

山口大学における衛星データ 解析事例の紹介(防災・農業)

山口大学
応用衛星リモートセンシング研究センター
江口 毅

○構成

1. リモートセンシングの概要

- 1.1 リモートセンシングとは
- 1.2 リモートセンシングの種類

2. 研究紹介

- 2.1 防災分野
- 2.2 農業分野

3. アプリケーション

- 3.1 国内における衛星データ利用
- 3.2 国外における衛星データ利用
- 3.3 先進的な宇宙利用モデル実証プロジェクト

○構成

1. リモートセンシングの概要

- 1.1 リモートセンシングとは
- 1.2 リモートセンシングの種類

2. 研究紹介

- 2.1 防災分野
- 2.2 農業分野

3. アプリケーション

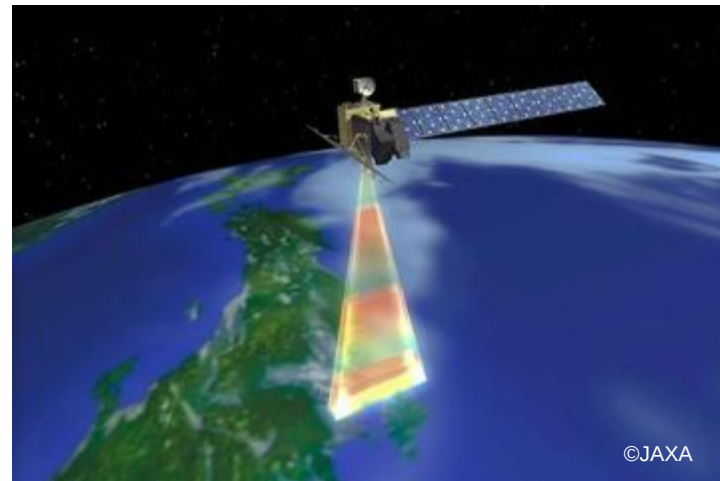
- 3.1 国内における衛星データ利用
- 3.2 国外における衛星データ利用
- 3.3 先進的な宇宙利用モデル実証プロジェクト

1. リモートセンシングの概要

1.1 リモートセンシングとは

リモートセンシング (Remote Sensing)とは衛星や航空機等を用いて、遠く離れた場所にある対象を触れることなく観測する技術の総称。

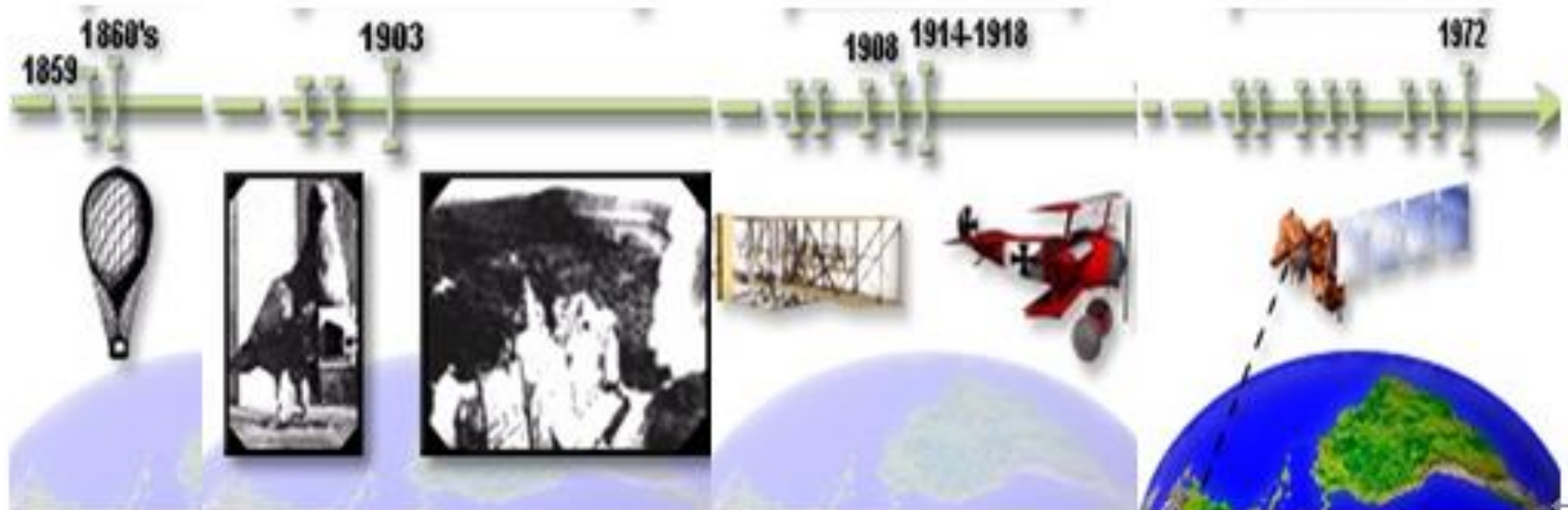
- ・遠隔探査
- ・隔測
- ・揺感(中国語)⇒遠くを感じる



1. リモートセンシングの概要

～リモートセンシングの歴史～

リモートセンシングの起源は、気球を用いた航空写真撮影とされている。その後、技術の向上に伴いリモートセンシングは、凧や鳩、航空機、衛星へと形を変え発展を遂げた。



1. リモートセンシングの概要

～リモートセンシングの特徴～

メリット

- ・遠く離れた場所からの観測が行える・・・**遠隔性**
- ・広域の観測が行える・・・**広域性**
- ・定期的な観測が行える・・・**定期性**
- ・目に見えないものの観測が行える

- ・天候の影響を受ける←センサ(観測機器)による
- ・センサ毎に特有の処理が必要
- ・任意の時間に任意の場所の観測が行えない

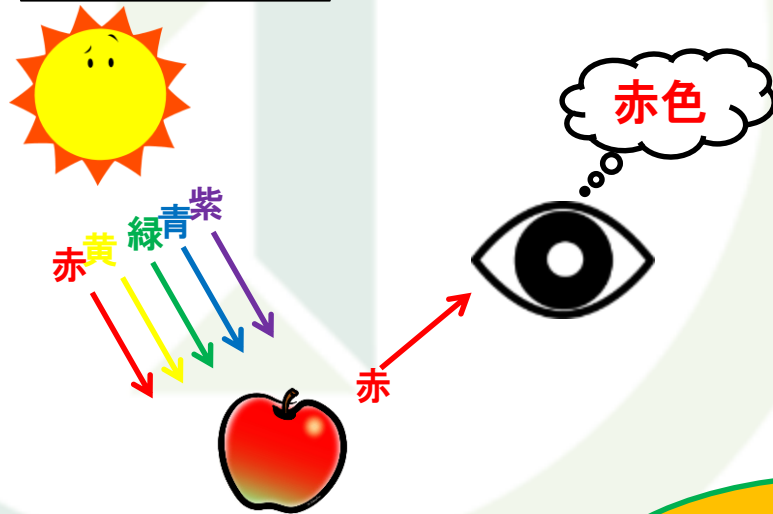
デメリット

1. リモートセンシングの概要

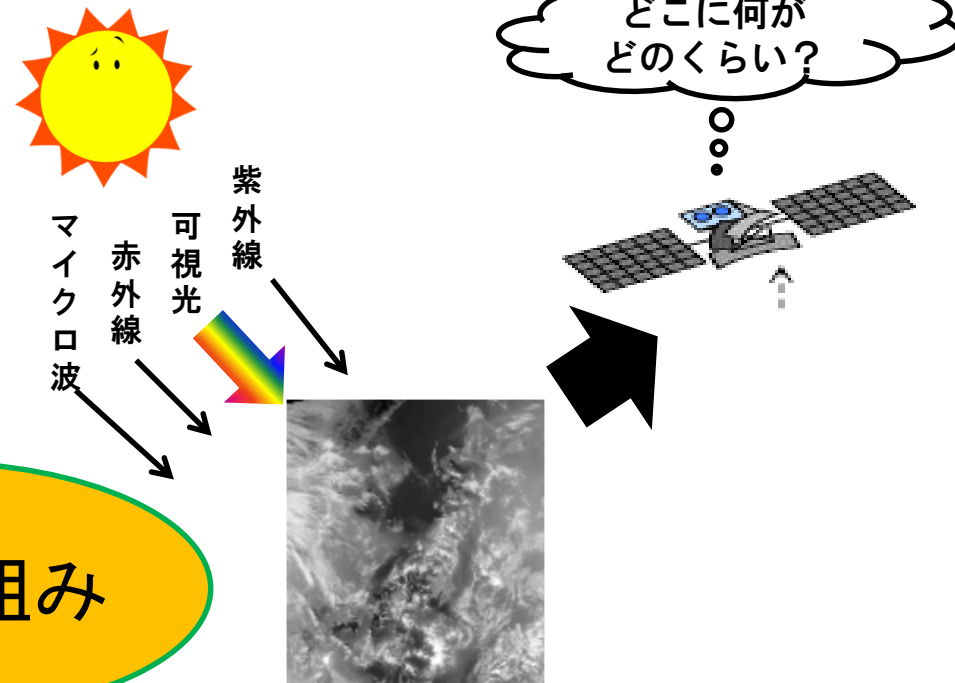
～観測原理～

リモートセンシングでは、地表面から反射・放射される光や電磁波を観測機器(センサ)で受信することにより観測を行う。

目の場合



衛星の場合



同じ仕組み

1. リモートセンシングの概要

～波長と光の種類～

光や電磁波はその波長によって色々な種類に分類される。

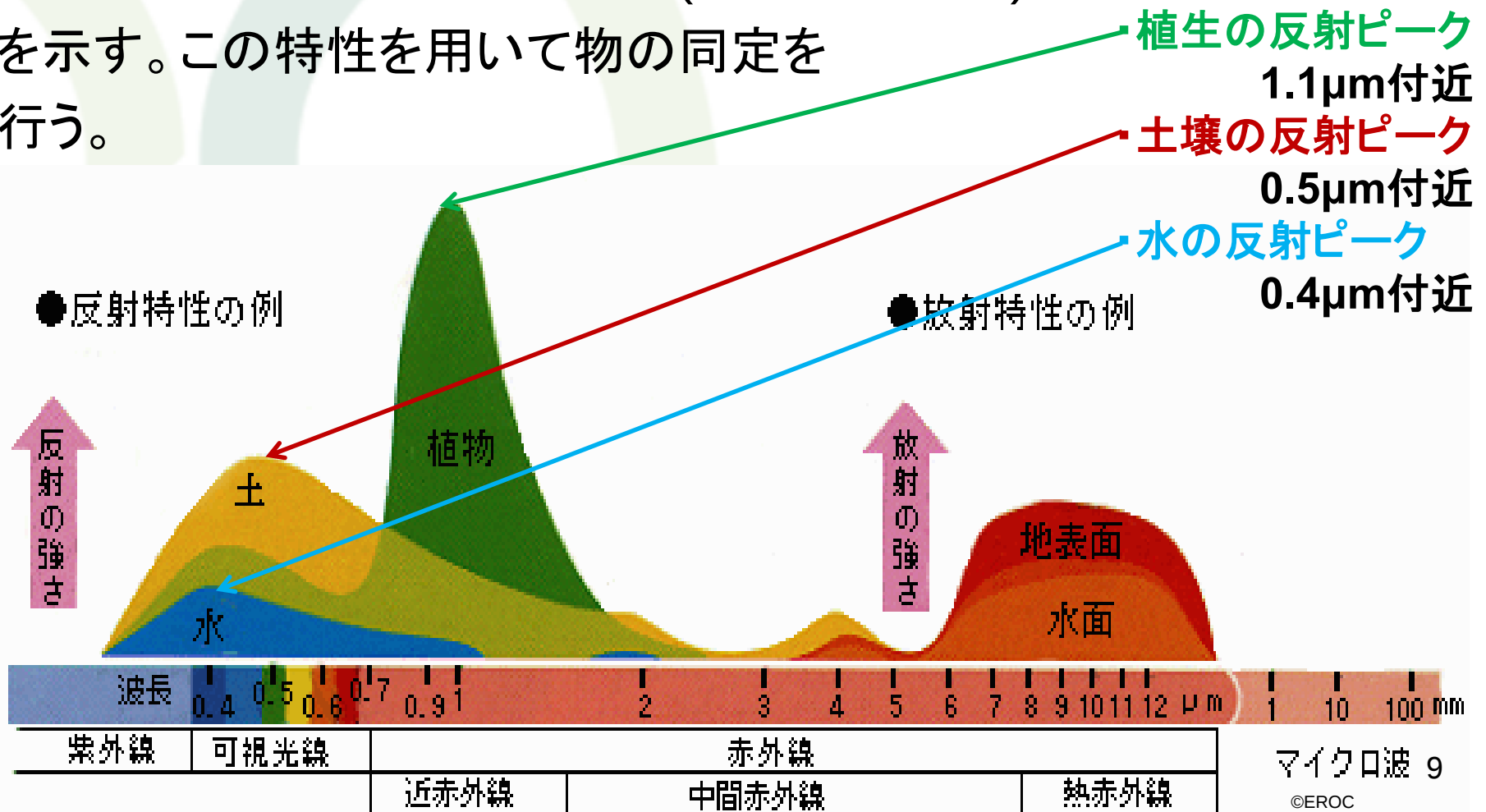


©RESTEC

1. リモートセンシングの概要

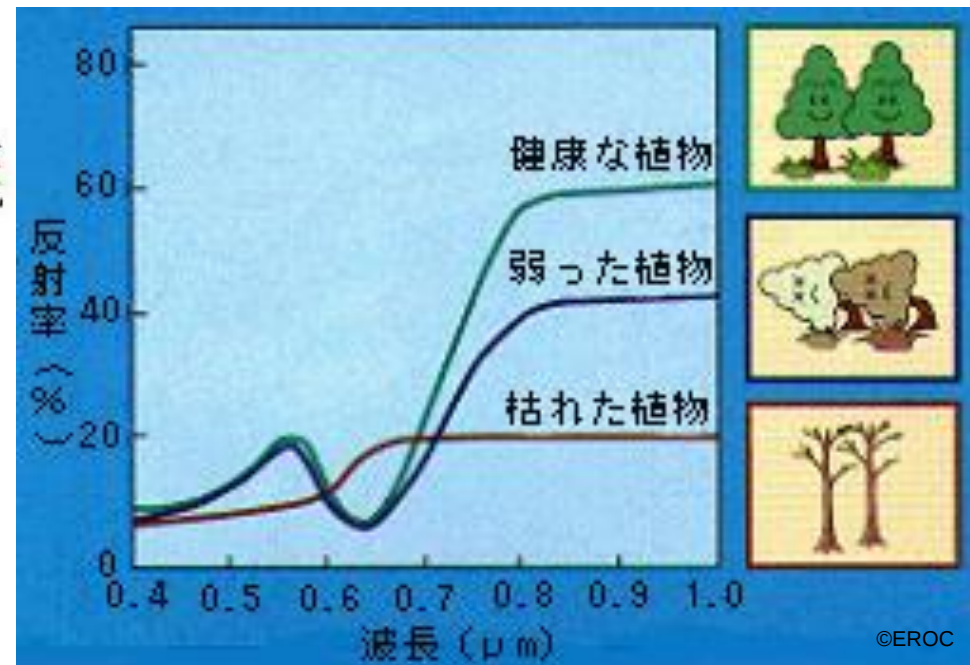
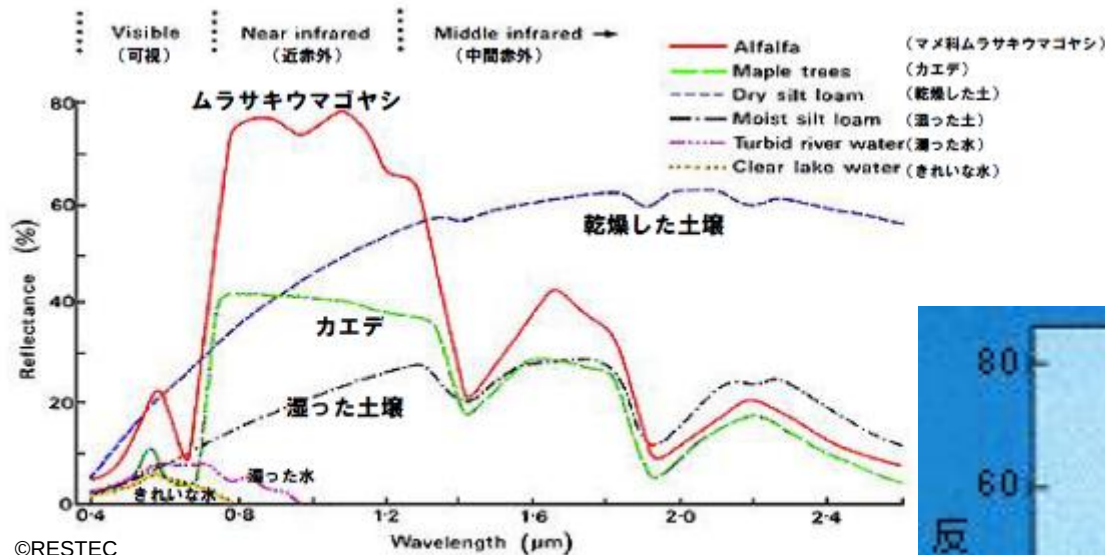
～反射特性～

波長によって異なる反射特性(**分光反射特性**)を示す。この特性を用いて物の同定を行う。



1. リモートセンシングの概要

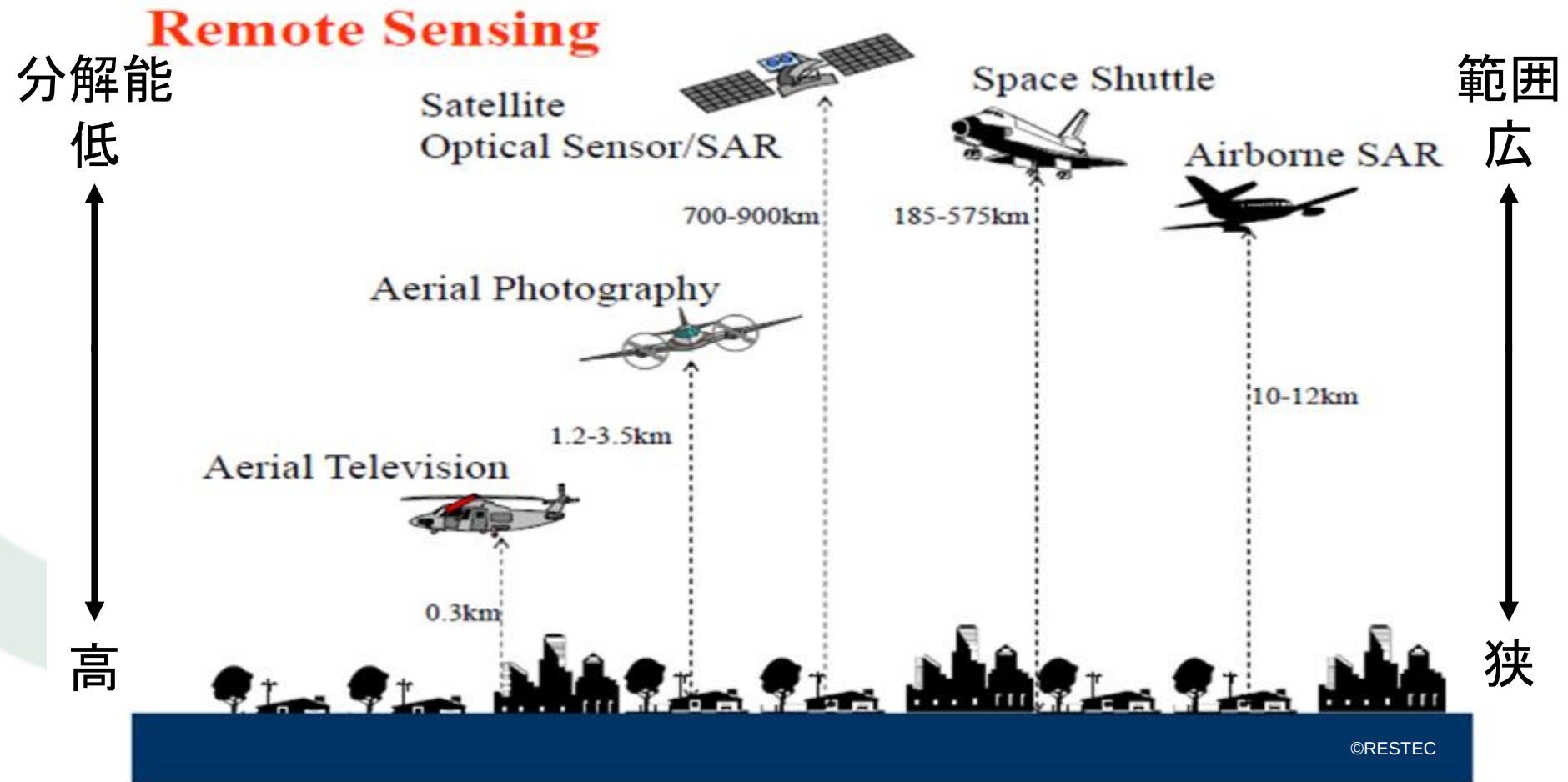
反射率の違いから対象の状態を把握することも可能。



1. リモートセンシングの概要

1.2 リモートセンシングの種類 ～プラットフォーム別の種類～

Remote Sensing



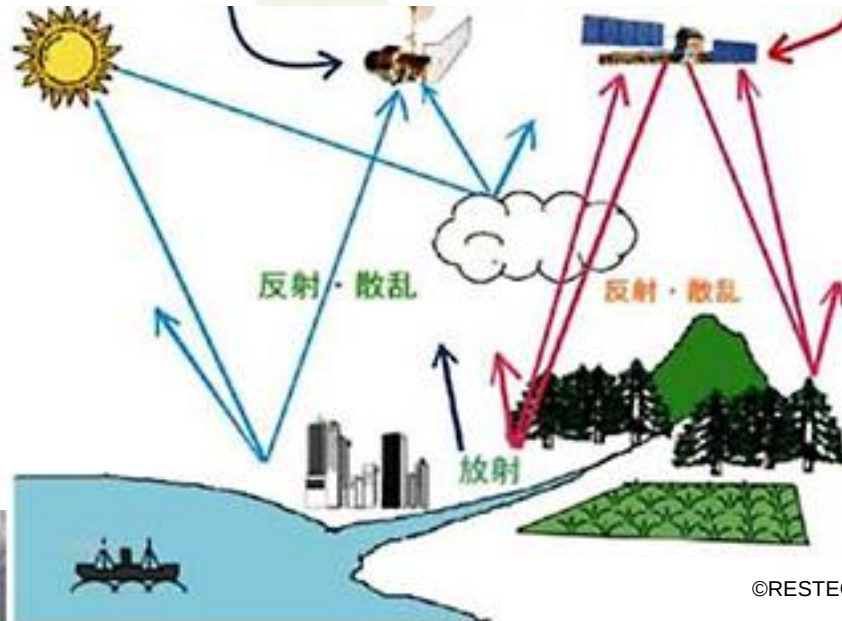
1. リモートセンシングの概要

1.2 リモートセンシングの種類

～センサ別の種類～

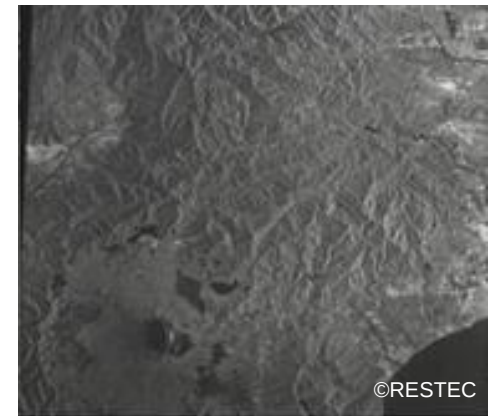
光学センサ

- ・太陽光の反射波を利用(受動的)
- ・カラー画像
- ・雲の少ない昼間のみ観測可能



マイクロ波センサ

- ・マイクロ波を利用(能動的)
- ・白黒画像
- ・降雨時や夜間でも観測可能



○構成

1. リモートセンシングの概要

1.1 リモートセンシングとは

1.2 リモートセンシングの種類

2. 研究紹介

2.1 防災分野

2.2 農業分野

3. アプリケーション

3.1 国内における衛星データ利用

3.2 国外における衛星データ利用

3.3 先進的な宇宙利用モデル実証プロジェクト

2. 研究紹介

2.1 防災分野

・土砂災害

新潟県中越沖地震(2007年)、岩手・宮城内陸地震(2008年)、
中国・九州北部豪雨(2009年)、広島県庄原豪雨(2010年)、
紀伊半島大水害(2011年)、平成26年8月広島豪雨(2014年)



・津波

東北地方太平洋沖地震(2011年)

・洪水

ベトナム洪水、平成27年9月関東・東北豪雨(2015年)

・火山噴火

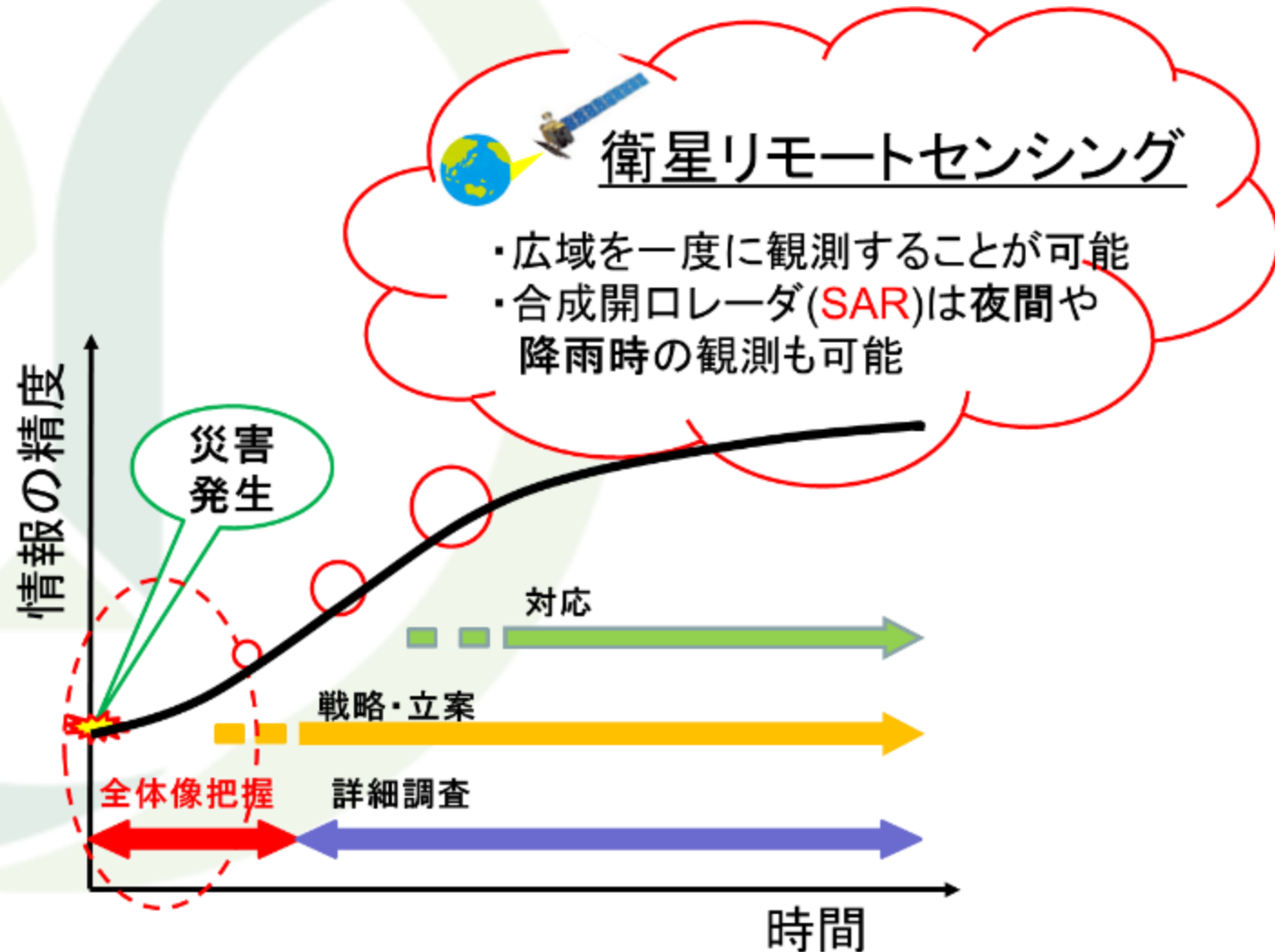
メラピ山(2010年)、新燃岳(2011年)

・地盤沈下



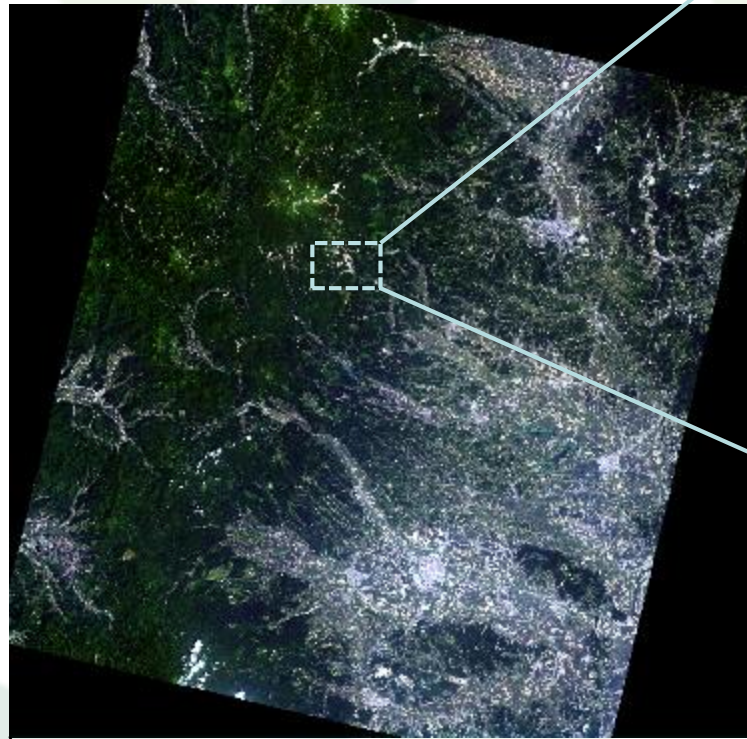
2. 研究紹介

～土砂災害～

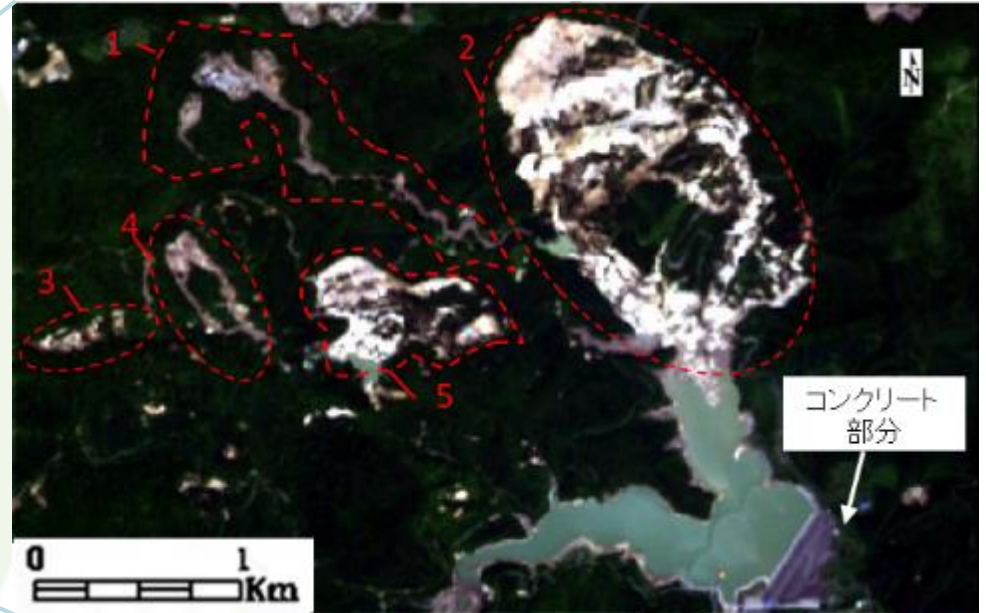


2. 研究紹介

～土砂災害～

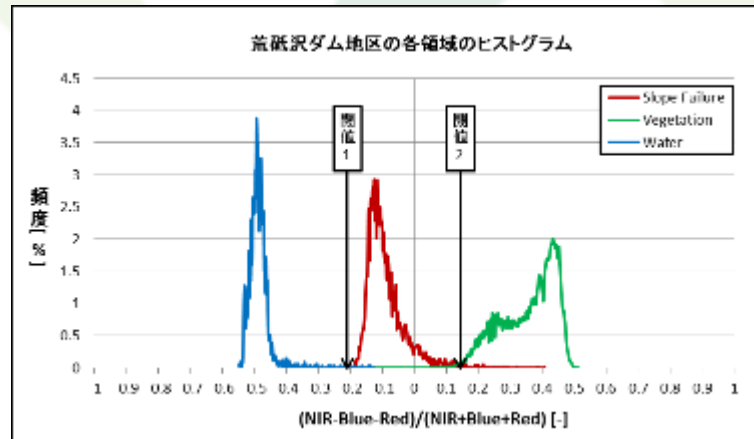


70km

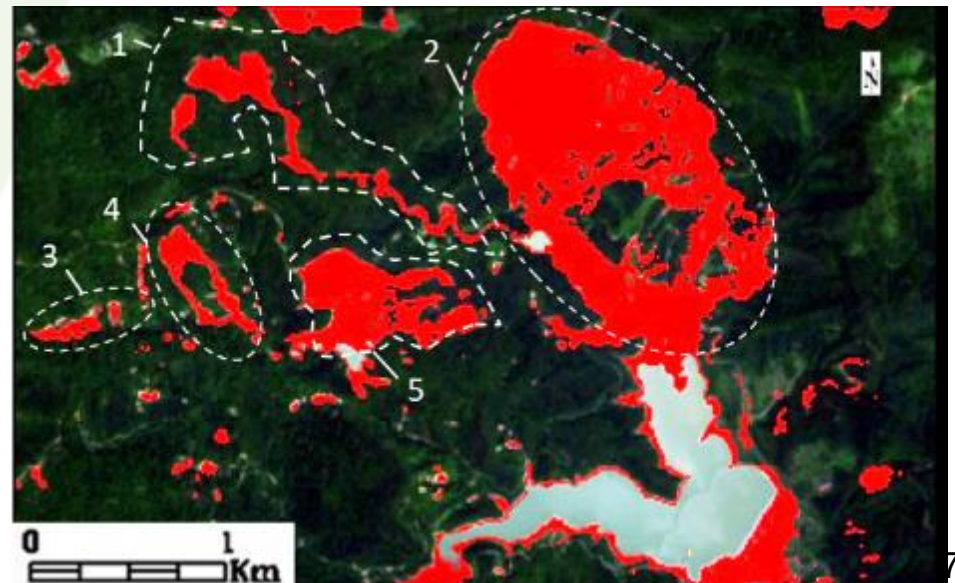


2. 研究紹介

～土砂災害～

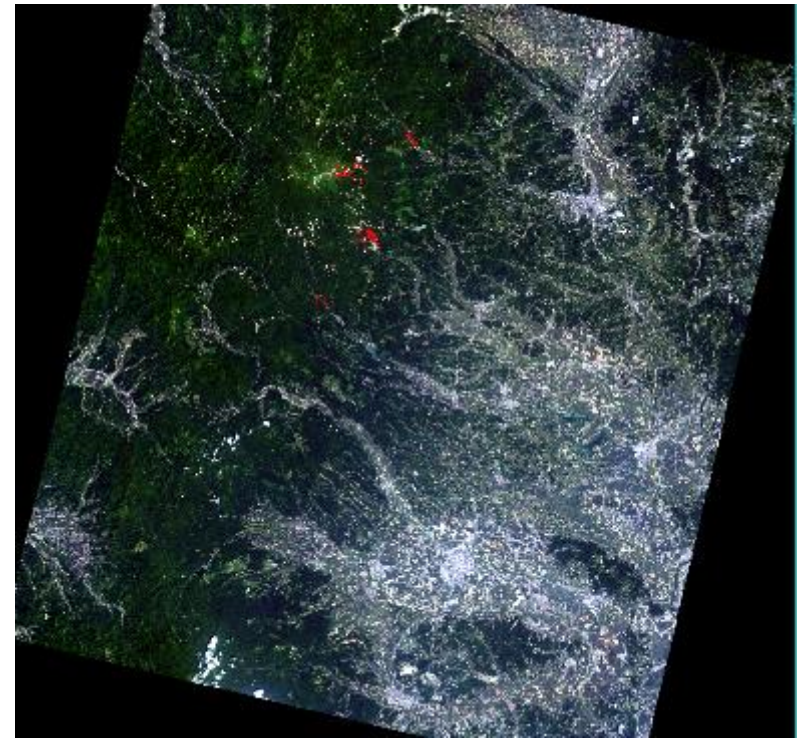
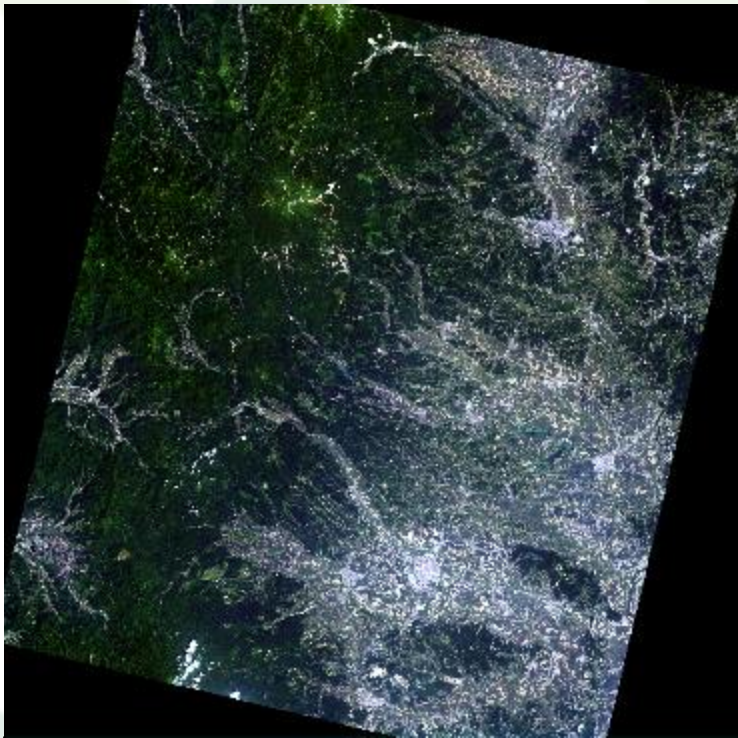


閾値



2. 研究紹介

～土砂災害～



70km

2. 研究紹介

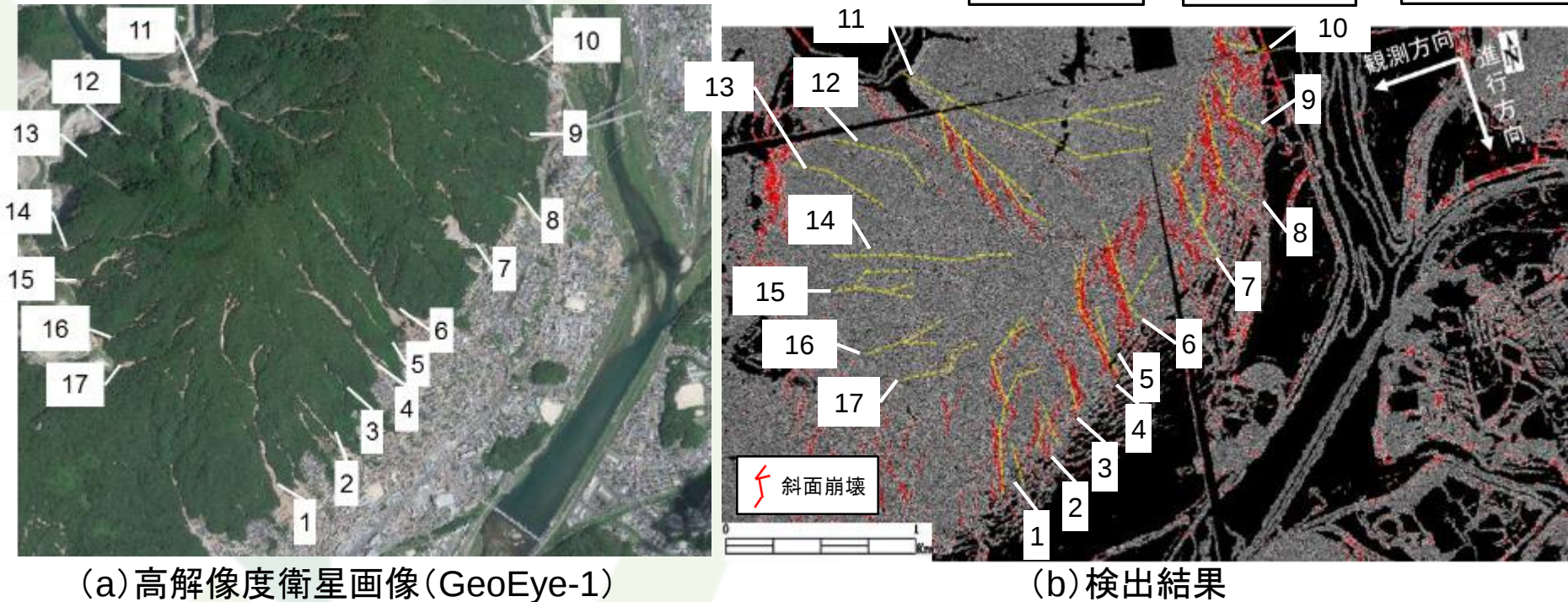


図6 対象範囲の検出結果 ○…検出成功、△…一部検出成功、×…検出失敗

<結果>

○ 手前側の斜面崩壊は概ね検出できた。

× 奥側はほとんど検出できなかった。

△ 単偏波画像(HH)を用いた場合より検出精度は向上したが、見落とし箇所が増えた。

手前

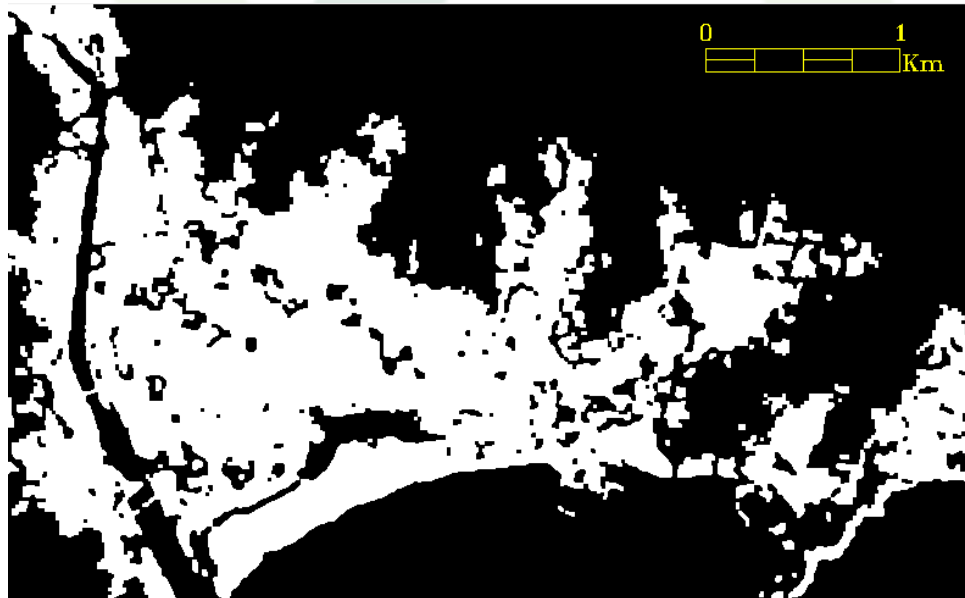
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
○	○	○	○	×	○	△	△	△	×

奥

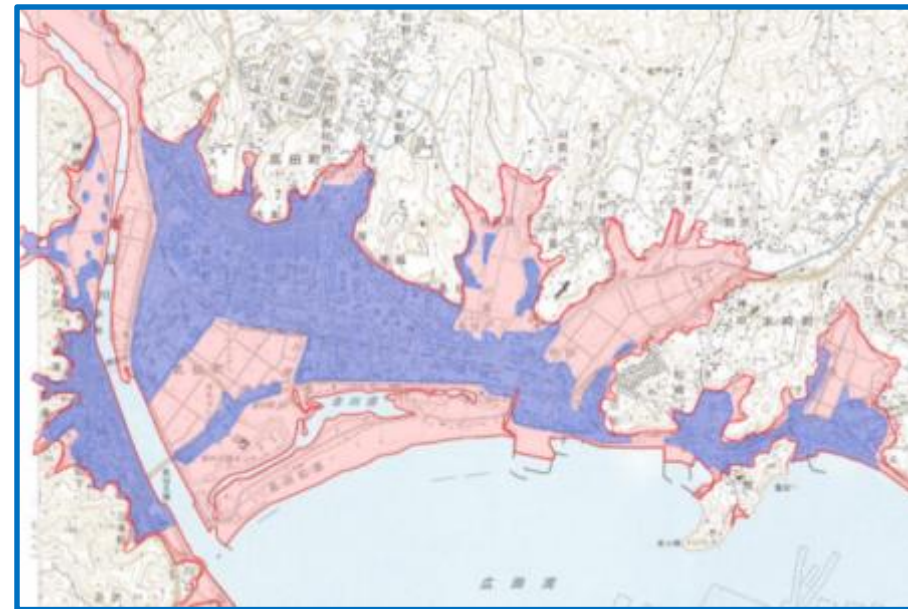
11	12	13	14	15	16	17
△	×	×	×	×	×	×

2. 研究紹介

～津波～



被災領域抽出結果
被災面積: 5.67 km^2

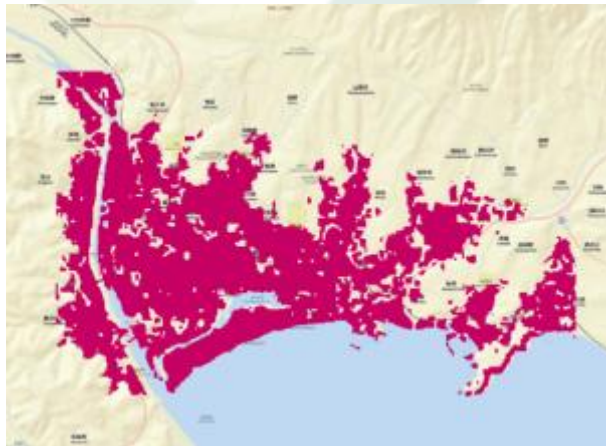


津波被災マップ

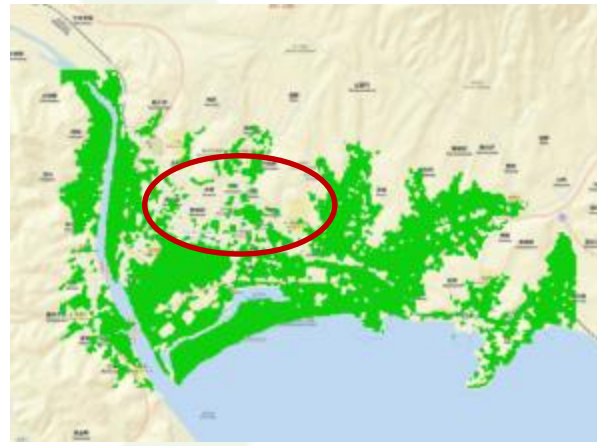
赤: 津波遡上線 青: 家屋流失被害範囲
赤 + 青 = 津波被災領域

2. 研究紹介

～津波～



PALSAR 5.67 km²



NDVI 4.70 km²



NDWI 4.58 km²

NDVI・・・ピクセル内の**植生の活性度**を表す指標

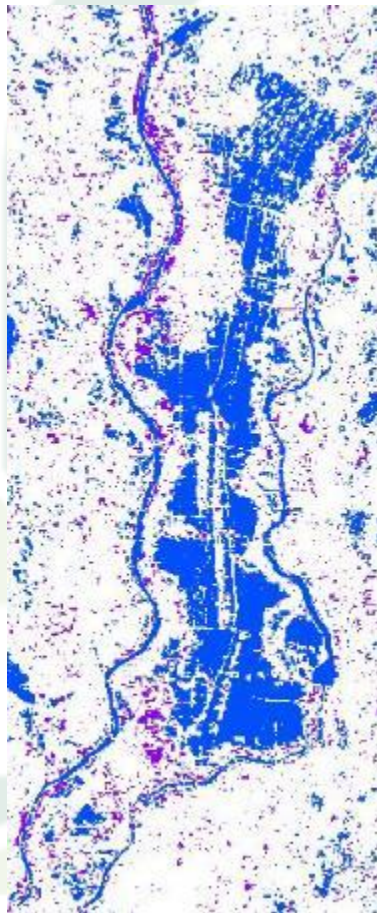
NDWI・・・ピクセル内の**水域割合**を表す指標

ともに、－1から＋1までの値をとる

☆光学センサでは**瓦礫域**を抽出できていない。

2. 研究紹介

～洪水～



青:水田浸水域
紫:市街地浸水域

水田と市街地の抽出結果を重ねた画像



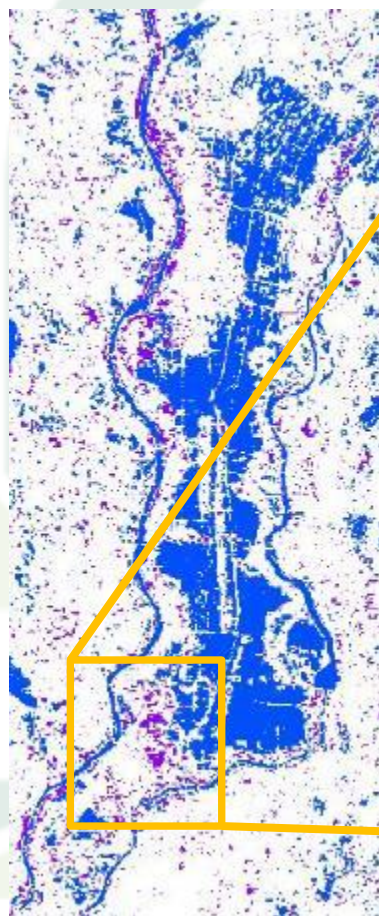
被害判読図

2. 研究紹介

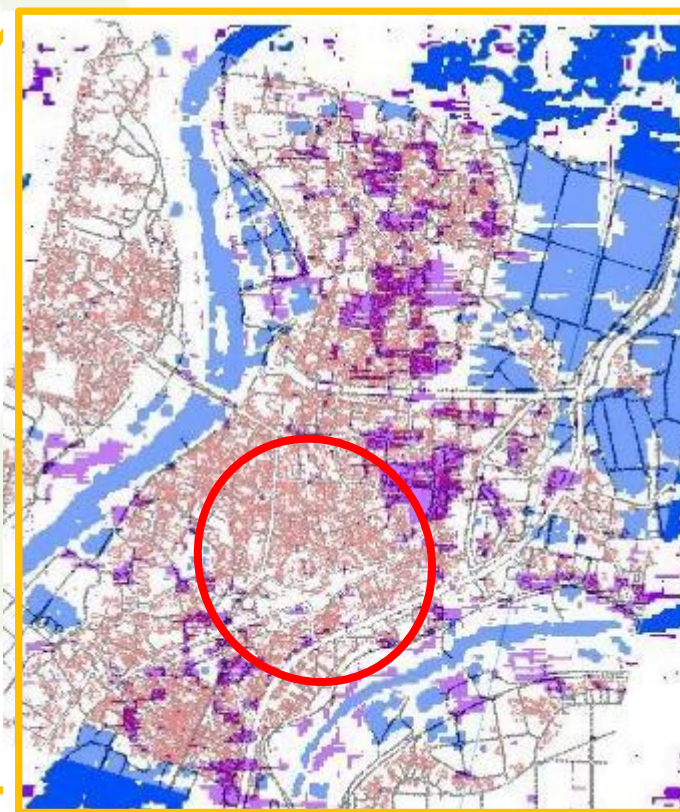
～洪水～



YAMAGUCHI UNIVERSITY



水田と市街地の抽出結果を重ねた画像



建物の基盤地図情報を重ねた画像

衛星進行方向
観測方向

青: 水田浸水域
紫: 市街地浸水域
赤: 建物

2. 研究紹介

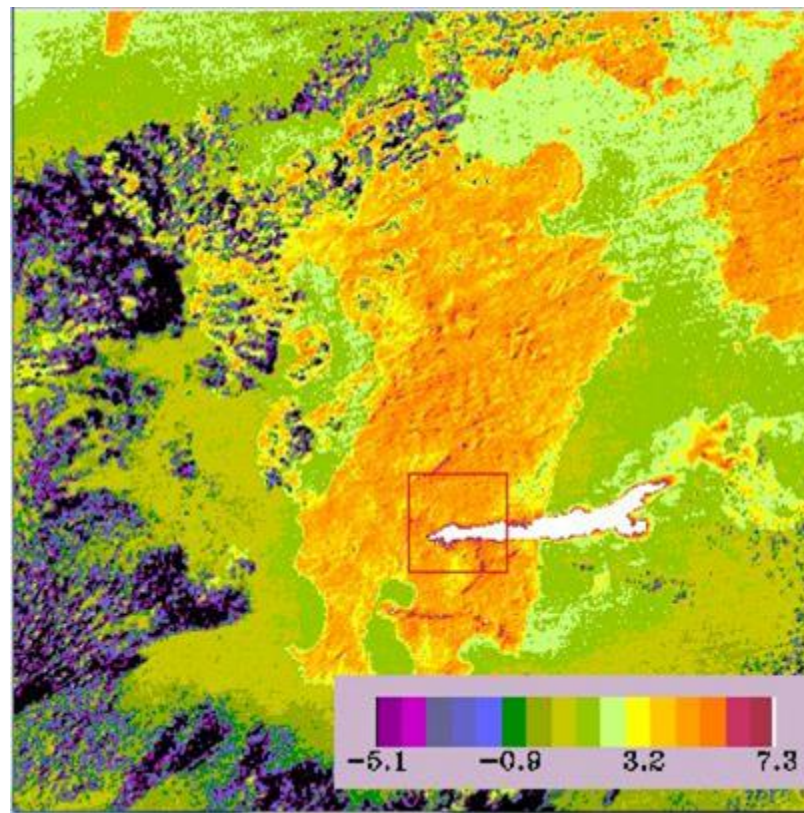
～火山噴火～



YAMAGUCHI UNIVERSITY



True Color合成画像



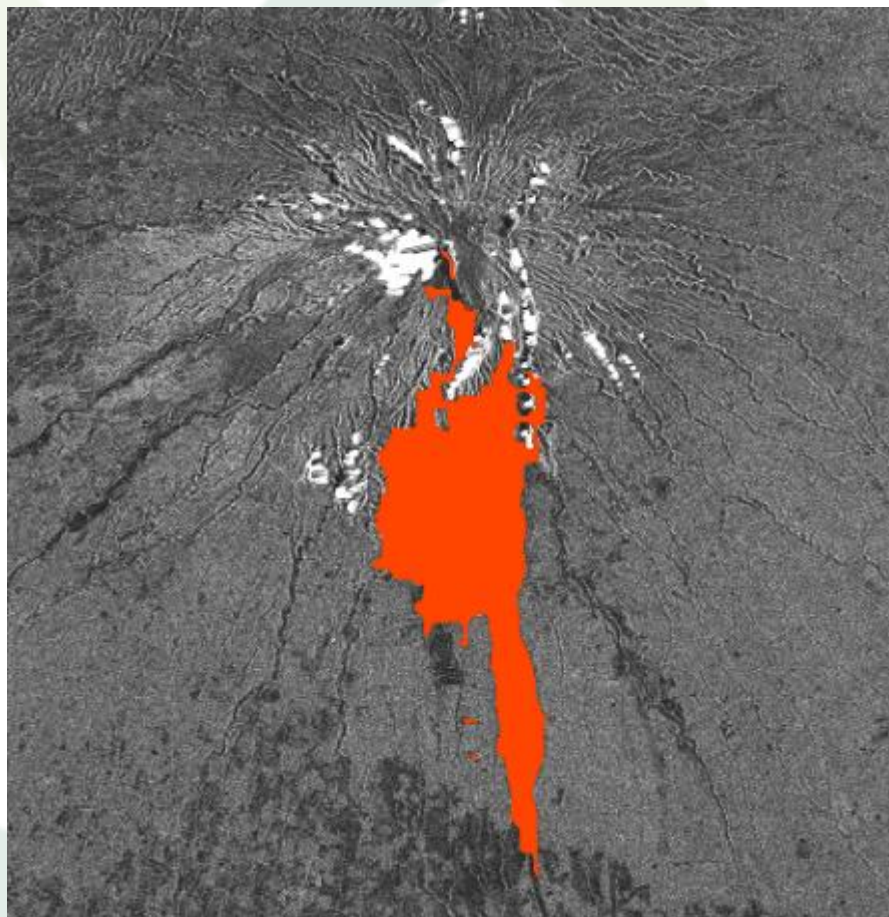
温度差による噴煙の判別

2. 研究紹介

～火山噴火～



YAMAGUCHI UNIVERSITY



火砕流箇所抽出結果



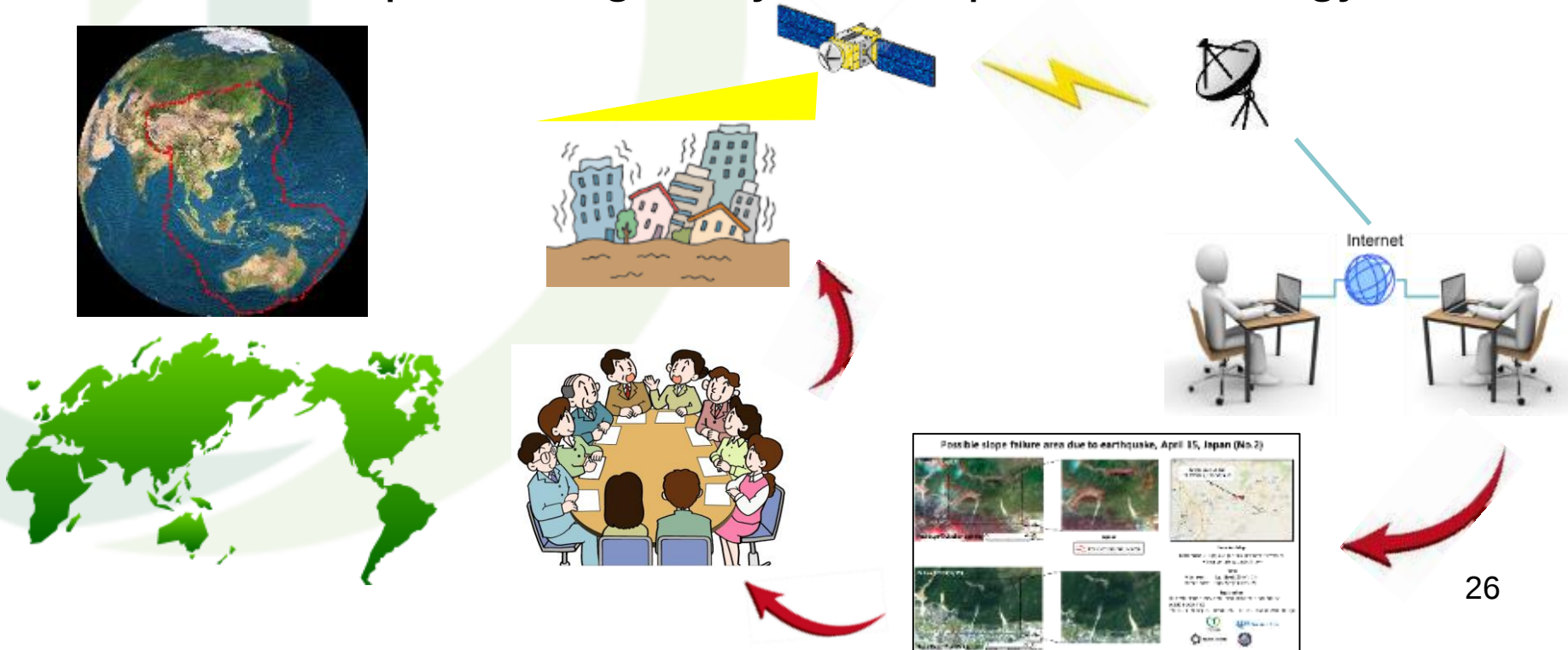
被害マップ

2. 研究紹介

～Sentinel Asia・国際災害チャーター～
Organization for Natural Disaster

▪ Sentinel Asia

“Sentinel Asia” is international project to management natural disaster at Asia pacific region by using space technology.



2. 研究紹介

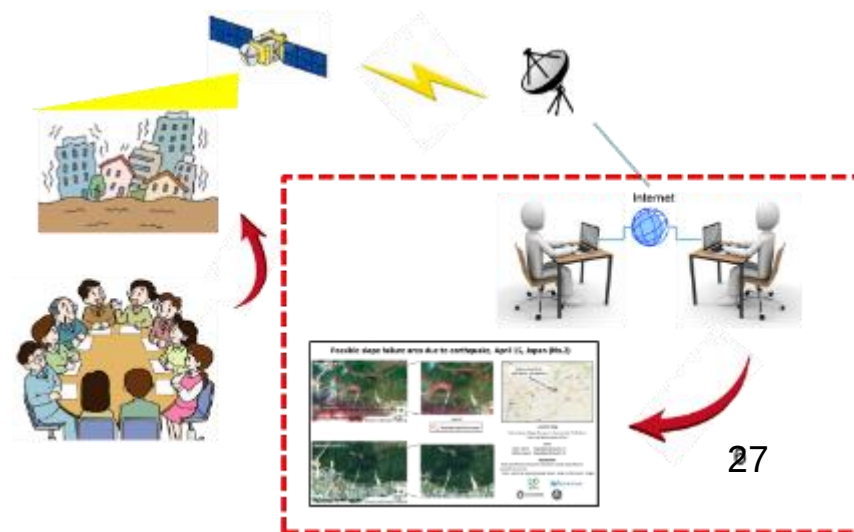
～Sentinel Asia・国際災害チャーター～

The activities of Yamaguchi University

Yamaguchi University is one of the DAN (**DAN**: Data Analysis Node) for Sentinel Asia and International Disasters Charter.

For examples...

- Large flood of Kii Peninsula 2011
- Yamaguchi and Shimane heavy rain 2013
- Kumamoto earthquake 2016
- Flood in Peru 2017
- Northern Kyusyu heavy rain 2017



2. 研究紹介

～Sentinel Asia・国際災害チャーター～



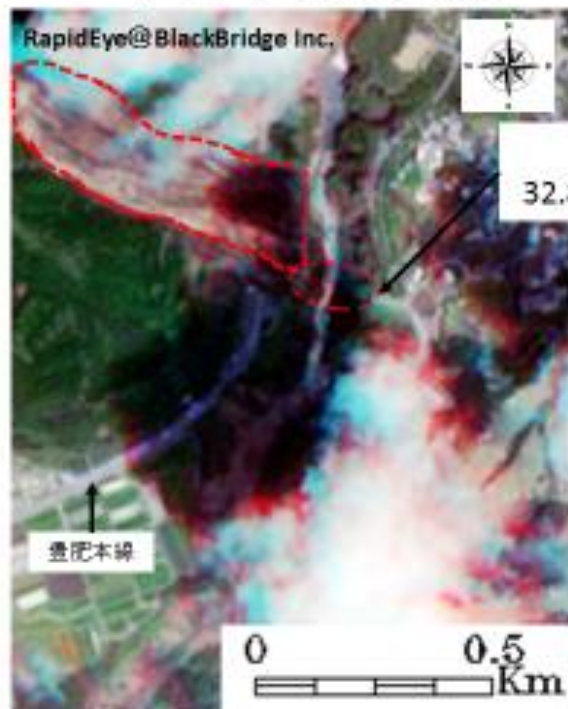
YAMAGUCHI UNIVERSITY

1. 熊本県阿蘇郡南阿蘇村 阿蘇大橋周辺

使用データ: RapidEye

(5254222_2016-04-17_RE4_3A_373067)

観測日: 2016年4月17日(災害発生後)

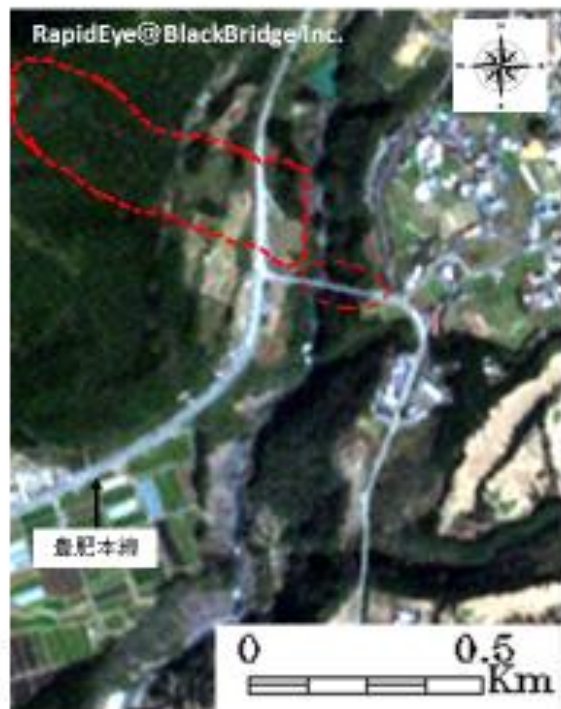


災害発生後(2016年4月17日)

使用データ: RapidEye

(5254222_2016-03-15_RE4_3A_372757)

観測日: 2016年3月15日(災害発生前)

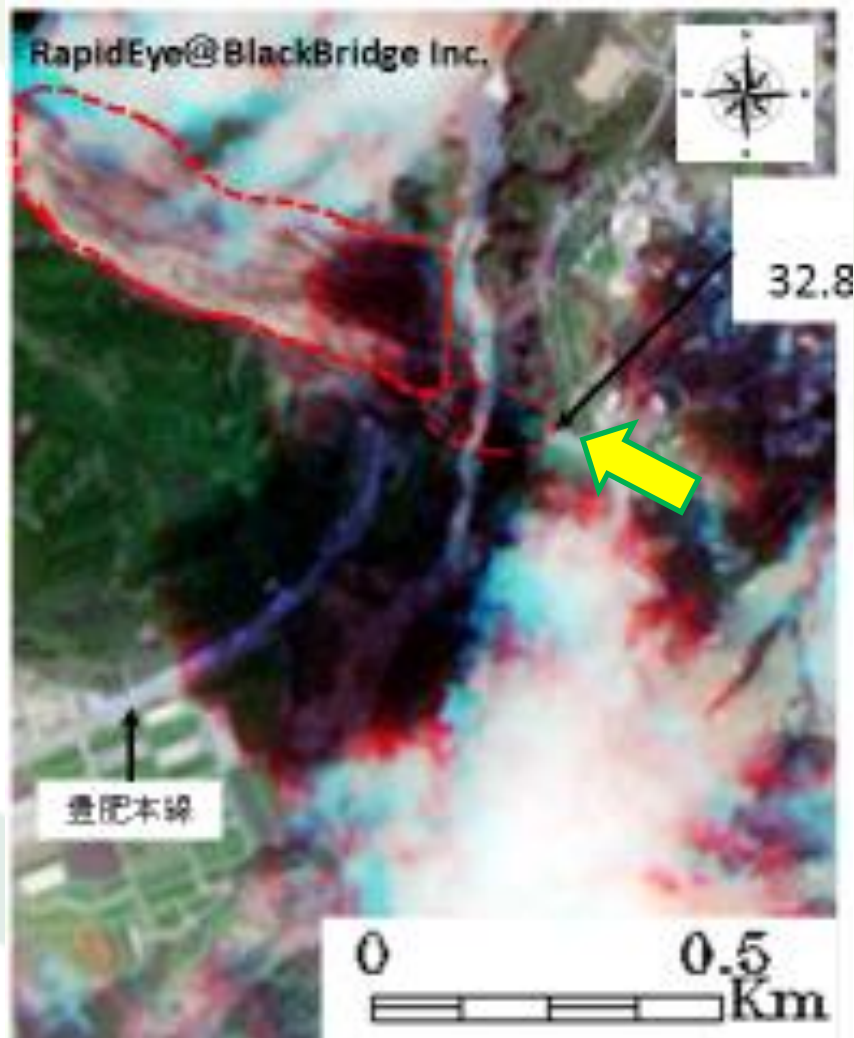


災害発生後(2016年3月15日)

斜面崩壊が懸念される箇所

2. 研究紹介

～Sentinel Asia・国際災害チャーター～



2. 研究紹介

～Sentinel Asia・国際災害チャーター～



YAMAGUCHI UNIVERSITY

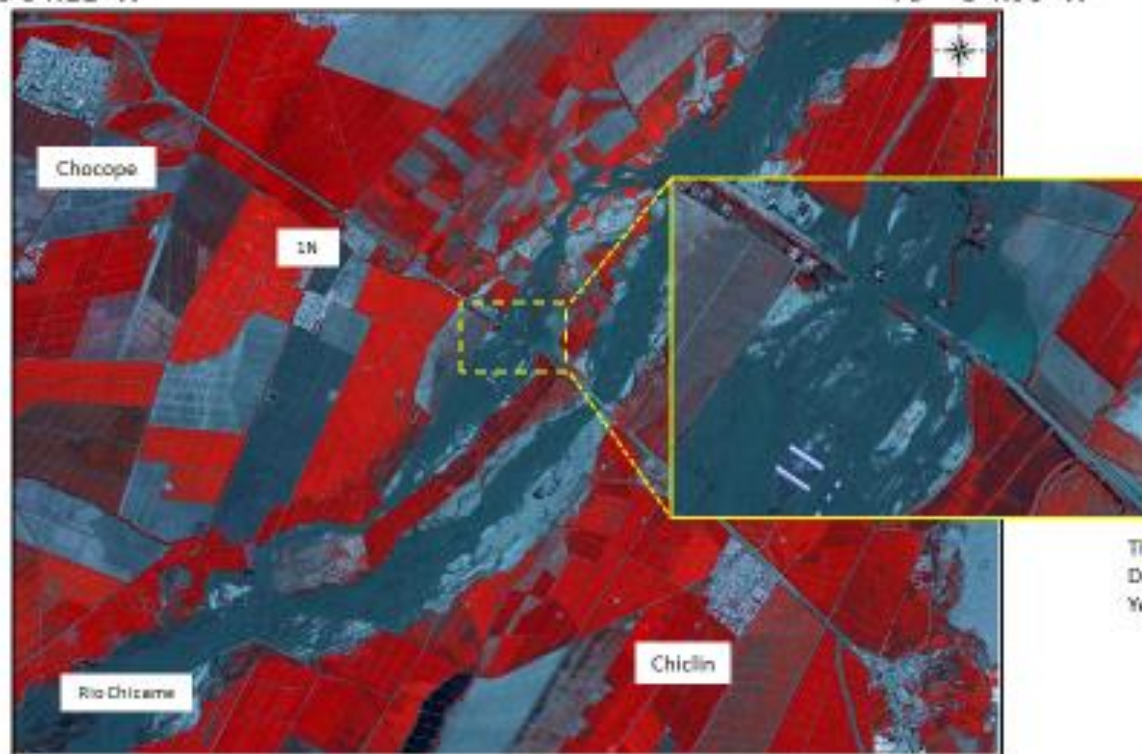
Bridge is broken due to Flood in Rio Chicame, Peru 2017/4/7

7° 47'3.65"S

79° 13'34.11"W

7° 47'3.65"S

79° 8'4.93"W



Location Map

Piedra in Peru

Data Source

After event : SPOT7 (2017/4/7)

Explanation

The map shows around Chiclin and Chicope in Peru.

Dark blue color region means water area.

Yellow color frame shows the collapse of bridge due to flood.

Map Produced By

The Yamaguchi University, Japan

7° 51'3.51"S

79° 13'34.11"W

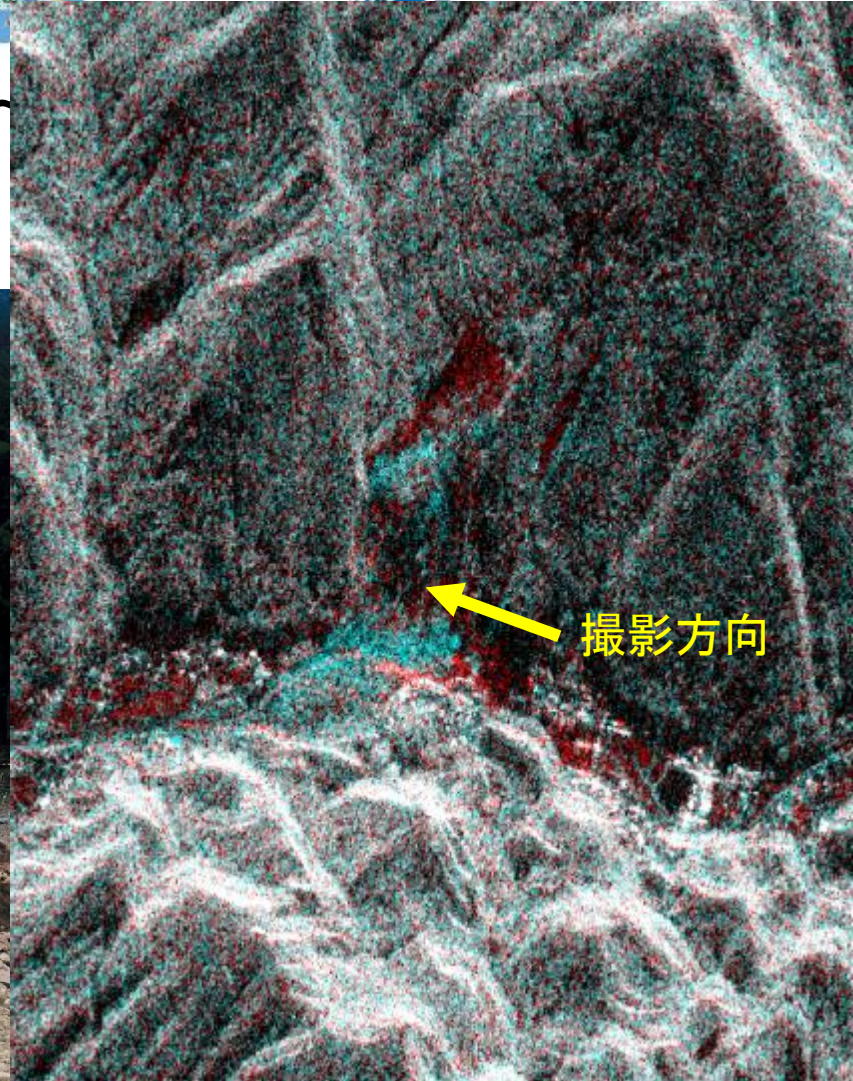
7° 51'3.51"S

79° 8'4.93"W



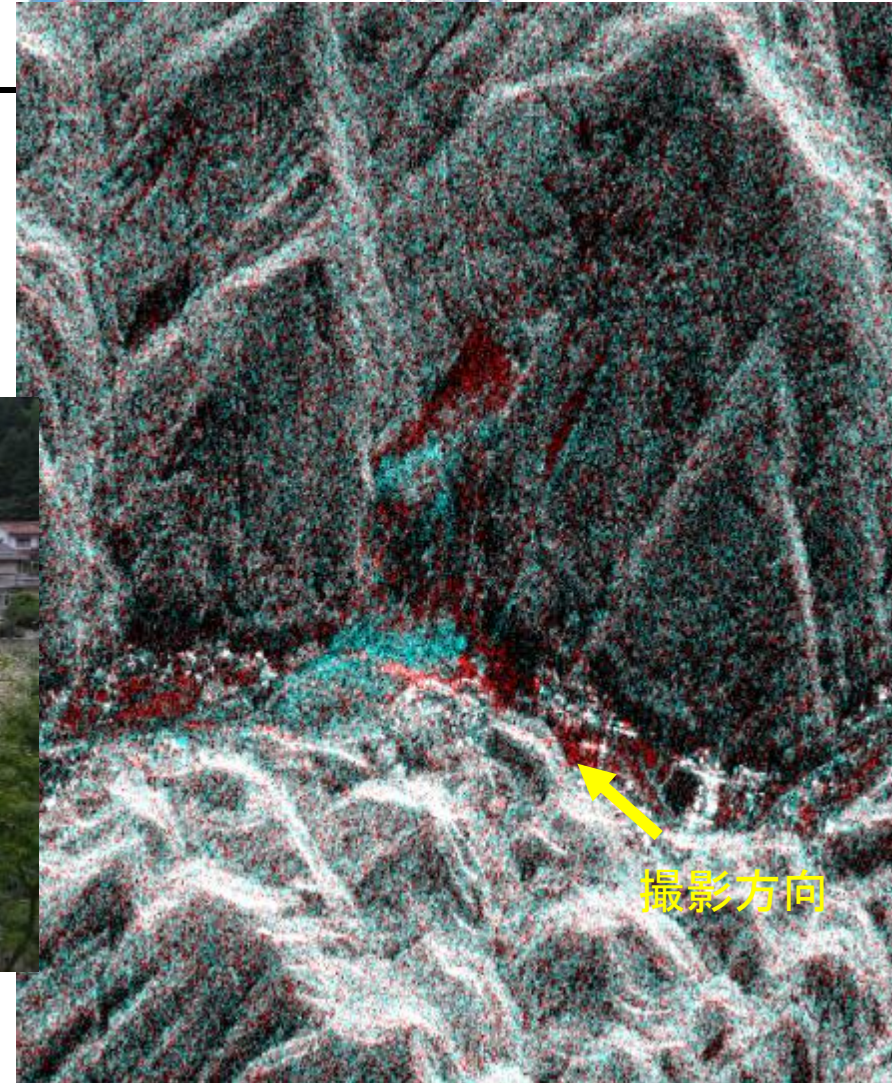
2. 研究紹介

～Sentinel Asia・国際災害チャーター～



2. 研究紹介

～Sentinel Asia・国際災害チャーター～



2. 研究紹介

2.2 農業分野

- ・耕作放棄地

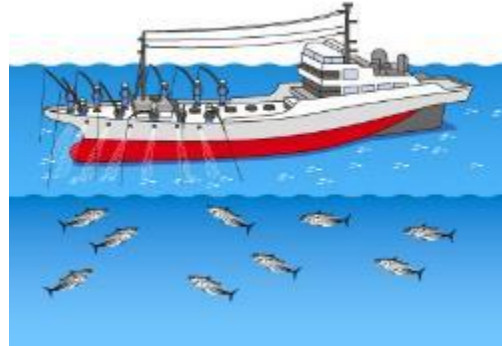
山口県長門市向津具半島

- ・精密農業

山梨県笛吹市ぶどう農園

- ・漁業

サンマの漁獲量

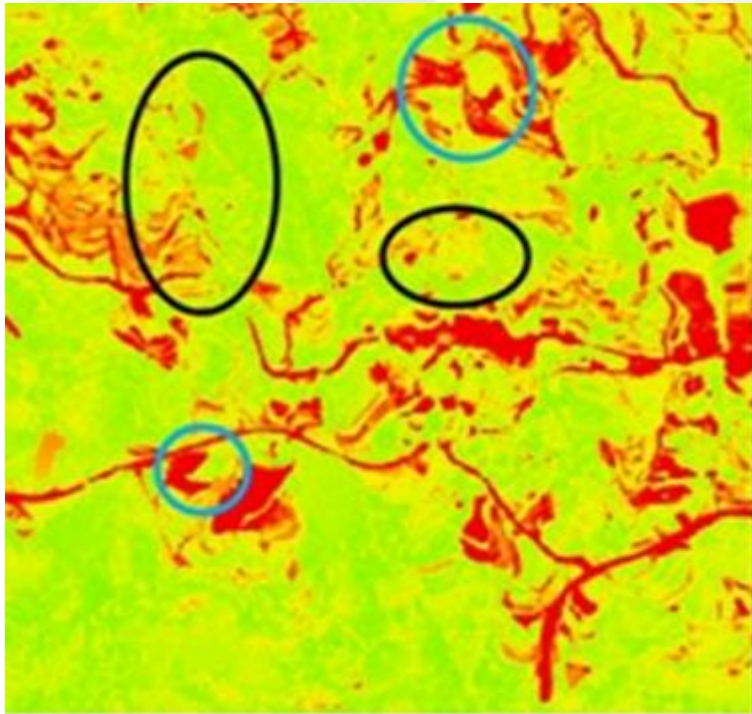


2. 研究紹介

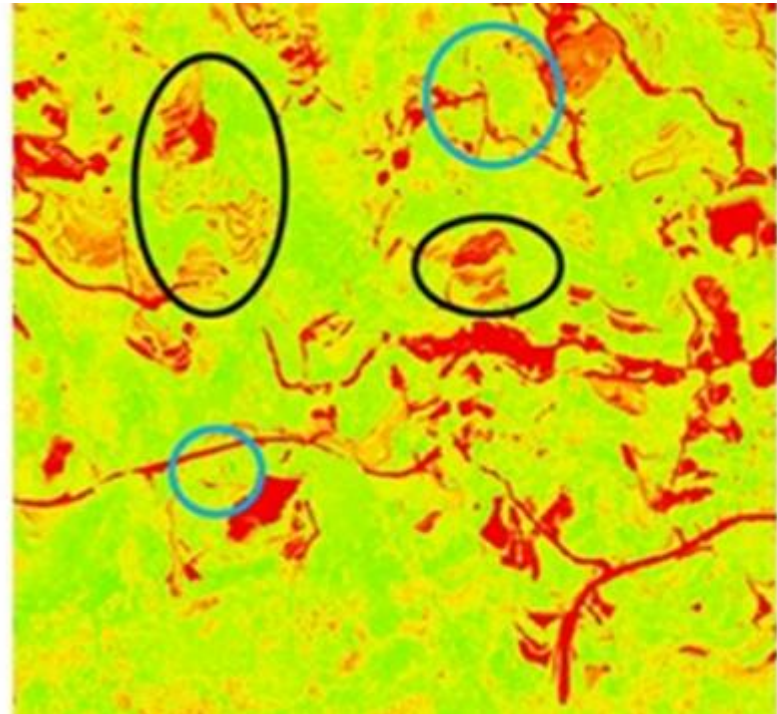
～耕作放棄地～



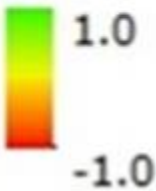
- 植生が減ったところ
- 植生が増えたところ



2006.8.3のNDVI画像



2012.7.31のNDVI画像

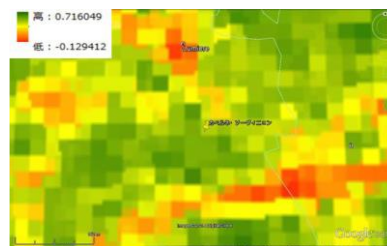


2. 研究紹介

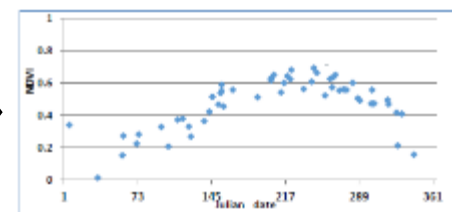
～精密農業～



YAMAGUCHI UNIVERSITY



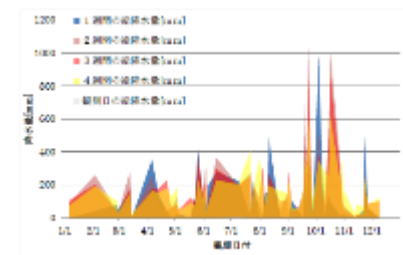
ぶどう園のNDVI画像



NDVIの変化

日	最高気温	最低気温	平均気温	最高湿度	最低湿度	平均湿度	最高風速	最低風速	平均風速	最高降水量	最低降水量	平均降水量
2020/1/1	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/2	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/3	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/4	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/5	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/6	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/7	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/8	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/9	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/10	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/11	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/12	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/13	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/14	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/15	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/16	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/17	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/18	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/19	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/20	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/21	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/22	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/23	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/24	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/25	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/26	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/27	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/28	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/29	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/30	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
2020/1/31	11.00	4.50	7.75	75.0	30.0	52.5	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0

気温



雨量



肥料をまく時期、収穫時期などをサポート

2. 研究紹介

～漁業～



YAMAGUCHI UNIVERSITY

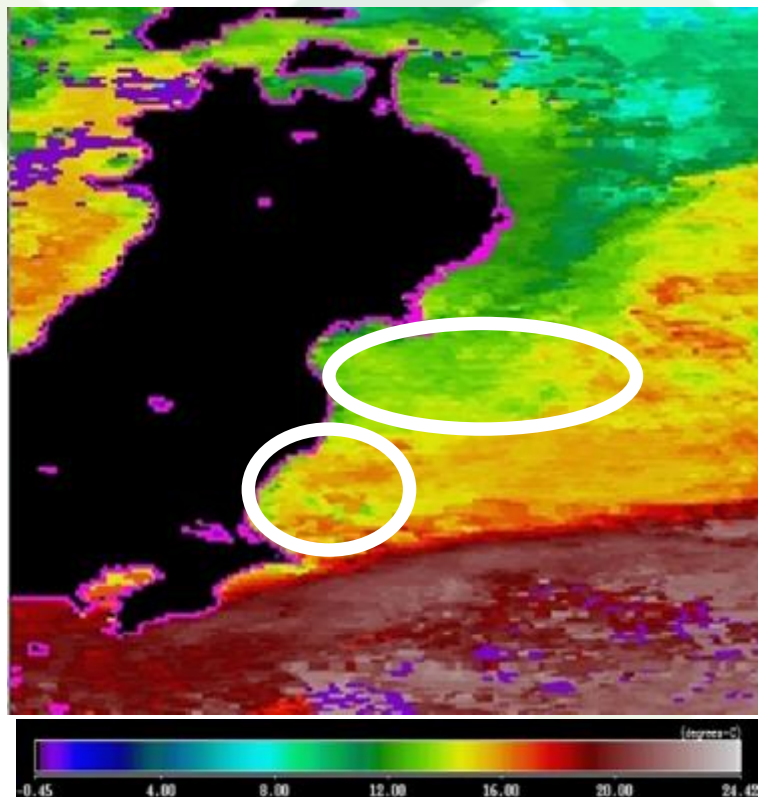


図5.12 2009年12月三陸南部と鹿島灘

三陸南部の海表面温度 13.0℃～16.0℃
鹿島灘の海表面温度 13.0℃～17.0℃

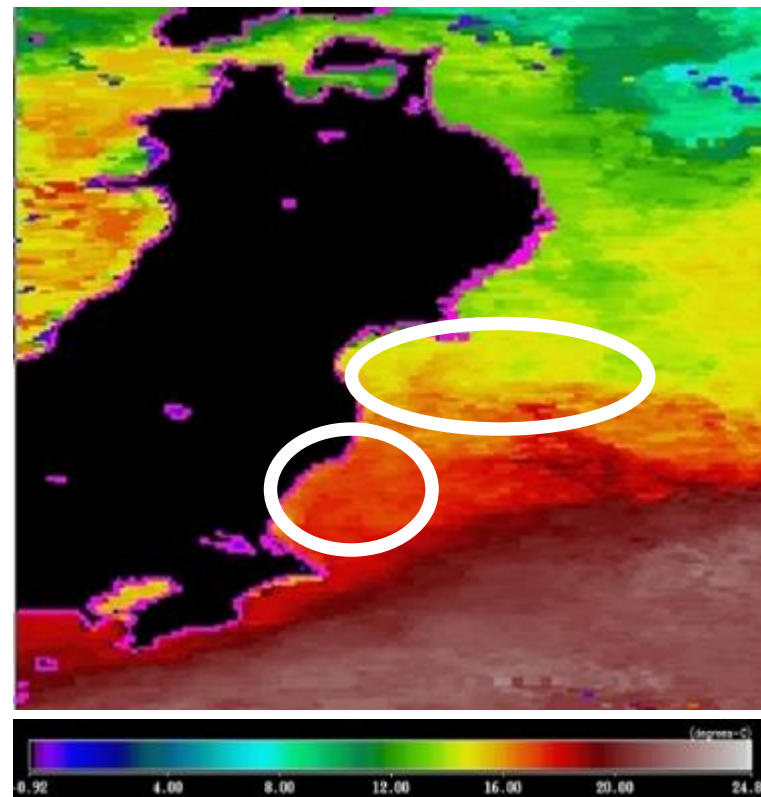


図5.13 2009年12月三陸南部と鹿島灘

三陸南部の海表面温度 15.0～18.0℃
鹿島灘の海表面温度 18.0℃～19.0℃

2. 研究紹介

～漁業～

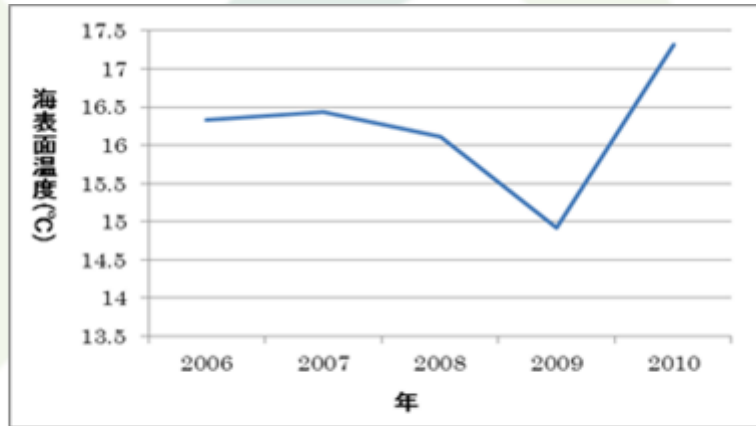


図5.1 7月から12月の時期にサンマが回遊してくる海域の海表面温度の年変化

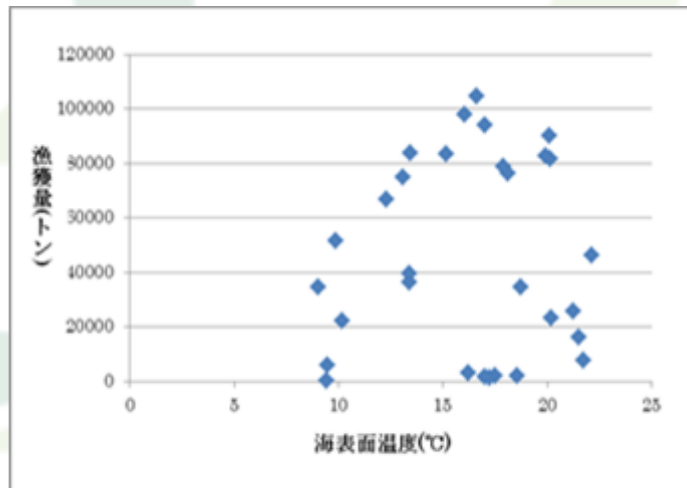


図5.2 サンマが回遊する海域の海表面温度と漁獲量の関係

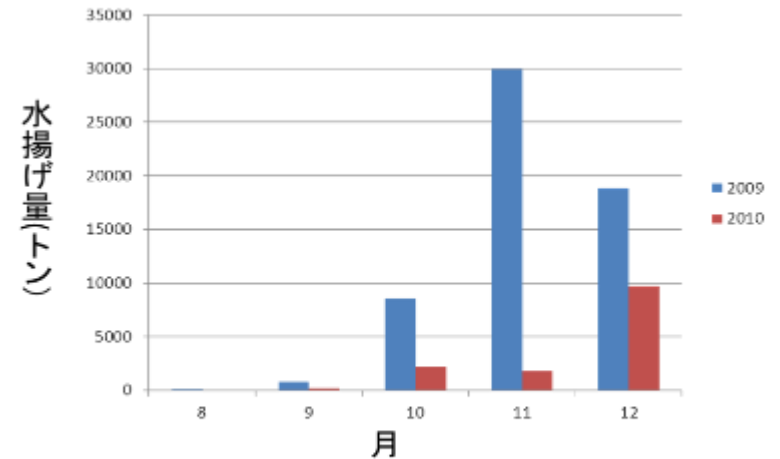


図5.3 千葉県銚子市場のサンマ水揚げ量

○構成

1. リモートセンシングの概要

1.1 リモートセンシングとは

1.2 リモートセンシングの種類

2. 研究紹介

2.1 防災分野

2.2 農業分野

3. アプリケーション

3.1 国内における衛星データ利用

3.2 国外における衛星データ利用

3.3 先進的な宇宙利用モデル実証プロジェクト

3. アプリケーション

3.1 国内における衛星データ利用



3. アプリケーション

3.1 国内における衛星データ利用

防災・災害監視

農林水産

気象・環境

土木・建築

海洋

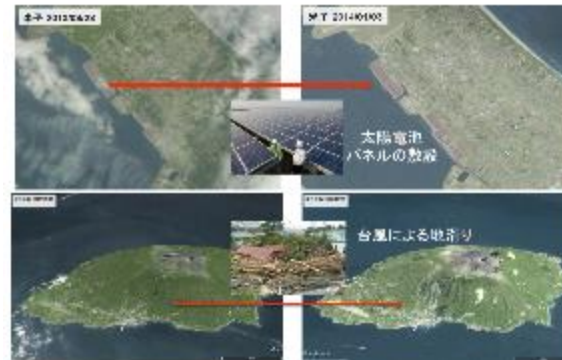
地理情報

エネルギー・資源

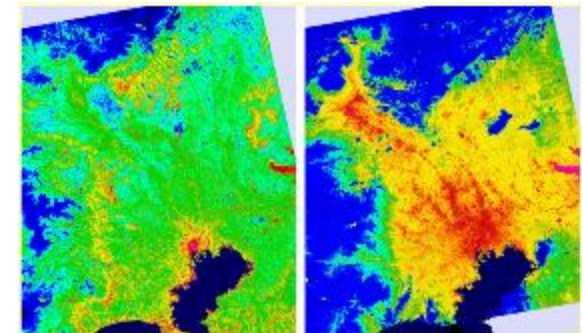
通信・測位

教育・デザイン

実際に Landsat-8 で検知された変化の事例



出典:「ビックデータ解析対象としての衛星画像」@産業技術総合研究所



LANDSATデータによる東京周辺の冬季と夏季の画像の比較・トアイランド

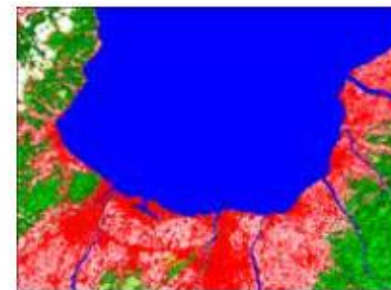
出典: http://www.chs.nihon-u.ac.jp/geo_dpt/geogeo/remot/Analysis/Tokyo_envi/knto_tkyo.html

©環境省・NPEC/CEARAC



- 水域
- 都市域
- 水田域
- 畑地域
- 荒地
- ゴルフ場
- 広葉樹域
- 針葉樹域

図1. LANDSAT衛星データ(撮影日:1972/10/5)による教師付き土地被覆分類結果



- 水域
- 都市域
- 水田域
- 畑地域
- 荒地
- ゴルフ場
- 広葉樹域
- 針葉樹域

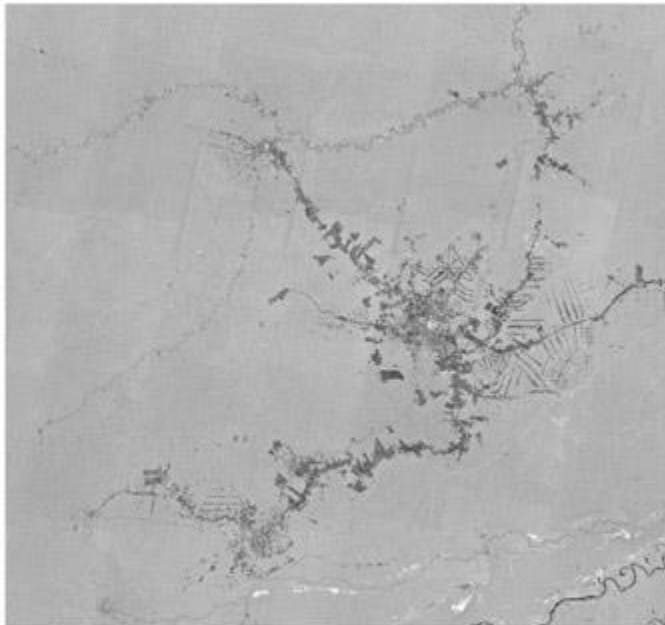
図2. LANDSAT衛星データ(撮影日:2000/10/5)による教師付き土地被覆分類結果

3. アプリケーション

～農林・水産、気象・環境～
アマゾンの森林伐採監視

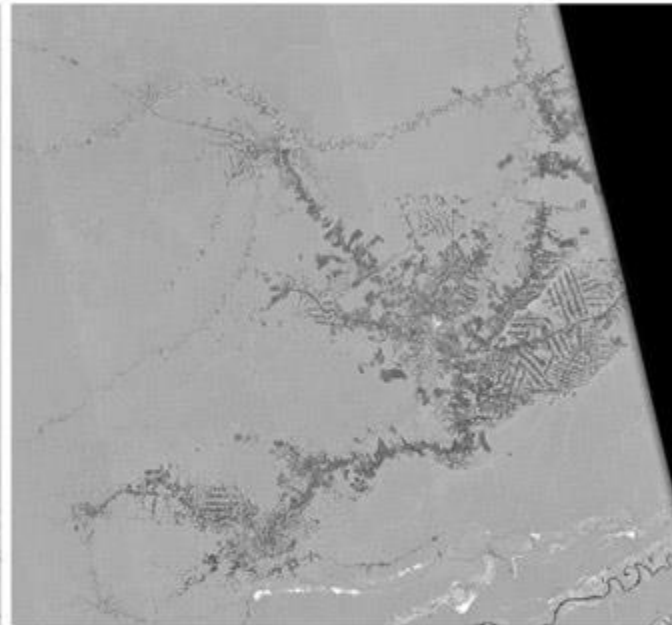
毎年2万平方km(四国と同じ
サイズ)の違法伐採

Amazon mosaic(Rondonia area)



JERS (Sep/Dec, 1995, pixel spacing=100m)

Mode : FBS41.5[deg]
Polarization : HH
Map projection : Mercator



PALSAR (2006, pixel spacing=50m)



3. アプリケーション

～農林・水産～

農業情報管理システム

衛星データ⇒小麦の水分量⇒収穫順序決定
稲穂のたんぱく質⇒水田管理



3. アプリケーション

～エネルギー・資源、環境～
海底油田調査、石油流出

常時オイルが観測される⇒海底油田の可能性
タンカー位置＋オイル検知⇒流出拡大防止



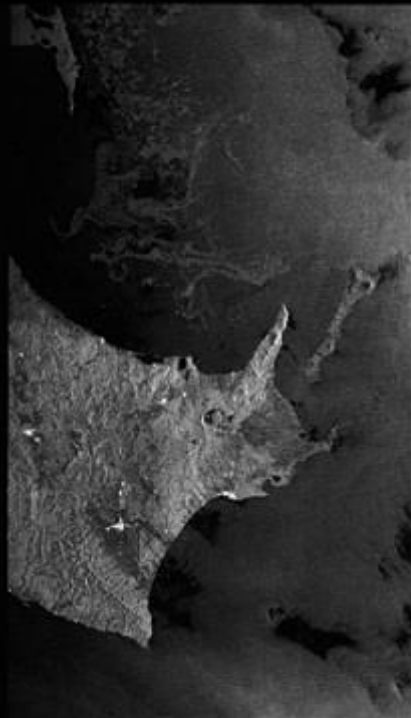
出典: JAXAホームページ

3. アプリケーション

～海洋～

海氷マップ

安全な航行のため
北極海航路



2007年1月23日

海水がかなり南下し、北海道に近づいてきている。まだ密度は高くない。



2006年12月20日

北海道の温か北方のオホーツク海に海水が発生し、南下の兆しを見せ始めた。



2007年2月14日

海水の密度がさらに高まり、サハリン島から北海道沿岸まで氷で覆われている。



2007年2月10日

海水は、日本の領海内にも入りこむほどになり、密度も高まってきている。

3. アプリケーション

～教育・デザイン～
アプリケーション

iPad用アプリケーション
各地の音楽と景色を楽しめる



3. アプリケーション

3.2 国外における衛星データ利用

～Hansje Brinker(オランダ)～

堤防の地盤沈下監視事業からスタートし、衛星を使った地盤沈下の検出手掛ける。

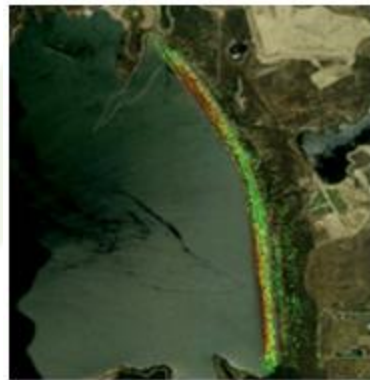
- ・パイプライン設置地帯の安全監視→石油ガス事業
- ・道路・上下水道の安全監視→地方自治体
- ・地形変形監視→海外政府など



© Hansje Brinker

ディーメン市の地盤沈下画像

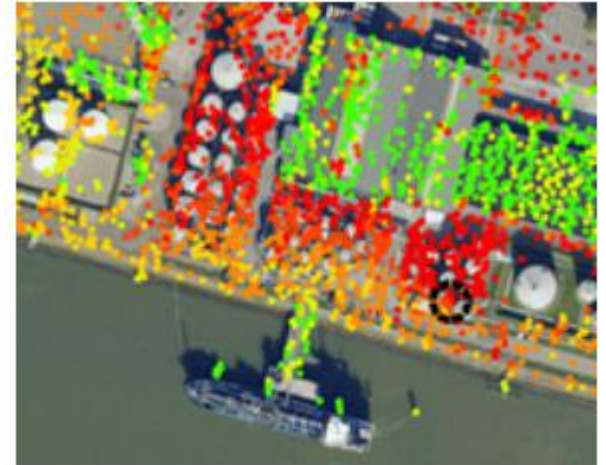
(赤色が沈下、緑色が不沈化部分を示す)



© Hansje Brinker

ベトナムの海岸堤防変形画像

(赤色が沈下、緑色が不沈化部分を示す)



© Hansje Brinker

石油精製所・貯蔵設備の変形画像

(赤色が沈下、緑色が不沈化部分を示す)

3. アプリケーション

～Gerowise(フィンランド)～

海洋汚染の監視や航路交通管理、送電線の管理等に役立つで①
タの提供を行う。

- ・海洋汚染監視→フィンランド気象庁
- ・スマートトラフィック→フィンランド輸送省
- ・送電線保全→発送電会社



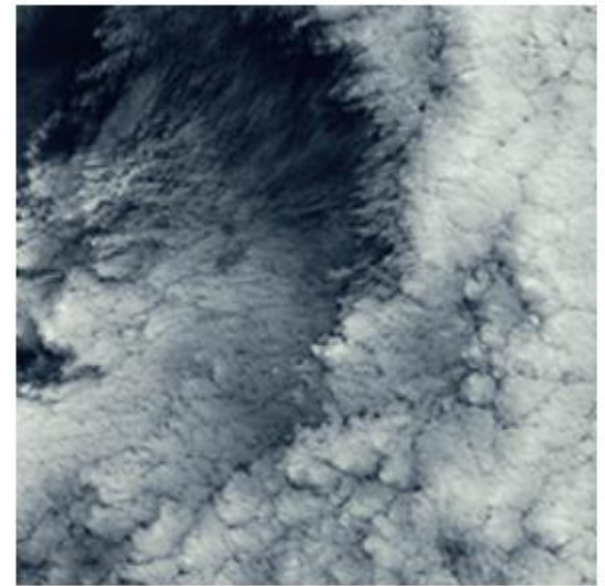
©JAXA

だいち (ALOS) から見たバルト海



© JAXA

だいち (ALOS) から見たヘルシンキ
周辺海域と船舶



© JAXA

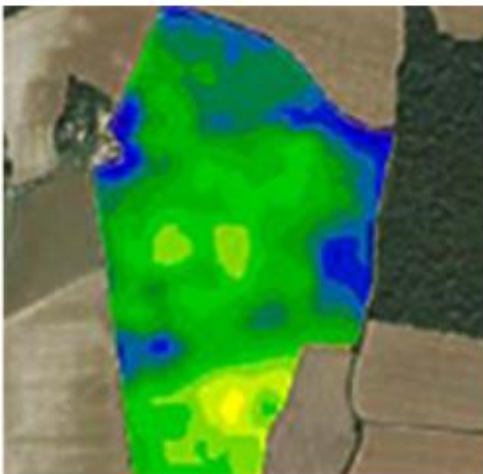
だいち (ALOS) が捉えた黒雲の様子

3. アプリケーション

～SSTL/DMCLi(イギリス)～

小中型衛星の製造・運用を行い、災害などの有事には観測データを提供。

- ・高適時性要求への対応→精密農業支援事業者
- ・国土・森林情報提供→政府等
- ・被災状況把握データ提供→被災国・国連等



©SOYL

作物成長地図



©DMCii

アフリカ国土把握



©JAXA

国際災害チャータ

3. アプリケーション

3.3 先進的な宇宙利用モデル実証プロジェクト

里地里山の環境保全の取組(宇部市)



- ◎優れた自然環境が残る山口県宇部市
- ◎重要里地里山を保有する宇部北部地区※

環境保全
の取組

竹林整備
竹の伐採

竹バイオマス発電利用
タケノコのブランド化

森林植樹
森林伐採

木質ペレット等バイオマス燃料
造林・間伐・枝打ち助成

耕作放棄地
活用

景観作物の作付け補助
グリーンツーリズムによる再生

※生物多様性地域連携保全活動計画(H25)
※小野地区:重要里地里山500選(環境省)

事業推進における問題(宇部市)

◎人口減・高齢化が進む宇部北部地区



図 人口・世帯数の推移(北部地域)

図 年齢階層別人口割合(北部地域)

◎新産業創出が求められる宇部市

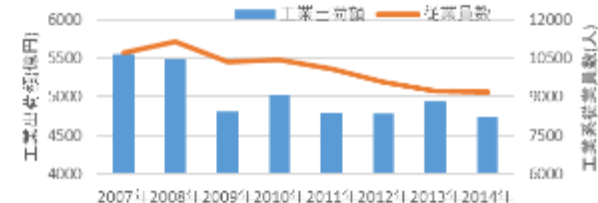


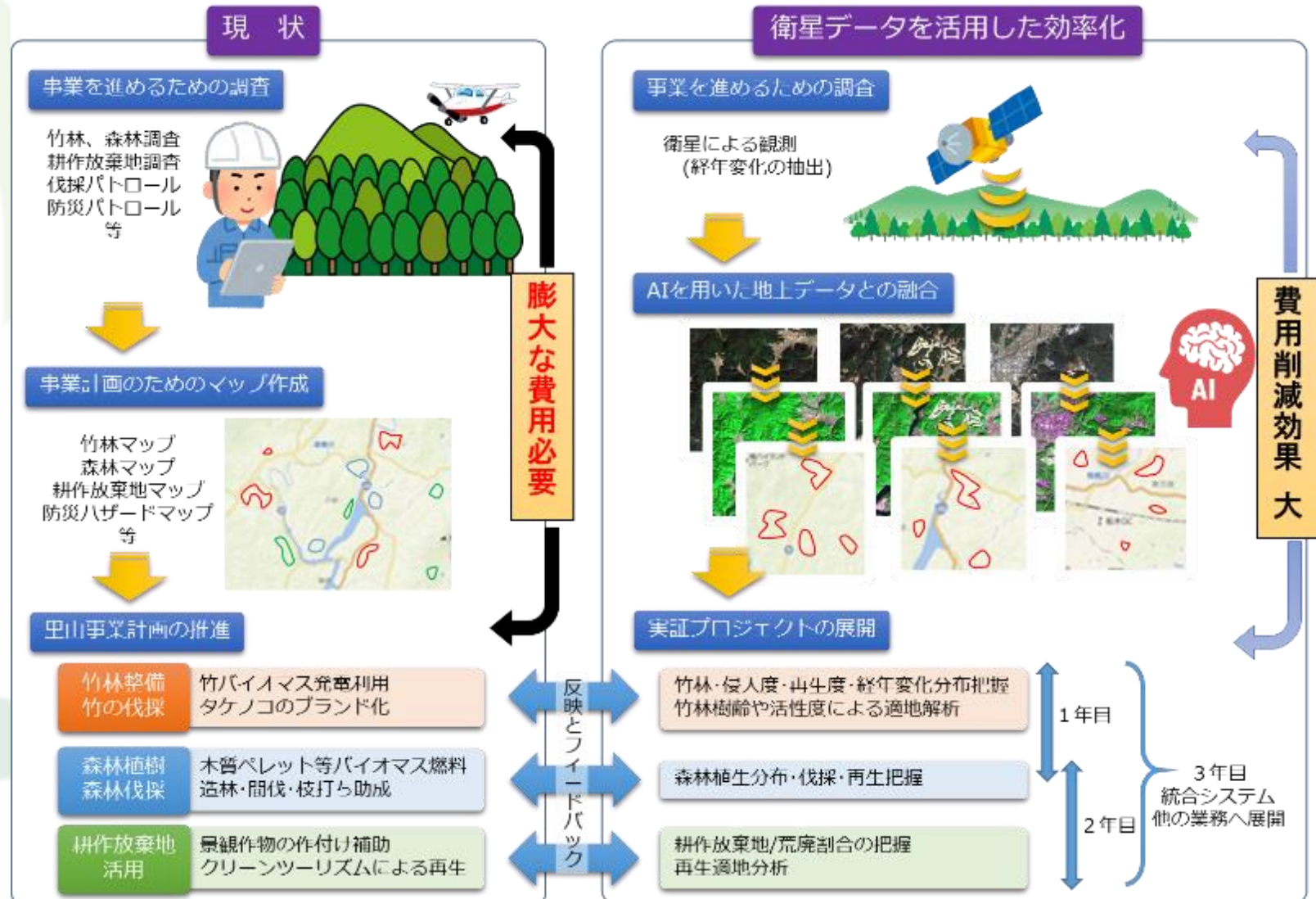
図 工業出荷額と従業員数

衛星データを活用した効率化

- 里地里山の植生分布、再生適地等の把握による保全の効率化
- 衛星データとAI融合による新産業創出(宇宙情報産業)

3. アプリケーション

3.3 先進的な宇宙利用モデル実証プロジェクト



3. アプリケーション

3.3 先進的な宇宙利用モデル実証プロジェクト



まとめ

「リモートセンシング」とは、遠隔にある対象物を実際に触れることなく観測する技術の総称。

リモートセンシングには、①遠隔性、②広域性、③定期性、④目に見えないものを観測できる特徴がある。

リモートセンシングのデータは、農林水産分野、エネルギー・環境分野、防災・減災分野など幅広い分野で利活用される。

衛星は打ち上げからそのデータの利活用に目的がシフトしてきている。

高空間分解能・時間分解能衛星の登場により、リモートセンシングの在り方は大きく変わりつつある。