『広島平和科学』34 (2012) pp. 93-115 ISSN0386-3565
Hiroshima Peace Science 34 (2012)

オスプレイの安全性に対する懸念

山下　明博
安田女子大学
広島大学平和科学研究センター客員研究員

The Safety Fears for Osprey

Akihiro YAMASHITA
Yasuda Women's University
Affiliated Researcher, Institute for Peace Science, Hiroshima University

SUMMARY

The Bell Boeing V-22 Osprey is the tiltrotor aircraft. In 2012, U.S. Marine deployed Osprey at the U.S. Marine Corps' Futenma Air Station in Okinawa prefecture. But, Okinawa residents have opposed the move, citing safety fears. I think Osprey is the ideal aircraft blending the best of helicopters and airplanes, and it will be available for purposes other than military in a near future.

This paper attempts to show that Japan should take note about the danger of unmanned aerial vehicle rather than Osprey. First, I explain the position of Osprey in the classification of aircraft and the history of aircraft. Next, I discuss the motivation of rapid development of aircrafts is war. Then, I describe the special features and manipulation of Osprey. Finally, I discuss the safety fears by the deployment of Osprey.

はじめに

日本には、アメリカ軍の基地が複数存在する。そして、2012 年、沖縄県の普天間基地に、アメリカ軍の新しい航空機であるオスプレイ（Osprey）MV-22B[1)]が 12 機配備された。このオスプレイについては、日本に配備される前から、国内で配備反対運動が発生し、現在も継続しており、多くの国民に、その名を知られることとなった。しかし、オスプレイは、航空学的見地からは、回転翼航空機と固定翼航空機の両方の利点を兼ね備えた、極めて画期的な航空機であり、将来、民間利用されることにより、人類に大きな利益をもたらすことが予想される。

本論文は、オスプレイについて、まず、航空機分類における位置付け、航空機としての特徴を明らかにする。次に、回転翼航空機、固定翼航空機、ティルトローター（Tiltrotor）機という主要な航空機について、初飛行までの歴史を概観するとともに、航空機の急速な発展を促した動機が、軍事目的であったことを明らかにする。

さらに、ティルトローター機に分類されるオスプレイの航空機としての特徴と、従来の航空機と異なる操縦方法について述べる。

そして、オスプレイの在日米軍基地への配備に対する懸念について論じ、日本はアメリカ軍の兵力の何に注目していくべきか、日本にとって何が危険なのかを明らかにするものである。

１．航空機の分類におけるオスプレイの位置付け

本論文で取り上げるオスプレイは、回転翼航空機と固定翼航空機の両方の特徴を有した航空機である。図１に、オスプレイの外観を示す。



図１　オスプレイの外観

（出典：青木他 2012a：46）

国際民間航空機関（ICAO）は、航空機の分類法を定めており、従来の航空機は、すべて、ICAO の航空機の分類のいずれかに入れることができた。

例えば、多くの人々を乗せて世界中の空港間を飛行している民間航空会社のジェットエンジン航空機は重航空機[2)]の中の固定翼航空機、山岳遭難者救助や重病患者搬送などに使用されるヘリコプター（Helicopter）は重航空機の中の回転翼航空機、ヘリウムガス（Helium gas）を充填した飛行船は軽航空機といった分類に入る。

固定翼航空機とは、翼が航空機に固定されており、航空機が前進することによって揚力を発生させ飛行する航空機のことであり、回転翼航空機とは、翼にエンジン（Engine）の動力を接続し、翼を回転させることにより揚力を発生させ飛行する航空機のことである。

しかし、オスプレイは、固定翼航空機であるとともに、回転翼航空機でもあり、従来の ICAO の分類法では分類することができなかった。現在では、ICAO は、固定翼航空機と回転翼航空機を兼ねた航空機を分類するために、ティルトローター機という分類が新たに追加しており、オスプレイはそこに分類されている。

２．主要な航空機の歴史

ティルトローター機は、航空学的見地からは、回転翼航空機と固定翼航空機の両方の利点を兼ね備えた、極めて画期的な航空機である。そこで、回転翼航空機、固定翼航空機、ティルトローター機について、それぞれの初飛行までの歴史を振り返る。

２．１　レオナルド・ダ・ヴィンチのヘリコプター

人間自身は、空を飛ぶ能力を持っていない。しかし、人間にとって、空を飛ぶという行為は、古代からの夢であった。

例えば、レオナルド・ダ・ヴィンチ（Leonardo da Vinci）は、すでに 15 世紀に、図２のような、現在のヘリコプターに似た回転翼航空機のスケッチを残している。彼は、このスケッチにおいて、人間が手の力により回転翼を回転させ空を飛ぶことは困難であり、足の力で回転翼を回転させたほうが、より空を飛ぶ力が高まるということを考えていたと思われる。

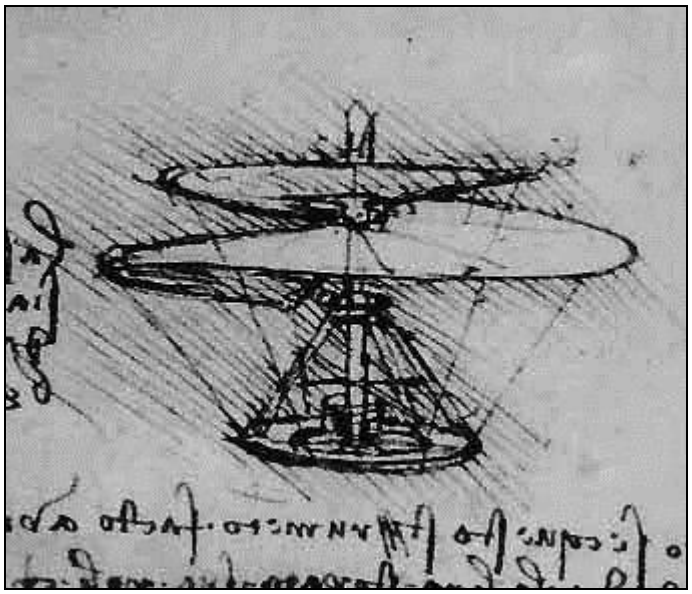


図２　レオナルド・ダ・ヴィンチのヘリコプター

（出典：佐藤他 1991：1）

２．２　ライト兄弟の固定翼航空機

初めて人間を乗せて飛んだ航空機は、固定翼航空機であった。その形状は、補助翼が主翼よりも前に位置してはいた[3)]が、現在の多くのジェットエンジン航空機が固定翼航空機の原型ともいうべきものであった。この固定翼航空機で、人類初の飛行を行ったのは、ライト兄弟（Wilbur Wright、Orville Wright）であった。1903 年 12 月 14 日、12 馬力という、現在から考えると極めて非力なガソリンエンジンを付けたライト式第 1 号飛行機は、兄ウィルバーの操縦で、ノースカロライナ（North Carolina）州キティホーク（Kitty Hawk）の砂丘の斜面上に敷かれた木製のレールの上を滑走してみごとに離陸し、3 秒半の間に約 32m を飛んだ。その後、兄弟が相互に飛行機に乗って、4 回目にウィルバーが、59 秒間に約 260m の距離を飛び、人類最初のエンジン付き飛行機による飛行に成功した（宇野（編）1970：10）。そして、ここから固定翼航空機の進化が始まり、現在では、航空機の主役の位置は、固定翼航空機が担っている。

２．３　フアン・デ・ラ・シエルバのオートジャイロ

固定翼航空機の進化に対し、回転翼航空機の開発は、困難を極めていた。そして、回転翼航空機の中で、最初に実用化されたのは、オートジャイロ（Autogyro）という航空機であった。

オートジャイロは、スペイン人のフアン・デ・ラ・シエルバ（Juan de la Cierva y Codorníu）によって開発された。彼が初飛行に成功したのは、1923 年 1 月 17 日であり、ライト兄弟の固定翼航空機が初飛行してから 20 年が経過していた。

オートジャイロは、ヘリコプターと同じく回転翼を装備しているが、ヘリコプターとは異なり、回転翼に動力が接続されていない航空機のことである。その推進力は、固定翼航空機と同様に、機体前面に装備したプロペラなどに動力を接続して得ている。

そのため、オートジャイロには、ホバリング（Hovering）[4)]を行ったり、垂直離着陸を行う能力はない。しかし、オートジャイロの開発を元に、回転翼航空機を航空力学的に研究することができ、回転翼に動力を接続するヘリコプターの開発につながった。

２．４　ハインリッヒ・フォッケのヘリコプター

ヘリコプターは、オートジャイロの研究成果を活用し、回転翼航空機に関する研究が進展することによって生まれた航空機である。

1937 年 6 月 25 日、ヘリコプターに分類されるフォッケウルフ（Focke-Wulf）Fw61 が、ハインリッヒ・フォッケ（Henrich Focke）により開発され、初飛行を行った。160 馬力のエンジンを積んだヘリコプターFw61 は、エワルド・ロールフス（Ewald Rohlfs）の操縦により、高度 2,439m、滞空時間 1 時間 20 分 49 秒を飛行した。また翌日には、同じくロールフスの操縦で、直線距離 16.4km、直線速度 122.55km/h、周回距離 80.6km の世界記録を次々に樹立した（横森 2000：249）。図３に Fw61 の外観を示す。



図３　フォッケウルフ Fw61

（出典：佐藤他 1991：2）

２．５　ベル社のティルトローター機

アメリカの航空機製造メーカーであったベル社は、1953 年 10 月に、アメリカ陸軍・空軍との間でティルトローター機の開発契約を締結し、XV-3 という実機の開発を始めた。そして、1955 年 8 月 11 日、XV-3 の初号機が初飛行、1955 年 12 月 18 日には、回転翼機モードから固定翼機モードへの完全転換飛行を成功させた（青木他 2012a：72）。図４に、XV-3 の外観を示す。



図４　ベル XV-3

（出典：青木他 2012a：74）

３．航空機の発展を支えた軍事目的

航空機は、20 世紀初頭に初飛行してから約 100 年の間に、急速な発展を実現し、世界のグローバル化に大きく貢献した。そして、航空機の発展と軍事目的は、切り離すことができないものであり、航空機の発展を支えたのは、民事目的の実現という動機ではなく、軍事目的の実現という動機であった。

前述の様に、人類は、1903 年に固定翼航空機の初飛行、1937 年に回転翼航空機の初飛行、1955 年に固定翼航空機と回転翼航空機を兼ねたティルトローター機の初飛行に成功している。

固定翼航空機は、1903 年のライト兄弟の初飛行以降、より速く、より高く、より遠くまで飛行できるように、様々な改良が加えられていった。しかし、固定翼航空機が急速に発展したのは、1914 年に始まった第 1 次世界大戦がきっかけであった。地上はるか上空を高速で飛行できるという固定翼航空機の特徴は、

軍事目的を実現するのに極めて有用であり、多額の開発費が注がれ、多くの技術者が動員されることにより、高性能化と信頼性の向上がもたらされた。そして、固定翼航空機が、旅客を運ぶという民事目的に利用されるようになるのは、1933 年のボーイング 247、1935 年の DC-3 を待たなければならなかった。

可変翼航空機であるヘリコプターは、1937 年に、フォッケウルフ Fw61 が初飛行を行ったものの、実用性は皆無であった。そして、可変翼航空機が発展したのも、1939 年に始まった第 2 次世界大戦がきっかけであった。長大な滑走路を使うことなく離着陸を行ったり、空中のある地点で停止できるという回転翼航空機の特徴は、固定翼航空機では達成できない軍事目的を実現できるという意味において極めて有用であり、こちらにも多額の開発費が注がれ、多くの技術者が動員されることにより、実用化と信頼性の向上が行われた。現在のヘリコプターの主流である、反トルク・テール・ローター（Anti Torque Tail Rotor）形式[5)]を採用した VS-300 が 1939 年に初飛行し、その発展型が第二次世界大戦末期に米軍で用いられ、その後の朝鮮戦争、ベトナム戦争でも、軍事目的の実現のために多用されていった。回転翼航空機が、遭難者の救助などの民事目的に利用されるようになるのは、1979 年に 6 月に、アメリカ沿岸警備隊に採用された、アエロスパシアル（Aerospatiale）社 HH-65A 以降のことである。

ティルトローター機は、回転翼航空機が持つ垂直離着陸能力と空中停止能力を保持したまま、固定翼航空機が持つ高速移動能力と長大な航続距離をも保持するという、回転翼航空機と固定翼航空機の両方の利点を兼ね備えた、極めて画期的な航空機である。しかし、ティルトローター機は、1955 年にベル社の XV-3 が初飛行を行ったものの、実用化までには実に長い年月を要し、その推進力は軍事目的の実現であった。1963 年にカーチス・ライト（Curtiss-Wright）社の X-19、1966 年にベル社の X-22A が初飛行したが実用性はなかった。そして、1977 年初飛行の XV-15、1989 年初飛行の V-22 と開発は進み、アメリカ軍に実戦配備されたのは、2006 年 6 月 23 日のことであった（青木他 2012a：79）。

ティルトローター機の民間利用は、未だ始まっていない。しかし、固定翼航空機や回転翼航空機が歩んできた道と同じ道を辿るとすれば、ティルトローター機の民間利用も、近い将来実現することは明らかである。

４．オスプレイの特徴と操縦

オスプレイは、ティルトローター機に分類される航空機である。そして、回転翼航空機が持つ特徴と、固定翼航空機が持つ特徴を兼ね備えた航空機である。その航空機としての特徴と、従来の航空機と異なる操縦について述べる。

４．１　オスプレイの特徴

（１）垂直離着陸能力

回転翼航空機であるヘリコプターは、長大な滑走路を備えた空港を必要としない。それは、機体に固定されたエンジンに接続された回転翼を水平面で回転させることにより、垂直に離陸したり、垂直に着陸したりする能力を有しているからである。ヘリコプターは、ビルの屋上や小学校の校庭など、狭い場所から垂直に離着陸することができる。そして、この能力を活用し、災害時に迅速に現場に到着することができる特徴を有する。

オスプレイもまた、ヘリコプターと同じく、垂直離着陸能力を有しており、滑走路のない場所で運用することが可能である。しかし、オスプレイは、ヘリコプターとは異なり、2 つのエンジンがナセル（Nacelle）という容器に入った状態で両翼の先端に取り付けられ、それに接続された回転翼と共に、両翼との角度を変更できるようになっている。そのため、VTOL（Vertical Take-Off and Landing）モード（垂直離着陸モード）（石川 2012：58）の際には、回転翼の角度を地平に対して 0 度にし、ヘリコプターと同じく、垂直に離陸したり、着陸したりすることができる。

（２）空中停止能力

回転翼航空機であるヘリコプターは、ホバリングと呼ばれる空中停止能力を有している。ヘリコプターは、回転翼を水平面で回転させることにより生じる上向きの揚力と、機体に下向きに生じる重力を釣り合わせ、空中に停止することを可能にしている。

ヘリコプターは、ホバリング中に突風等によって姿勢が乱されたとしても、

静的には安定である。例えば、機体が右側から突風を受けたとすると、機体は左方向へ動き始める。しかし、慣性のため横方向の速度が減るので、機体は元の姿勢から右方向へ動き始め、これによって、右方向のモーメントが発生し、機体は元の姿勢に戻す仕組みとなっている。

オスプレイもまた、ヘリコプターと同じく、空中停止能力を有している。オスプレイの VTOL モードの際には、エンジンナセルを地平に対し垂直にすることにより、回転翼の角度を地平に対して 0 度にし、重力と釣り合う上向きの揚力を発生させ、ホバリングすることができる。

（3）高速移動能力

ヘリコプターのような回転翼航空機は、固定翼航空機に比べ、低速でしか移動できない。それは、回転翼が地平に対して水平に回転する際、機体の前進方向と同じ向きに位置する翼と、逆方向に位置する翼との間で、対気速度に大きな違いが生じ、揚力に差が発生するためである。揚力の差が大きくなると、ヘリコプターは、バランスを崩して飛行することができない。それを防ぐために、ヘリコプターは飛行速度が制限され、低い飛行速度しか得られない。

しかし、オスプレイは、APLN（AirPLaNe）モード（エアプレーンモード）（鈴木 2001：58）の際には、エンジンナセルを地平に対し水平にすることにより回転翼の角度を地平に対して 90 度にし、固定翼航空機と同じく、回転翼航空機に比べ、高速移動を行うことができる。

（4）長大な航続距離

ヘリコプターのような回転翼航空機は、固定翼航空機に比べ、遠くまで飛行することができない。それは、前述した垂直離着陸能力と空中停止能力を確保するために、他を犠牲にしているからである。垂直離着陸を可能にするためには大きなエネルギーが必要であり、それをエンジンと回転翼で発生させるためには、機体をなるべく軽量かつコンパクトにまとめなければならない。機体を軽量化しコンパクトにするためには、燃料を格納するタンクを小さくし、積載重量を減らさざるを得ない。このように、燃料を多く積むことが難しい。その

ため、ヘリコプターは長大な航続距離をあきらめざるを得ない。

これに対して、オスプレイは、VTOL モードの使用時間が限られており、長距離移動の際には、APLN モードを使用する。そのため、ヘリコプターほど機体を軽量かつコンパクトにまとめる必要はなく、主翼に燃料タンクを設置するなどの工夫を行うことにより、固定翼航空機と同じく、回転翼航空機に比べ、長大な航続距離を実現することができる。

（５）飛行領域図の比較

アメリカ海兵隊は、ティルトローター機であるオスプレイ V-22 と、回転翼航空機の代表としてヘリコプターの H-60、固定翼航空機の代表として C-130 の飛行領域[6)]を比較した図を作成し公開している。図５にそれを示す。

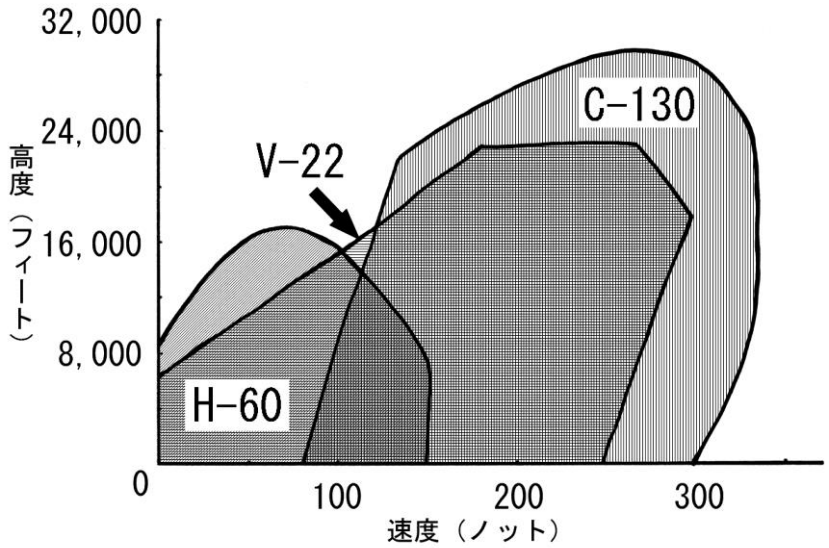


図５　V-22 オスプレイと H-60、C-130 の飛行領域図

（出典：青木 2012b：142 より筆者作成）

この図から、ヘリコプターH-60 は、最高速度も最高飛行高度も最も低いが、速度 0 ノット[7)]での空中静止能力があること、固定翼の C-130 は、最高速度も最高飛行高度も最も高いが、速度 0 ノットでの空中静止能力はないこと、オスプレイ V-22 は、最高速度・飛行最高高度ともに C-130 に迫り、かつ、速度 0 ノットでの空中静止能力があることがわかる。このような、回転翼航空機が持つ垂

直離着陸能力、空中静止能力を持ちながら、固定翼航空機に迫る飛行速度、航続距離を持つ航空機として、オスプレイは、航空界において画期的な航空機であることは明白である。

４．２　オスプレイの操縦

（１）固定翼航空機の操縦

固定翼航空機は、3 つの操縦軸であるヨー、ロール、ピッチを使って姿勢を制御する必要がある。そこでパイロットは、手で操作する操縦桿で昇降舵と補助翼、足で操作するラダーパネルで方向舵を動かして、固定翼航空機の操縦を行う。エンジン出力の増減については、手でスロットルレバーを操作して行う。

（２）回転翼航空機の操縦

回転翼航空機の操縦は、固定翼航空機よりも複雑で繊細な操作を要求される。例えば、シングルローターのヘリコプターの場合、メインローターとテイルローターしか使わないため、2 つの回転面だけで姿勢を制御する必要がある。そこでパイロットは、手で操作するサイクリック操縦桿で回転翼の回転面の傾きを変えたり（サイクリック操縦)、エンジン出力を増減したり（コレクティブ・ピッチ操縦)、足で操作するペダルでテイルローターの力を変えて、可変翼航空機の操縦を行う。このため、スロットルレバーは、ヘリコプターには存在しない。

ただし、ヘリコプターは、空中静止状態にあるときには、動的には不安定になる。従って、操縦士が静止状態を続ける際には、微妙な操作を連続して行う必要があり、これが特に、ヘリコプターの操縦の難易度が高い理由とされる。

（３）オスプレイの操縦

オスプレイを操縦するにあたり、従来の航空機と最も異なるのは、VTOL モードから APLN モードへ、そして、APLN モードから VTOL モードへ移行する間の遷移モードが存在する点である。

VTOL モードでは、回転翼の角度を地平に対して 0 度に設定し、APLN モードでは、回転翼の角度を地平に対して 90 度に設定して飛行する。そして、遷移モ

ードでは、エンジンナセルと回転翼が、地平に対して毎秒約 8 度の割合で動く。90 度動くためには、約 11.3 秒かかることになる。

VTOL モードと APLN モードについては、これまでも多くの飛行力学的データが蓄積されてきたものの、これら 2 つのモードを移行している間のオスプレイの飛行力学的データは、比較的少ない。しかも、パイロット自身、2 つのモードのどちらにおり、どう機体を操作すべきかを即座に判断することは困難である。そこで、オスプレイは、遷移モードにおいては自動操縦装置が働き、パイロットは難しい判断と操作を同時にこなす必要がないよう配慮されている。

さて、オスプレイを操縦するパイロットは、垂直離着陸時の VTOL モード、水平飛行時の APLN モード、そして、遷移モードの操作を行う必要がある。しかし、従来から、固定翼航空機と回転翼航空機では、各々の操縦法が異なっており、各々の航空機を操縦するためには、別々の訓練を受ける必要があった。

そこで、オスプレイでは、ヘリコプターと同じく、手で操作するサイクリック操縦桿と、足で操作するペダル、そして、エンジン出力の増減を操作する TCL（出力制御レバー）を用意することにした。そして、VTOL モードでは、エンジン出力の増減（コレクティブ・ピッチ操縦）を除き、ヘリコプターの操縦と同じになるようにし、APLN モードでも、スロットルレバー操作の代わりに TCL を操作するだけで、他は固定翼航空機の操縦桿の操作と同じになるようにした。この結果、エンジン出力の増減については、VTOL モードであっても APLN モードであっても、TCL で行うことになっている。

問題は、回転翼の角度の変化を行う操作である。これは、従来の固定翼航空機にも回転翼航空機にもない操作である。そこで、TCL に、新たにナセル操作スイッチを追加し、エンジンナセルの角度を変化させることができるようにした。

（4）オスプレイのパイロット養成

オスプレイの操縦を行うには、前述のように、従来の固定翼航空機や回転翼航空機の操縦とは異なる、新たな操縦を覚える必要がある。特に、ティルトローター機の構造と飛行理論の全てを新たに理解した上で、実際の操縦を覚える

という行為は、相当難易度が高い。

実際、固定翼航空機の操縦よりも、ヘリコプターの操縦の難易度が高いと言われており、ヘリコプターの飛行経験のないパイロットが、いきなりオスプレイの操縦を覚えることは無理がある（青木他 2012a：46）。

アメリカ海兵隊では、ヘリコプターの機種転換によってオスプレイを操縦する役割を担うパイロットも多い。その場合、ヘリコプターのパイロットはもともと、固定翼航空機の飛行経験を必ず持っているので、比較的転換訓練になじみやすいと考えられる。

５．オスプレイ配備に対する懸念

2012 年 7 月、山口県のアメリカ海兵隊岩国基地に、12 機のオスプレイ MV-22B が船で運び込まれた。そして、それら 12 機は、沖縄県のアメリカ海兵隊普天間基地まで飛行し、CH-46E を装備する HMM265 と交替して、VMM265 となった。

このオスプレイについては、日本に配備される前から、国内で配備反対運動が発生し、現在も継続しており、多くの国民に知られることとなった。

反対運動の理由の一つは、オスプレイの事故に対する懸念である。また、オスプレイには、ヘリコプターにあるオートローテーション能力がないため危険ではないかという懸念、オスプレイの配備が普天間基地の機能の強化につながるのではないかという懸念も存在する。

そこで、この 3 つの懸念について考察を行う。

５．１　オスプレイの事故に対する懸念

（１）開発段階の事故

オスプレイの試作初号機が初飛行を行ったのは、1988 年 5 月 23 日のことである。そして、11 年間の開発期間の中でオスプレイは 3 回の重大事故を引き起こした。1 回目は 1992 年 7 月 20 日にエンジンから出火し川に墜落して 7 名が死亡、2 回目は 2000 年 4 月 8 日に着陸段階で墜落して 19 名が死亡、3 回目は 2000 年 12 月 11 日に機体が制御不能になり墜落して 4 名が死亡した。

航空機の開発期間に、事故が発生することは避けられないのが現実である。表１は、アメリカの主要な航空機を開発した際の重大事故を比較したものである。この表からは、オスプレイ V-22 の 10 万時間当たりの重大事故件数が、他の主要な航空機と比較して、際立って多いわけではなく、平均的な値であることがわかる。

機種	開発期間（年）	飛行時間（時間）	重大事故件数（件）	10 万時間当たり重大事故件数（件）
F-14A	3	3,813	3	79
F-16A	4	3,993	2	50
F/A-18A/B	4	4,922	3	61
V-22	11	3,883	3	77

表１　アメリカの主要な航空機の重大事故

（出典：青木 2012b：142）

（２）実用化後の事故

2005 年、オスプレイの運用評価が終わり、実用段階として調達が始まった。その後、オスプレイは 2 回の重大事故を引き起こした。1 回目は 2010 年 4 月 9 日に降下速度ミスで墜落して 4 名が死亡、2 回目は 2012 年 4 月 11 日にエンジンナセル角度不足で墜落して 2 名が死亡した。両方とも、パイロットの操縦ミスされている。

表２は、アメリカ海兵隊で運用する主要な垂直離着陸機の 10 万飛行時間当たりの事故率を比較したものである。この表からは、オスプレイ MV-22B の 10 万時間当たりの事故率が、アメリカ海兵隊の他の主要な垂直離着陸機と比較して、低い部類の値であることがわかる。

機種	クラス A 事故件数（件）	飛行時間（時間）	事故率（件/10 万飛行時間）
H-46	234	4,108,923	5.69
CH-53D	114	1,465,418	7.78
CH-53E	19	820,010	2.32
AV-8B	103	1,021,887	10.08
MV-22B	3	90,322	3.32

表２　アメリカ海兵隊主要垂直離着陸機の事故統計

（出典：青木 2012a：68）

５．２　オートローテーション能力の欠如に対する懸念

シングルローターヘリコプターの場合、飛行中にエンジンが停止し出力が失われる緊急事態が発生しても、エンジンの出力を回転翼に伝えるトランスミッションが自動的に切断され、回転翼の惰性による自由回転によって揚力が発生し、パイロットによって緊急着陸を行うことができるオートローテーション（Autorotation）能力を有することが、型式証明取得時に要求される。オートローテーション能力を持たないヘリコプターは、飛行することができない。

オスプレイも、ヘリコプターと同じ VTOL モードで飛行することから、開発当初の運用要求の中に、オートローテーション能力を備えるべきであると書かれていた。しかし、現在のオスプレイには、ヘリコプターと同じ意味でのオートローテーション能力は備わっていない。このことに対し、オスプレイの安全性に懸念を抱くという意見が聞かれる。

これについては、以下のように考える。

まず、前提として、オスプレイなりのオートローテーションは可能である。しかし、通常は、オスプレイなりのオートローテーションに突入する可能性はほとんどない。

まず、オスプレイが APLN モードで飛行中に、2 基のエンジンのうち 1 基が停止し出力が失われた場合、それは、双発の固定翼航空機のエンジンのうち 1 基が停止したのと同じ状態であり、残り 1 基のエンジンで緊急着陸を行うことで

対応できる。

次に、オスプレイが VTOL モードで飛行中に、2 基のエンジンのうち 1 基が停止し出力が失われた場合、エンジン停止側の回転翼に対しても、エンジン動作側の回転翼に対しても、トランスミッションによりエンジン出力が伝わり、エンジンが定格能力以上の回転を行うことにより、両側の回転翼が回転して垂直着陸を行うことができる。

もし、2 基のエンジンが同時に停止し出力が失われた場合、APLN モードで飛行中ならば、双発の固定翼航空機のエンジンのうち 2 基が停止した場合と同じく、滑空して緊急着陸を行う。オスプレイなりのオートローテーションに突入するのは、2 基のエンジンが同時に停止し出力が失われ、かつ VTOL モードで飛行中の場合である。この場合、V-22 のフライトマニュアルにあるように、回転翼の回転を保つため、グライド角 8～12 度で 204km/h を維持し降下する。そして、着地直前にフレア効果で 111km/h まで減速し、緊急着陸を行う（石川 2012：59）。この場合、着陸の衝撃は、APLN モードで滑空により緊急着陸した場合よりも大きくはなる。

もともと、オスプレイのエンジン 1 基が飛行中に停止する割合は、約 28 年に 1 回と考えられ、さらに、オスプレイの飛行中にエンジン 2 基共に停止する割合は 713 万年に 1 回と推定される。そのため、オスプレイの飛行中にエンジン 2 基共に停止する事態は想定しなくてもよいと思われる。

５．３　オスプレイの配備が普天間基地の機能強化につながる懸念

2012 年、沖縄県のアメリカ海兵隊普天間基地に、12 機のオスプレイ MV-22B が到着し、退役する中型輸送ヘリコプターCH-46E の 12 機と交替することとなった。また、アメリカ海兵隊は、さらに 12 機の中型輸送ヘリコプターCH-46E を退役させ、12 機のオスプレイ MV-22B に交替させる計画である。

このことにより、基地の機能はどう変化するであろうか。

航空機については、事故率がバスタブ曲線を描くという長年培われた経験則がある。新たに航空機を導入した場合、運用初期には初期不良により事故率が高まり、1 回目のピークを迎える。その後、事故率は低いまま推移し、航空機の

老朽化が進むと、再び事故率が高まり、2 回目のピークを迎えるというものである。

その意味においては、中型輸送ヘリコプターCH-46E は、運用開始から 40 年以上が経過している老朽機であり、今後、老朽化による事故の増加が懸念される。新たな機種への更新は、事故を防ぐといった意味からも必要である。

次に基地周辺での騒音についてであるが、CH-46E と比較して、オスプレイ MV-22B は、離着陸時を除けば騒音レベルが低く、また、離着陸時については、オスプレイの年間運用回数が減少するため、騒音レベルの変化は最小限度とされている（青木 2012b：132）。

６．ティルトローター機の民間活用

20 世紀初頭から約 100 年で急速に発展した航空機であるが、その発展を支えたのが軍事目的であり、その後、ようやく民事目的への利用が始まるという事実は、3 章で述べた通りである。

その意味では、軍事目的で利用され始めて 8 年が経過するオスプレイや、それに続くティルトローター機は、これから民間で活用されるようになる可能性が高い。

実際、国土が広いカナダでは、沿岸警備でのオスプレイの活用について検討が行われている。アメリカでは、ティルトローター民間機として、アグスタウェストランド（Agustawestland）AW609 が開発され、2016 年の型式証明取得に向けた飛行試験の実施中である（青木 2012b：192）。

また、従来は、山岳地帯で遭難事故が発生したときに、プロペラの回転により発生するダウンウォッシュと呼ばれる風が強すぎて、救助活動が困難となる場合があった。その点、オスプレイは 2 基のエンジンが両翼の先端に離れて設置されており、ダウンウォッシュが中央部では弱まるため、従来困難とされてきた、山岳地帯での遭難事故の際の救助活動が容易になることが期待される。

このように、回転翼航空機と固定翼航空機の両方の利点を兼ね備えた、極めて画期的な航空機であるティルトローター機は、民間利用の分野において、人

類に大きな利益をもたらすことが予想される。

７．無人航空機運用による危険性

筆者は、基地周辺の住宅地に与える影響として、アメリカ軍が運用する無人航空機による事故の発生の可能性を指摘したい。

無人航空機とは、有人航空機に対し、パイロットが搭乗しない航空機のことを指す。固定翼航空機も、回転翼航空機もすでに実用化され、アメリカ軍では、無人偵察機として RQ-4 グローバルホーク（Global Hawk）、A160 ハミングバード（Humming Bird）、RQ-1 プレデター（Predator）、無人攻撃機として MQ-1 プレデター、MQ-9 リーパー（Reaper）、ステルス無人戦闘攻撃機として X-47 ペガサス（Pegasus）を運用している。

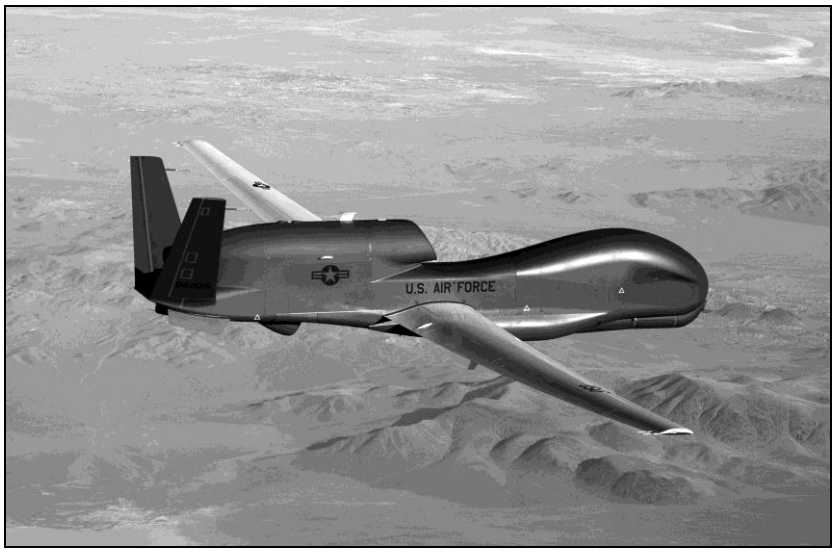


図６　無人航空機 RQ-4 グローバルホーク

（出典：阿部 2012：58）

無人航空機の操縦は、2 種類に分けられる。1 つ目は、無線による遠隔操作を行うタイプであり、2 つ目は、GPS の援用により、完全自立飛行を行うタイプである。

無人航空機の利点は、以下の 3 点である。

1 つ目は、無人航空機にはパイロットが搭乗していないので、墜落してもパイロットの生命が奪われることはない点である。

2 つ目は、人間であれば疲労が蓄積し、長時間飛行が不可能な場合でも、無人航空機の場合、制御するコンピュータは疲労しないので、有人航空機に比べ、より長時間飛行することが可能になる点である。

3 つ目は、有人航空機の場合、戦闘機などに要求される高機動運動により G[8)] が大きくなりすぎると、パイロットが G に耐えられず、ブラックアウト（Blackout）という現象を起こし操縦不能になってしまうため、高機動運動が制約されるのに対し、無人航空機の場合、有人航空機を遥かに凌ぐ高機動運動が行える点である。

一方、無人航空機は、想定しない事態が発生したときの対応という問題を抱えている。万が一、無線による遠隔操縦が不可能になった場合や、自立飛行操縦機能が失われた場合、有人航空機のように、地上の住民の安全を確保するため住宅地を避けるということはできない。それは、無人航空機の限界でもある。

オスプレイやヘリコプター、固定翼航空機の場合、有人機であれば、パイロットが操縦中に危険を察知すると、どのように危機を回避するかを即座に判断し、適切な対応をすることが可能であるし、実際、そのような訓練を行っている。これまでも、航空機が墜落しそうな事態に陥ったときに、地上の住民の安全を確保するために、住宅地から離れた場所まで強引に飛行を続け、住民の生命を守った例がある。1999 年 11 月 22 日、入間基地所属の自衛隊機 T-33 が故障し、乗員 2 名は、機体を捨てて緊急脱出できたにもかかわらず、狭山ニュータウンの住宅地を避けて、河川敷のゴルフコースまでに飛行を続けた。緊急脱出が遅れたために乗員 2 名が死亡したが、住宅地に対する被害は回避された。

また、2009 年 1 月 15 日、US エアウェイズ 1549 便が、ニューヨーク市（City of New York）にあるラガーディア（LaGuardia）空港を離陸した直後、エンジン前面から鳥を吸い込むバードストライク（Bird Strike）により、2 つのエンジンが同時に停止し、飛行高度の維持が不可能になった。パイロットは、市街地を避けながら降下し、ニューヨーク市マンハッタン（Manhattan）区付近のハドソン（Hudson）川に不時着水した。乗員・乗客 155 名は無事であった。

結論

オスプレイについては、事故に対する懸念から、沖縄県の普天間基地への配備に対する反対運動がある。そこで本論文では、オスプレイについて、航空工学的見地から事故に対するいくつかの懸念について検討を行い、事故発生率が他の航空機と差がないこと、エンジンが飛行中に停止した場合でも、オートローテーションに代わる手段により緊急着陸が可能であること、普天間基地の CH-46E からオスプレイへの機種転換は、事故発生の可能性を低めるとともに、周囲の騒音レベルも増加しないことを明らかにした。

しかし、沖縄県の米軍基地でもし航空機事故が発生した場合、基地周囲で生活する住民の生命が危険なことは言うまでもない。その危険性を減らすためには、2006 年に日米間で合意した、沖縄の海兵隊 8,000 名を 2014 年にグアムへ移転する計画の着実な実行が必要である。

筆者は、オスプレイのみに関心が集まり、オスプレイのような有人航空機よりも、一層危険性の高い無人航空機に対して関心が低いことに対しては疑問を感じる。基地周囲で生活する住民の生命の安全を考えるのであれば、アメリカ軍が運用する航空機のうち、何に注目すべきかについて再考し、オスプレイのみに関心を抱くのではなく、無人航空機の危険性こそ、真剣に考慮すべきではないかと考える。

引用文献

阿部拓磨（2012）「広がる無人航空機ビジネスとその影」、『軍事研究』、2012 年 11 月号、東京：ジャパンミリタリーレビュー、pp.52-63。
青木謙知他（2012a）「V-22 オスプレイ」、東京：イカロス出版。
青木謙知（2012b）「徹底検証！V-22 オスプレイ」、東京：ソフトウェアバンククリエイティブ。
石川潤一（2012）「V-22 に関する 22 の疑問」,『航空ファン』、2012 年 10 月号、東京：文林堂、pp.54-61。
佐藤裕也他（1991）「ヘリコプター」、新航空工学講座、第５巻、東京：日本航空技術協会。
鈴木英夫（2001）「図解ヘリコプター：メカニズムと操縦法」、ブルーバックス B-1346、東京：講談社。
宇野博（編）（1970）「世界の翼別冊　航空 70 年史－1　ライト兄弟から零戦まで　1900-1940」、東京：朝日新聞社。

横森周信（2000）「年表世界航空史　第ニ巻」、東京：㈱エアワールド。

注

1) オスプレイの総称は V-22 であるが、アメリカ海兵隊向け仕様機は MV-22、アメリカ空軍向け仕様機は CV-22 と呼ばれる。また、量産型海兵隊向け仕様機が MV-22B、量産型空軍向け仕様機は CV-22B である。
2) 平均の密度が空気より重い航空機は、重航空機に分類される。また、平均の密度が空気より軽い航空機は、軽航空機に分類される。現在、旅客を乗せて飛行している航空機の大半は、重航空機に属しており、飛行船など、一部の航空機だけが軽航空機に属している。
3) 現在の固定翼航空機の大半には、主翼と補助翼が備わっている。そして、主翼よりも補助翼が後ろに位置する形状が普通である。そのため、補助翼のことを尾翼とも呼ぶ。しかし、ライト兄弟の固定翼航空機は、主翼よりも補助翼が前に位置する形状であり、先尾翼機という特殊な形状であった。
4) ホバリングとは、地面に対して一定の高度を保って停止（浮揚）している状態をいう（鈴木 2001：28）。
5) 反トルク・テール・ローター形式は、現在の主流であるシングルローター式ヘリコプターの多くが採用する方式である。シングルローター式とは、揚力を発生させるための回転翼が 1 つしかない方式であり、機体の小型化と構造の簡素化を実現することができる。しかし、回転翼が 1 つしかないため、回転翼の回転によりトルクというモーメントが発生し、機体自体が直進しなくなる。このトルクを打ち消すために、補助的な回転翼を機体の尾部に設け、機体を直進させる方式が、反トルク・テール・ローター形式である。
6) 航空機における飛行領域（Flight Region）は、横軸に飛行速度、縦軸に飛行高度をとり、どの飛行速度ならばどの飛行高度を取りうるかについてグラフ化したものである。
7) 1 ノットは 1.852km/h になる。アメリカ製の航空機は、慣習として速度はノット、長さはフィート（1 フィート=0.3048m）の単位を使用している。
8) G とは、航空機の飛行中に機体やパイロットに加わる加速度のことであり、重力加速度を 1G という単位に決め、その倍数で表す。