

【米国】

無人航空機の目視外飛行のための規則に係る検討委員会の報告書について

(その1)

藤巻 吉博 ワシントン国際問題研究所主任研究員

1. はじめに

標記の報告書は、FAA が2021年6月に設置した無人航空機の目視外飛行のための規則に係る検討委員会（UAS BVLOS Operations Aviation Rulemaking Committee、BVLOS ARC）により、2022年3月に公表されたものである¹⁾。

検討の経緯については、前回のレポート²⁾に記載しているため、当該レポートを参照されたい。

2. 報告書の構成及び具体的な勧告事項

標記の報告書には、はじめに背景と要約が記載され、次に検討された具体的な内容、さらに個別の勧告事項とその根拠、そして規則条文に係る改正又は新規設定の具体的な提案という形で構成されている。

このうち、具体的な勧告事項については、次の7つの分野に分けて整理され、計70件が記載されている。

- (1) 空中及び地上に対するリスクに係る勧告：9件
- (2) 飛行ルールに係る勧告：9件
- (3) 機体及びシステムに係る勧告：10件
- (4) 事業者の認証に係る勧告：20件
- (5) 第三者によるサービスに係る勧告：2件
- (6) 環境の保護に係る勧告：5件
- (7) 一般及び手続きに係る勧告：15件

今回のレポートでは、上記(1)～(3)の分野に係る具体的な勧告事項の内容について、次節以降において説明する。

2.1 空中及び地上に対するリスク (Air & Ground risk、AG) に係る勧告

・勧告事項 AG 2.1：無人航空機の許容しうるリスクレベル

(Acceptable Level of Risk、ALR) は、行われる全ての運航を通じて一貫性があるべきであり、一般航空 (General Aviation) において許容される死亡率よりも厳しくすべきではない。

目視外飛行において許容されるリスクレベルについては、機体が軽量であることや管制空域外の低高度を主に飛行するという類似性から、有人の一般航空における死亡率を比較対象とすべきとされている。なお、無人航空機自体には搭乗者がいないため、事故の相手となった有人機 (2nd party) 及び地上の第三者 (3rd party) における死亡のみが対象となる。

また、この許容されるリスクレベルに基づいて基準やガイダンスを策定することとなるが、運航の種類に応じて複数のリスクレベルを設定することは規則の枠組みを複雑化させることになるため、全ての運航を通じて一貫性のある値を設定すべきとされている。

・勧告事項 AG 2.2：規則は、運航の目的ではなく、無人航空機の能力、大きさ、重さ、性能及び運航される環境の特徴に基づく運航のリスクを前提とすべき。

本報告書では、目視外飛行により運航される環境について、空中のリスク及び地上に対するリスクが予め軽減されているか否かに応じ、以下の4つのレベルに区分している。

レベル 1：遮蔽された運航（建築物等からの距離及び高さが100フィート以内での運航）であって有人機との空中のリスクが予め軽減されており、かつ、有人地帯の上を継続的に飛行しないために地上に対するリスクも予め軽減されている場合

レベル 2A：遮蔽された運航（建築物等からの距離及び高さが100フィート以内での運航）であって有人機との空中のリスクが予め軽減されているが、地上に対するリスクは予め軽減されていない場合

レベル 2B: 有人機との空中のリスクは予め軽減されていないが、有人地帯の上を継続的に飛行しないために地上に対するリスクが予め軽減されている場合

レベル 3: 有人機との空中のリスクが予め軽減されておらず、かつ、地上に対するリスクも予め軽減されていない場合

これらの運航される環境に対し、飛行に係る技術的な緩和策（機体の安全性の認証や衝突防止の能力など）の適用によって実際のリスクレベルは変動するが、求められる安全性の閾値は運航の種類によらず一定である。このため、上記の運航される環境の4つのレベルに関わらず、許容される空中のリスクレベル及び地上に対するリスクレベルをそれぞれ一意的に定めるべきとされている。

これにより、空中のリスク及び地上に対するリスクが予め軽減されているか否かに応じて（技術的な緩和策がない状態での）リスクレベルを決定し、その後、技術的な緩和策の適用によって当該リスクレベルを許容されるリスクレベルにまで抑えるような規則の枠組みを策定すべきとされている。

・勧告事項 AG 2.3: 目視外飛行は、規制の免除や適用除外を必要とせず、規則への適合のみをもって可能な限り実施できるようにすべき。

新たに策定する規則では、運航される環境の4つのレベルのそれぞれに応じ、許容されるリスクレベルを達成するために必要となる技術的な緩和策を明確に規定すべきとされている。この技術的な緩和策によって多くの目視外飛行を実施可能とし、より複雑かつリスクの高いケースのみを規制の免除や適用除外の対象とすべきとされている。

・勧告事項 AG 2.4: UAS Aviation Safety Reporting System (ASRS) による自主的な報告を奨励すべき。

比較分析を行うためのデータの収集には価値があり、義務的な報告よりも自発的な報告のためのシステムを作成すべきとされている。既存の ASRS のシステムは自発的な報告を収集する枠組みであるため、これを無人航空機にも拡張することが適切とされている。

・勧告事項 AG 2.5: 規則は、規定量を超える危険物の輸送を可能とするべき。なお、規定量を超える危険物の輸送は、運航のリスクに応じ、性能ベースの業界標準により設定された適切な緩和策を採るものとする。

現在の危険物の輸送に係る規則は有人機を対象としたものとなっているため、無人航空機の運航に伴うリスク要因を反映するとともに、地上に対するリスクの評価と緩和策を含める必要がある。また、規定量を超える危険物の輸送について

は、運航のリスクに応じ、業界標準に基づく適合性証明方法（Means of Compliance、MOC）の受け入れを可能とする規則を策定すべきとされている。

・勧告事項 AG 2.6: 規則は、一時的な第三者上空の飛行を許容すべき。また、規則は、戦略的な緩和策や技術的な緩和策を適用することにより、第三者上空の継続的な飛行を許容すべき。

第三者上空の飛行において、許容されるリスクレベルを満たすために、飛行前の戦略的な緩和策（継続的に飛行しない等）と飛行に係る技術的な緩和策のいずれか（又は両方の組み合わせ）を選択するのかわについては、無人航空機の運航者に委ねるべきとされている。

なお、地上に対するリスクについては、リスクにさらされる時間が最も影響すると考えられており、一時的な第三者上空の飛行（道路上空の一時的な横断など）と継続的な飛行とを区別する一方、人口密集地を一時的に通過する飛行と人口過疎地の飛行については同等にリスク評価することを推奨している。

・勧告事項 AG 2.7: 規則は、最小限の装備品のリストではなく、安全な運航に必要な最低限の能力に基づくべき。

過剰な装備品の要件はコストになるだけでなく、重量上のペナルティにより小型の無人航空機が運航できなくなる可能性がある。このため、目視外飛行を安全に実施するために必要な最低限の能力を規定し、当該能力を達成するための装備品については柔軟に選択できるようにすべきとされている。

・勧告事項 AG 2.8: イノベーションを支援し、新たな技術に対応するための方策を確立すべき。また、リスクの低い研究開発に対する承認について検討すべき。

無人航空機の技術は常に進化しているため、より安全かつ効率的な運航を可能とする新たな技術に対応できるよう、イノベーションを支援する方策を確立することが重要となる。しかし、研究開発に対する現在の承認プロセスでは、試験をタイムリーに行うことができない。

従って、リスクの低い研究開発に対する承認を合理化・迅速化するために、無人航空機の試験飛行場に対して包括的な権限を与えることや、研究開発活動を公的な運航として認可すること、個別に申請が必要となる規制の免除を合理化することなどが提案されている。

・勧告事項 AG 2.9: 既存の調査に無人航空機を統合するか、又は一般航空やパート 135 に係る調査と同様の調査を実施すべき。

現行の一般航空やパート 135 に係る調査には無人航空機が

含まれていないが、無人航空機が空域システムに統合されるとともに、その運航について把握することが不可欠となる。

このため、一般航空やパート 135 に係る調査に無人航空機を統合するか、又は同様の調査を実施することが提案されている。

2.2 飛行ルール (Flight Rules、FR) に係る勧告

・勧告事項 FR 2.1: パート 91 の 91.113(b) 項を改正し、様々な検知方法を許容するとともに、適切な間隔の確保について明確化すべき。

現在の「目視と回避 (See and Avoid)」という表現を「検知と回避 (Detect and Avoid)」に変更することにより、他の航空機を技術的又は非技術的な方法で検知することを認めるべきとされている。

また、現在の「十分に離れている (well clear)」という表現は、低高度の空域における定義がないため、これを「適切な間隔を確保している (adequate separation)」と変更し、空域の状況に応じて異なるレベルの間隔の確保を適用できるようにすべきとされている。

・勧告事項 FR 2.2: 低高度 (高度 400 フィート以下) かつ遮蔽されていない空域において、ADS-B (放送型自動従属監視システム) 又は TABS (交通情報ビーコンシステム) を備えて飛行位置を放送している有人機の通行を、無人航空機の通行よりも優先すべき。

無人航空機が ADS-B 及び TABS を備えた有人機を検知できる承認された検知・回避システムを装備するか、レーダー等の他の方法により全ての有人機を検知できる承認されたシステムを装備するとともに、ADS-B 又は TABS を備えた有人機に対して通行の優先権を与えるべきとされている。

・勧告事項 FR 2.3: 低高度 (高度 400 フィート以下) かつ遮蔽されていない空域において、無人航空機の通行を、パート 91 の 91.225 項に規定された ADS-B 又は TABS を備えていない有人機の通行よりも優先すべき。

有人機と無人航空機とに関わらず、装備を有する機体の通行を、装備を有しない機体の通行よりも優先すべきであるとされている。

なお、一般航空の機体の約半数 (22 万機のうち 10.7 万機) が ADS-B を既に装備しており、この勧告によりこの割合がさらに上昇すれば、無人航空機との関係のみならず、空域システムの全ての利用者に対して安全上のメリットがあると考えられている。

・勧告事項 FR 2.4: パート 91 の 91.113(d) 項を改正し、遮蔽

された空域において、無人航空機の通行を、有人機の通行よりも優先すべき。

遮蔽された空域 (建築物等からの距離及び高さが 100 フィート以内の空域) では、有人機が一般的に運航されず、また、有人機の運航が非常に危険となる。このため、建築物等から一定範囲内の無人航空機を当該建築物等の一部とみなすことにより、追加のコストや技術を要することなく、無人航空機の運航者が遮蔽された空域における運航の安全性を向上できるとされている。

また、低高度におけるリスクの高い有人機の運航 (農薬散布や送電線の点検など) を、無人航空機による目視外飛行に移行することで、有人機の乗員の生命を救うことにも繋がると考えられている。

・勧告事項 FR 2.5: 有人機のパイロットは、飛行前の計画及び実際の運航中の両方における状況認識を向上するため、飛行経路上の障害物や構造物を無人航空機の運航と関連付けるように教育されるべき。

有人機のパイロットの訓練プログラムについて、無人航空機の運航に対する認識を含めるとともに、飛行経路上の障害物や構造物と無人航空機の運航との関連付けを強調すべきであるとされている。

・勧告事項 FR 2.6: パート 91 の 91.103 項を改正し、無人航空機の運航に対応するための規定を含めるべき。

自動飛行を利用した無人航空機の目視外飛行を行うにあたり、リモートパイロットは安全な運航のための条件や離着陸場所について確認する必要があり、これには気象台の情報、機上のシステムやセンサー、その他の飛行を支援するシステムなどが含まれる。

このため、飛行前の手順に関する 91.103 項を改正し、自動飛行を利用した無人航空機の目視外飛行に特有の飛行前の手順を追加すべきとされている。

・勧告事項 FR 2.7: パート 91 の 91.119 項を改正し、最低安全高度以下における無人航空機の運航を許容すべき。

垂直離着陸を行う無人航空機は、最低安全高度以下における運航が現在認められているヘリコプターと運航の類似性を有するほか、通信喪失時の帰還機能など追加の機能を有している。

このため、ヘリコプターと同様に、無人航空機による目視外飛行についても最低安全高度以下における運航を許容すべきとされている。

・勧告事項 FR 2.8: パート 107 の 107.31 項を改正し、拡張された目視内飛行 (Extended Visual Line of Sight、EVL0S)

を含めるべき。

無人航空機をリモートパイロットは目視できないが、目視補助者によりその目視が可能な運航を EVLOS という。この EVLOS は、目視外飛行に該当するものの、運航に関わるクルーが空中及び地上の危険に対する状況認識を有するため、高い安全性をもたらすことが可能である。このため、107.31 項を改正し、EVLOS を許容すべきとされている。

さらに、無人航空機の位置がリモートパイロット又は目視補助者から 3 マイル以内で、無人航空機の位置の把握や姿勢、高度及び進行方向の決定が可能であり、かつ、空域における飛行機やその他の危険を監視可能などの一定の条件を満たす場合については、限定された目視外飛行 (Limited BVLOS) として、リモートパイロットと目視補助者のいずれもが目視できなくてもよいこととすべきとされている。

・勧告事項 FR 2.9: パート 107 の 107.33 項を改正し、目視補助者が目視外飛行を支援することを許容すべき。

上記の勧告事項 FR 2.8 に併せて、目視補助者が目視外飛行を支援することを許容するとともに、目視補助者の役割と責任について規定すべきとされている。

2.3 機体及びシステム (Aircraft and Systems, AS) に係る勧告

・勧告事項 AS 2.1: 無人航空機の機体及びシステムに対する認証のためのプロセスを含む新たな規則を策定すべき。この規則は、運航される環境に応じたリスクの表に基づき、運動エネルギーが 80 万フィート重量ポンドまでの無人航空機に適用すべき。

既存の航空機に対する型式証明及び製造証明は長期かつ複雑なプロセスであり、低高度を飛行する無人航空機のリスクには見合わないとされた。また、現在制限付きながら無人航空機よりも広い空域における運航が認められている軽量スポーツ機 (Light Sports Aircraft, LSA) に対しては、より合理化されたプロセスが適用されており、その運動エネルギーは 80 万フィート重量ポンド (ft-lbs) 程度となっている。

このため、無人航空機の認証のプロセスについては、運動エネルギーと運航される環境の 4 つのレベル (2.1 項を参照) に基づき、以下の表のとおりとするとともに、その具体的な内容については業界標準を活用することが提案されている。

	運動エネルギーが 25,000 ft-lbs 未満	運動エネルギーが 25,000 ft-lbs 以上 800,000 ft-lbs 未満
レベル 1	無人航空機が目視	(同左)

	外飛行に必要な最低限の能力を有することについて、リモートパイロットが確認。	
レベル 2A	業界標準に基づいて製造者が適合性を宣言した上で、FAA が承認。	FAA による特別耐空証明 (LSA と同様)。
レベル 2B	レベル 1 の内容に加えて、業界標準に基づく衝突防止能力を有することが必要。	(同左)
レベル 3	レベル 2A 及び 2B の両方の内容を満たす。	レベル 2A 及び 2B の両方の内容を満たす。

・勧告事項 AS 2.2: 新たな目視外飛行のための規則は、無人航空機の整備、修理及び改造について取り扱うべき。

無人航空機が継続して安全に運航するためには、整備、修理及び改造を行う必要があるが、この点についても運動エネルギーと運航される環境の 4 つのレベル (2.1 項を参照) に基づき、以下の表のとおりとすべきとされている。

	運動エネルギーが 25,000 ft-lbs 未満	運動エネルギーが 25,000 ft-lbs 以上 800,000 ft-lbs 未満
レベル 1	製造者の定める整備指示に基づき、運航者が整備及びその確認を実施。	(同左)
レベル 2A	運航者は、製造者による訓練を受講した上で、製造者の定める整備指示に基づき整備を実施。修理及び改造については、製造者が実施し、運航者が行う場合には自ら適合性を宣言することが必要。	新たに創設する無人航空機修理士 (UAS Repairman) の資格の保有者が、製造者の定める整備指示や承認された修理・改造の指示に基づき整備、修理及び改造を実施。事業許可を受ける場合には、許可プロセ

	事業許可を受ける場合には、許可プロセスの一部として整備プログラムを評価。	スの一部として整備プログラムを評価。
レベル 2B	レベル 1 の内容に加えて、衝突防止能力に係る整備が必要。	(同左)
レベル 3	レベル 2A 及び 2B の両方の内容を満たす。	レベル 2A 及び 2B の両方の内容を満たす。

・勧告事項 AS 2.3 : 新たな目視外飛行のための規則は、無人航空機及びその関連する要素に対するソフトウェアの認証について取り扱うべき。

既存の有人機に対するソフトウェアの設計保証の基準は、無人航空機に対して適切なものではないため、運動エネルギーと運航される環境の 4 つのレベル (2.1 項を参照) に基づき、以下の表のとおりとすべきとされている。

	運動エネルギーが 25,000 ft-lbs 未満	運動エネルギーが 25,000 ft-lbs 以上 800,000 ft-lbs 未満
レベル 1	意図する運航に対し、ソフトウェアが意図したとおり適切に動作することが必要。 リモートパイロットは、製造者の指示する内容に従う。	(同左)
レベル 2A	製造者は、システム要件に対してソフトウェアが正しく実装されていることを実証するため、文書化されたプロセスを設定。(このプロセスは、型式証明を申請中の無人航空機に対する耐久性及び信頼性 (Durability &	(同左)

	Reliability、D&R) の適合性証明方法において必要とされるものと同様。) リモートパイロットは、製造者の指示する内容に従う。	
レベル 2B	レベル 2A と同様。	(同左)
レベル 3	レベル 2A と同様。	(同左)

・勧告事項 AS 2.4 : 新たな目視外飛行のための規則は、運航される環境に対して適切な騒音証明のための要件を含むであり、その適合性は簡潔な試験方法を通じて実証されるべき。

騒音証明のための要件については、運航される環境における外部騒音と、人に対する騒音の暴露の両方を考慮することにより、工場施設や人口の少ない地域の上空では緩和された閾値を許容し、以下の表のとおりとすべきとされている。

また、有人機に対する現行の試験方法は特殊な試験装置を用いた幅広い試験条件に対する適合性の実証が要求されていることに対し、無人航空機に対する試験方法はより簡潔な試験方法にすべきとされている。

	運動エネルギーが 25,000 ft-lbs 未満	運動エネルギーが 25,000 ft-lbs 以上 800,000 ft-lbs 未満
レベル 1	運航される環境に応じた要件 (閾値及び簡潔な試験方法) を満たす。	(同左)
レベル 2A		
レベル 2B		
レベル 3		

・勧告事項 AS 2.5 : 新たな目視外飛行のための規則は、無人航空機の関連する要素 (Associated Elements、AE) の認証に係るプロセスを含めて策定すべき。

無人航空機の関連する要素 (Associated Elements、AE) とは、意図した機能を果たすためのインターフェース上及び性能上の仕様によって定義される、機体以外の要素 (例えば、リモートパイロット・ステーションや、発射及び回収のための装置など) のことを指す。

関連する要素に重要部品が含まれる場合、製造者はそのリストを作成するとともに、その故障を防止するために必要となる整備指示及び使用寿命を定めるなど、以下の表のとおりとすべきとされている。

	運動エネルギーが 25,000 ft-lbs 未満	運動エネルギーが 25,000 ft-lbs 以上 800,000 ft-lbs 未満
レベル1	関連する要素は、無人航空機が規則に基づく最低限の能力を有するよう、設計及び製造されること。 また、製造者が定める整備指示に基づき、運航者が確認を実施。	(同左)
レベル2A		
レベル2B		
レベル3		

・勧告事項 AS 2.6 : 新たな目視外飛行のための規則は、適合性の宣言を誰が行うかについて定義すべき。

運航者などがシステム・インテグレータとして機能を追加する場合に対応するため、適合性の宣言を誰が行うかについては、以下の表のとおりとすべきとされている。

	機体自体	関連する要素 (機体以外)	第三者によるサービスの統合
機体のみ の製造者	適合性を宣言し、FAA による承認又は特別耐空証明を取得。	/	実施可能。
関連する要素のみ の製造者	安全のために統合される機能を持つ関連する要素について、適合性を宣言し、FAA による承認を取得。		実施可能。
機体と関連する要素のインテグレータ	機体に大きな改造を行う場合、機体の製造者と調整等を行い、新たに適合性を宣言。		安全のために統合される機能を持つ関連する要素に対し改造を行う場合、新たに適合性を宣言。

・勧告事項 AS 2.7 : パート 21 の規則の下に、無人航空機のカテゴリのための特別耐空証明を新たに規定すべき。

運動エネルギーが 2 万 5 千フィート重量ポンド以上 80 万フィート重量ポンド未満の無人航空機であって、運航される環境のリスクが高いものについては、有人機における耐空証明の代わりに、特別耐空証明を必要とすべきとされている。

このため、現行の軽量スポーツ機に対する特別耐空証明の規定を基にして、無人航空機に対する特別耐空証明のための規定を策定するとともに、関連する規定を改正し、その商用利用（小型貨物の配送など）を可能とすべきとされている。

・勧告事項 AS 2.8 : 新たな規則の下で、特別耐空証明を有する無人航空機の点検、整備及び修理を実施するための無人航空機カテゴリの修理士の技能証明について規定すべき。

無人航空機は有人機と異なる構造やシステム、性能等を有することから、無人航空機に特有の修理士の要件について規定すべきとされている。

また、その具体的な方法としては、無人航空機のために新規のカテゴリを策定する方法のほか、既存の軽量スポーツ機のカテゴリに対して無人航空機に特有の内容を追加する方法などが提案されている。

・勧告事項 AS 2.9 : 品質システムについて、申請者が軽量スポーツ機の基準への適合性を宣言した場合には、製造証明の要件を免除すべき。

無人航空機は早い開発サイクルと短いライフサイクルにより安全性や信頼性を改善しているため、これに有人機に対する製造証明の要件を課した場合に、安全性や信頼性の改善が遅れる懸念が示された。

このため、無人航空機については、製造証明の要件の対象とせず、軽量スポーツ機に対する品質システムと同様に、申請者による適合性の宣言に基づく規定を導入すべきとされている。

・勧告事項 AS 2.10 : 第三者の試験機関により適合性の監査を実施可能とすることについて検討すべき。

欧州には、市場に出される前の製品に対し第三者による評価を行うための組織として、EU 加盟国が指定する Notified Body (NB、公認機関) の制度があり、類似の制度として、米国にも Certified Body (CB、認証機関) の制度が存在する。

無人航空機のうち、運航される環境におけるリスクが特に高いものについては、業界標準への適合性について第三者による評価を活用するとともに、当該第三者に対して適合性に関する監査を実施する権限を与えることが提案されている。

3. まとめ

上記のとおり勧告事項は多岐にわたっているが、2.2 項の飛行ルールに関するもののうち、通行の優先権に関するもの（FR 2.2、FR 2.3 及び FR 2.4）は、有人機の通行が無人航空機の通行よりも常に優先される現在の規則を大きく変更する内容となっており、導入された場合には大きな影響がある。

また、2.3 項に記載した機体及びシステムに関するものは、無人航空機の運航エネルギーが 2 万 5 千フィート重量ポンド未満か以上かにより大きく区分されているが、この閾値については、現行の規則（パート 107）における Small UAS の重量上の閾値である 55 ポンド（約 25kg）に相当するものとされている。さらに、この閾値を超える、運航エネルギーが 2 万 5 千フィート重量ポンド以上 80 万フィート重量ポンド未満の無人航空機（Light UAS）については、現行の軽量スポー

ツ機に対する機体の認証や修理士の技能証明と同様な制度を導入すべきとされている。

次回のレポートでは、今回のレポートに含まれていない、事業者の認証や第三者によるサービス、環境の保護に係る勧告について、その具体的内容を説明する予定である。

参考文献

1) FAA, UAS BVLOS ARC Final Report

https://www.faa.gov/regulations_policies/rulemaking/committees/documents/index.cfm/document/information/documentID/5424

2) 藤巻吉博, 無人航空機の目視外飛行の拡大に向けた検討状況と 2022 FAA Drone Symposium への参加報告

https://www.jttri.or.jp/document/2022_report_May_Fujimaki.pdf