

# レーザ計測システム・空中デジタルカメラを用いた森林・林業分野への活用方法

北海航測株式会社 地理情報部 情報企画室 小林伸行

## 1.はじめに

地球温暖化防止森林吸収源対策の推進に当たり，京都議定書の規定に基づき，森林による炭素吸収排出量の算定・報告を透明かつ科学的検証が可能な手法で行う必要があり，昨年3月に策定された地球温暖化対策推進大綱でも，炭素量算定のための国内制度を2006年度末までに整備しなくてはならない。森林によるCO<sub>2</sub>の吸収排出量の算定・報告のためには，新規植林，再植林，森林減少などの場所・面積などの地理的情報の特定が必要であり，一度対象とした森林の動向については，将来にわたり報告しなければならないことから，経営の利益や転用状況を含む森林の動向を継続的に把握する方法・体制を整備する必要がある。森林動向を把握するには詳細な標高データを取得し，且つ土地利用変化の把握が必要である。弊社で導入した機材は，位置情報を持った標高データを取得することが可能であり，さらにはデジタル画像と併用することにより，簡易リモートセンシングも可能となることから，有効な情報を取得できるものとする(表1 図1)。

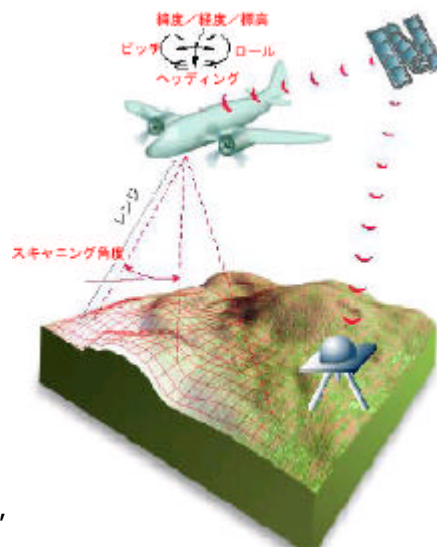
## 2.目的

従来の航空写真を利用した土地利用分類は目視に依るものが多く，作業者の主観や経験に依るものが大きい。衛星画像等のスペクトルデータを利用した分類も一般化してきてはいるが，取得できる情報については未だニアな対応が難しい。航空測量では任意の時期に撮影可能であり，衛星画像よりも情報取得の利便性に優れると考える。本解析では位置情報を持った画像及びレーザ計測データを基に土地利用分類を行い，その有意性を報告することを目的とする。

## 3.機材概要及び計測状況

レーザ計測システムは航空機から地上に向けて多数のレーザパルスを発射し，地表面や地物で反射して戻ったレーザパルスから高密度な三次元デジタルデータを取得する技術で，GPS，IMU，航空レーザ測距装置の技術の統合化により可能となった技術である。

空中デジタルカメラはレーザ計測システムと同時稼働が可能で，従来の航空カメラで必要であった撮影後の写真処理，及びデジタル化する際のスキニング工程が不要と



画像提供 ライカジオシステムズ株式会社

図1 システム概要

表1 機材緒元

レーザ計測システム緒元	
計測高度	500m ~ 4,000m
スキニング角度	75° (max)
スキャンレート	70Hz (max)
パルスレート	83kHz (max)
反射パルス数	4パルス
精度	高さ±13~30cm
	水平位置±11~46cm
空中デジタルカメラ緒元	
画素数	4,092 × 4,079ピクセル
アレーピクセルサイズ	0.009mm
バンド	カラー / 赤外カラー
焦点距離	55m / 35mm
視野角	37° / 55.4°
地上分解能	0.15m ~ 1.0m

なるだけでなく、鮮明度も向上し、解析に適したデータを取得可能である。本解析では、表 2 及び図 2 に示す地区及び仕様で取得されたデータを用いて土地利用分類を行った。 scene1 は地物種が少なく、分類が比較的簡易な範囲で、scene2 は地物が森林樹木、街路樹、耕地、建築物、道路と地物種が多種に渡り混在している地区である。

表 2 対象地区及び計測概要

対象地区	東京都	ゴルフ場近傍	scene1
	調布市	住宅地及び森林の混在部	scene2
データ取得日	2003年9月23日		
データ取得間隔	約1mピッチ		



(scene1) (scene2)

図 2 対象地区デジタル画像

#### 4.結果

土地利用分類の解析フローを図 3 に示す。衛星画像等のスペクトルデータからの解析では、各種のバンド値のデータを統合処理して分類を行うが、弊社の取得データでは標高値・近赤外光反射強度（単バンド反射強度）・カラー画像を複合して土地利用の解析を行った。

##### 4.1 .scene1

scene1 の解析結果を表 3、図 4 に示す。scene1 の解析では主に標高値を利用しての分類が可能であった。これは地物種が少ないこともその要因であるが、地物が比較的集団化して存在していることが、標高値で分類が可能であった理由と考えられる。

##### 4.2 .scene2

scene2 の解析結果を表 4、図 5 に示す。scene1 と比較して、建築物及び、街路樹等の植生の境界が不鮮明である。これは、住宅地内に庭木、街路樹、防風林等が混在しており、樹高が住宅等と差がないことに起因していると考えられる。そこで、標高値のみではなく、反射強度情報も用いて領域の抽出を行い、解析を行った。

領域の抽出においては、反射強度画像とカラー画像を基に住宅地、森林部に分割し、さらに精度を向上させるために、住宅地もブロック分割を行った（図 6）。この各ブロックにおいて、標高値及び反射強度値を基に再分類を行った。

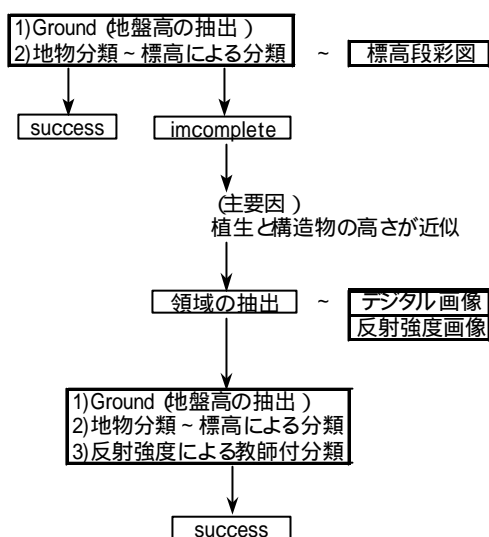


図 3 土地利用分類解析フロー

表 3 scene1 解析結果

Type	Points(%)
Ground	25.9
Vegetation	68.2
Buildings	0.4
Road	5.4
Error	0.1
Sum	100.0

(all points:182,305)

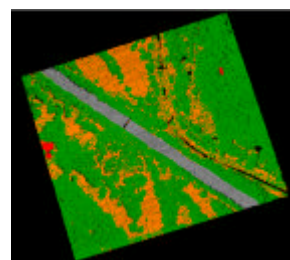


図 4 scene1 解析結果画像

表 4 scene2 解析結果

Type	Points(%)
Ground	61.1
Vegetation	20.8
Buildings	18.0
Error	0.1
Sum	100.0

(all points:1,377,556)

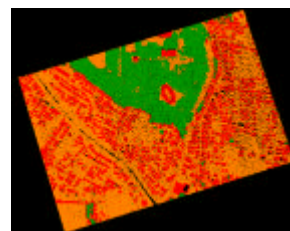


図 5 scene2 解析結果画像

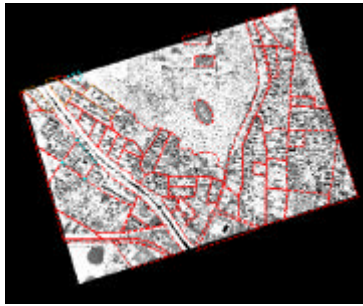


図6 領域抽出画像

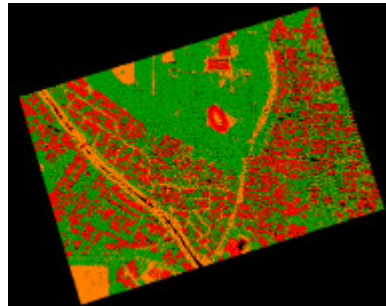


図7 領域抽出後解析結果画像

表5 抽出後解析結果

Type	Points(%)	Comparison(%)
Ground	31.7	52.0
Vegetation	50.8	244.9
Buildings	17.4	83.8
Error	0.0	16.5
Sum	100.0	-

(all points:1,377,556)

(Comparison=compared to before extraction)

表5より、各 Type の変動率を見ると Ground が領域抽出前と比べ、52%と約半分になり、Vegetation は約 2.5 倍の Point 数となった。これは、Ground に分類されていた点データが、住宅地内の庭木、街路樹、防風林等に再分類されたためと考えられる。また、Buildings も約 15%減少していることから、構造物と高さが近似していた、植生も分類されたと言える。

## 5.考察

レーザ計測システム・空中デジタルカメラから取得されたデータを用いて、土地利用分類を行った結果、地物が集団化している場合には標高値を基に、地物が分散している場合には、領域毎に抽出し、解析することで詳細な分類を行うことが可能であることがわかった。

現在、一般的に利用されている人工衛星としては LANDSAT、SPOT、IKONOS、QuickBird があり、高解像度情報をもつ人工衛星としては IKONOS、QuickBird が多く利用されている（表6）。

表6 人工衛星一覧

	解像度	観測幅(東西方向)	観測リクエスト対応	購入範囲	価格(円)	観測リクエスト費用
LANDSAT	白黒 15m	185km	不可	185 × 185km	84,000	-
	可視～短波長赤外 30m					
	熱赤外 60m					
SPOT2号	白黒 10m	60km	可	60 × 60km	338,000	104,000
	可視～短波長赤外 20m					
SPOT4号	白黒 10m	60km	可		338,000	104,000
	可視～短波長赤外 20m					
SPOT5号	白黒 2.5m	60km	可		650,000	データ代に含む
	可視～近赤外 10m					
IKONOS	白黒 1m	11km～100km	可	11 × 11km	665,500	1,200,000
	可視～近赤外 4m					
QuickBird	白黒 0.6m	14km	可	64km <sup>2</sup>	262,400	データ代に含む
	可視～近赤外 2.8m					

オルソ加工なしのマルチスペクトラルの基本処理済データ  
2003年3月現在の価格

表6の衛星別の解像度を見ると、弊社の取得データでは1m×1mであるのに対し、同等の解像度を持つ衛星は2つのみでいずれも白黒画像である。パンシャープン画像も各衛星の最高解像度で販売されているが、輝度値を変換した画像なのでそのまま解析に利用することはできない。また、リクエストも優先順位があり、雲量も0%であるとは限らず、確実な情報の取得という点では、まだ問題があると言える。合成開口レーダ(SAR)は昼夜を問わず、曇天時でも情報の取得が可能であり、リクエストにも対応しているが、解像度が10～100mであること、観測波長が1波長のために他の情報との複合利用が必要である。弊社の機材は多少の曇天時でも計測が可能であり、取得される情報も単バンド反射値の他に標高値も取得されることから、土地利用分類のみならず、大面積の地形測量や災害時などの緊急撮影にも有効な情報を提供できると考える。