## 統合型UAV災害調査システムその(1)

自律航行型無人ヘリ(RMAX G1)地形計測・調査支援システム

中電技術コンサルタント㈱ 正会員 荒木義則 茨城工業高等専門学校 正会員 岡本修 ヤマハ発動機㈱ 鈴木弘人,㈱TFD 佐藤隆秀 岡島工業㈱ 岡島春男,PHM フェロ-会員 高田知典

1. はじめに

「統合型 UAV 災害調査システム」は,遠隔操作また は自動航行により飛行が可能な2種類のUAV を同時に 運用することで,それぞれのUAV の長所を生かし,広 域だけでなく狭隘部にわたる地形の変化や状況を把握 するための災害調査支援システムである.

自律航行型無人ヘリ(RMAX G1)は,高精度な測位 機能を有し,高精細な画像・映像や地形データなどを 取得でき,数kmの遠隔地に材料採取装置,無線セン サ端末などを正確に運搬・設置することができる. 表-1に,統合型 UAV 調査システムの構成と機能を示す.

本稿では、「統合型 UAV 調査システムその(1)」と し、「自律航行型無人へリ地形計測・調査支援システム」 についてその概要と、国土交通省公募案件「次世代社 会インフラ用ロボット開発・導入の推進」で実施され た実証実験(桜島)の成果の一部を報告する.

2.自律航行型無人ヘリ地形計測・調査支援システム
2.1 概要

本システムは,大規模土砂災害や火山災害が発生し, 現場への立入り等が困難な状況下において,自律航行 型無人へリ(RMAX G1)を用いて,迅速に現場状況の映 像や画像(写真)の把握,レーザ測量による地形計測, 崩壊等の危険性の高い場所への動態モニタリングセン サー設置,火山灰等の土砂採取等の機能を有する地形 計測・調査支援システムである.

## 2.2 自律航行型無人へりの構成と機能等

自律航行型無人ヘリ(ヤマハ製\_R-MAXG1)は,機体 寸法(L=3.63m,B=0.72m,H=1.22m)であり,3次元測位 (GPS\_RTK 測位)による自動航行が可能なシステムで あり,基地局から半径5km,飛行時間約90分,ペイロ ード10kgの性能を有している.

無人へりの運航システムは,離発着はオペレータに よる人的操作を行い,途中,自律航行(オートパイロット)に切り替えて運用する構成であり,計測中の飛行デ ータや計測データの監視は,ワンボックスタイプの自 家用車内に装備した基地局にて行う.

項目	自律航行型無人ヘリ「RMAX G1」	小型UAV「SPIDER」
主な機能	・動画を地上へリアルタイム伝送. ・地形計測機材: GNSSとIMU、レーザ計測装置と静止画像装置より構成. ・地形データとして点データ(緯度、経度、標高)を取得. ・無線センサ端末の斜面や岩石への設置・固定・測位を行う. ・土砂や火山灰等のサンプリングする機能.	・動画を地上へリアルタイムで高速伝送(9fps)する機能. ・遠隔に近接静止画像を撮影・収録する機能. ・無線センサのデータをUAVを中継し基地局に伝送する機能.
地形計測	3次元レーザスキャナ(マッピングシステム)	-
静止画像撮影	1200万画素 遠隔によるシャッター撮影	1200万画素 遠隔によるシャッター撮影
無線中継局	-	920MHzリピータ機能 センサ~UAV~基地局
無線センサ投下・設置	ワイヤロープ吊り下げ落下方式	
センサデータの収集	-	920MHzセンサデータの基地局への送信
無線センサ端末の探索	-	920MHz無線センサ端末の電波強度による探索
高精度測位	GPS RTK測位	GNSSキネマティック測位
自動航行	3次元測位による対地接近警報装置付き	2次元平面図上の単独測位
航続距離	5km	1000m
連続飛行時間	90分	10分~20分
飛行制限	雨量:2mm/hr以下、地上風速:10m/s以下	雨量:2mm/hr以下、耐風:10m/s以下
ペイロード	10kg	4kg
最高速度	72km/h	~ 70km/h
運用人員	4名	2名
動力(燃料)	ガソリン(タンク:11リットル)	バッテリ ロータ(6~8枚)

表-1 統合型 UAV 災害調査システムの機能

キーワード UAV、災害調査、土砂災害、火山災害、無線センサ、3次元レーザ地形計測

連絡先 〒734-8510 広島市南区出汐二丁目3番30号 中電技術コンサルタント㈱ 荒木義則 TEL 082-256-3347



図-1 無人へリによる LP 計測結果(桜島)

3. 実証実験

3.1 実証実験の概要

実証実験は,火山噴火活動中の桜島(黒神川)にお いて,火山噴火の影響により立入り禁止区域となって いるエリア(昭和火口から半径2km)等において,H26 年12月10日にLP地形計測,高精細画像・映像取得, 動態モニタリングセンサー設置,火山灰等の土砂採取 の4つの実験を行った.

実験-1:無人へリによる地形データ計測

基地局から約 1km 離れた立入り禁止区域内において 無人へりによる LP 計測を 2 回実施し,解析を含む詳細 地形把握までの時間と精度(再現性含む)を確認した.

実験-2: 無人へりによる高精細画像・映像取得

無人へリに搭載したカメラ画像の自動伝送機能を用 いてリアルタイム映像確認を行い,着目箇所の高精細 画像情報を取得した.

実験-3:無人へリによる動態モニタリングセンサー設置

センサー設置場所を設定し,無人へりを使って所定 の場所に運搬・設置・切離の一連作業を行った.センサ-データは,別途小型 UAV を使ってデータ回収を行った.

実験-4:無人へリによる火山灰土砂採取

把握した地形情報を用いて火山灰採取位置を設定し, 開発した土砂採取装置(マニュピュレータ)を無人 ヘリで運搬・設置し,火山灰を回収した.

3.2 実証実験結果

各実験の結果概要を以下に示す.実験-1(図-1)で は,従来の航空レーザ測量(地図情報レベル1,000\_点 群密度1点/m2以上,欠測率15%)に比べて高密度計測 (9点/m2以上),欠測率4.2%を実現し,同じ場所を2 回計測し比較した結果,誤差(RMS 誤差 0.031m)が少な く再現性の高い結果となった.また,計測から30分以



図-2 無人ヘリによる高精細画像取得

内に地形解析 結果を提示し, 迅速性も高い ことを確認し た.

実験-2(図 -2)では,立 入り禁止区域 内を飛行中の 無人へりのリ アルタイム映 像規模の着目箇



図-3 無人へりによる土砂採取

所について,高精細画像を撮影し,詳細な地形を画像 情報として確認することが出来た.

実験-3 では,無人へりを使って動態モニタリングセンサーを所定の場所(ターゲットマーカー)に運搬・設置・切離を行った結果,誤差10 cm程度の設置精度で切離を行うことが出来た.今後,人の立入が困難な場所に置いて的確にセンサーを設置することが出来ると考えられる.

実験-4(図-3)では,無人へりを使って土砂採取装置を運搬・地上投下・回収を行った結果,土砂採取は 出来たものの土砂採取量5gと少ない量しか採取でき なかったことから,採取装置の改良が必要となった. 4.まとめ(課題と今後の対応)

実験-1,2,3は,現場への立入りが困難な場所にお ける地形把握や地形変状把握手法として品質・性能(精 度面),信頼性(確実性,安全性)が高く実務への適用 性が高いことが確認出来た.実験-4は,採取土砂量が 多くなるように採取装置の改良が必要である.