

「だいち」(ALOS)データを用いた高解像度土地利用土地被覆図(日本全域, Ver.14.02)の概要

1. はじめに

宇宙航空研究開発機構(JAXA) 第一衛星利用ミッション本部 地球観測研究センター(EORC)の ALOS 解析研究プロジェクトおよび「横軸研究グループ:生態系」で作成した、陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)による高解像度土地利用土地被覆図(以下、本プロダクトと記す)(バージョン 14.02, 2014年2月版)の概要についてまとめる。

本プロダクトは、「だいち」搭載の光学センサである高性能可視近赤外放射計2型(AVNIR-2)の観測データを主に用いて、日本全域(一部の離島を除く)の土地被覆分類を算出したもので、これまで五回のバージョンアップにより分類精度を高めてきた。Ver.14.02 では分類手法をこれまでと大きく変更した。

本プロダクトは、様々なアプリケーションの基盤情報として活用することを目的として作成しており、幾何は正射投影(オルソ)補正、輝度は大気補正および斜面勾配補正を施した多時期の AVNIR-2 画像を入力とした。また、分類カテゴリーは主要な項目にとどめることで各ユーザの目的に応じたチューニングが可能となっている。植生調査や森林管理、土砂災害などの調査資料等の実利用分野や生態系研究等の利用研究分野での活用が期待される。また、将来的には地球環境変動観測(GCOM-C)や次期高分解能光学センサによる土地被覆分類図への利用拡大も期待される。

なお、本プロダクトの作成に当たっては筑波大学との共同研究「高解像度土地利用土地被覆図の作成」(担当:奈佐原顕郎准教授)の一環としてアルゴリズム開発や検証点情報の収集を行っている。今後、さらなる高精度化を進め、適宜更新の予定である。

2. 使用したデータ

(1) ALOS/AVNIR2 高次プロダクト(オルソ補正・大気補正・斜面補正(Appendix 参照)*): 1,876 シーン

オルソ補正および斜面補正には国土院発行「数値地図50mメッシュ(標高)」およびSRTM3(90m相当解像度、北方領土のみ)を用い、大気補正は観測時のセンサおよび太陽の位置、NCEP 客観解析データによる水蒸気量と国立環境研究所/GOSAT・OpenCLASTR プロジェクトにて開発・提供されている大気放射伝達コード Pstar2b¹⁾を用いた。雲域が少ないシーンを使用したため、Ver.13.02 よりもシーン数は減少している。

(2) 検証点情報

従来(Ver.13.02 まで)、精度検証用に使用した 2,505 点の検証点情報を教師データとして使用した。

3. 分類方法

本プロダクトは教師データを用いた機械学習による新規の分類アルゴリズム(KPC-PROD)を開発・導入した。本分類手法は、土地被覆推論の自動化と高精度化を目的とし、次の四つの特徴を持つ。

- ・確率的推論を導入することで、分類クラス間の重なりや教師データの密度といった不確実性を定量的に評価可能な事後確立として分類結果を得る
 - ・ノンパラメトリック推定手法であるカーネル密度推定により、大量の教師データが作る分布を利用した高精度な推論を行う
 - ・観測された地表面反射率に加え、年周期性を連続的に表現できる観測日変量を入力データとすることで、土地被覆クラスの季節性を考慮した土地被覆分類を行う
 - ・多時期データそれぞれに対して得られた分類結果の事後確立を統合し、分類スコアを求めることで土地被覆クラスを良好に識別可能な時期の分類結果を強く反映した最終結果を得る多時期分類が可能である
- 詳細は参考文献²⁾を参照頂きたい。

* 地表面の傾斜と方位により衛星が撮像する放射輝度は異なるため、DEM(数値標高モデル)を用いて斜面の影響を補正する。

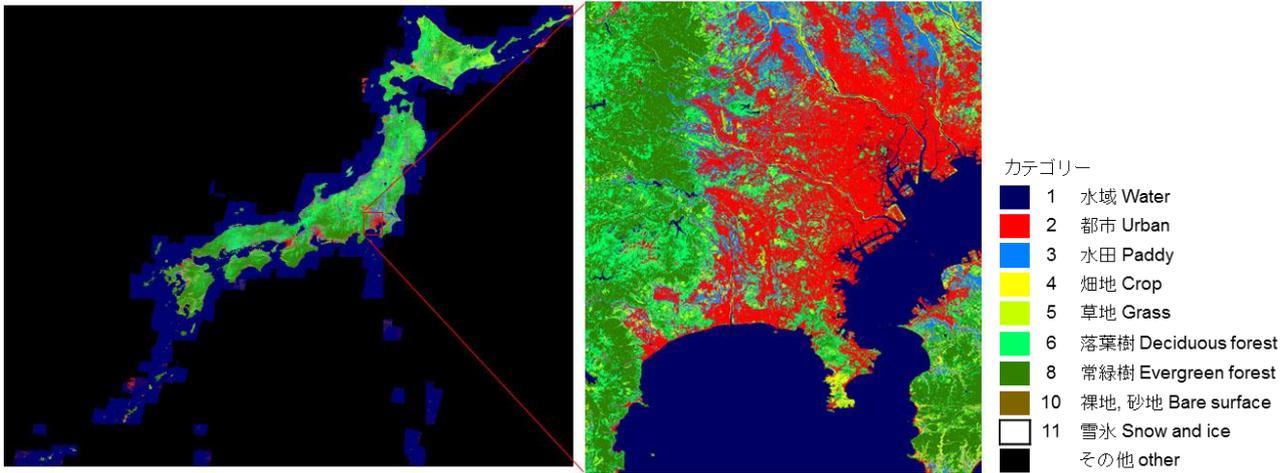


図 1: 高解像度土地利用土地被覆図(Ver.14.02)の例(左: 日本全域ブラウザ, 右: 関東地方の拡大)

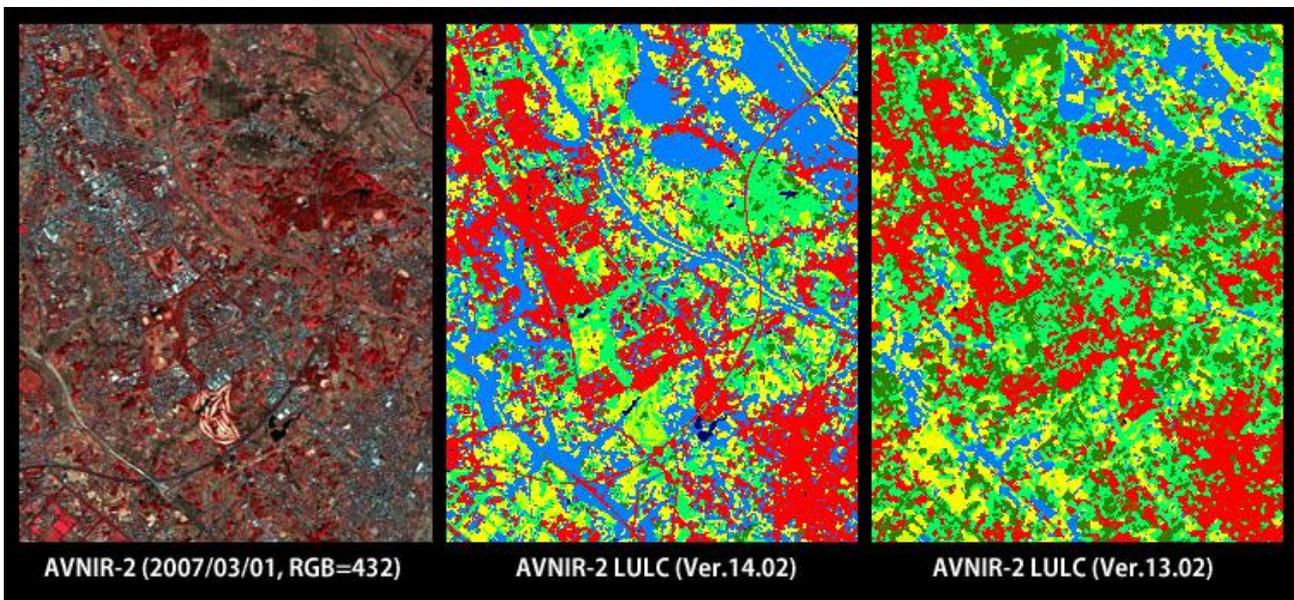


図 2: 高解像度土地利用土地被覆図の比較例
(左: 2007 年 3 月 1 日観測の AVNIR-2 画像, 中: Ver.14.02, 右: Ver.13.02)

本手法をシーン単位の AVNIR-2 高次プロダクトに適用し、算出された多時期のクラス事後確立を統合して 10m 解像度の土地被覆分類結果を得た後、3x3 画素の多数決フィルターによって 30m 解像度の土地被覆分類を作成した。

図 1 は作成した本プロダクトのブラウザ画像および関東地方の一部の拡大画像を示したものである。また、図 2 は茨城県つくば市付近の拡大図で Ver.14.02(中、本プロダクト)と Ver.13.02(右、前バージョン、右)を比較したものであり、参考として 2007 年 3 月 1 日観測の AVNIR-2 画像(左、RGB=Band4, 3, 2)を示している。本プロダクトは前バージョンと比較して都市や水田の分類が精度よくなっていることが定性的に分かる。

4. データ形式

- ・座標系: 緯度経度直交座標系(GRS80 楕円体高, ITRF94)
- ・格納単位: 緯度経度 1 度単位のグリッドタイル, 3,000 ピクセル×3,600 ライン
- ・解像度: ピクセル方向 0.000333 度, ライン方向 0.000278 度
- ・ファイル命名規約: 例えば, LC_N45E142.***は北緯 45 から 46 度, 東経 142 から 143 度を示す
- ・格納形式: Unsigned 8bit バイナリー形式もしくは GeoTIFF 形式

各画素のデジタル値は下記の分類カテゴリーを示す。

- 0: 未分類 (Unknown)
- 1: 水域 (Water)
- 2: 都市 (Urban)
- 3: 水田 (Paddy)
- 4: 畑地 (Crop)
- 5: 草地 (Grass)
- 6: 落葉樹 (Deciduous forest) – 将来的には落葉広葉樹
- 7: 未使用 (not used now) – 将来的には落葉針葉樹
- 8: 常緑樹 (Evergreen forest) – 将来的には常緑広葉樹
- 9: 未使用 (not used now) – 将来的には常緑針葉樹
- 10: 裸地 (Bare land)
- 11: 雪氷 (Snow and ice)
- 253: その他 (Other)
- 255: データなし (No data)

5. 精度検証

本プロダクトでは従来精度検証に利用してきた検証点情報を分類時の教師データとして使用したため、同じ検証点情報を用いて精度評価を行うことは正しくない。しかし、これまでの分類結果との比較の参考として、表1に同じ検証点情報による精度評価結果を求めた。また、表2は新規に取得した185点の検証点情報による精度評価結果をまとめたものである。この結果、教師情報として使用した検証点では約85%の分類精度を持つものの、他の場所では66%程度の分類精度となった。この原因としては、新規追加の検証点が従来検証点の少なかった北海道、東北、沖縄に限定されており、地域的な不均一性が寄与しているものと考えられる。

表1:従来 of 検証点(2,505点)における精度評価結果(参考)

		分類結果 (Result)									
		水域 (Water)	都市 (Urban)	水田 (Paddy)	畑地 (Crop)	草地 (Grass)	落葉樹 (Deciduous forest)	常緑樹 (Evergreen forest)	裸地 (Bare)	雪氷 (Snow ice)	Total
検証点 (Reference)	水域	385	1	0	1	2	0	0	1	2	98.21%
	都市	2	360	2	7	0	0	0	42	0	87.17%
	水田	2	3	347	38	5	5	0	23	0	82.03%
	畑地	0	4	26	200	10	10	0	16	0	75.19%
	草地	1	0	4	27	123	5	1	1	0	75.93%
	落葉樹	1	0	2	15	15	113	47	0	0	58.55%
	常緑樹	0	0	2	5	6	26	232	1	0	85.29%
	裸地	0	1	4	8	0	1	0	358	0	0.00%
	雪氷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
	Total	98.47%	97.56%	89.66%	66.45%	76.40%	70.63%	82.86%	81.00%	0.00%	84.96%

表2:新規追加 of 検証点(185点)における精度評価結果

		分類結果 (Result)									
		水域 (Water)	都市 (Urban)	水田 (Paddy)	畑地 (Crop)	草地 (Grass)	落葉樹 (Deciduous forest)	常緑樹 (Evergreen forest)	裸地 (Bare)	雪氷 (Snow ice)	Total
検証点 (Reference)	水域	22	2	0	0	0	0	0	0	0	91.67%
	都市	0	25	4	0	1	0	0	7	0	67.57%
	水田	0	0	10	4	0	0	0	2	0	62.50%
	畑地	0	0	0	10	7	1	0	0	0	55.56%
	草地	0	0	2	4	9	0	0	0	0	60.00%
	落葉樹	0	0	0	2	3	22	5	0	0	68.75%
	常緑樹	0	0	0	1	3	14	21	0	0	53.85%
	裸地	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0.00%
	雪氷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
	Total	100.00%	92.59%	62.50%	45.45%	39.13%	59.46%	80.77%	25.00%	0.00%	65.95%

6. ご利用に当たってのご注意

JAXA は利用者が本プロダクトを使用したことによる、あるいは原因と思われる問題について一切の責任を負いません。また、本プロダクトを用いて公の発表または印刷物に使用される場合は、元データは JAXA が提供の高次研究プロダクトを使用している旨を記述し、©JAXA をご明記下さい。

本プロダクトを無料でご使用頂けるのは非商業利用目的の場合に限定されます。商業利用目的でのご利用の場合にはお問合せ下さい。

7. 問合せ先

宇宙航空研究開発機構(JAXA) 地球観測研究センター(EORC)

ALOS 解析研究プロジェクト事務局 E-mail: aproject@jaxa.jp

〒305-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1

リファレンス

- 1) 国立環境研究所/GOSAT・OpenCLASTR プロジェクト <http://www.ccsr.u-tokyo.ac.jp/%7eclastr/index.html>
- 2) 橋本秀太郎, 田殿武雄, 小野里雅彦, 堀雅裕: 多時期光学観測データを用いた高精度土地被覆分類手法の開発, 日本リモートセンシング学会誌. (2013/11/25 掲載決定)

Appendix

JAXA で行っている AVNIR-2 大気・斜面補正の例

大気による多重散乱を考慮した地表面反射率は式(1)で表すことができる。

$$R_s = \frac{R_t - R_a}{t_0 \cdot t_1 + (R_t - R_a) \cdot S_a} \quad (1)$$

ここで, R_s : 地表面反射率, R_t : 大気上端(TOA)における反射率, R_a : 大気による散乱, t_0, t_1 : 透過率, S_a : 半球アルベド. 式(1)を変形すると,

$$R_t = R_a + \frac{t_0 \cdot t_1}{1 - S_a \cdot R_s} \cdot R_s \quad (2)$$

地形による効果を直達光成分と拡散光成分に分けて考えるために,

$$R_t = R_a + \frac{t_0 \cdot t_1}{1 - S_a \cdot R_s} \cdot R_s \cdot \gamma \quad (3)$$

$$\gamma = \frac{(1-r) \cdot \cos \theta_0 + r \cdot \cos \alpha}{\cos \theta_0} \quad (4)$$

ここで, θ_0 : 太陽天頂角, α : 斜面法線からの太陽天頂角.

$$\gamma = 1 + \left(\frac{\cos \alpha - \cos \theta_0}{\cos \theta_0} \right) \cdot r \quad (5)$$

r はいくつかのバリエーションが考え得るが, ここでは,

$$r = \frac{t_0^{\text{direct}}}{t_0} \quad (6)$$

としている. 透過率および R_a, S_a の算出にエアロゾルも考慮した一般的な大気を仮定したレイリー大気補正 (Pstar2b による)を求めている.