

# マルチプラットフォーム衛星解析と地上レーザーによる森林災害評価

加藤 顕<sup>1)</sup>, 若林 裕之<sup>2)</sup>, ヨサファット T. S. スマンティヨ<sup>3)</sup>

- 1) 千葉大学 大学院園芸学研究科
- 2) 日本大学 工学部
- 3) 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター

## 研究の背景

熱帯林での森林政策  
- REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries)

MRV (Measuring, Reporting, and Verification)

衛星画像 (Landsat) をベースとした森林モニタリング  
熱帯林以外 (亜寒帯林) での森林モニタリング手法は確立されていない。

環境省 REDD+ の窓11

亜寒帯林: 世界の約15%の陸地面積を占める。  
炭素蓄積量は森林全体の35%以上 (熱帯林に次ぐ炭素蓄積量)  
地球温暖化の影響で、森林火災が生じやすくなってきている (Kasischke et al., Ecological Application 5, 437-451, 1995)

マルチプラットフォーム衛星解析

Google Earth Engine x Open Data Kit (ODK)

## 森林域での自然災害

- 森林災害は、地球温暖化の影響で頻度が増している?
- 森林火災 (大規模変化)
- 風倒害 (小規模変化)

## 研究対象地とテーマ

1. 時系列の衛星データを用いて被害状況の定量的に解析できるようにする。  
カナダの広域管理: 森林火災  
カナダ
2. 自然災害による林内状況の変化を定量的に解析する手法の確立を行う。  
3次元データの有効活用: 風倒害  
オーストラリア

森林火災 = 可燃性バイオマスの量 変化  
風倒害 = 巨木の倒木位置の確認

## 実用性


- 効率的な現地データ収集 + 直接比較可能


従来の方法 (サンプル) → 3次元データ (wall to wall)

## Terrestrial Laser (地上レーザー)




RIEGL VZ 400  
3,000万円  
半径 600m






Trimble TX5  
900万円  
半径 150m






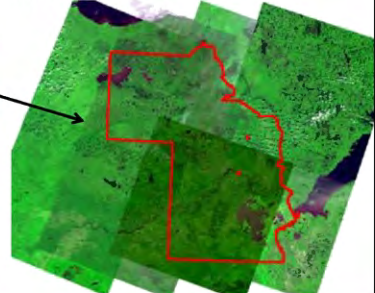
SICK LMS511  
150万円  
半径 40m



## 研究対象地 (森林火災)



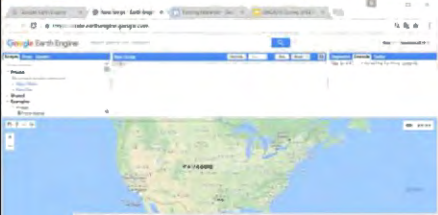
NWT-Northwest Territories  
Fort Smith




Wood Buffalo National Park (45,584 km<sup>2</sup>)

1. 約70年サイクルで森林火災が生じている。
2. 亜寒帯林、人の手が入っていない、自然状態。

## Google Earth Engine



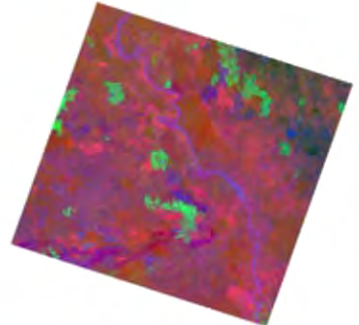
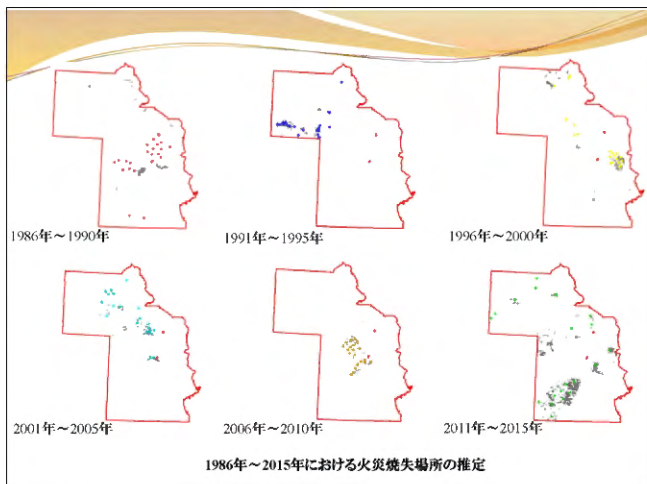
Landsat, Sentinelのアーカイブを数行のコマンドで呼び出し、広域のデータを数秒で表示できる。  
教師付き分類も可能



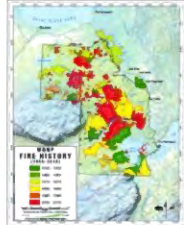
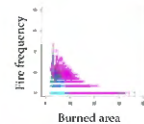
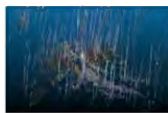

## Normalized Burn Ratio (B4 - B7)/(B4 + b7)

B4: 近赤外  
B7: 中間赤外

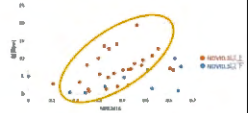
R: 2014-2015年  
G: 2013-2014年  
B: 2011-2013年

## 時系列データを用いた森林火災の評価

1986-1990 black  
1991-1995 red  
1996-2000 green  
2001-2005 blue  
2006-2010 light blue  
2011-2015 pink



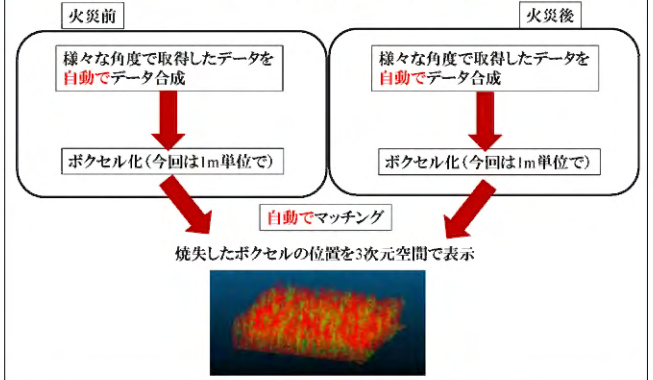
	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Match (burned area)	1	12	10	17	14	18
Omission	1	0	0	1	0	0
Match (not burned area)	19	8	10	3	6	2
Total sampling	40	40	40	40	40	40
Kappa value	0	0.6	0.5	0.8	0.7	0.9
Type of Landsat	Landsat 5	Landsat 5	Landsat 5/7	Landsat 5/7	Landsat 7	Landsat 8



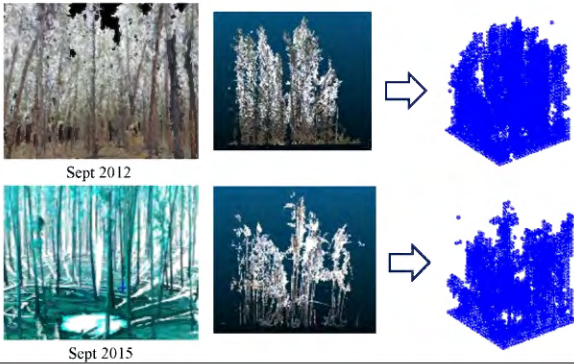
## 森林火災前後の3次元データ



## 地上レーザー解析手順



## 森林火災前後のデータを取得

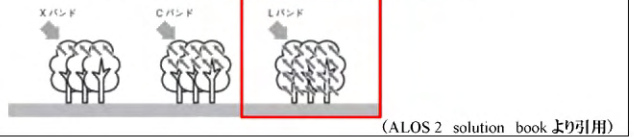


## 衛星レーザー

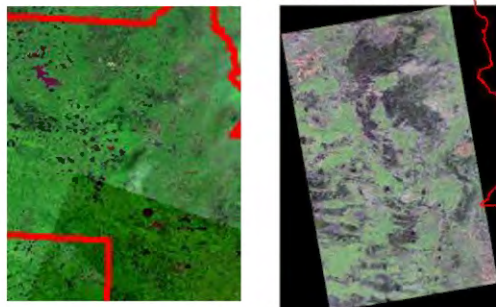
• ALOS PALSAR 2

### 利点

1. レーダーは、雲等による影響が少なく、常時モニタリング可能。
2. 対象物を「色」で判別するのではなく、「構造」を把握する。偏波を利用することで、特徴を抽出可能。
3. Lバンドレーダーは森林内部状況まで把握できる。



## PALSAR 2 (偏波情報を利用)

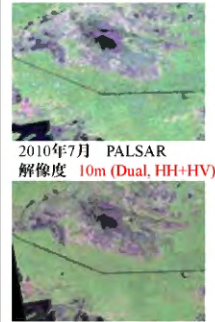


Landsat衛星

PALSAR2衛星

## 使用データ

• 森林火災前後のデータ



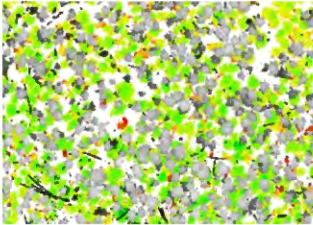
2015年7月 PALSAR2  
解像度 6.25m (Dual, HH+HV)



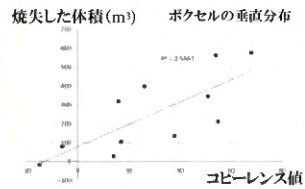
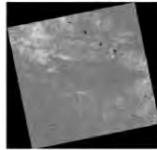
黒枠:国立公園  
緑点(大):RIEGL TLS 赤枠:2015年PALSAR2データ  
緑点(小):FARO TLS 緑枠:2016年PALSAR2データ

## 解析と結果

### Coherence Change Detection



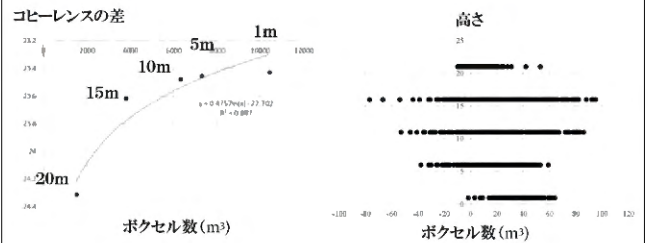
2015年と  
2017年から  
作成した  
コヒーレント  
画像



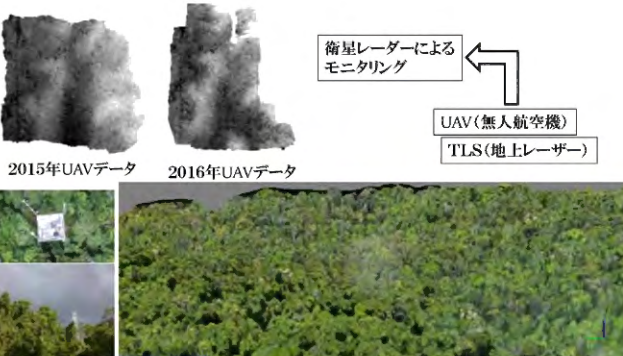
焼失した体積 (m<sup>3</sup>)

ボクセルの垂直分布

## 焼失したボクセルとの関係



## オーストラリア熱帯林でUAVによる 3次元データを取得



2015年UAVデータ

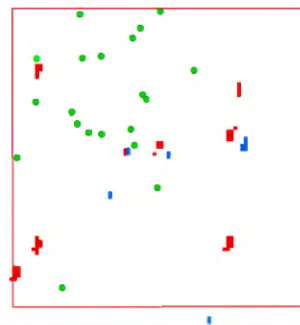
2016年UAVデータ

衛星レーザーによる  
モニタリング

UAV(無人航空機)

TLS(地上レーザー)

## コヒーレンスの変化抽出



赤色 2015 - 2016 倒木解析結果  
青色 2016 - 2017 倒木解析結果  
緑丸 現地調査で倒木があった場所

## まとめ

- 広域モニタリング技術(Google Earth Engine、PALSARの経年的データの利用)
  - 1. マルチプラットフォームによる解析が容易に可能
  - 2. 現地検証には、3次元データを利用した最も効率が良く、正確なモニタリング。
- ⇒ 地上レーザーデータを取得するだけで森林災害評価が可能。
- 自然災害  
森林火災や風倒害が適切かどうかを判別できるようになるため、人による被害を含めた「自然のサイクル」を理解したデータ提供が可能。
- ⇒ 「見せる」データから「使える」データへ、リモートセンシングの高度利用が可能となる。

ご清聴感謝いたします。

謝辞  
本研究は環境省研究総合推進費  
(2RF-1501)により行われています。

連絡先:  
加藤 颯, Ph.D.  
千葉大学 園芸学研究所  
akiran@faculty.chiba-u.jp