

# 衛星観測技術の基本情報

## デジタルツイン実現プロジェクト

2022/7

# 本資料について

- 本資料は、デジタルツイン実現プロジェクトにおけるベータ版事業創出「衛星データを活用した予兆検知高度化検証」の実施にあたり、衛星リモートセンシング（観測技術）に関する基本情報をまとめたものである
- 本検証では都防災業務における衛星データ等の利用可能性検証を目的としているため、本資料では防災分野での活用が期待できる光学衛星とSAR衛星について特に整理を行っている
- 資料中の専門用語等は解りやすい平易な表現を極力用いており、厳密には意味合いが異なる場合がある点につきご留意頂きたい

# 目次

| 大項目                    | #  | 中項目                        |
|------------------------|----|----------------------------|
| 衛星リモートセンシング概要          | 5  | リモートセンシングとは                |
|                        | 6  | 衛星リモートセンシングセンサが観測する電磁波     |
|                        | 7  | 衛星リモートセンシングのメリット・デメリット     |
|                        | 8  | 衛星リモートセンシングセンサの種別          |
|                        | 9  | 光学衛星とSAR衛星の違い              |
| 衛星リモートセンシングによる<br>観測方法 | 11 | 衛星リモートセンシングの観測             |
|                        | 12 | 衛星リモートセンシングで観測するエリア        |
|                        | 13 | 衛星リモートセンシングデータの観測から取得までの流れ |
| 光学衛星概要                 | 15 | 光学衛星とは                     |
|                        | 16 | 光学衛星データの構成                 |
|                        | 17 | 光学衛星データのバンドを用いた解析          |
| 光学衛星の解析事例              | 19 | 植生マッピング                    |
|                        | 20 | 浸水域の抽出                     |
|                        | 21 | 地形や都市の3Dマッピング              |
|                        | 22 | 人工物の自動検出                   |
|                        | 23 | 土地利用状況の把握                  |

# 目次

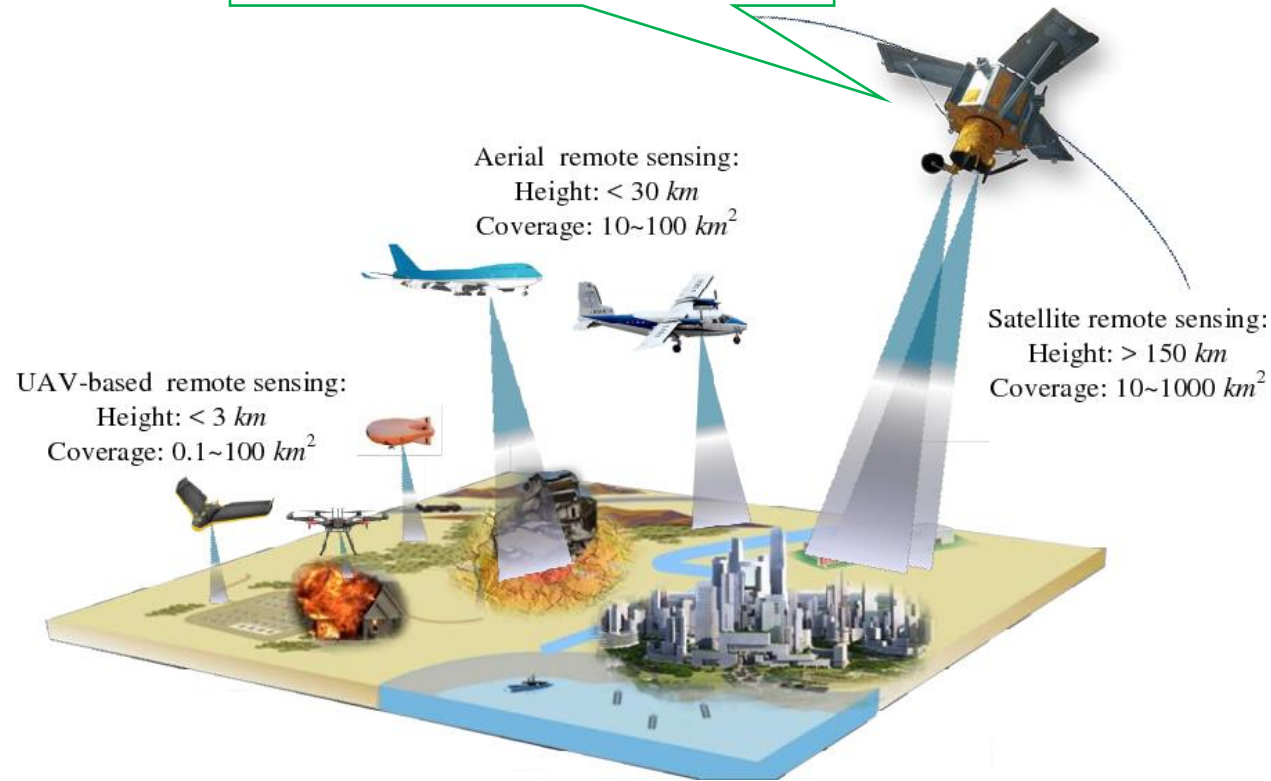
| 大項目        | #  | 中項目               |
|------------|----|-------------------|
| SAR衛星概要    | 25 | SAR衛星とは           |
|            | 26 | SAR衛星データの構成       |
|            | 27 | SAR衛星データの主な解析手法   |
|            | 28 | SAR衛星に用いられる電磁波の種類 |
| SAR衛星の解析事例 | 30 | 地表面の変化エリアの抽出      |
|            | 31 | 地盤変動の空間的な把握       |
|            | 33 | 船舶の監視             |
|            | 34 | 漏水エリアの抽出          |
| 衛星の災害への活用  | 36 | 衛星の災害への適用可能性      |
|            | 37 | 国内災害時における衛星の活用事例  |
| その他・周辺情報   | 39 | 衛星データの価格          |
|            | 40 | 民間リモートセンシング衛星事業者例 |
|            | 41 | 参考リンク集            |

# 衛星リモートセンシング概要

# リモートセンシングとは

## 対象物に直接触れることなく、観測する技術

### 衛星リモートセンシング

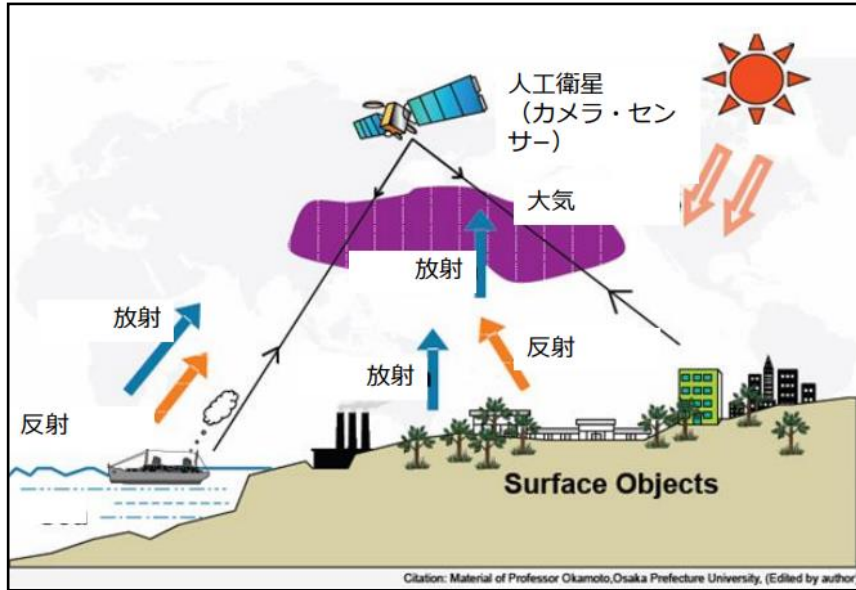


出所) <https://www.semanticscholar.org/paper/Mini-Unmanned-Aerial-Vehicle-Based-Remote-Sensing%3A-Xiang-Xia/cf65f7bf07e800d26a629982ffa5cc7b182498f7/figure/0>

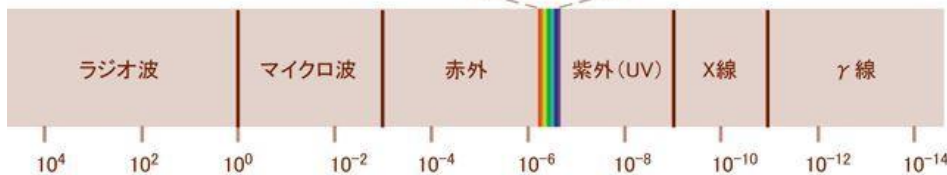
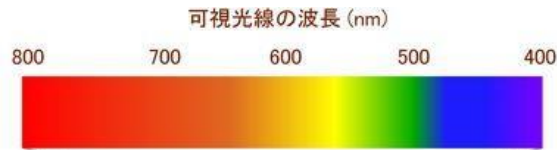
- リモートセンシングとは、対象物に触れることなく観測する技術の総称のこと
- 人工衛星に専用のセンサを搭載して行うものを「衛星リモートセンシング」という
- 航空機やドローン等に専用のセンサを搭載する場合もある
- 衛星リモートセンシングを行うセンサは、地表面や海面から放射・反射している**電磁波を観測**している

# 衛星リモートセンシングセンサが観測する電磁波

## 地表面・海面から放射・反射している電磁波を観測する



出典) JAXA「衛星データの利活用」資料



波長 (m)

出所) 東邦大学生物分子科学科

- 衛星リモートセンシングを行うセンサは、地表面や海面から放射・反射している電磁波を観測する
  - 地表面・海面から熱等によって放射された電磁波を観測する
  - 太陽の光や衛星から放射される電磁波の地表面・海面からの反射を観測する
- 電磁波は様々な種類（バンド）があり、センサ毎に観測出来る電磁波が異なる
  - 電磁波は種類毎に名前がある場合がある
  - 例えば、可視光線（肉眼で見える電磁波領域）・紫外線・赤外線等がある

# 衛星リモートセンシングのメリット・デメリット

## 地上での観測（ドローンや現地調査等）と比較した場合 衛星リモートセンシングにはメリット・デメリットがある

|       |                                                                                                                                                                                                   |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| メリット  | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 宇宙（高高度）から観測するため、航空機やドローン等の観測よりもはるかに<b>広域を観測</b>できる</li><li>■ 地上の法規制等の制約を受けにくいいため海外等の遠隔地も対象としやすく、加えて<b>繰り返し観測しやすい</b></li></ul>                            |
| デメリット | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 宇宙からの観測となるため、<b>比較的精度面で粗い観測</b>となる</li><li>■ （近年頻度は高まる傾向ではあるものの）同じ場所を観測する場合、<b>数日～数週間に一度の観測間隔</b>となる</li><li>■ 基本的に<b>地表面の観測</b>であり、地中や海中の観測は困難</li></ul> |

# 衛星リモートセンシングセンサの種別

## 衛星リモートセンシングセンサは大きく4種類

- 衛星リモートセンシングを行うセンサは大きく4種類あり、対象とする電磁波が異なるため観測する電磁波の種類や得られる情報が異なる
- 災害の検知等が比較的行いやすく官民でデータ取得の選択肢が多いため、**光学センサとSARセンサは災害・防災分野での活用が進んでいる**

| 種類                          | 主な観測する電磁波の種類   | 得られる情報        |
|-----------------------------|----------------|---------------|
| <b>光学センサ</b>                | <b>可視/近赤外線</b> | <b>地表面の画像</b> |
| 熱赤外センサ                      | 赤外線            | 地表の熱分布        |
| マイクロ波放射計                    | マイクロ波          | 海面水温や水蒸気量等    |
| <b>SARセンサ</b><br>(合成開口レーダー) | <b>マイクロ波</b>   | <b>地表面の画像</b> |

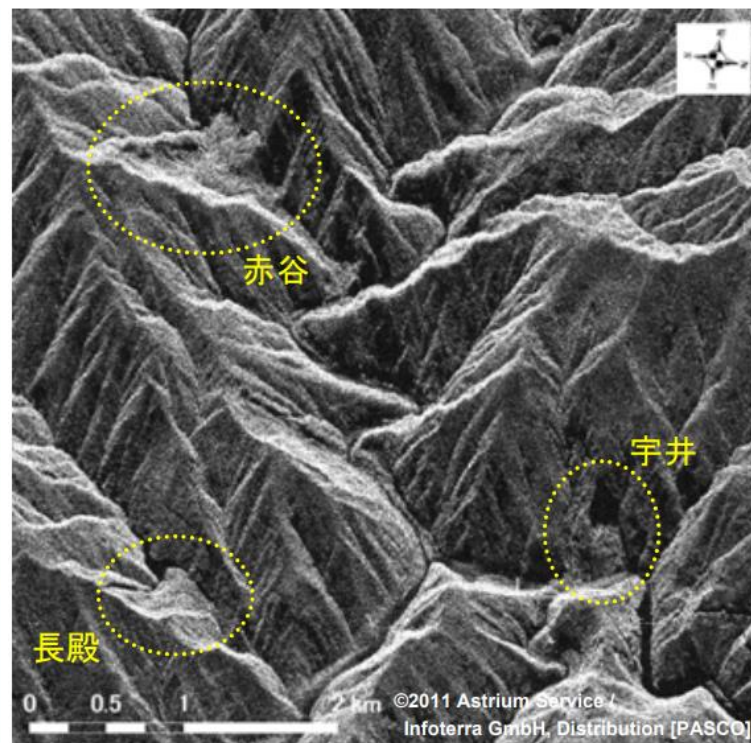
# 光学衛星とSAR衛星の違い

## 用いる手段が違いため、得られるデータの特徴が異なる

- 光学センサとSARセンサは「地表面の画像」を取得する意味では似ているが、**観測原理や特徴が異なる**
- 下の図は同じエリアを観測した例だが、**SAR衛星と光学衛星で見え方が全く異なる**

光学衛星画像の例

SAR衛星画像の例

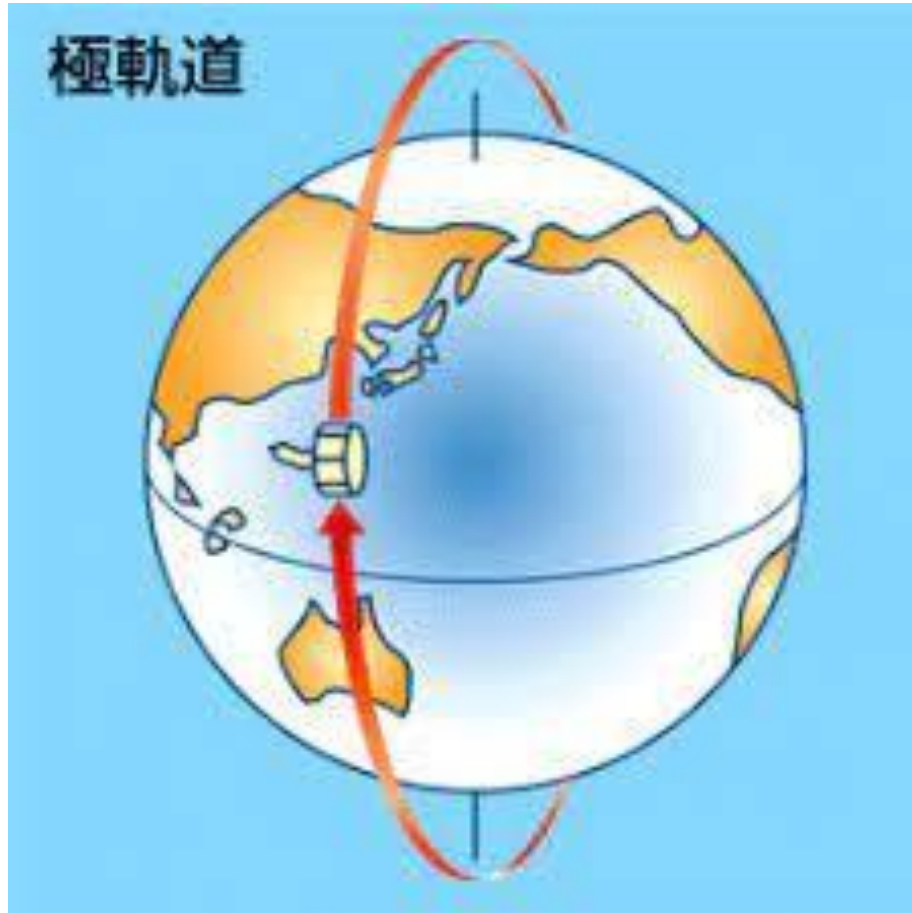


| 類 種    | 電磁波の観測原理                   | 得られる情報の特徴                                                                                   |
|--------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 光学センサ  | 太陽からの電磁波の反射・放射を観測          | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 航空写真のような画像で理解しやすい</li><li>■ 雲の下や夜間は観測できない</li></ul> |
| SARセンサ | 衛星から電磁波を放射し、地表面で反射した電磁波を観測 | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 特徴的な画像で理解しにくい</li><li>■ 天候・昼夜によらず観測できる</li></ul>    |

# 衛星リモートセンシングによる観測方法

# 衛星リモートセンシングの観測

## 人工衛星は地球を周回しながら観測する

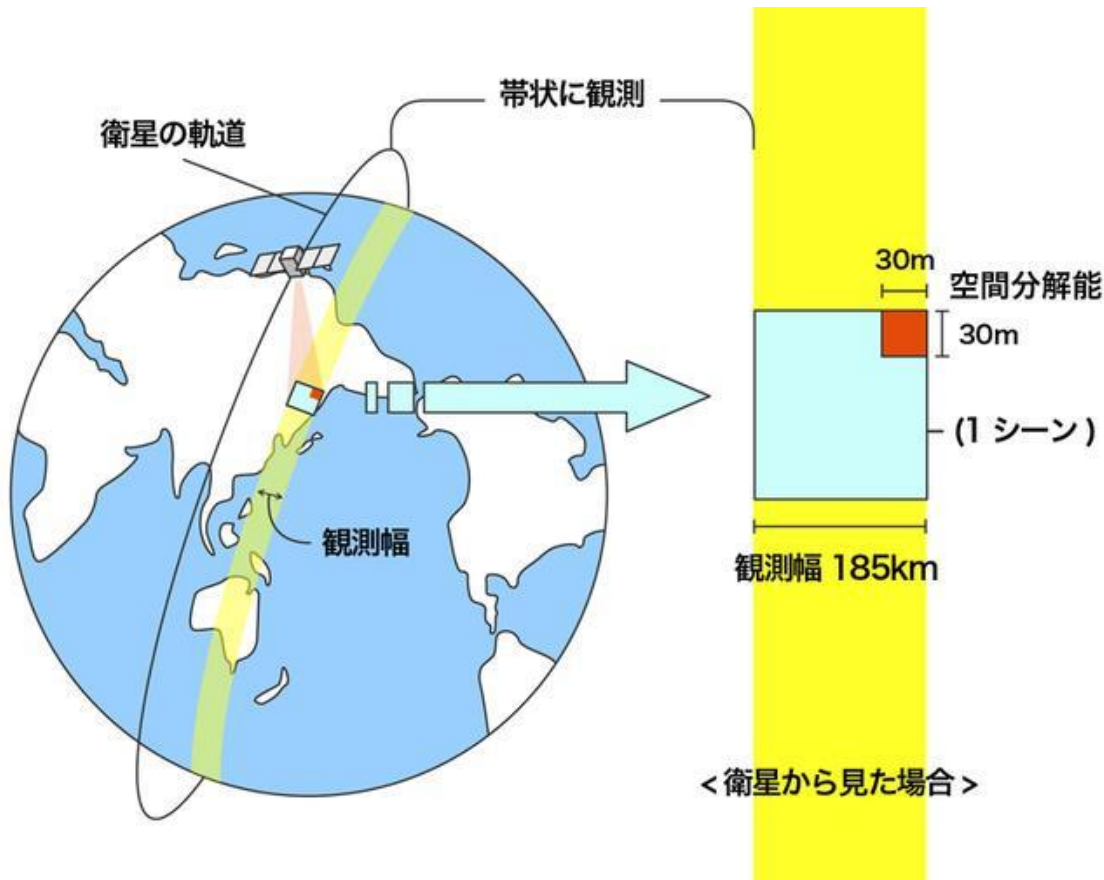


出所) <https://sorabatake.jp/802/>

- 人工衛星は地球の周りを回るようにして観測を行っている
- 衛星のセンサは観測のため、地球側を向くように制御されており**衛星が通った場所の真下付近を観測**する
- 衛星は**南北を回る軌道（極軌道等）を通り、地球が自転することで全球を観測**できる
- 高度は地表面から約600km程度である
- 光学センサとSARセンサを搭載した人工衛星は太陽電池パネルで動作している

# 衛星リモートセンシングで観測するエリア

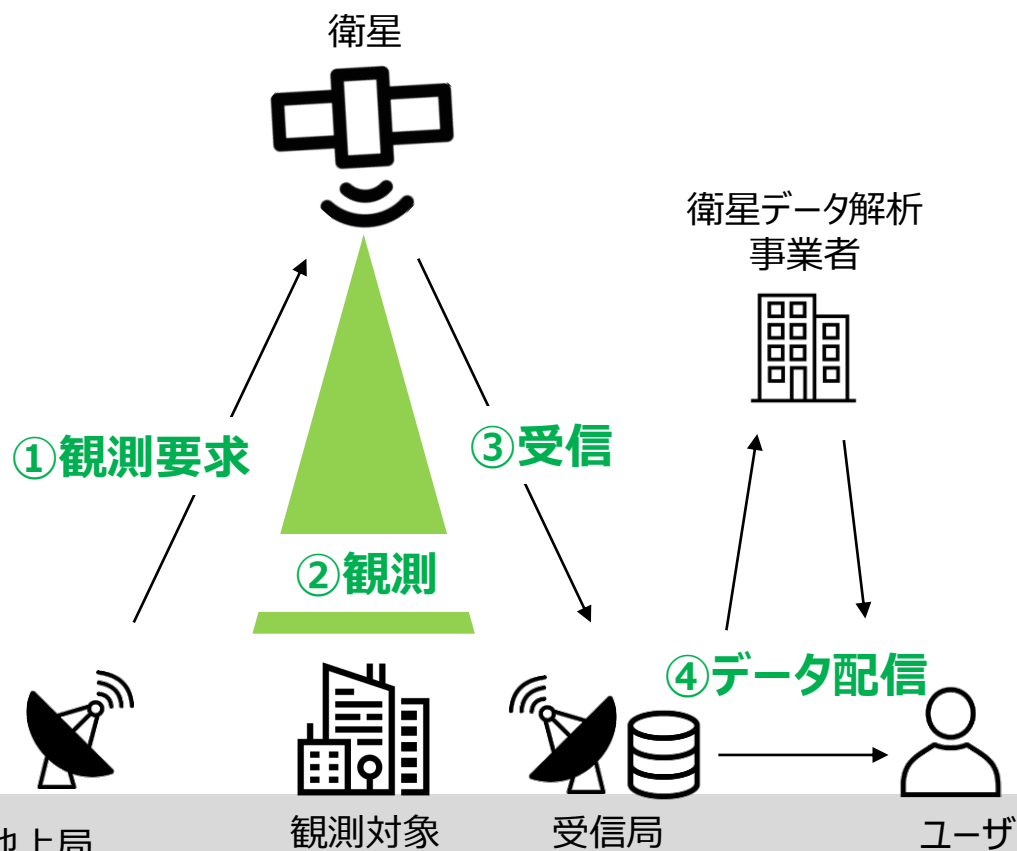
## 観測するエリアは帯状



- 衛星が観測する範囲は**衛星が通った場所の真下付近を帯状に観測**する
- **帯の幅を「観測幅」といい**、衛星毎に数十～数百kmと差がある
- 観測した帯は**「シーン」という単位に切り分けられていることが多い**（画像の枚数の単位として使用される場合もある）
- **シーンの中を細かく見える度合いとして「空間分解能」という用語が用いられる**（値が小さいほど解像度が高い）
- 観測幅・シーン・空間分解能は衛星毎に異なる

# 衛星リモートセンシングデータの観測から取得までの流れ

## 観測からデータ取得までは 4 ステップある

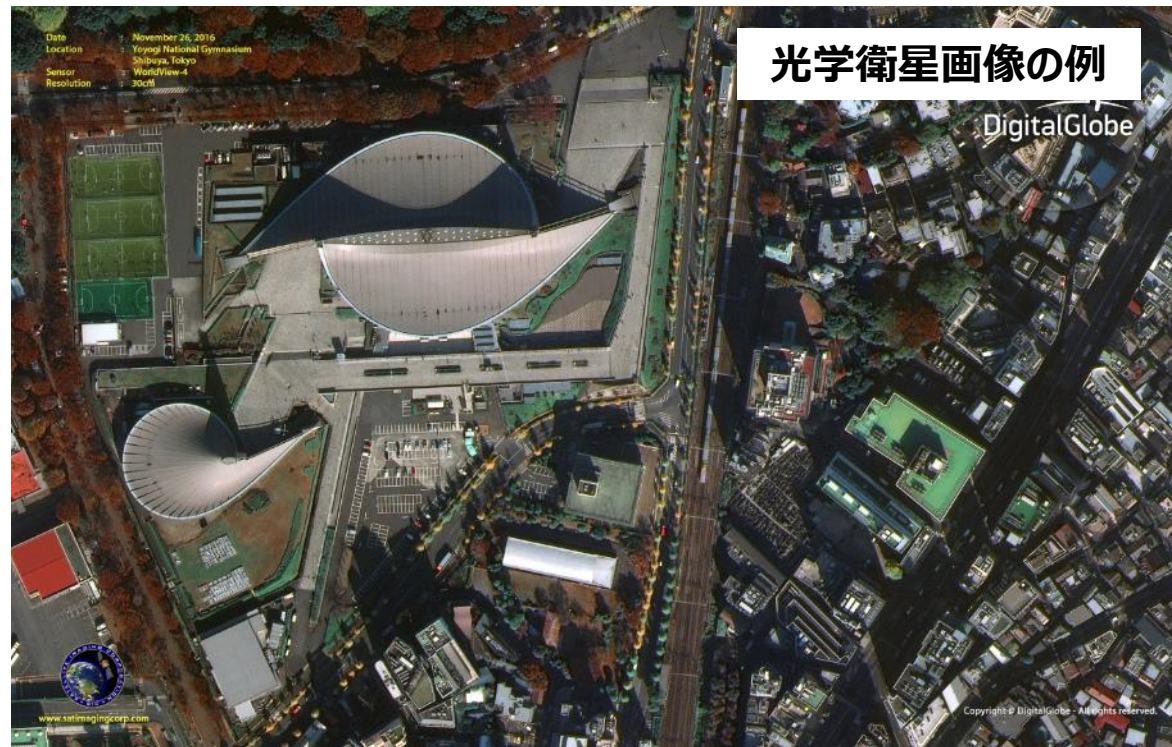


- 人工衛星の観測データを入手するには **4 ステップ** がある  
① 観測要求 → ② 観測 → ③ 観測データの受信 → ④ 観測データの配信
- 衛星毎に異なるが、各ステップで時間を要する
  - ① **数週間以上前から観測の要求が必要**な場合も
  - ② 1 機の衛星では同じ場所を観測できるのは 1 日～数週間以上間隔を要する（複数機利用も可）
  - ③ 受信自体に時間がかかり、また衛星画像として用いるための **前処理の時間が必要**である
- 本資料作成時点ではユーザが衛星データを取得できるのは観測から数時間以上後となる  
→ **各ステップで必要な時間は短縮されつつある**

# 光学卫星概要

# 光学衛星とは

## 得られる画像が写真に近く、分かりやすい観測が行える



- 光学衛星とは光学センサを搭載した衛星のことで、可視光線領域の電磁波を主に観測する
- 得られる画像は写真に近く、前提知識がなくても航空写真のように扱うことが出来る
- 観測機会が太陽のある日中に限られるほか、雲があると地表面を観測できない
- 米Maxar社のWorldViewシリーズが有名
- より空間分解能の高い（解像度の高い）衛星ほど高価な傾向がある

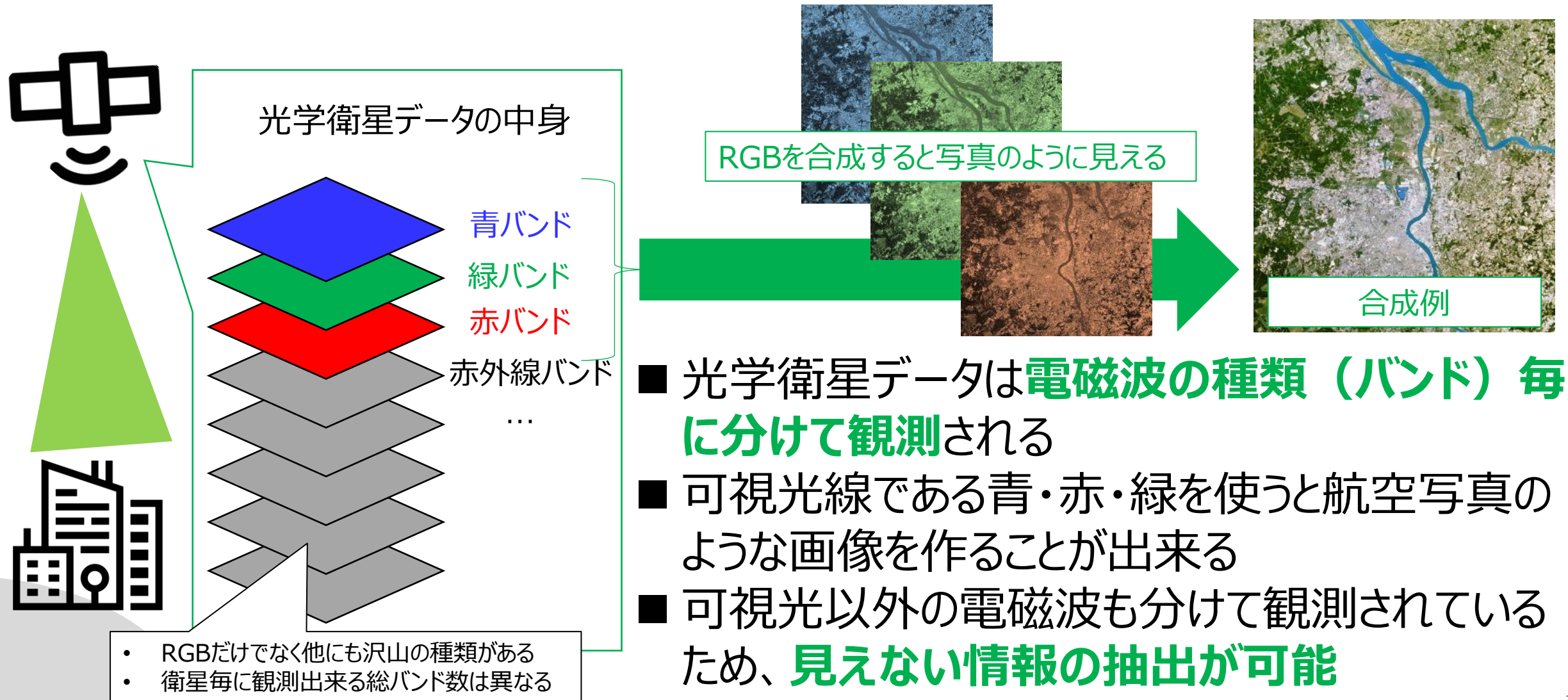


WorldView-3衛星

出所) <https://www.restec.or.jp/satellite/worldview-3.html>

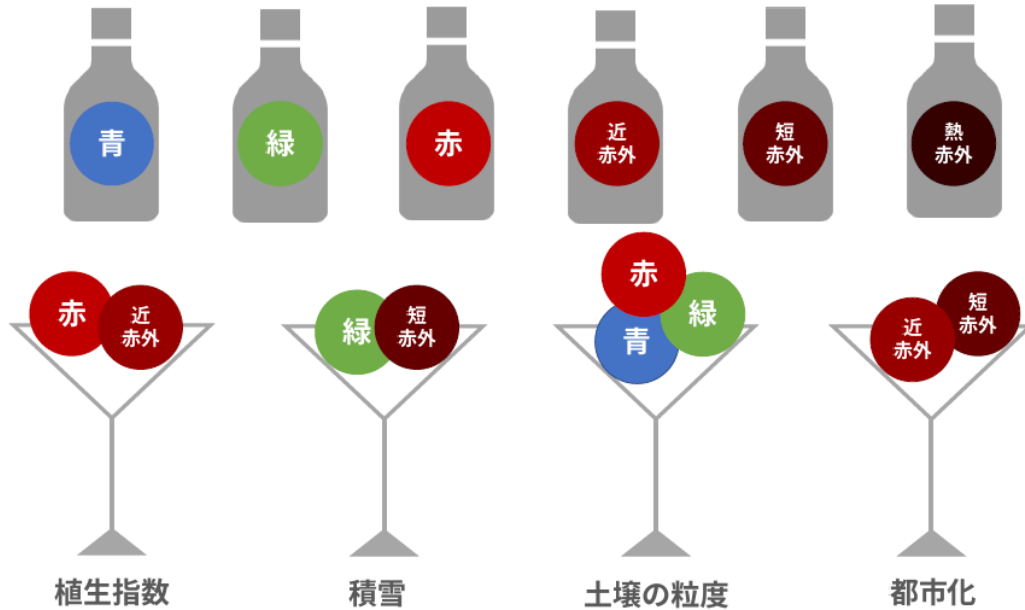
# 光学衛星データの構成

## 光学衛星データは電磁波（バンド）毎に分けて観測される



# 光学衛星データのバンドを用いた解析

## バンドを組み合わせることで、より高度な情報抽出が可能

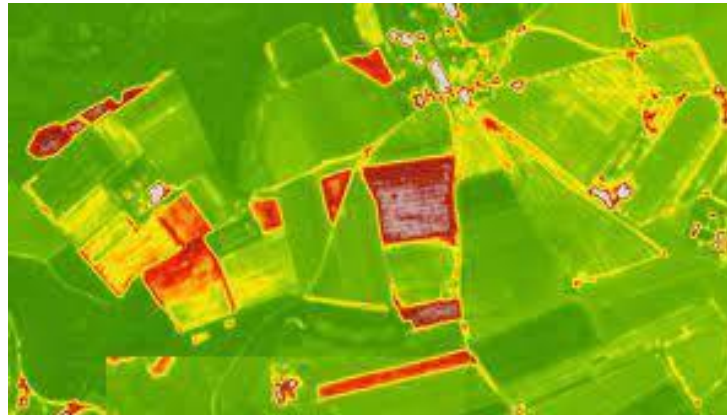


出所) <https://sorabatake.jp/5192/>

- 光学衛星データによって観測された電磁波の種類（バンド）を混ぜて**合成することで更に色々な情報の抽出が可能**

- 例えば左図は赤バンドと近赤外バンドを使って植生指標（NDVI）として画像化し、植生を強調した例である

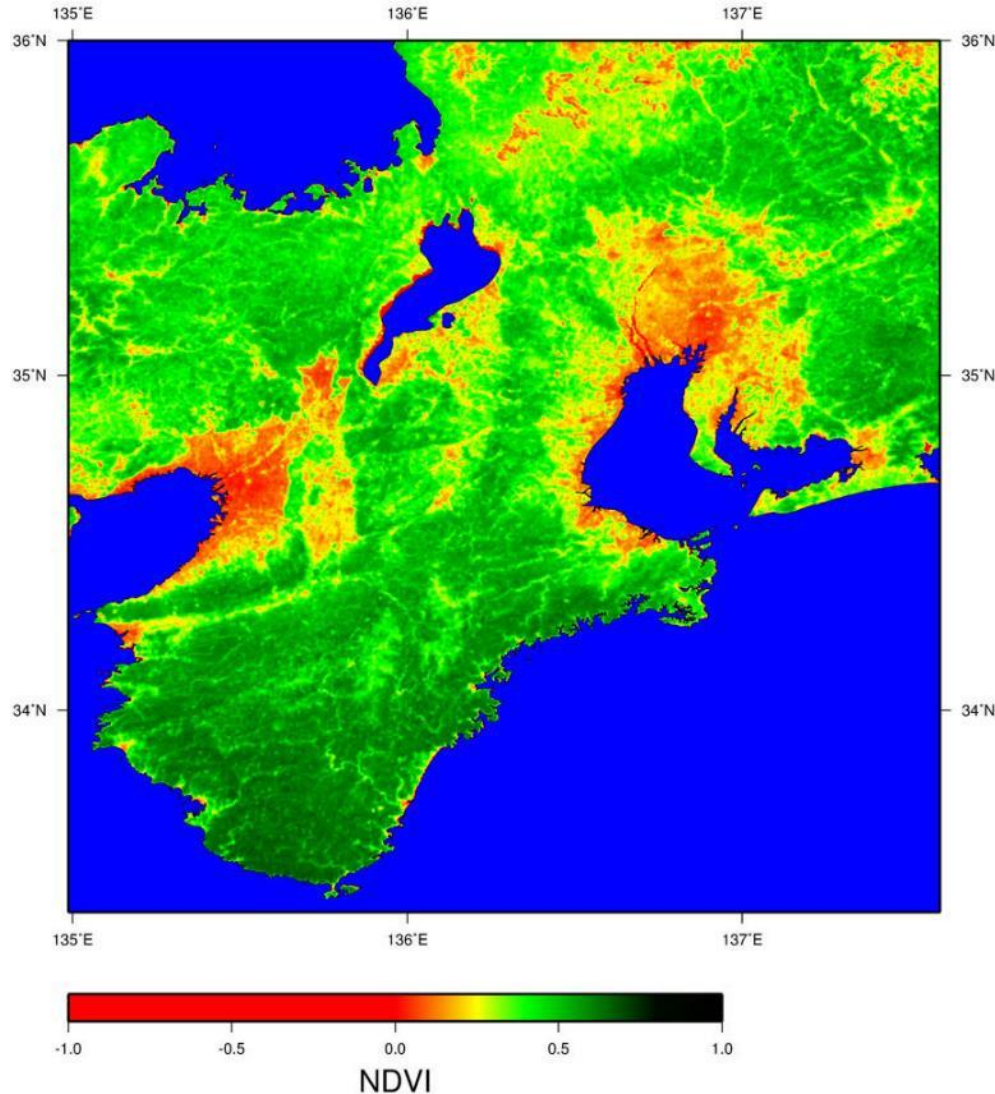
赤バンドと近赤外バンドを組み合わせることで  
植生を強調



# 光学衛星の解析事例

# 光学衛星データを用いた解析例

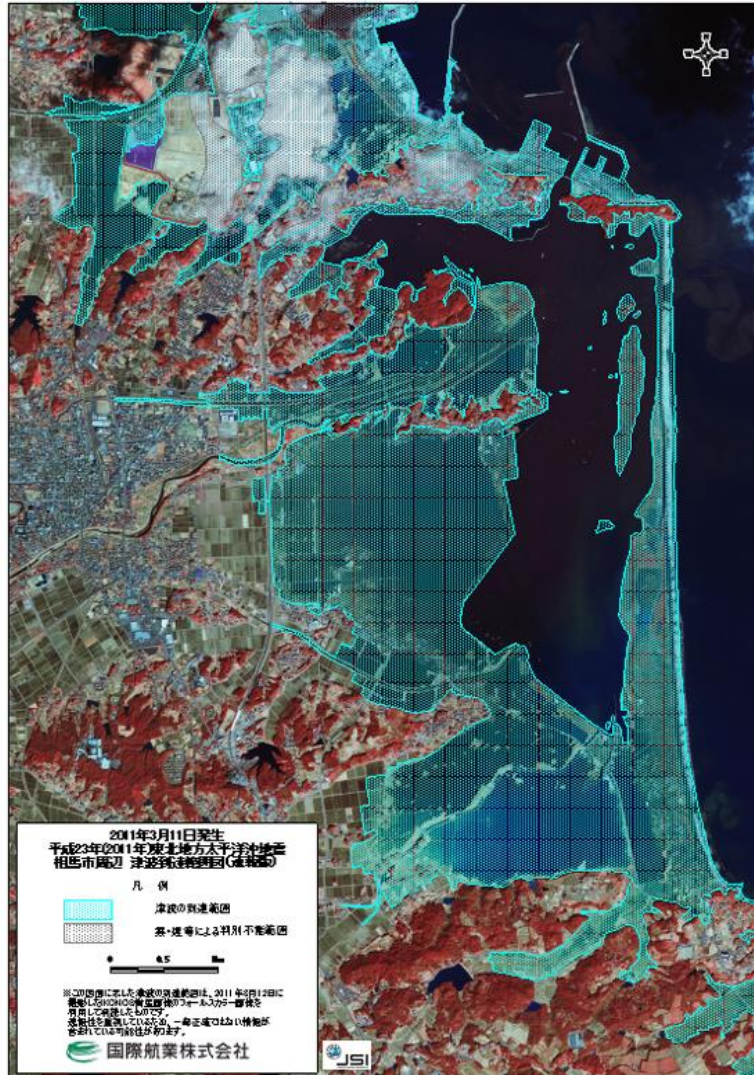
## 植生マッピング



- 光学衛星の解析事例として**地表面に植生があるかどうかを評価**する植生マッピングがある
- 光学衛星データの赤バンドと近赤外バンドを組み合わせで、**植生指標（NDVI）に変換**して画像化
- 左図は光学衛星を用いたNDVIによる植生マッピング結果を示す
  - 植生が多いエリアは濃い緑色**
  - 都市部のような**植生が少ないエリアは赤色**  
(NDVIは-1から+1の値となっている)
- 森林伐採の監視や砂漠侵食のモニタリングに活用

# 光学衛星データを用いた解析例

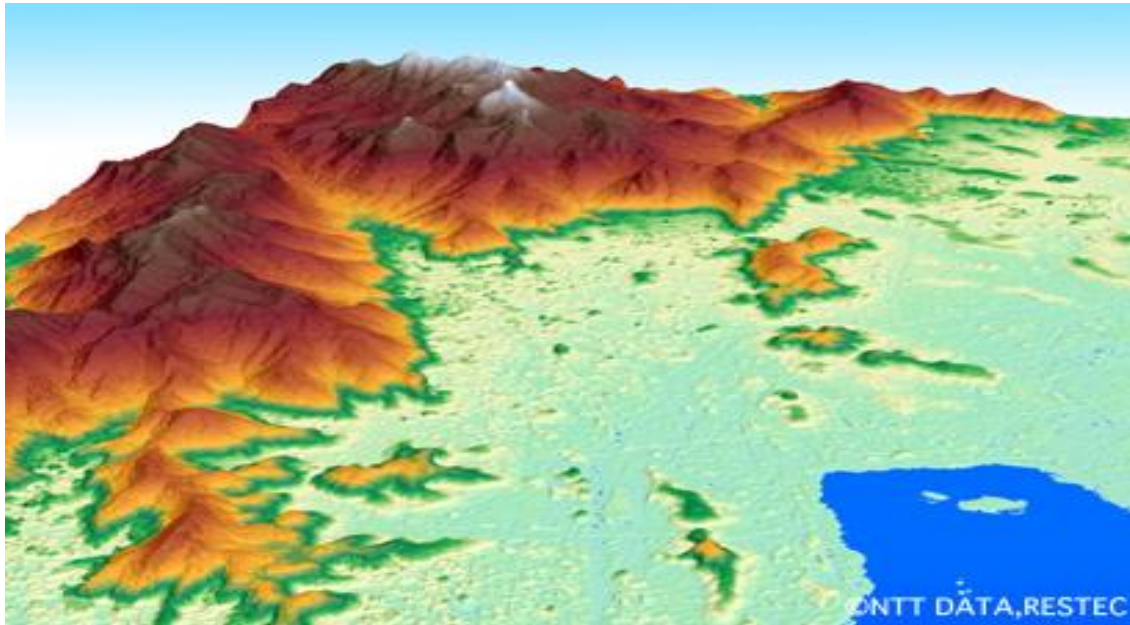
## 浸水域の抽出



- 光学衛星の解析事例として災害によって浸水した**浸水域の抽出**がある
- 専門の分析者が目視で浸水域の判定を行う判読を行う場合のほか、前述の**植生指標（NDVI）等を用いて自動的に判定することも**
  - 植生の減少をNDVIでとらえることが可能
- 左図は東日本大震災時の**津波被害を光学衛星を使って判定したもの**
  - 簡易的な植生マッピング手法を行って浸水域の判定を実施
  - **水色のエリアが浸水域として判定**されている

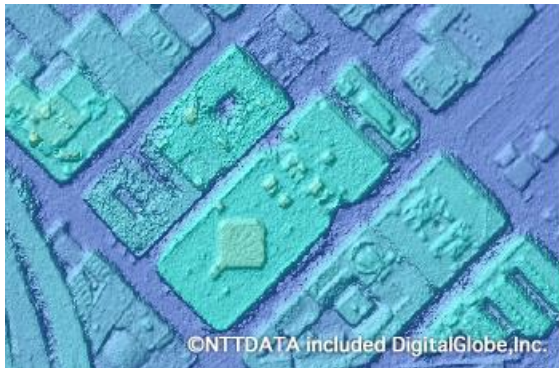
# 光学衛星データを用いた解析例

## 地形や都市の3Dマッピング



■ 対象エリアを複数の角度から観測した光学衛星データを用いて解析を行うことで3Dマッピングが可能

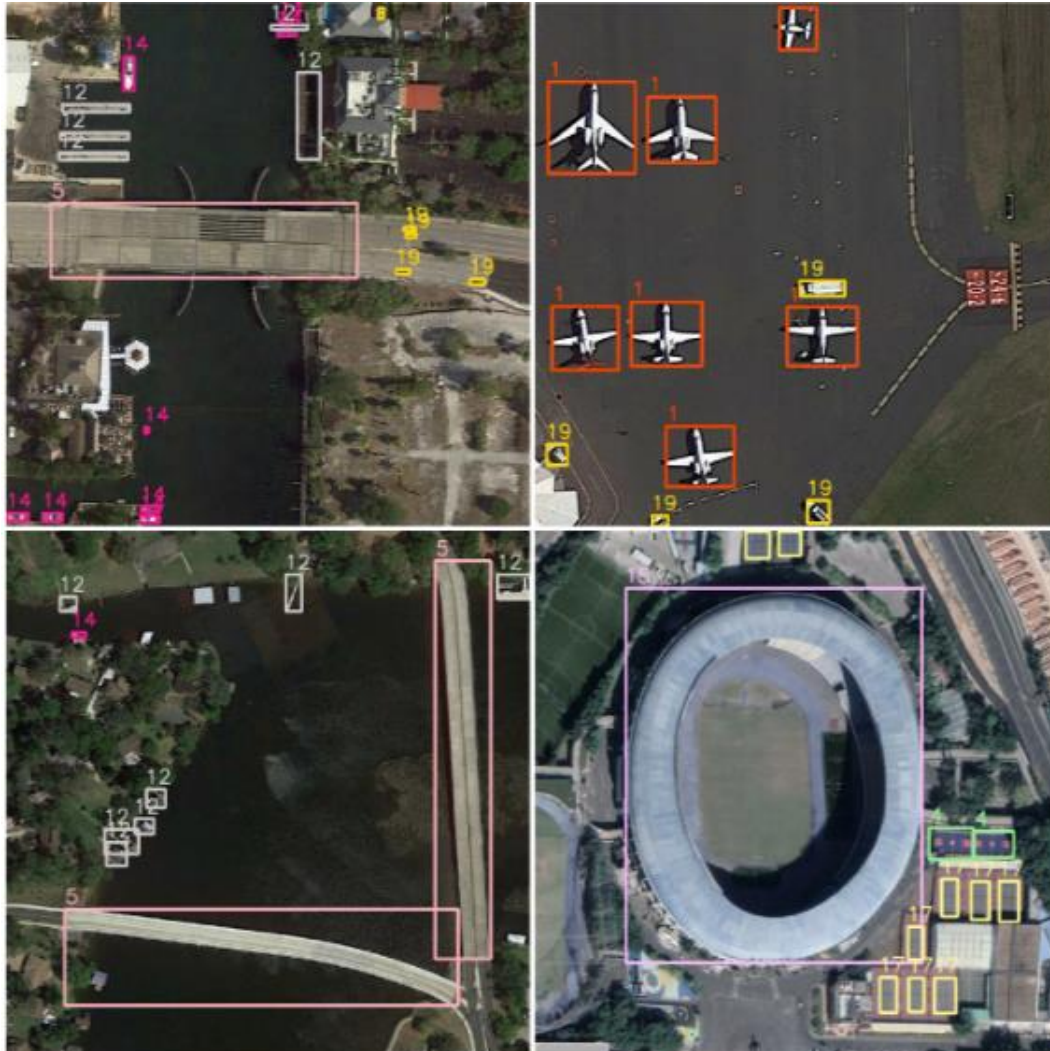
■ 左図は3Dマッピングの例である  
→左図上側はDSM（3D標高データ）  
→左図下側は都市部の3Dマッピング（解像度0.5m）



■ 広域をマッピングできるため、河川氾濫の解析や都市域の電波伝搬解析等に用いられている

# 光学衛星データを用いた解析例

## 人工物の自動検出



- 広域を観測出来る光学衛星画像における**人工物を全て目視でカウントすることは困難**であり人工物は自動検出が現実的
- 衛星画像×AI（機械学習）により、衛星画像上の人工物の自動カウントを実施
- 左図は**自動検出結果の例**で、飛行機や船・建物等をカウントしている
- 自動車の出荷台数の把握等、経済活動のモニタリングに用いられている

# 光学衛星データを用いた解析例

## 土地利用状況の把握



- 光学衛星を用いることで農地や建物など、**土地利用状況を把握**することが可能
- 土地利用の分類にはNDVI等の指標を用いて行われることも多いが、近年ではAIの適用が進んでいる
- 左図は土地利用分類を衛星画像に対して行った事例で、**道路や農地等を分類**
- 行政の土地利用状況の把握等、国土管理に用いられている

# SAR衛星概要

# SAR衛星とは

## 天候によらず夜間でも観測が行える衛星



SAR衛星画像の例

- SAR衛星とはレーダーを搭載した衛星のこと
- マイクロ波領域の電磁波を地表面に照射し、その**反射波を観測する衛星**である
- **得られる画像はモノクロ画像**のようになり、航空写真とは違う印象の画像が得られる。**解析には専門知識と技術が必要**
- マイクロ波は大気の影響を受けにくい電磁波であるため、**夜間や雲がある状況でも地表面を観測できる**
- JAXAのALOS-2が有名

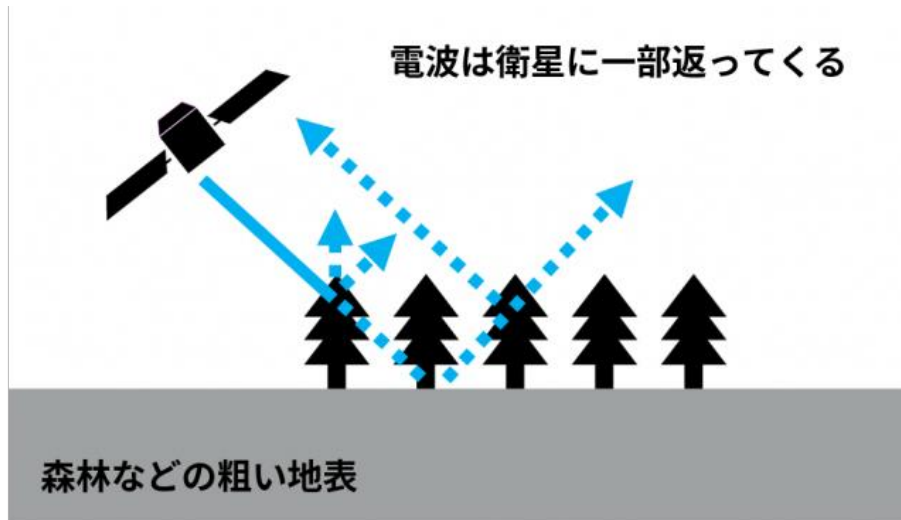
出所) <https://sorabatake.jp/3364/>

ALOS-2衛星

出所) <https://global.jaxa.jp/projects/sat/alos2/>

# SAR衛星データの構成

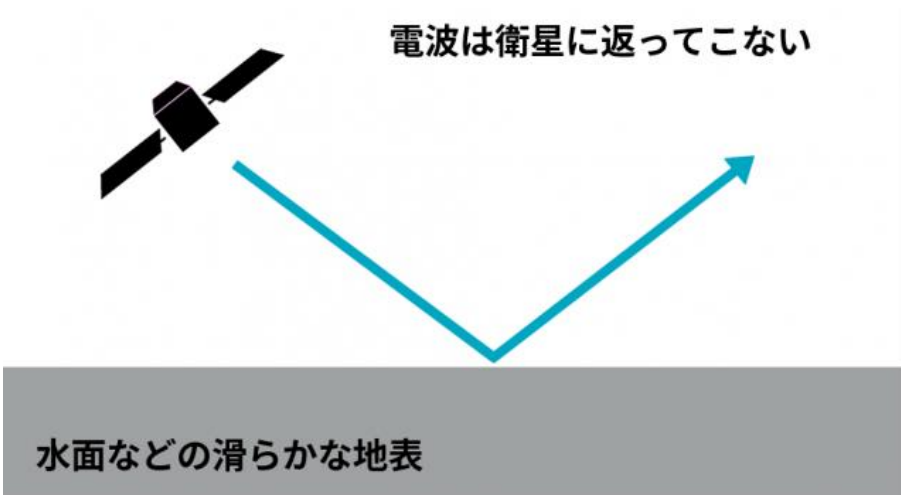
## SAR衛星は電磁波の反射に関する情報を観測する



- SAR衛星は観測時に電磁波を地表面に対して照射し、電磁波がどのように反射したかという**反射に関する情報を観測**する

### ■ 反射の強さ（強度）を観測する

- 森林等があると照射した電磁波の一部が衛星に返ってくる（強い反射が得られる）
- 水面などの滑らかな斜面では衛星に返ってこない（弱い反射が得られる）



- この他**照射した電波の波長の変化や、照射した電波が反射する前と後でどの程度同じ形を保っているかの度合い（コヒーレンス）**も観測している

# SAR衛星データの主な解析手法

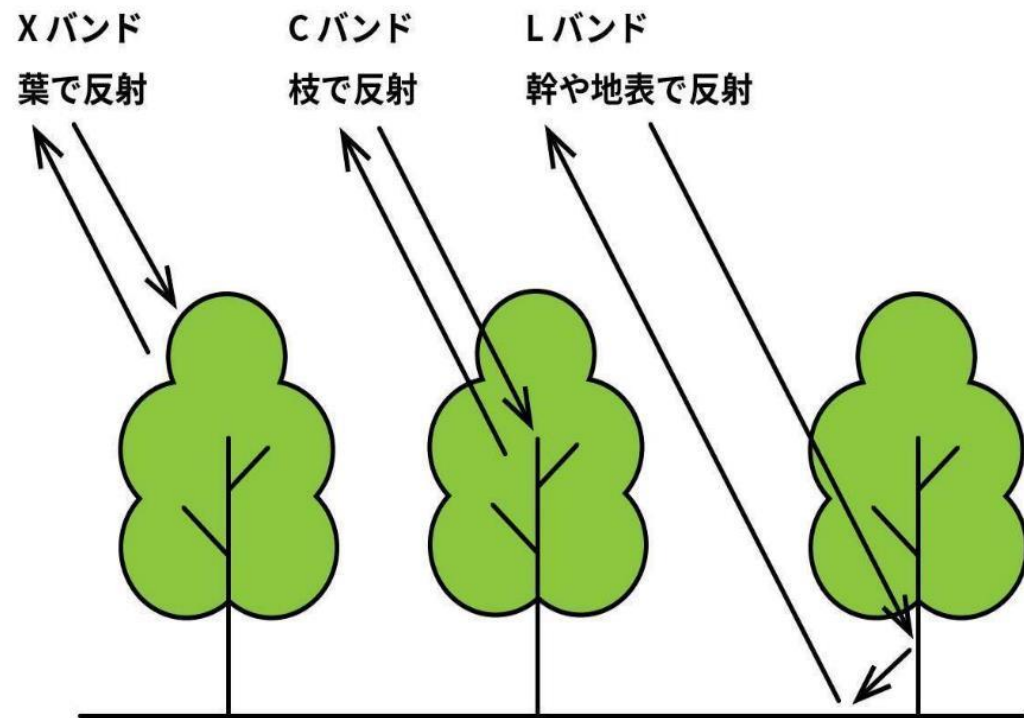
## 異なる時期に観測されたデータ間の差を用いる

- SAR衛星画像の解析では、より高度な情報抽出を行うために異なる時期に観測されたデータ間の差を用いる。差をとる情報次第で以下の方法がある
- これらを時系列に組み合わせて解析することもある

|                 | 用いる<br>マイクロ波の情報 | 処理概要                         | 用途例         |
|-----------------|-----------------|------------------------------|-------------|
| 反射強度差分          | 反射強度            | 反射したマイクロ波の強度の差分を用いて変化検出を行う   | 地表面変化エリアの抽出 |
| コヒーレンス差分        | 波長              | 波長の相関値（コヒーレンス）の差分を用いて変化検出を行う |             |
| 差分干渉<br>(InSAR) | 波長              | マイクロ波の反射タイミングの差分を用いて変化抽出を行う  | 地盤変動の空間的な把握 |

# SAR衛星に用いられる電磁波の種類

## 主にX/C/Lバンドの3種類の電磁波が使われる



出所) <https://sorabatake.jp/3364/>

- SAR衛星に使われるマイクロ波は主に3種類（バンド）毎に反射特性が異なる
- 反射特性の例：木に対する反射特性
  - Xバンド：葉で反射
  - Cバンド：枝で反射
  - Lバンド：幹や地表で反射
- Xバンドは細かいものを見たい時に使う、Lバンドは地表面を見たい時に使う等のバンドの使い分けが必要

# SAR衛星の解析事例

# SAR衛星データを用いた解析例

## 地表面の変化エリアの抽出



- SAR衛星画像を解析することで**変化したエリアを空間的に把握可能**
- 変化したエリアの把握には**観測時期の違う2シーン以上のSAR衛星画像を用いる**。衛星画像間の**反射した電波の強さ（強度）の違いから変化したエリアを推定**することが出来る
- 左図は**変化エリアを抽出した事例**である。赤で囲われた範囲が変化が確認されたエリアで、新しいビルが出来た地域と推測される
- 事例では人工構造物を対象としているが、植物の生育状況・水域の変化・盛土による土地環境の変化等、**抽出できる変化は多岐にわたる**

# SAR衛星データを用いた解析例

## 地盤変動の空間的な把握（1/2）



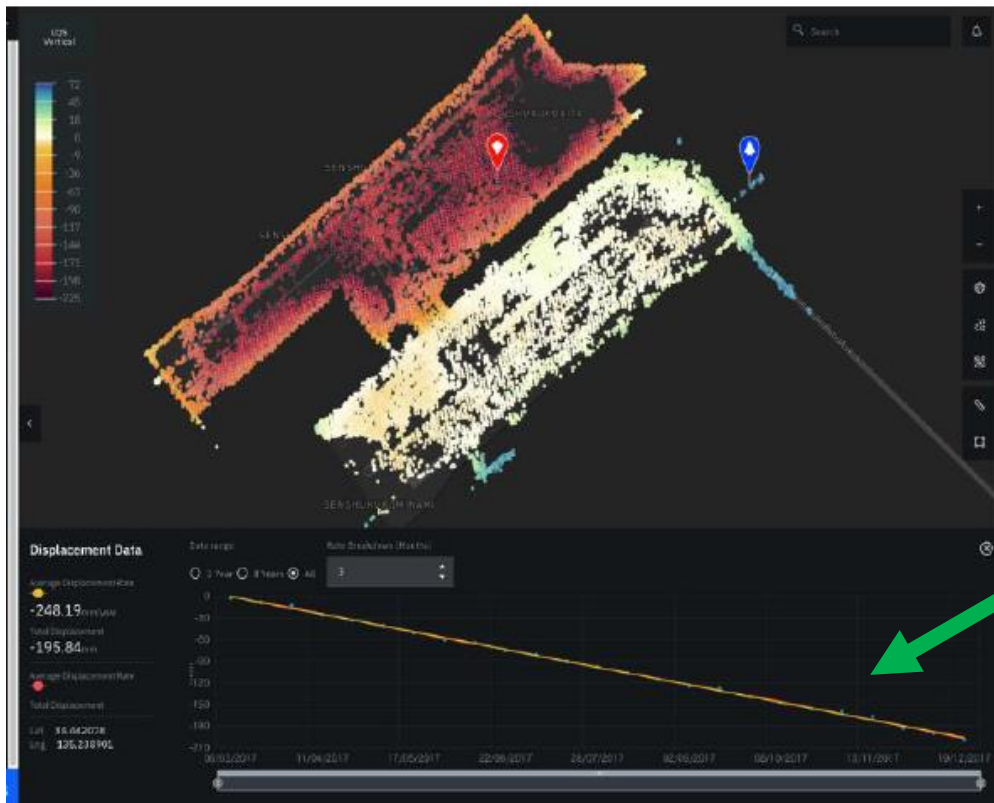
- SAR衛星画像を解析することで**地盤変動を空間的に把握可能**
- 地盤変動の把握には**観測時期の違う複数枚のSAR衛星画像を用いて**、衛星画像間の地表面から衛星に到達する波長の差分から**変動を推定**（干渉解析）することが出来る
- 左図は東京湾埋立地の**地盤変動を干渉解析した事例**である。赤や黄色になっている部分が変動が確認されたエリアである
- ドローン等よりも広域を観測できることから、インフラ監視等に用いられている

# SAR衛星データを用いた解析例

## 地盤変動の空間的な把握 (2/2)

- 更に時系列的なデータセットを解析（時系列解析）することで**長期間にわたる地盤変動を空間的に把握可能**

- 左図は**時系列干渉解析の例**である
  - 左図上側は空間的な変化量を色で表しており、赤色に近いほど沈下量が多く、青色に近いほど隆起量が多い
  - 左図下側のグラフは、上側図中の変位の内の一か所における任意の期間での変位量を示す。長期間にわたって変化していることがわかる



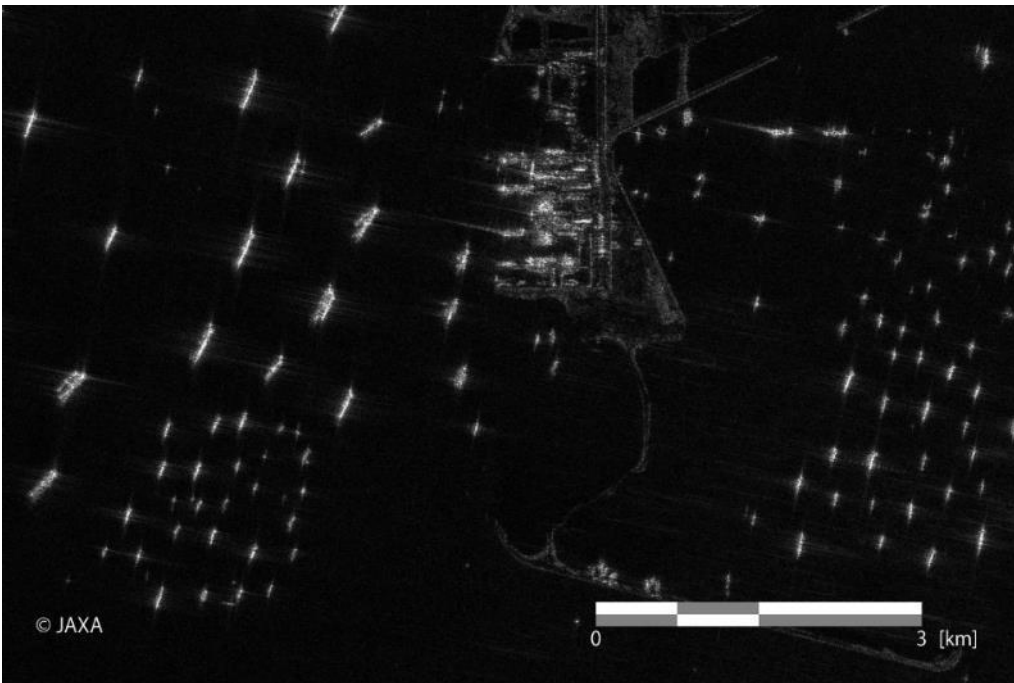
©Mapbox, ©OpenStreetMap and Improve this map,  
©Copernicus Sentinel data [2014-2021], ©Synspective Inc.

- **地盤沈下・隆起等の比較的長期にわたって徐々に変化する場合に向いており、インフラ監視等に活用されている**

# SAR衛星データを用いた解析例

## 船舶の監視

- SAR衛星画像を解析することで**海上の船舶を監視可能**
- 海面の反射した電波の強さ（反射強度）と、人工物である船舶の**反射強度が明確に異なることを用いて解析**を行う
  - 海面：衛星と反対方向によく反射するため衛星に返ってくる電波は弱い
  - 船舶：海面に対して垂直に近い面があるため、衛星に返ってくる電波が強い
- 左図は東京湾内で**船舶を観測した事例**で、船舶を明確に確認することが出来る
- ドローン等よりも広域を観測でき、天候によらず観測出来ることから航路監視等に用いられている



出所) [https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS-2/img\\_up/jpal2\\_check005\\_20141107.htm](https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS-2/img_up/jpal2_check005_20141107.htm)

# SAR衛星データを用いた解析例

## 漏水エリアの抽出

- SAR衛星画像を解析することで**漏水が発生しているエリアを空間的に把握可能**
- SAR衛星の**反射した電波の強さ（強度）の違いと、水道水に特有の反射特性**をAIで補正・解析することで**漏水可能性があるエリアを推定**することが出来る
- 左図は**漏水エリアを抽出したイメージ**で、青いエリアが水道管位置を示している
- 漏水箇所の早期発見が行えることから、水道インフラの監視への応用が期待されている



出所) <https://www.japan21.co.jp/2021-06-16-utilis-toyota-city/>

# 衛星の災害への活用

# 衛星の災害への適用可能性

## 適切な衛星を選定する必要がある

- 緊急時・平時の災害等で活用する上では、光学衛星/SAR衛星データの特徴理解が肝要
- 下表はユースケース例毎に光学衛星とSAR衛星の活用可能性を簡易的に評価したものである

| 災害  | ユースケース例             |               | 光学衛星の活用 | SAR衛星の活用 |
|-----|---------------------|---------------|---------|----------|
| 緊急時 | 地表面変化検出<br>(土砂崩れ等)  | 植生なし（裸地、都市域等） | △       | ○        |
|     |                     | 植生あり（山間部等）    | ○       | ○        |
|     | 人工物変化検出（台風による施設破壊等） |               | ○       | △        |
|     | 河川氾濫域検出             |               | △       | △        |
| 平時  | 地表面変位検出<br>(不適正盛土等) | 植生なし（裸地、都市域等） | ×       | ○        |
|     |                     | 植生あり（山間部等）    | △       | △        |
|     | 海岸線検出（汀線モニタリング等）    |               | △       | △        |

※○：活用可能、△：観測条件次第等で活用可能、×：活用不可または高度な解析が必要

# 国内災害時における衛星の活用事例

| 事例と使用衛星                                | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2011年3月 東日本大震災<br>(使用衛星：ALOS)          | <ul style="list-style-type: none"><li>2011年3月11日、14時46分に東北地方の太平洋多賀城市沖でマグニチュード9の地震が発生し、東北から関東にかけて大規模な津波が発生。沿岸地域に甚大な被害を与えた。</li><li>翌日の3月12日以降、4月20日まで総計643シーンの観測を実施</li></ul>                                                                                                                |
| 2015年9月 関東・東北豪雨<br>(使用衛星：ALOS-2他多数)    | <ul style="list-style-type: none"><li>2015年9月10日に台風18号等による豪雨の影響で鬼怒川流域で越水及び破堤による洪水災害が発生。国土交通省からの要請により緊急観測を実施。</li><li>浸水域抽出などの解析プロダクトを国交省などの防災関連機関に提供。国交省では、光学衛星画像、航空機撮影画像などに加え、ALOS-2観測画像も参考にして、鬼怒川の堤防の決壊に伴う浸水域の把握並びに排水ポンプ車の配置及び運用を実施した。</li></ul>                                          |
| 2016年4月 熊本地震<br>(使用衛星：ALOS-2他多数)       | <ul style="list-style-type: none"><li>2016年4月14日21時26分に熊本県にてマグニチュード6.5の地震が発生したことをトリガーに、国土地理院地震WGから緊急観測を要請。</li><li>解析結果から地殻変動が認められ、国土地理院HPへの公開及び地震調査委員会（臨時会）（平成28年4月17日）に報告。</li><li>内閣府からも国際災害チャータを発動。ALOS-2、商用光学衛星、国際災害チャータ等での観測データから、南阿蘇村周辺の土砂崩落箇所や益城町の建物倒壊を抽出した結果等を関連防災機関に提供。</li></ul> |
| 2016年8月<br>台風11号北海道豪雨<br>(使用衛星：ALOS-2) | <ul style="list-style-type: none"><li>北海道常呂川での越水（2016年8月21日0時40分）をトリガに、国交省からALOS-2による緊急観測要請。</li><li>悪天候でヘリ等による調査が困難とことから、翌22日に画像プロダクトを提供。</li><li>翌日12時のALOS-2観測から浸水域が変化している様子が確認できる。</li></ul>                                                                                            |

# その他・周辺情報

# 衛星データの価格

## 衛星データの価格は衛星によって異なる

購入シーン数  
or  
面積

×

新規観測  
オプション

×

提供データ  
形式  
オプション

×

ライセンス数

=

衛星データ  
価格

- 関心エリアをカバーする画像（シーン）枚数
- 最近の範囲の面積単位で購入（サブスクリプション）可能な事業者もあり
- 最低購入面積が設定されている場合あり

- 衛星に対して観測をリクエストする場合に発生する
- アーカイブを購入する場合は必要ない

- Geotiff等の提供するデータにかかる
- オルソ補正等の処理に対しても発生する

- 衛星データを使用する範囲に応じて発生
- 組織単位等の様々な形態がある

※主な価格に関わる要素を整理したものであり、実際は衛星毎に異なる

- 一般に高い分解能であれば高価になる傾向があり、低解像度衛星画像であればより低価格となる。衛星データの取得自体が無料の衛星もある
- 左表は高い分解能をもつWorldView衛星の場合の参考価格
- WorldViewの場合、東京都全域（2,194 km<sup>2</sup>）の最新のデータを購入する際に約2300万円必要

| 分解能40cmのカラー（4band）の場合 | 価格／km <sup>2</sup> |
|-----------------------|--------------------|
| 観測から90日以上経過したアーカイブ画像  | 2,145円             |
| 新規観測または90日以内のアーカイブ画像  | 3,245円             |
| 期間指定の新規観測             | 5,665円             |
| 14日以内の新規観測            | 10,285円            |

# 民間リモートセンシング衛星事業者例

| 事業者                                    | 国      | センサ種別            | 概要                                                           | 最高空間分解能 | 保有機数   | 将来機数              |
|----------------------------------------|--------|------------------|--------------------------------------------------------------|---------|--------|-------------------|
| Maxar                                  | 米国     | 光学               | 高分解能光学衛星を多数有する。                                              | 0.3m    | 4機     | 10機               |
| MDA                                    | カナダ    | SAR<br>(Cバンド)    | SAR衛星を有する。                                                   | 1m      | 1機     | 3機<br>(カナダ宇宙庁)    |
| Planet                                 | 米国     | 光学               | 大型の衛星群（コンステレーション）を構築。                                        | 3.7m    | 100機以上 | 100機以上            |
| Airbus                                 | 米国     | 光学<br>SAR (Xバンド) | 高分解能光学・SARによるコンステレーションを構築                                    | 0.3m    | 16機    | 不明                |
| ICEYE                                  | フィンランド | SAR<br>(Xバンド)    | 小型SAR衛星によるコンステレーションを構築                                       | 0.25m   | 14機    | 18機<br>(2022年までに) |
| Synspective                            | 日本     | SAR<br>(Xバンド)    | SAR衛星コンステレーション構築を目指している衛星ベンチャー。<br>内閣府「ImPACT」プログラムより派生して創業。 | 1m      | 2機     | 30機<br>(2026年までに) |
| QPS研究所                                 | 日本     | SAR<br>(Xバンド)    | SAR衛星コンステレーション構築を目指している九州大学発のベンチャー。                          | 0.7m    | 2機     | 36機<br>(2025年以降)  |
| JEOSS<br><small>(日本地球観測衛星サービス)</small> | 日本     | SAR<br>(Xバンド)    | NECにより設立。<br>SAR衛星のASNARO-2を運用している。                          | 1m      | 1機     | 不明                |
| Axel Space                             | 日本     | 光学               | 光学衛星コンステレーション構築を目指している衛星ベンチャー。                               | 2.5m    | 5機     | 10機<br>(2023年までに) |
| キャノン電子                                 | 日本     | 光学               | 精密機械メーカー。自社開発の光学衛星 2 機を運用中。                                  | 0.9m    | 2機     | 不明                |

※2022年7月時点の独自リサーチに基づく表であり、正確性を保証するものではない

# 参考リンク集

| リンク先                      | URL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 宇宙航空研究開発機構(JAXA) HP       | <a href="https://earth.jaxa.jp/ja/eo-knowledge/">https://earth.jaxa.jp/ja/eo-knowledge/</a><br><a href="https://earth.jaxa.jp/files/application/disaster/space_application_for_disaster_monitoring.pdf">https://earth.jaxa.jp/files/application/disaster/space_application_for_disaster_monitoring.pdf</a>                                |
| 米国航空宇宙局(NASA) HP          | <a href="https://www.earthdata.nasa.gov/learn/backgrounders/remote-sensing#:~:text=Remote%20sensing%20is%20the%20acquiring,record%20reflected%20or%20emitted%20energy.">https://www.earthdata.nasa.gov/learn/backgrounders/remote-sensing#:~:text=Remote%20sensing%20is%20the%20acquiring,record%20reflected%20or%20emitted%20energy.</a> |
| 欧州宇宙機関(ESA) HP            | <a href="https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_EN/SEMF9R3Z2OF_0.html">https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_EN/SEMF9R3Z2OF_0.html</a>                                                                                                                                                                                                     |
| 宙畑 HP                     | <a href="https://sorabatake.jp/">https://sorabatake.jp/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 一般財団法人リモート・センシング技術センター HP | <a href="https://www.restec.or.jp/knowledge/sensing/sensing-1.html">https://www.restec.or.jp/knowledge/sensing/sensing-1.html</a>                                                                                                                                                                                                         |
| 株式会社パスコ HP                | <a href="https://www.pasco.co.jp/recommend/word/word033/">https://www.pasco.co.jp/recommend/word/word033/</a>                                                                                                                                                                                                                             |
| ESRIジャパン株式会社 HP           | <a href="https://www.esri.com/gis-guide/imagery/remote-sensing/">https://www.esri.com/gis-guide/imagery/remote-sensing/</a>                                                                                                                                                                                                               |