プログラミング飛行型ヘリを用いた空間情報収集システム
－Aerial Mapping System の機能紹介－

株式会社国土情報技術研究所　正会員　○東　俊孝，高田　知典
ヤマハ発動機株式会社　鈴木　弘人，窪野　琢也

１．背景と目的

現在，実用化が進んでいる航空レーザ計測システムは，国土防災のためのデータ基盤や災害発生直後の被害状況の確認など多くの分野で利活用が見込まれている．しかしながら，計測精度，緊急出動への対応，気象・有人飛行による制約などの課題も指摘されている．特に，災害時の運用に当たっては，迅速な情報の取得，画像と 3 次元地形データを統合した情報の提供，二次災害の危険性が少ない安全な計測手法・情報収集手段が求められる．

このような背景のもと，筆者らは，プログラミング飛行型ヘリを用いた空間情報収集システム（Aerial Mapping System）の防災・減災対策の立案・評価，災害発生直後の初動調査への適用を目指し，研究開発を進めている．プログラミング飛行型ヘリは，ヤマハ発動機製の自律航行型無人ヘリ（RMAX G1）を前提にしている．

本稿では，「Aerial Mapping System」の機能紹介と既存技術との違いを中心に報告する．本システムは，日本で初めて無人のプログラミング飛行体により，情報収集ができる画期的なシステムである．

２．システム概要と構成

Aerial Mapping System の使命は，次の 3 点である．

（１）災害発生直後の被災状況の迅速な把握・人命救助への支援

（２）飛行許可が要らず，雲の影響もないために，昼夜を問わず適時に出動して情報を収集

（３）無人飛行・遠隔操縦・プログラミング飛行による人命リスクの低減・安全な計測の実現

また，本システムの構成を図１に示す．現時点のシステムの役割としては「監視用途」と「計測用途」の 2 種類であるが，ユーザニーズに応じて無人ヘリに搭載できる機器を柔軟に変更できるため，システムの拡張性も有している．

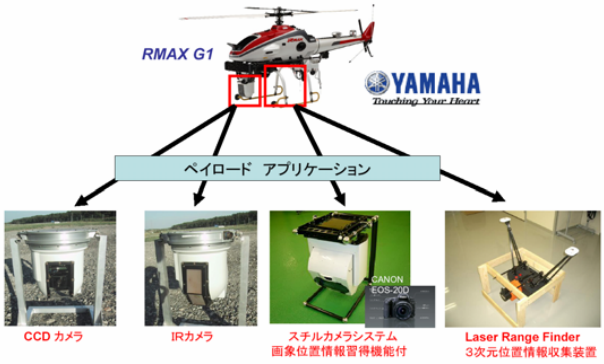

図１　Aerial Mapping System の構成

３．類似技術との比較

Aerial Mapping System の類似技術としては，航空レーザ計測システム（飛行機または有人ヘリ）や地上型レーザ計測システムが代表的である．システムの比較表を表１に示す．表内にも示したように，本システムは，飛行区域が制限されるものの，人が立ち入れない狭小地域や河道・道路など，観測幅は狭いが延長距離が長い対象物の計測・監視に最適である．他のシステムに比べて費用対効果が高いことも大きな違いである．

表１　３次元計測システムの比較

1. システム名称	Aerial Mapping System	航空レーザ計測システム	地上型レーザ計測システム
2. 用途	延長距離が長く観測幅が狭い	市町村単位などの広域	屋外・室内などの狭い領域
-崩壊地・地すべり・砂防調査	◎	○	○
-斜面防災・法面調査	◎	△	○
-河川横断測量・河床変動調査	◎	△	△
-水防調査	△（都市部での飛行制限）	◎	△
-地震・火山被害調査	○（標高制限：1000m以下）	◎	△
-3Dマッピング／地図作成	△（都市部での飛行制限）	◎	△
-森林・樹林調査	○（標高制限：1000m以下）	◎	△
-送電線調査	○（標高制限：1000m以下）	○	○
3. 計測範囲	地上局より半径5km以内	数ｋｍ～数10km	200-300m四方
4. 計測精度	50-100mm（飛行条件、計測距離による）	水平：350mm以内 垂直：150mm以内	5-10mm（計測距離によって異なる）
5. システムの初期導入費	1.0	1.0～1.5（機体チャーター費除く）	0.1

キーワード　プログラミング飛行，無人ヘリ，情報収集，3 次元地形データ ，防災
連絡先　〒150-0036　東京都渋谷区南平台町 16-28　ｸﾞﾗｽｼﾃｨ渋谷　㈱国土情報技術研究所　ＴＥＬ03-6311-8351

4．システムの特徴

Aerial Mapping System の特徴を，①データ取得，②データ転送・処理，③安全・環境対策，④操作，⑤コストの５項目に分類して整理した（表２）．現在，山岳部のデータ取得で最大の課題となっている「標高 1000m 以上の飛行」については，機体の軽量化などによって実施できるように，システムの改良を進めている．

表２　システムの特徴

項　目	メリット	デメリット
①データ取得	・機動性が高い （申請無し、昼夜観測可能）	・高度に制限がある （高度150m以上は無理）
	・天候に左右されない （曇天・小雨可能）	・観測範囲に制限がある （基準点より、半径5km以内）
	・必要な部分だけ取得 （プログラミング飛行）	・標高1000m以上は飛行不可能 （空気密度の問題）
	・危険地帯での無人計測が可能 （プログラミング飛行）	
	・高精度な3次元計測が可能 （ホバリング機能）	
②データ転送・処理	・データがすぐに見られる （準リアルタイム処理）	・気象条件によって計測精度が変化
	・必要な部分だけ抽出 （プログラミング飛行時間）	・地形条件によって通信速度が変化
③安全・環境対策	・自動帰還が可能 （フェールセーフ機能）	・居住地や道路上では利用制限有り
	・強風時でも安定的なモニタリングが可能	・飛行音が大きい
④操作	・航路の変更が容易にできる （地上局のディスプレイ上）	・技術を持ったオペレータが必要 （トラブル時、離着陸時）
⑤コスト	・小領域の周期的なモニタリングが安価な費用で可能	・初期導入費（購入価格）が高い
	・ランニングコストが安い （飛行機に比べ）	
	・人件費の占める割合が少ない	

5．システムの機能

5－1．３次元レーザ計測機能

Aerial Mapping System に搭載した３次元レーザスキャナは，進行方向に対して 360 度にレーザを照射しているため，対象斜面に対して水平飛行しながら計測することも可能である（図２）．一例として，３次元計測データを簡易処理した後，鳥瞰図にしたものを示す（図３）．計測時間と後処理の時間を合わせても数時間で収まるため，ノート型 PC が有れば現地でデータを確認でき，迅速な意思決定のための支援情報を提供できる．

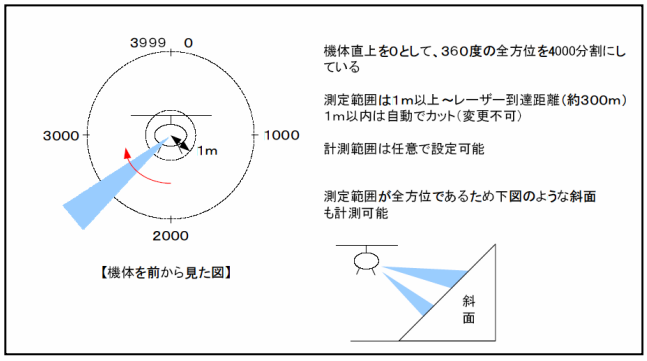

図２　３次元レーザの計測方向と計測範囲

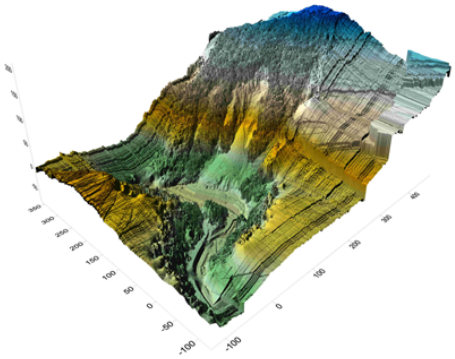

図３　３次元レーザ計測結果のイメージ

5－2．フェールセイフ機能

Aerial Mapping System では，地上局と移動局の通信に障害が生じた場合，墜落や暴走を防ぎ，安全に着陸できる機能（フェールセイフ機能）が装備されている．フェールセイフ機能の概念図を図４に示す．なお，詳細内容については，紙面の都合上，ここでは割愛する．

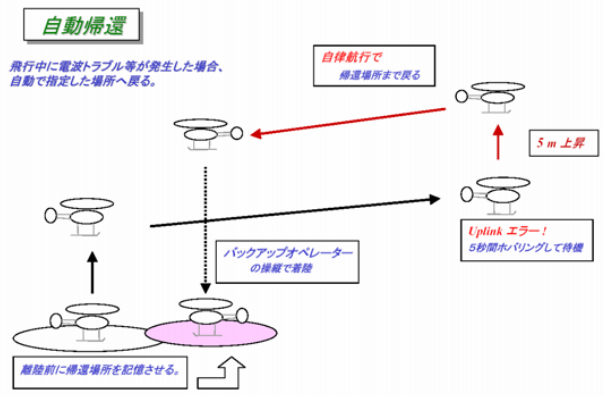

図４　フェールセイフ機能の概念図

6．まとめ

Aerial Mapping System の画期的な点は，地上局のディスプレイ上であらかじめルート設定をした後，プログラミング飛行で各種データの取得ができることである．さらに，人の立ち入ることが困難な現場だけでなく，河川や海岸など延長距離が長いエリアを対象とする場合の防災計画の立案・評価に際し，最も重要となる３次元地形データと画像情報を迅速かつ高精度で取得できる点にある．

本システムの残された課題は，実務の経験を積むことによるシステムの成熟度の向上だけといっても過言ではない．近年社会的な問題として注目を集めている土砂災害，海岸浸食，地盤沈下に関連する各種調査や国土の基盤情報の作成に際して大いに役立つと考え，今後の利活用が大いに期待できる．