

SDG15.4.2  
(山地植生被覆指標)  
評価結果報告

横浜市立大学大学院データサイエンス研究科教授

佐藤彰洋

2021年3月10日

# 検証作業の目的

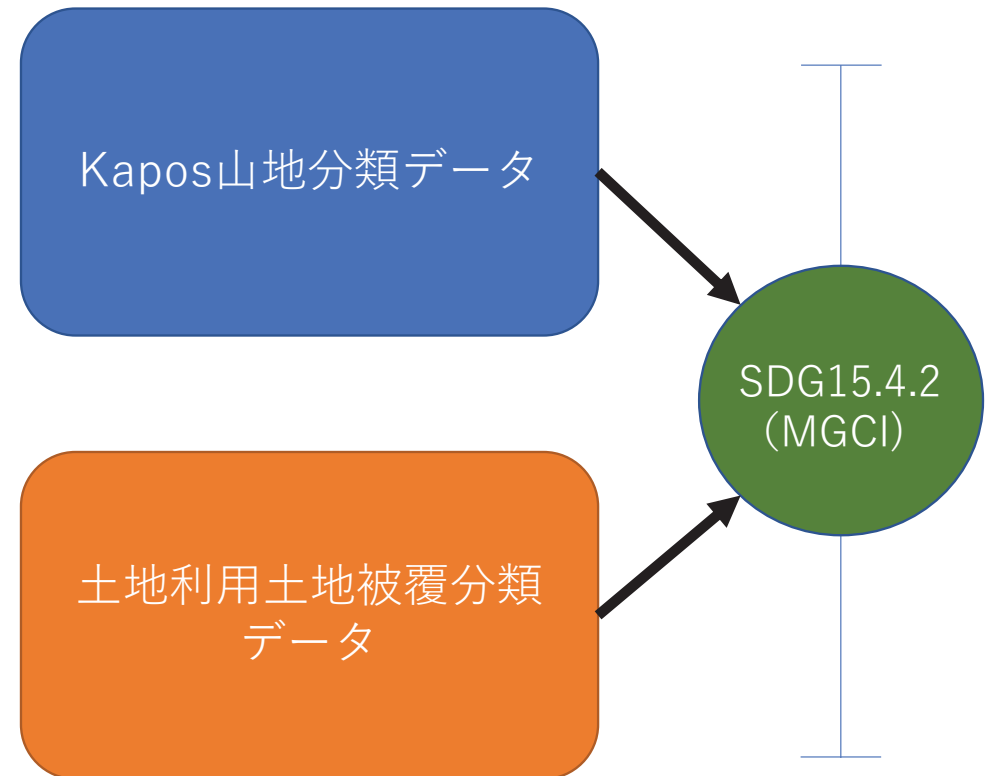
- FAOが公表するKapos山地分類ごとの山地植生被覆指標（MGCI）推計値と全体の山地植生被覆指標の値が我が国の保有するデータから計算される値および前提知識からみて妥当性があるかを確認する
- またFAO公表値に明らかな誤りが認められる場合には、妥当な値を我が国が保有するデータから算出し、修正を主張するに値する根拠を示せるようにする

# SDG15.4.2

## 利用するデータ

- Kapos山地分類データ
  - FAO
  - USGS
  - デジタル標高データ
- 土地利用土地被覆分類データ
  - Landsat
  - JAXA ALOS
  - Copernicus

計算に利用するデータによりSDG15.4.2推計値にはばらつきが生じる



# 指標算出値の誤差影響の因子

## • データ品質

- 土地分類図の判別誤り→コンフュージョンマトリックスを評価
- 取り扱っているデータの破損→データ転送後に確認（ビッグデータのため破損に気が付きにくいいためパリティチェックなども付ける）

## • 集計誤差

- 標本誤差（データの有限性からくる問題）→標本誤差を見積もる

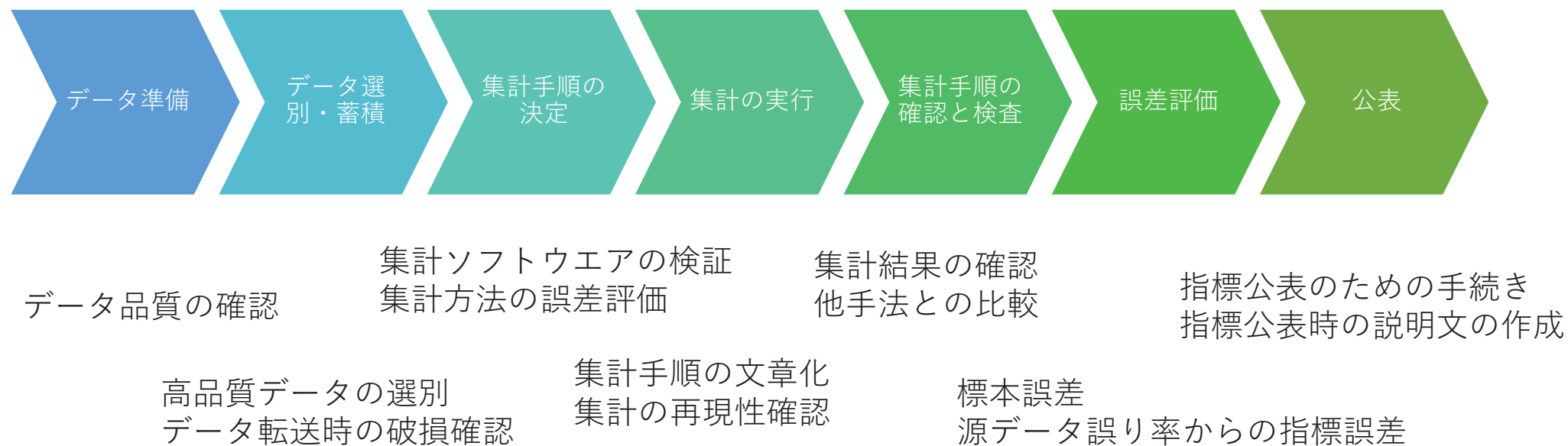
## • 運用上の問題

- 集計作業操作の誤り、記入の誤り→作業の多重確認

## • ソフトウェア上の問題

- 集計ソフトウェアのアルゴリズム上の誤差→ソフトウェアの理解
- 集計ソフトウェアのバグ→ソフトウェアの検定・試験データによる事前検証
- 集計アルゴリズムの適用理解不足→運用上の問題にも関連（作業者の訓練、研修、練習）

# 指標算出の概念図



# FAO公開情報より



Mountain Partnership  
working together for mountain peoples and environments

## Definition

## Kapos山地分類

- **KAPOS 0 = Elevation < 300m;**
- **KAPOS 1 = Elevation > 4500m;**
- **KAPOS 2 = Elevation 3500m–4500m;**
- **KAPOS 3 = Elevation 2500m–3500m;**
- **KAPOS 4 = Elevation 1500m–2500m;**
- **KAPOS 5 = 1000m–1500m;**
- **KAPOS 6 = 300m–1000m**

FAO公表値：

日本における山地分類比率（2012年）

分類	割合(%)
Kapos 0	54
Kapos 1	0
Kapos 2	0
Kapos 3	0
Kapos 4	2
Kapos 5	6
Kapos 6	38
Kapos 1-6	46

# Kapos山地分類データ

(FAOメタデータ抜粋)

2) Kapos data is freely available at the below links:

The FAO Mountain Partnership website, find the raster file in the right banner. Access in <http://www.fao.org/mountain-partnership/our-work/focusareas/foodsecurity/en/>.

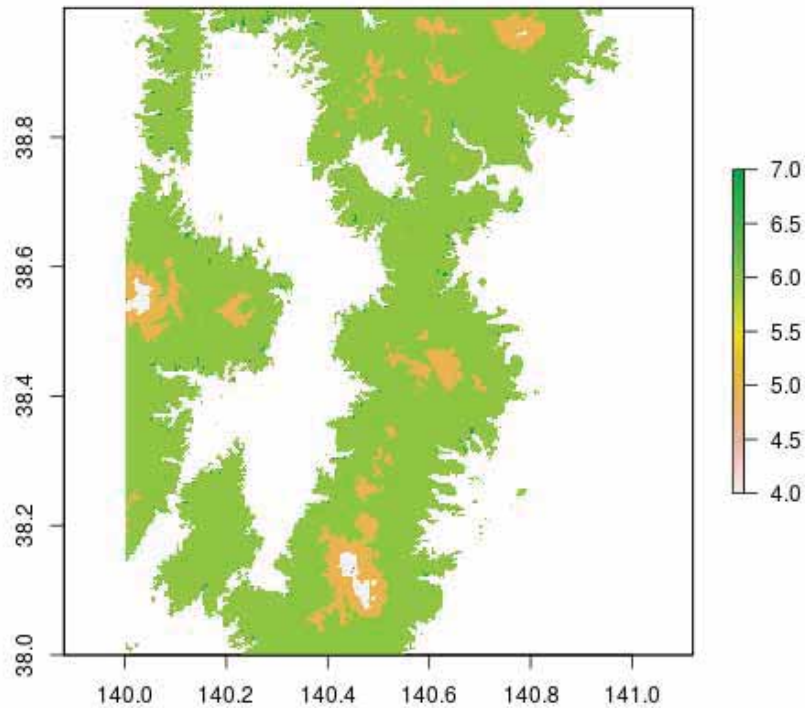
The USGS Mountain Explorer Kapos classification can be found as GME\_K1classes.zip in: <https://rmgsc.cr.usgs.gov/outgoing/ecosystems/Global/>.

Kapos山地分類	FAO Mountain (km <sup>2</sup> )	USGS K1classデータ (km <sup>2</sup> )
Kapos 2	1.94 (5.13 × 10 <sup>-4</sup> %)	1.73 (4.57 × 10 <sup>-4</sup> %)
Kapos 3	309.67 (0.0819%)	314.56 (0.0832%)
Kapos 4	7431.89 (1.966%)	7443.57 (1.969%)
Kapos 5	21970.27 (5.812%)	21914.79 (5.798%)
Kapos 6	143248.83 (37.90%)	145037.73 (38.37%)

※令和2年7月1日時点の国土の面積(面積調)、377,976.94 km<sup>2</sup> を用いる

# 宮城県周辺

- 緯度経度 (N38 E140)
- N38E140\_250m.tif



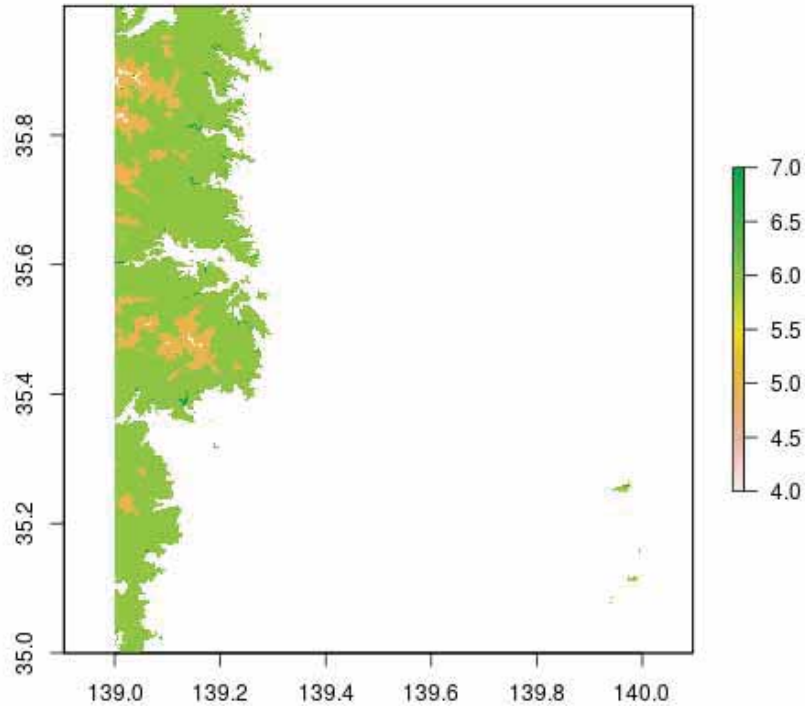
分類	ピクセル数	面積(km <sup>2</sup> )	割合(%)
Kapos 0	605	25.39	
Kapos 1	0	0	
Kapos 2	0	0	
Kapos 3	0	0	
Kapos 4	915	38.55	
Kapos 5	8815	370.56	
Kapos 6	101680	4271.25	
Kapos 1-6	111410	4680.37	

The USGS Mountain Explorer Kapos classification



# 神奈川県周辺

- 緯度経度 (N35 E139)
- N35E139\_250m.tif



分類	ピクセル数	面積(km <sup>2</sup> )	割合(%)
Kapos 0	283	12.34	
Kapos 1	0	0	
Kapos 2	0	0	
Kapos 3	0	0	
Kapos 4	155	6.75	
Kapos 5	4591	200.19	
Kapos 6	34277	1495.94	
Kapos 1-6	39023	1702.89	

The USGS Mountain Explorer Kapos classification

# FAO試算値との比較 (中間報告の結果)

日本におけるKapos山地分類#2(3500m-4500m)は富士山山頂付近のみ。JAXA土地利用土地被覆分類によると45ピクセル(約1.96km<sup>2</sup>)が該当し、そのいずれもが裸地(JAXA土地分類#10)である。そのため、**森林、農地は0%**である。Kapos山地分類#2のMGCIは**数%程度**とするべき。

Year 2015

Kapos mountain class

IPCC 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			

日本におけるKapos山地分類#3(2500m-3500m)は高地山岳地帯であり、裸地の割合が極めて高い。そのため、山地植生被覆指数は**41.63%**と低い。Kapos山地分類#3における**水田や畑地**は極めて少ないため、現状のFAO試算より**下方修正**が妥当である。

# 国土地理院国土基盤情報

- <https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>

The screenshot displays the 'Basic Information Download Service' (基本項目) interface for DEM data. The 'DEM' tab is active, showing search conditions and selection methods. The search area is defined by coordinates: 35°00'00" N, 135°00'00" E, with a UTM coordinate of 54SUE83694920. The map shows a grid of elevation data points, with a large black square containing the character 'あ' overlaid on the data. A 500 km scale bar is visible at the bottom left.

**基本項目** DEM

検索条件指定

- 5mメッシュ
  - 5A (航空レーザ測量)
  - 5B (写真測量)
  - 5C (写真測量)
- 10mメッシュ
  - 10A (火山基本図の等高線)
  - 10B (地形図の等高線)

選択方法指定

- 地図上で選択
- 都道府県または市区町村で選択▼
- メッシュ番号で選択▼

選択リストに追加

選択リスト

地図上の2次メッシュをクリックするか、「選択リストに追加」ボタンをクリックするとリストに追加されます

情報 地図から選択

- メッシュ選択 ○ 包含選択

500 km

国土地理院

# 富士山山頂の3500m以上のデータ

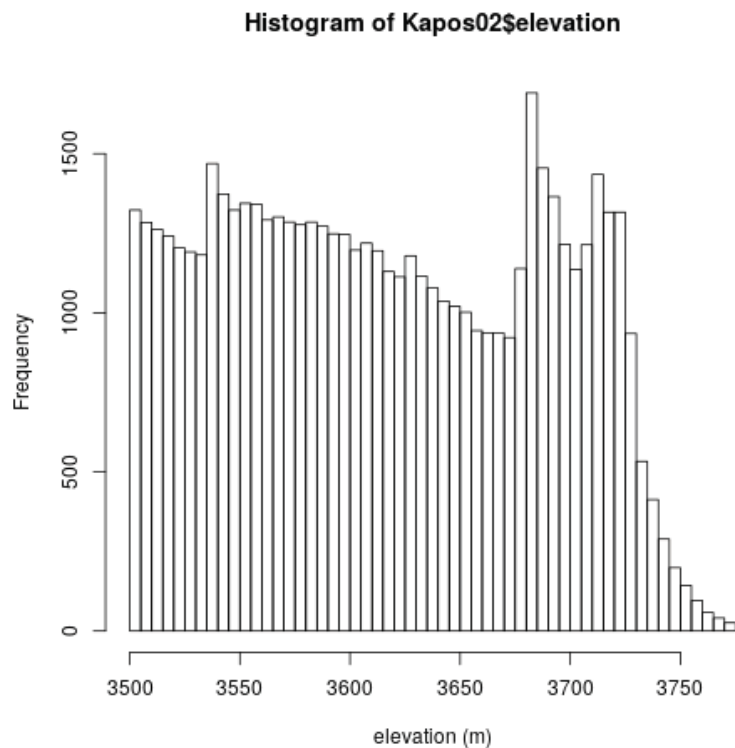
The screenshot shows the 'DEM' (Digital Elevation Model) selection interface on the Geospatial Information Authority of Japan's website. The interface is divided into several sections:

- 基本項目 (Basic Items):** Includes 'DEM' and '検索条件指定' (Search Condition Specification).
- 検索条件指定 (Search Condition Specification):** Offers options for mesh size (5m or 10m) and measurement method (5A, 5B, 5C for 5m; 10A, 10B for 10m).
- 選択方法指定 (Selection Method Specification):** Offers options for selection method (on map, by prefecture/city, or by mesh number).
- 選択リスト (Selection List):** A list of selected mesh numbers, currently showing 533804, 533805, and 533806.

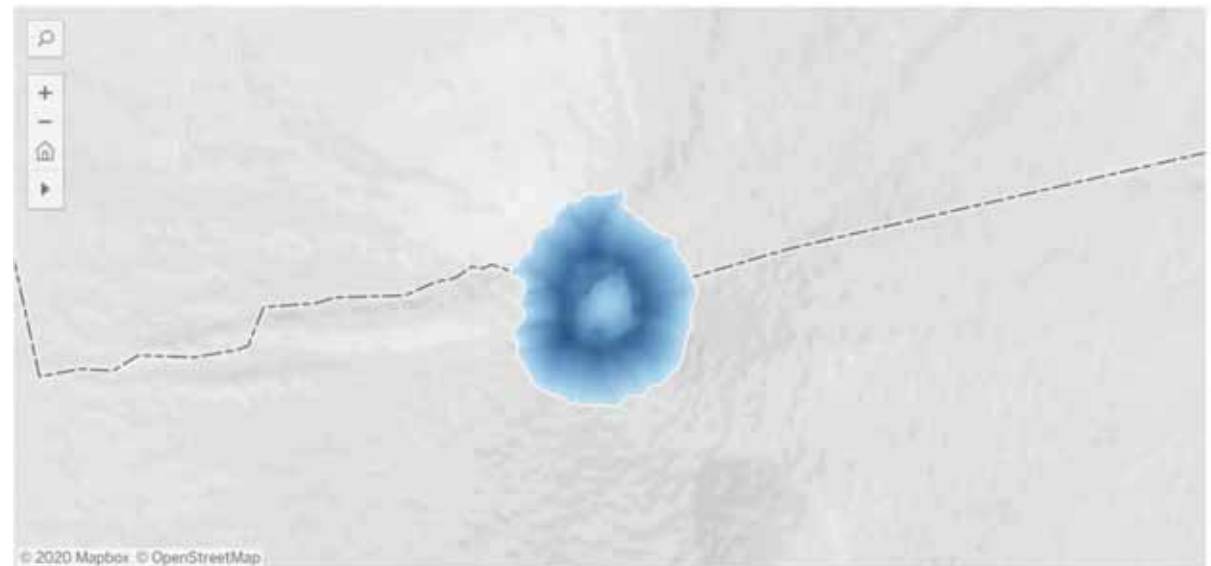
The main map area displays a topographic map of Mount Fuji and its surroundings, with a blue dashed line indicating the selected data area. A search bar at the top shows coordinates for '例: 鋸岳 / 金沢市木ノ新保町 / 35度0分0秒 135度0分0秒 / 35.00 135.00 / 54SUE83694920'. A '地図から選択' (Select from map) dialog box is open, showing 'メッシュ選択' (Mesh selection) as the active option.

日本国内で3500m以上の場所は富士山山頂付近のみ

# 富士山山頂の3500m以上標高データ 0.2秒度角標高データ（基盤地図情報5A）



日本の山地分類Kapos2の領域



57245グリッド (0.2秒度×0.2秒度)  
面積：1.781510km<sup>2</sup>

# 季節性変動

例：富士山山頂（日本における唯一の Kapos#2）では冬場は凍結しておりMGCIはほぼ0であるが、夏場は植被率数%、コケ類10%程度が生じる（MGCIは数%程度？）

6. 富士山サイト



山頂付近  
(2011年8月27日撮影)

環境省自然環境局提供資料より抜粋

- 季節により植生に変化が生じる（#2,#3は高山地帯のため特に変動幅大きいと予想）
- 指標計算には季節性変動の最大値と最小値の両方が必要では？



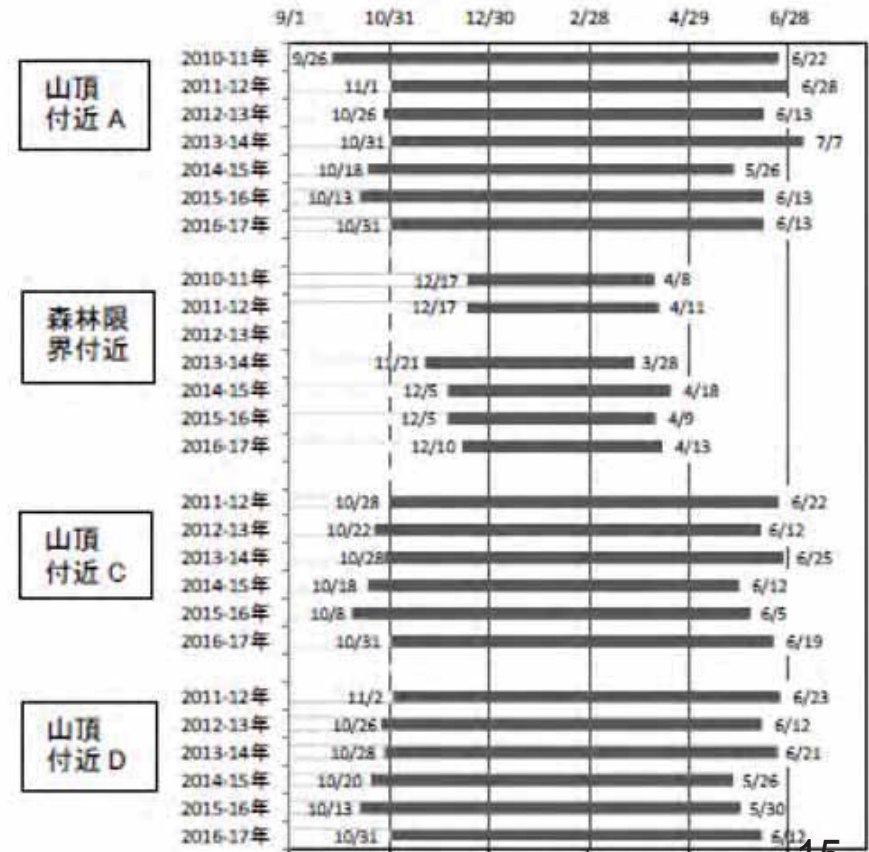
最小値

富士山山頂付近におけるMGCIの想像図

# 富士山の植生状況

モニタリングサイト1000高山帯調査  
2008-2017年度とりまとめ報告書 pp.52-55  
(環境省自然環境局生物多様性センター)

山頂付近のプロットA、C、Dの2回目の調査の総出現種数は、それぞれ1種、2種、3種、サブコドラート当たりの平均出現種数は0.4種、0.6種、0.7種、植被率は1.5%、1.9%、1.2%と低いのに対し、岩石・砂礫率は96.9%、82.4%、85.2%と高く、その他に蘚苔類が1.6%、15.8%、12.5%みられた。森林限界付近では総出現種数は9種、サブコドラート当たりの平均出現種数は5.9種、植被率は30.9%、岩石・砂礫率は69.1%で、山頂よりは植物が多かった(表II-6-1)。



# 我が国のKapos2における山地植生被覆指標とは富士山山頂の植生状況と同値

[https://sdlc.fao.org/artifactory/fao-sdg-releases/15.4.2/15.4.2%20FAO%202020%20data%20\\_3rd%20window.xlsx](https://sdlc.fao.org/artifactory/fao-sdg-releases/15.4.2/15.4.2%20FAO%202020%20data%20_3rd%20window.xlsx)

## 問題点

FAOが公表する日本における15.4.2 試算のうちKapos#2 (3500m以上～富士山山頂付近) における山地植生被覆指標公表値は

- 86.6667%(2018)
- 86.6667%(2015)
- 86.6667%(2000)

となっている。

修正を定量的根拠に基づきFAOへ依頼必要と思われる。

Indicator	SeriesID	SeriesDescription	GeoAreaCode	GeoAreaName	TimePeriod	Value	Time_Detail	Source	FootNote	Nature	Units	Reporting Type	SeriesCode	ELEVATION	LANDTYPE	CL_NATURE	CL_OBS_STATUS
15.4.2	1548	Mountain Green Cover Index	392	Japan	2018	86.66667		Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO)	data are based on the estimation by FAO and not associated with Japanese official statistics.	E	PERCENT	R	ER_MTN_GRNCVI	2	MGCI	G	A
15.4.2	1548	Mountain Green Cover Index	392	Japan	2015	86.66667		Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO)	data are based on the estimation by FAO and not associated with Japanese official statistics.	E	PERCENT	R	ER_MTN_GRNCVI	2	MGCI	G	A
15.4.2	1548	Mountain Green Cover Index	392	Japan	2010	86.66667		Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO)	data are based on the estimation by FAO and not associated with Japanese official statistics.	E	PERCENT	R	ER_MTN_GRNCVI	2	MGCI	G	A
15.4.2	1548	Mountain Green Cover Index	392	Japan	2000	86.66667		Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO)	data are based on the estimation by FAO and not associated with Japanese official statistics.	E	PERCENT	R	ER_MTN_GRNCVI	2	MGCI	G	A

※Kapos#3(3500m～2500m) についても同様



# 山地植生被覆指標の推定方法

山地分類*i*領域内の観測点*t*で植生グリッドなら $X_i(t)=1$ 非植生グリッドなら $X_i(t)=0$ とする。山地分類*i*に分類されるグリッド総数 $N_i$ とする。

$$\hat{p}_i = \frac{\sum_{t=1}^{N_i} X_i(t)}{N_i}$$

は推定すべき、真の山地植生被覆指数(MGCI)の値である母比率 $p_i$ の標本比率である。 **$R(a|b)$ を実際(validated)は $b=\{\text{植生, 非植生}\}$ であるが、データ上での分類ラベル(classified)は $a=\{\text{植生, 非植生}\}$ である条件付き確率として定義する。**

いま、 $X_i(t)$ を確率変数とすると、

$$X_i = \begin{cases} 1 & \text{w.p. } R(1|1)p_i + R(1|0)(1 - p_i) \\ 0 & \text{w.p. } R(0|0)(1 - p_i) + R(0|1)p_i \end{cases}$$

となる。



山地植生被覆指標の誤差 = 標本誤差 + 分類誤差

# $R(a|b)$ の定義

$$R(0|0) = \frac{TN}{FP + TN}, R(1|0) = \frac{FP}{FP + TN}$$

$$R(0|1) = \frac{FN}{TP + FN}, R(1|1) = \frac{TP}{TP + FN}$$

$R(a|b)$ のコンフュージョンマトリックスからの推計は標本比率なので95%信頼区間がある

- 真のMGCI母比率を $p_i$ とし、 $R(a|b)$ を実際(validated)は $b = \{\text{植生, 非植生}\}$ であるが、データ分類(classified)上は $a = \{\text{植生, 非植生}\}$ である条件付き確率として定義する。

		validated $b$	
		植生 (X=1)	非植生 (X=0)
classified $a$	植生 (X=1)	$TP$	$FP$
	非植生 (X=0)	$FN$	$TN$

条件付き確率：
$$R(a|b) = \frac{p_{AB}(a, b)}{p_B(b)}$$

$$p_{AB}(a, b) = R(a|b)p_B(b)$$

$$p_A(a) = \sum_b p_{AB}(a, b) = \sum_b R(a|b)p_B(b)$$

$$p_A(1) = \sum_{b=0,1} R(1|b)p_B(b) = R(1|1)p_B(1) + R(1|0)p_B(0)$$

$$p_A(0) = \sum_{b=0,1} R(0|b)p_B(b) = R(0|0)p_B(0) + R(0|1)p_B(1)$$

ここで、 $p_B(1) = p_i$ ,  $p_B(0) = 1 - p_i$ である。 18

# 山地植生被覆指数推定値の誤差評価

$$Z_i = \sum_{t=1}^{N_i} X_i(t)$$

とすると、 $Z_i$ は二項分布 $B(N_i, R(1|1)p_i + R(1|0)(1 - p_i))$ に従う。

更に、 $N_i$ が十分大きいと、 $Z_i$ は

平均: $N_i(R(1|1)p_i + R(1|0)(1 - p_i))$ 、

分散: $N_i(R(1|1)p_i + R(1|0)(1 - p_i))(R(0|0)(1 - p_i) + R(0|1)p_i)$

の正規分布により近似できる。よって、山地植生被覆指数推定値

$$\hat{p}_i = \frac{\sum_{t=1}^{N_i} X_i(t)}{N_i}$$

とすると、 $\hat{p}_i$ は

平均: $R(1|1)p_i + R(1|0)(1 - p_i)$ 、

分散: $(R(1|1)p_i + R(1|0)(1 - p_i))(R(0|0)(1 - p_i) + R(0|1)p_i)/N_i$

の正規分布で近似できる。

# 分類誤りが指数推定値に及ぼす影響

- 指数推定値の平均値

$$E[\hat{p}_i] = R(1|1)p_i + R(1|0)(1 - p_i)$$

- 植生/非植生に対する判定誤りがあると指数推定値は真の母指数 $p_i$ よりも減少または増加する
- メッシュにおける植生/非植生の分類判定率が判明している場合は、推定される指数推定値を次の式で補正するのが良いかもしれない

$$p_i = \frac{E[\hat{p}_i] - R(1|0)}{R(1|1) - R(1|0)}$$

# 分類精度の検証

- $R(a|b)$ を実際(validated)は $b=\{\text{植生,非植生}\}$ であるが、データ分類(classified)上は $a=\{\text{植生,非植生}\}$ である条件付き確率として定義する。

		validated $b$	
		植生 (X=1)	非植生 (X=0)
classified $a$	植生 (X=1)	$TP$	$FP$
	非植生 (X=0)	$FN$	$TN$

- $R(a|b)$ のコンフュージョンマトリックスからの推計は標本比率なので95%信頼区間がある

$$R(0|0) = \frac{TN}{FP + TN}, R(1|0) = \frac{FP}{FP + TN}$$

$$R(0|1) = \frac{FN}{TP + FN}, R(1|1) = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$\sigma^2 = \hat{q}(1 - \hat{q})/N$$

$$95\% \text{信頼区間} : \hat{q} \pm 1.96\sigma$$

$$99\% \text{信頼区間} : \hat{q} \pm 2.58\sigma$$

( $\hat{q}$ を標本比率、 $N$ を標本サイズとする)

# $R(a|b)$ の95%信頼区間

コンフュージョン マトリックス		<b>validated <math>b</math></b>	
	$a/b$	植生 (X=1)	非植生 (X=0)
<b>classified <math>a</math></b>	植生 (X=1)	$TP$	$FP$
	非植生 (X=0)	$FN$	$TN$

$$\frac{TN}{FP + TN} - 1.96 \sqrt{\frac{TN}{FP + TN} \left(1 - \frac{TN}{FP + TN}\right) / (FP + TN)} \leq R(0|0) \leq \frac{TN}{FP + TN} + 1.96 \sqrt{\frac{TN}{FP + TN} \left(1 - \frac{TN}{FP + TN}\right) / (FP + TN)}$$

$$\frac{FP}{FP + TN} - 1.96 \sqrt{\frac{FP}{FP + TN} \left(1 - \frac{FP}{FP + TN}\right) / (FP + TN)} \leq R(1|0) \leq \frac{FP}{FP + TN} + 1.96 \sqrt{\frac{FP}{FP + TN} \left(1 - \frac{FP}{FP + TN}\right) / (FP + TN)}$$

$$\frac{FN}{TP + FN} - 1.96 \sqrt{\frac{FN}{TP + FN} \left(1 - \frac{FN}{TP + FN}\right) / (TP + FN)} \leq R(0|1) \leq \frac{FN}{TP + FN} + 1.96 \sqrt{\frac{FN}{TP + FN} \left(1 - \frac{FN}{TP + FN}\right) / (TP + FN)}$$

$$\frac{TP}{TP + FN} - 1.96 \sqrt{\frac{TP}{TP + FN} \left(1 - \frac{TP}{TP + FN}\right) / (TP + FN)} \leq R(1|1) \leq \frac{TP}{TP + FN} + 1.96 \sqrt{\frac{TP}{TP + FN} \left(1 - \frac{TP}{TP + FN}\right) / (TP + FN)}$$

# 四則演算（ $+$ $-$ $\times$ $\div$ ）に対する 誤差伝播公式

- 加算誤差の伝播

$$(a \pm \delta a) + (b \pm \delta b) = (a + b) \pm (\delta a + \delta b)$$

- 減算誤差の伝播

$$(a \pm \delta a) - (b \pm \delta b) = (a - b) \pm (\delta a + \delta b)$$

- 乗算誤差の伝播

$$(a \pm \delta a)(b \pm \delta b) = ab \left( 1 \pm \left( \frac{\delta a}{a} + \frac{\delta b}{b} \right) \right)$$

- 除算誤差の伝播

$$\frac{a \pm \delta a}{b \pm \delta b} = \frac{a}{b} \left( 1 \pm \left( \frac{\delta a}{a} + \frac{\delta b}{b} \right) \right)$$

## 母比率の補正の誤差伝播

$$p_i = \frac{E[\hat{g}_i] - R(1|0)}{R(1|1) - R(1|0)}$$

の誤差伝播について考える。

四則演算に対する誤差の伝播公式より

$$a = E[\hat{p}_i], b = R(1|0), c = R(1|1)$$

$\delta a, \delta b, \delta c$ をそれぞれ $E[\hat{p}_i], R(1|0), R(1|1)$ の95%信頼区間幅の半分とすると、母比率 $p_i$ の信頼区間は以下で与えられる。

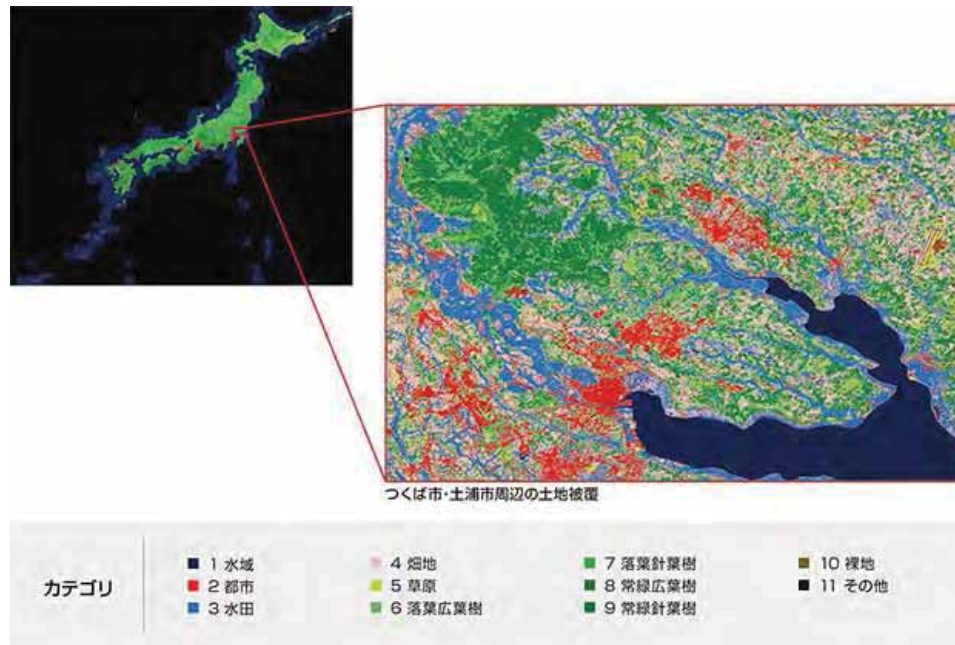
$$\frac{a-b}{c-b} \left( 1 - \left( \frac{\delta a + \delta b}{a-b} + \frac{\delta c + \delta b}{c-b} \right) \right) \leq p_i \leq \frac{a-b}{c-b} \left( 1 + \left( \frac{\delta a + \delta b}{a-b} + \frac{\delta c + \delta b}{c-b} \right) \right)$$



# 方針

- Kapos#2,#3は対象エリアが狭く中間発表時点で、該当箇所を全て調べることでFAO試算値が過大評価であることが判明した
- Kapos#4,#5,#6は対象エリアが広いため、標本数は十分あるが、土地被覆分類図作成時の分類誤りの影響を大きく受けている
- 方針① JAXA2014年-2016年土地利用土地被覆3秒度(100m)グリッドデータKapos#4,#5,#6に対するMGCI推計値を算出するとともに、分類誤りを考慮した補正值の95%信頼区間を算出する
- 方針② JAXA2014年-2016年土地利用土地被覆3秒度(100m)グリッドデータの植生被覆分類(農地、森林、草地)グリッドを中心に分類誤りを地上観測データとの突合せにより測定することで、95%信頼区間幅を狭くすることで、MGCI信頼区間を狭められることを示す

# JAXA高解像度土地利用土地被覆図



- 最小データは10mメッシュ(0.3秒度×0.3秒度角グリッド)
- 100mグリッドデータ(3秒度×3秒度角グリッド)
- 水域、都市、水田、畑地、草原、落葉広葉樹、落葉針葉樹、常緑広葉樹、常緑針葉樹、裸地、その他の分類で土地利用・土地被覆分類ラベルがデータ化されている

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

# 分類ラベル

- #0: 未分類 (Unclassified)
- #1: 水域 (Water)
- #2: 都市 (Urban and built-up)
- #3: 水田 (Rice paddy)
- #4: 畑地 (Crops)
- #5: 草地 (Grassland)
- #6: 落葉広葉樹 (DBF)
- #7: 落葉針葉樹 (DNF)
- #8: 常緑広葉樹 (EBF)
- #9: 常緑針葉樹 (ENF)
- #10: 裸地 (Bare land)
- #11: 雪氷 (Snow and ice)
- #253: その他 (Other)
- #255: データなし (No data)

評価用データ取得FTPサイト：

<ftp://ftp.eorc.jaxa.jp/pub/EACH/ps1/common/sdgs>

# JAXA高解像度土地被覆データ（山地）のコンフュージョンマトリックス 2006-2011年、100m解像度版

		Validation											User's accuracy (%)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total		
Classified	1	55	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	57	96.5
	2	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	100.0
	3	1	0	24	3	0	0	0	0	0	0	0	28	85.7
	4	0	1	5	6	2	2	0	0	2	0	0	18	33.3
	5	0	0	3	9	11	1	0	0	2	2	0	28	39.3
	6	0	1	0	2	0	25	0	0	5	0	0	33	75.8
	7	0	0	1	1	1	6	7	0	6	0	0	22	31.8
	8	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	3	33.3
	9	0	0	0	1	0	4	0	5	72	0	0	82	87.8
	10	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	5	8	62.5
Total		56	24	34	24	15	38	7	6	88	7	299		
Producer's accuracy		98.2	83.3	70.6	25.0	73.3	65.8	100.0	16.7	81.8	71.4		75.3	

植生  
非植生

実際 (validation)				実際 (validation)				実際(validation)				
分類	非植生	植生	合計	分類	非植生	植生	合計	分類	非植生 (95%信頼区間下)	非植生 (95%信頼区間上限)	植生 (95%信頼区間下限)	植生 (95%信頼区間上限)
	classified	82	3		85	classified	0.942529		0.014151		classified	0.89362195
	5	209	214		0.057471	0.985849			0.008564479	0.10637805	0.969949462	1.001748651
	合計	87	212	合計	1	1						

	平均値	95%信頼区間下限	95%信頼区間上限	95%信頼区間の幅の半分
R(1 0)	0.05747126	0.026131037	0.088800963	0.031334963
R(1 1)	0.98584905	0.969949462	1.001748651	0.015899595





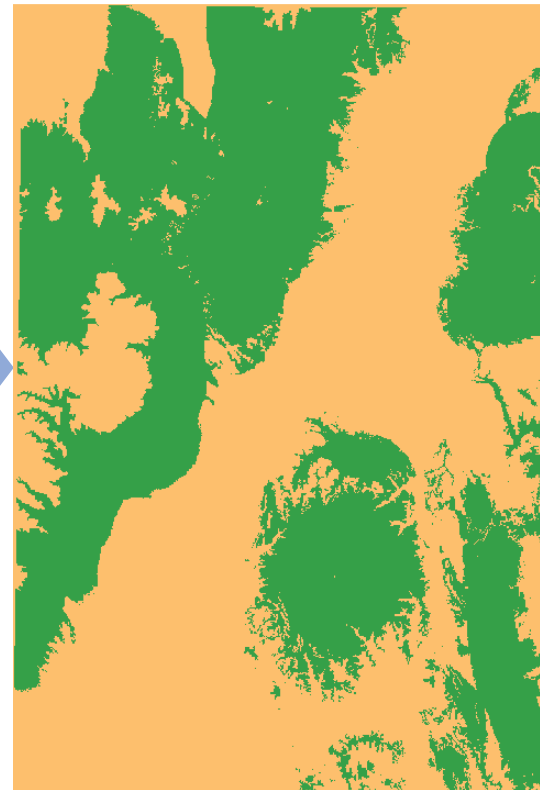
## (参考) SDG15.4.2 山地植生被覆指数 Kapos山地分類データの再現



- 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 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))



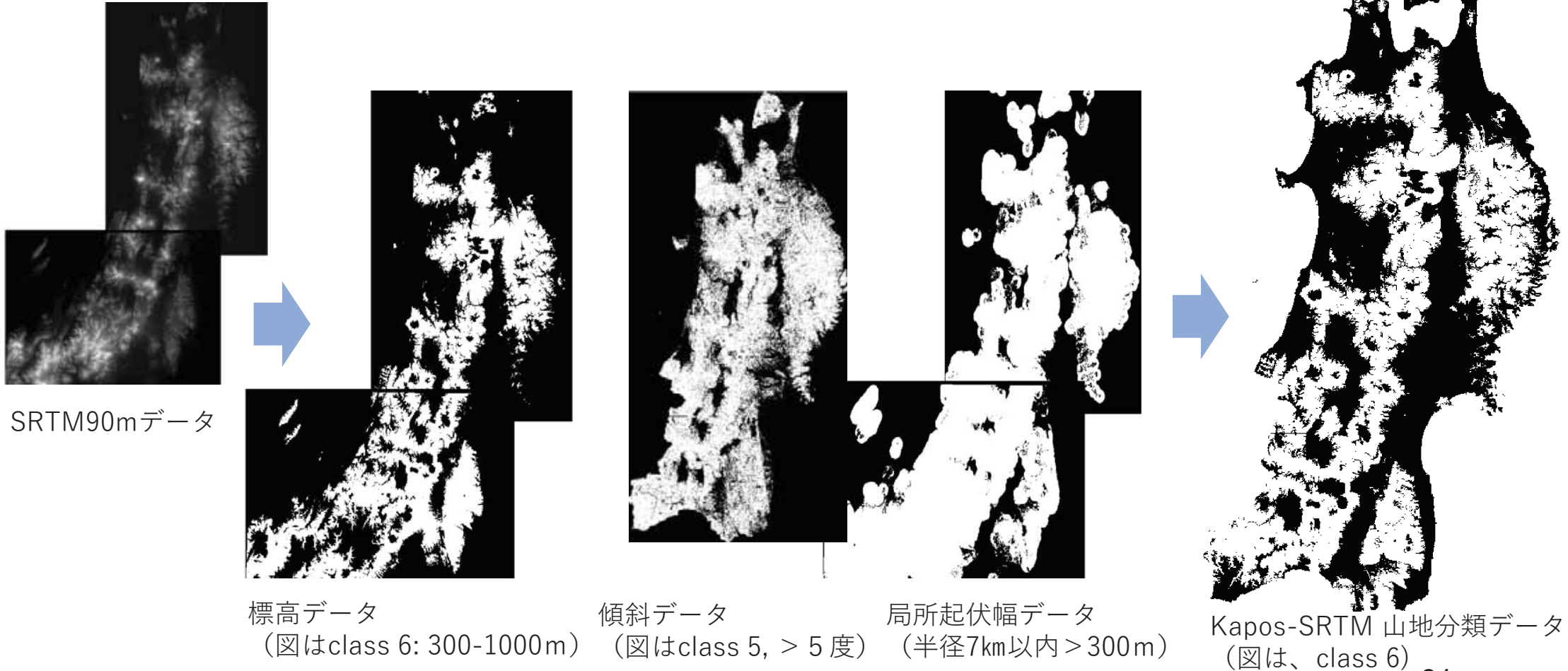
Kapos山地分類 # 6  
(福島県白河市付近)  
FAO Mountain Partnership  
HPより



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。

# 誤り率を考慮に入れた 100mグリッドでの推計値 95%信頼区間推定値

2006-2011 MGCI(全体) 0.997685 (0.875297以上)  
2014-2016 MGCI(全体) 0.989699 (0.837873以上)

年	解像度	指数推計値	グリッド数	指数推計値 95%信頼区間 (下限)	指数推計値 95%信頼区間 (上限)	R(1 1)	R(1 1)95% 信頼区間 (下限)	R(1 1)95% 信頼区間 (上限)	R(1 0)	R(1 0)95% 信頼区間 (下限)	R(1 0)95%信 頼区間 (上 限)	補正值	補正值95%信 頼区間 (下限)	補正值95%信 頼区間 (上限)
2015	300m	0.9907	1921741	0.990564287	0.990835713									
2014- 2016	250m	0.9865	2767043	0.986364024	0.986635976	0.99427 7539	0.9886855 97	0.9998694 82	0.27272727 3	0.18499661	0.360457935	0.989221	0.739504	1.238938
同上	100m	0.9867	17294515	0.986646009	0.986753991	0.9957	0.9909	1.0006	0.12121212 1	0.05692062 6	0.185503617	0.989699	0.837873	1.141525
同上	30m	0.9862	281131587	0.986186363	0.986213637	0.99713 877	0.9931789 84	1.0010985 55	0.08081	0.02712	0.13450	0.988062	0.867299	1.108826
2010	300m	0.9925	1921739	0.992378015	0.992621985									
2006- 2011	250m	0.9857	2767043	0.985560109	0.985839891	0.97641 5094	0.9559872 54	0.9968429 35	0.26436781 6	0.17169953 7	0.357036095	1.013040	0.721796	1.304283
同上	100m	0.9837	17294515	0.98364032	0.98375968	0.98584 9057	0.9699494 62	1.0017486 51	0.05747126 4	0.02614103 7	0.088800963	0.997685	0.913108	1.082263
同上	50m	0.9823	101205994	0.98227431	0.98232569	0.98585	0.9699494 62	1.0017486 51	0.04598	0.00197	0.08999	0.996223	0.885870	1.106576



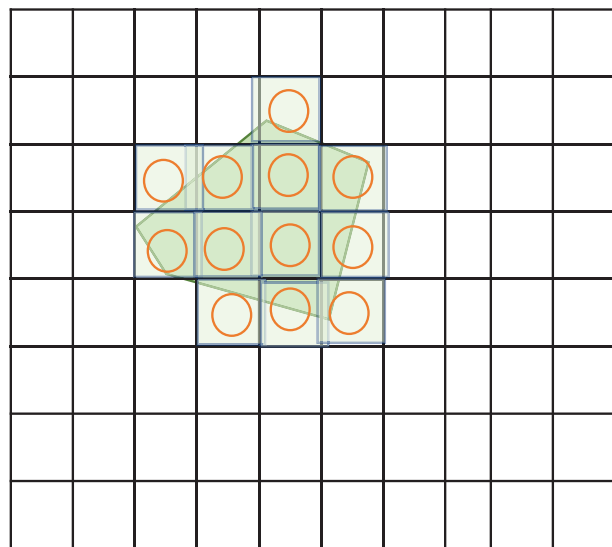
# 集計結果

- 100mグリッドデータ
- 使用した土地利用データ：JAXA100m高解像度土地利用土地被覆図
- 使用した山地分類データ：SRTM90m データに基づくKapos山地分類図

Kapos分類	2006-2011 (JAXA-LC)			2014-2016		
	MGCI	MGCI95%下限	MGCI95%上限	MGCI	MGCI95%下限	MGCI95%上限
Kapos1						
Kapos2	0	0	0	0	0	0
Kapos3	0.509001845	0.45310989	0.5648938	0.324336795	0.219973983	0.428699608
Kapos4	0.921403828	0.85598868	0.98681897	0.964553709	0.814380131	1.114727287
Kapos5	0.998952036	0.93134974	1.06655433	0.99418406	0.84194352	1.146424599
Kapos6	1.00166972	0.93406828	1.06927116	0.991236695	0.839297171	1.143176218

# 環境省植生図ポリゴンと JAXA土地利用土地被覆図の突合調査

- 植生図ポリゴンや農地筆ポリゴンなどと土地利用被覆分類図グリッドデータとを突合せして分類精度の検証を行う（コンフュージョンマトリックスの標本サイズを増加させる）



- コンフュージョンマトリックスの標本サイズを増加させることにより、 $R(1|1)$ ,  $R(1|0)$ の95%信頼区間幅を狭くする
- その結果、Kapos分類ごとのMGCIの95%信頼区間幅を狭くすることができる

# 源データ

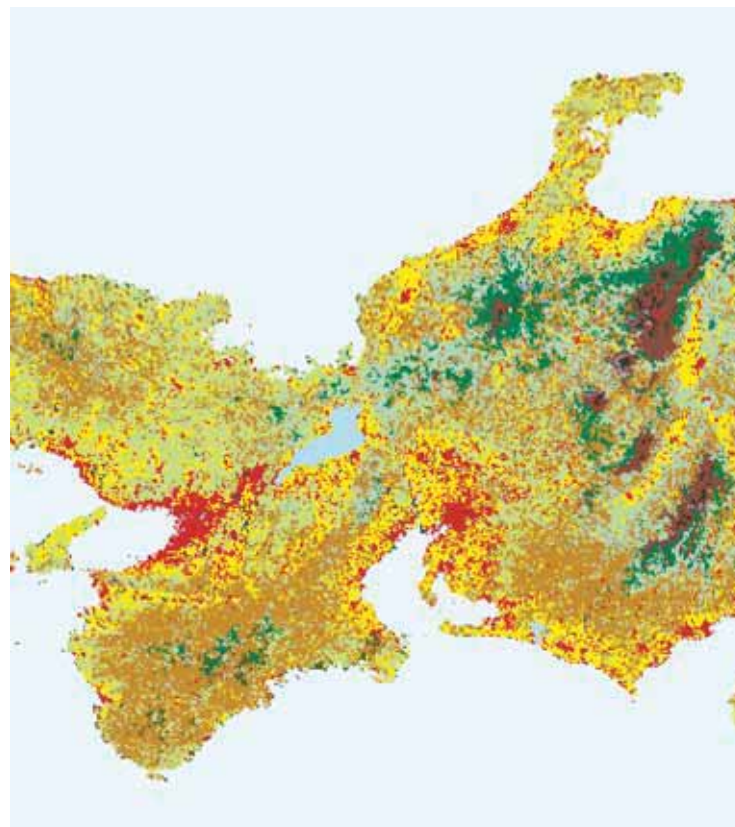
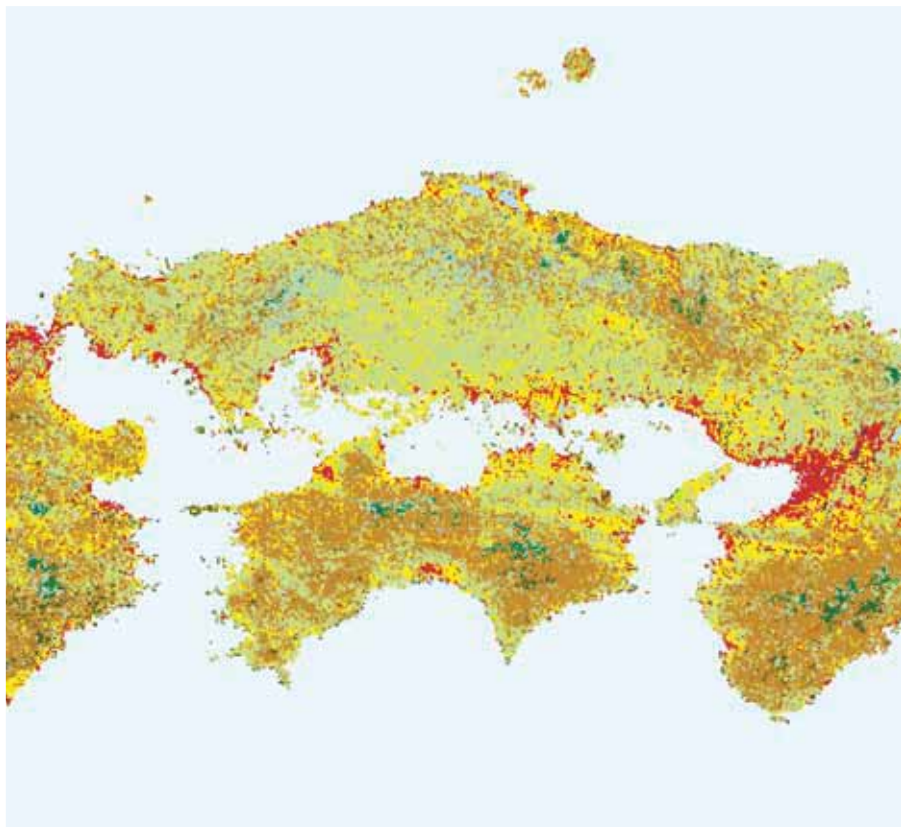
- データ源組織：環境省生物多様性センター
- データ項目：植生調査（1/2.5万）都道府県別一覧
- データ形式：Shapeファイル
- URL: <http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-025.html?kind=vg67>



環境省自然環境保全基本調査 調査方法

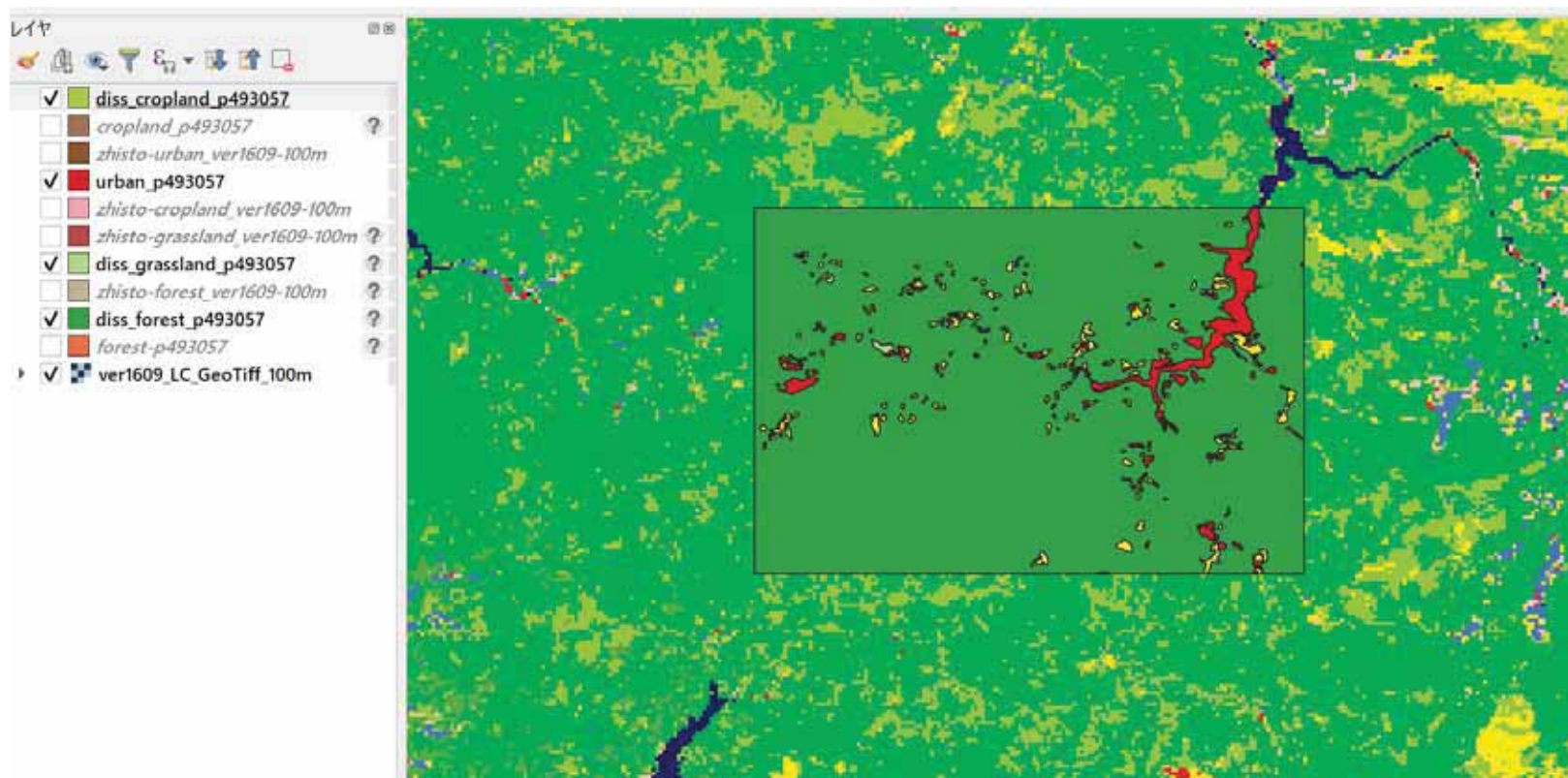
[http://gis.biodic.go.jp/webgis/files/sc-012\\_sakusei\\_youryou\\_H31.pdf](http://gis.biodic.go.jp/webgis/files/sc-012_sakusei_youryou_H31.pdf)

# 植生図



出典：環境省 自然環境局 生物多様性センター

# 二次メッシュ493057 MOE-LC vs JAXA-LC-v1609-100m



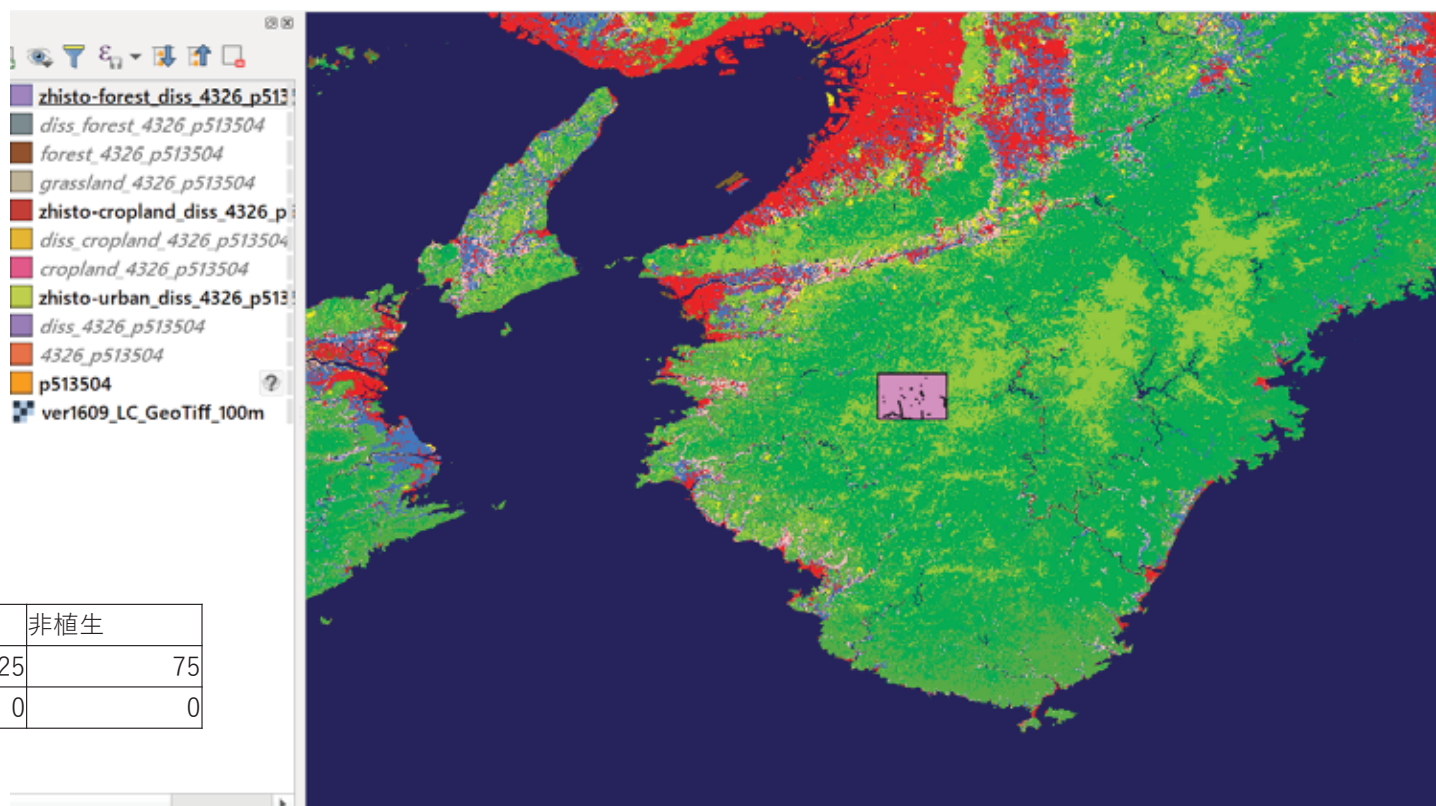
# コンフュージョンマトリックス

	DN	MOE-LC (p493057)			
		Forest	Glassland	Cropland	Urban, etc
		13-55	56	57	58
JAXA-LC, 2006-2011, 100m	1	12	0	0	234
	2	6	1	2	30
	3	0	2	24	4
	4	3	5	8	11
	5	20	6	48	11
	6	2146	9	156	112
	7	0	0	0	0
	8	47	0	3	1
	9	11885	7	126	80
	10	1	0	0	1
				unit: pixel numbers	
		植生	非植生		
	植生	14495	219		
	非植生	22	265		

	DN	MOE-LC (p493067)			
		Forest	Glassland	Cropland	Urban, etc
		13-55	56	57	58
JAXA-LC, 2006-2011, 100m	1	9	0	2	179
	2	7	0	10	39
	3	5	0	85	5
	4	37	0	68	58
	5	59	23	52	9
	6	2284	10	258	104
	7	0	0	0	0
	8	96	0	21	4
	9	11190	7	295	73
	10	6	0	0	5
				unit: pixel numbers	
		植生	非植生		
	植生	14485	253		
	非植生	34	223		

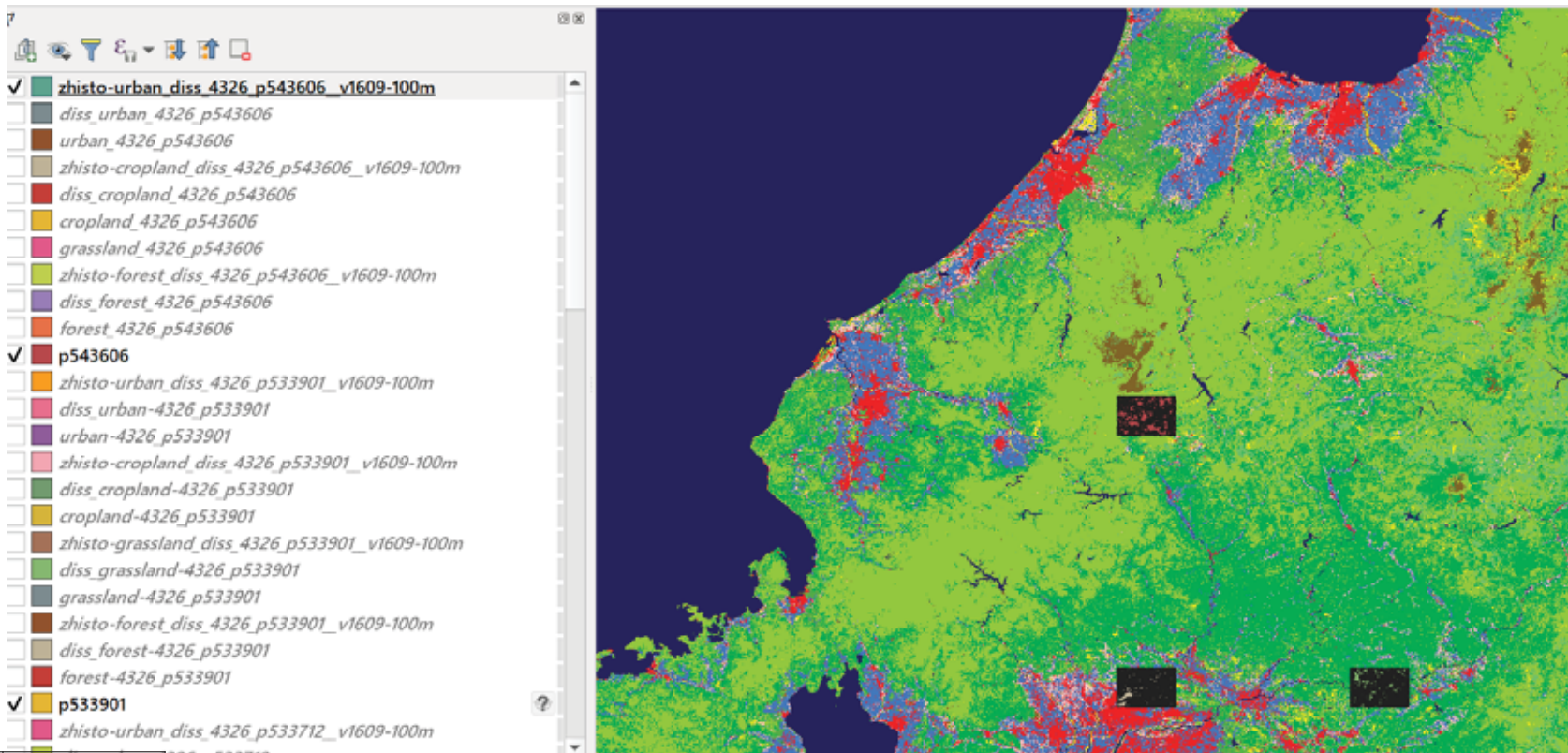
※コンフュージョンマトリックスの標本サイズを拡大できることが確認される

# 二次メッシュ513504 環境省植生図



	植生	非植生
植生	14925	75
非植生	0	0

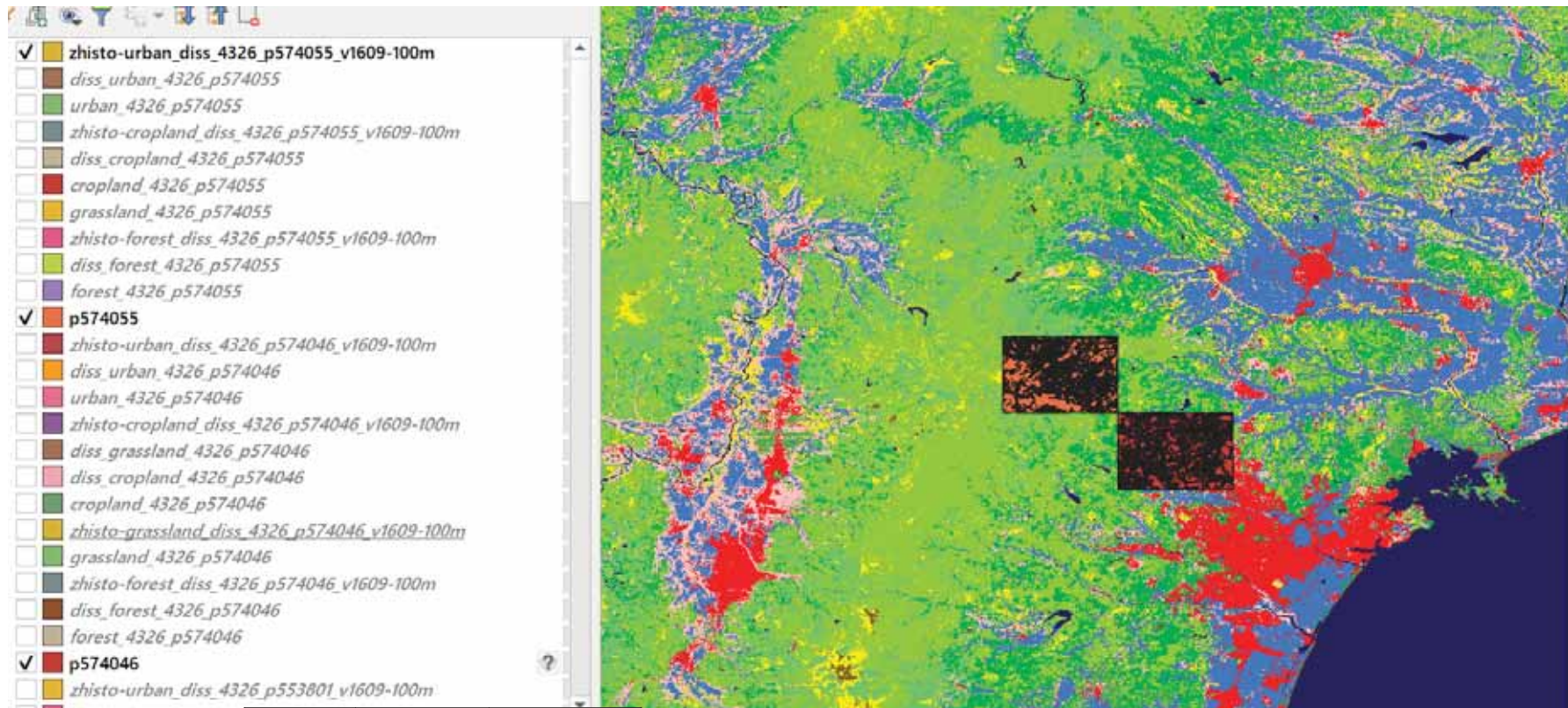
# 二次メッシュ543606 環境省植生図



	植生	非植生
植生	14611	16
非植生	365	8



# 二次メッシュ574055 環境省植生図



	植生	非植生
植生	14964	25
非植生	1	10

# $R(a|b)$ の95%信頼区間

環境省植生図ポリゴン

	植生	非植生
植生	98133	2562
非植生	767	3516



	平均値	95%信頼区間 下限	95%信頼区間上 限	95%信頼区間の幅の 半分
$R(1 0)$	0.42152	0.409105743	0.433934731	0.012414494
$R(1 1)$	0.992245	0.991697969	0.992791414	0.000546722

コンフュージョン ンマトリックス		validated $b$	
	$a/b$	植生 (X=1)	非植生 (X=0)
classified $a$	植生 (X=1)	$TP$	$FP$
	非植生 (X=0)	$FN$	$TN$

$$\frac{TN}{FP + TN} - 1.96 \sqrt{\frac{TN}{FP + TN} \left(1 - \frac{TN}{FP + TN}\right) / (FP + TN)} \leq R(0|0) \leq \frac{TN}{FP + TN} + 1.96 \sqrt{\frac{TN}{FP + TN} \left(1 - \frac{TN}{FP + TN}\right) / (FP + TN)}$$

$$\frac{FP}{FP + TN} - 1.96 \sqrt{\frac{FP}{FP + TN} \left(1 - \frac{FP}{FP + TN}\right) / (FP + TN)} \leq R(1|0) \leq \frac{FP}{FP + TN} + 1.96 \sqrt{\frac{FP}{FP + TN} \left(1 - \frac{FP}{FP + TN}\right) / (FP + TN)}$$

$$\frac{FN}{TP + FN} - 1.96 \sqrt{\frac{FN}{TP + FN} \left(1 - \frac{FN}{TP + FN}\right) / (TP + FN)} \leq R(0|1) \leq \frac{FN}{TP + FN} + 1.96 \sqrt{\frac{FN}{TP + FN} \left(1 - \frac{FN}{TP + FN}\right) / (TP + FN)}$$

$$\frac{TP}{TP + FN} - 1.96 \sqrt{\frac{TP}{TP + FN} \left(1 - \frac{TP}{TP + FN}\right) / (TP + FN)} \leq R(1|1) \leq \frac{TP}{TP + FN} + 1.96 \sqrt{\frac{TP}{TP + FN} \left(1 - \frac{TP}{TP + FN}\right) / (TP + FN)}$$

# 2006-2011 100m

## コンフュージョンマトリックス標本サイズ増

2006-2011 (JAXA-LC)			
Kapos分類	MGCI	MGCI95%下限	MGCI95%上限
Kapos1			
Kapos2	0	0	0
Kapos3	0.190104016	0.15595383	0.2242542
Kapos4	0.860943612	0.81870638	0.90318084
Kapos5	0.987088516	0.94268578	1.03149125
Kapos6	0.991509276	0.94715672	1.03586183
全体	<b>0.985028</b>	<b>0.940801</b>	<b>1.029255</b>

コンフュージョンマトリックスの標本サイズを増加させることにより、分類精度の評価揺らぎを低下させて再計算することで、95%信頼区間幅を狭め評価値の信頼性を高めることが可能である

	平均値	95%信頼区間 下限	95%信頼区間上 限	95%信頼区間の幅の 半分
$R(1 0)$	0.42152	0.409105743	0.433934731	0.012414494
$R(1 1)$	0.992245	0.991697969	0.992791414	0.000546722

# まとめ

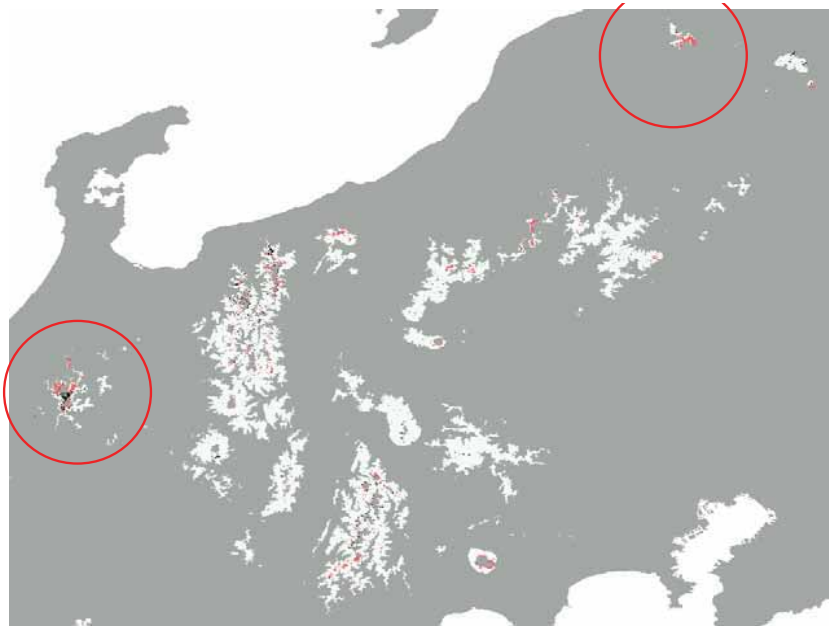
2006-2011調査と2014-2016調査の比較からKapos3とKapos4でMGCIがともに上昇が確認される

- 2006-2011 MGCI(全体) 0.985028 (0.940801以上)
  - Kapos2: 0 (ただし冬場は凍結するためほぼ0であるが夏場は数%程度)
  - Kapos3: 0.190 (0.155以上0.224以下；ただし冬季は凍結するためほぼ0が妥当)
  - Kapos4 : 0.860 (0.818以上)
  - Kapos5 : 0.987 (0.943以上)
  - Kapos6 : 0.991 (0.947以上)
- 2014-2016 MGCI(全体) 0.989699 (0.837873以上)
  - Kapos2: 0 (ただし冬季は凍結するためほぼ0であるが夏場は数%程度)
  - Kapos3: 0.324 (0.220以上0.429以下；ただし冬季は凍結するためほぼ0が妥当)
  - Kapos4 : 0.965 (0.814以上)
  - Kapos5 : 0.994 (0.842以上)
  - Kapos6 : 0.991 (0.839以上)
- 以上が100m分解能で現状の我が国が保有する衛星データ土地分類図の精度評価から算出できる山地植生被覆指標 (SDG15.4.2) の値である。
- ただし、分類誤りの影響評価は我が国が保有する他データと突合分析を繰り返すことにより分類誤り影響の高精度化が可能であり、推計される山地植生被覆指標の信頼区間幅を狭くし信頼性を高めることも可能である。

2014-  
2016



2006-  
2011

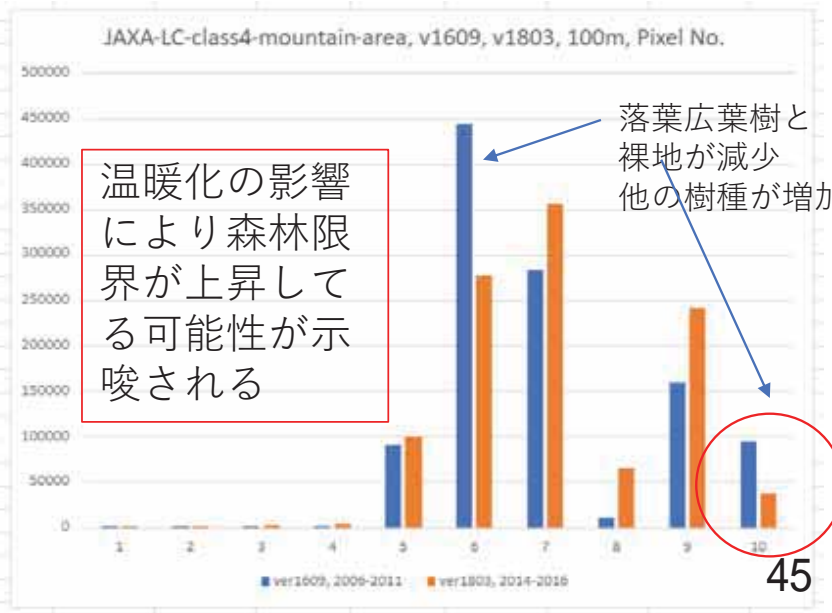


2006-2011と  
2014-2016の  
差分画像

植生被覆の増加  
エリアを赤で示  
す。

cat	ver1609	ver1803
1	414	705
2	33	630
3	35	2213
4	161	4326
5	89967	98529
6	444291	277460
7	282376	354857
8	10326	64466
9	159584	242151
10	95005	36855
	1082192	1082192

分類ラベル	
1	水域
2	都市
3	水田
4	畑地
5	草地
6	落葉広葉樹
7	落葉針葉樹
8	常緑広葉樹
9	常緑針葉樹
10	裸地



温暖化の影響  
により森林限  
界が上昇して  
る可能性が示  
唆される

落葉広葉樹と  
裸地が減少  
他の樹種が増加