

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



2021年2月16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

- ・ 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

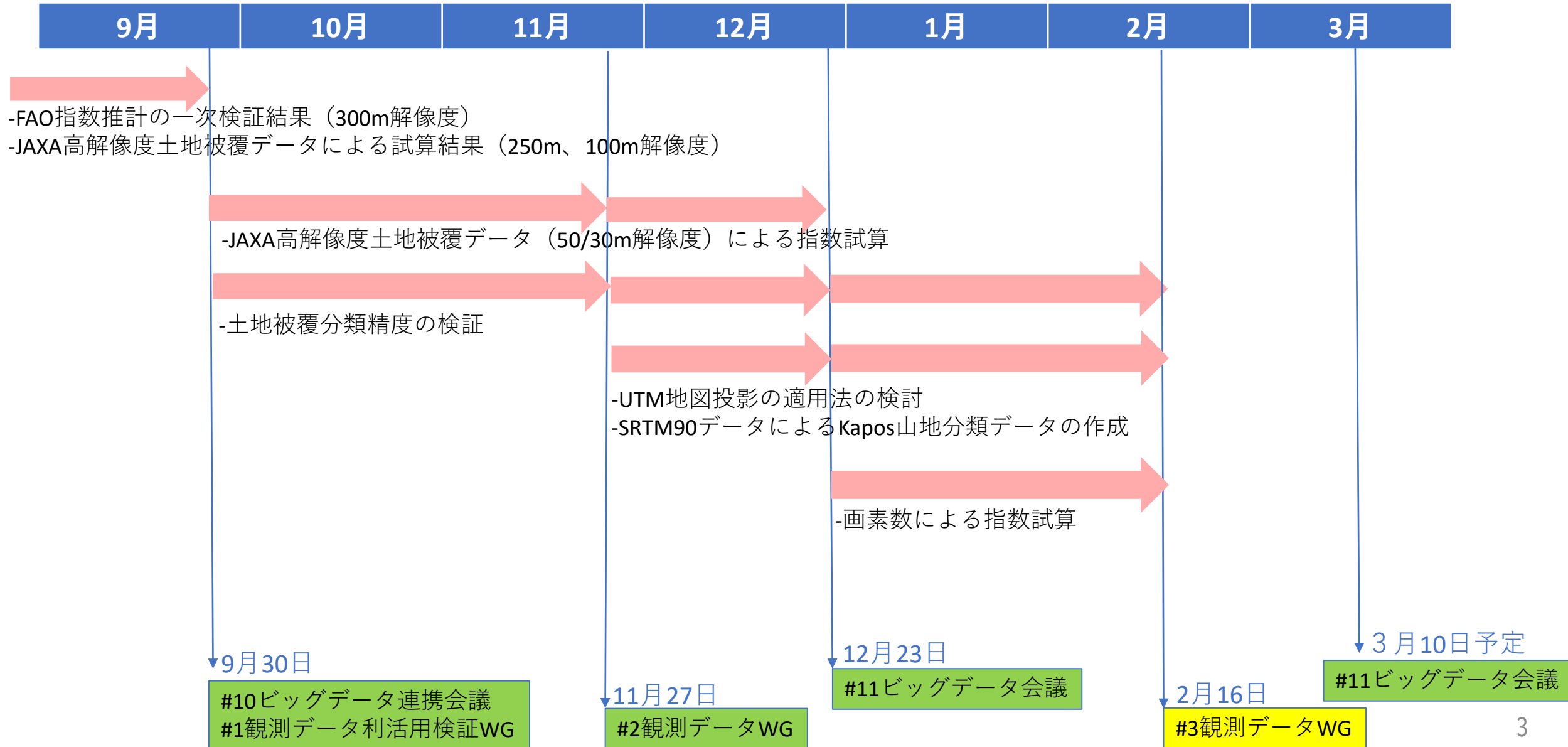
*スペースシャトル地形レーダ

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）
- SDG15.4.2算出に利用可能なデータ（国行政区分データの追加）

赤字は前回からの追加・更新部分を示す



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

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

最新のメタデータ(2020年8月)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。

1. 使用データ

メタデータに従い、以下のデータを使用した。

① 山地分類データ (Kapos等、2000年)

FAO Mountain PartnershipのHPIにあるDOWNLOAD DATA SETS GIS raster Mountain area
<http://www.fao.org/mountain-partnership/our-work/focusareas/foodsecurity/en/>

② 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) 土地被覆分類データ
 (300m分解能、2000、2010、2015及び2018年)

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

③ 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. 算出方法

山地の植生被覆の画素数 / 山地の画素数 x 100

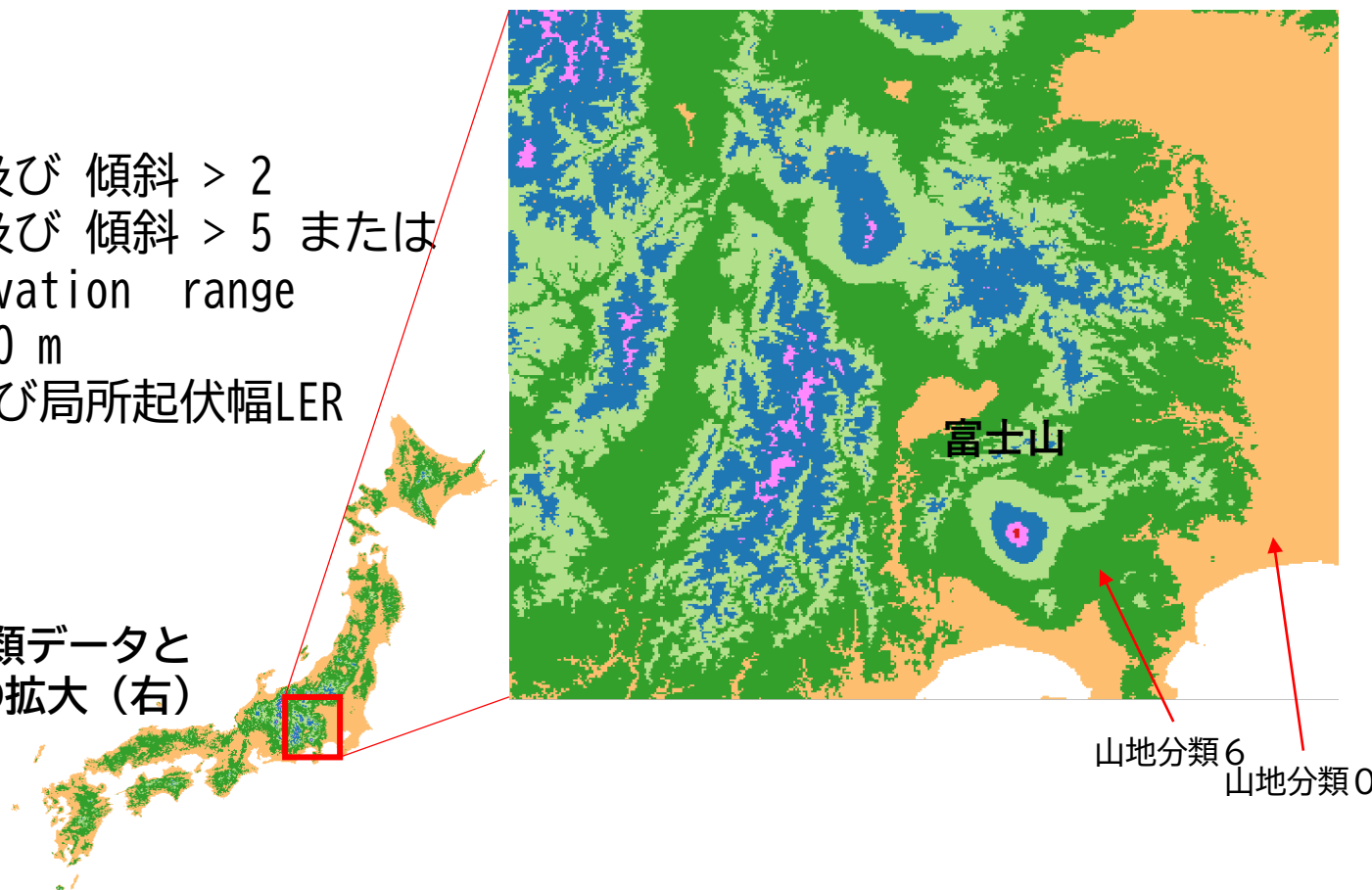
3. 使用ツール 無償、公開のQGISを使用

Kapos等(2000)は、山地を標高、傾斜及び局所起伏幅で山地を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

- 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
局所起伏幅local elevation range
(LER 7 Km半径) > 300 m
- 6 高度 300-1,000 m 及び局所起伏幅LER
(7 km半径) > 300 m
- 0 山地以外

Kapos山地分類データと
富士山周辺の拡大 (右)





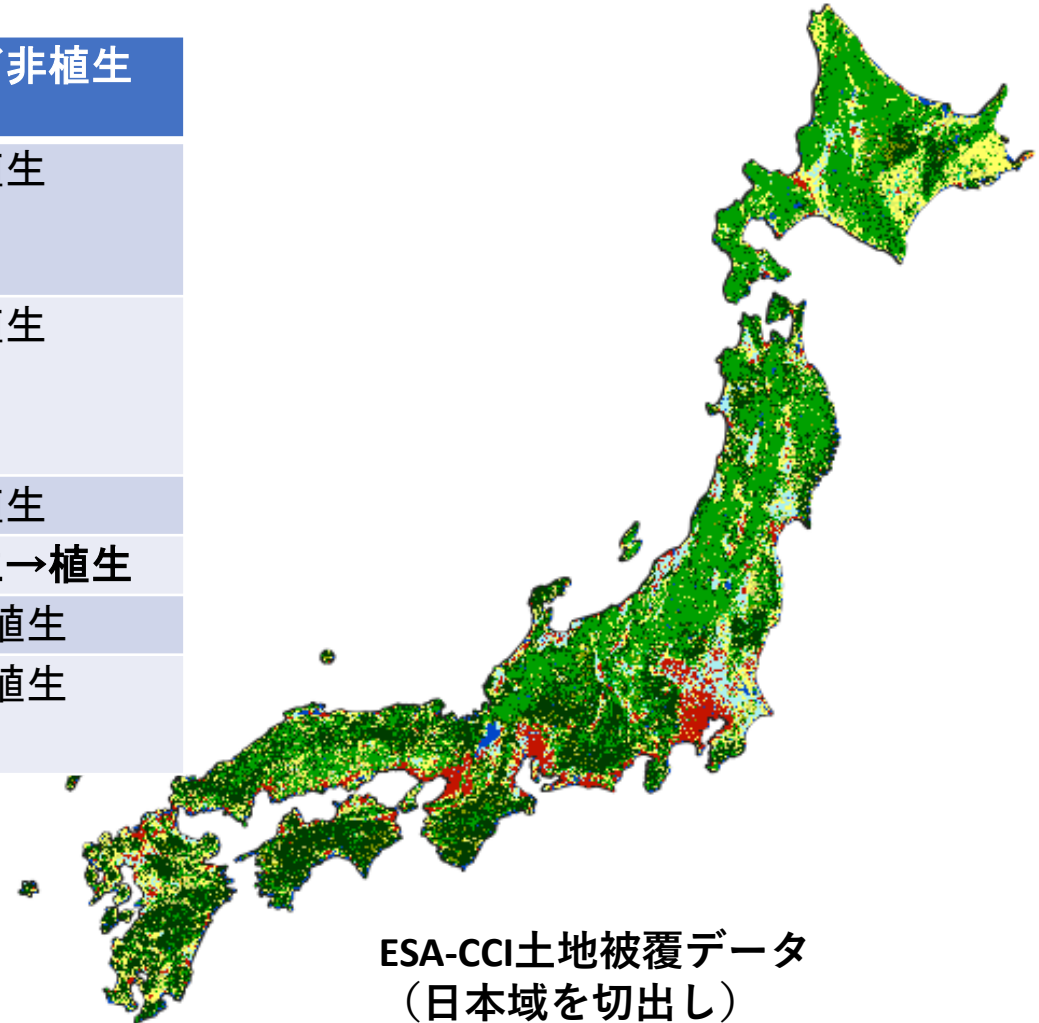
SDG15.4.2 山地植生被覆指数

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、ESA-CCI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た。

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, 150, 151, 152, 153	草地	植生
10,11, 12, 20, 30, 40	農作地	植生
160, 170, 180	湿地	非植生→植生
190	市街地	非植生
200, 201, 202, 210, 220	その他	非植生



ESA-CCI土地被覆データ
(日本域を切出し)



処理の流れ

- ① 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
- ② 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
- ③ 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
- ④ 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)
- ⑤ 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。

今回、上記の面積比で山地植生被覆指数を求める方法に加えて、画素数(QGISのゾーンヒストグラム機能を使用)の比率により指数を求めた。

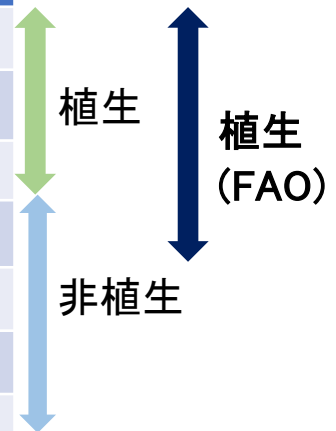


SDG15.4.2 山地植生被覆指数の試算実績

土地被覆データ	解像度	解析方法	地図投影法	山地分類データ	2000	2010	2015	2018		
ESA CCIデータ	300m	面積比	UTM54	Kapos-FAO (250m)	○	○	○	○		
	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 (250m)		(2006-201) ○	(2014-201) ○		
	100m						○	○		
	50/30m						○ (50m)	○ (30m)		
	250m					○	○			
	100m					○	○			
	50/30m					○	○			
	250m	面積比	UTM54/53/52	Kapos-SRTM (90m)						
	100m						○	○		
	50/30m						○			
	250m		画素数		地理座標	Kapos-FAO		○	○	
	100m						○	○		
	50/30m					Kapos-SRTM		○	○	

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推計結果とほぼ一致した。

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					



(参考)FAOの推計結果

Year 2015

IPCC class	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

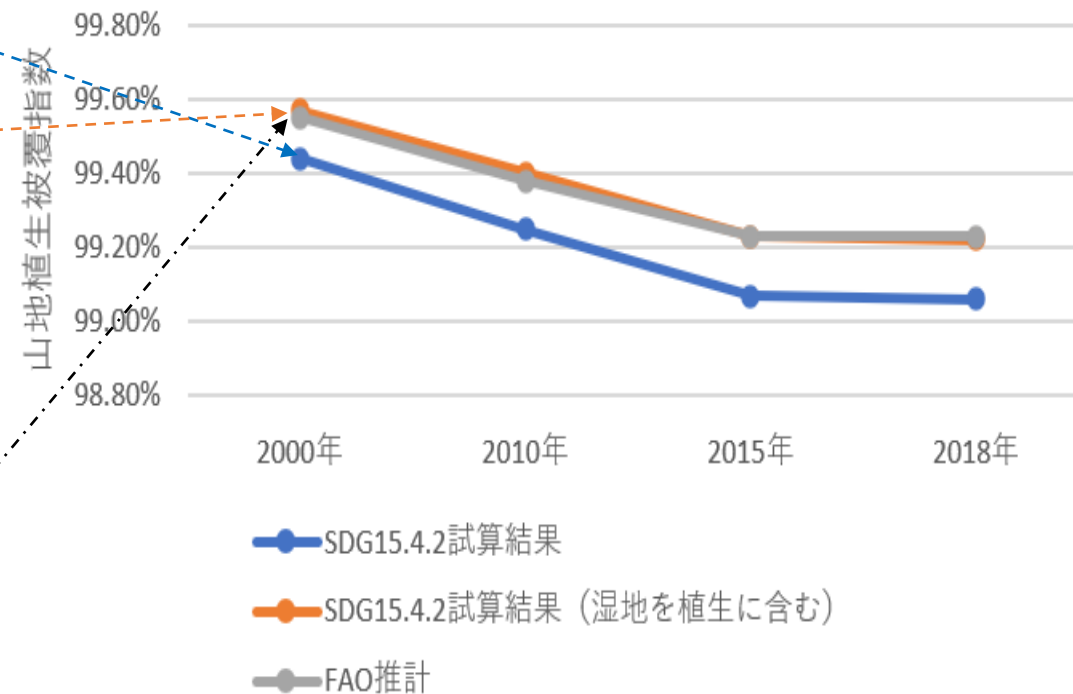


メタデータに従い、Kapos山地分類データ及びESA-CCI土地被覆データを用いてSDG15.4.2を試算した結果（2000、2010、2015および2018年）を以下に示す。FAOの推計結果と同様の結果を得た。

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、画素数による試算結果も併せて示す（□）。

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%	
画素数による試 算結果	99.57%	99.39%	99.24%	99.23%
(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



画素数によるMGCI算出—ESACCIデータ

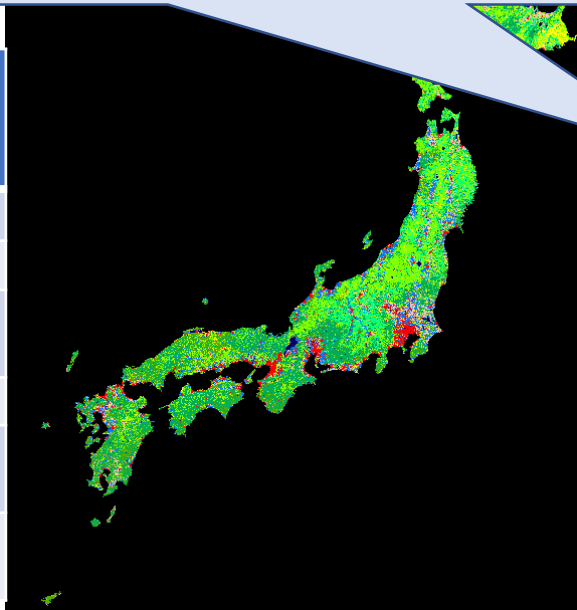
	yea2000					year2010					year2015					year2018				
Kapos moutain class	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
(Number of pixels)																				
Forest	10	2226	86436	272389	1722935	10	2256	86981	272314	1724079	10	2355	87143	271431	1722300	10	2367	86861	271182	1719888
Cropland	22	1799	9157	12792	155001	22	1769	8553	12663	149462	22	1670	8408	13383	147636	22	1658	8672	13586	149916
Grassland	0	30	680	427	1203	0	30	683	491	1452	0	30	685	502	1464	0	30	695	534	1534
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	269	561	6600	3	10	268	559	6592	3	10	268	558	6658	3	10	271	566	6669
(land cover-%)																				
Forest	28.57	54.57	89.17	94.79	91.19	28.57	55.31	89.73	94.77	91.25	28.57	57.73	89.90	94.46	91.15	28.57	58.03	89.61	94.37	91.03
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	0.70	0.15	0.06	0.00	0.74	0.70	0.17	0.08	0.00	0.74	0.71	0.17	0.08	0.00	0.74	0.72	0.19	0.08
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	0.20	0.35	8.57	0.25	0.28	0.19	0.35	8.57	0.25	0.28	0.19	0.35	8.57	0.25	0.28	0.20	0.35
MGCI	91.43	99.75	99.72	99.80	99.52	91.43	99.75	99.72	99.80	99.31	91.43	99.75	99.72	99.79	99.13	91.43	99.75	99.72	99.78	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	96666	286783	1880473	32	4069	96667	286775	1876473	32	4069	96667	286734	1872941	32	4069	96664	286726	1872882
MGCI	0.9143	0.9975	0.9972	0.9980	0.9952	0.9143	0.9975	0.9972	0.9980	0.9931	0.9143	0.9975	0.9972	0.9979	0.9913	0.9143	0.9975	0.9972	0.9978	0.9912
Total mountain area			2277856					2277856					2277856					2277856		
Total green cover area			2268023					2264016					2260443					2260373		
MGCI all			99.5683					99.3924					99.2356					99.2325		

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。

今回、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、画素数により指数を求めた。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



年	データ 解像度	2006-2011年	2014-2016年
SDG15.4.2 試算結果	250m	98.57 %	98.65 %
	100m	98.37%	98.67%
	同上	98.35%	98.63 %
	50/30m	98.23%	98.61%
画素数による SDG15.4.2 試算結果	250m	98.51%	98.62%
	100m	98.31%	98.62%
同上 Kapos-SRTM 山地分類データ	100m	98.32%	98.63%
	50m/30m	98.22%	98.63%
(参考) FAO推計 結果	300m	(2010年) 99.38 %	(2015年) 99.23 %

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)

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

(250m, 100m, Kapos-FAO250m山地分類データ使用)

2006-2011年、250m解像度						2014-2016、250m解像度					
(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6	(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
Forest	0	48.08	84.00	92.20	93.16	Forest	0	35.50	86.88	93.10	91.04
Cropland	0	0.00	0.02	0.36	2.86	Cropland	0	1.30	0.59	0.87	3.12
Grassland	0	3.55	7.76	6.14	2.89	Grassland	0	12.24	8.69	5.07	4.62
Wetland	0	0.00	0.00	0.00	0.00	Wetland	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Settlement	0	0.00	0.00	0.02	0.37	Settlement	0	0.06	0.07	0.06	0.43
Other land	100	48.37	8.22	1.29	0.71	Other land	100	50.90	3.76	0.89	0.78
MGCI	0	51.63	91.78	98.69	98.92	MGCI	0	49.04	96.17	99.04	98.78
(pixel)						(pixel)					
Mountain area	66	7147	172424	514573	3397139	Mountain area	66	7147	172424	514570	3396983
Green Cover area	0	3690	158251	507837	3360447	Green Cover area	0	3505	165815	509642	3355701
MGCI	0.0000	0.5163	0.9178	0.9869	0.9892	MGCI	0.0000	0.4904	0.9617	0.9904	0.9878
Total mountain area	4091349					Total mountain area	4091139				
Total green cover area	4030225					Total green cover area	4034663				
MGCI all	98.5060					MGCI all	98.6196				

2006-2011年、100m解像度						2014-2016年、100m解像度					
(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6	(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
Forest	0.00	48.05	82.84	91.43	92.18	Forest	0.00	34.80	86.89	93.10	91.05
Cropland	0.00	0.01	0.02	0.42	3.02	Cropland	0.00	1.39	0.59	0.87	3.11
Grassland	0.00	4.94	8.42	6.64	3.54	Grassland	0.00	12.35	8.71	5.08	4.63
Wetland	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Wetland	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Settlement	0.00	0.02	0.00	0.04	0.43	Settlement	0.00	0.04	0.06	0.06	0.43
Other land	100.00	46.98	8.71	1.48	0.83	Other land	100.00	51.43	3.76	0.89	0.78
MGCI	0.00	53.00	91.29	98.49	98.74	MGCI	0.00	48.53	96.18	99.05	98.79
(pixel)						(pixel)					
Mountain area	395	44991	1077562	3215968	21228061	Mountain area	395	44991	1077562	3215956	21227161
Green Cover area	0	23846	983687	3167330	20960569	Green Cover area	0	21836	1036416	3185369	20970058
MGCI	0.0000	0.5300	0.9129	0.9849	0.9874	MGCI	0.0000	0.4853	0.9618	0.9905	0.9879
Total mountain area	25566977					Total mountain area	25566065				
Total green cover area	25135432					Total green cover area	25213679				
MGCI all	98.3121					MGCI all	98.6217				

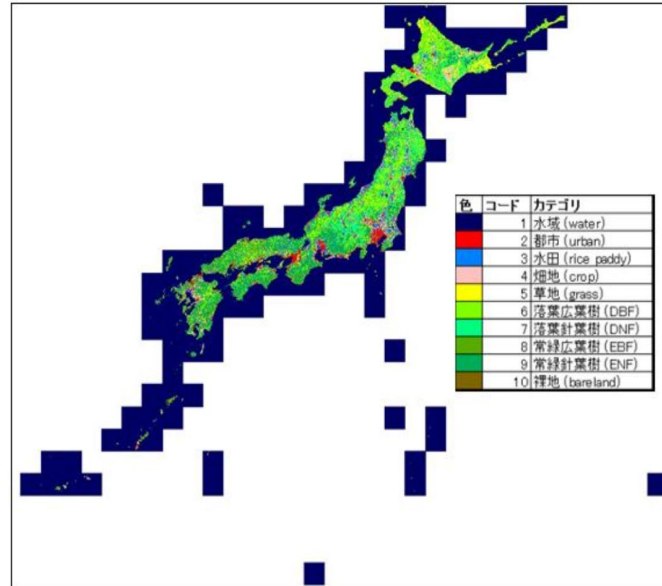
画素数によるMGCI算出—JAXA高解像度土地利用土地被覆データ (2/2)

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

2006-2011年、100m解像度、Kapos-SRTM90山地分類データ使用						2014-2016年、100m解像度、Kapos-SRTM90山地分類データ使用					
(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6	(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
Forest	0	45.55	82.85	91.43	92.44	Forest	0.00	26.22	86.76	93.22	91.31
Cropland	0	0.01	0.02	0.37	2.86	Cropland	0.00	1.43	0.60	0.81	2.94
Grassland	0	4.74	8.31	6.80	3.46	Grassland	0.00	12.83	9.10	5.03	4.55
Wetland	0	0.00	0.00	0.00	0.00	Wetland	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Settlement	0	0.01	0.00	0.03	0.45	Settlement	0.00	0.02	0.06	0.06	0.44
Other land	100	49.69	8.82	1.37	0.80	Other land	100.00	59.49	3.47	0.88	0.75
MGCI	0	50.30	91.18	98.60	98.76	MGCI	0.00	40.48	96.47	99.06	98.80
(pixel)						(pixel)					
Mountain area	258	44721	1082192	3139961	20415067	Mountain area	258	44721	1082192	3139948	20414257
Green Cover area	0	22496	986740	3096105	20161461	Green Cover area	0	18105	1044002	3110502	20170198
MGCI	0.0000	0.5030	0.9118	0.9860	0.9876	MGCI	0.0000	0.4048	0.9647	0.9906	0.9880
Total mountain area	24682199					Total mountain area	24681376				
Total green cover area	24266802					Total green cover area	24342807				
MGCI all	98.3170					MGCI all	98.6282				
2006-2011年、50m解像度、Kapos-SRTM90山地分類データ使用						2014-2016年、30m解像度、Kapos-SRTM90山地分類データ使用					
(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6	(%)	class 2	class 3	class 4	class 5	class 6
Forest	0.00	48.05	82.84	91.43	92.18	Forest	0.00	34.80	86.89	93.10	91.05
Cropland	0.00	0.01	0.02	0.42	3.02	Cropland	0.00	1.39	0.59	0.87	3.11
Grassland	0.00	4.94	8.42	6.64	3.54	Grassland	0.00	12.35	8.71	5.08	4.63
Wetland	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Wetland	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Settlement	0.00	0.02	0.00	0.04	0.43	Settlement	0.00	0.04	0.06	0.06	0.43
Other land	100.00	46.98	8.71	1.48	0.83	Other land	100.00	51.43	3.76	0.89	0.78
MGCI	0.00	53.00	91.29	98.49	98.74	MGCI	0.00	48.53	96.18	99.05	98.79
(pixel)						(pixel)					
Mountain area	395	44991	1077562	3215968	21228061	Mountain area	395	44991	1077562	3215956	21227161
Green Cover area	0	23846	983687	3167330	20960569	Green Cover area	0	21836	1036416	3185369	20970058
MGCI	0.0000	0.5300	0.9129	0.9849	0.9874	MGCI	0.0000	0.4853	0.9618	0.9905	0.9879
Total mountain area	25566977					Total mountain area	25566065				
Total green cover area	25135432					Total green cover area	25213679				
MGCI all	98.3121					MGCI all	98.6217				

JAXAは、教師情報とは独立の約3,000箇所を検証情報を用いて、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、全体精度78.0%。
https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/lulc/lulc_index_v1803.htm

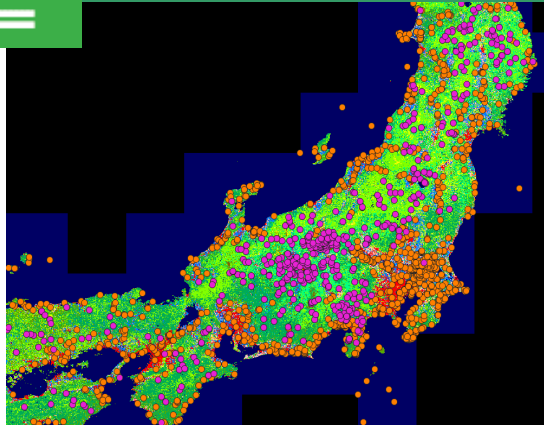
表1 コンフュージョンマトリクス (v18.03)



		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。

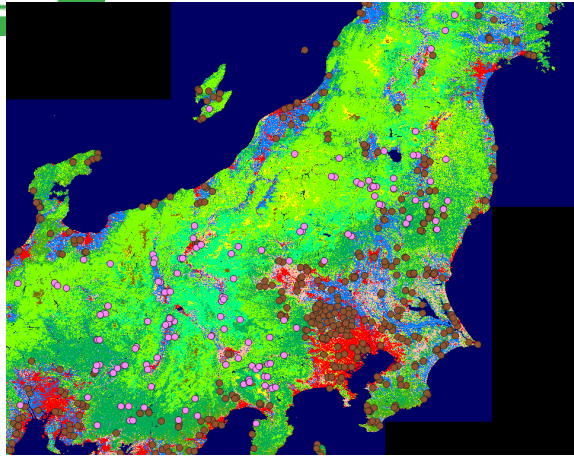
2014-2016年、250m解像度版で全体精度が66.1%、100m解像度版で73.4%を得た。

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										User's accuracy (%)			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total			
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	2	15	40.0	植生	
	4	0	1	2	20	1	1	0	0	1	1	27	74.1	非植生	
	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	非植生	植生	合計	分類	非植生	植生	合計
classified	72	4	76	classified	0.947368	0.052632	1
	27	695	722	classified	0.037396	0.962604	1
	99	699	798				



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

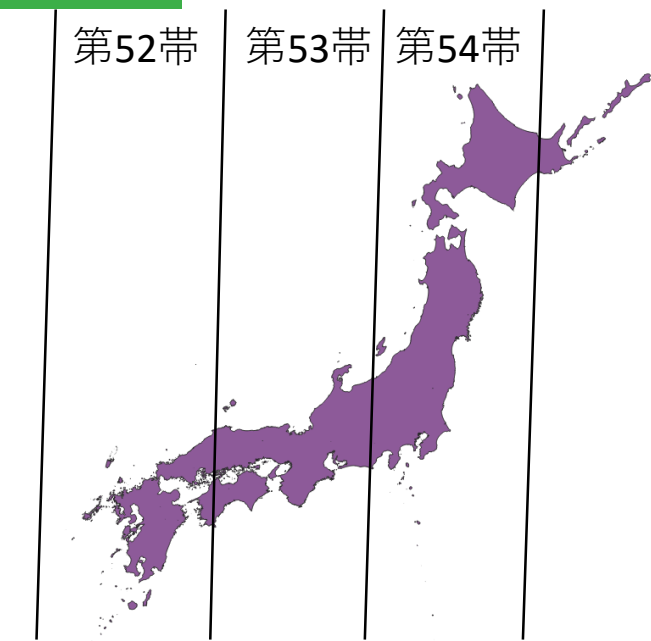
- SDG15.4.2の算出は、使用するデータ(Kapos山地分類データ及び欧州宇宙機関気候変動イニシヤチブ(ESA-CCI)土地被覆データ)がメタデータに指定されており、QGISを使用して容易に算出できる。メタデータに基づき試算した結果は、FAO推計結果にほぼ一致した。
- JAXAの高分解能土地利用土地被覆データ(オリジナル10m解像度(2006-2011年)/30m解像度(2014-2016年)のデータを250m、100m、50m/30m分解能にリサンプリングしたもの)を使用して算出したところ、FAO推計結果よりも若干小さい指数が得られた。
- 教師情報とは独立の検証情報を用いて、今フュ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SRTM90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が、最終的にSDG15.4.2算出にどの解像度のデータを使用するかについては要検討。

- 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。
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）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（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。
90mよりも高い解像度が好ましいことから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は、北方領土や先頭諸島、小笠原諸島の硫黄列島他が含まれておらず不適當である。
これまで試算時間短縮のため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
 - 今回、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、データ処理もシンプルで作業の所要時間も少なく、推奨される。



(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



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域（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(km2)	異なるTUM座標系を適用した場合の算出面積(km2)		面積の変化率
		適用したUTM座標系	面積(km2)	
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

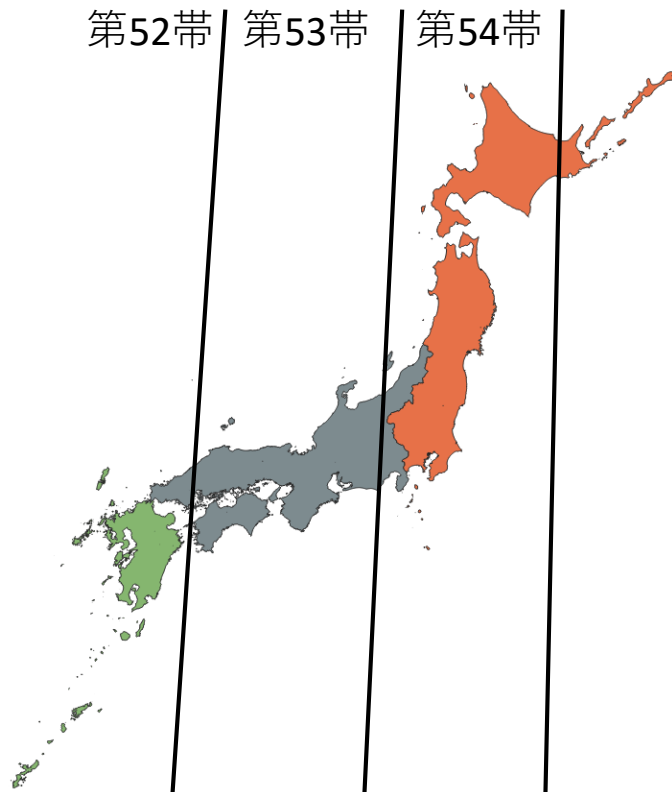


(参考) SDG15.4.2 山地植生被覆指数

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。



日本周辺におけるUTM座標の適用区域（概念）

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

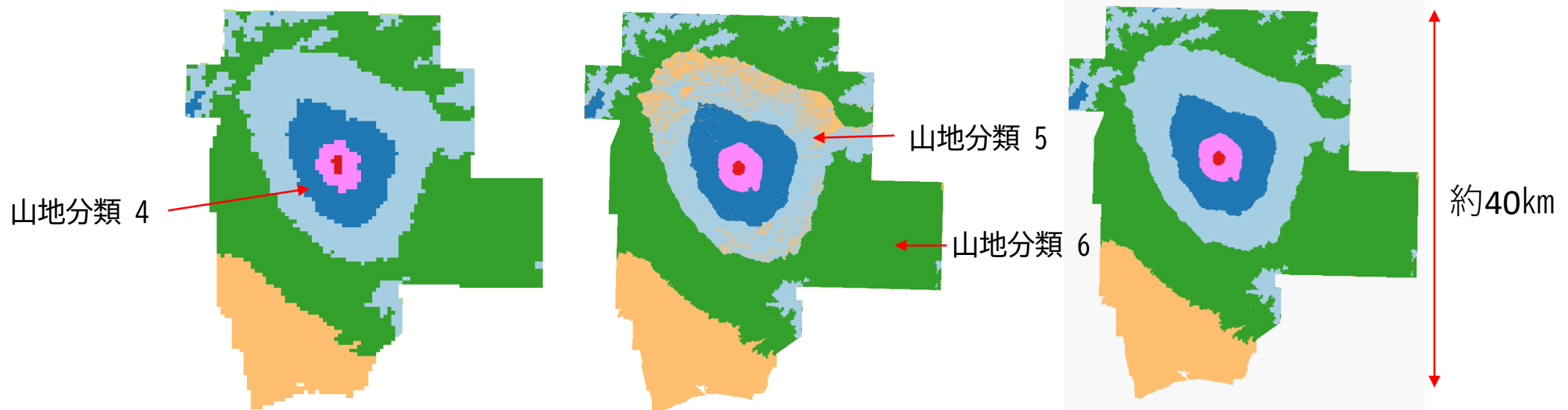
	九州、沖縄	中国、四国、近畿、中部	北海道、東北、関東	
UTM座標帯	第54帯	第54帯	第54帯	合計
山地面積(km2)	15550.41	82336.65	76638.74	174525.80
植生被覆面積	15470.86	80843.30	75821.33	172135.49
山地植生指数	0.9949	0.9819	0.9893	0.9863

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(km2)	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	0.9861

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 ²)	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)

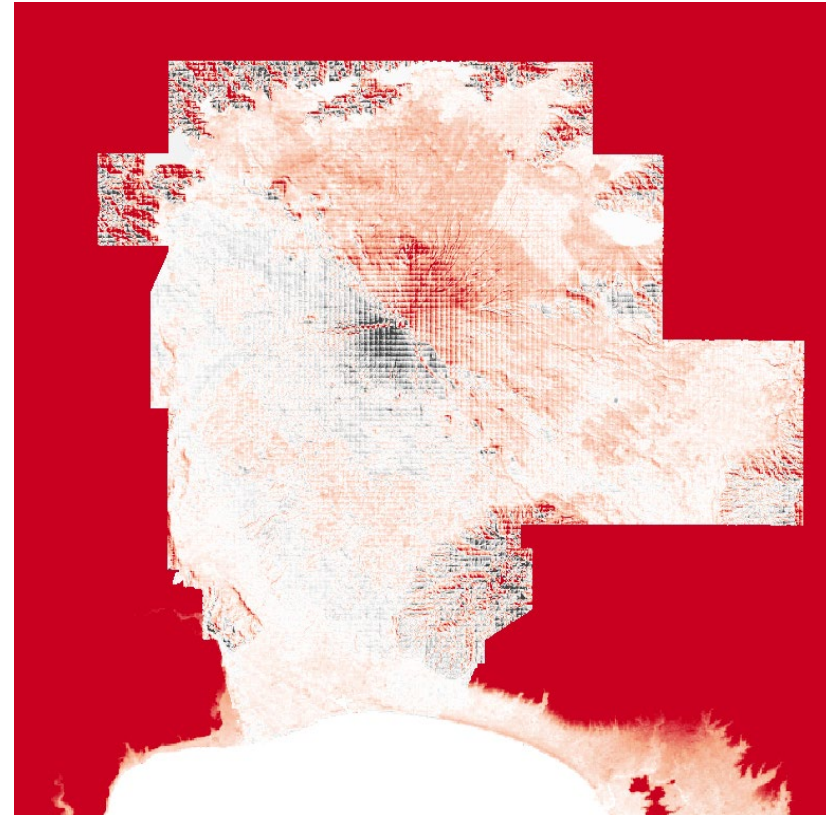
AW3D、SRTM30、国土地理院10mDEMの比較（富士山周辺）

- 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

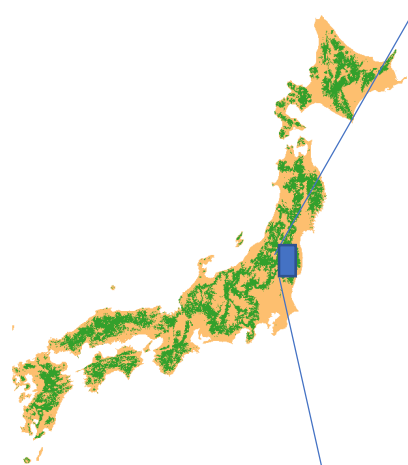


SRTM30m－国土地理院10mDEM

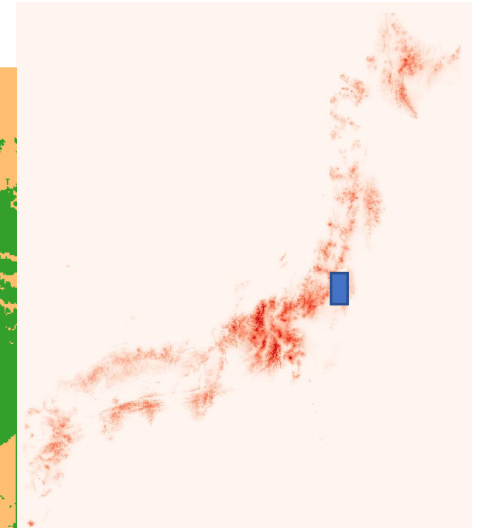
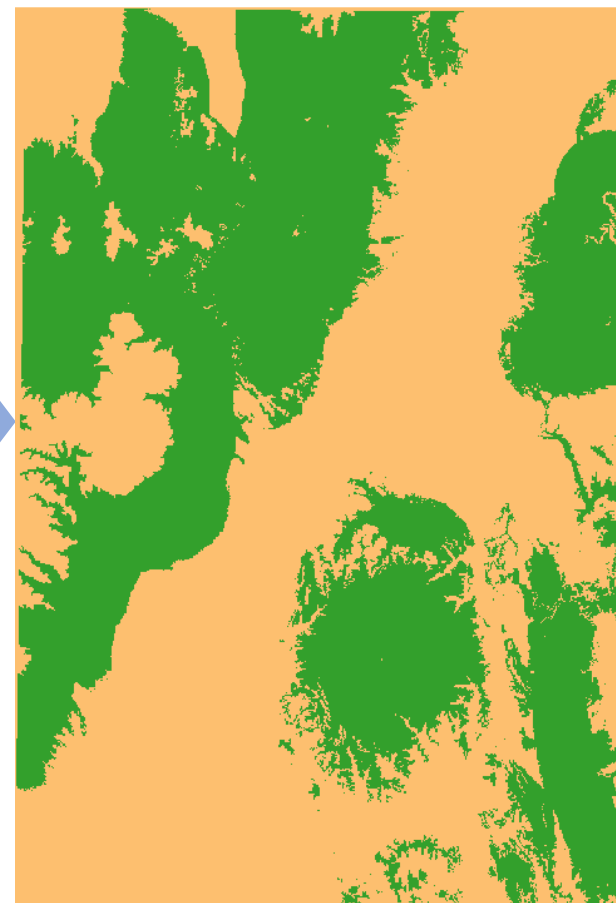
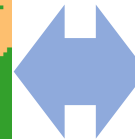
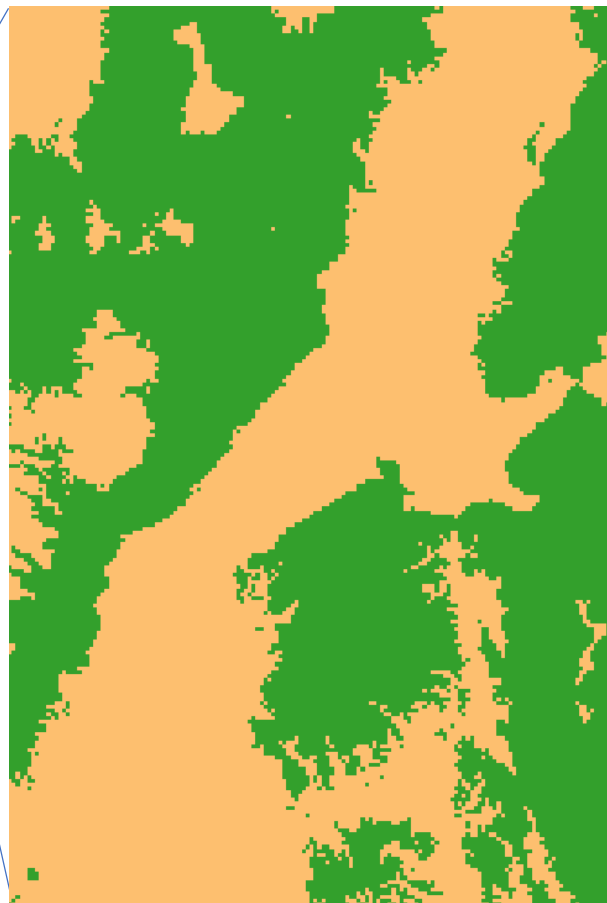




- 局所起伏幅を算出するツールの作成により、スペースシャトル地形ミッション SRTM90m データから Kapos 山地分類を再現できた。(ただし 100 x 200km 程度)
- Kapos 山地分類 # 6 (高度 300m - 1000m 及び局所起伏幅 LER (7km 半径において > 300m))



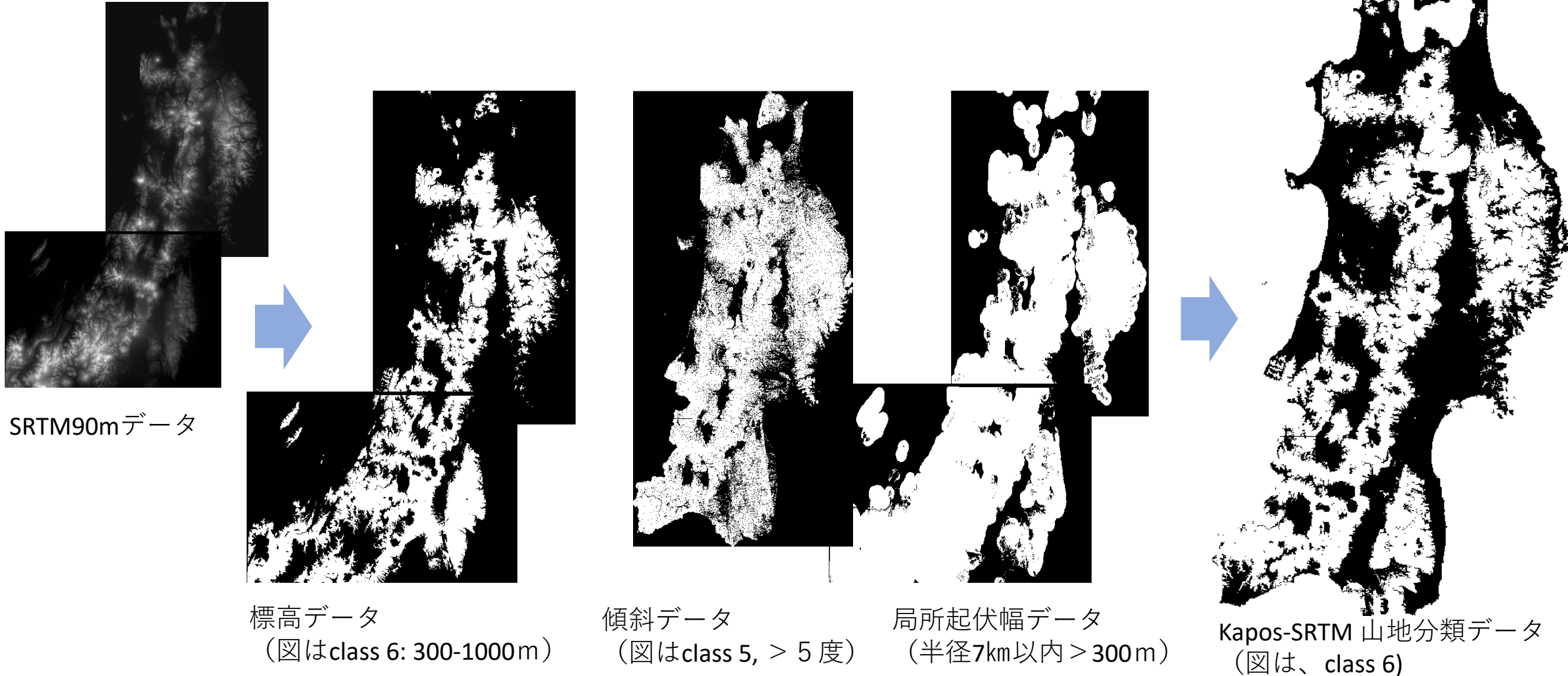
Kapos 山地分類 # 6
(福島県白河市付近)
FAO Mountain Partnership
HP より



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。



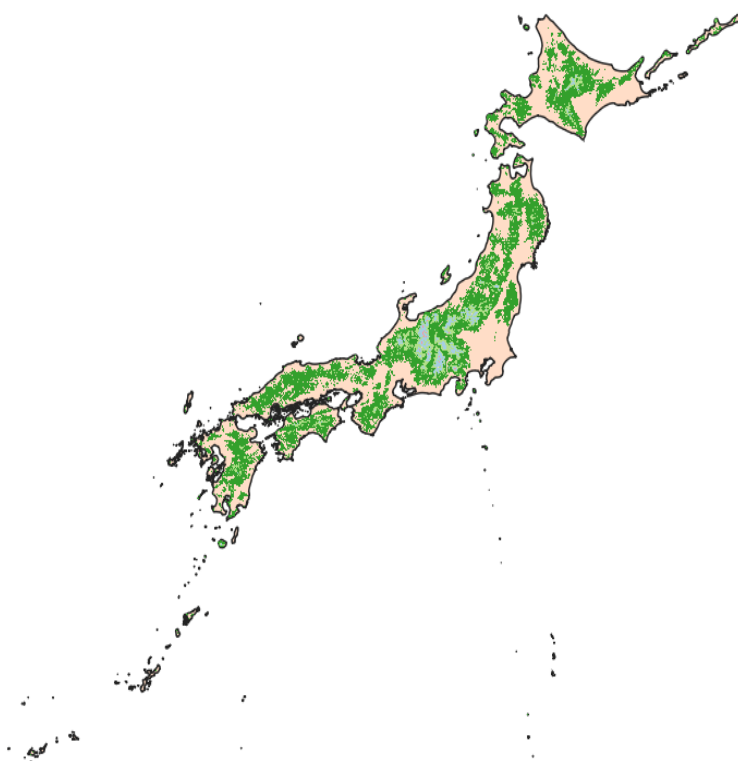
*川北 衛星利用運用センター技術領域主幹 (防災担当) が、ツールを開発、同氏所有GPU計算機を用いてLERデータを算出したことを感謝する。

(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、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ご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



国土地理院ご提供海岸線データ

(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, 2018年 分整備中)	10m, 50m, 100m, 250m, 500m (予定)	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	
国土地理院ご提供海岸線データ	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	