしました。これは島の方からお話を聞いているところです。このように島を案内してもらったりもしました。やはり住んでいる方に聞くのが一番です。このようにお家の中に入れていただいてお話を伺ったりもしました。本当にありがたいことです。このような活動をしております」。

次に無人航空機のビデオを見ていただきます。

【ビデオ】

「これがテスト機です。垂直離着陸用の翼と水平飛行用のプロペラをそれぞれ別を持っているタイプのクワッドプレーンというタイプです。離陸はこのように垂直に上がり、ある程度高度がとれたところで水平飛行に入ります。水平飛行に入ると通常の固定翼と同じぐらいのスピードと飛行時間性能があります。このような感じですね。これが水平飛行の様子です。また着陸することになれば、このように垂直に降りることができます。それぞ

れの良いところを兼ね備えているということになります。このドローンは飛行場がいらず、長距離が飛べるという点が最大のメリットです」。

次に無人輸送船のビデオを見てください。

【ビデオ】

「先日、公開したばかりの動画です。12月23日の実験です。このように桃の形をした貨物室の中にみかん箱サイズの段ボール箱がそのまま入ります。冬は結構海が荒れるのですが、この日は天候の状態が良いということで、この日を狙って実験をしました。今のところ、テスト船なので波が高い時には運用できません。男木島に到着しました。このように桃が開いて、中から荷物を取り出すことができます。ちなみにこの船は100Kgぐらいの荷物を載せることができる設計になっています。2人乗りの船をベースにしているので、そのぐらいは乗せることができます」。

次に気象観測装置のビデオです。

【ビデオ】

「こんな感じの装置です。これがアプリ側ですね。これはアンドロイドとiOS端末で動くようにできております。これが運行管理システムの画面です」。

これからドローンと遠隔医療の関係を説明いたします。ここからが本番です。では、今日のテーマに入っていきたいと思います。私達は医療については素人ですので、同じ建物に入っているメロディ・インターナショナル株式会社さんや、この会場にいらっしゃる原先生などから、いろいろなアドバイスをいただきながら進めております。

まず、香川県における僻地医療の現状を報告したいと思います。地図の中のピンク色が付いている所に僻地診療所があります。これを見ると、意外に多いですね。こちらが離島側なのですけれども、結構あるのです。隈なくあるように見えます。ところが、これで医療が充実しているのかというと、お話を聞いているうちに、私は疑問を持つようになりました。これは、こちらにいらっしゃる医師の原先生が通っておられる粟島診療所の実際の当番表です。実は毎日通っておられないのです。診療所があっても、ほとんど医師がいない島の方が多くて、女木島と男木島も日替わりで医師が通っているのです。このように、毎日医師がいるという島はあまりありません。大きい島になれば、いらっしゃる所もあるのですが、まずいないというのが現状です。結局、診療所があっても、医師がいつもいるとは限らず、このために処置が遅れて、症状が悪化したというような現場の声があります。

このため、「ここにドローンを取り入れたらどうなるのか」と言うことを考えています。現在、国も遠隔診療を推進しており、そこで次のようなことを考えました。今ではタブレットのようなものを利用してバイタル（体温、脈拍、呼吸、血圧などの生体の基本情報）のデータを得るなど、いろいろな検査ができるようになっているので、このようなものでデータを取って、遠隔で医師に診察してもらい、お薬がドローンで飛んでくるという

ことです。このようなことを実現したいと考えております。このプロジェクトには、カモメ・メディカルプロジェクトという名前をつけて進めています。これが実現できると、島に調剤薬局があるのと変わらない状態が作れると考えています。24時間365日、いつでも届く。先ほどの物流にしてもそうですけれども、もし、この仕組みがきちんと動くようになれば、離島にコンビニができたのと同じことになるのと私は思っています。

もちろん法律とかがありますので、それを考慮しなければなりません。今のところドローンで薬を運ぶことが法的にできません。そもそもドローン以外でも、例えば宅急便で運んだりすることにもいろいろと問題があります。この問題についてですが、香川県は非常に先進的な特区に認定されています。平成24年に初回認定されたものです。この中に遠隔医療や僻地薬局活用が含まれています。また香川県には日本でも非常に先進的な医療情報ネットワークがあります。そこで、この仕組みの中にドローンでお薬を運ぶ仕組みを組み合わされるように進めております。ここで必要になってくるのが遠隔診療のシステムと、それから、お薬が届いた時にそのお薬を渡す人などです。お薬は対面で渡さないといけないといった問題があります。一方、香川県には特区制度のもとで、オリーブナースという、少し込み入った処置ができる看護師がいらっしゃいますので、そういった方達と連携して、先ほど申したような仕組みを作っていきたいと考えています。まず、ドローンで医薬品などを運んで、到着すると手渡しをしていただく。帰りは空便で帰るのがもったいないので、例えば検体を運ぶとか、いろいろな物資を在庫移動するとか、まず、そういったことから、すなわち今できるところからやって行こうということで、今年からこのプロジェクトを進めています。

先ほど見ていただきましたけれども、ドローンにはいろいろなタイプがあります。開発中の新型ドローンは、とにかくスピードが速く、時速140Kmぐらいで飛ぶことができます。例えば女木島と男木島間ぐらいの距離であれば、5分とか6分で飛んで行けます。そのぐらいの時間で物を届けることができます。例えば、できるだけ早く検体を本土に送って、検査をしなくてはならない場合などがあります。放射性医薬品などです。とにかく早く運ぶ必要のあるものに関しては空を飛ぶドローンを用います。そして、定期的に運ぶ物や時間がかかっても安く運びたい場合には船で運ぶというように使い分けます。輸送に関してもいろいろな課題があって、アドバイスをいただきながら、一つずつ課題を解決しています。

最終的にはこのような流れを考えています。ここに離島に住んでいる方がいるとします。ドローンによる物流などのサービスを受けるに当たって、高齢者の方がタブレット端末を直接操作するというのは、少し現実的ではないと思います。そこで、各家庭にこのような簡単なコールボタンを設けます。アマゾンさんが作っているダッシュボタンみたいなものを想像していただくと分かりやすいと思います。それを押すとコールセンターからコールバックで電話がかかってきます。すると「お買い物ですか、それとも何か相談ですか、医療相談ですか」というように、コールセンターの方が聞き分けて采配してくれま

す。このようなしくみにして行きたいと思っています。このような話が「本当に実現できるのか」と思われるかもしれませんが、実は世界的に見ると、既にかなり実験が進んでいるのです。それでは、次に陸の孤島と言われているルワンダで行われている実験のビデオを見ていただこうと思います。

【ビデオ】

「これはジップラインという企業が行っている実験です。このようなカタパルト（射出発射台）で固定翼型のドローンを飛ばして血液やワクチンを送ります。なぜドローンを使うかと言うと、雨期になると道が寸断されるのです。とにかく届けば良い。パラシュートで落として、とにかく届けば良いというやり方ですが、おそらく、今、ここが世界で最も進んでいます。このように医療に使っています。荷物の受け渡しは、パラシュートを使って落とすのですが、このような場所では届くだけで充分なのです。」

次に紹介するのは、私達が開発を進めているタイプに非常に近いドローンです。マダガスカルで行っているプロジェクトのビデオを見て下さい。

【ビデオ】

「ここも道が悪いということが、この映像でよく分かると思います。このような感じですね。車も通れない、自転車も通れない、バイクも難しい。このような所で病気になったらどうしようか、検査をどうしようか。このような時にドローンを飛ばそうということですね。このドローンは私達のタイプとほぼ同じものです。やはり、ここは土地が狭く飛行場が作り難いので、垂直離着陸のVTOL型を採用しています。そして、このように医療機関の屋上にドローンを降ろします」。

次は、街のど真ん中で飛ばしているプロジェクトのビデオを見て下さい。スイス郵便局が進めているものです。

【ビデオ】

「このように医薬品を乗せて街の上を飛ぶというものです。社会実験を行っているところです。このドローンはマターネットという企業が開発したものです。3年以上前からプロジェクトに取り組んでいます。都市部の上空を飛ばしてもOKという特別な認証を受けることができたそうです。これも病院から病院に物を運ぶとか、薬を届けることなどに使っています。都市型としてはこれが最も進んでいるのかなと思っています」。

最後になりますが、私はドローンを物の運搬だけに使おうとは思っていません。実は陸と離島の間には、物理的な距離だけでなく心理的な距離があると思っています。どういうことかと言うと、例えば、著名なアーティストが来てライブやイベントを開催するとして、島で開催するのと高松の街中のホールで開催するのでは、全く集客力が違うということです。様々な要因があり一概には言えませんが、一つの要因として、心理的な距離が影響すると思っています。島は海で隔てられており、その距離をいかにしてゼロにするか。モノだけでなく人も自由に行き来できるようにして、心理的な距離も無くしたい。実は、世界的に人が乗って飛べるドローン。ドローンという言い方が良いのか、無人機という言葉

い方が良いのか分かりませんが、操縦桿がなく、パイロットのいない、人を運ぶロボット。ドローンタクシーとして、これをドバイで実験しています。次のビデオを見て下さい。

【ビデオ】

「この機体は3年ぐらい前から、ドイツのボロコプター社が作っているものです。2人が乗れる航空機です。見かけは普通のヘリコプターのようなのですが、実は、パイロットがいない、すなわち操縦しなくて良い、これまでにないタイプの航空機です。今、テストしている段階ですけれども、これがおそらく10年のうちに普及すると思っています。そうすると、例えば災害現場に行って、人を運ぶ担架の代わりに使うなど、レスキュー。今までヘリコプターで行っていたことが、これに置き換わって行くのではないかと思います。島と島を行き来するのにもこれをライド・シェアリングできます。日本ではどのような扱いになるのか分かりませんが、ぜひ導入したいと考えています」。

最初に、私は「瀬戸内海に無人島が多くある、有人島がどんどん無人島になっている、人口が減っている」などと話をしましたが、このようなものを使って人や物が島々を行きかうようになれば、過疎化の改善にも役立つと思います。このように思ってプロジェクトを進めています。本日はご清聴ありがとうございました。

[本城]

ありがとうございます。それでは、ただいまのお話について、ご質問をお受けしたいと思います。

[北尾様]

香川県の北尾です。ドローンや船は気象の影響を相当受けると思うのですが、瀬戸内海での稼働率というのは年間何%ぐらいを考えられておられるのですか。特に「どんぶらこ」のような小さな船では、ほとんどの日が島まで行けないと思います。もっと船を大きくするとか、何か構想があるのでしょうか。それと、ドローンの着陸地点は半径30mほど何も無い所でなければならないそうですが、物によっては上からポトンと落とすとか、そのようなことを考えられているのかどうか教えて下さい。

[小野]

はい。まず、順番に就航率の問題からお話します。おっしゃる通り、冬場は特に就航率が落ちます。航空機に関して私の感覚では3割ぐらいと思っています。今、現実的な値段で手に入る無人航空機に関しては、風速10mぐらいが運用限界だと思っています。もっと大きな機体になれば、風速15mぐらいは行けるかもしれませんが、20mを超えるような運用は難しいと思っています。ですから、そこは船だと思っています。船に関して他にもかなり進んでいまして、実は復元性の高い無人船というものが、世界的に既にありま

す。この船はすごく高いのですが、外洋でも使える無人調査船です。何 m もの波を超えて行くことができ転覆しません。私は船の構造次第だと思っています。船であれば就航率を 9 割近くまで上げることができると思います。ところが、私達はお金がないので、プロトタイプはあのようなものを 50 万円ほどで作りました。人が乗った有人のヘリコプター、防災ヘリなども風速 20m を超えると操縦が難しいと聞きます。このような日でも、転覆しない船であれば、物資を届けるだけの用途で、人が乗っていなければ島に行けると思っています。そこで、実はシミュレーションを行いました。何をやったかという、マリンジェットエンジンを付けて 20m の風が吹いている瀬戸内海の海を再現して、シミュレーションをしました。進むのです。ですから、他の手段が使えない時に無人の船で、とにかく島に何かを運ぶということができるのではないかと思います。

荷物を上から落とすことに関しては、もちろん可能です。しかし、風に流されるなど狙った場所にきちんと落とすことが結構難しいのです。今、それを研究している方もいらっしゃいます。落とす荷物にこのような簡単なラダー（方向舵）を付けて、きちんと狙った所に落ちるものを作っています。けれども、投下をさせるには航空法での物件投下に別の要件が入ってきて、許可が必要になってくるというのが現状です。でも技術的にはできると思っています。

[北尾様]

ある程度高度を下げて、例えば 5m ぐらいから落とすのはどうでしょうか。

[小野]

そうですね。例えば、ホバリングできる機体であれば、そこから落とすとか、ウインチで降ろす方法を研究している方もいます。お腹からウインチで荷物を降ろすとかですね。しかし、受け渡しの際に、受け取る人（投下場所）と 30m 以上離すという要件に引っかかってしまうので、法律とかで現実問題として、「今は難しいかな」と言うのが現状だと思います。

[本城]

他にございませんか。

[請川様]

面白いプログラムだと思います。香川大学農学部の請川といいます。導入時期について疑問に思ったのですが、海外で導入が始まっているということだったのですが、その理由として、これらの国は日本に比べて倫理面であったり、法律面であったりとか、規制が緩いのではないかと思います。日本での導入はいつぐらいを目指しているのかお伺いしたいのですが。

[小野]

はい。私達が今進めている瀬戸内海エリアに限って言えば、実をいうと、海の上と離島に関してはかなり緩いというか、今、法律がない状態です。ないという、少し語弊があるのですけれども、今、人口密集地に関しては、ガチガチに法律で縛られていますけれども、海の上や瀬戸内海の離島に関してはそうでなく、特に航空法に関しては、ほぼないに等しいという状況です。30m以上の要件があったりはしますが、夜間飛行や目視外飛行、物件投下に関しては許可を得れば可能ということです。今、地上走行をなぜ離島で行おうとしているかという、私道が多いからです。瀬戸内海の小規模な離島の私道であれば、道路交通法などから外れるため、地上走行の許可が得やすいというような状況です。私達は2020年を目標にして、それらが走れるように進めています。

私はまず海の法律が問題になるのかなと思っています。今、無人船に関する海の法律がないのです。今回も高松の海上保安部さんと連携して、無人船の横を付いて行くという条件でOKをいただいて実験をしました。そのうち保安部さんから、「このようなことを満たして行きなさい」という要件が出て来るので、「その要件を織り込んで行くということになるのかな」と思っています。実を言うと、完全に無人で走らせる前に一段階あると思っています。何かというと遠隔操縦です。海外でも遠隔操縦を行っているところが結構あるのです。「無人機を離れた場所にあるコントロールセンターから監視しながら操縦・運行するとかいった方法を一段階踏むことになるのかな」と思います。少し質問から外れるかもしれませんが、そのような感じで進めています。

[請川様]

離島とかで船や飛行機を飛ばしたりしたら、バードストライクなどのいろいろな問題が起こると思いますが、その対応が結構難しいのではないかと思います。

[小野]

はい。おっしゃるとおり、バードストライクに関して、現状では仮にプロのパイロットが操縦する有人の航空機でも避けることが不可能です。無人航空機としての対策は、バードストライクは必ずあるという前提で、万が一衝突した際のフェールセーフに重点を置いて開発しており、私達で作っている機体は基本的に海に浮かぶように作っています。バードストライクに遭遇して機体が損傷を受け制御不能になった場合に私達のドローンはパラシュートを開いて降りることになります。バードストライク以外の機体の故障によって飛行継続が困難な状態になった場合にも基本的にパラシュートを開いて降ります。今のところ、このようなことしかできてないので、そこはさらに対策が必要だと思っています。ありがとうございます。

[本城]

他にございませんでしょうか。

[原様]

最近、LPWA (Low Power, Wide Area) といった非常に弱い電波で遠くのを制御できる通信とか、衛星と組み合わせた通信などを研究していると伺ったのですけれども、せっかくの機会ですから説明していただけませんか。

[小野]

はい。ドローンなど無人機の世界はロボティクスの技術も必要ですが、無人機と管制局を繋ぐ電波の技術も必用なのです。皆さんから「これはどこで操縦しているのですか」とよく聞かれるのですが、無人機は基本的に行き先、経路、ウェイポイント（経由地）を飛行制御器の中に記憶させると、その通りに行くため、緊急時を除き操縦は不要です。ただ手放しの状態では怖いので、「今どこにいて、機体の状態はどうなっていて、何をしているのか」ということが分かる必要があります。例えば、緯度経度情報や、バッテリー残量、モーターに異常がないかなどの状態です。これをテレメトリと言うのですが、無人機とテレメトリのデータ通信が、今、非常に重要な課題です。

ここに関係者がいらっしゃったら失礼なのですが、日本は世界的に見て、電波の割り当て方がまずいのが現状です。電波行政もやっと重い腰を上げて、無人機と地上局を結ぶための電波を割り当て始めました。5.6GHzとか5.7GHzあたりの高い周波数帯ともう少し低い周波数帯です。高い周波数帯に関しては主に映像やテレメトリ伝送用として、低い周波数帯に関しては、例えば行き先変更とか、戻って来いとかのレベルのコマンドを送るコントロール用の電波です。

私達はこのような電波行政の動きを待っていたら、とても間に合わないので、今使える電波、いわゆる公共的に使える電波を使って実験をしています。それが何かというと、一つはLTE (Long Term Evolution 携帯電話のデータ通信に使っている通信方式) です。携帯電話の電波ですから、もちろんお金がかかります。ただし、このLTEは地上と海上に使えますが、航空に使えないのです。なぜかというと、スマートフォンなどは「飛行機で使ってはいけない」と言われると思いますが、これは計器に影響があるというだけの理由ではなくて、電波法上、地上移動局という扱いになっているからです。すなわち、航空機上で使うと電波法違反になるので使えないということです。

「今、無人機で使える何か良い電波はないか」と言うことで、私達が行き着いたのが、原先生がおっしゃったLPWAといわれるジャンルの中で、サブギガ帯と呼ばれている周波数帯の電波です。LPWAには皆様が使っている携帯電話の周波数帯に近いプラチナバンドの周波数帯を使った通信装置があります。何が良いかというと、とにかく安くて遠くまで電波が届くことです。例えば、先ほどの気象観測装置は瀬戸内海沖に200局とか100局、

百局単位に置くことになるので、月々のランニングコストが問題になります。LTE だといかに安い契約をしてもランニングコストは非常に高くなります。おそらく 1 局あたり 1 ヶ月に数百円～千円ぐらいはかかると思います。一方、私達が使っているこの通信装置は 1 カ月 60 円とかのレベルです。数百円行くか行かないかです。ということで、この装置を用いれば大量に局を設けることができます。

私達が採用している通信装置に使われている技術は LoRa (Long Range LPWA の一種で低電力長距離通信が可能) や、京セラさんが提供している SIGFOX などです。ほかにも検証していますが、現在は主にこの 2 つを使い分けています。あとは、独自の通信網を作ろうとしています。それは、いわゆるホッピング・メッシュ型のネットワークです。島から島を中継しながら繋いでいくメッシュ型の通信ネットワークを作るプロジェクトも同時に進めております。

[原様]

瀬戸内圏研究センターでは海の栄養や塩分の濃度などいろいろなものを調査船のカラススを用いて観測していますが、そのネットワークを観測に活用できれば、さらにネットワークの応用範囲が拡大するとともに観測の広域化・自動化なども実現できそうです。これについて、御社の考えはいかがでしょうか。

[小野]

はい。今、私達は瀬戸内海の離島にこのような気象観測や海水温測定などのセンサーネットワークを構築中です。もちろん、当面の間は「ドローンを運行するため」に作っているのですが、今後は様々な方面に活用できれば良いと思っています。例えば「気象観測装置を置きたいので、場所を貸してください」と漁協の関係者の方にお問い合わせに行ったりするのですが、そのとき「これは何ですか」と必ず聞かれます。そこで「温度や風向・風速を測るものです」と答えると、「これをイケスの所に置いてくれないか」と言われたりします。ノリの養殖やハマチの養殖をされている方は、波の高さや温度、海水塩分濃度などを知りたいそうです。そのようなセンサーをこのネットワークに付加することは非常に簡単です。もちろん、私達もこのようなネットワークの活用非常に興味があります。何かコラボレーションができることがあればと思っています。瀬戸内海で起こっていることをリアルタイムにセンシングして、それを今後の漁業や農業、防災などに活用できれば、そして私達の方はドローンの運行に役立てて行ければと思っています。

また、最近、漁師さんから潜れるドローンについてよく聞かれます。「鳥がノリの養殖網を攻撃する。魚がノリを食べに来る。そこで、これらを追い払いたい」とか言っています。いわゆる獣害問題です。先ほど言った陸側のイノシシの問題も含めて、私達が構築する IoT の通信網にどのようなセンサーやアプリケーションを乗せれば良いかなど連携できることがあれば、ぜひお声がけいただけたらありがたいと思っています。

[原様]

もう一点。四国4県のうち香川県だけが県庁にドローン担当部署がなかったもので、先日、浜田知事とお話ししている時に「ドローン担当部署が香川県だけないのですね」とお伺いしたところ、「4月から作りますからご安心ください」と言われております。ですから、ぜひとも、よろしくお願いします。

[小野]

はい。ありがとうございます。私達は小さな会社なので、研究機関の方や行政の方と何かするという機会がありませんでした。ある程度実績などの目に見えるものができてきましたので、ぜひ研究機関の方や行政の方と連携したいと思っています。もし、連携できれば非常にありがたいので、よろしくお願いします。

[本城]

たくさん質問していただいて、ありがとうございます。他にございませんか。

[一井様]

私は情報関係に全く素人なのですが、今の情報環境に何か課題があるのか、あるいは、急速に高度化している情報環境をどのように整備すべきかなど、Wi-Fi環境も含めて何かご意見がありましたらお聞かせいただければと思います。

[小野]

以前、私は男木島にオフィスを構えていました。今は高松市内にオフィスを構えています。引っ越した理由は光ファイバーが来ていない（常時接続回線がない）ということが理由の一つです。女木島には光ファイバーが陸揚げされているのですが、いろいろな事情があって男木島には来ていません。小豆島や豊島にも光ファイバーが来ています。やはり常時接続のブロードバンド（光ファイバーなどを用いた高速大容量通信）の環境が島にないということは、私たちのような情報産業を生業としている事業者にとって仕事を難しくしています。

ブロードバンドについては、私はおそらく10年ぐらいの間に、いろいろな技術が集約され整理されると思っています。それは電波行政も含めて整理されると思っています。今、最もその議論が進んでいるのはPS-LTE（Public Safety LTE）のようです。行政をはじめ、消防無線や警察無線などの公共通信は現在それぞれ独自の通信網を持っています。これら全てをLTEに集約して行こうというものです。ドローン関係者の集まりなどでそのような話を聞きました。現在の公共通信網が音声伝送を中心とした低速なものであり、近年高まっている事故場や災害現場からの高画質映像などの伝送ニーズに通信網のブロー

ドバンド化が必要です。このため、これらの公共通信も LTE に集約されて行くと言われて
います。

しかし、私達のような小さな会社には、それがいくら良い仕組みであっても構築するこ
とができないのです。例えば標準的な携帯電話の基地局を作るのに 1 局で数千万円～数億
円ほどかかります。このような基地局をいくつも作らなければなりません。ちなみに、
今、私達を作っている気象観測装置は数万円ほどです。そのうち、通信装置に使える金額
は 1 台当たり数千円ほどです。例えば 100 局ほど設置するとすれば、1 局当たり 5 千円を
超えとなかなか難しいものがあります。先ほどお話した私達が使っている LPWA の技術
は主に機器の制御などに使うもので、映像の無線伝送などに向いていません。しかし、私
達もすぐに映像の無線伝送などのブロードバンド通信が必要になってくると思います。と
ころが、今のところ我々が映像を送送できるような装置が全くありません。日本には映像
伝送できる周波数帯が限られており、1.2GHz 帯や、2.4GHz 帯だけです。5.8GHz 帯も映
像伝送可能な周波数帯ですが、アマチュア無線の領域で、業務用には使えません。現在、
業務用に 5.6MHz 帯、5.7GHz 帯を割り当てるための議論がなされていますが、この周波数
帯を私達のような小さな会社がすぐに、低価格で使うことは難しいと思います。このた
め、まず研究機関などで通信網を作っていただいて、それを私達も使えるよう民生用に普
及させていただくのが良いと思います。

[一井様]

そうですね。私も素人なので分からないですけども。例えば、香川県のいくつかの離島
をモデルに光ファイバーを整備してはどうかと思ったので。

[小野]

そうですね。私も男木島に住んでいたころに思いました。男木島には、かなりの移住者
がいます。その中にインターネットの Web 系の仕事をしている方などがいて、非常に困っ
ています。WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access 光ファイバーな
どの敷設が困難な地域などでの無線を使ったブロードバンド通信) しかなくて、WiMAX
も接続が不安定というような状況です。「Web 系の人だったら何とか頑張ってぎりぎり仕
事ができるのかな」と言うような現状です。その当時、徳島県の山間地域の神山ですが、
光ファイバーを整備しており、IT 企業がオフィスを開設して移住者が地域を活性化してい
ることが報道されました。非常にうらやましい話です。もし瀬戸内海の離島にきちんとし
たブロードバンド環境があれば、おそらく若い世代の中で、移住する人達はかなりいると
思います。私自身も「光ファイバーが来たら、改めてリモートオフィスを男木島に設けたい
」と思っています。今は常時接続のブロードバンド回線光ファイバーがないので、「男
木島では仕事ができないな」と言うような感じです。

[一井様]

そうですか。分かりました。ありがとうございました。

[本城]

光ファイバーが整備されるように、私達も周知・啓蒙など協力をいたしますので、一緒にやっていきたいと思います。ところで、小野さんの IT の専門分野はどこなのですか。

[小野]

専門。そうですね。もともと私は通信業界にいたものですから、例えばインターネット・プロバイダーの各種サーバ、ルーターやセキュリティなどのインフラですね。それから、無線の通信網などです。ドコモさんのデジタル・ムーバ (PDC) が FOMA (Freedom Of Mobile multimedia Access 第3世代の移動体通信システム W-CDMA) に変わった時期にいろいろな仕事をさせていただきました。その移動体通信網や最近ではデータセンターの業務ですね。私達の規模の会社ではシステムを1から作ることは予算上難しく、アマゾンさんやグーグルさんの仕組みを活用しています。たった5つの基地局でも気象観測データを30秒に1回送って来るので、100局や200局になればそのデータは大変な量になります。このデータを逐次蓄積管理・解析するとなると、その仕組みをすべて自前で作るには大変なお金と期間がかかります。そこで、アマゾンさんやグーグルさんの仕組みを利用して節約しています。このようところが専門領域です。一般的にインフラエンジニアと呼ばれている領域のエンジニアです。

[本城]

我々の中に全くの異分野の方に加わっていただけて、本当にありがたいです。今後とも協力をよろしく願いいたします。ありがとうございました。