

米国における無人航空機政策の動向

令和元年12月11日 運輸総合研究所 大会議室

講師——山田伸一 ワシントン国際問題研究所研究員

コメンテーター——鈴木真二 東京大学未来ビジョン研究センター特任教授

講演の概要

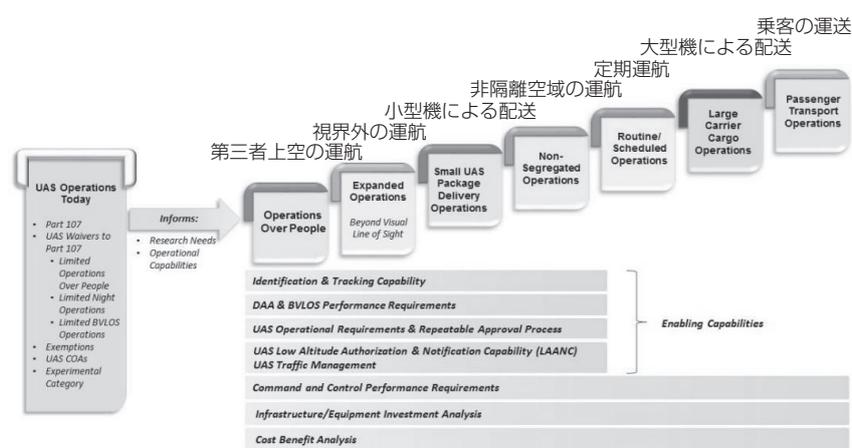
1—米国における無人航空機政策の状況

米国においても無人航空機の活用は増加している状況にあり、ホビー用・商用ともに2015年の登録開始から増加している。ホビー用については、2018年末時点で90万人以上が登録し、2018年末時点で125万機程度と推測され、今後5年間で139万機程度まで増加すると予測されている。一方、商用については、2018年末時点で28万機程度が登録しており、今後5年間で83.5万機程度まで増加すると予測されている。

用途としては、研究開発・訓練・教育関連が21%、同レベルで撮影目的があり、次いで住宅、建設、農業分野となっている。また、こういう用途を実施するにあたり、夜間飛行や第三者上空の飛行、目視外飛行といった運航を許可してもらうための申請（Waiver申請）が行われている。



講師：山田伸一



■図一 米国における無人航空機の活用の拡大

2—無人航空機政策の方向性

米国の無人航空機政策は、2012年の法整備の方針から進められており、最終的には無人航空機を有人航空機と同じ空域の中に完全に統合することが目標とされている。そこに至るまでの道筋としては、低リスク・隔離された領域から徐々に活動範囲、言い換えると規制の範囲を拡大し、完全統合を目指すことと

されている。

また、無人航空機による今後の活用の拡大という観点から見た場合、図一のように整理がなされており、現在、一番左にある第三者上空の運航についてパブリックコメントが出ているところである。今後も活動範囲や活用の幅が拡大するよう、目視外の運航、小型機による配送、定期運航、乗客の運送といった段階を踏まえ、技術革新を踏まえた形で発展していくことが目標とされている。

3—研究開発

無人航空機は技術革新が目覚ましい分野であり、技術は無人航空機自体が進化していくものであると同時に、安全性を確保し、規制をかけていくうえでも重要な要因となっている。

（米国における動向について、次頁の図一2参照。）



コメンテーター：鈴木真二

これまでのFAAを中心とした研究開発としては、2015年にUAS Pathfinder Initiativeによる研究開発がなされている。これは、運用コンセプト・認証・安全対策の設計と実証評価を行うものであり、産官により実施される米国の空域システムへの無人航空機の統合に関する研究であるUAS Focus Area Pathfinder Programと、空港への脅威を予測し、安全性を向上するための、空港に近づく無人航空機の検出及び識別に関する研究であるUAS Detection Initiativeに大別される。FAAが企業と協定を結び研究開発が行われ、その知見がFAAにフィードバックされた。

また、同年、UASに関する高度かつ学術的な研究開発により重点を置く研究プログラムとして、UAS Center of Excellenceが設立された。これは、ミシシッピ州立大学を中心とした23の研究機関の共同体であり、人材及び産業の創出・育成の中核となる研究拠点としておかれたものである。フォーカスしている研究開発分野は、航空交通の統合(Air Traffic Integration)、耐空性(Airworthiness)、無人航空機との通信(Control and Communication)、検知及び回避(D&A:Detect and Avoid)、ヒューマンファクター(Human Factor)、低高度における運航の安全性(Low Altitude Operation Safety)、訓練(Training)であり、各研究機関が同時並行で研究開発を進めている。これまでに無人航空機の衝突時の影響評価、空港環境における無人航空機の検知技術、耐空性評価の研究、STEM教育における無人航空機の活用などいくつかの成果が上がっており、個別のレポートや毎年の年次レポートの形で取りまとめられている。

また、2017年10月、トランプ大統領より運輸長官に指示がなされ、UAS Integration Pilot Programが開始され、関心のある自治体からの提案を受け、2018年5月に10個の研究開発の提

案が採択されている。採択されたプログラムはFAAのウェブサイトにおいて公表されているところであるが、これを俯瞰してみると、ポイントとして2つが重要視されているのではないかと見受けられる。1つは、管制やセキュリティの観点から無人航空機をどのように検出して把握するかという観点であり、もう1つは運航者や使用者の観点からどのように無人航空機の運航を管理・利用するかという観点である。

こうした研究開発の成果が基盤となり、規制の検討・策定が進んでいくこととなっている。

4—規制検討の場

規制検討の場として、最も重要性が高いものは、Drone Advisory Committeeであり、これは2016年に設置され、米国の空域システムへ無人航空機を統合する際の課題を幅広く、長期的に検討するFAAのアドバイザー委員会として運営されている。毎年1~2回の会議が開催され、産業界、学術界、研究、リテール業界、技術等のCEOレベルの者から構成されている。全体戦略等の検討の他、個別の課題についてタスクグループを設置して検討する体制をとっており、リモートID、セキュリティ上の脅威への対応、免

除申請(Waiver申請)のタスクグループが設置されていた。過去には、連邦政府と地方政府の役割分担、無人航空機を実際に統合していくに当たって重要な要素となるファンディングといった話も議論がされてきたところである。

また、実際に規制を検討する際には、規制の内容や課題について検討を行うUAS Aviation Rulemaking Committeeが設置されており、これまで小型無人航空機の運航に関する課題を取り扱う委員会としてMicro UAS Aviation Rulemaking Committee、無人航空機の遠隔からの識別や追尾を可能とするリモートIDの課題を検討する委員会としてUAS Identification and Tracking Aviation Rulemaking Committeeが設置され、報告書の作成が行われてきた。

なお、FAAでは、こうした報告書を踏まえたうえで内部での検討を更に実施しており、これら2件ではいずれも2年から3年程度の時間を要したうえで制度案のパブリックコメントとなっている。また、パブリックコメントを行った後については意見を踏まえた更なる検討・修正が行われ、実際に制度が施行されるには更に2年から3年の時間を要するものとされている。こうした流れを鑑みると、実際に新しい制度や制度の下での活用を考え

	研究開発	規制検討の場	規制・運用
2012			2012 法整備の基本方針
2015	2015 UAS Focus Area Pathfinder Initiativeによる研究開発		2015 商用運航の規制(第1弾)、無人航空機の登録制度、遠隔操縦者の制度
2016	UAS Center of Excellenceによる研究開発	2016 Drone Advisory Committeeでの規制検討 Micro UAS Aviation Rulemaking Committeeでの規制検討	
2017			2017 LAANC(低高度の無人航空機向け空域管理)の開始
2018	2018 UAS Integration Pilot Programによる研究開発		2018 空港等の無人航空機対策の拡大
2019			2019 第三者上空・夜間における運航(パブコメ)

■図—2 米国における動向

るにあたっては、Aviation Rulemaking Committeeなどの活動をモニタリングすることにより、相当前の段階で先じて状況を把握できることがわかる。

なお、Aviation Rulemaking Committeeの内容がそのままFAAの制度案になるわけでは必ずしもなく、FAAの内部において改善されることがある。また、Aviation Rulemaking Committeeにおいて関係者の意見が十分にまとまらなかった場合に2案・3案の併記となることもあることに注意して見る必要がある。

5—規制・運用

○登録制度

米国内空域の安全かつ秩序ある航空機活動を提供する情報基盤の構築、登録番号/コールサインを用いた航空管制と飛行中の航空機との円滑な通信、FAA又は法執行機関による不適切な行為に対する迅速な対応を目的として、米国では250g以上の無人航空機の登録が義務づけられている。有効期間は3年間の更新制となっており、25kg未満の無人航空機はオンラインにて登録が可能となっている。

なお、登録をした無人航空機は機体へのマーキングが求められている。

○遠隔操縦者の制度（商用）

商用運航を行う遠隔操縦者に対し、要件がかかっている。具体的には、16歳以上であること、英語での読み書き、会話に習熟していること、安全運航に支障の無いよう身体的・精神的に健康であること、航空知識試験に合格し、その後、前回試験より2年以内に再試験への合格することである。

現在、航空知識試験は、FAAが承認したKTC (Knowledge Testing Center) で受験することが求められているが、現在パブリックコメントをしている法案において、オンラインでの試験の受験やオンライン訓練の受講で代替できるようにすることに変更することが考えられて

いる。

○LAANC

Low Altitude Authorization and Notification Capabilityの略としてLAANCと言われている。これは、低高度における無人航空機向けの空域管理を提供するシステムであり、400フィート以下の管理空域へのアクセス（空域認可の自動化）、飛行しようとする空域の航空情報等の通知、無人航空機が運航されている場所・時間の把握が携帯電話のアプリ上などで可能となるものである。

LAANCは、FAAが承認するサービスサプライヤーにより運営されており、現在AirMapなどの14社が承認されている。また、現在、約600空港をカバーし、当該空港周辺で飛行する場合に活用されており、今後もカバーする空港が増加していく見込みである。

○空港等の無人航空機対策の拡大

2018年12月、イギリスのガトウィック空港において無人航空機の侵入事案があり、滑走路閉鎖に伴う約1,000便のキャンセル・ダイバート等の多大な影響があった。これを受け、イギリスでは飛行禁止エリアの拡大、警察の権限拡大等の対策が行われたところであるが、米国においても、こうした事案は国土安全保障上の重大な事案として認識され、法制度が進められたところである。

2018年10月、FAA再授權法（東ね法案）の一部として、国土安全保障法の改正である「Preventing Emerging Threats Act of 2018」が策定され、無人航空機が脅威と判断された場合の実力行使等の対処を拡大することとなった。なお、管轄は、国土安全保障省及び司法省である。これまでは、空港周辺や一般の航空路への無人航空機の進入を違法とし、これに対する違反者には、罰則による事後的な措置で対応していたところであり、軍基地など国防省関連の施設を除き、脅威をその場で対処する法的根拠

はなかった。

対象施設は、国土安全保障省、司法省等の任務に関する施設であり、かつ脅威情報等に基づいた評価により、無人航空機の標的となる可能性が高いと評価された施設とされており、遠隔操縦者への警告、無人航空機のコントロールの妨害、制御の奪取、更には無力化（機体の没収、破壊等）を行うことができるようになっている。

空港等においても、無人航空機の検知・対応システムなど独自に対策を取ろうとしているところはあるものの、現状の技術では完全なシステムは存在しておらず、FAAや関係機関と連携しつつ、導入を進めようとしているところである。

○第三者上空・夜間における運航

これまで原則禁止され、免除申請の承認を得た場合にのみ可能であった「夜間の飛行」及び「第三者上空の飛行」について、小型無人航空機が一定の要件の下で可能とするものであり、2019年2月にパブリックコメントがなされた。現時点では、パブリックコメントは締め切られているものの、まだ施行には至っていない。

当該法案は、より複雑かつ高度な無人航空機の運航を目指していく従来からのフレームワークの一環として、研究結果、免除申請等の知見を踏まえて検討がなされたものであり、性能を規定し、手法等に自由度をもたせるパフォーマンスの要件であり、かつ、イノベーションを妨げることなく、無人航空機によるリスクを軽減することを目標としている。

夜間の飛行を行うための要件としては、他の航空機にとって、小型無人航空機の識別が容易になるよう、3マイルの距離から視認できる衝突防止用照明を装備し、飛行前に確認を行うこと、遠隔操縦者に十分な知識を付与すること（初めて飛行を行う前、及び24か月毎に夜間における運航に関する知識テスト又は訓

練)を受けることとなっている。

第三者上空の飛行を行うための要件としては、地上にいる人への安全レベルに応じて3カテゴリーに分類されている。

カテゴリー1は、250g未満の小型無人航空機であり、人の上空において運航をしてもリスクが低いと判断されている。そのため、追加の要件無く、人の上空を運航することが可能である。無人航空機の操縦者は、小型無人航空機の重量が閾値を超えていないことを計量等により確認する責任があること、重量は離陸から着陸までの全ての状況に適用されることから、なんらかの荷物を取り付ける場合は、荷物を含んだ重量が閾値を超えないようにすることに注意する必要がある。

カテゴリー2及び3は、重量が250gを超える無人航空機が対象であるが、重量ベースの分類分けではなく、人に衝突した場合の傷害の度合いによって設定されるパフォーマンスベースの分類分けとなっている。

カテゴリー2の無人航空機は、人との衝突時に、剛体からの11ft-lbの運動エネルギーの伝達に起因する傷害よりも小さい傷害となるように設計することが求められる。製造事業者は、重量、速度、高度制限、材料及び技術的なフェールセーフ機能等を考慮して、無人航空機を自由に設計し、この条件を満たすことが求められる。また、小型無人航空機は、人体の皮膚を切り裂く可能性のある回転部分を露出しないようにすること、露出したワイヤや鋭いエッジなどの安全上の欠陥が無いことが求められる。この要件についても、衝撃による裂傷から皮膚を保護するための覆いを設けることや外部回転翼部品のない設計とすること等、製造事業者のアイデアに委ねられている。その他に、製造事業者に対して、遠隔操縦者用運航マニュアル (Remote Pilot Operating Instructions) を提供すること、機体の要件への適合性につ

いて、FAAの審査を受けること等の要件がかかったり、運航者に対して、飛行前の確認を実施すること、製造事業者の運航マニュアルに従った運航を行うこと等の要件がかかっている。なお、操縦者の要件については経験要件に関する意見が募集されていたが、法案上は明確な要件設定はなされていなかった。

カテゴリー3の無人航空機は、人との衝突時に、剛体からの25ft-lbの運動エネルギーの伝達に起因する傷害よりも小さい傷害となるように設計することが求められており、また、回転部分を露出しないようにすること、露出したワイヤや鋭いエッジなどの安全上の欠陥が無いことが求められている。また、カテゴリー2と同じ製造事業者や運航者に対する要件もかかっているが、更に運用上の要件がある。傷害の度合いに係る閾値が高いため、地上の人が負傷するリスクが高く、このリスク増加を管理するため、野外での集会等人が集まる場所の上空における運航を禁止すること、閉鎖又はアクセス制限されたエリア内又はその上空で行い、そのエリア内の全ての者に対して、小型無人航空機が上空を飛行する可能性があることを通知すること、エリア外を飛行する場合、小型無人航空機を通過させることはできるがホバリングをしてはならないことが求められている。

○今後について

当面の課題としては、リモートIDの制度案の構築、国土安全保障法を踏まえた、対ドローンの具体的な対策の実施とみられるところであり、引き続き注視していくことが重要である。

■コメントの概要

研究員からは、米国のドローンに関して詳細な説明がなされたので、世界の動向及び日本の動向について補足したい。

小型無人航空機のブームは、2010年にパロット社 (フランスのメーカー) が販売したのが契機になっている。その後、2012年に中国のDJIがファントムという機体を発売し、爆発的に世界に広まり、多くの人が手軽に使えるようになった。一方で、オーストラリアで無人航空機がトライアスロンの選手に落下して怪我をした、国内でも湘南国際マラソンの会場で撮影用の無人航空機が落下してスタッフが怪我をした等、事故も目立つようになってきた。2015年には、首相官邸の屋上で無人航空機が発見され、日本でもドローンの規制が始まるようになった。こうした中、AMAZONの配送事業も、2016年から世界各地でテストが行われるようになり、2018にスイス郵便がMatternetという米国の無人航空機のスタートアップ企業と医療用サンプルを輸送し、アフリカでは、血清を運ぶことまで行われた。中国では、昨年、無人航空機の宅配を政府が許可し、ハンバーガーを届けるサービスも起きている。また、FAAが、Google傘下のウイングという会社とUPSに対して無人航空機による配送許可を与えるなど、世界に大きな流れができています。

国内の制度としては、2015年の首相官邸での無人航空機の見つけ以降、航空法改正が行われ、小型無人航空機が、初めて航空法の中で取り扱われるようになり、規制が始まった。一方で、無人航空機が様々な産業に活用できる点も重要視され、例えば官民対話において安倍総理は3年以内に無人航空機の物流をできるようにすると発言し、官民協議会が設置された。そこでは、関係省庁、民間事業者、民間団体などが一堂に集まり、議論が行われている。

翌年には、官民協議会においてロードマップが作成され、目標が官民で共有された。その後も、官民一緒になって無人航空機を活用できる環境をつくっていく取り組みが続いている。その一環とし

て例えば、携帯電話回線を上空で使うという試験的運用などが始まっている。航空局においても、申請のオンライン化、有人機と無人機との情報共有のネットワーク化など新しい取り組みがなされている。そして、飛行禁止法の改正、航空法の改正なども含め、徐々に制度が整ってきている。

現行の航空法では、無人航空機の規制は、200gより大きい機体について150メートル以上の上空での飛行禁止、空港周辺や人口密集地域での飛行禁止等がある。また、飛行方法についても、夜間の禁止、目視外飛行の禁止、人や物に近づいた飛行の禁止などの規制が存在する。

ロードマップについては、徐々にリスクの高い飛行が可能となるよう目標が設定され、技術開発や制度設計を併せて行うよう、毎年改定されている。現在はレベル3、無人地帯において目視外飛行をるところまで実現している。次の目標としては、有人地帯での目視外飛行であり、都市部等での物流で利用できるようにするという目標が立てられている。この目標は2022年とされており、様々な整備や技術開発を実施していくよう意識合わせがされている。制度設計としては、所有者情報、機体認証、操縦技能や運航管理などワーキングにおいて検討され、中間報告が出されている。

有人地帯の目視外飛行を目指すにあたり、リスクに応じたものとするリスクベースの規制、性能に関する要件として技術的な進展に伴い様々な代替手段が取れるようにするパフォーマンスベースの規制、目的に応じたオブジェクトベースの規則が重要であると考えられており、そのためには、リスクの定性的・定量的評価、機体やオペレーターの評価、インフラの整備などいろいろと取り組むべき事項がある。

欧州では、リスクベースの考え方により、Open, Specified, Certifiedという

3つのカテゴリーに分類する形で、制度の議論が進んでいる。また、今年6月、EASAは、新しい制度として来年からEU各国に機体登録とリモートIDを要求することを発表している。また、無人航空機の商用利用の規則は、欧州各国で独自の規制を行っているが、これらを統合しようという動きがある。無人航空機の性能がよくなっており、国境を越えて飛ぶことも可能であるため、EASAで統合的な規則をつくる検討が始まっている。

次に、リスク分析について、定性的な分析法としては、欧州で作られたモデルで蝶ネクタイ法というのがある。脅威がハザードに繋がらないように予防策を講じる、またハザードが損傷に繋がらないように予防策を講じる考え方である。また、定量的な分析としては、米国では無人航空機が落下した場合の被害等を数値的に見積もっている。米国では、制度設計をする際に、必ずこのような根拠を示すこととなっており、定性的な分析が主体の欧州とは違いがある。

リモートIDについては、セキュリティ上の問題にも繋がる事項であり、米国や欧州でも議論がされているものであるが、日本でも最近試験を行っている。日本では、発信機をつけて、ブルートゥース5.0により情報をブロードキャスト型で外へ発信し、それを地上の人が確認することでわかるようにしようという実験であった。こうした実験は、福島のリボットテストフィールドで行っており、そこでは実証実験のために簡易的なトンネルや橋、プラントなどが用意がなされている。

最後に、無人航空機により人を運ぶというコンセプトも世界各国で進んでおり、エアバスとアウディによるコンセプトの発表、中国のイーハンやドイツのポロコプターというメーカーによる実際に人を乗せた飛行実証等が行われている。日本でも実現できるよう空の移動革命に向けた官民協議会が設置され、ロードマップを踏まえて実現に向けた取り組

みを官民挙げて活動している。

こうしたものについても制度設計は重要であり、米国ではRulemaking Committeeが設置されているところであるが、これを実際に支えているのは非営利の民間団体であるRTCA, SAEやASTMである。日本には、こうした技術の標準化団体が育っておらず、これから取り組む必要がある。

また、国際的には、航空の世界ではICAOがあるが、無人航空機関係ではISOが既に標準化活動を始めている。

■質疑応答

Q 日本では土地の所有権が上空まで及ぶことが民法で定められているが、米国ではどうか。

A 山田：米国では、政府が空域について独占的な主権を持っていることとされており、これは飛行の最小高度以上とされている。ただ、現在では、最小飛行高度がない航空機も存在するため、一概に高度いくつまでという決め方ができなくなっており、私有地の所有者の財産を損なっているかどうか、という観点で対応していると聞いている。

一方、不動産売買等において、空中権の設定というものが導入されており、例えば、空港周辺の空域など、FAAが航空機の離着陸のために空中権を購入することなどができるとなっている。

Q リモートIDの制度化が検討されているが、遅れている理由は何か。

A 山田：FAAの発言を見る限り、大きく2つの要因が見受けられる。1つは、モデル航空機、いわゆるレクリエーション用の航空機をFAAが直接管轄すべき、と議会から言われたことを受け、その対応を検討することが追加されたことである。もう1つは、政府機

関内の調整であり、法執行部門、セキュリティ関係や治安関係のセクションとのデータのやり取り、また、そのインフラの調整をどうするのかといったテクニカルな部分で時間がなかったようである。

Q 騒音問題について、米国で議論はあるか。

A 山田：騒音に特化したような議論は現在のところ見受けられない。

ただし、米国でも、無人航空機による配送のテスト等がされているところでは、プライバシーとともに騒音についても近隣住民への影響をどのように軽減し、また近隣住民とどのように調整していくかが今後の課題であると言われていた。

Q 利用の面、製造の面、法制度等の面について、日本は世界の中でどのようなポジションにあるのか。

A 鈴木先生：利用については、工事現場の測量、工事の進みぐあいの把握、アイコンストラクションへの無人航空機の組込など積極的に使われている。橋やトンネルの点検、物流についても試行などされているが、技術的な課題等があり、本格運用には至っていない。これは世界も同じである。

製造業としては、中国が寡占状態にあるが、コンポーネント等では日本製のものもある。コスト的にはなかなか厳しいが、信頼性のある産業用のドローンなど日本のメーカーに非常に期待している。

法制度については、官民協議会で一緒に推進しており、決して遅れているというところはないと思う。

Q 事故があった場合、運輸安全委員会が調査に入ることになるのか。警察の管轄なのか。

A 鈴木先生：現状では、運輸安全委員会が介入してくるということはないと思われる。人が乗るようになると、航空事故になり、運輸安全委員会の管轄になるとと思われる。

山田：調査の範囲外ではあるが、リモートIDでは警察など法執行機関等とのやり取りが課題になった経緯もあり、警察の対応が主となるものと思われる。

鈴木先生：航空機の安全はやはり事故調査をきちんとやって、それを対策に結びつけるというフィードバックがかかっているために、これだけ安全が確保されていると考えている。無人航空機についても何等かの形でフィードバックがかかる体制をつくっていく必要があると思う。

Q 日本において、無人航空機の政策ビジョンはどうなっているのか。

A 鈴木先生：日本でもロードマップを作成しているが、有人航空機の領域まで無人航空機が飛行するところまでは描けていない。物流等で、パイロット不足など深刻な問題があるため、大型の無人航空機による物流なども検討できればよいと思う。

Q 無人航空機の法規制にあたり、公共性はどうか考えられているのか。

A 山田：レクリエーション用を除き、米国でも基本的には、公共的なものであると理解されていると思っている。しかし、無人航空機は非常に低空を飛行するという特性から、個人の財産を侵害してしまいかねないという一

面もあり、公共性があるものとはいえ、非常に議論になるところである。

Q 米国においてプライバシーの問題はどのように議論されているのか。

A 山田：プライバシーの議論は、米国でも非常に活発に議論がなされている。無人航空機で何ができるのか、法規制でどこまで規制ができるのか、責任の所在はどこになるのかといった観点で議論がされている。研究開発においても、プライバシーは一つの柱となっており、今後成果が出てくることが期待されている。

Q 無人航空機に関するUTMや対応する機関の運営に関連して、利用料などについて議論はされているのか。

A 山田：無人航空機の管理を省力化する大きい技術開発のポイントとして、自動化が言われている。まずは自動化で省力化を行い、コストダウンを図ったうえで議論がなされるのではないかと思う。

Q ジャミングやハッキングに関連するリスクや安全面の話をお聞きしたい。

A 鈴木先生：将来的にUTMへの接続等を考えると、ハッキングの対象になってくると考えられ、しっかり検討していくべき点である。また、ジャミングに関しては、ジャミングから無人航空機を守るという観点と、違法な無人航空機にジャミング等をかけるという観定の両面から検討する必要がある。

※講演資料は運輸総合研究所ホームページで公開しております。

(とりまとめ：山田 伸一)