米国における無人航空機開発の現状と運用展望

西 祐一郎 Yuichiro Nishi 日本成層圏通信株式会社

1 UAV概況

米軍における無人航空機 (UAV) 調達は年間 37 億ドル (約 3,700 億円) レベルで推移している。また、今後 10 年間、開発予算として 100 億ドル (約 1 兆円) の投資が見込まれている⁽¹⁾。アフガニスタンからの兵力撤退及び連邦予算の大幅な削減の影響から軍事予算が大幅に削減される中、UAV 関連予算の減少傾向はそれほど高くない。開発の重点は、米軍が制空権を有する「permissive (飛行が許容された)」空域や、アフガニスタンやイラクのような散発的な抵抗因子が存在する「contested (対抗勢力が存在する)」空域で作戦飛行を行う RQ1 / MQ1「ブレイダー」や MQ9「リーパー」等のシステムから、より高度なステルス性能を装備することにより、米軍が制空権を有さない他国上空の「denied (拒否された)」空域でも作戦遂行能力を有する新型システムに移行している。作戦ミッションも、従来重視されてきた情報収集作戦 (ISR: Intelligence, Surveillance and Reconnaissance) の枠を越え、戦闘攻撃能力も含めたより複合性の高い機能、また空中給油や航空母艦離着陸等、より高度な機動性により、その範囲を広げている。

米国内における UAV の民生利用は従来どおり FAA (連邦航空局) より引き続き商用運用が規制されており、また警察や消防向けの公的利用についても FAA の「COA (Certificate of Authorization: 許可証明書)」制度による慎重な対応が続いている。しかし FAA からの型式証明が 2 機種に交付され、民間空域での商用運用も徐々に認められつつある。UAV の個人利用に関しては、国立公園内での運用を禁止するケースなど徐々に規制の輪が広がってきている。その一方で、Amazon 社やドミノピザ社による UAV を利用した商品配達構想や、Google 社や Facebook 社による UAV を利用したインターネット網の整備構想実現に向けた UAV 開発会社買収など、民間企業による UAV 利用の可能性がマスコミをにぎわしている。これらの構想実現には FAA の規制

が障壁となっており、規制緩和に向けた政治的働き掛けも活発化している。

2 マイクロ UAVs

機体の大きさが 15 cm 以下の UAV はマイクロ UAV あるいは MAV として分類されている。2011 年に AeroVironment 社が DARPA 予算で開発した Nano Hummingbird の発表後、特に革新的な動きは見られていない。この分野をリードするのは主に DARPA からの助成を受けた大学研究機関であり、近年、屋内で複数のマイクロ UAV がセンサでお互いを感知しながら編隊飛行をするための複合的航行ロジックの開発に主眼が置かれている。また玩具メーカーによる製品開発も進んでおり、その技術が大学研究機関等の基礎研究的枠を越え、具体的な商品開発フェーズへと移行したことがうかがえる。

3 小形 UAV 及び歩兵携帯型システム

MAV よりも大形で、特に兵士が携帯して運用するサイズの無人航空機システムを小形 UAV と分類する。主に小形無人偵察機が地上パトロールに従事する兵士による探索／捜査ミッションで広く活用されている。このセグメントで支配的地位を占めているのは AeroVironment 社で、図 1 に示す RQ-11 Raven は 2 万機以上が製造され、米軍、その他世界 20 か国に納入された。2012 年 11 月時点で、5,394 機が作戦行動に組み込まれて運用されている。現在、Raven は大きさや航行距離によって異なる Wasp 及び Puma AE を姉妹機として取りそろえ、制御システムのデジタル通信化や防水性能の完備、そして電源強化による航続時間の延長 (Puma AE で 3 時間) など、進化を続けている。AeroVironment 社 UAV の特徴として、電気モータによる静音飛行、手投げ式離陸、ストール式ピンポイント着陸、数百回の離着陸に耐えられる高耐久性、操作員 1~2 名の簡素なオペレーション

図1 AeroVironment 製 RQ-11 Raven

などが挙げられ、高く評価されている。ちなみに、現在3機の Puma AE が日本国内でも災害時通信中継ミッション用に導入されている⁽²⁾。

AeroVironment 社の対抗勢力として米軍への納入実績があるのは Prioria 社の Maveric でこれまで 36 機が陸軍に納入された。また Lockheed Martin 社の Desert Hawk は 2007 年に空軍による調達を終了した。その後英国陸軍が 222 機購入している。

内燃機関型エンジンを採用した小形 UAV として普及が進んでいるのが Boeing / Insitu 社の RQ-21A ScanEagle。現在、FAA の型式証明を取得することで、政府機関以外の法人や研究機関による運用が可能な UAV はこの ScanEagle と前述の AeroVironment 社 Puma AE のみである。2014 年 6 月、BP 社によるアラスカ州での陸上の油田開発作業支援のため Puma AE を飛行させることが発表になった。今後陸上での民間事業者による無人航空機の運用が活発化することが期待される。

4 中高度偵察／攻撃プラットフォーム

図 2 の General Atomics 社製 R/MQ-1 Predator そして MQ-9 Reaper によって開拓場セグメントであり、1994 年以降、その支配的地位は揺らいでいない。これまで 360 機の MQ-1、152 機の MQ-1C、そして 200 機近い MQ-9 が配備された。これらは、地上のパイロットが衛星通信回線等を通じて機体のシステムを制御している。米軍が制空権を有する「Permissive」あるいは「Contested」空域での作戦行動が主な飛行ミッションとなっている。2013 年 6 月には空軍が 2003 年に調達した RQ-1 が 2 万時間の飛行記録を樹立した。現在 MQ-1 は MQ-1C に発展しており、エンジンが航空用ガソリンからディーゼル燃料型に変更された。MQ-9 ターボプロップエンジンを搭載している。Predator /

図2 General Atomics 社製 MQ-9 Reaper

Reaper はカメラやレーダによる偵察ミッションのみならず、攻撃用ミサイルを装備することでより多岐にわたる作戦ミッションを展開できるのが特徴である。最新型の MQ-1C は飛行時間が 45 時間となり、またプログラム全体で 2013 年 10 月までに 2 万回の自動離着陸が実施されたことを General Atomics 社は発表している。

一方、より高性能な General Atomics Avenger (Predator-C) の開発プログラムは保留になっており、Northrop Grumman 社の新型ステルス機である RQ-180 へと引き継がれる可能性が高い。

5 戦闘型無人機(UCAV)

UCAV はいわゆる戦闘型無人機の総称で、ステルス性能を有し、多目的攻撃性能及び作戦能力を主眼に設計されている。海軍は 2013 年、Northrop Grumman 社の X-47B ペガサス(図 3)の航空母艦からの離発着を成功させた。現在、X-47B に空中給油機能を搭載するための実証実験が予算の承認待ちとなっている。

一方、空軍主導で進められてきた Boeing X-45 の開発は 2006 年に休止した後いまだ再開されていない。また 2011 年、CIA による秘密偵察ミッション中イラン軍に拿捕された RQ-170 Sentinel のその後の配備・開発状況についても、その後発表等はない。一つの可能性としては、より大形な翼幅と航行距離を持つ RQ-180 に統合されたのではないかと、この見方が優勢。

6 高高度長時間偵察／通信中継プラットフォーム

高高度長時間飛行 (HALE : High Altitude Long Endurance) UAV とも分類されるこのカテゴリーは、1990 年代から人工衛星に代わる通信及びリモートセンシングプラットフォームとして、主に飛行船による実現を目指して開発が続けられた。現在、主な開発投資は固定翼型の航空機開発のみとなっている。

図3 Northrop Grumman 社製 X 47B UCAS

高高度偵察機として 1999 年まで活躍したロッキード SR-71 Blackbird の後継機の位置付けで空軍によって開発されているのが Northrop Grumman RQ-180。高高度を長時間航行し、またステルス性に優れた性能により、制空権外の空域での ISR ミッションの遂行を設計目的としている。航続距離は 2,200 km、航行時間は約 24 時間。性能的には Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk に類似する。

この Global Hawk は、現在飛行可能な機体は 42 機であり、そのうち 32 機を空軍が運用している。元タスパイ用高高度偵察機 Lockheed U-2 の後継として開発されたが、目標性能実証の遅延から、現在も U-2 と並行して運用されている。RQ-180 への集約の必要性から Global Hawk の追加調達は今後行わず、また U-2 も 2016 年から退役を進める、との方向性が空軍から示されている。

一方、通信中継プラットフォームとしての機能をフィーチャーした液体水素を燃料とする機体として開発中なのが、Boeing 社の「Phantom Eye」と AeroVironment 社の「Global Observer」である。

Phantom Eye は翼長 45 m で、滞空高度 20 km で 4 日間、200 kg のペイロードを搭載した飛行を目指している。2012 年 6 月に初飛行が実現し、現在までに 6 回、合計 6 時間の試験飛行を行っている。ただ、飛行高度はまだ 28,000 フィートを超えていない。

図 4 の Global Observer は翼長 53 m で、滞空高度 20 km で 5 日間、あるいは高度 17 km で 7 日間、180 kg のペイロードを搭載した飛行を目指している。プロトタイプは 2 機製造され、2011 年に 1 号機が高高度試験中破損してしまった。現在 2 号機による継続運用に向けての開発資金待ちの状態。2014 年、AeroVironment 社は Lockheed Martin 社と Global Observer 開発の再開に向け協力することを発表した。現在 U-2 に搭載されている ISR 用機器の Global Observer へのインテグレーションを行う、とのこと。

図4 AeroVironment 社製 Global Observer

7 無人航空機用垂直離着陸 (VTOL) システム

無人型垂直離着陸システムは海軍や海兵隊によって、主として有人ヘリコプターへの無人操縦機能の付加という形で開発が継続されている。海軍は 2014 年中に合計 96 機の Northrop Grumman MQ-8C Fire Scout 無人ヘリコプターの導入を予定している。この機体は既に 1 万時間の試験飛行を積み上げており、航行時間 14 時間、320 kg のペイロード搭載能力を持っている。

一方、海兵隊はアフガニスタンでの夜間の貨物運搬ミッション用に Lockheed Martin / Kaman K-Max を 2011 年 12 月に実戦配備。これまで 1,700 回のミッションを遂行している。運行コストが毎時 1,700 ドル程度と大変安価であることが高い評価につながっている。

8 NASA 主導の無人航空機開発

2014 年 3 月、NASA ドライデン飛行研究センターが、「Armstrong Flight Research Center」への名称を変更した。2003 年に NASA 全体の 6% だった予算が 2007 年以降 3% 台で推移する中、航空関連予算の先細りの潮流に歯止めをかけるための政治的な対応策であると考えられる。全翼型ブレンデッドウイングボディー (BWB) のコンセプト機である X-48C プロジェクトが終了した現在、NASA が取り組んでいる「X-plane」は空軍から引き継いだ HALE、すなわち高高度長時間飛行の実証試験プロジェクト機である X-56 を残すのみとなっている。今後 5 年程度の間に、Lockheed Martin 社のフライトコントロールソフトウェアを NASA が自前で開発したコードに置き換え、またフラッタ抑制を実現し、主翼の重量を 25% 削減することによる、より高い高度をより長く飛行することを目指している。

9 FAA連邦航空局動向

2007年にFAAは模型ラジコン機サイズのUAVの商用運用をCOA制度によって完全な統制を実施した。それ以降、米国内での商用UAV開発飛行の実施は困難になっている。更に2010年、FAAはCOA申請資格を消防や警察などの公的機関に限定するとともに、商用UAVメーカーに対して個々の機体に特別耐空証明の取得を義務付けた。現在この特別耐空証明を得ているのはAeroVironment社のPuma AEとBoeing/Insitu社のScanEagleのみ。General Atomics社はPredator-Bの特別耐空証明取得に向けて動いている。認証手続きには大きな手間とコストが掛かるため、ほかのUAVメーカーにとって、この障壁はかなり高いものとなっている。

一方、このような規制の壁に多くの民間UAVユーザーやメーカーは強く反発している。テキサスのボランティアグループはUAVによる人命救助活動は非営利であり、FAAによる「商用飛行」規制の適用外に当たる、と連邦裁判所に提訴している。またこれまでFAAによって1万ドルの罰金を課せられたRaphael Pirker氏は2014年3月にFAAにはホビー用ラジコン飛行機をそもそも規制する権限はないと主張して提訴した。今後の司法の判断が注目される。

米国議会はUAVの民間空域での運用を可能にする航空管制システムの導入を2015年9月30日までにFAA

が配備することを義務付けている。しかし、航空法上必要とされる「See-and-avoid（視認による回避）」機能をUAVに満足な形で装備することが困難なため、民間空域でのUAV運用の規制は当面続くと思われる。

10 COA認可を受けて飛行しているUAV

連邦情報公開制度を利用して開示された2006～2012年にCOA認可を受けた主なUAVのリストは表1のとおり。

11 IT関連企業等によるUAV開発動向

2013年から今年にかけて、米国のIT関連会社によるUAV開発関連の報道発表がマスコミで広く取り上げられた。例えばAmazon社は2.3 kg以下の商品を配送センタから16 km以内の配送先に30分以内に8枚羽のオクトコプターで空から宅配する構想を発表。またGoogle社はTitan Aerospace社を60億円相当で買収した。高度20 km上空に15 kgのペイロードを搭載して5年間飛行を続けることが可能な「成層圏プラットフォーム」実現に向けて2014年夏からテスト飛行を開始するとのこと。また「Google Loon 構想」においては、

表1 COA認可を受けた主なUAV

Manufacturer	Model	Configuration	Comments
AeroVironment	Wasp	Flying wing	Most popular
AeroVironment	Raven	Conventional airplane	
AeroVironment	Puma AE	Conventional airplane	
Arcturus	T15/T16	Conventional airplane	
Boeing Insitu	Insight A-20 (ScanEagle)	Flying wing	
MLB	SuperBat	Conventional airplane	
Prioria	Maveric	Conventional airplane	
RP Flight Systems	Spectra AP	Flying wing	
senseFly	Swinglet CAM	Flying wing	
Utah State University	AggieAir	Flying wing	
UTC Aerospace Systems	Vireo	Flying wing	
Manufacturer	Model	Configuration	Comments
Adaptive Flight	Hornet Micro	Helicopter	Most popular for local police
AeroVironment	Qube	Quadcopter	
Aeryon Labs	Aeryon Scout	Quadcopter	
Airrobot	AR-100	Quadcopter	
Draganfly	Draganflyer X6	Tricopter	
Honeywell	RQ-16C T-Hawk	Hovering ducted fan	
Leptron	Avenger	Helicopter	
Minicopter Canada	Maxi-Joker 2	Helicopter	
Rotomotion	SR30	Helicopter	
Yamaha	RMAX	Helicopter	

ニュージーランドから飛び立った気球を 26 日間南極外周を高度 18 km で航行させた。気球からのインターネット接続の可能性に期待が集まっている。一方、Facebook 社は英国 QinetiQ Zephyr ソーラープレーンプロジェクトに参画したエンジニアが起こした Ascenta 社を 20 億円で買収、エリクソン社と提携して、「空からのインターネット」構想実現に向けて動き出している。

12 今後の課題と展望

2001 年のアメリカ同時多発テロ事件後のイラク及びアフガニスタンでの戦線拡大によって米国の無人航空機開発及び実戦配備が急ピッチで進んだ。その後 13 年が経過した今日、イラクからの撤兵が完了し、またアフガニスタンからの撤収も進んでいる。これまで右肩上がりで成長してきた無人航空機メーカ各社は今後の拡大の可能性を民間／商業市場に見いだそうとしている。

一方、連邦航空局は有人航空機との衝突回避や地上の一般市民の安全確保の重要性を強く主張し続けている。例えば、自動車は、衝突回避のための道路標識や信号、そして昼夜及び天候を問わず安全に走行できる道路の整備によって広く民間に普及した。同様に、今日の旅客機普及の背景には連邦航空局が整備し全米に張り巡らせた管制システムがある。

無人航空機が今後広く普及するために不可欠なインフラとして GPS 精度の向上及び障害物回避機能の装備の重要性がクローズアップされている。遮蔽やマルチパスによる GPS 位置精度の劣化や GPS 装置が故障した場合のバックアップ航行システムの搭載が求められており、有人航空機では一般化している冗長性による安全確保が無人航空機にはより一層求められている。また、既存の超短波全方向式無線標識施設 (VOR: VHF Omnidirectional Range) 感知システムの搭載や

ADS-B ネットワーク上での機体認識についてもその必要性がしばしば唱えられている。更に、現在個々の無人航空機メーカに委ねられている航行制御用無線プロトコール及び無線周波数割当に関する取決めと標準化についても待ったなしの状況となっている。今後、Amazon 社や Google 社など潤沢な開発資金を投入できる企業が率先してこれらの課題を解決し、その過程で培われた技術が標準化されることで、無人航空機の米国内での運用が広がることに期待が集まっている。

ただ、連邦航空局としては当面、陸上及び海上での無人航空機の運用については、原則として人口密集地を避けた空域においてのみ許可し、無人航空機の安全性がより一層進化するのを 10 年スパンで検討する必要がある、とのスタンスがうかがえる。「無人航空機先進国」である米国の今後の動向をより細密にフォローしていきたい。

■文献

- (1) Forecast International/Aviation Week, 6, pp.67-71, Jan. 2014.
- (2) 三浦 龍, 滝沢賢一, 小野文枝, 鈴木幹雄, 香川敏規, 越川三保, 金子 恵, 浜口 清, 井上真杉, 大和田康伯, 辻 宏之, 単 麟, “空飛ぶ電波タワーを実現! 大災害で孤立した地域を上空からつなぐ~小型無人飛行機を活用した無線 LAN 中継システムの研究開発~, ” 電波技術協会報 FORN, no.300, Sept. 2014.

西 祐一郎

日本成層圏通信株式会社代表取締役。大学院修士課程了後、1993 年からハーバード大公衆衛生学部研究員。遠隔地医療支援衛星通信プロジェクトに参画。2001 に帰国し、米国 AeroVironment 社と協力して日本成層圏通信株式会社を設立し現職。無人航空機の開発、運用、UAV を活用した無線通信網及びセンサネットワーク開発に従事。修士 (公衆衛生学)。