

背景

UAV(Unmanned Aerial Vehicle) : 無人航空機

利点: 人の立ち入りが困難な場所でも調査可能、低空からの詳細な空撮
課題: 操縦技術が必要、高コスト

ラジコン電動マルチコプター(マルチローターヘリコプター)

近年、比較的安価で操縦が容易なラジコン電動マルチコプターが普及
測量、環境計測等、様々な分野で急速に利用が拡大しつつある

そこで

- ・ラジコン電動マルチコプター(以下UAVと表記)を用いた空中写真撮影及び空間線量率の三次元計測を行った結果について報告
- ・放射能汚染被害を被った山村における効率的な放射能モニタリングの手法を提案
- ・原子力災害からの環境回復、復興のためのツールとして活用を図る



対象地域

福島県伊達郡川俣町山木屋地区

東電福島第一原発の北西約40km に位置しており、2011年4月22日に計画的避難区域に指定された。2013年8月8日に居住制限区域、避難指示解除準備区域の2区域に再編されたが、避難は今なお継続中である。

空間線量率計測

①2014年5月31日、6月1日、8月30日

谷津地形を呈する里山小流域
原発事故以前、この谷は畑として利用されていたが、2011年以降耕作されておらず、除染もまだ行われていない。

②2014年8月11日

水田域
観測時、除染作業が進められており、除染済みの水田域と、未除染の水田域が隣接していた。また、水田内に汚染土の入ったフレコンバックの(仮)仮置き場が存在していた。

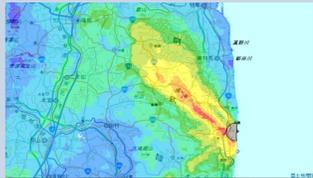


Fig1.放射線量分布マップ拡大サイト/電子国土より
2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故により、大気中へ放出された放射性物質は3月15日になると原発から北西の方向に移流拡散し、地表面へと沈着した。



Fig9.小流域オルソモザイク画像と拡大図(Photoscanにより作成)

調査結果

1)オルソ画像・DSM作成結果

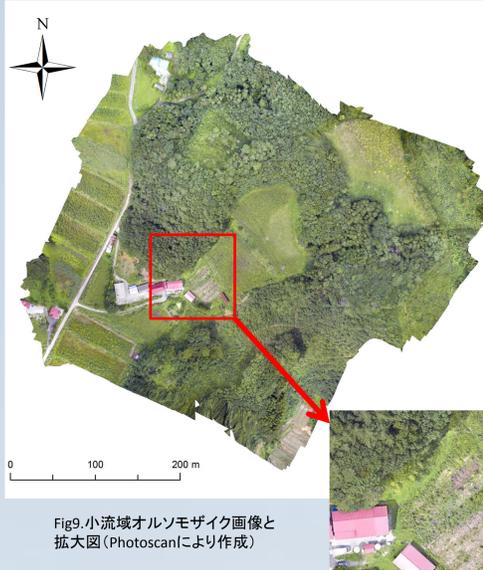


Fig9.小流域オルソモザイク画像と拡大図(Photoscanにより作成)

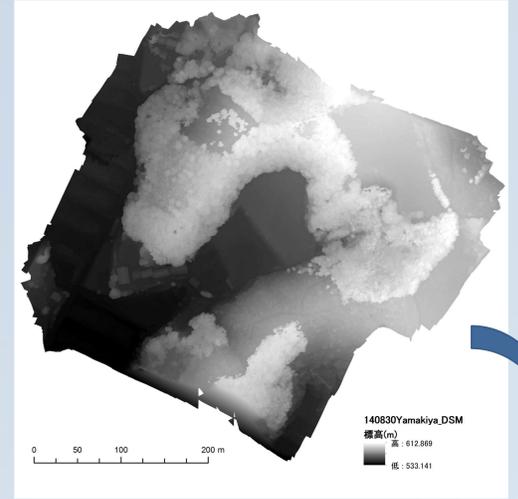


Fig10.小流域DSM
Fig11.作成したDSMをもとに作成した小流域オルソ画像の3Dモデル(ArcScene)

観測方法

①UAVによる空撮によるオルソ空中写真、3Dモデル作成

UAV(ZionEX700)にデジタルカメラ(GR: RICOH)を搭載し、自律飛行により鉛直写真を撮影した。安全面を考慮し、1フライトの飛行距離は1.2km未満、飛行時間は7~8分以内に設定した。飛行高度は対地高度90m、対地速度は5m/sに設定し、カメラのインターバル撮影間隔は1秒とした。



Fig2.ZionEX700 Fig3.自律飛行ルート図

撮影した約3000枚の画像のうち、2秒間隔ごとの全729枚の画像(離着陸前後を除く)をSfM(Agisoft Photoscanを使用)で処理し、オルソモザイク画像及びDSMを作成した。画像により、撮影時の明るさが異なるため、上記枚数分をRAWファイル上で色調補正を施し、JPEGで出力したものを使用している。

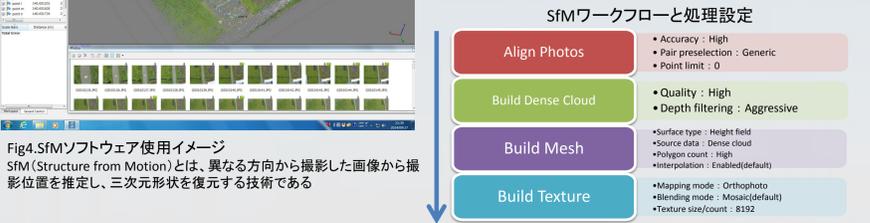


Fig4.SfMソフトウェア使用イメージ
SfM(Structure from Motion)とは、異なる方向から撮影した画像から撮影位置を推定し、三次元形状を復元する技術である

②UAVによる空間線量率の測定

A)2014年5月31日及び6月1日観測 -アンドロイド端末(NEXUS7)搭載-

UAV(電動マルチコプター: JABO-H601G)に空間線量率計(浜松ホトニクス株式会社C12137)、温湿度・大気圧ロガー(T&D社TR-73U)、GPS ロガー(holux社m-241)を取り付け、飛行しながらNEXUS7に空間線量率・気温・湿度・気圧・緯度・経度を1秒間隔で記録した。機器の開発は(株)SWR社による。1回の飛行時間は7分程度であり、計12回観測を行った。観測高度は気温・気圧から層厚の式により求めた。



Fig5.右図 観測の様子 Fig6.左図 観測機器のUAV(JABO-H601G)への搭載

B)2014年8月11日、C)8月30日観測 -無線システムの実装-

・それぞれ5回計測。飛行時間は6分/程度。
・UAV(電動マルチコプター: JABO-H601GおよびPHANTOM2)に空間線量率計(浜松ホトニクス株式会社C12137)を取り付け、空間線量率、緯度経度、気温気圧などの観測を行った。Xbeeを用いた無線通信により、手元のタブレット端末で、観測した空間線量率と現在地をリアルタイムで閲覧、記録することが出来る。機器の開発は、(株)SWR社による。



Fig7.右図 無線システムのUAV(Phantom2)への搭載 Fig8.左図 無線システム(Phantom2下の青い袋内に格納) →軽量となり小型UAVへの搭載が可能になった

2)空間線量率観測結果

①里山小流域

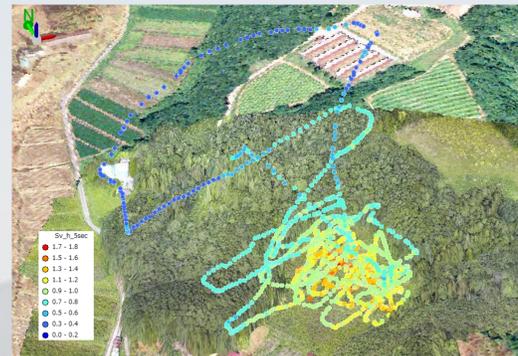


Fig12.小流域歩行サーベイ結果(2014)

②水田域

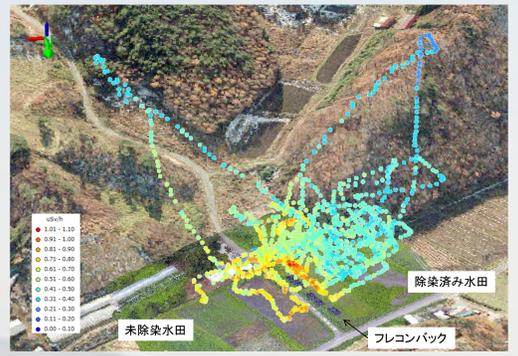


Fig13.水田域歩行サーベイ結果(2014)

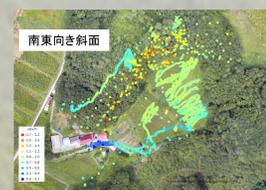


Fig12.小流域歩行サーベイ結果(2014)

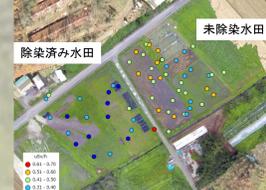


Fig13.水田域歩行サーベイ結果(2014)

各観測地では、歩行サーベイを行っており、地上1m高さの空間線量率を計測している。里山小流域では、南東向き斜面において空間線量率が高い傾向が見られる。UAVによる観測では、斜面付近は比較的低い値を観測しており、両者に違いが見られた。水田域では、除染済みの水田で値が低く、未除染の水田で高い傾向が見られている。これは、UAVによる観測結果の傾向に類似している。

Fig14.歩行サーベイ観測値とUAV観測値の差
小流域において、歩行サーベイとUAV観測値との差を求めた。比較はUAVの地上における座標と歩行サーベイの座標が2m以内位置するもの同士で行った。その結果、南東向き斜面においては歩行サーベイの方が空間線量率の観測値が大きいことが分かった。この理由として、事故直後樹冠上に沈着した放射性物質はすでに地表面に移行していること、またUAV観測が樹冠上空からであり、地表面から離れていることなどが考えられた。

おわりに

UAVを用いることにより、高解像度のオルソ画像を取得できたほか、観測の困難な樹冠上を含む三次元空間において空間線量率の高密度な観測が可能となった。現場に到着してから数分で観測を開始できる簡易性なども合わせ環境計測ツールとしてのUAVの活躍が期待される。