

地球観測衛星データを用いた  
SDG15.4.2(山地植生被覆指数)の  
試算について(最終報告)



2021年3月10日  
宇宙航空研究開発機構  
衛星利用運用センター  
特任担当役 石田 中

## 1 . 検討の経緯

## 2 . SDG15.4.2のメタデータ (2020年12月改訂版を反映)

- ・ Kapos山地分類データ
- ・ 欧州宇宙機関 気候変動イニシャチブ (ESA-CCI)土地被覆データ
- ・ 指標算出方法

## 3 . SDG15.4.2の試算結果

### 3.1 SDG15.4.2試算の実績

### 3.2 FAO試算結果の確認

- ・ FAO推計方法 (湿地を植生に含む) の検討
- ・ UTM地図投影法の適用方法の改善
- ・ 画素数によるSDG15.4.2試算

### 3.3 JAXA高解像度土地被覆データを用いたSDG15.4.2試算結果

- ・ 30m/50m分解能データによる試算の追加
- ・ UTM投影法の適用方法の改善、SRTM ( \* ) 90mデータに基づくKapos山地分類データの作成と適用
- ・ 画素数によるSDG15.4.2試算

\* スペースシャトル地形レーダ

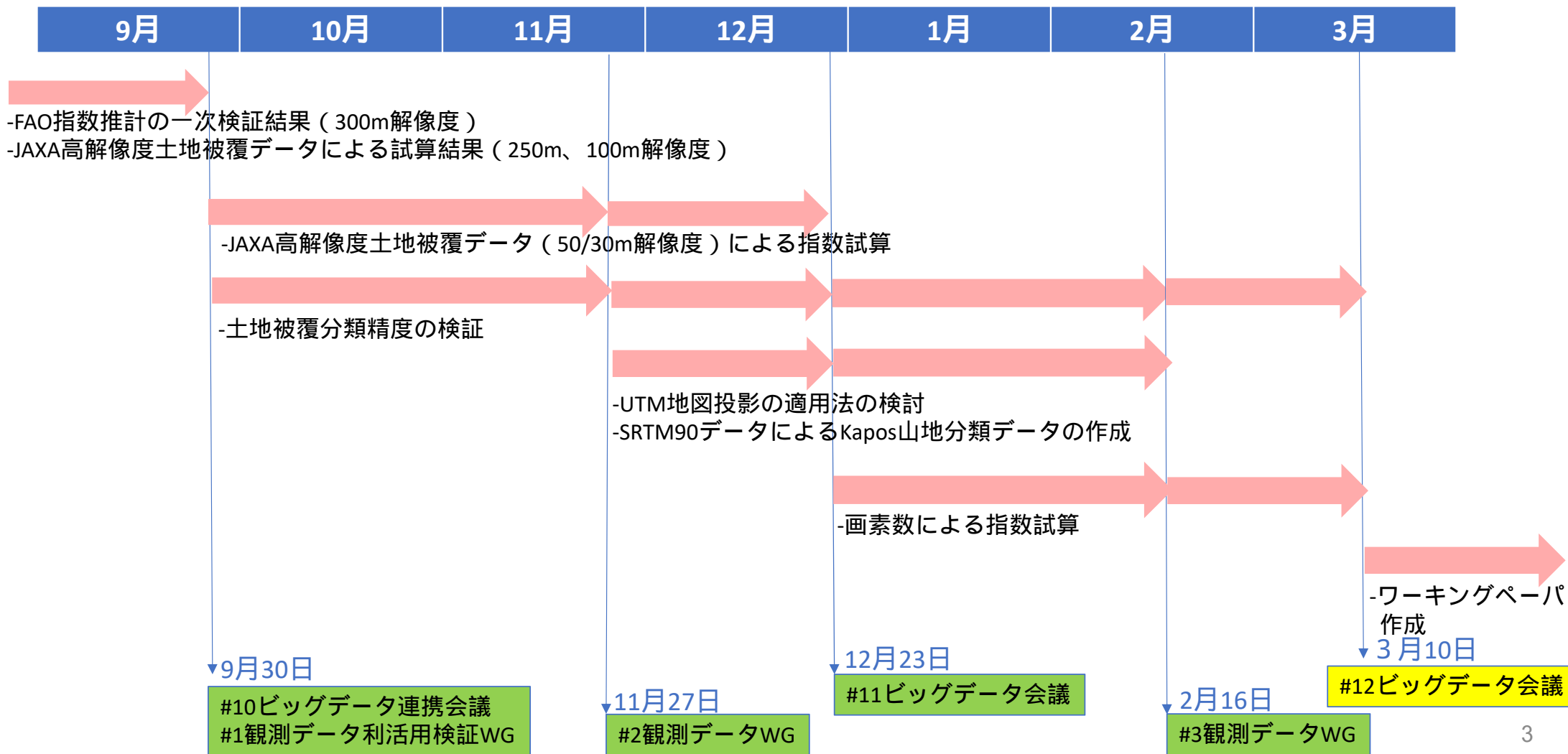
## 4 . 土地被覆分類の精度検証

(以下、ご参考)

- UTM座標の適用の差異による面積及び指数推計への影響
- 国土地理院 標高データ (10m分解能) を用いた山地分類とKapos山地分類の比較
- SRTM90mデータに基づくKapos山地分類データの作成 (全国)
- 国行政区分データの検討



# SDG15.4.2指標検討の経緯 (JAXA)





## SDG15.4.2 山地植生被覆指数 (MGCI)



### SDGターゲット15.4とSDG指標15.4.2

SDGターゲット15.4は、生物多様性を含む山地における生態系の保全を目的に、指標15.4.2として山地植生被覆指数 (MGCI: Mountain Green Cover Index)を設定している。

15.4: 2030年までに、持続可能な開発に必須の便益を提供する能力を強化するため、生物多様性を含む山地の生態系の保全を確実に行う。

15.4.2: 山地植生被覆指数 (MGCI)

*15.4: By 2030, ensure the conservation of mountain ecosystems, including their biodiversity, in order to enhance their capacity to provide benefits that are essential for sustainable development*

*15.4.2: Mountain Green Cover Index*



## SDG15.4.2 山地植生被覆指数 SDG15.4.2のメタデータに基づく試算



メタデータの方法論に従い、SDG15.4.2を試算した。

国連世界食糧農業機関（FAO）は、2000年、2010年、2015年及び2018年の山地植生被覆指数を算出し、各国政府に確認を要請している。2020年12月14日付けでメタデータが改訂されている。主な変更点は、土地被覆分類の湿地を植生に含めたこと、草地の一部分類を「その他」へ移動したこと、画素数に基づく算出手順を具体的に記述した等である。 <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-15-04-02.pdf>

### 1. 使用データ

#### 山地分類データ（Kapos等、2000年）

FAO Mountain PartnershipのHPにあるDOWNLOAD DATA SETS GIS raster Mountain area (430m解像度)

<http://www.fao.org/mountain-partnership/our-work/focusareas/foodsecurity/en/>

USGS Mountain Explorer Kapos classification (GME\_K1classes.zip) (250m解像度)

<https://rmgsc.cr.usgs.gov/outgoing/ecosystems/Global/>

#### 土地被覆分類データ

欧州宇宙機関 気候変動イニシャチブ (ESA CCI) 土地被覆データ (300m分解能、2000、2010、2015及び2018年)

<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/satellite-land-cover?tab=form>

#### 国行政区分データ

FAO全球行政区分レイヤ (GAUL)

<https://data.europa.eu/euodp/data/dataset/jrc-10112-10004>

### 2. 定義と算出方法

定義：  $\text{山地の植生被覆の面積} / \text{山地の面積} \times 100$

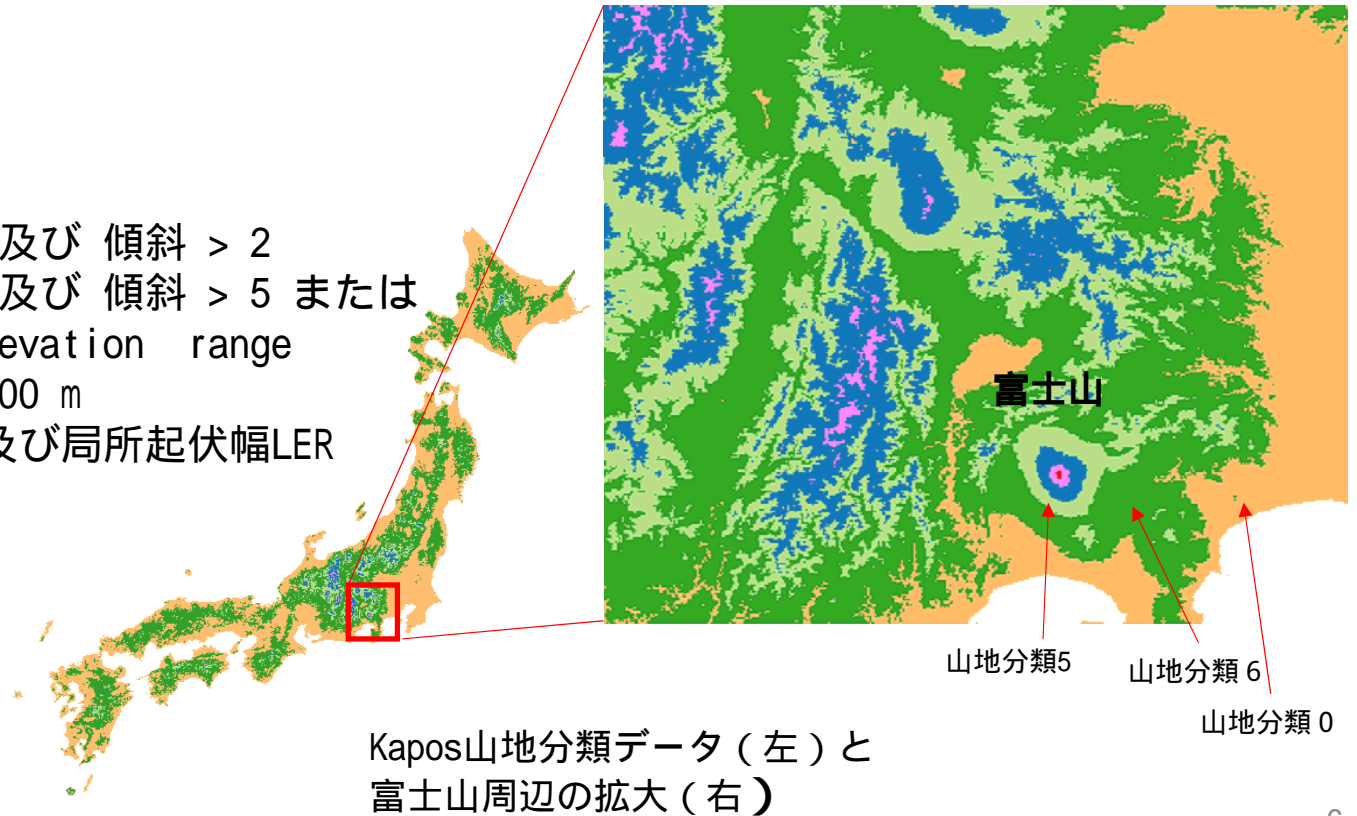
算出方法： 山地の植生被覆の画素数と山地の画素数の比率からゾーンヒストグラムを算出する。



Kapos等(2000)は、山地を標高、傾斜及び局所起伏幅 (Local Elevation Range) で山地を6分類している。Kapos山地分類データは、FAOのMountain Partnershipのホームページから国別にダウンロードが可能となっている。

### 山地分類 内容

- | 山地分類 | 内容   |
|------|--|
| 1    | 標高 > 4,500 m   |
| 2    | 標高 3,500 4,500 m   |
| 3    | 標高 2,500 3,500 m   |
| 4    | 標高 1,500 2,500 m 及び 傾斜 > 2   |
| 5    | 標高 1,000 1,500 m 及び 傾斜 > 5 または<br>局所起伏幅local elevation range<br>(LER 7 Km半径) > 300 m |
| 6    | 高度 300 1,000 m 及び局所起伏幅LER<br>(7 km半径) > 300 m  |
| 0    | 山地以外   |





## SDG15.4.2 山地植生被覆指数 ESA-CCI土地被覆データ



欧州宇宙機関気候変動イニシャチブ(ESA-CCI)データ(300m分解能)を使用して、土地被覆分類(22分類)をIPCC分類に適合させて植生エリアと非植生エリアに識別する。

その後、FAOが湿地を植生に含めて山地植生被覆指数を算出していることが判明し、最新メタデータに反映された。また最新メタデータでは、分類150～153(Sparse vegetation)が草地からその他に変更された。

表 最新メタデータ(2020年12月14日付)によるESA CCI分類の植生/非植生識別

ESA CCI 分類 (データ値)	IPCC 分類	植生 / 非植生
50, 60, 61, 62, 70, 71, 72, 80, 81, 82, 90, 100	森林	植生
110, 120, 121, 122, 130, 140	草地	植生
10,11, 12, 20, 30, 40	農作地	植生
160, 170, 180	湿地	植生
190	市街地	非植生
150, 151, 152, 153, 200, 201, 202, 210, 220	その他*	非植生

\*その他には、まばらな植生(Sparse vegetation),  
裸地、水域を含む



### 面積に基づく算出方法

FAO日本行政区分データにより、ESA CCI(全球)土地被覆分類データから日本域のデータを切り出し Kapos山地分類データから、QGISラスター計算機により各山地分類(1~6)のマスク画像を作成  
土地被覆分類データと各山地分類マスクをかけ算し、山地分類(1~6)毎に土地被覆分類データを作成  
ポリゴン変換の後、土地被覆分類毎の面積を算出(QGISのGroupStats機能を使用)  
IPCC分類に従い、植生被覆の面積を合計し、山地面積に対する植生被覆面積の割合を算出する。



### 画素数に基づく算出方法

上記の土地被覆データと各山地分類(1~6)のマスク画像から、QGISのゾーンヒストグラム機能を使用することにより各土地被覆分類毎の画素数を算出して、山地の総画素数に対する植生被覆の総画素数の割合を算出する。





## SDG15.4.2 山地植生被覆指数の試算実績

土地被覆データ	解像度	算出方法	地図投影法	山地分類データ	2000	2010	2015	2018			
欧州気候変動イニシヤチブ ESA CCIデータ	300m	面積比	UTM54		○	○	○	○			
	300m		UTM54/53/52		○		○				
	300m	画素数	地理座標		○	○	○	○			
JAXA高解像度土地被覆データ	250m	面積比	UTM54	Kapos-FAO (430m)		(2006-2011) ○	(2014-2016) ○				
	100m					○	○				
	50/30m					○ (50m)	○ (30m)				
	250m					○	○				
	100m					○	○				
	50/30m					○	○				
	250m	画素数	UTM54/53/52	Kapos-SRTM (90m)		○	○				
	100m					○					
	50/30m					○					
	250m				地理座標	Kapos-FAO (430m)		○	○		
	100m							○	○		
	250m						Kapos-USGS (250m)		○	○	(2018-2020) ○
	100m								○	○	○
100m	Kapos-SRTM (90m)			○	○	○					
50/30m				○	○						

## SDG15.4.2 山地植生被覆指数 ESA CCIデータによる2015年SDG15.4.2試算



ESA CCIデータを用いてKapos山地分類毎(1-6)の土地被覆割合と山地植生被覆指数(MGCI)の試算結果を以下に示す。**湿地を植生に含めることで、FAO推計に近い結果が得られた。**

IPCC分類	Kapos 山地分類									
	1	2	3	4	5	6				
森林	0	17.39	57.85	89.28	94.12	90.88				
農作地	0	78.26	40.74	8.76	4.74	8.05				
草地	0	0	0.79	1.21	0.44	0.11				
湿地	0	0	0.3	0.47	0.47	0.08				
市街地	0	0	0	0	0.02	0.52				
その他	0	4.34	0.3	0.26	0.18	0.34				
MGCI	0	95.65	99.38	99.42	99.26	99.73	99.30	99.77	99.05	99.13
MGCI all			99.07	99.23						

↑ 植生

↓ 非植生

↑ 植生 (FAO)

(参考)FAOの推計

IPCC class	Year 2015 Kapos mountain class					
	1	2	3	4	5	6
Forest	0.00	20.00	58.89	89.37	94.16	91.10
Cropland	0.00	66.67	33.57	6.34	3.01	4.94
Grassland	0.00	0.00	6.95	3.57	2.03	3.01
Wetland	0.00	0.00	0.35	0.40	0.48	0.08
Settlement	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.51
Other land	0.00	13.33	0.24	0.32	0.28	0.36
MGCI	0.00	86.67	99.76	99.68	99.69	99.13
MGCI all			99.23			



## SDG15.4.2 山地植生被覆指数

## ESA-CCI土地被覆データを用いたSDG15.4.2試算結果



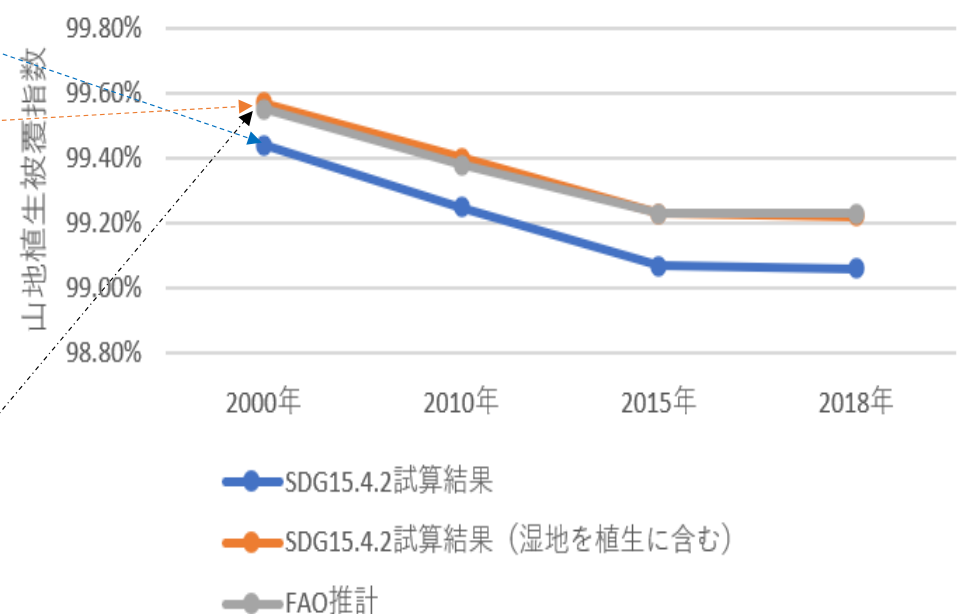
メタデータに従い、Kapos山地分類データ及びESA-CCI土地被覆データを用いてSDG15.4.2を試算した結果（2000、2010、2015および2018年）を以下に示す。FAOの推計結果と同様の結果を得た。

今回、UTM地図投影法に従い地域を3分割して試算した結果を以下に示す。

また、画素数に基づく試算結果も併せて示す（□内）。

年	2000年	2010年	2015年	2018年
SDG15.4.2 試算結果	99.44 %	99.25 %	99.07 %	99.06 %
同上(湿地を 植生に含む)	99.57%	99.40%	99.23%	99.22%
地図投影法に 従い地域を3分 割して計算	99.56%		99.23%	
画素数に基づく 試算結果	99.56%	99.38%	99.22%	99.22%
(参考) FAO推計結果	99.55 %	99.38 %	99.23 %	99.23 %

日本の山地植生被覆指数の変化



# 画素数に基づくMGCI算出ー欧州気候変動イニシャチブ (ESA-CCI) データ

	yea2000					year2010					year2015					year2018				
Kapos moutain class	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
(Number of pixels)																				
Forest	10	2226	85920	271896	1722427	10	2256	86391	271563	1723464	10	2355	86539	270660	1721682	10	2367	86177	270163	1719039
Cropland	22	1799	9157	12792	155001	22	1769	8553	12663	149462	22	1670	8408	13383	147636	22	1658	8672	13586	149916
Grassland	0	30	1193	721	1630	0	30	1269	1021	1994	0	30	1279	1040	2010	0	30	1369	1319	2313
Wetland	0	14	393	1175	1334	0	14	450	1307	1480	0	14	431	1418	1541	0	14	436	1424	1544
Settlement	0	0	1	2	2387	0	0	1	12	6395	0	0	1	54	9861	0	0	1	54	9909
Other land	3	10	272	760	6681	3	10	272	780	6665	3	10	278	791	6730	3	10	281	800	6739
(land cover-%)																				
Forest	28.57	54.57	88.64	94.62	91.16	28.57	55.31	89.12	94.51	91.21	28.57	57.73	89.27	94.19	91.12	28.57	58.03	88.90	94.02	90.98
Cropland	62.86	44.10	9.45	4.45	8.20	62.86	43.37	8.82	4.41	7.91	62.86	40.94	8.67	4.66	7.81	62.86	40.65	8.95	4.73	7.93
Grassland	0.00	0.74	1.23	0.25	0.09	0.00	0.74	1.31	0.36	0.11	0.00	0.74	1.32	0.36	0.11	0.00	0.74	1.41	0.46	0.12
Wetland	0.00	0.34	0.41	0.41	0.07	0.00	0.34	0.46	0.45	0.08	0.00	0.34	0.44	0.49	0.08	0.00	0.34	0.45	0.50	0.08
Settlement	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.02	0.52	0.00	0.00	0.00	0.02	0.52
Other land	8.57	0.25	0.28	0.26	0.35	8.57	0.25	0.28	0.27	0.35	8.57	0.25	0.29	0.28	0.36	8.57	0.25	0.29	0.28	0.36
MGCI	91.43	99.75	99.72	99.73	99.52	91.43	99.75	99.72	99.72	99.31	91.43	99.75	99.71	99.71	99.12	91.43	99.75	99.71	99.70	99.12
(Number of pixels)																				
Mountain area	35	4079	96936	287346	1889460	35	4079	96936	287346	1889460	35	4079	96936	287346	1889460	35	4079	96936	287346	1889460
Green Cover area	32	4069	96663	286584	1880392	32	4069	96663	286554	1876400	32	4069	96657	286501	1872869	32	4069	96654	286492	1872812
MGCI	0.9143	0.9975	0.9972	0.9973	0.9952	0.9143	0.9975	0.9972	0.9972	0.9931	0.9143	0.9975	0.9971	0.9971	0.9912	0.9143	0.9975	0.9971	0.9970	0.9912
Total mountain area			2277856					2277856					2277856					2277856		
Total green cover area			2267740					2263718					2260128					2260059		
MGCI all			99.5559					99.3793					99.2217					99.2187		

# SDG15.4.2 山地植生被覆指数

## JAXA高解像度土地利用土地被覆データを使用したSDG15.4.2試算結果

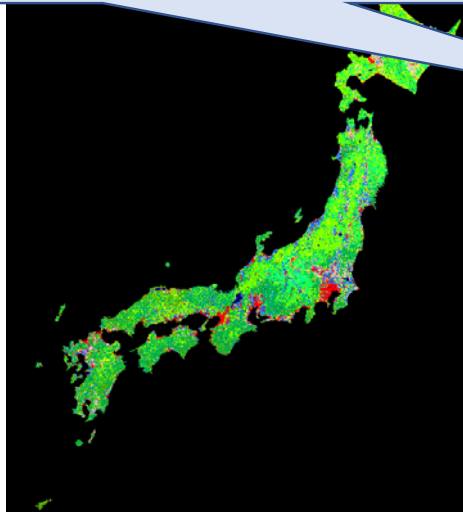


JAXA高解像度土地利用土地被覆データ(10分類、250m、100m、50/30m解像度版(オリジナルは10m/30m分解能))を使用してSDG15.4.2(2006~2011年、2014~2016年)を試算した。

100m解像度版データについて、地図投影法に応じて地域を3分割しかつSRTM90mデータから作成したKapos-SRTM山地分類データを使用して計算を行った。

全解像度版について、画素数に基づき指数を求めた。100m以下についてはKapos-SRTM山地分類データを使用

JAXA分類 (データ値)	IPCC 分類	植生/ 非植生
6, 7, 8, 9	森林	植生
5	草地	植生
3, 4	農作地	植生
該当なし	湿地	非植生
2	市街地	非植生
1, 10	その他	非植生



JAXA高解像度土地利用土地被覆図データ  
(10分類、250m解像度版、2014-2016年)

[https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/lulc/lulc\\_jindex.htm](https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/lulc/lulc_jindex.htm)

	山地分類 データ	土地被覆 データ 解像度	2006-2011	2014-2016	2018-2020
面積に基 づく試算	Kapos- FAO (430m)	250m	98.57 %	98.65 %	
		100m	98.37%	98.67%	
		100m	98.35%	98.63 %	
		50/30m	98.23%	98.61%	
		250m	98.51%	98.62%	
画素数に 基づく試算 結果	Kapos- USGS (250m)	250m	98.52%	98.63%	98.48%
		100m	98.33%	98.63%	98.30%
	Kapos- SRTM (90m)	100m	98.32%	98.63%	98.30%
		50/30m	98.22%	98.63%	
(参考) FAO推計		300m	(2010年) 99.38 %	(2015年) 99.23 %	(2018年) 99.23 %

# 画素数によるMGCI算出ーJAXA高解像度土地利用土地被覆データ (1/2)

## (250m, 100m, Kapos-USGS250m山地分類データ使用)

2006-2011年、250m解像度					
(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
Forest	0	46.06	83.95	92.15	93.17
Cropland	0	0.00	0.01	0.32	2.85
Grassland	0	3.43	7.69	6.32	2.91
Wetland	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Settlement	0	0.00	0.00	0.01	0.38
Other land	100	50.51	8.35	1.19	0.69
MGCI	0	49.49	91.64	98.79	98.93
(pixel)					
Mountain area	45	7163	172726	511960	3438965
Green Cover area	0	3545	158293	505776	3402252
MGCI	0.000000	0.494904	0.916440	0.987921	0.989324
Total mountain area	4130859				
Total green cover area	4069866				
MGCI all	98.5235				

2014-2016、250m解像度					
(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
Forest	0	27.67	86.85	93.20	91.00
Cropland	0	1.41	0.61	0.82	3.11
Grassland	0	12.37	9.01	5.04	4.69
Wetland	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Settlement	0	0.04	0.07	0.06	0.44
Other land	100	58.51	3.46	0.88	0.76
MGCI	0	41.45	96.47	99.06	98.80
(pixel)					
Mountain area	45	7163	172726	511957	3438794
Green Cover area	0	2969	166626	507137	3397476
MGCI	0.000000	0.414491	0.964684	0.990585	0.987985
Total mountain area	4130685				
Total green cover area	4074208				
MGCI all	98.6327				

2018-2020、250m解像度					
(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
Forest	0.00	31.40	88.95	96.69	93.89
Cropland	0.00	0.00	0.00	0.46	2.21
Grassland	0.00	3.57	6.58	2.09	2.55
Wetland	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Settlement	0.00	0.00	0.00	0.02	0.70
Other land	100.00	65.03	4.47	0.74	0.65
MGCI	0.00	34.97	95.53	99.24	98.65
(pixel)					
Mountain area	45	7163	172726	511960	3438965
Green Cover area	0	2505	164999	508088	3392555
MGCI	0.000000	0.349714	0.955264	0.992437	0.986505
Total mountain area	4130859				
Total green cover area	4068147				
MGCI all	98.4819				

2006-2011年、100m解像度					
(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
Forest	0	46.29	82.80	91.39	92.18
Cropland	0	0.01	0.02	0.38	3.01
Grassland	0	4.89	8.34	6.80	3.56
Wetland	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Settlement	0	0.01	0.00	0.03	0.44
Other land	100	48.79	8.84	1.39	0.81
MGCI	0.0000	51.2001	91.1588	98.5790	98.7508
(pixel)					
Mountain area	289	44787	1079385	3199495	21494238
Green Cover area	0	22931	983954	3154031	21225733
MGCI	0.000000	0.512001	0.911588	0.985790	0.987508
Total mountain area	25818194				
Total green cover area	25386649				
MGCI all	98.3285				

2014-2016年、100m解像度					
(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
Forest	0	28.07	86.78	93.18	90.98
Cropland	0	1.43	0.60	0.82	3.12
Grassland	0	12.74	9.03	5.05	4.69
Wetland	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Settlement	0	0.04	0.06	0.06	0.44
Other land	100	57.72	3.53	0.88	0.77
MGCI	0.0000	42.2422	96.4138	99.0563	98.7930
(pixel)					
Mountain area	289	44787	1079385	3199482	21493323
Green Cover area	0	18919	1040676	3169288	21233894
MGCI	0.000000	0.422422	0.964138	0.990563	0.987930
Total mountain area	25817266				
Total green cover area	25462777				
MGCI all	98.6269				

2018-2020年、100m解像度					
(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
Forest	0	31.444392	87.765348	95.90421	93.007385
Cropland	0	0	0.005744	0.509016	2.3811484
Grassland	0	4.7424476	7.2855376	2.67767	3.0895321
Wetland	0	0	0	0	0
Settlement	0	0	0.0007412	0.04229	0.8007921
Other land	100	63.81316	4.9426294	0.866812	0.7211429
MGCI	0	36.18684	95.056629	99.0909	98.478065
(pixel)					
Mountain area	289	44787	1079385	3199311	21490471
Green Cover area	0	16207	1026027	3170226	21163400
MGCI	0	0.3618684	0.9505663	0.990909	0.9847806
Total mountain area	25814243				
Total green cover area	25375860				
MGCI all	98.3018				

# 画素数によるMGCI算出ーJAXA高解像度土地利用土地被覆データ (2/2)

## (100m, 50/30m, Kapos-SRTM90m山地分類データ使用)

2006-2011年、100m解像度					
(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
Forest	0	45.55	82.85	91.43	92.44
Cropland	0	0.01	0.02	0.37	2.86
Grassland	0	4.74	8.31	6.80	3.46
Wetland	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Settlement	0	0.01	0.00	0.03	0.45
Other land	100	49.69	8.82	1.37	0.80
MGCI	0	50.30	91.18	98.60	98.76
(pixel)					
Mountain area	258	44721	1082192	3139961	20415067
Green Cover area	0	22496	986740	3096105	20161461
MGCI	0.0000	0.5030	0.9118	0.9860	0.9876
Total mountain area	24682199				
Total green cover area	24266802				
MGCI all	98.3170				

2014-2016年、100m解像度					
(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
Forest	0.00	26.22	86.76	93.22	91.31
Cropland	0.00	1.43	0.60	0.81	2.94
Grassland	0.00	12.83	9.10	5.03	4.55
Wetland	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Settlement	0.00	0.02	0.06	0.06	0.44
Other land	100.00	59.49	3.47	0.88	0.75
MGCI	0.00	40.48	96.47	99.06	98.80
(pixel)					
Mountain area	258	44721	1082192	3139948	20414257
Green Cover area	0	18105	1044002	3110502	20170198
MGCI	0.0000	0.4048	0.9647	0.9906	0.9880
Total mountain area	24681376				
Total green cover area	24342807				
MGCI all	98.6282				

2018 - 2020年、100m解像度					
(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
Forest	0.00	30.72	87.83	95.94	93.29
Cropland	0.00	0.00	0.01	0.50	2.24
Grassland	0.00	4.69	7.27	2.65	2.96
Wetland	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Settlement	0.00	0.00	0.00	0.04	0.80
Other land	100.00	64.59	4.90	0.86	0.72
MGCI	0.00	35.41	95.10	99.10	98.48
(pixel)					
Mountain area	258	44811	1082223	3196944	20415334
Green Cover area	0	15867	1029189	3168120	20105498
MGCI	0.0000	0.3541	0.9510	0.9910	0.9848
Total mountain area	24739570				
Total green cover area	24318674				
MGCI all	98.2987				

2006-2011年、50m解像度					
(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
Forest	0.00	45.94	82.15	90.93	91.86
Cropland	0.00	0.02	0.03	0.41	2.87
Grassland	0.00	5.77	8.81	7.14	3.93
Wetland	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Settlement	0.00	0.02	0.01	0.04	0.47
Other land	100.00	48.25	9.01	1.48	0.87
MGCI	0.00	51.73	90.99	98.48	98.66
(pixel)					
Mountain area	1068	179468	4325251	12785192	81670042
Green Cover area	0	92837	3935431	12590424	80579109
MGCI	0.0000	0.5173	0.9099	0.9848	0.9866
Total mountain area	98961021				
Total green cover area	97197801				
MGCI all	98.2183				

2014-2016年、30m解像度					
(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
Forest	0.00	26.92	86.79	93.21	91.31
Cropland	0.00	1.41	0.60	0.81	2.94
Grassland	0.00	12.81	9.07	5.04	4.55
Wetland	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Settlement	0.00	0.03	0.06	0.06	0.44
Other land	100.00	58.83	3.47	0.88	0.75
MGCI	0.00	41.14	96.47	99.06	98.80
(pixel)					
Mountain area	2899	498477	12017187	35514681	226841894
Green Cover area	0	205052	11593098	35181342	224129669
MGCI	0.0000	0.4114	0.9647	0.9906	0.9880
Total mountain area	274875138				
Total green cover area	271109161				
MGCI all	98.6299				

# SDG15.4.2 山地植生被覆指数 土地被覆分類の精度検証



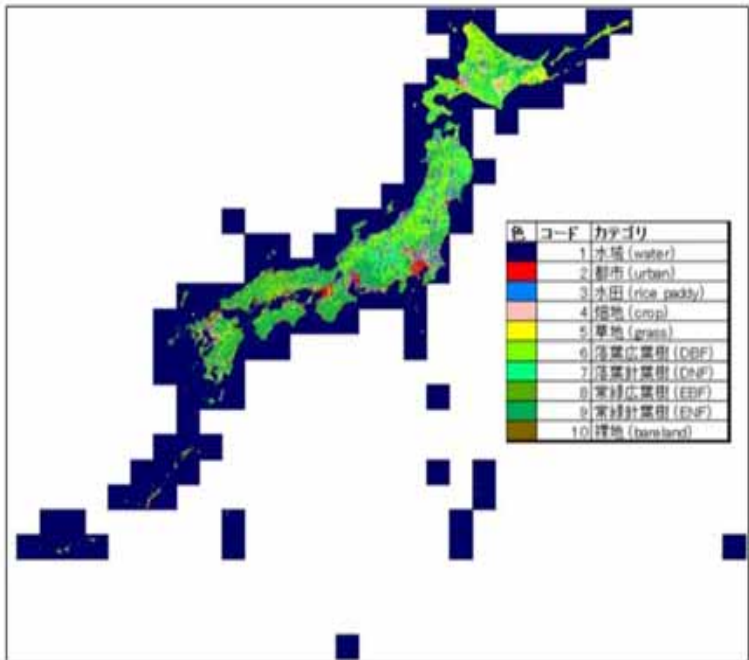
JAXAは、教師情報とは独立の約3,000箇所の検証情報を用いて、高解像度土地利用土地被覆図データ (v18.03, 2014-2016, 30m分解能) の精度検証を行った結果、10カテゴリで全体精度81.6%を得ている。

V16.09, 2006-2011, 10m分解能データについては、約1400点箇所の検証情報を用いて、10カテゴリで全体精度78.0%。

V21.03, 2018-2020, 10m分解能データについては、約2700か所の検証情報を用いて、12カテゴリで全精度精度84.8%を得た。

[https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/lulc/lulc\\_jindex\\_v1803.htm](https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/lulc/lulc_jindex_v1803.htm)

表1 コンフュージョンマトリクス (v18.03)

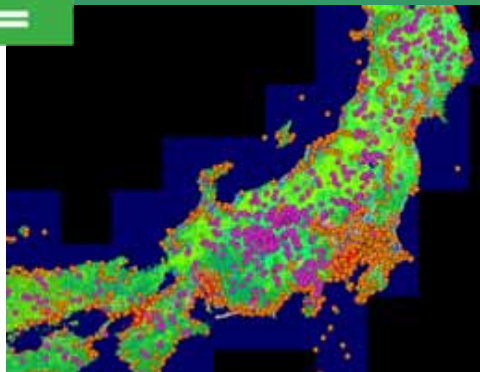


		Validation										User's accuracy (%)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		TOTAL
Classified	1	276	1	1	0	0	0	0	1	3	0	282	97.9
	2	3	247	2	7	1	0	0	0	0	35	295	83.7
	3	0	5	284	5	1	1	1	0	0	1	298	95.3
	4	1	3	31	218	26	4	3	1	1	6	294	74.1
	5	0	2	6	14	240	14	0	8	0	5	289	83.0
	6	0	0	0	0	9	236	29	13	11	0	298	79.2
	7	0	0	0	1	4	24	252	4	14	0	299	78.6
	8	0	1	0	1	2	15	7	207	49	0	282	73.4
	9	0	0	0	0	1	6	4	24	264	0	299	88.3
	10	15	43	6	14	23	8	3	6	7	161	286	56.3
TOTAL		295	302	330	260	307	308	299	264	349	208	2,922	---
Producer's accuracy (%)		93.6	81.8	86.1	83.8	78.2	76.6	84.3	78.4	75.6	77.4	---	Overall accuracy: 81.6%





# SDG15.4.2 山地植生被覆指数 土地被覆分類(山地)の精度検証



今回、山地の検証箇所を抽出して、山地の土地被覆分類のコンフュージョンマトリックスを作成した。

2014-2016年、250m解像度版で全体精度が66.1%、100m解像度版で73.4%を得た。

2014-2016年高解像度土地被覆図データ (ver18.03)の検証箇所  
山地の検証箇所(紫)と非山地の検証箇所(オレンジ色)を含む

表 2014-2016年、250m土地被覆図データ(山地)のコンフュージョンマトリックス

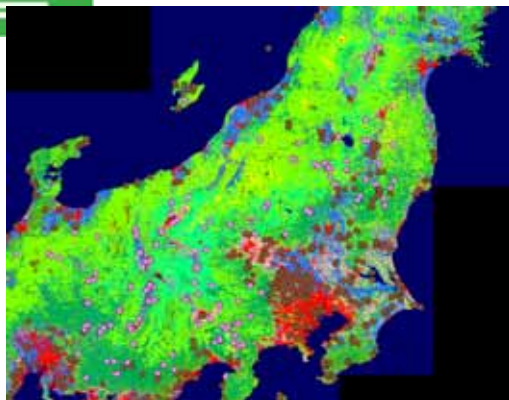
		Validation											Total	User's accuracy (%)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
Classified	1	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	100.0	
	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14	50.0	
	3	2	2	6	2	1	0	0	0	0	0	2	15	40.0	
	4	0	1	2	20	1	1	0	0	1	1	27	74.1		
	5	0	0	0	5	51	7	6	1	0	3	73	69.9		
	6	4	0	0	1	12	116	31	5	10	1	180	64.4		
	7	0	0	1	5	4	37	168	0	6	8	229	73.4		
	8	0	0	0	1	0	6	1	8	17	0	33	24.2		
	9	1	0	0	0	3	31	16	17	95	2	165	57.6		
	10	0	0	1	0	1	2	0	0	0	29	33	87.9		
	Total	36	10	10	34	73	200	222	31	129	53	798			
Producer's accuracy		80.6	70.0	60.0	58.8	69.9	58.0	75.7	25.8	73.6	54.7		66.1		

実際 (validation)				実際 (validation)				
分類	classified	非植生	植生	合計	分類	classified	非植生	植生
		非植生	72	4			76	非植生
植生	27	695	722	植生	0.27273	0.99428		
合計	99	699	798	合計	1	1		



## SDG15.4.2 山地植生被覆指数 土地被覆分類(山地)の精度検証



2014-2016年及び2006-2011年について、解像度250m、100m及び30m/50mの土地被覆データ(山地)の分類精度を求めた。解像度が高いほど、高い分類精度が得られた。

2006-2011年高解像度土地被覆図データ(ver16.09)の検証箇所  
山地の検証箇所(紫)と非山地の検証箇所(茶色)を含む

年	解像度	検証サイト数	10分類精度 (%)	植生・非植生 分類精度(%)
2014 - 2016	250m	798	66.1	96.12
	100m	798	73.4	98.12
	30m	798	76.9	98.75
2006-2011	250m	299	53.7	90.64
	100m	299	75.3	97.32
	50m	299	79.6	97.65



- 最新メタデータに基づき、FAOの推計結果を確認することができた。
- JAXAの高分解能土地利用土地被覆データを使用して山地植生被覆指数を試算したところ、FAO推計結果よりも小さい結果を得た。
- 教師情報とは独立の検証情報を用いて、コンフュージョンマトリックスを作成、土地被覆分類の精度を検証した。
- UTM地図投影法の適用法の改善やSRTM90mデータによるKapos山地分類データを作成して、指数算出の精度向上を検討し、その精度向上を確認した。
- 土地被覆データの解像度が高いほど、分類精度が高く指数が小さくなる傾向があり、高解像度のデータを使用すべきと考えられる。使用する山地分類データについても同様である。

- データの評価
  - 土地被覆分類データ  
国独自の土地被覆データが精度検証の観点から有用であり、検証データとともに定期的な土地被覆データの整備が必要と考えられる。特に国土が狭く土地利用が複雑な日本の場合、高解像度の土地被覆データが必要。今回、欧州宇宙機関の気候変動データセット（300m）に比較して、JAXA高解像度土地利用土地被覆データの優位性（分解能、精度及び検証データの入手性）と課題（頻度、継続性）が確認できた。
  - Kapos山地分類データ  
FAO及びUSGSから提供されているKapos山地分類データ（430m及び250m解像度）に関しては、日本の山地分類のためには、より高分解能のデータが必要と考えられる。今回、SRTM90mデータを基にKapos山地分類データ（Kapos-SRTM：90m解像度）を作成した。より高い解像度が好ましいことから今後SRTM30mデータや国土地理院10m標高データ等を用いた山地分類データの作成を検討したい。
  - 国行政区分データ  
FAOの全球行政区分データ（Gaul）は、北方領土や先島諸島、小笠原諸島の硫黄列島他が含まれておらず適当でないと考えられる。  
今回、主として地球地図を使用した。今後は国土地理院様から提供された海岸線データを最大限活用したい。
- 指数算出方法の評価
  - 山地と植生被覆の面積の比率による方法と画素数の比率による試算を行った。
  - 面積の比率による方法は、面積推定のために地図投影が必要であり、地図投影の末端の誤差や、データ変換に伴う誤差が生じる。その点、画素数による方法は、地理座標系で地図投影が不要であり、その分誤差も少なく、データ解析もシンプルで作業の所要時間も少なく、推奨される。



- SDG15.4.2算出に関する今後の課題を以下に示す。
  - 高解像度・高頻度の全国土地被覆データの継続的作成
  - 土地被覆データの検証データの収集及び更新
  - Kapos山地分類データの高解像度化



## (参考) SDG15.4.2 山地植生被覆指数

### UTM座標の適用の差異による面積と指数算出への影響



第52帯 第53帯 第54帯



日本周辺におけるUTM座標の適用区域（概念）



国土数値情報の行政区画（ポリゴン）データ（世界測地系、令和2年）を使用して、UTM座標系の適用の差異による国土面積算出結果を比較した。

UTM第54帯を共通的に適用した場合と、地方毎に異なるUTM座標系を適用した場合で、全国面積で0.5%程度の差異が生じる。

対象	UTM第54帯を共通的に適用した場合の算出面積(km <sup>2</sup> )	異なるTUM座標系を適用した場合の算出面積(km <sup>2</sup> )		面積の変化率
		適用したUTM座標系	面積(km <sup>2</sup> )	
全国	379325			
北海道	83428	第54帯	83428	1
東北	66900	第54帯	66900	1
関東	32420	第54帯	32420	1
中部	72692	第53帯	72638	0.9993
近畿	27506	第53帯	27332	0.9937
中国	32342	第53帯	31932	0.9873
四国	19016	第53帯	18798	0.9885
九州	43183	第52帯	42228	0.9779
沖縄	1927	第52帯	1834	0.9517
合計	379414	第52帯	377510	0.9950

## (参考) SDG15.4.2 山地植生被覆指数

### UTM座標の適用の差異による面積と指数算出への影響



UTM座標系に沿って、日本を3つの地域に分割して、UTM座標帯の適用の山地及び植生被覆の面積推定と山地植生指数への影響を検討した。山地植生指数の推計において0.02%の差が生じた。

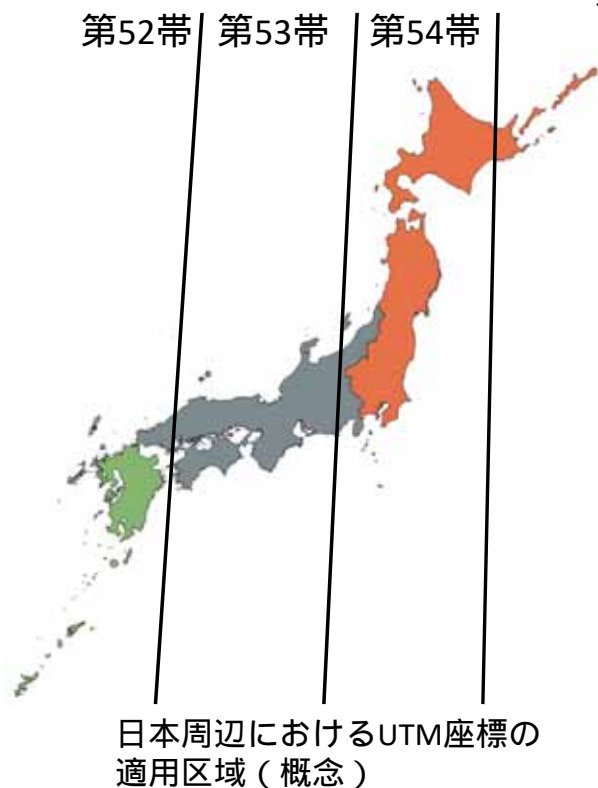


表1 UTM座標第54帯を共通的に適用した場合の面積と山地植生指数

	九州、沖縄	中国、四国、近畿、中部	北海道、東北、関東	
UTM座標帯	第54帯	第54帯	第54帯	合計
山地面積(km <sup>2</sup> )	15550.41	82336.65	76638.74	174525.80
植生被覆面積	15470.86	80843.30	75821.33	172135.49
山地植生指数	0.9949	0.9819	0.9893	<b>0.9863</b>

表2 UTM座標第52帯、53帯、54帯をそれぞれ適用した場合の面積と山地植生指数

	九州、沖縄	中国、四国、近畿、中部	北海道、東北、関東	
UTM座標系	第52帯	第53帯	第54帯	合計
山地面積(km <sup>2</sup> )	15550.41	81934.23	76638.74	174123.38
植生被覆面積	15435.49	80443.24	75821.33	171700.06
山地植生指数	0.9926	0.9818	0.9893	<b>0.9861</b>

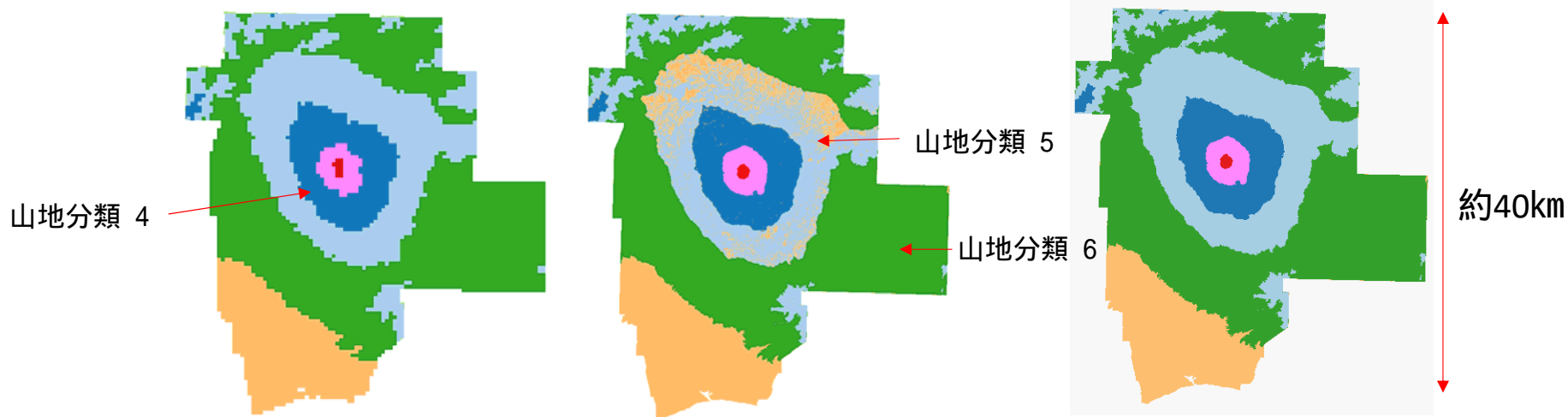
## (参考) SDG15.4.2 山地植生被覆指数

国土地理院 標高データ (10m分解能) を用いた山地分類とKapos山地分類との比較



富士山周辺地域について、Kapos山地分類 (左)、Kapos等 (2000) の定義に沿って標高と傾斜の条件で国土地理院標高データ (10m分解能) により分類した結果 (中央)、さらに標高のみの条件で国土地理院標高データにより分類した結果 (右) を示す。

山地分類	Kapos山地分類データ		国土地理院 標高データ10m		同左 (ただし標高のみで分類)	
	面積(km <sup>2</sup> )	面積比率 (%)	面積	面積比率	面積	面積比率
0	156.43	13.43	232.83	19.99	162.75	13.99
2	1.94	0.17	1.79	0.15	1.79	0.15
3	18.91	1.62	19.85	1.70	19.85	1.71
4	103.40	8.88	101.40	8.71	101.71	8.74
5	332.65	28.56	253.23	21.74	322.05	27.68
6	551.29	47.34	555.52	47.70	555.47	47.74
	1164.62	100.00	1164.62	100.00	1163.61	100.00



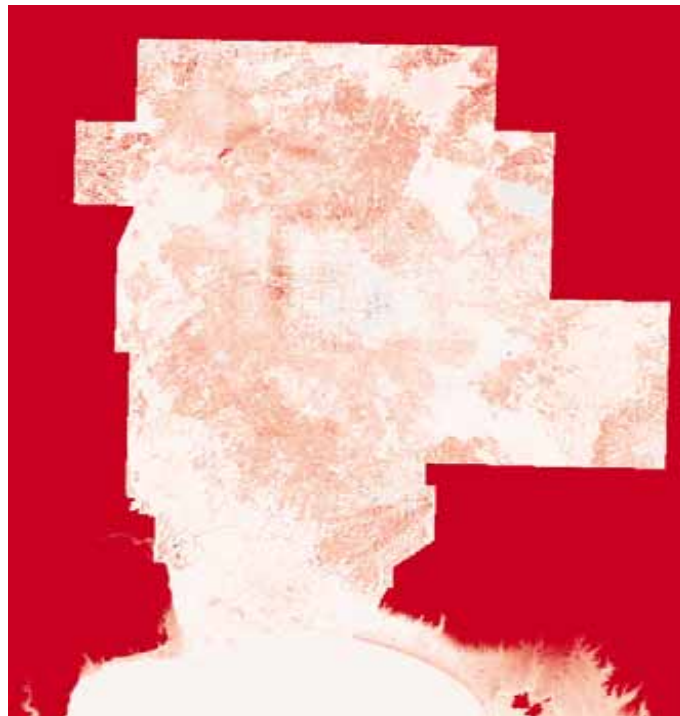
富士山周辺域のKapos山地分類画像 (左) 国土地理院標高データ (標高と傾斜) による山地分類画像 (中央) 同左 (標高データのみで分類)



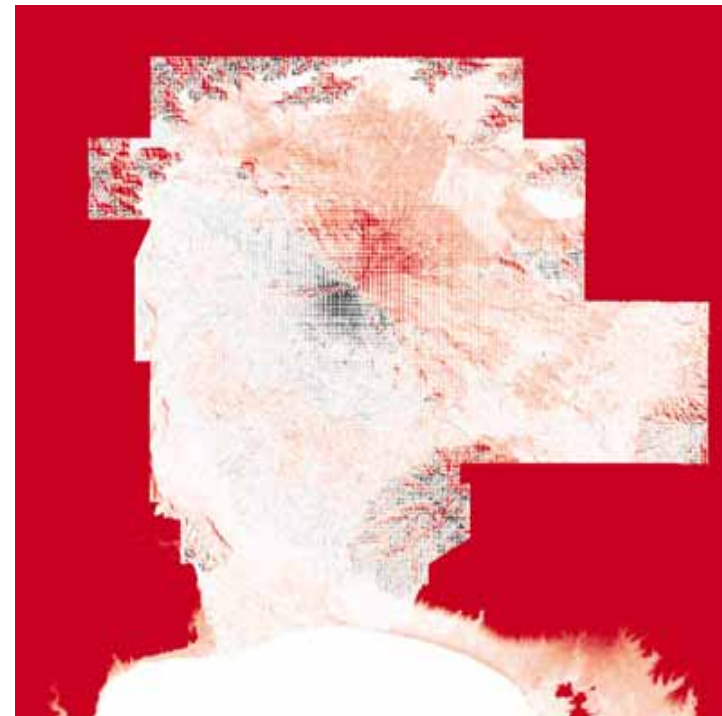
## (参考) AW3D、SRTM30、国土地理院10mDEMの比較 (富士山周辺)

- ALOS全球数値地表モデル (AW3D、30m解像度), SRTM30 (30m解像度), 国土地理院10mDEMの差分を以下に示す。高度差を-50m (黒) から +50m (赤) で表現している。
- AW3D-国土地理院10mDEMからはDSMとDEMの差異が見える。SRTM30と国土地理院10mDEMの差分からは、SRTMのレーダの照射方向の影響と思われる富士山の東西で系統的な高度差を見ることができる。

AW3D - 国土地理院10mDEM

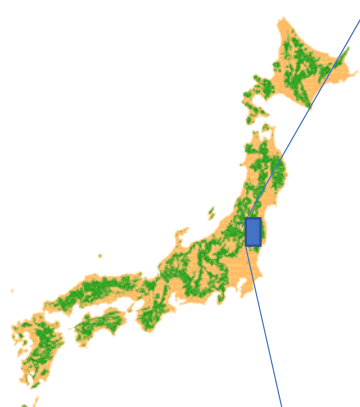


SRTM30m - 国土地理院10mDEM

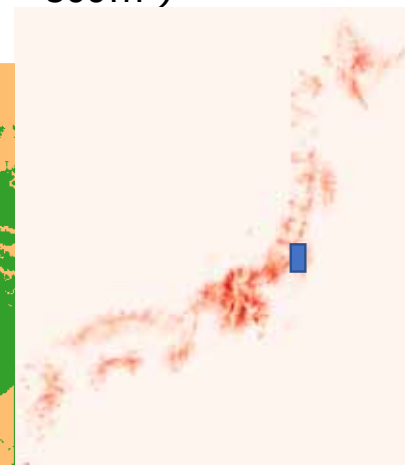
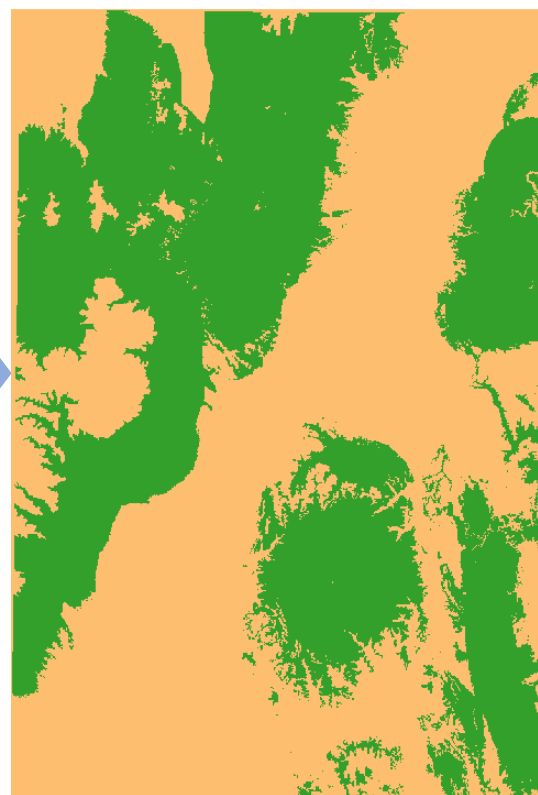
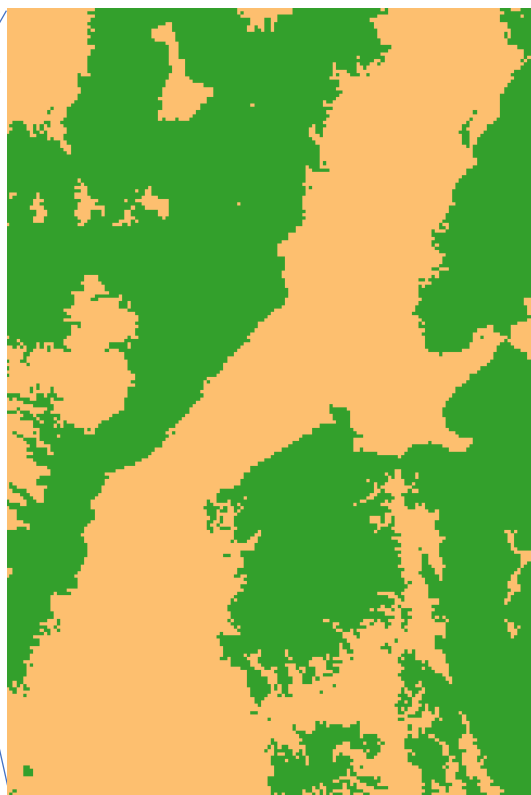


## (参考) SDG15.4.2 山地植生被覆指数 Kapos山地分類データの再現

- 局所起伏幅を算出するツールの作成により、スペースシャトル地形ミッション SRTM90mデータからKapos山地分類を再現できた。(ただし100×200km程度)
- Kapos山地分類 #6 (高度300m - 1000m及び局所起伏幅LER (7km半径において > 300m))



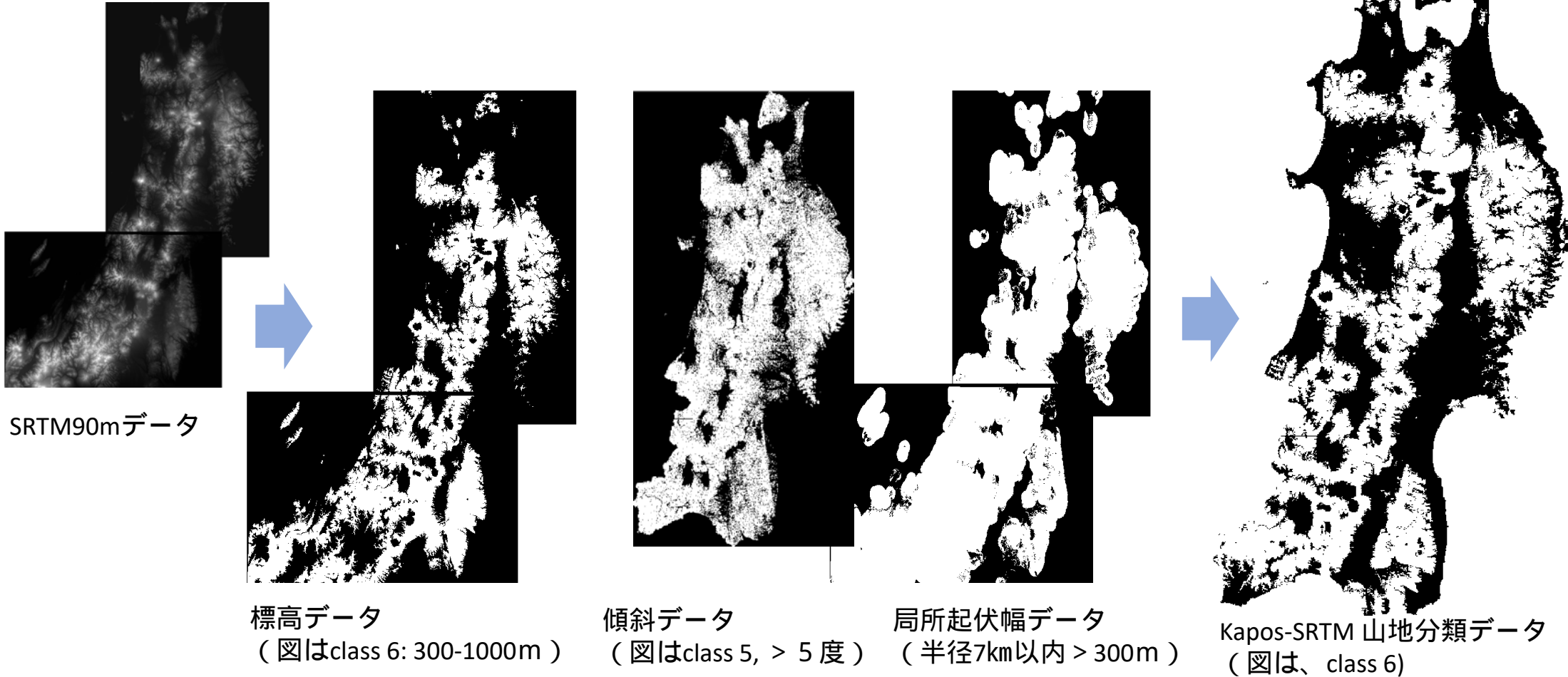
Kapos山地分類 #6  
(福島県白河市付近)  
FAO Mountain Partnership  
HPより



同左  
SRTM90mデータ  
より算出

## (参考) SRTM90m データに基づく Kapos山地分類データ (Kapos-SRTM)の作成

- スペースシャトルレーダ地形データSRTM90mデータを用いて、高度、傾斜及び局所起伏幅 (LER)\* を計算、さらにこれらのデータから全国のKapos山地分類データを作成した。



\*川北 衛星利用運用センター技術領域主幹 (防災担当) が、ツールを開発、同氏所有GPU計算機を用いてLERデータを算出したことを感謝する。

## (参考) 国行政区分データ

- 国の行政区分データとしてFAOは、全球行政区分レイヤ (GAUL)を使用しているが、北方領土や小笠原諸島、その他小さな島が欠落しており適当でないと考えられる。
- そのため地球地図 (解像度1km) をデータの切出し等に使用した。最近の埋め立て地が反映されていない等の問題はあるが、内陸の山地を解析するうえでは問題ないと考えられる。
- 今回、国土地理院様から高解像度の海岸線データを提供いただきました。感謝申し上げます。今後のSDG指標の算出に有効活用させていただきます。



FAO全球行政区分ヤイヤ  
( GAUL)



地球地図上にKapos山地データを  
表示



国土地理院提供海岸線データ

# (参考) SDG15.4.2算出に利用可能なデータ



土地被覆データ		対象域	対象期間	分解能	分類数	使用衛星データ
ESA-CCI 土地被覆データ	全球	1992 - 2018年の各 年	300m	22	AVHRR, SPOT, PROBA-V, MERIS, Sentinel-3	
JAXA高解像度土 地利用土地被覆 図データ	日本域	2014 - 2016年 (メインは2015年)	30m, 100m, 250m, 500m	10	Landsat-8/OLI, ALOS-2/PALSAR-2	
		2006 - 2011年 (メインは2010年)	10m, 50m, 100m, 250m, 500m	10	ALOS/AVNIR-2/PRISM, ALOS-2/PALSAR-2	
		2018 - 2020年 (メインは2020年, 3月5日 公開)	10m, 50m, 100m, 250m, 500m	10-12	Sentinel-2, Landsat-8/OLI, ALOS-2/PALSAR-2	
標高データ		対象域	分解能	標高精度	作成方法	
国土地理院 基盤地図情報標高データ		日本域	10m	5m以内	基本測量	
ALOS全球数値地表モデル(AW3D30 DSM)		全球	30m	5m以内	ALOS/PRISM	
SRTM90m データ		+/-60緯度	90m	約5m	スペースシャトル地形ミッション (SRTM)	
行政区分データ		対象域	分解能	作成方法	備考	
FAO全球行政区分レイヤ (GAUL)		全球	1km以上	各国情報と衛星データ		
国土地理院提供海岸線データ		日本域	10m以上	基本測量		
国土交通省国土数値情報行政区分データ		日本域	10m程度	同上		
地球地図		全球	1km	各国情報と衛星データ		

# (参考) IPCC/ESA-CCI/JAXA土地被覆分類の対応関係



IPCC土地被覆分類		ESA-CCI土地被覆分類 *1		JAXA高解像度土地利用土地被覆データ	
1. 農地		10, 11, 12	Rainfed cropland	4	畑地(crops)
		20	Irrigated cropland	3	水田(Rice paddy)
		30	Mosaic cropland (>50%) / natural vegetation (tree, shrub, herbaceous cover) (<50%)		
		40	Mosaic natural vegetation (tree, shrub, herbaceous cover) (>50%) / cropland (< 50%)		
2. 森林		50	Tree cover, broadleaved, evergreen, closed to open (>15%)	8	常緑広葉樹(DBF)
		60, 61, 62	Tree cover, broadleaved, deciduous, closed to open (> 15%)	6	落葉広葉樹(DNF)
		70, 71, 72	Tree cover, needleleaved, evergreen, closed to open (> 15%)	9	常緑針葉樹(ENF)
		80, 81, 82	Tree cover, needleleaved, deciduous, closed to open (> 15%)	7	落葉針葉樹(DNF)
		90	Tree cover, mixed leaf type (broadleaved and needleleaved)		
		100	Mosaic tree and shrub (>50%) / herbaceous cover (< 50%)		
		160	Tree cover, flooded, fresh or brakish water		
		170	Tree cover, flooded, saline water		
			11 *2	竹林 (Bamboo)	
3. 草地		110	Mosaic herbaceous cover (>50%) / tree and shrub ((<50%)		
		130	Grassland	5	草地 (Grassland)
4. 湿地		180	Shrub or herbaceous cover, flooded, fresh-saline or brakish water		
5. 居住地		190	Urban	2	都市 (Urban)
6. その他	Shrubland	120, 121, 122	Shrubland		
	Sparce vegetation	140	Lichens and mosses		
		150, 151, 152, 153	Sparse vegetation (tree, shrub, herbaceous cover)		
	Bare area	200, 201, 202	Bare areas	10	裸地 (Bare land)
	Water	210	Water	1	水域 (Water)
				12 *2	ソーラパネル (Aolar panel)

\*1: [http://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/download/ESACCI-LC-Ph2-PUGv2\\_2.0.pdf](http://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/download/ESACCI-LC-Ph2-PUGv2_2.0.pdf)

\* 2 : Ver21.03 (2018-2020年) のみ