

# 米国初の航空運送事業認定に至る 協議から我が国でのドローン宅配実現に向けての考察

—許容リスク・目視外飛行・シングルパイロット複数機運用など—

2019年4月23日、アメリカ航空局（FAA: Federal Aviation Administration）は、ドローン（UAS: Unmanned Aerial Systems）による宅配サービスを行うのに必要な航空運送事業認定を、Googleの親会社Alphabet傘下のWing Aviation（Wing）に与えたと発表した。この航空運送事業認定は、米国連邦航空規則（FAR: Federal Aviation Regulations）Part135を満たしたオペレーターとしてPart119の下で発行されたものだ。取得にあたり、Wingは一部の規則の適用除外を求め2018年8月より正式にFAAと協議を進めてきた。FAAにより公開された複数の文章や、FAA主催のシンポジウム等をもとに、我が国での本格的なUAS社会実装へのヒントを期待して、FAAとWingの協議の様子、特に許容しうるUAS運用のリスク・目視外飛行・シングルパイロット複数機運用等についての議論を追ってみる。

キーワード | 無人航空機, 宅配ドローン, 目視外飛行

中村裕子

NAKAMURA, Hiroko

工学博士 東京大学スカイフロンティア社会連携講座特任准教授

鈴木真二

SUZUKI, Shinji

工学博士 東京大学未来ビジョン研究センター特任教授

## 1——はじめに

2018年7月にサンタクララで行われたドローン諮問委員会（DAC: Drone Advisory Committee）において、FAAより、UASを利用した宅配サービスを行うには航空事業に関する取り決めを記したPart135 “Operating Requirements: Commuter and On-Demand Operations and Rules Governing Persons on Board Such Aircraft” を満たす必要があるとの発表があり世間を騒がせた<sup>1)</sup>。FAAの当時の資料では、民間標準団体により複数の標準規格が開発されていることを認識しながらも、UAS宅配サービスのスケール化（実装および普及）に必要なコンポーネントとしてPart135に触れている<sup>2)</sup>。なお、2016年に設立された、米国のUAS製造者やオペレーター、研究者、行政など幅広いステークホルダーの幹部から構成されるDACは、UASの米国領空への統合のためにFAAに広い視野かつ長期的なアドバイスをを行うミッションを行う委員会である<sup>3)</sup>。

耐空性を持つ機体の使用、装備品のふさわしい形での設置、パイロットのトレーニングなど、有人機を前提としているPart135の要件を、小型のUASの運用において全て満たすのは難しい<sup>1)</sup>。2018年8月31日、Wingは、UASを利用した商業の宅配サービスを行うため、関連する規則の一部免除（exemption）の請願書をFAAに提出した<sup>4)</sup>。通常Part135の航空運送事業の認定を得るには沢山の資料を作成する必要があり、安全な運航を行えることを評価するため、請願書提出後もFAAはWingに7通の書簡を送り新

た書類の提出を要求したり、2週間に一度の対話、運用適合性検査のためのフライトテスト等実地調査を行ったりと協議を重ねてきた。また2018年9月28日には、免除の審査に反映させるため、FAAにより請願書へのパブリックコメントが公募された<sup>5)</sup>。そして、2019年3月28日、FAAは、Exemption No. 181626<sup>6)</sup>とExemption No. 181637<sup>7)</sup>を発行し、4月23日に、Wingを米国初めてのUAS宅配事業者として認定したと発表した<sup>8)</sup>。

WingやFAAの公開した文章<sup>4), 6-7)</sup>では、宅配利用をはじめ、UASの広い社会実装に向けて我が国でも課題である、社会が許容するリスクについて、また、低高度の目視外飛行（BVLOS: Beyond Visual Line of Sight）やシングルパイロットの複数機操縦の許可について興味深い議論がなされている。我が国でのUAS利用の環境整備の参考のため、その議論を追ってみることにした。

## 2——UASに関する米国の主な規制やプログラム

WingとFAAの協議を紹介する前に、その二者をつなぐ米国の主な規制やプログラムについて本節で簡単に紹介する。

2012年に発行されたFAA Modernization and Reform ActによりFAAはUASの米国領空への安全な統合の環境整備に取り組むことになった。環境整備が整うまで、商用目的でのUAS利用は小型であろうと、登録された機体と、認証されたパイロット、そして運航許可が必要で、厳しく制限された。2014年からは耐空性証明に関するSection 333の免

除 (exemption) や、2015年からはSection 333 exemptionを得た者への一定高度以下の運用を許可するCOA (Certificate of Authorization) の取得プロセスなどが設けられたが、それでもそれらの取得は大変難しく、時間のかかるものであった。なおWingは2015年にSection 333 exemptionを取得 (No. 13407A) し、UASを利用した空中でのデータ収集の許可を得ている。

商用目的の小型UASの利用環境は、2015年12月に導入された0.55lbs (250g) 以上55lbs (25kg) 以下の小型UAS登録制度、そして2016年6月に制定された小型UASに関する取り決めPart 107 “Small Unmanned Aircraft Systems”により大きく動いたと言える。2年の有効期限付きの遠隔操縦士免許制の導入などを含むPart107は、目視外飛行や第三者上空飛行などには別途免除 (waiver) の申請が必要で、そのPart 107 waiverの発行は、2018年6月までの2年間で目視外飛行が18件、第三者上空飛行が13件と非常に狭き門である<sup>2)</sup>。なおWingは下記のPart 107 waiverを取得している：

- ・目視外飛行: 107W-2018-13895 – Part 107.31: BVLOS; and Part 107.33 (b) & (c) (2) Visual observer
- ・第三者上空: 107W-2018-12649 – Part 107.39: Operation over human beings
- ・複数機の操縦と夜間飛行: 107W-2016-01223D – Part 107.35: Operation of multiple small unmanned aircraft; Part107.29: Daylight operations

FAAは、安全で、しかし経済的メリットを十分得られるようなUASの利用ができる環境整備、特にスケール化への対応のため、これまでいくつかのプログラムを制定し、データを集めている。2012年のFAA Modernization and Reform Actに基づいて、2013年に米国領空へのUAS統合のための6つのテストサイトを設置し、2014年からはそれらテストサイトが試験目的の特別耐空性証明を発行できるDesignated Airworthiness Representatives (DAR) の制度を設けるなど、UAS統合のための試験環境を整えている。2015年には、第三者上空飛行、無人地帯での拡大目視飛行 (EVLOS: Extended Visual Line of Sight) や目視外飛行、孤立した場所での長距離の目視外飛行の3つの運用に対して、選抜した企業と、リスクを緩和するための手法を分析、評価していくパスファインダープログラムを開始した。また同じく2015年、FAAはUASのシステム安全性の研究のためミシシッピ州立大学が率いるASSURE (Alliance for System Safety of UAS) をUAS COE (Center for Excellence) として選抜し、有人機や人への衝突リスクに関する詳細な研究等を行なった。そして2017年には州や地方の政府と民間企業が協力して安全なUAS利用を加速させるためのIPP (Integration Pilot Program) を公募し、149の応募から10

プログラムが選抜されたことを発表している<sup>3)</sup>。なお、Wingは選抜されたバージニア州のプログラムに参加している。

2018年のFAA Reauthorization Actでは、上記のSection 333にSection 44807がとって代わり、55lbs (25kg) 以上のUASの飛行にはこのSpecial Authority for Certain Unmanned Systemsのexemption申請が必要となった。申請に対してFAAは、耐空性証明が必要かどうかリスクベースの検討を行うという<sup>9)</sup>。そして、UASを利用した宅配サービス事業をFAAが正式に認めるためのプロセスの1年以内の整備もこのSection 44807で宣言されており、2019年春に初めてUAS航空運送事業認定がなされることとなった。

### 3—Wingの請願書

Wingが航空局に提出した請願書の概要をここにまとめる<sup>4)</sup>。その運用計画が多少ではあるが見えてくるため興味深い。なお、請願書の他に、

- ・オペレーションマニュアル
- ・トレーニングカリキュラム
- ・メンテナンスマニュアル
- ・UASフライトマニュアル
- ・耐空性に関する制限
- ・オペレーションリスクアセスメント
- ・人口密集地上空のリスクベースの運用

がFAAに提出されたが、それらは非公開である。

請願書は7節からなる。請願書1節目は会社概要であり、UAS宅配やUTM (unmanned traffic management) サービスを提供する企業であり、アメリカやオーストラリアでの実績、NASAのUTM実証実験やIPPプログラムでの貢献、目視外飛行、第三者上空、夜間飛行やクラスC/D空域<sup>注1)</sup>での複数機の利用といったPart107 waiver下での運用資格などを強調している。請願書2節目ではFAAがUASの米国空域への安全な統合を議会から指示されており、公共に利するものであればFAAはその安全規則等からのexemptionsを与えることができることを確認している。

請願書3節目ではUAS運用範囲を説明している。小節Aでは、大前提として、Wingは小型UAS宅配に特化することを述べている。小節Bでは、運航する空域に触れている。Wingは目視外飛行を行うにあたり、有人機との衝突リスクを抑制するため、有人機の運航の少ない低高度を飛行する。樹木などの障害物から65–100ft (20–30m) 上空を飛行し、ほとんどの場合地上120ft (36m) 以下で、非常に高い障害物がない限り最大地上300ft (91m) 以下での運航となる。地域の有人機コミュニティと密接に連携する他、ADS-B (Automatic dependent surveillance-broadcast)<sup>注2)</sup>の受信機を搭載するなどして地域の空港や空域の情報を地上

の機長 (PIC: Pilot in Command) は常に監視し、必要時には直ちに機体を着陸させるという。小節Cでは、宅配フライトのプロファイル (離着陸、荷物の集配/配達など) を説明している:

- ・飛行ルートはWingのUTMシステムを利用して最も効率的なものを選択。
- ・UASは、主に障害物から65-100ft (20-30m) 上空を飛行。
- ・荷物の集配場所では地上から23ft (7m) 上空まで下降しテザー (紐) を落とす。訓練したものが荷物をテザーに装着。巻き上げられた荷物は自動で機体に固定。
- ・宅配時は、同じく23ft (7m) 上空からテザーで荷物を下す。地上に荷物が達すると、自動でフックから外される機構。
- ・システムエラーが起きた際には、それが荷物の異常であれば荷物を放ち安全に飛行を続け、その他のシステムの異常であればそれぞれプログラムされたように対応。

といったことが述べられている。小節Dでは、使用するUASについて紹介している。最大離陸重量15lbs (6.8kg) で12のホバー用プロペラと2つのクルーズ用プロペラを有する。3.3lbs (1.5kg) の荷物を搭載できるよう設計され、Wing社で開発されたコントローラーとUTMシステムを利用する。現在、型式証明を得るためFAAと協議中であるという。

請願書4節目では、Wingの運用の安全性についてまとめているが、詳しくは本論文の5節目で述べる。請願書5節目では、UASによるオンデマンド宅配の運航は、有人機の規制のフレームワークにはそのままでは沿わないとし、今回exemptionを求める項目、その範囲とその理由などが具体的に書かれている。ここでexemptionを求めているのは、運航要件であるPart135以外にも、それに関連する航空事業者認定に関する取り決めPart119 “Certification: Air Carriers and Commercial Operators”, 航空機運航に関する基本的な取り決めPart91 “General Operating and Flight Rules”, メンテナンスに関する取り決めPart43 “Maintenance Preventive Maintenance, Rebuilding, and Alteration” 下の項目も含まれている。

請願書6節目では、申請書で請求する免除を海外では行使しないことを宣言している。7節は結論で、これまでに述べた理由からexemptionを申請すると請願書を閉じている。

#### 4—FAAの決断

請願書は公開され、期限までに16ものコメントが寄せられた。The Association for Unmanned Vehicle Systems International (AUVSI), the Commercial Drone Alliance, the Small UAV Coalition (Coalition), DJIおよび1名の個人からは、宅配ドローンを可能にする環境整備

の発展は社会に利益をもたらす等のWingへのexemption発行を支持するコメントが、Air Line Pilots Association, International (ALPA), Helicopter Association International (HAI), the National Agricultural Aircraft Association (NAAA), the Boeing Company, Timberland Helicopters, および5名の個人から、Wingが免除を申請している規則は過去の事故などの経験から構成されたものであり、ここまで多くの項目の免除を許可することへの安全性への懸念、および非公開の資料の多さ等への否定的なコメントが寄せられた<sup>7)</sup>。

FAAは、こうしたコメントへの返答も含めて、請願書に対する意思決定をExemption No. 18162とExemption No. 18163に示した。

Exemption No.18162は、耐空性証明に対する要件に関するもので、Wingは、利用するUASであるHummingbird 7000 v2に対して型式証明を得る手続きを行なっている最中であり、その結果によって適切な耐空性証明がなされればExemption No.18162はそれによって取って代わることとなると記されている。Exemption No.18163は運用に関するもので、主にクラス G空域で固定翼の小型UAS Hummingbird 7000 V2を利用する。運航体制として、適切な訓練を受けた、地上の機長と、基地管理者 (NM: Nest Manager), そして複数の監視者 (VO: Visual Observer) が、商品を購入する客と、商品を提供する小売業者の間で宅配サービスを提供する。地上の機長はUASの運航を行い、運航上のいかなる異常事態への対処の責任を持ち、地域の空港や空域の情報を常に監視し、必要時には直ちに機体を着陸させる。VOは地上の機長の目となり、他機の接近やその他の危険がないか空域を監視し、VOは機体のプリフライトインスペクションなどを行う。

Exemption No.18162では、Wingが申請したexemptionの各規則に対するFAAの考え方を述べたのち、Wingにexemptionを与えることは公共の利益に値するとして、47項目の条件や限定を付記している。その条件や限定は例えば、地上局で地上の機長に表示すべき情報に関するもの、そうした情報が最新であり異常があれば直ちに地上の機長に知らされる機能が付与されていること、機体へのエンジン等の異常を検知する方法と関連するプロセスの保持や3 mile (4.8km) 以上遠くから検知できる衝突防止のためのライトの機体への搭載の必要性、15日前までの運用ルートプランの提出義務、UTMとジオフェンスシステム<sup>注3)</sup>が機能している状態であること、といったものである。また通信障害や第三者の飛行機・車・人が運用エリアに入った時、クルー間での通信が維持できない時、GPSの精度が低下したときなどの運航を止める手順を設定しなくてはならない、とされている。

Exemption No.18163では、小型UASと有人機事業双方のFAAの経験を結集した意思決定であることその他、今回のexemptionの意義、Wingが申請したexemptionの各規則に対するFAAの考え方、一般からのコメントへの回答を述べたのち、計95項目の条件や限定を飛行に関することを5つに分類して一般、飛行に関すること、クルーに関すること、マニュアルや記録に関すること、メンテナンスに関することと記されている。

その条件や限定は例えば、このexemptionは、Hummingbird 7000 v2 seriesの利用を前提としており、耐空性証明が発行されるまではExemption No. 18162の条件のもとで飛行させること、そして米国における宅配サービスのための運用にのみ与えられるといったものである。また飛行に関しては、地上400feet (122 m) 以下、気圧計は毎回キャリブレーションされフライトマニュアルに書かれている精度を保つ必要があること、機能が低下した際には、それが地上の機長に知らされて、安全に基地以外で着陸させられるよう表示される必要があること、高度計に関する装置のいかなる性能低下も機体が耐空性を保持しているとはいえないということ、新たな場所での飛行にはFAAの審査が必要、5分以上の予備電源かつメーカーが設定する安全な降下・着陸に必要な最低予備電源を持っていないことは飛行できないこと、飛行前の点検に関することなどが書かれている。さらに、一時的な飛行のみ第三者上空はみとめられ、荷物の受け渡し時は、10feet (3m) は少なくとも第三者からはなれ、建造物等から250feet (76m) は離れる必要がある。飛行に関すること及びクルーに関することとして、クルー間に、リアルタイムの通信手段、及び認められたバックアップの通信手段の構築や、マニュアルに書かれたクルー間のコミュニケーションの手順の確認、地上の機長、VO、NMの責任や役割、必要な資格と試験、それぞれが把握すべき情報、地上の機長が一度に飛行できる機体数などが記述されている。マニュアルや記録に関することでは、記録すべき項目など、メンテナンスに関することでは、寿命がきた装備品の管理についてなどが詳しく書かれている。

なお、今回のExemption No.18163では、第三者上空の飛行は、一時的 (transient flight) にしか認めていない。一方、関係者は地上の機長とNMやVOといったクルー、商品に乗せる売り手と買い手である。事故があった際に、地上の人に被害が及ばぬよう、構造物など<sup>注4)</sup>を用意する必要がある。

## 5——議論

我が国では、UASを利用した宅配サービスを行うにあたり上記に見たような航空運送事業の認定は必要ないもの

の、社会実装に向けて共通する課題が今回のWingとFAAとの協議や寄せられたパブリックコメントに見て取れた。一つは、社会許容リスクで、UAS利用の国による許可や民間が安全対策を行うに必要な判断軸の考え方。許容リスクレベルは社会毎に異なるが、米国ではどのような議論展開が行われているかは、我が国での議論展開に参考になりうる。また、宅配サービスをUASで行うにあたり、社会の許容性ととも、収益性の見通しが重要である。我が国で進むUAS宅配サービスの実証において大きな課題になっているのは、人件費だといひ、離陸場所に一人、将来的には、コントロールセンターで一人が複数機を飛ばすということを実現させないとコストは見合わないのではとされている<sup>10)</sup>、<sup>注5)</sup>。目視外飛行やシングルパイロットの複数機操縦の許可について、今回の協議ではどのような議論が展開されているのか、下記に見ていくこととする。

### 5.1 許容リスク

Wingの請願書によれば、これまで、ロケットなど新しい技術の登場に際して第三者が受けいれうるリスクの研究は沢山されてきたという。それらに基づけば、UASの運用は、既存の脅威でもっとも近いものと比較して、それ以下のリスクに留める必要があるとする。

Wingは、今回申請する運用は、Part135等で運用されている航空機や、類似の地上交通に、勝るとも劣らない安全性を保持しているとして、下記のように請願書上で議論を展開している。

- ・Wingの機体は11lbs (5kg) 程度で、これまで小さな木への衝突にとどまり、化石燃料を利用し速度も早い数10万lbsの航空機や数千lbsの自動車に比べてリスクの低いものである。
- ・標準団体RTCAのサブコミティー SC-203では、米国国家運輸安全委員会 (NTSB: National Transportation Safety Board) のデータを利用して、地上の死亡事故に関する3つの研究を行なっている。最新の研究によれば<sup>11)</sup>、1984年から20年間のNTSBの事故記録をもとにすれば1飛行時間あたり $1.48e^{-7}$ 人の致死率へと地上への脅威を留めることが、UAS運用の受容可能なリスクのレベルだといひ。
- ・Part135下での航空機運用のリスク算出には、NTSBの民間航空機事故統計を利用することもできる。2015年には39の事故が、ヘリコプターや固定翼で起こり、そのうち7件が死亡事故で、固定翼の死亡事故は3件であるといひ。言い換えれば、1飛行時間あたり $7.94e^{-6}$ 人の致死率、または1飛行時間あたり $1.25e^{-6}$ 件の事故が起きている。ヘリコプターを含めるともっとその率は高くなる<sup>12)</sup>。
- ・自動車のリスクは基本的にはある一定の距離と時間から

なる平均乗車あたりのリスクを算出しており、Wingの宅配飛行距離も提供する価値も、自動車のそれに近いいため、同じスケールで議論を展開することも妥当だと考える。アメリカの米国運輸省道路交通安全局（NHTSA: National Highway Traffic Safety Administration）のデータによれば2014年の死亡事故のリスクは1平均乗車あたり $1.5e^{-7}$ 件であり、歩行者の死亡事故に限れば $1.8e^{-8}$ 件であった<sup>13)</sup>。なお、2014年以降、リスクは悪化しており、Wingの宅配は、自動車事故のリスクを、宅配をUASで置き換えることで、改善できると考えられる。

・Wingは、UAS運用の“catastrophic”なリスクについて、以下の三つの積で見積もることとする。

➤ 深刻なハザードをもたらす故障率： $1.4e^{-4}$ 以下

➤ 故障した機体が人の弱いところにおつかる確率（人口や、機体が落ちうる範囲、人が構造物などの下にいるかどうか、などから計算される）： $1.29e^{-2}$ （111,000人/m<sup>2</sup>以上の地域）

➤ 衝突により、死亡する確率： $1.0e^{-2}$ 以下

軽量な機体を利用するWingの運用におけるリスクは1飛行あたり $1.8e^{-8}$ であり、したがって、Part135の機体や自動車よりも安全である。

Wingのこうした安全性の考え方に対して、Boeingからは、請願書ではUASの故障率しか考えられていないが、天候やヒューマンエラー、UTMの故障等、設計外のハザードを生み出しうる要因も検討しなくては評価できないといった否定的なコメントが提出されている<sup>14)</sup>。

FAAはBoeingの指摘については特にコメントを示していない。一方でFAAはNo.18162にて、請願書の計算式・それをサポートする非公開のデータ、さらに以下のような第三者による試験の結果をもってして、軽量な材料と壊れやすい設計のHummingbird v2 7000を利用したWingによる今回の運用は、有人機が地上の人やプロパティに与えるリスクより低くなると納得したと述べている。第三者による試験には、システムデザインやフォールトツリー分析、75000時間以上のコンポーネントの耐久性および信頼性試験、各コンポーネントの寿命特定、ソフトウェアインザループシミュレーション試験、ハードウェアおよびソフトウェアの設計保証プロセスの実施、そして32000サイクル以上の飛行などが含まれていたという。

我が国でUAS運用にあたり許容しうるリスクはどのレベルであろうか。我が国の社会が求める安全レベルは一般的に高いと思われる。官民協議会では、航空機・自動車・自転車の安全に関する状況や制度を俯瞰して議論したことはある<sup>15)</sup>が、その交通モードがもたらし得る利便性や社会的価値により世間の判断は異なってくるであろう中、UASの利用は限定的で判断難しく十分な議論に発展しな

かった。今回のWingの協議が興味深いのは、航空機や類似の地上交通より安全であるとの議論展開がこうして公に示されていることであり、Boeingによる批判と合わせて、社会の許容リスクの見定めに挑戦しているようである。

リスクを社会が許容しうるのかの見定めは、制度設計にとっても重要である。何を装備しなければいけないと言うような、設計を必要以上に制限しかねない従来の処方箋的（prescriptive）な規制ではなく、適切な安全性能を満たしているかを評価する性能に基づく（performance-based）規制アプローチがあり、イノベーションの早期社会実装に有効と注目されている<sup>16)</sup>。performance-basedなアプローチをとるに当たっては、達成すべき安全レベルの設定が要となり、許可の判断軸がブラックボックスでは事業者側にて技術開発が進まない。我が国の達成すべき安全レベルを今後官民協議会等で議論する際に参考になると思い、ここにWingの協議を紹介した。

さらには、Wingが今回受けた第三者による様々な安全性や信頼性評価手法について、このようにその機体の安全性能を議論しデータを蓄積するUASメーカーが世界的にも未だ少ないため、ここに紹介した。ただし、スタートアップの会社が多く品質管理等に課題を含むUASの機体や装備品の安全性向上のために、設計等の標準化の議論は各種民間標準団体で始まっている。また、FAAなど航空当局による民間標準の利用も、その整備を後押ししている<sup>17)</sup>（例えば民間標準団体ASTM Internationalの標準に従って設計され評価されたパラシュートを装着しているかどうかで、第三者上空に関するpart107 waiver発行の判断がFAAになされるようになってきている<sup>18)</sup>）。

また、UASのリスクは機体だけでなく運航者や運航環境にも依存するが、リスク評価自体が容易ではない。近年、世界の航空局が参加するJARUS（Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned System）が作成したSORA（Specific Operations Risk Assessment）<sup>19)</sup>というリスク評価手法は、欧州でのUAS利用の許可プロセスや、ASTM Internationalなどの国際民間標準団体でのUASに関する標準づくりの場面などで言及されており、特に欧州では航空当局が標準UAS運航ケースのSORAを利用したリスク評価を事業者に提示していくことを宣言しているなど世界的に注目されている<sup>20)</sup>。

我が国における宅配サービス実現には、目指すべき安全性の見定めと、機体の性能の評価手法や、運用リスクの評価手法の標準化が重要であると考えられ、そのトリガーとして、航空局とUAS事業者間での協議において、提案する運用のリスク評価や利用する標準規格への言及と、そうした協議へのパブリックコメントの募集を行うことは有効ではないだろうか。

## 5.2 目視外飛行

UASの宅配サービス実現に、人件費が一つ大きな問題となっており、VOを置かない目視外飛行の実現が期待されている。

2018年に第三者の立ち入りの可能性の低い場所においてVOを置かない「無人航空機の目視外飛行に関する要件」が取りまとめられた<sup>21)</sup>。それから複数件許可があり、全国で試験的实施が始まっているようだ(例えば福島の2郵便局間9キロメートル輸送<sup>22)</sup>)。試験的实施から実運用へとVOなしの目視外利用の拡大を進めるにはどのような懸念があるだろうか。実は今回のWingの事業者認定ではVOの省略が認められておらず、そこにどのような議論があったかを知ることは我が国にとっても重要であると考えられ、以下に議論を紹介する。

Wingは目視外飛行を行うにあたり、有人機との衝突リスクを抑制するための以下のような対策を取るため、航空管制(ATC: Air Traffic Control)通信装備の免除や、視界に関する条件の緩和、一部VOの省略を求めた。対策には、有人機の運航の少ない低高度をADS-Bの受信機を搭載し運航すること、2019年には、有人機のコミュニティと密に連絡を取るなどして、ADS-Bを搭載していない有人機との衝突リスクを抑制し、2020年以降、ADS-Bを搭載した航空機がほとんどとなるMode C veilと言われる空域<sup>注6)</sup>を運航の中心とすること、視界不良に影響されないセンサーの利用、最新の地図情報を反映できるUTMで飛行経路を設定、などを請願書で挙げている。

それに対しALPAは、ADS-Bを搭載しない有人機は2020年以降も存在しうる、天候不良の際に有人機からWingの機体を発見できないなどと、Wingの請願書の提案は有人機との衝突リスクを抑制できていないと批判を述べている<sup>23)</sup>。

FAAは、VOの一部省略に関しては、申請者のADS-Bを利用した回避方法の実証やマッピング技術をFAAは適宜審査しているものの、有人機からUASを確認できないこと、建設現場のクレーン車などマッピング技術で最新情報を把握することに限度があるため、VOの一部省略は今回できないとした。なおFAAは、他機に危険がおよばば直ぐに地上の機長が着陸判断できるよう飛行ルートには必ず地上の機長と双方向の通信手段を持つVOが立つ(半径2mi(3.2km)のエリアに一人以上)以外にも、少なくとも2mi(3.2km)以上が確保される視界条件の中の運航、有人機と方法は違えども管制空域ではATCと調整し通信できる体制、妥当性の審査を経た高度を含む位置情報、故障等がおきても機体は400ft(122m)以下に留まる機能などでALPA等の表明した有人機との衝突懸念には対応できると結論づけている<sup>7)</sup>。

なお、今回のFAAの決断<sup>7)</sup>において、地上の機長は事業

用操縦士の免許とPart107の遠隔操縦士免許を持つこと、地上の機長とその役割を分担するVOとNMにはPart107の操縦士免許を持つこと、さらに三者は、FAAから操縦士のオーソリゼーションを必要とする、と明記されている。

我が国でも、ドローンの運用される空域にて有人機に遭遇する可能性は十分あり、有人機との衝突の懸念は問題視されている。VOを置かない目視外飛行に関する要件は、有人機の操縦士の団体などを含む“無人航空機の目視外及び第三者上空等での飛行に関する検討会”で議論され、有人機等の監視について

- ・機体や地上にカメラ等を装備又は設置し、飛行する空域の有人機の有無等を常に遠隔監視できること
- ・無人機の飛行予定を有人機の運航者に事前に周知するほか、有人機の飛行日時・経路等を確認し有人機との接近を回避できること

とされた。しかし、遠隔監視の信頼性への懸念、またその空域を運航しうる有人機への事前周知の限界への懸念は残っている。まだ目視外飛行が実証の段階であれば、その地域でのUAS運航に有人機側からの注意が図られうる事もあるが、本格的な実施においては、有人機とUASの間において、位置情報や飛行意図などの共有が必要だ。それがUTM分野台頭の発端であるが、有人機の位置情報の入手可能性や、飛行経路のコンフリクト解消のルール構築など課題は技術以外の所にも多く残っている<sup>24)</sup>。遠隔監視の信頼性については、米国では、衝突回避(DAA: detect and avoid)システムの議論に含まれ、その定義に2年かけ、performance-basedのアプローチで評価できるよう、それに求められる性能基準をFAAが民間標準団体と協力して現在設定を目指しているところである<sup>25-27)</sup>。目視外飛行における有人機との衝突リスクに対し、米国のような厳しい条件が適切かは判断できないが、ATCとの連携や気象環境など含むその空域の状況把握の万全性、機体設計や運航者の能力の適正、そして支援システムの充実などが重要であり、ベストプラクティスさらには標準規格化が進むことが求められると思われる。

## 5.3 シングルパイロット複数機運用

人件費等のコスト削減を目指すならば、目視外飛行のVO省略と同じく、地上の機長一人につき複数機の利用の環境整備も要求される場所であるが、その妥当性・安全性確保のあり方はこれまで我が国の官民協議会で議論されたことはない。

Wingが地上の機長一人につき複数機の利用を計画しているのは以下の請願書の記述からわかる。例えば、装備品に関する要件Part 91.205について、Wingは日中(Part91.205 (b))および夜間のVFR要件(Part91.205 (c))

のexemptionを申請しており、その理由として、Wingの機体は多くの電動モーターを使用する分散型の推進機構を持った高度に自動化されたもので、飛行に際しては、制御・飛行パスプランニング・異常事態管理などが自動で行われるため、一人の操縦士に対して、表示すべき飛行情報も限られ、複数の機体を安全に飛行させることが可能だ。また低高度を飛行することから、管制サービスなどを利用することもない、とあげている。また、「飛行責任者である地上の機長はその飛行中、常に地上の機長であり続ける」という要件Part135.109 (b) のexemptionも申請しており、その理由として、WingのUASは、1人の地上の機長が複数の運用をサポートできるように設計されていて、飛行中シームレスに他の地上の機長への移行ができ、シフトチェンジや休憩時の手順がフライトマニュアル等に記載されていると述べている。

一人の操縦士が複数機を制御すること、さらには途中で操縦士の交代が行なわれることそれらに対するALPAらの反対意見に対して、FAAは、従来の有人機に比べ操縦士の入力は少なく、確認の役割が主となるため、一人が安全に複数機を制御することは可能であると判断したと述べた。しかし、一人が何機まで操作できるか実証を見た上でFAAが決定していくと述べ、現時点では一人一機である。地上の機長の途中交代については、地上の機長がプリフライトチェック、機体の耐空性の判断、規則や機体の性能の範囲内での運用、飛行条件の評価、安全を保つための必要な意思決定全てに責任を持つものであると述べた上で、Wingが提出したマニュアル等を審査した結果、適切に一人の地上の機長から別の地上の機長に安全に移行できるプロセスが記述されているとは納得できなかったため、今回は許可しないとFAAは判断したようだ。

DAAシステム等、無人化、自動化を進める技術の開発とその安全性や信頼性を判断できる手法の開発と同時に、高度な自動化の中での地上の機長による状況把握やVOやユーザーも含めたヒューマンファクターも、UASの利用拡大とその環境整備に重要である。広義の意味でのシステムの安全な設計の仕方、そのシステムの安全性/信頼性評価につながるデータの取得と議論は、米国では2小節目で紹介したような各種プログラムや、ASTM Internationalなど民間標準団体において行われている。我が国でも、NEDOプロジェクトや日本無人機運行管理コンソーシアム(JUTM)がステークホルダーをつなげてそうしたデータ取得や議論をリードしようと努力しているが、ヒューマンファクターの考慮や、システム設計の観点はまだまだ欠けていると思われる。今回FAAがシングルパイロット複数機運用を否定しなかった際にあげた視点、今後許可が出た場合のFAAの説明に注目していきたい。

2019年6月にバルチモアで開かれたFAAおよびAUVSIのシンポジウムでも、Part135が話題に上がった。Wingが参加するIPPプログラムを率いるVirginia Tech Mid-Atlantic Aviation Partnership (MAAP) のBlanks氏は、Part135について、書類の作成はとても大変だった、自動車の免許に似たPart107の遠隔操縦士免許の世界から、航空の厳格な世界にいよいよ移行している、といった印象を述べている<sup>28)</sup>。他のIPPに参加し、またルワンダでの血液輸送で有名なZiplineのWilliams氏は、これまでフレームの無かった米国でのUASの宅配サービスの実現に、Part135という枠組みができたことは大きい、と述べた<sup>29)</sup>。

過去の事故から学んで築いてきた航空安全文化から見れば、未だUASは不確実性の高いものである。今回の米国初の航空運送事業認定は、VOによる目視や、地上の機長の事業用操縦士免許の必要性、第三者上空の巡行等禁止など、まだまだ宅配サービスの採算性を確保するには厳しい条件で、一般的にUAS利用に期待された手軽さとは程遠い。

我が国でUASの宅配サービスに、Part135のような枠組みは求められていないが、現在国内で施行されている宅配サービスはあくまで実証のレベルである。Part135ほどの厳しさや書類の煩雑さは我が国でのUAS運用にふさわしくないかもしれないが、機体の性能や整備の状況、装備品のふさわしい形での設置、地上の機長等のトレーニングのあり方など、安全な運航を行える評価の枠組みは必要だ。また、運航の省人化につながるVO無しが目視外飛行やシングルパイロットの複数機運用などが、ゆくゆくは包括的に許可されていく可能性はあるのか、そのために許可を与える行政側としても、許可を求める事業者としても、また機体や装備品設計者としてもどのような議論を重ねるべきか。Exemption No. 18162とExemption No. 18163には、Part135をはじめとする今回exemptionの申請のあった各項目について、規則の意図やexemptionの可否を判断するFAAの考え方が詳細に記載されている。技術、法制度、利用方法、どの点を取っても未だ発展段階のUASの各種サービス事業化に対し、今後の進展には、事業者間の競争はもちろん、ベストプラクティスや標準規格化など関係者間によるさらなる協調が必要で、その一助になればとWingの一連の協議をここに紹介した。

## 注

注1) 米国の管制空域は、その高度、交通量の密度や複雑さなどからクラスAからEの5段階に分類され、飛行方式や装備品の要件も異なっている。クラスEからAに向かって監視体制が高くなる。クラスB・C・Dは管制塔を有する空港周りの空域で、いずれも双方向通信ができることが必要で、DからBに向かって空港の規模が大きくなり、また計器飛行方式をとる運航が多いと言える。クラス

C・Dでは計器飛行方式の航空機同士と、さらにクラスCでは計器飛行方式と有視界飛行方式の航空機間での距離を保つ管制サービスが受けられる。一方、クラスGは管制サービスの受けられない非管制空域で、比較的低高度であり、UASの活用に広く開放されている空域とも言えるが、数が少ないといえども有視界飛行方式の航空機は航行する。米国の空域に関するより詳細な説明は、[https://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/phak/media/17\\_phak\\_ch15.pdf](https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/phak/media/17_phak_ch15.pdf)。

注2) 従来のレーダーよりも高い精度で自機の位置情報を、その他の速度や方向・高度といった情報と共に、外部に発信するシステム。その空域の情報把握が強化され衝突リスクの抑制につながるため、米国では、2020年1月よりほとんどの管制空域にて飛行する場合に装備が義務付けられる。詳しくは<https://www.faa.gov/nextgen/equipadsb/>参照。

注3) 飛行を制限したい空域に仮想的な地理的境界線を設定することで、UASの侵入を抑制するシステム。

注4) 適切な強度を持った屋根などと想定される。

注5) 楽天は2017年10月に日本国内で初めてドローン配送とコンビニエンスストアの移動販売を連携させたサービスを福島県南相馬市で期間限定で行なった。サービス提供に際し、監視員の配置について柔軟に議論を進めていたものの、5人以下の監視員体制で南相馬市の物流サービスを運用するのは難しかったという。

注6) クラス Bに分類される混雑空港の半径30NM (約55.6km)、高度10,000feet (約30,500m) の空域。

#### 参考文献

- 1) Jaques, D. and Lipe, R. [2019], "Unpacking the New FAA Certification Requirement for UAS Delivery", *Unmanned Aerial*, <https://unmanned-aerial.com/unpacking-the-new-faa-certification-requirement-for-uas-delivery>, 2019/07/19.
- 2) FAA [2018], "Meeting Minutes, 7/17/2018 DAC Meeting - Santa Clara, CA", [https://www.faa.gov/uas/programs\\_partnerships/drone\\_advisory\\_committee/media/DAC\\_Meeting\\_Santa\\_Clara\\_CA.pdf](https://www.faa.gov/uas/programs_partnerships/drone_advisory_committee/media/DAC_Meeting_Santa_Clara_CA.pdf), 2019/07/19.
- 3) FAA [2018], "Integration of Civil Unmanned Aircraft Systems (UAS) in the National Airspace System (NAS) Roadmap", [https://www.faa.gov/uas/resources/policy\\_library/media/Second\\_Edition\\_Integration\\_of\\_Civil\\_UAS\\_NAS\\_Roadmap\\_July%202018.pdf](https://www.faa.gov/uas/resources/policy_library/media/Second_Edition_Integration_of_Civil_UAS_NAS_Roadmap_July%202018.pdf), 2019/07/19.
- 4) Wing [2018], "Petition for Wing Aviation LLC for Exemption from Certain Federal Aviation Regulations", <https://www.regulations.gov/document?D=FAA-2018-0835-0001>, 2019/07/19.
- 5) FAA [2018], "Petition for Exemption; Summary of Petition Received; Wing Aviation, LLC, Federal Register", *Notices*, Vol. 83, No. 189/Friday, 49158-49159.
- 6) FAA [2019], "Exemption No. 18162", Regulatory Docket No. FAA-2018-0835.
- 7) FAA [2019], "Exemption No. 18163", Regulatory Docket No. FAA-2018-0835.
- 8) FAA [2019], "U.S. Transportation Secretary Elaine L. Chao Announces FAA Certification of Commercial Package Delivery", *Press Release*, [https://www.faa.gov/news/press\\_releases/news\\_story.cfm?newsId=23554](https://www.faa.gov/news/press_releases/news_story.cfm?newsId=23554), 2019/07/19.
- 9) FAA [2019], "Special Authority for Certain Unmanned Aircraft Systems (Section 44807)", [https://www.faa.gov/uas/advanced\\_operations/section\\_333/](https://www.faa.gov/uas/advanced_operations/section_333/), 2019/07/19.
- 10) 向井秀明 [2018] "ドローン物流は実現するか? : ドローン物流実現のための

ビジネス見通しや課題、環境整備", 第一回JUTMシンポジウム, 東京。

- 11) Clothier, R.A. and Walker, R.A. [2006], "Determination and Evaluation of UAV Safety Objectives", 21st International Unmanned Air Vehicle Systems Conference.
- 12) NTSB [2015], "2015 NTSB US Civil Aviation Accident Statistics", <https://www.ntsb.gov/investigations/data/Pages/AviationDataStats2015.aspx>, 2019/07/19.
- 13) NTHSA [2016], "Traffic Safety Facts", <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812246>, 2019/07/19.
- 14) Boeing [2018], "Comments to Docket FAA-2018-0815:Wing Aviation LLC Petition for Exemption", Regulatory Docket No. FAA-2018-0835.
- 15) 国土交通省 [2016], "無人航空機の飛行に関し、確保されるべき更なる安全性とは何か?", 小型無人機の更なる安全確保のための制度設計に関する分科会 (第1回)。
- 16) Thompson, S. [2018], "Part 23 Amendment 64, A performance-based approach to type certification of small airplanes", DGAC 6th Annual Seminar on Safety in Airworthiness, [https://www.dgac.gob.bo/wp-content/uploads/2018/06/Presentation\\_11.pdf](https://www.dgac.gob.bo/wp-content/uploads/2018/06/Presentation_11.pdf)
- 17) 中村裕子・鈴木真二 [2019], "航空機のイノベーションを支える標準化活動～SAE International Aerospace Japan Symposiumを開催して", 「航空宇宙学会誌」。
- 18) FAA [2019], "FAA Issues Waiver to Fly Drones With Parachutes", *News*, [https://www.faa.gov/news/updates/?newsId=93846&fbclid=IwAR1qAbcbIJa8oQ\\_oQvj7XPahPr2JTBj-O4gYLBOOVe29h-0iciKywLE76I1](https://www.faa.gov/news/updates/?newsId=93846&fbclid=IwAR1qAbcbIJa8oQ_oQvj7XPahPr2JTBj-O4gYLBOOVe29h-0iciKywLE76I1), 2019/07/19.
- 19) JARUS [2019], "JARUS guidelines on Specific Operations Risk Assessment (SORA) V.2.0", JAR-DEL-WG6-D.04, [http://jarus-rpas.org/sites/jarus-rpas.org/files/jar\\_doc\\_06\\_jarus\\_sora\\_v2.0.pdf](http://jarus-rpas.org/sites/jarus-rpas.org/files/jar_doc_06_jarus_sora_v2.0.pdf), 2019/07/19.
- 20) 中村裕子 [2017], "無人航空機の目視外及び第三者上空等での飛行に関する情報提供", 無人航空機の目視外及び第三者上空等での飛行に関する検討会 (第1回), [https://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_tk1\\_000058.html](https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk1_000058.html), 2019/07/19.
- 21) 国土交通省 [2018], "無人航空機の目視外飛行に関する要件 概要", 報道発表資料, <http://www.mlit.go.jp/common/001227435.pdf>, 2019/07/19.
- 22) 国土交通省 [2018], "ドローンによる荷物配送が始まります!～効率的な荷物配送の実現に向けて～", 報道発表資料, [http://www.mlit.go.jp/report/press/kouku10\\_hh\\_000129.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/kouku10_hh_000129.html), 2019/07/19.
- 23) ALPA [2018], "Comment on Petition for Exemption: Wing Aviation, LLC", Regulatory Docket No. FAA-2018-0835.
- 24) 中村裕子 [2017], "ドローンの運行管理", 野波健蔵編, 『ドローン産業応用のすべて』, オーム社。
- 25) Dallas, B. [2019], "Panel session: DAA- State of Play", FAA UAS Symposium, Baltimore.
- 26) Walsh, T. [2019], "Panel session: The Makings of a BVLOS Solution", FAA UAS Symposium, Baltimore.
- 27) FAA: Concept of Use for the Airborne Collision Avoidance System Xu for Small UAS (sXu), Version 0, Revision 2, Nov 30, 2018.
- 28) Blanks, M. [2019], "Panel session: Delivery by Drone — On the Route to Routine", FAA UAS Symposium, Baltimore.
- 29) Williams, L. [2019], "Panel session: Delivery by Drone — On the Route to Routine", FAA UAS Symposium, Baltimore.

(原稿受付2019年10月7日、受理2020年3月5日)

## Toward UAS Delivery Service in Japan – Documents Reviews on FAA Certification of Commercial Package Delivery

By Hiroko NAKAMURA and Shinji SUZUKI

FAA announced that FAA issued the certification of commercial package delivery to Wing Aviation in April 2019. Toward establishing UAS Delivery service environment in Japan, the authors reviewed documents such as Wing's petition for exemptions of certain regulations, comments from various stakeholders to the petition and FAA decisions on the petition. The authors focus on the discussion of acceptable risk, beyond visual line of site operation and multiple UASs operations.

**Key Words** : *UAS package delivery, air carrier certification, exemption*