

米国における無人航空機開発の現状と展望

Current State of UAV R&D and Deployment in the USA

西 祐一郎

日本成層圏通信株式会社

1. はじめに

米国における無人航空機システム(UAV)開発は特にこの10年間、勢いを増してきている。その原動力となっているのは、米軍による積極的な投資である。一方、1990年頃から続いてきた要素技術研究および民間による商業事業用システム開発のペースは資金難から鈍化している。米国航空宇宙局(NASA)による開発も、主として軍用システムを転用したプラットフォームにおいて展開している。

2. マイクロUAV

機体の大きさが15cm以下のUAVはマイクロUAVあるいはMAVとして分類されており、主に軍事用偵察システムとして屋内での運用を目的に実用化に向けて開発が進んでいる。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る。DARPAは、システムが“バイオミミクリー”、すなわち、自然生物を模倣することにより、あたかも鳥や昆虫のように目標物に接近出来ることを求めている。MAV実現のために不可欠なキーテクノロジーは、GPS位置情報を受信出来ない室内環境においても正確に移動することが可能になるような制御ロジックである。これは、まだ完全には実証されていない高いレベルの人工知能を必要とする。多くのグループがこれらのデバイスに取り組んでいるが、「Hummingbird」システムの開発に携わっているAeroVironment社がこの分野における業界リーダーとしての地位を保持している。実用システム完成にはさらに十年程度の期間が必要とされているが、DARPAの研究予算規模としては比較的小さいことも幸いして、今後も継続した研究が続けられることが見込まれている。



▲ Nano Air Vehicle /Credit: AeroVironment, Inc.

3. 小型UAVおよび歩兵携帯型システム

MAVよりも大型で、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型UAVと分類する。主に小型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。数多くの企業がこれまで多種多様のシステムを開発してきたが、ラジコン模型飛行機との類似性から、市場はかなり混乱している。軍用システムとして正式採用されたにもかかわらず、しばしば数年後に運用打ち切りとなる製品も多い。その理由として、エンジンやモーターが模型飛行機や軽量スポーツ航空機用の民生品から派生したことによる低信頼性やパワー不足が指摘されている。その中で、ボーイング社傘下のInsitu社製の「ScanEagle」は飛行速度および搭載重量においての評価が比較的高い。ただこのシステムも特殊な着陸システ

ムや捕獲ネットを必要とすることが問題点として指摘されている。小型UAV開発は既に20年以上が経過しているが、1kW出力以上の内燃機関エンジンの搭載は未だ実用化されていない。

現在、小型UAV市場で支配的地位を占めているのは AeroVironment 社の「Wasp」、「Raven」および「Puma(旧 Pointer)」である。それぞれ、充電電池を電源とする小型電気モーターで駆動している。米軍が積極的に調達しているこれらの機体において特筆すべきは、ごく短期間の訓練後兵士が簡単に飛行させる



▲ Raven /Credit: AeroVironment, Inc.

ことを可能と

した多機能自動航行システム(オートパイロット)である。このクラスのUAVの完成度はかなり高まってきており、今後の研究開発の方向性は機体性能の向上よりも、より小型高性能の搭載機器へと移ってきている。AeroVironment社製航空機は軍用スペックで開発および原価設定がされているため、民間の研究機関や消防防災機関には手が届きにくくなっているが、競合他社の追随を許していないという点で、同社の電気モーター型システムは市場を席巻している。そのため、炭化水素燃料型の小型UAVは48時間以上の航行システムや、より搭載重量の大きい機体向けへとシフトしている。



▲ Puma AE /Credit: AeroVironment, Inc

表1. 小型UAVおよび歩兵携帯型システム

名称	製造社	顧客	価格	初飛行 (予定)	翼長	搭載重量	航行性能	製造数
Wasp-III	AeroVironment	US Army	\$49k	2007	0.7m		1hr, 5km range, 3km altitude	数百
RQ-11 Raven	AeroVironment	US Army, Marines	\$35k	2001	1.4m	0.25kg	1.5hrs, 10km range, 3km altitude	~10,000
Puma (formerly Pointer)	AeroVironment	US Army		2001	2.6m	0.5kg	2-4hrs, 15km range, 3km altitude	数百
ScanEagle	Boeing / Insitu	US Navy		2002	3.1m	0.9kg	24hrs, 3500km range, 6km altitude	~1000

4. 中高度偵察/攻撃プラットフォーム

これは、General Atomics社製「Predator」シリーズによって開拓されたUAVカテゴリーである。Predator開発の成功の背景には、その開発プロセスを簡素化したことにあると評価されている。典型的なシンプルな機体に商用エンジンを搭載し、それを熟練したパイロットが無線を使って遠



NASA Dryden Flight Research Center Photo Collection

<http://www.dfrc.nasa.gov/Gallery/Photo/index.html>

NASA Photo: ED07-0038-008 Date: March 5, 2007 Photo By: Tony Landis

Silhouetted by the morning sun, NASA's Ikhana, a civil version of the Predator B unmanned aircraft, is readied for flight By NASA Dryden crew chief Joe Kinn.

▲ Ikhana /Credit: NASA

隔操作する、というデザイン思想である。その後、当初の成功の上に、より長時間、より高高度で飛行するための機能、そしてさらに除氷装置や兵器搭載機構を付加していった。NASAドライデン飛行研究センターでは、地球科学ミッションおよびUAVによる他機視認および回避(see-and-avoid)実験のために数機のPredatorを運航してきた。同研究センターが現在所有している機体は「Ikhana」と呼称される Predator-Bだが、これは米空軍が運航しているMQ-9システムと同等の機体および地上制御装置パッケージである。

現在、Predatorシリーズは有人戦闘機の代替システムとしても採用されはじめた。また、米空軍はMQ-XとしてPredatorをさらに進化させることに着手しており、目標搭載重量を2300kg、多天候耐久性、飛行速度および滞空時間をそれぞれ2倍など、作戦性能の大幅な向上を目指している。UAV市場において向こう5年間で最大の調達規模が予想されており、長期的な契約額は数十億ドルに達すると期待されている。

中高度UAVカテゴリーで現在試験運用が待たれている機体の一つが、Aurora Flight Sciences社の「Orion」である。Aurora社はこれまで小型の高高度無人航空機システムの開発に携わってきたが、近年Boeing社と提携し、水素燃料で飛行する高高度長時間プラットフォーム(HALE: High Altitude Long Endurance)の試作をAeroVironment社の「Global Observer」機に対抗して始めた。現在、Boeing社とは袂を分かったが、米空軍航空研究所(AFFRL)からの要請を受けて、中高度長時間航行システムとして、高度6000mで450kgを搭載し5日間飛行出来る機体を準備している。搭載が予定されている機器は、空軍がDARPAと共同開発した「Gorgon Stare」。このシステムは一都市単位の広範囲を赤外線センサーで偵察するシステム。今年度の

試験飛行を目指して現在米議会で予算折衝が進められている。

一方、飛行船を活用してOrionに対抗を試みるのが、Northrop Grumman社によるLEMV (Long-Endurance Multi-Intelligence Vehicle)である。Orionは胴体部分からも揚力が得られよう設計されたハイブリッド型飛行体で、米陸軍が開発予算5.17億ドルを提供している。類似するプログラムとしては、TCOM社が純粋型飛行船の「Blue Devil」の開発に米空軍からの資金援助2.11億ドルを得て着手している。LEMVおよびBlue Devilの推力システムおよび燃料については明らかになっていないが、太陽電池システムの採用は見送られそうである。搭載燃料については、Blue Devilが7日分、そしてLEMVが21日分と想定されており、初回飛行はBlue Devilが2011年中、そしてLEMVが2012年初頭とされている。

表2. 中高度偵察/攻撃プラットフォーム

名称	製造社	顧客	価格	初飛行 (予定)	翼長	搭載重量	航行性能	製造数
MQ-1 Predator (Predator-A)	General Atomics	US Air Force, Army	\$5M each	1994	15m	~500kg	24hrs, 3700km range, 7.6km altitude	~360
MQ-9 Reaper (Predator-B)	General Atomics	US Air Force	\$11M each	2001	20m	1700kg	14hrs, 3700km range, 14km altitude	~60
Orion	Aurora Flight Sciences	US Army	\$100M	(2011)	40m	450kg	120hrs, 24000km range, 6km altitude	1 in production
MQ-X		US Air Force		(2015)		2300kg	in definition phase	future

5. UCAV (Unmanned Combat Air Vehicle)

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、多目的攻撃性能および作戦能力を主眼に設計されている。Boeing社のX-45および Northrop Grumman社のX-47ペガサスの両プログラムが有名で、過去10年で約10億ドルがその開発に投入されている。

UCAV開発の今後10年の主要課題は、複数の機体を一つの「母船」(あるいは命令系統)から同時に制御するために必要なデータリンクおよび戦術制御システムの実用化である。UCAVを編隊として制御運航するため、個々の機体同士の位置および戦術意思パターンの認識など、今後超えなければハードルは高く、実戦投入に向けてはさらに長期の開発期間が想定される。

6. 高高度長時間偵察/通信中継プラットフォーム

HALE UAVとも分類されるこのカテゴリーは、1990年代から人工衛星を補完する通信およ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。飛行船の可能性は現在も模索されているが、主な開発投資は固定翼型の航空機開発にシフトしている。

高高度型無人航空機として早くから開発されたのがNorthrop Grumman社製のGlobal Hawk (RQ-4)である。Lockheed U2スパイ偵察機の無人代替機として高度20kmで連続48時間の偵察飛行を目標として開発された。現在、高度18kmで32時間の連続運航が実現している。16年前の開発開始以降、事故等で本格的な実戦配備が遅れたが、RQ-4Bモデルから量産体制に入る予定である。また海外へ輸出に関しては、ドイツ向け「EuroHawk」および韓国向けの機体が製作され、日本でもRQ-4B三機の導入が検討されている。また、NASAのドライデン飛行研究センターでは昨年3機の科学技術研究仕様のGlobal Hawkを配備した。その他の民生利用は現在確認されていない。

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



▲ Global Hawk /Credit: NASA

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45mで、滞空高度20kmで4日間、200kgのペイロードを搭載した飛行を目指している。初飛行の予定は2011年中の見込みである。

Global Observerは翼長53mで、滞空高度20kmで5日間、あるいは高度17kmで7日間、180kgのペイロードを搭載した飛行に向け、現在低高度での試験飛行を米国カリフォルニア州エドワーズ空軍基地内で進めている。(プロトタイプは2機製造され、この春1号機が高高度試験中は破損してしまったため、現在2号機による継続運用が進んでいる。)

Phantom EyeおよびGlobal Observer双方とも来年および再来年に向け、必要な仕様変更を経て、量産化を目指すと考えられる。しかし、両機の性能に類似性が高いため、米軍による採用はどちらか一方に限定される可能性が高い。また、顧客となる米軍が5～7日間の滞空性能では満足しない場合も想定して、10～14日間の飛行が可能より大型モデルの設計も現在両社で進行している。いずれにしても、双方、国際的な配備/展開に向けて液体水素の安定かつ安価な供給の確保が不可欠であり、機体性能のみならず燃料確保の視点から、場合によっては、両機体の推進システムの炭化水素への変更もあり得る。

以上のように、液体燃料による長時間飛行の実現が進むなか、太陽電池によるプロペラへの電気供給を行う機体開発も続いている。例えば、DARPAはBoeing社の「Vulture」システムの開発に8900万ドルを投入し、5年間の連続飛行が可能プラットフォームの実現を模索し続けている。現在Vultureは第2フェーズに入ろうとしており、2013年までに翼長130m、冬期でも最低3ヶ月の飛行が可能デモンストレーターの実現が試みられて



▲ Global Observer /Credit: USAF via AeroVironment, Inc.

いる。同プロジェクトとの関連でボーイング社は英国の軍事関連会社Qinetiqを支援する形で、アリゾナ州ユマにおいて、ソーラープレーン「Zephyr」による高度18km～21kmでの14日間連続飛行を成功させている。



▲ Zephyr /Credit: QinetiQ

表3. 固定翼型高高度長時間偵察/通信中継プラットフォーム

名称	製造社	顧客	価格	初飛行 (予定)	翼長	搭載重量	航行性能	製造数
RQ-4B Global Hawk	Northrop Grumman	US Air Force	\$70M each	1998	40m	1360kg	32hrs, 16000km range, 18.3km altitude	~20
Phantom Eye	Boeing	company funded	?	(2011)	46m	200kg	4 days at 19.8km altitude	1 in production
Global Observer	AeroVironment	multi-agency funding	\$120M	2010	53m	180kg	5 days at 19.8km, 7 days at 16.7km altitude	2
SolarEagle demonstrator	Boeing	DARPA Vulture	\$89M	(2013)	132m	-	90days at 18.3km altitude	1 in production
Zephyr	Qinetiq	DARPA / British MOD	?	2006	22.5m	2.5kg	14days at 21.3km altitude	1

表4. 飛行船型高高度長時間偵察/通信中継プラットフォーム

名称	製造社	顧客	価格	初飛行 (予定)	翼長	搭載重 量	航行性能	製造数
LEMV	Northrop Grumman	US Army	\$517M	(2012)	110m	1100kg	21 days at 6.7km altitude	1 in production
Blue Devil	TCOM LP	US Air Force	\$211M	(2011)	110m	1100kg	7 days at 6.4km altitude	1 in production

7. 無人航空機用垂直離着陸システム

UAVに垂直離着陸システムを採用したデザインは、これまで、前線に展開する兵士への自動補給メカニズムの一環として構想されてきた。実際には遠隔操作で飛行するヘリコプターを改良した形態が典型的である。Bell社の「Eagle Eye」やBoeing社の「A-160 Hummingbird」など既に飛行実験が進んでいる機体はいくつかあり、比較的低いレベルの研究予算規模であるため、MAV同様、今後も引き続き開発が継続されると考えられる。

表5. 飛行船型高高度長時間偵察/通信中継プラットフォーム

名称	製造社	顧客	初飛行
A-160 Hummingbird	Boeing	DARPA	1998
Eagle Eye	Bell Helicopter	自社開発	1993
MQ-8 Fire Scout	Northrop Grumman	US Navy	2000
Fire-X	Northrop Grumman	自社開発	2010
K-Max	Lockheed / Kaman	自社開発	2010
unmanned Blackhawk	Sikorsky	自社開発	(2015)

8. おわりに

2011年および2012年は、多くの無人機および飛行船の試験飛行が予定されており、特にHALEカテゴリーでは、その将来を展望する上で重要な局面を迎える。

10年前、多くの研究機関および航空機関連会社は、NASAや軍を通じて、潤沢なUAV開発関連予算を調達し、様々なコンセプト、デザイン、要素技術などを構想し、試作することが出来た。中には、基礎レベルでの問題が解決される前に配備されたシステムもいくつかあり、実地運用の経験を通じて改良が進められてきたものも多い。しかし配備後、運用中止を余儀なくされたUAVプログラムが数あることも事実である。新世紀の航空機システムと讃えられたUAV。現在、その可能性への過度の期待と乱競争が鎮静化する一方で、これまで一定の実績を示せたプログラムにはより一層の調達発注、そしてさらなる開発予算が投入されている。その意味で、UAV界の淘汰と統合、そして事業規模の拡大が並行して進むのがこれから数年間の展望となるであろう。■