

## 浅間山における無人飛行機の試験飛行

パシフィックコンサルタンツ株式会社：○坂島俊彦, 飛岡啓之  
堂ノ脇将光, 青柳泰夫, 皆川 淳  
関東地方整備局利根川水系砂防事務所：後藤宏二, 儘田 勉, 石北 肇  
株式会社E C R：福田 正, 渡辺 豊

### 1. はじめに

噴火活動により制約条件の多い火山地帯における噴火状況や降灰状況把握には、無人飛行機（UAV：Unmanned Aerial Vehicle、飛行ルートパソコン等にプログラミングしておくことで、GPS等のセンサーにより人の操縦なしに自律飛行できる飛行機）を利用したカメラやビデオ撮影が有効な観測手法である。飛行機型のUAVを性能の違いで分類した場合、動力がエンジンタイプとモータータイプの2種類に大別される。エンジンを使用する機体は、重量が重くなってしまう反面、高出力かつ長時間飛行が可能という特徴を有する。一方、モーターを使用する機体は、小型かつ軽量であるために扱いが簡単であるが、長時間飛行が困難という弱点がある。無人飛行機は屋外で使用されるため、様々な自然条件の変化に対応できる性能が求められるが、高標高地において確実に飛行可能な機体は限定される。本研究の目的は、高標高地の浅間山（標高2,568m）をフィールドとし、3種類の機体についてビデオおよびカメラ撮影の試験飛行を試みることで、その適用範囲を検討することにある。

### 2. 無人飛行機の概要

無人飛行機にはプログラムされたルートで飛行するためのエンジン出力や機体姿勢を調整する自動航行装置が搭載されており、機体の水平位置と高度、機体姿勢を認識することで予め設定された点（waypoint）を通過飛行する。飛行中はパソコン画

面上でリアルタイムに飛行軌跡、機体姿勢、残燃料、高度等といった情報を監視することができ、通信が確保されていれば、飛行中にルート修正や各種パラメータ変更も可能である（図1）。

また、各機体において安全面を考慮し、動翼（エルロン・ラダー・エレベータ）を複数装備しており、緊急時にも飛行を継続できるように考慮している。さらに、パラシュートを機体内部に装備しており、緊急時や異常時に自動的に開くようになっている。試験飛行を実施した3種類の機体の概要を示す（表1）。

### 3. 試験フライト前の確認事項

試験フライトに際し、以下の項目を事前確認した。また、国土交通省航空管制局および航空自衛隊には試験飛行の事前連絡を行った。

- ・飛行コースの地形把握（旋回ポイント等設定）
- ・飛行地域の標高確認（機体の衝突防止）
- ・飛行距離、飛行時間の算出（燃料切れ防止）
- ・離発着場所の標高の確認（推力確保）
- ・離発着場所の周辺状況及び地面整地状況確認
- ・風速および風向きの確認



図1 パソコン画面上でリアルタイム監視



図2 カタパルト発進



図3 パラシュート着陸

表1 試験飛行機の概要

	B-II型 (エンジンタイプ)	▽デルタ型 (エンジンタイプ)	D-II型 (モータータイプ)
機体写真			
特徴	長時間飛行が可能。搭載スペース・搭載物重量が大きく、運用性が高い。	胴体と左右の主翼のみで構成されるシンプルで丈夫な構造。カタパルト自動発進、パラシュート着地。	電動モータを動力とし、取り扱いが簡単。カタパルト自動発進、パラシュート着地、手投げ発進が可。
全長/全幅/全高	2570/3200/795(mm)	1630/1800/320(mm)	1340/2000/270(mm)
機体重量	28kg (燃料ペイロード含まず)	8kg (燃料ペイロード含まず)	4kg (ペイロード含まず)
エンジン	86cc 2サイクルアリソンエンジン 2気筒	34cc 2サイクルガソリンエンジン	ブラシレスモーター ×2基
飛行速度	最大 190km/h・巡航 120-130km/h	最大 150km/h	最大 120km/h・巡航 80-100km/h
航行時間	標準 4時間 (最長 10時間)	標準 3時間(最長 5時間)	0.5時間
航続距離	標準 500km (最長 1200km)	300km (最長 500km)	50km
上昇限度	6500m (21700f)	4000m (13300f)	3000m (10000f)
搭載物重量	6kg	1-1.5kg	1kg
データリンク	2.4GHz 特定小電力無線	2.4GHz 特定小電力無線	2.4GHz 特定小電力無線
通信距離	10km (見通し時)	1km (見通し時)	1km (見通し時)

## 4. 試験飛行結果

### 4-1. B-II型 (エンジンタイプ)

標準で4時間の長時間飛行が可能であり、上昇高度も6500mまで可能なエンジンタイプである。離発着に必要な滑走路の距離および地面整地状況のみが制約条件であった。離発着場は、浅間山山頂から約35km離れた長野県千曲川にあるラジコンクラブ飛行場(標高350m)とし、飛行時間45分・標高3000mからのビデオ撮影に成功した。

離発着場で滑走して充分加速した後、手動操作にて離陸した。その後自動航行モードに切り替え、地上から指令を送り、離発着場の周りを旋回しながら高度を上昇させた。充分高度を上昇させた後に浅間山山頂を目指し自律飛行を開始し火口内の状況を確認できた。通信電波の関係でデータリンクの範囲を超えてしまうとデータ通信ができなくなるため、データリンク範囲外は、携帯の通信網を使った機体位置確認システムを使用し、随時位置確認を行った。離発着場まで戻ってくるとデータ通信を行い、高度を下げ機体を待機モードにし、機体が安定したところで着陸を行った。

### 4-2. デルタ型 (エンジンタイプ)

標準で3時間の長時間飛行が可能であり、上昇高度も4000mまで可能なエンジンタイプである。カタパルトによる自動発進およびパラシュートによる着陸が可能であるため、長い滑走路は不要である。ただし、B-II型と比べるとエンジン出力が弱いため、標高1000mを超える高標高地からの離陸が課題であった。離陸場所は、浅間山山頂から東方に約5km離れた砂塚地先(標高1350m)とした。その結果、離陸後地面から5m程度の地点でエンジンの推力が出せずに、機体が安定飛行に至らず失速しまう現象を数回確認した。

### 4-3. D-II型 (モータータイプ)

標準で0.5時間の飛行が可能であり、上昇高度は3000mまで可能なモータータイプである。カタパルトもしくは手投げによる発進およびパラシュートによる着陸が可能であるため、長い滑走路は不要である。エンジンタイプではないため、標高による推力の減少はないとされる。離陸場所は、浅間山山頂から東方に約5km離れた砂塚地先(標高1350m)とし、対地高度約300mを10分程試験飛行することを数回確認した。

## 5. まとめと今後の課題

エンジンタイプの無人飛行機の場合、高標高地(標高1350m)での離陸は大気密度が薄いため、エンジンの推力が出せずに、機体が安定飛行まで至らず失速してしまうことが確認された。機体を離陸スピードまで加速させるためには滑走距離が数百m以上必要であり、かつ周辺に高い物体がなく周りが開けている場所が必要となる。モータータイプの飛行機では、高標高地(標高1350m)での離陸は可能であるが、機体が軽いため、強風に耐えられない可能性がある。また、無人飛行機は雨の影響はないが、滑走時に泥等を跳ね上げるため、カメラレンズカバー等の対策が必要である。今後の課題は、レーザー計測システムの搭載やリアルタイムでの画像確認などに加え、浅間山で適用可能な機体や離陸場所の把握が必要である。