

衛星画像で日本を探索 ～ Landsat 活用～

ESRIジャパン 株式会社
2018年9月

目次

- はじめに
- 衛星画像とは
- Landsat とは
- 実際にさわってみよう～初級～
- Landsat から見えること①撮影時期
- Landsat から見えること②経年変化
- Landsat から見えること③植生の活性度
- もっと活用してみよう～中級～
- 分野別 Landsat 活用①自然環境
- 分野別 Landsat 活用②防災
- 分野別 Landsat 活用③都市計画
- おわりに

はじめに

- **本資料について**

本資料は、Esri が公開している [Learn ArcGIS](#) の「[はじめての衛星画像](#)」を参考に作成しています。2つのアプリケーションを使って日本国内を探索しながら、衛星画像の活用法を理解します。

- **所要時間**：20分

- **レベル**：初級～中級

- **使用教材**：[Landsatアプリ](#)、[Landsat Explorer](#)

- **本教材内のアイコンの見方**

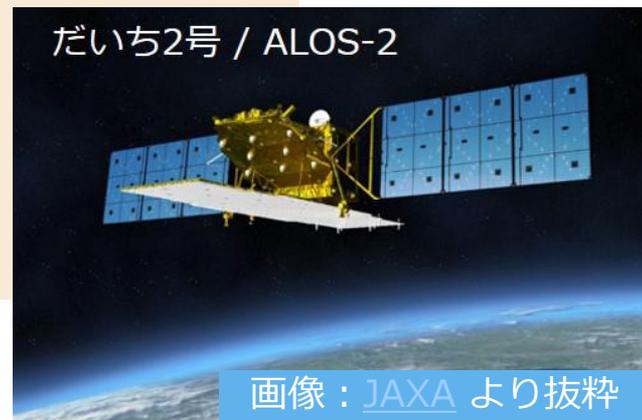
- 🗺️：作業に必要な操作を説明しています。
- 💡：作業に関連したヒントを説明しています。

衛星画像とは

衛星画像は人工衛星に搭載されたセンサーで取得されたデジタル データです。厳密に波長を区切って取得されるため、可視光線や近赤外線といった波長帯に分けて解析することが可能です。また、航空機が通過できない場所の画像も取得することができます。

現在日本が運用している代表的な人工衛星（管轄機関）

- 陸域観測技術衛星2号「**だいち2号 (ALOS-2)**」(JAXA)
→ 地図作成・地域観測・災害状況把握・資源探査に活用
- 静止気象衛星「**ひまわり8号**」(気象庁)
→ 気象観測に活用
- 準天頂衛星システム「**みちびき**」(内閣府)
→ GPS精度向上に貢献



Landsatとは

Landsat は、アメリカの 2 つの政府機関の共同イニシアチブにより運営されている人工衛星です。過去 43 年間という衛星画像プログラムとして最も長い歴史を誇り、また画像は無償で公開されています。地上解像度は 30m で、広範囲の観測に適しています。

● Landsat アプリ

Esri が公開しているレッスンをセットになっている Landsat 活用アプリです。各種指数の切り替えや時系列データの表示、ブックマーク移動が行えます。セットになっているレッスンでは、火山活動から都市のスプロール現象*まで、世界中のさまざまな秘密を明らかにします。



● Landsat Explorer

Esri が公開している Landsat 活用アプリです。さまざまな分析ツールが用意されており、各種指数の切り替えや、スワイプ、カスタム マスクの作成、時系列データの表示、2 時期間の変化抽出、[ArcGIS Online](https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online) からのデータ追加・保存、ローカル ファイルへのエクスポートなどを行うことができます。



*都市が無秩序に拡大していくこと。

実際にさわってみよう ～初級～

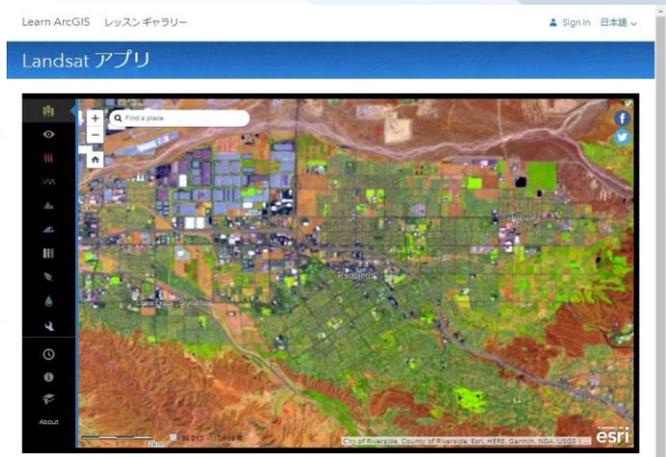
準備

● Landsat アプリにアクセスします。

<http://learn.arcgis.com/ja/projects/get-started-with-imagery/app/>

Landsat アプリを開くと、右図の画面が表示されます。

アプリに表示されている画像は、米国 Esri の本社がある米国カリフォルニア州のレッドランズです。



Landsat アプリ

このアプリでは、Landsat 衛星画像で世界を見ることができます。Landsat は地球の画像を撮影し、火山活動から都市のスプロール現象まで、さまざまな秘密を明らかにします。

Landsat は、人間の目で見られるものも含め、電磁スペクトルとして画像を捉えます。異なるスペクトルバンドにより、常に変化を続ける、私たちの大切な地球に関する情報を導くことができます。

Landsat は、過去 43 年間にわたってペタバイト単位のデータを蓄積してきました。シーンは 400 万枚に及び、今なお増え続けています。地球上のあらゆる場所の画像を 16 日ごとに撮影します。地球上の場所がどのような経時的変化を遂げているか、画像の履歴を見ることができます。

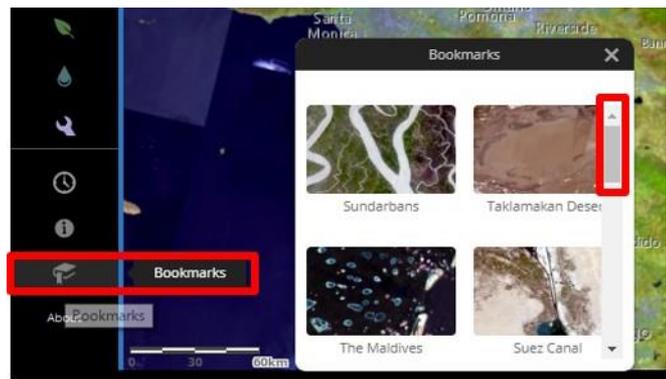
このアプリでは、シンボルを使ってさまざまなスペクトルビューを表示します。バンドの組み合わせや算出された指標値などいくつかのビューがあります。ArcGIS は現在のビューに基づいて画像を自動的に強化するので、ズームや画面移動をお試しください。

タイムスライダーを使うと、場所の経時的な変化がわかります。場所を詳しく見るには、「個別属性」をクリックし、マップ上をクリックします。

アプリの使用方法和、表示できる場所について詳しくは、「はじめての衛星画像」レッスンをお試しください。

Landsat アプリの左側には指数タブや機能タブが複数用意されています。まずウォーミングアップとして、ブックマーク ウィンドウを開いて表示されている地域をみてみましょう。

📍 [Bookmarks] タブをクリックして、ブックマーク ウィンドウの右端にあるスクロールバーを操作します。任意のブックマークをクリックして移動します。



Landsat アプリのアイコン説明と操作方法

● アイコン説明

	[Agriculture] 農業画像		[Time] タイムライン
	[Natural Color] トゥルーカラー画像		[Identify] 属性情報
	[Color Infrared] 赤外画像		[Bookmarks] ブックマーク
	[SWIR] 短波近赤外画像		[About] Landsat アプリについて
	[Geology] 地形画像		拡大/縮小
	[Bathymetric] 海底地形図		デフォルトの表示範囲
	[Panchromatic] パンクロ画像		[Find a place] 地点検索
	[Vegetation Index] 植生指数画像		SNS共有
	[Moisture Index] 湿潤指数画像		概観図の表示
	[Build] カスタマイズ画像		

● 操作方法

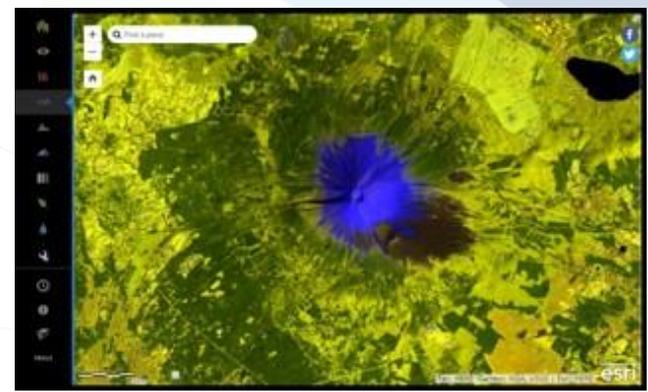
マウス左クリック&ドラッグ：画面移動

マウスホイール：拡大・縮小

Landsat から見えること①撮影時期

● 画像の撮影時期を確認します。

ブックマーク タブから [Mount Fuji] (富士山) を選択して富士山へ移動します。この画像では富士山が青く表示されています。これは岩の特徴が強調される SWIR 画像が選択されているためです。富士山を自然な色合いで表示させてみましょう。



🗺️ [Natural Color] タブ 🗨️ をクリックします。

表示を変えると撮影された時期をおおよそ推測することができます。また、アプリでは画像の詳細情報を確認することもできますが、この画像はいつ撮影されたものでしょうか？

🗺️ [Identify] タブ ⓘ をクリックして撮影時期を確認します。

💡 マップ上の任意の地点でクリックすると、その地点のスペクトラル情報の詳細を確認できます。



操作詳細・解説 Landsat から見えること①撮影時期

ブックマーク ウィンドウの最下部にある [Mount Fuji] (富士山) ブックマークをクリックします。

[Bookmark] タブをクリックします。

Powered by Esri

[Natural Color] タブをクリックします。



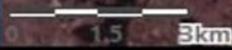
About

Identify

Current Scene ID: LC81080352018073LGN00	Product Name: L1TP	
Acquisition Date: 2018年3月14日	WRS Path/Row: 108/35	
Sun Azimuth: 145.5	Sun Elevation: 45.6	Cloud Cover: 4.7%

Pick Point on the map for a spectral profile.

[Identify] タブをクリックして撮影時期を確認します。





富士山

Identify

Current Scene ID: LC81080352018073LGN00 Product Name: L1TP
 Acquisition Date: 2018年3月14日 WRS Path/Row: 108/35
 Sun Azimuth: 145.5 Sun Elevation: 45.6 Cloud Cover: 4.7%

Show Spectral Profile

Typical Spectral Profiles

- Selected Point
- Cloud
- Snow/Ice
- Desert
- Dry Grass
- Concrete
- Lush Grass
- Urban
- Rock
- Forest
- Water

Pick Point on map to reset spectral profile.

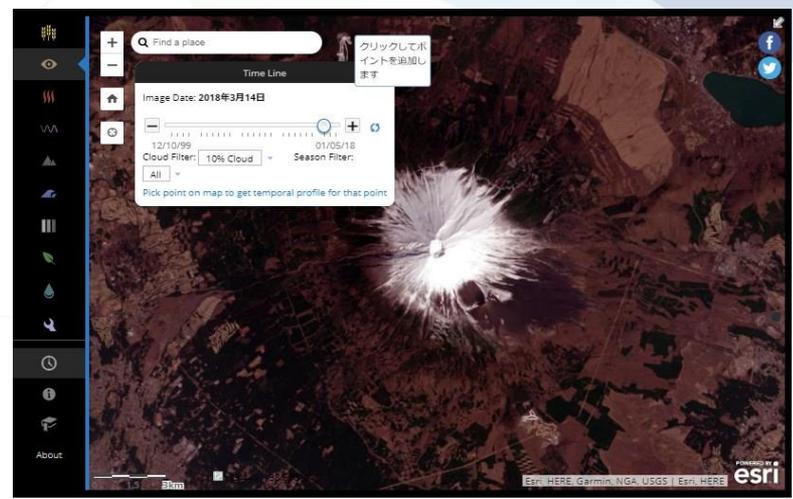
[Identify] タブを選択時に
 マップ上の任意の地点で
 クリックすると、その地
 点のスペクトラル情報の
 詳細が表示されます。
 (表示オフも可能)



Landsat から見えること②経年変化

● 経年変化を確認します。

Landsat は歴史が長く、過去に撮影された画像も確認できます。過去の画像を使うと大規模な都市開発や自然環境の荒廃など、数年にわたって変化が起きている事象を確認できます。過去に遡ってどのような画像があるかをみてみましょう。富士山が確認できる一番古い画像はいつ撮影された画像でしょうか？

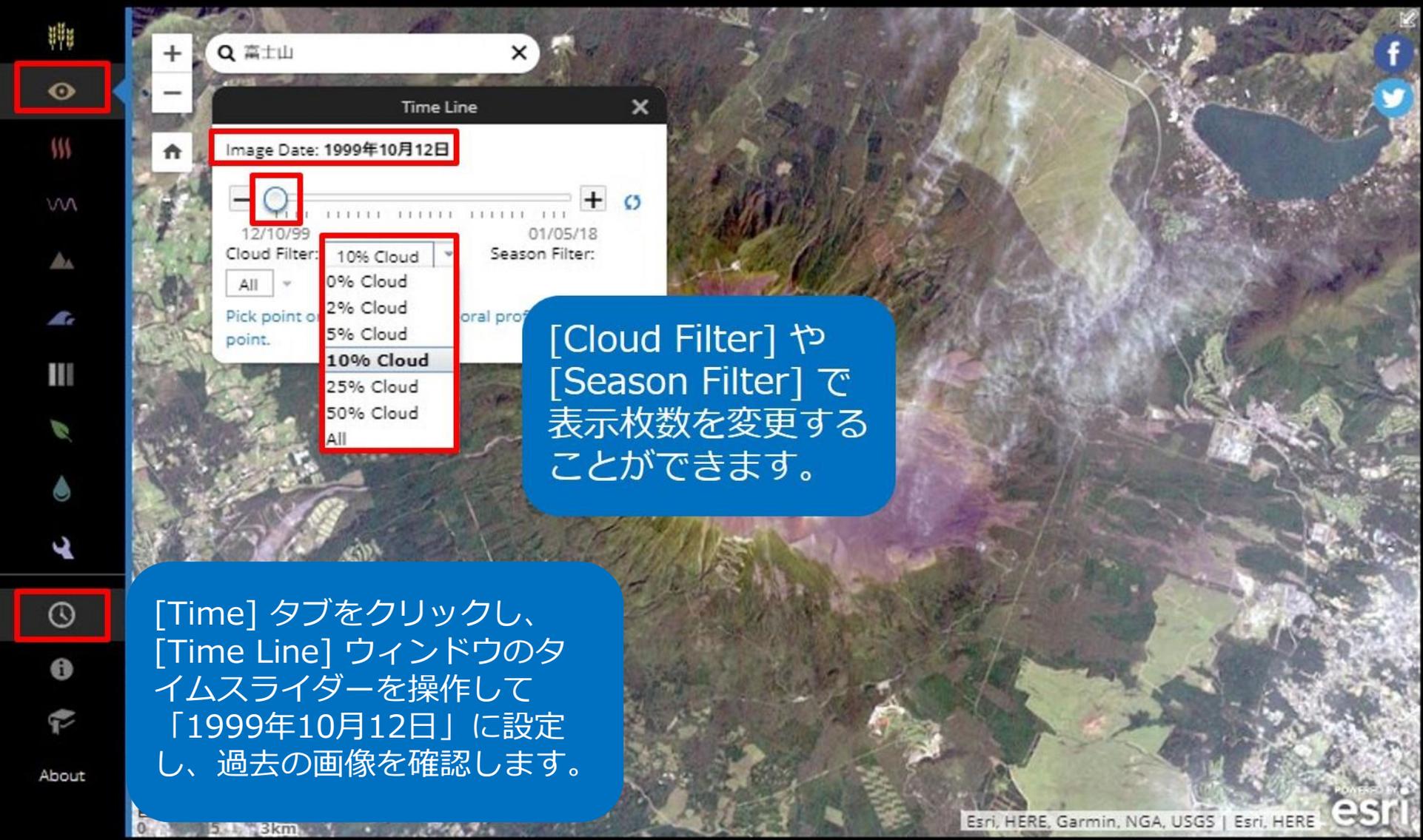


📍 [Time] タブ  をクリックし、[Time Line] ウィンドウのタイムスライダーを操作して過去の画像を確認します。

💡 [Time Line] ウィンドウの [Cloud Filter] の値を変更すると表示可能枚数が変化します。



操作詳細・解説 Landsat から見えること②経年変化



[Cloud Filter] や [Season Filter] で表示枚数を変更することができます。

[Time] タブをクリックし、[Time Line] ウィンドウのタイムスライダーを操作して「1999年10月12日」に設定し、過去の画像を確認します。

Q 富士山

Time Line

Image Date: 1999年10月12日

Pick point on map to reset location.
Pick point on graph to set image date

Refresh available dates based on current extent

Data Values

Acquisition Date

01/01/15 21/02/16 14/05/17

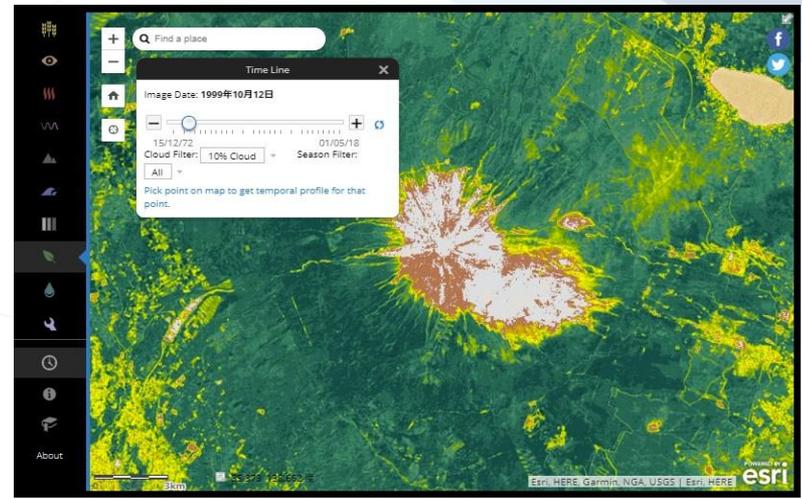
NDMI Moisture Urban NDVI Vegetation

[Time] タブを選択時にマップ上の任意の地点でクリックすると、その地点のプロフィール情報が表示されます。

Landsat から見えること③植生の活性度

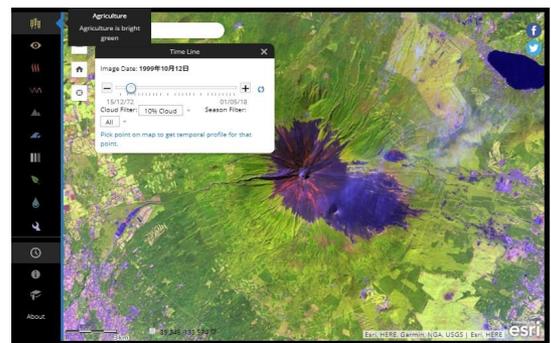
● 植生の活性度を確認します。

近赤外情報をもった衛星画像を使うと、近赤外での反射強度が大きいという植物の反射特性を活かして、どの地域に植物が生えているかを確認することができます。また植生の活性度を表す指数を正規化植生指数 (NDVI) といい、赤情報と近赤外情報を使って計算できます。富士山周辺の植生活活性度を見てみましょう。

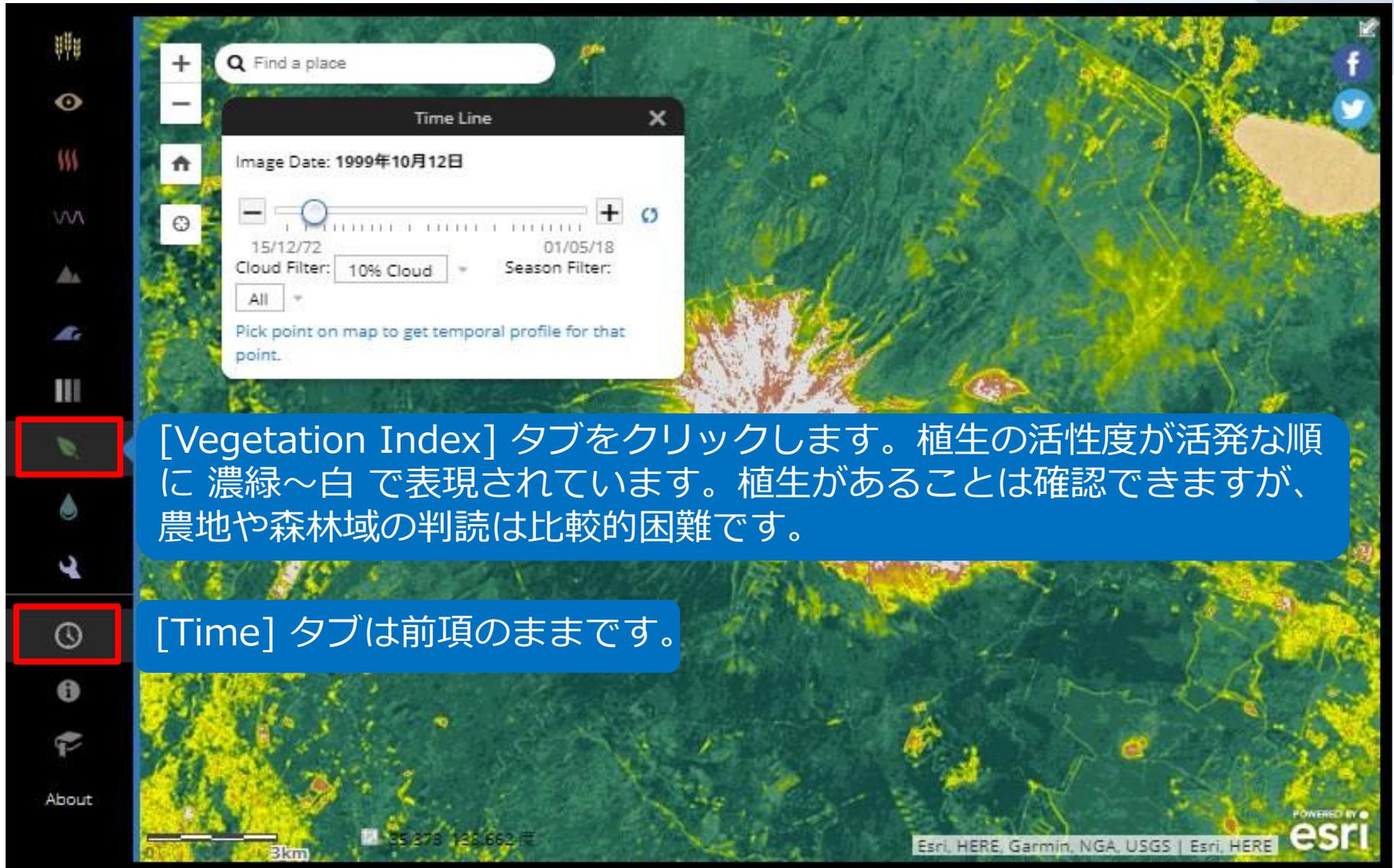


📍 [Vegetation Index] タブ  をクリックします。

💡 [Agriculture] タブ  をクリックして農業指数と植生指数の違いを見てみましょう。



操作詳細・解説 Landsat から見えること③植生の活性度



[Vegetation Index] タブをクリックします。植生の活性度が活発な順に濃緑～白で表現されています。植生があることは確認できますが、農地や森林域の判読は比較的困難です。

[Time] タブは前項のままです。



Agriculture
Agriculture is bright green

[Agriculture] タブをクリックします。植生があることが確認できるだけでなく農地と森林域の判読が比較的容易に行えるように表現されています。ただし、植生の活性度の判断は困難といえます。

15/12/72 01/05/18
Cloud Filter: 10% Cloud Season Filter:
All
Pick point on map to get temporal profile for that point.



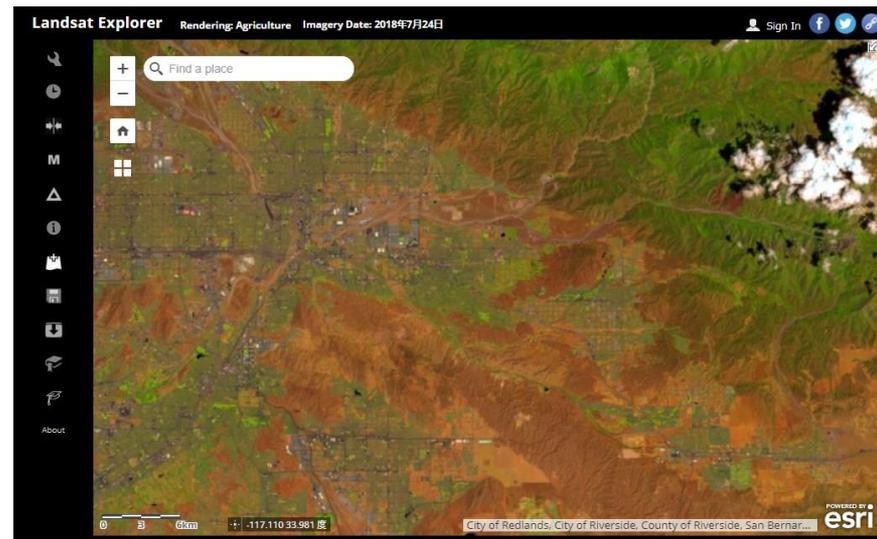
もっと活用してみよう ～中級～

準備

● Landsat Explorer にアクセスします。

ArcGIS Online には、高機能のアプリケーションを簡単に作成できるように多数のテンプレートが用意されています。その一つを使ったアプリ [Landsat Explorer](#) では、より多彩な表現方法で Landsat を見ることができます。

- ④ Landsat Explorer (<http://landsatexplorer.esri.com/>) にアクセスして、[Find a place](検索ボックス) 🔍 に「富士山」と入力し富士山へ移動します。



Landsat Explorer のアイコン説明

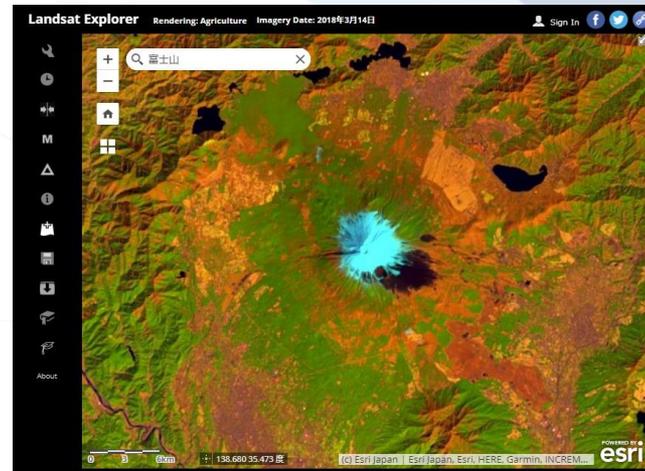
● アイコン説明

	[Renderer] 表示設定		[App Tutorial] 各タブの操作説明
	[Time Selector] タイムライン		[About] Landsat Explorer について
	[Swipe] スワイプ ツール		[Basemap Gallery] ベースマップ ギャラリー
	[Mask] マスク ツール		拡大/縮小
	[Change Detection] 変化検出ツール		デフォルトの表示範囲
	[Identify] 属性情報		[Find a place] 地名検索
	[Add Data from ArcGIS Online] ArcGIS Online からデータ追加		ArcGIS Online アカウント サイン イン
	[Save Top Layer to ArcGIS Online] 最上位レイヤーをArcGIS Online へ保存		共有
	[Export] エクスポート		概観図の表示
	[Stories] ストーリー別教材		

分野別 Landsat 活用①自然環境

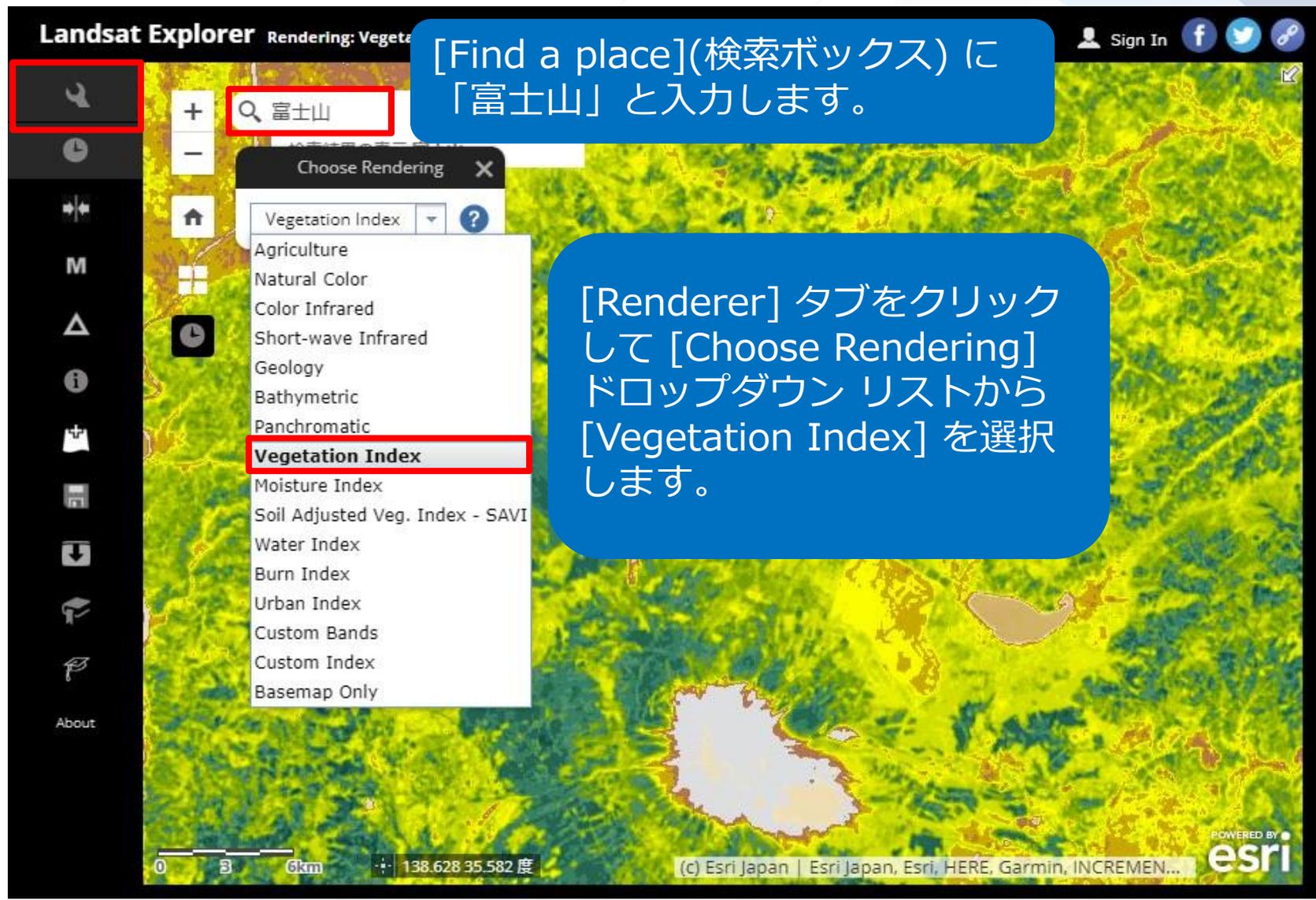
● 世界遺産登録の自然環境への影響

世界中には多数の世界遺産がありますが、世界遺産に登録されたことで知名度が上がり、訪れる観光客の数が増えることで環境破壊が起きてしまうケースも少なくありません。富士山は2013年に世界遺産に登録されましたが、世界遺産登録後に富士山周辺の自然環境に影響が出ていないかを確認してみましょう。



- ① [Renderer] タブ  をクリックして [Choose Rendering] ドロップダウン リストから [Vegetation Index] を選択します。
- ② 次に [Time Selector] タブ  をクリックして「2018年3月14日」が表示されている状態で [Set Current as Secondary Layer] ボタン  をクリックし画像を固定します。そのまま再度タイムスライダーを操作して2013年以前の画像を表示します。
- ③ [Swipe] タブ  をクリックして、スワイプ ツール  をクリックしながら左右に動かして違いを確認します。

操作詳細・解説 Landsat 活用①自然環境



[Find a place](検索ボックス)に「富士山」と入力します。

[Renderer] タブをクリックして [Choose Rendering] ドロップダウン リストから [Vegetation Index] を選択します。

[Time Selector] タブをクリックして「2018年3月14日」が表示されている状態で [Set Current as Secondary Layer] ボタンをクリックし画像を固定します。

The screenshot displays the Landsat Time Selector interface. A blue callout box at the top contains Japanese text: "[Time Selector] タブをクリックして「2018年3月14日」が表示されている状態で [Set Current as Secondary Layer] ボタンをクリックし画像を固定します。". The interface features a dark sidebar on the left with various icons, including a clock icon highlighted with a red box. The main panel shows a "Time Selector" dialog with a date field set to "2018年3月14日" (March 14, 2018), also highlighted with a red box. A "Set Current as Secondary Layer" button is highlighted with a red box and a tooltip. The background is a satellite image of a landscape with a large lake. The bottom of the screen shows a scale bar (0 to 6km), coordinates (138.460 35.598 度), and the Esri logo.

再度タイムスライダーを操作して2013年以前の画像を表示します。(基本的には同じ季節の画像、また雲が少ない画像を選択することを推奨します。)本来植生域であるだろう部分がオレンジ～白で表示されている場合は、雲による影響の可能性があります。



画面に表示されている画像の表示種類と日時が確認できます。



[Swipe] ツールをクリックしながら左右に動かします。

1枚目
(2018年3月14日)

2枚目
(2011年10月29日)

富士山

Time Selector

Comparison Date: 2018年3月14日
Image Date: 2011年10月29日

15/12/72 01/05/18

Cloud Filter: 10% Cloud Season Filter: All

Pick a point on the map to get the temporal profile for that point.

*入力できない場合は、すべてのウィンドウを閉じてから入力してください。

WHERE

分野別 Landsat 活用②防災

● 災害発生後の被害地域

2016年の熊本地震発生後、熊本県にある南阿蘇村では大規模な土砂崩れが発生し、住民に大きな被害を及ぼしました。Landsat でその土砂崩れ発生箇所を確認してみましょう。



① [Find a place](検索ボックス) 🔍 に「阿蘇大橋」と入力し*、南阿蘇村の一部へ移動します。

土砂崩れが発生した箇所では植生が急激に減少します。植生の変化から土砂崩れ発生箇所を見つけます。

② [Renderer] タブ 🎨 で [Color Infrared] を選択します。

③ [Time Selector] タブ 🕒 で、「2016年5月23日」が表示されている状態で [Set Current as Secondary Layer] ボタン 📌 をクリックし画像を固定します。そのまま再度タイムスライダーを操作して「2016年3月20日」の画像を表示します。

④ 二時期の画像が用意できた状態で [Change Detection] タブ 📊 をクリックし、植生が減少した箇所 (紫色) を確認します。

操作詳細・解説 分野別 Landsat 活用②防災

The screenshot shows the Landsat Explorer web application interface. At the top, it displays 'Landsat Explorer', 'Rendering: Color Infrared', and 'Imagery Date: 2018年7月16日'. On the right, there are social media icons for Facebook, Twitter, and LinkedIn, along with a 'Sign In' button. The main interface is divided into a left sidebar with navigation icons, a central search and rendering area, and a main map area. The search bar contains the text '阿蘇大橋'. A dropdown menu for 'Choose Renderer' is open, with 'Color Infrared' selected. A scale bar at the bottom indicates 0, 0.2, and 0.4 km, and the coordinates 130.971 32.891 度 are shown. The Esri logo and 'POWERED BY esri' are visible in the bottom right corner.

[Find a place](検索ボックス) に「阿蘇大橋」と入力し、南阿蘇村の一部へ移動します。

[Renderer] タブで [Color Infrared] を選択します。Color Infrared は赤外線情報を指し、植生は赤外線をよく反射する特性があるのですが、ここでは画像上の植生域が赤く表示されています。



Search: 阿蘇大橋

Time Selector

Image Date: 2016年5月23日

07/12/78 08/08/18

Cloud Filter: 10% Cloud Season Filter:

All

Pick a point on the map to set the current image date.



Set Current as Secondary Layer.

[Time Selector] タブで、「2016年5月23日」が表示されている状態で [Set Current as Secondary Layer] ボタンをクリックし画像を固定します。

 阿蘇大橋 

Time Selector

Comparison Date: 2016年5月23日

Image Date: 2016年3月20日

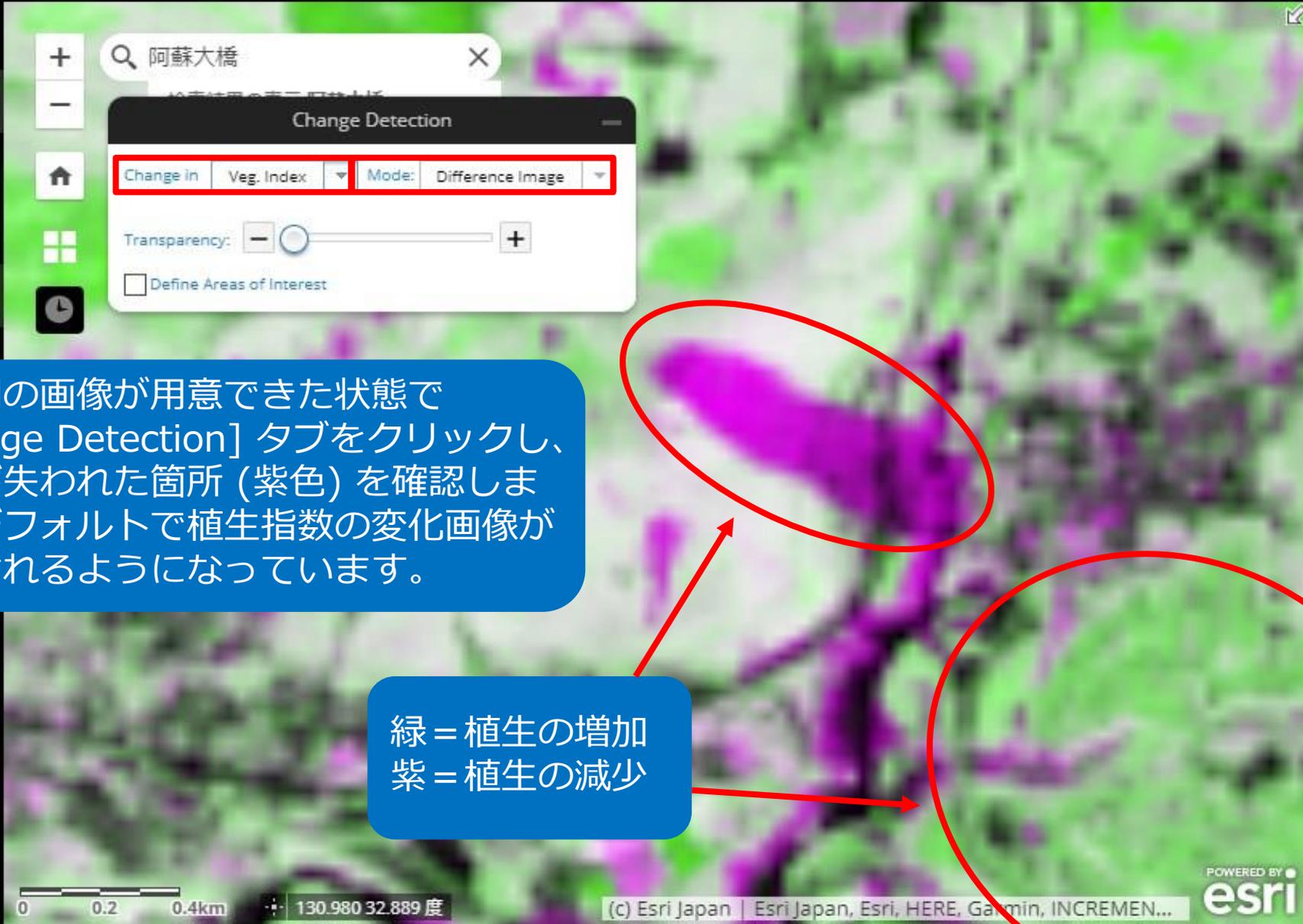


07/12/78 08/08/18

point.

再度タイムスライダーを操作して「2016年3月20日」の画像を表示します。



二時期の画像が用意できた状態で [Change Detection] タブをクリックし、植生が失われた箇所（紫色）を確認します。デフォルトで植生指数の変化画像が表示されるようになっています。

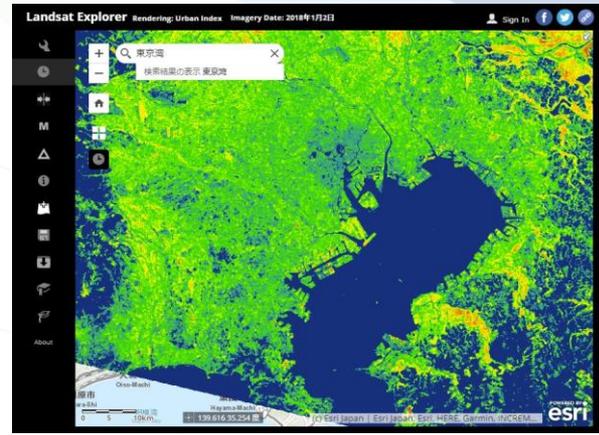
緑 = 植生の増加
紫 = 植生の減少

分野別 Landsat 活用③都市計画

●首都圏の変遷

日本は昭和から平成にかけて急成長を遂げ、街並みも大きく変わりました。東京湾を中心に、どのように変遷を遂げたかを確認してみましょう。

- ① [Find a place](検索ボックス) 🔍 に「東京湾」と入力して移動します。
- ② [Renderer] タブ 🌙 で [Urban Index] を選択します。
- ③ [Time Selector] タブ 🕒 で「2018年1月2日」の画像を固定し (📌) そのまま「1987年5月21日」の画像を表示します。
- ④ [Swipe] タブ 🔄 で二時期の変遷を確認します。



●羽田空港周辺湾岸域の変遷

国内で利用者数1位を誇る羽田空港は、実は埋め立て地の上に建設されており、その面積は少しずつ拡大してきました。→次スライドへ

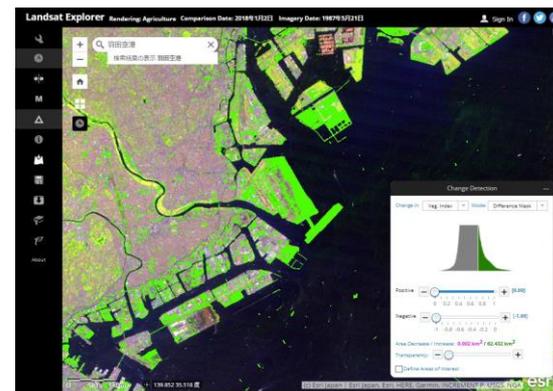


分野別 Landsat 活用③都市計画

また周辺の湾岸域も時代とともに開発されてきました。羽田空港と周辺の湾岸域の開発されたエリアを抽出してみましょう。

- ① [Find a place](検索ボックス) 🔍 に「羽田空港」と入力して移動します。
- ② [Renderer] タブ 🗑️ で [Agriculture] を選択します。
[Time Selector] タブ 🕒 で「2018年1月2日」の画像を固定し (📌)
そのまま「1987年5月21日」の画像を表示します。
- ③ [Change Detection] タブ ⚠️ をクリックし、[Change Detection]
ウィンドウ右上の [Mode] を [Difference Mask] にします。
- ④ [Positive] スライダーを最小、[Negative] スライダーを最小に設定し
湾岸域の開発されたエリア (緑色) を確認します。

💡 閾値を操作することで様々な変化を検出できます。



操作詳細・解説分野別 Landsat 活用③都市計画

The screenshot shows the Landsat Explorer web interface. At the top, it displays 'Landsat Explorer', 'Rendering: Agriculture', and 'Imagery Date: 2018年1月2日'. On the right, there are social media icons and a 'Sign In' button. A search bar at the top left contains the text '東京湾' (Tokyo Bay), which is highlighted with a red box. A blue callout box with white text is overlaid on the map, stating: '[Find a place](検索ボックス)に「東京湾」と入力し、[検索結果]ウィンドウの[ズーム]をクリックします。' (Enter 'Tokyo Bay' in the search box and click the 'Zoom' button in the search results window). The search results window, titled '検索結果', is open on the right side of the map, showing '東京湾' as the first result and a 'ズーム' button, which is also highlighted with a red box. The map shows Japan with various cities labeled, including Morioka, Toyama, Nagano, Kanazawa, Saitama, Kawasaki, Yokohama, Nagoya, Hamamatsu, Kyoto, Osaka, Kobe, Himeji, Okayama, Hiroshima, and Yamaguchi. A scale bar at the bottom left indicates 0, 100, and 200 km. The bottom right corner features the Esri logo and the text '(c) Esri Japan | Esri, HERE, Garmin, FAO, NOAA, USGS'.

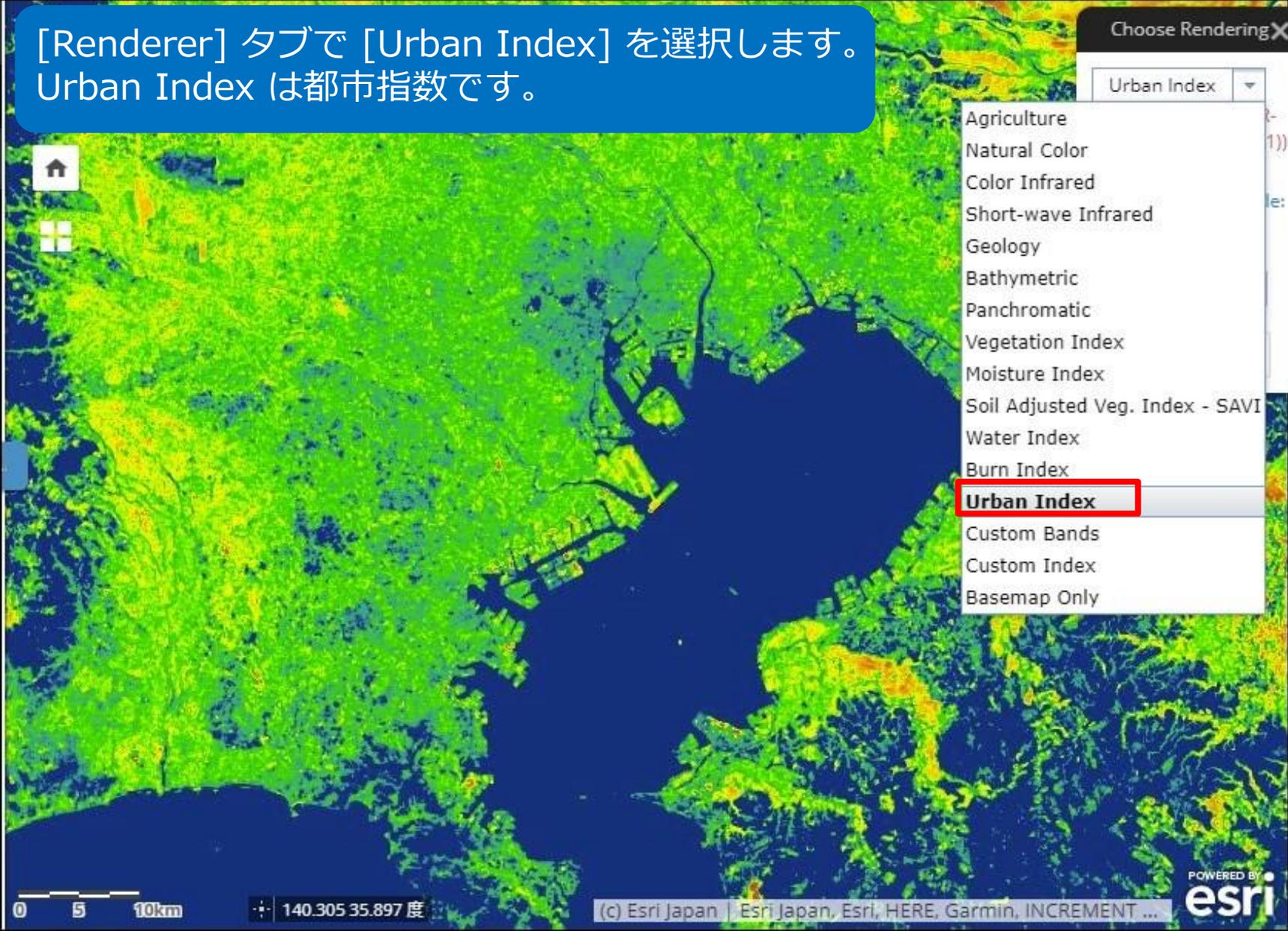


[Renderer] タブで [Urban Index] を選択します。
Urban Index は都市指数です。

Choose Rendering X

Urban Index ▼

- Agriculture
- Natural Color
- Color Infrared
- Short-wave Infrared
- Geology
- Bathymetric
- Panchromatic
- Vegetation Index
- Moisture Index
- Soil Adjusted Veg. Index - SAVI
- Water Index
- Burn Index
- Urban Index**
- Custom Bands
- Custom Index
- Basemap Only



[Time Selector] タブで「2018年1月2日」の画像を固定し、そのまま「1987年5月21日」の画像を表示します。

Time Selector

Comparison Date: 2018年1月2日
Image Date: 1987年5月21日

26/11/72 14/08/18

Cloud Filter: 10% Cloud Season Filter:

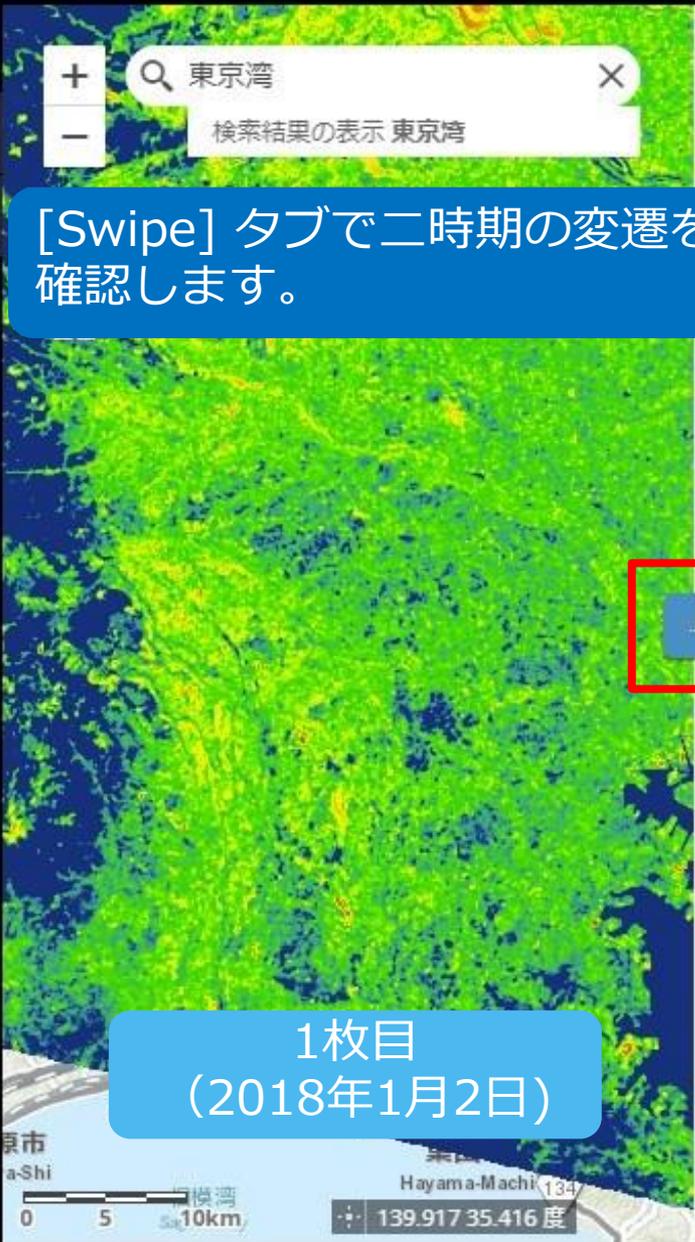
All

Pick a point on the map to get the temporal profile for that point.



About





[Swipe] タブで二時期の変遷を確認します。

1枚目
(2018年1月2日)

2枚目
(1987年5月21日)

Time Selector

Comparison Date: 2018年1月2日
Image Date: 1987年5月21日

26/11/72 14/08/18

Cloud Filter: 10% Cloud Season Filter:

All

Pick a point on the map to get the temporal profile for that point.



羽田空港

[Find a place](検索ボックス)に「羽田空港」と入力します。

- Choose Rendering X
- Agriculture
 - Agriculture**
 - Natural Color
 - Color Infrared
 - Short-wave Infrared
 - Geology
 - Bathymetric
 - Panchromatic
 - Vegetation Index
 - Moisture Index
 - Soil Adjusted Veg. Index - SAVI
 - Water Index
 - Burn Index
 - Urban Index
 - Custom Bands
 - Custom Index
 - Basemap Only

[Renderer] タブで [Agriculture] を選択します。

0 15 3km

139.653 35.615 度

(c) Esri Japan | Esri Japan, Esri, HERE, Garmin, INCREMENT ...





羽田空港

Time Selector

Comparison Date: 2018年1月2日
Image Date: 1987年5月21日

26/11/72 02/01/18

Cloud Filter: 10% Cloud Season Filter: All

Pick a point on the map to get the temporal profile for that point.

[Time Selector] タブで「2018年1月2日」の画像を固定し、そのまま「1987年5月21日」の画像を表示します。



Search: 羽田空港

Change Detection

Change in: Veg. Index Mode: **Difference Mask**

Positive: [Slider] [0.30]

Negative: [Slider] [-0.30]

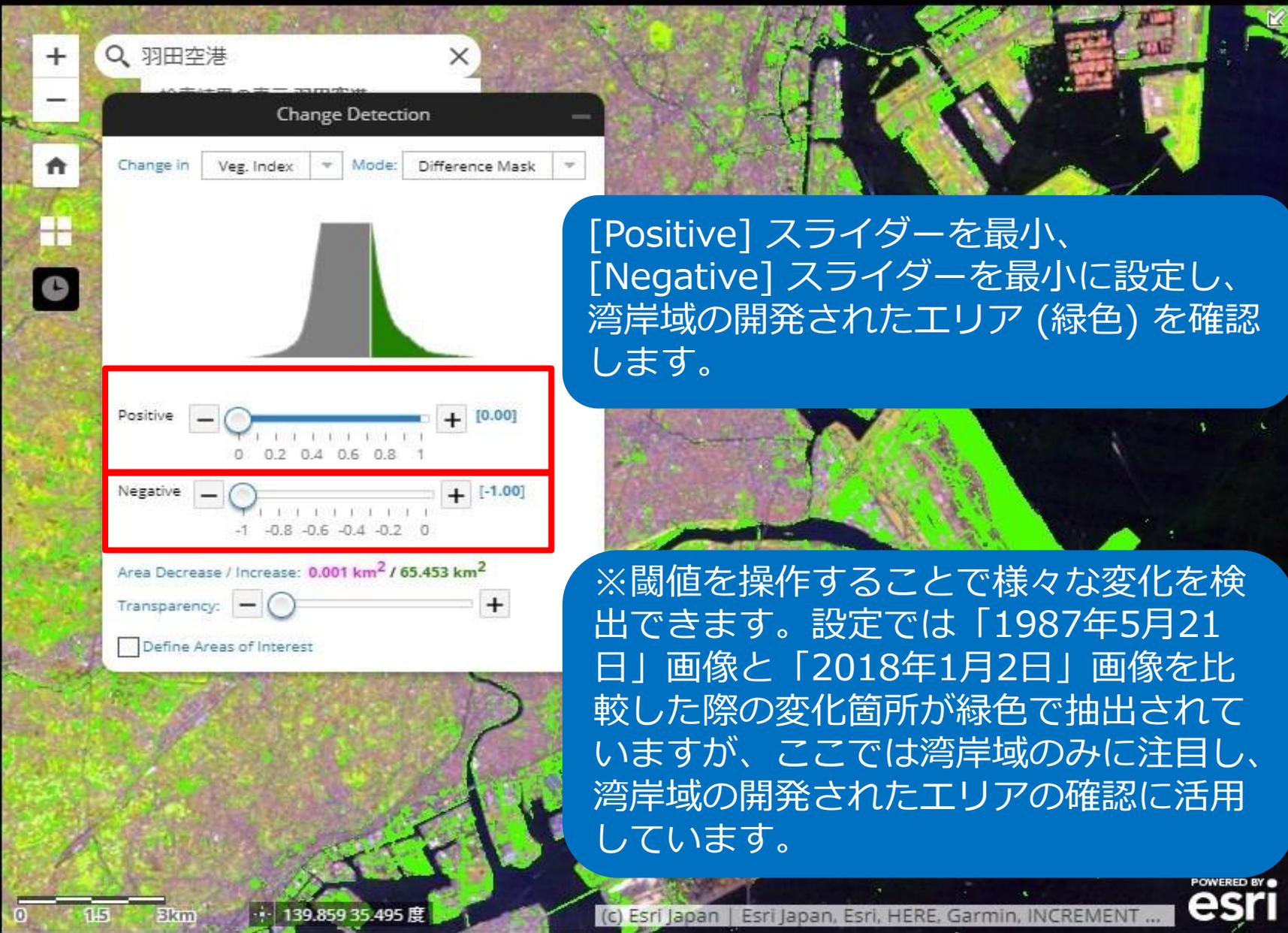
Area Decrease / Increase: 35.535 km² / 5.191 km²

Transparency: [Slider]

Define Areas of Interest

[Change Detection] タブをクリックし、
[Change Detection] ウィンドウ右上の
[Mode] を [Difference Mask] にします。

緑 = 1枚目 (2018年1月2日画像) にはあるけれど、2枚目 (1987年5月21日画像) にはないもの = 増加
紫 = 1枚目 (2018年1月2日画像) にはないけれど、2枚目 (1987年5月21日画像) にあるもの = 減少



[Positive] スライダーを最小、
 [Negative] スライダーを最小に設定し、
 湾岸域の開発されたエリア (緑色) を確認
 します。

※閾値を操作することで様々な変化を検
 出できます。設定では「1987年5月21
 日」画像と「2018年1月2日」画像を比
 較した際の変化箇所が緑色で抽出されて
 いますが、ここでは湾岸域のみに注目し、
 湾岸域の開発されたエリアの確認に活用
 しています。



おわりに

本資料では、日本各地を探索しながら衛星画像について学んでいただきました。Landsat をはじめとした衛星画像を活用すると、効率的に広域地域の確認を行えることをお知りいただけましたか？

「衛星画像や Landsat の活用法についてもっと知りたい！」という方は以下もご活用ください。

- **ESRIジャパン | 宇宙利用 GIS ソリューション**

<https://www.esri.com/industries/space/>

- **GIS 基礎解説 | 航空写真と衛星画像**

<https://www.esri.com/gis-guide/imagery/images/>

- **ArcGIS ブログ | Landsat 8 画像を使ってみよう！ - 画像のダウンロードから ArcGIS Pro での利用まで -**

<https://blog.esri.com/2017/04/28/post-24474/>

- **ArcGIS ブログ | ArcGIS で Landsat 画像を地表面温度画像に変換しよう！**

<https://blog.esri.com/2014/08/26/arcgis-landsat-890b/>

- **Learn ArcGIS | 衛星画像による火災跡の評価**

<http://learn.arcgis.com/ja/projects/assess-burn-scars-with-satellite-imagery/>