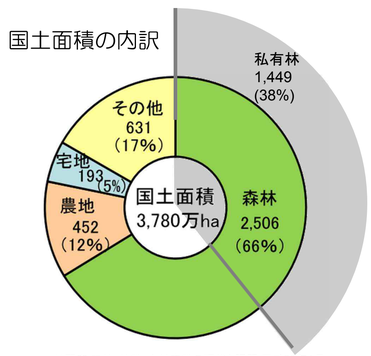
マルチモーダル学習による
地球観測データを用いた森林構造の把握

～ 上空からの森林構造の把握 ～

国際航業株式会社　研究員　鈴木　久美子

1. Introduction

林業経営に適した森林かどうかモニタリングするにはコストがかかる



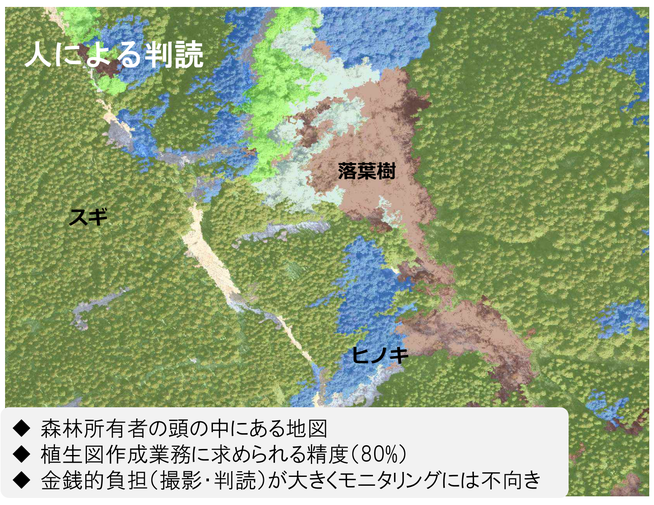
林野庁.森林・林業・木材産業の現状と課題.平成29年1月.
http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/genjo_kadai/

日本は国土の3分の2が森林で覆われている森林国

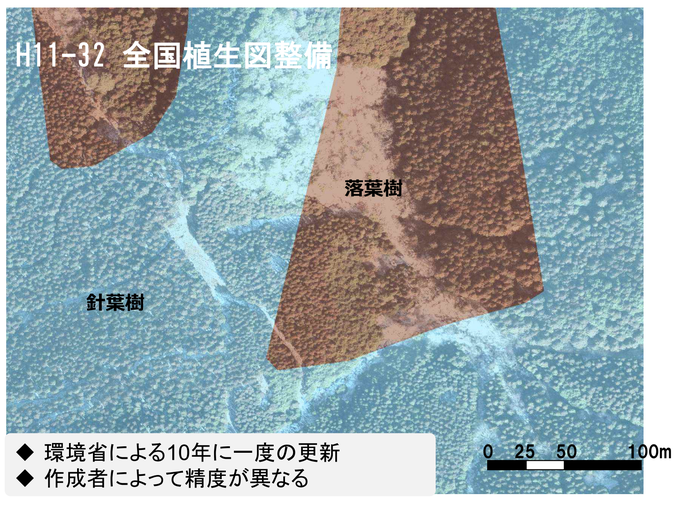
林業の成長産業化と森林資源の適切な管理を実現するため、さまざまな森林・林業改革が推進されている*

今後、森林が適切に経営されているかという情報が重要になってくる。特に、林業の経済性という観点では木材流通コストを推定する、森林資源の管理という観点では生物多様性や間伐計画を評価するといった要望がある。しかしながら、森林の状態を適切にモニタリングする技術は確立されていない

＊ 2018年3月　森林経営管理法案が閣議決定

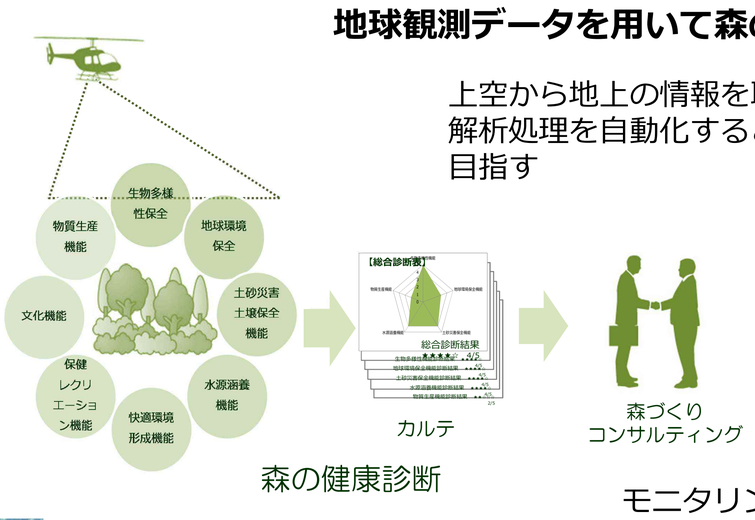


◆ 森林所有者の頭の中にある地図
◆ 植生図作成業務に求められる精度（80%）
◆ 金銭的負担（撮影・判読）が大きくモニタリングには不向き



◆ 環境省による10年に一度の更新
◆ 作成者によって精度が異なる

地球観測データを用いて森の健康診断を実施する



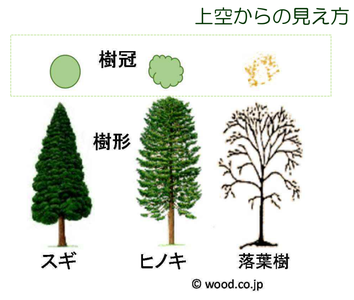
上空から地上の情報を取得する地球観測データに対して、解析処理を自動化することで適切な森林モニタリングを目指す

伐採計画の最適化・流通コスト管理のため、航空写真を利用して樹種を自動判読する

間伐計画や生物多様性のモニタリングのため、航空レーザを利用して森林構造を把握する

モニタリング結果を通して、森林管理者に適切な情報を提供する

広域に渡って森林を安価・高頻度にモニタリングする



人間が、航空写真でのテクスチャから木の形状を想像し森林を判読することにヒントを得て、森林表層・内部の情報をマルチモーダル学習するモデルを構築した

【樹種】要求精度である平均80%の分類精度を達成

【森林構造】構造を推定・可視化し定量評価

2. Dataset

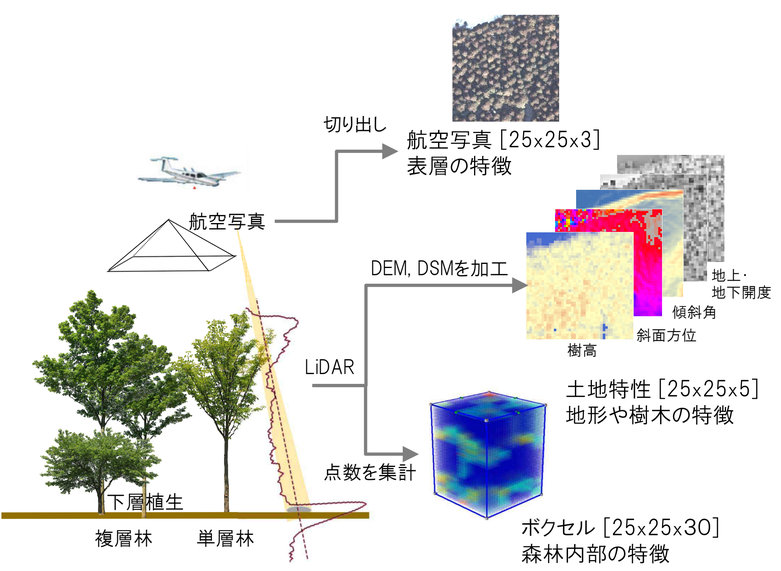
取得　→　入力データ

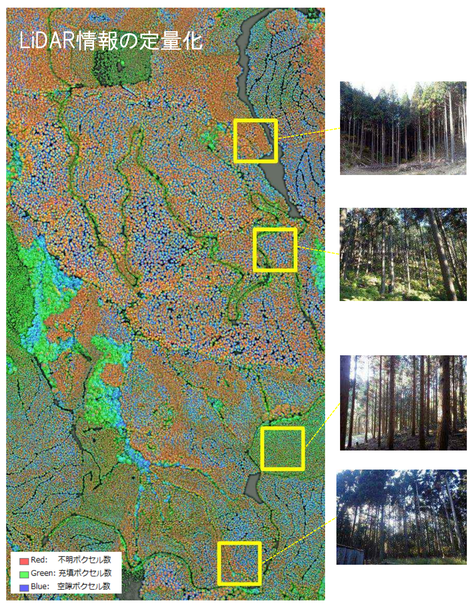
航空写真

RGB 地上分解能20cm (8bit)

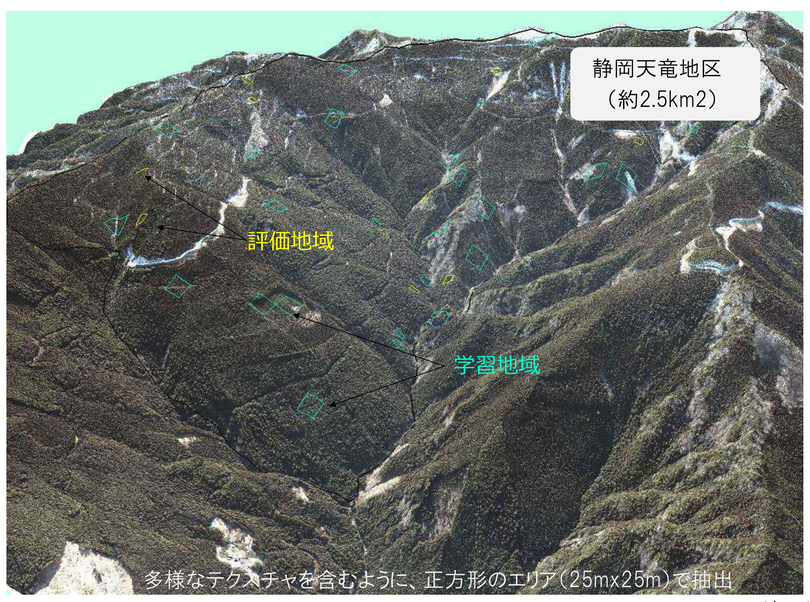
航空機搭載型の波形記録式LiDAR

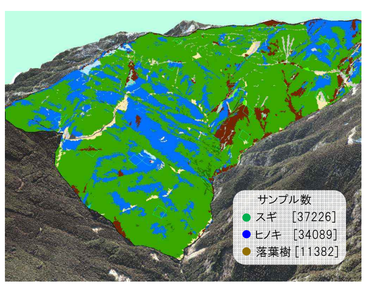
反射強度を波形で記録(3.7点/㎡)





教師データ

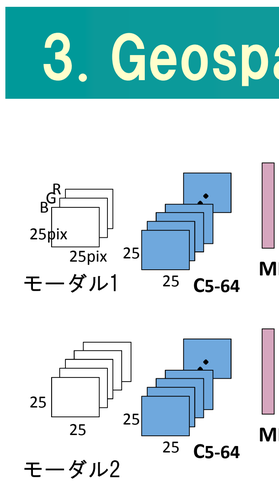




航空写真・土地特性データを基に樹種判読

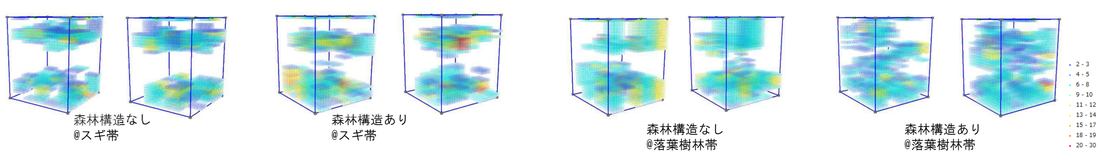
グリッドごとに高木層の樹種・胸高直径・森林構造を現地調査（プロット調査20箇所，写真撮影38箇所）

3. Geospatial Multimodal Learning



Ci-j : Convolution-BatchNorm-ReLU layer with j filters of which size is I x i
CDi-j : Convolution-BatchNorm-Dropout-ReLU layer with a dropout rate of 50%
MP: Max pooling,　**CC**: Concatenating layer,
FC: Full connected layers. The last layer is connected to Softmax classification function on Cross-entropy　cost function.

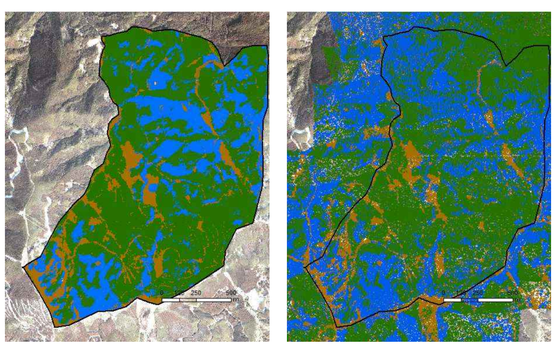
マルチモーダルを扱うアルゴリズムは、深層学習を含め一般的に各モーダルの入力データを共通の特徴量空間に写像した後に統合的に処理する場合が多い*。一方、人間はテクスチャや形状といった入力データに近い特徴を位置情報を元に統合して解釈し、森林を判読している。そこで、本研究では判読者の思考回路を再現するべく畳み込みニューラルネットワークを用いて、位置情報を保持したまま浅い層での統合を行い、モーダル間で相互作用的に特徴量を抽出するネットワークを構築した。 更に、人間が航空写真から3D的な形状を連想していることを勘案し、 畳み込みを三次元にすることで、樹種分類の精度向上、森林構造の推定を試みた。



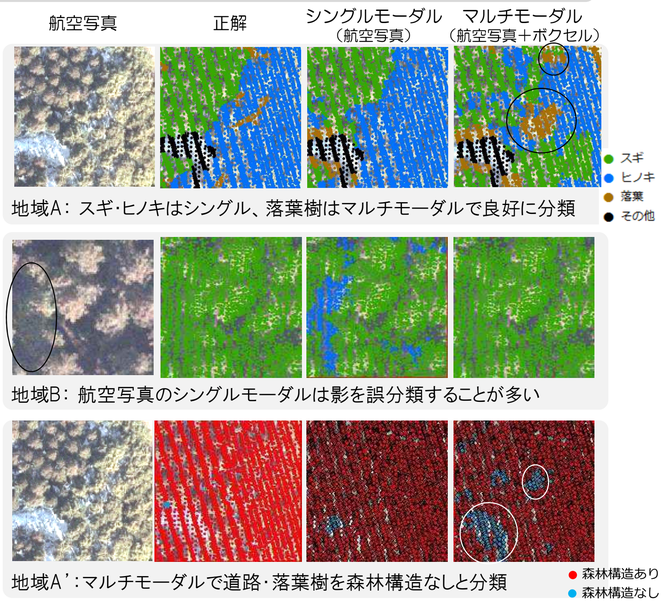
実験結果

樹種の分類精度		スギ	ヒノキ	落葉樹	平均
シングルモーダル	航空写真	0.73	0.92	0.74	0.80
	土地特性	0.52	0.66	0.73	0.64
	ボクセル	0.61	0.69	0.71	0.67
マルチモーダル	航空写真＋土地特性	0.73	0.88	0.80	0.81
	航空写真＋ボクセル	0.74	0.91	0.74	0.80
	航空写真＋ボクセル＋土地特性	0.65	0.89	0.75	0.76

森林構造の分類精度		スギ帯	ヒノキ帯	落葉樹林帯	平均
シングルモーダル	航空写真	0.68	0.62	0.68	0.66
	土地特性	0.39	0.42	0.66	0.49
	ボクセル	0.58	0.61	0.89	0.69
マルチモーダル	航空写真＋土地特性	0.58	0.59	0.83	0.67
	航空写真＋ボクセル	0.61	0.57	0.91	0.69



判読による樹種ラベル　　推定結果



【樹種】シングル・マルチモーダルを入力したいずれの場合でも平均的な要求精度である8割を達成した。特に、落葉樹はボクセルを利用することで分類精度が向上した。地域全体でも良好に推定できている。

【森林構造】スギ・ヒノキ帯においては航空写真、落葉樹林帯においてはボクセルを入力した際に良好に分類ができた。

*Y. Li, M. Yang, Z. Zhang: Multi-View Representation Learning: A Survey from Shallow Methods to Deep Methods, arXiv:1610.01206, 2016

国際航業株式会社