

# 山口県における 衛星データの利活用

山口大学大学院創成科学研究科 教授  
応用衛星リモートセンシング研究センター センター長  
長井正彦

2024年5月



山口大学応用衛星リモートセンシング研究センター センター長  
 山口大学大学院 教授  
 放送大学 客員教授  
 Asian Institute of Technology (AIT)(タイ国) 客員教授  
 Central European University (ハンガリー) 客員教授

# 長井正彦

東京大学 大学院光学系研究科 修了  
 JAXA 宇宙利用推進センター 主任研究員  
 東京大学 空間情報科学研究センター 准教授

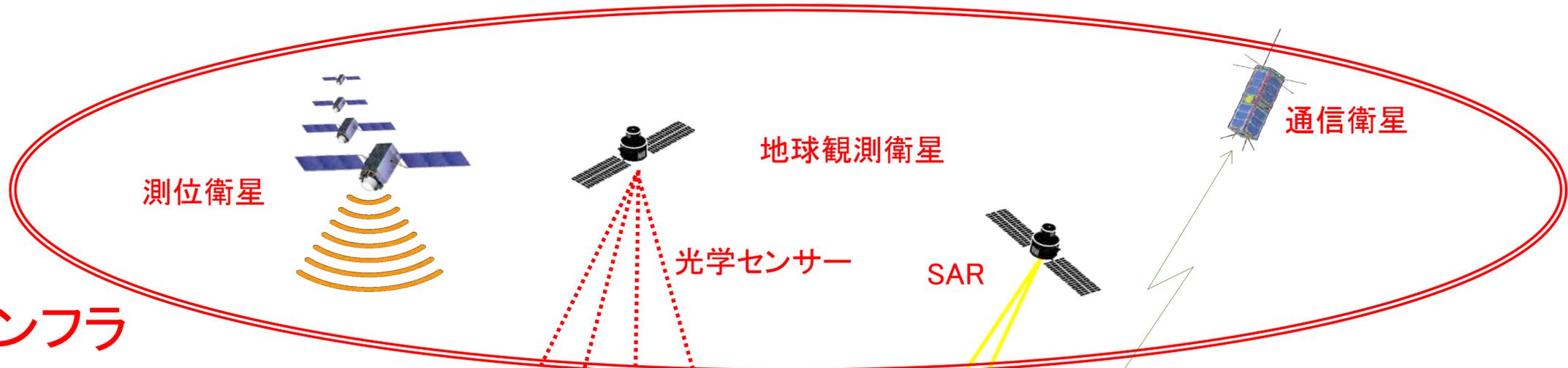


群馬県高崎市 生まれ

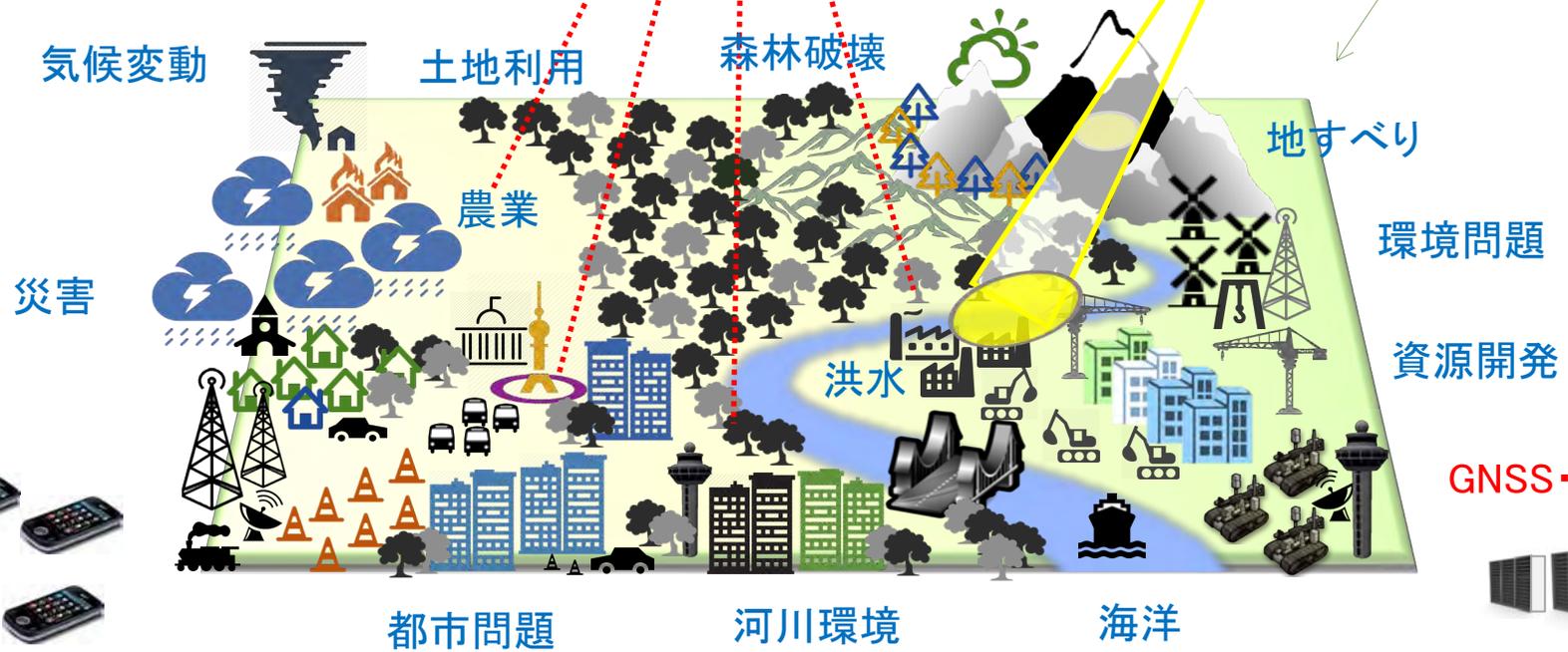


- 空間情報科学  
 -リモートセンシング, GIS, GNSS
- データサイエンス
- 宇宙工学
- 防災、環境

# 宇宙と人間社会をつなぐ空間情報



## 宇宙インフラ



携帯電話

GNSS・電子基準点



GIS・クラウドコンピューティング

# 2017年2月 JAXA西日本衛星防災利用研究センター

## 産経ニュース

JAXA施設を宇部に設置 政府機関地方移転の一環 山口

ツイート 反応 シェア 0 アップロード



西日本衛星防災利用研究センターの看板を掛けるJAXAの奥村直樹理事長（左）と河村建夫衆院議員

宇宙航空研究開発機構（JAXA）は9日、山口県産業技術センター（同県宇部市）に衛星データ解析施設「西日本衛星防災利用研究センター」を設置し、記念式典を開いた。政府機関の地方移転の一環で、4月以降、本格的な運用を始める。

JAXAなどによると、筑波宇宙センター（茨城県つくば市）の機能の一部を受け持ち、同センターが受信した陸域観測技術衛星「だいち2号」などの人工衛星のデータを解析する。データは山口県や山口大に提供し、今後の防災対策などの研究に役立つ。

南海トラフ巨大地震など、大規模災害が発生した場合、いち早く被害状況を把握できる拠点施設とする狙いもある。

式典に出席した村岡嗣政知事は「県内には土砂災害の危険区域もある。まずは防災に生かしたい」と話した。JAXAの奥村直樹理事長は「こうした拠点を地方に構えるのは初めて。成果を上げたい」と語った。

昨年9月、JAXAと県、山口大の3者で衛星データを使った応用研究や利用促進に向けた連携協定を締結。県がJAXAに設置を提案し、実現した。



## 4つのミッション

- ・ **宇宙データ利用とデータサイエンスを融合した世界水準の研究を推進する。**
- ・ **この分野の高度な技術と応用分野に適用できる幅広い知識をもつ人材育成。**
- ・ **災害時に衛星データを解析し、安全で安心できる社会の実現に貢献する。**
- ・ **これらの研究・人材育成を通じてイノベーションを創出する。**

センターには、工学部・農学部・人文学部・経済学部・医学部など、  
様々な学術的背景を持つ研究者が集まり、文理融合型の研究を推進しています。

今後は海外の研究者との連携にいっそう力を入れていきます。



## センター長より

宇宙データ利用のパラダイムシフトを牽引する



山口大学応用衛星リモートセンシング研究センター（YUCARS：ユカルス）は、2016年9月に国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）、山口県、および本学による「衛星データ利用・研究の推進に係る連携協力に関する基本協定」を締結し、2017年2月にJAXAの西日本衛星防災利用研究センターが山口県宇部市に開所されたことを契機に、2017年2月に産声をあげました。YUCARSは、人文学部、教育学部、経済学部、理学部、工学部、農学部等の30人を超えるメンバーで、衛星データを活用した研究チームを組織し、JAXAをはじめ国内外の宇宙機関や大学、民間企

業と、衛星データ解析に関する研究開発と防災、環境、情報科学、農業、経済等の様々な分野における衛星データの利用に関する研究を行っています。特に、防災の分野では、衛星データを速やかに解析し、その成果を、災害現場を抱える地方自治体に迅速に提供する仕組みの構築に積極的に取り組んでおります。

YUCARSは、世界的なパラダイムシフトが起こりつつある宇宙技術分野の開発と利用において、宇宙インフラの利用技術を進展させるとともに、この分野の科学者・技術者（データサイエンティストやデータエンジニア）を養成し、社会に貢献したいと考えています。宇宙技術を私達の生活の中で身近に利用できるようになれば、災害時に命を守ることや安定した食料の収穫支援、環境問題の把握等、地球を守る活動に貢献できます。YUCARSは、宇宙利用の大きな可能性を確信しています。山口大学から、衛星リモートセンシング技術の最新の研究成果を世界に発信し、宇宙利用ができる人材を世界に送り出していきます。

センター長 長井 正彦

# 山口大学 応用衛星リモートセンシング研究センター

JAXA解析センター利用機関(山口大学工学部内)



日本の大学の中で、  
JAXAのオフィスが  
学内にあるのは  
山口大学だけ！

元JAXA職員が  
複数在籍

山口大学の4人の教員が  
JAXAとのクロスアポイント  
メントとして兼任

# 衛星画像の防災利用の現況

山口県衛星リモートセンシング防災利用推進協議会

# 経緯

年月	内容
H28. 3	<ul style="list-style-type: none"><li>・「政府関係機関移転基本方針」が決定</li><li>・JAXAの衛星データ防災利用技術研究拠点の本県への移転決定</li></ul>
H28. 5	<ul style="list-style-type: none"><li>・「山口県衛星リモートセンシング防災利用推進協議会」を設置</li></ul>
H28. 9	<ul style="list-style-type: none"><li>・県、山口大学及びJAXAで「衛星データ利用・研究の推進に係る連携協力に関する基本協定」を締結</li></ul>
H29. 2	<ul style="list-style-type: none"><li>・JAXA西日本衛星防災利用研究センターを設置（H29.4～運用）</li><li>・山口大学応用衛星リモートセンシング研究センター開所</li></ul>
H29. 3	<ul style="list-style-type: none"><li>・山口県総合防災情報システムを改修し、衛星データ解析結果をGISシステムに取り込む機能を導入（H29.4運用開始）</li></ul>
H29. 5	<ul style="list-style-type: none"><li>・JAXA衛星画像データによる被害情報の把握を県地域防災計画に明記</li></ul>
H29.10	<ul style="list-style-type: none"><li>・山口県衛星データ防災利用マニュアルを策定（R3.5改正）</li></ul>

# 山口県、山口大学及びJAXAの連携協力

## 衛星データ利用・研究の推進に係る連携協力に関する 基本協定（平成28年9月締結）



- ✓ 山口大学及び県内の市町、防災関係機関と連携して、防災分野等における衛星データの利用を推進する
- ✓ 衛星データの利用拡大に必要な地域産業との連携体制の構築、宇宙教育活動を行う



- ✓ 防災利用等に係る衛星データ解析技術の研究、国内外の人材育成等を行う
- ✓ 山口県が行う宇宙教育活動に協力する



- ✓ 衛星データの防災利用等に係る事務所を設置する
- ✓ 山口県及び山口大学と共同で防災分野等における衛星データの利用・研究を推進する
- ✓ 山口県及び山口大学が行う宇宙教育活動、人材育成等に協力

# 防災利用のイメージ



災害発生



緊急観測

- 県総合防災情報システムを通じて、防災関係機関と情報共有
- 災害対策本部において、災害の全体像把握や救出・救助部隊の運用、緊急輸送ルート選定に活用
- 夜間や悪天候など、ヘリコプター等による現地調査が実施できない場合にも、緊急観測を実施し、初動対応を迅速化

解析処理・データ提供

災害対策への活用

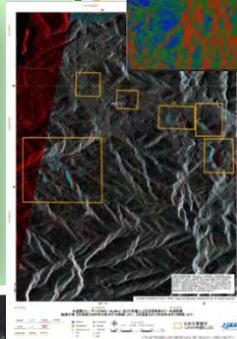
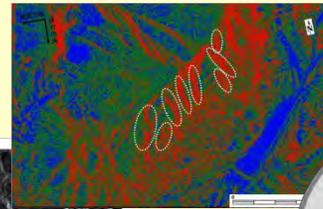
JAXA西日本衛星防災利用研究センター

山口県産業技術センター



山口大学工学部

山口大学応用衛星リモートセンシング  
研究センター



災害対策本部



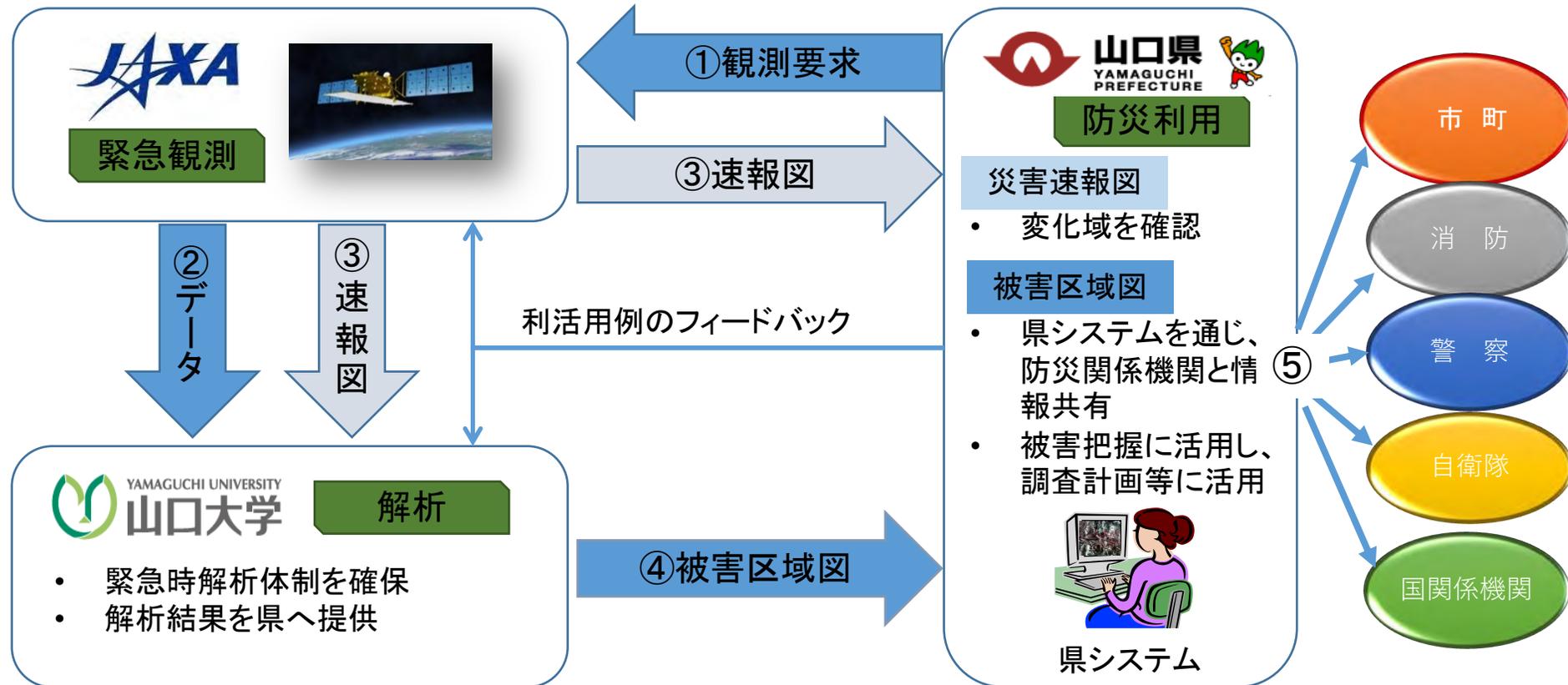
救出・救助活動等



# 災害発生時の手順

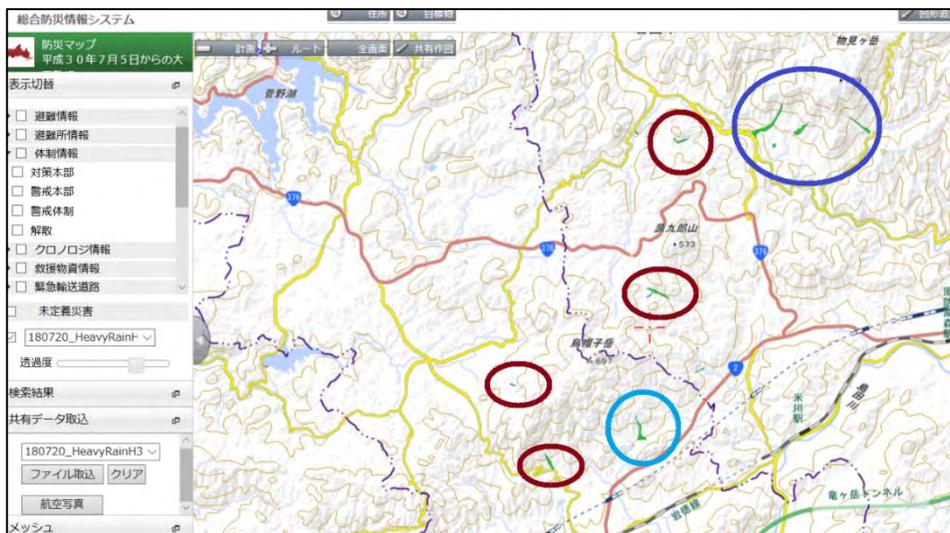
主な流れ

- ① 県による緊急観測要求 (→ JAXA)
- ② JAXAによる衛星観測の実施及び標準処理データの提供 (→ 山口大学)
- ③ JAXAによる災害速報図の提供 (→ 県、山口大学)      ・ ・ ・ 観測約 2 時間後
- ④ 山口大学による解析及び被害区域図の提供 (→ 県)      ・ ・ ・ 観測約 5 時間後
- ⑤ 県による情報共有等 (→ 各防災関係機関)



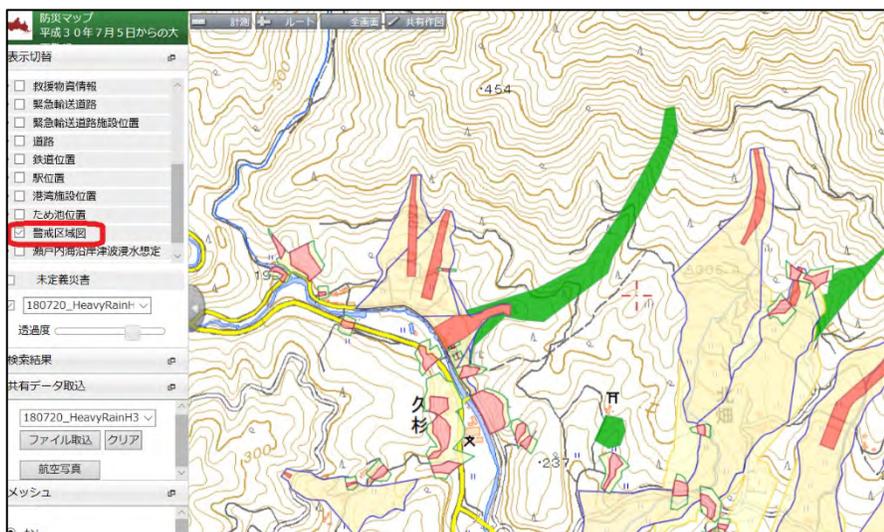
# 山口県総合防災情報システムでの確認

## ①「被害区域図」を地理院地図上で表示

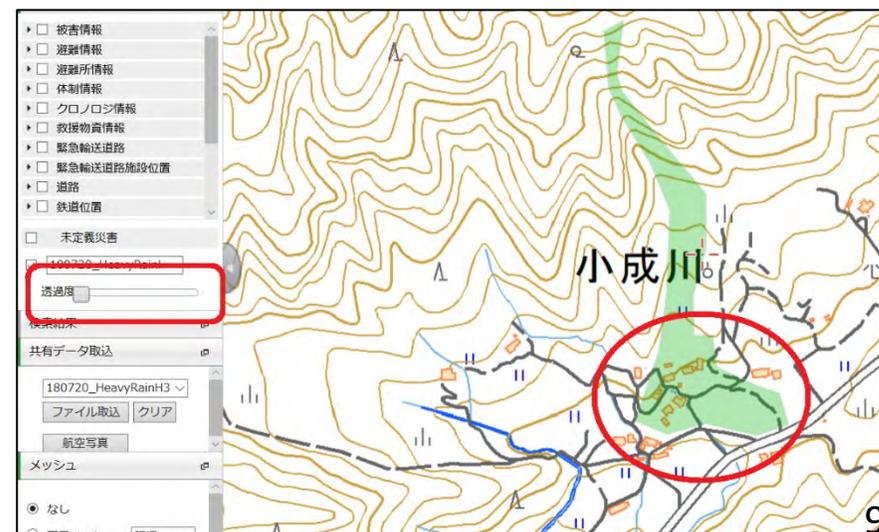


※緑色で塗りつぶされたエリアが被害が想定される区域

## ②土砂災害警戒区域図と重ねて表示



## ③被害区域図の透過度を変えて表示



# 山口県衛星データ防災利用マニュアル

## 山口県衛星データ防災利用マニュアル

(Ver. 4.01)

令和6年3月27日

山口県

(履歴)

H29.10.16 策定 (Ver. 1.01)

H31. 1.29 改訂 (Ver. 2.01)

R 3. 5.21 改訂 (Ver. 3.01)

R 6. 3.27 改訂 (Ver. 4.01)

## 目次

第1編 総則	4
第1章 基本方針	4
1 基本的な考え方	
2 JAXA、県、山口大学の役割分担	
第2編 災害発生時の利用	5
第1章 緊急観測要求	5
1 要求基準	
2 要求の決定	
3 要求の方法	
第2章 衛星観測の実施	7
1 衛星観測の実施手順	
第3章 衛星画像データの解析・提供等	8
1 解析・提供の手順	
第4章 衛星画像データの利用等	10
1 利用手順	
第5章 防災活用例のフィードバック	12
1 防災活用例のフィードバック	
2 フィードバック情報を利用した解析技術の向上	
第3編 平時の防災利用	14
第1章 防災利用研究	14
1 防災利用研究	
第2章 防災・減災対策における利用	14
1 解析の要求	
2 解析要求の方法	
3 解析結果の提供、受領	
4 解析結果の利用	
第3章 防災活用例のフィードバック	15

# 2023年山口県総合防災訓練

## 1 実施日

令和5年6月4日

## 2 会場

萩市役所、長門市役所、山口県庁ほか



[萩市災害対策本部の様子]

## 3 衛星画像伝達訓練の概要

参加機関 JAXA、山口大学、山口県、萩市、長門市、

- 訓練内容
- ①山口県からJAXAに対し緊急観測を要求
  - ②JAXAから県に防災ＩＦシステムを通じて災害速報図を提供
  - ③山口大学から県へ被害区域図を提供
  - ④被害区域図を県総合防災情報システムへアップロードし、参加市町と画像を共有

# 衛星データ防災利用研修会の開催

## 1 実施日

令和5年10月24日（Zoomによる開催）

## 2 受講者

46名

（県（農林、土木、県民局等）、市町（防災主管課）、消防、警察）

## 3 内容

- 協定の概要や取組について（山口県）
- 衛星の防災利用について（JAXA）
- 衛星データの解析と解析結果の見方（山口大学）

# 地球観測衛星の数

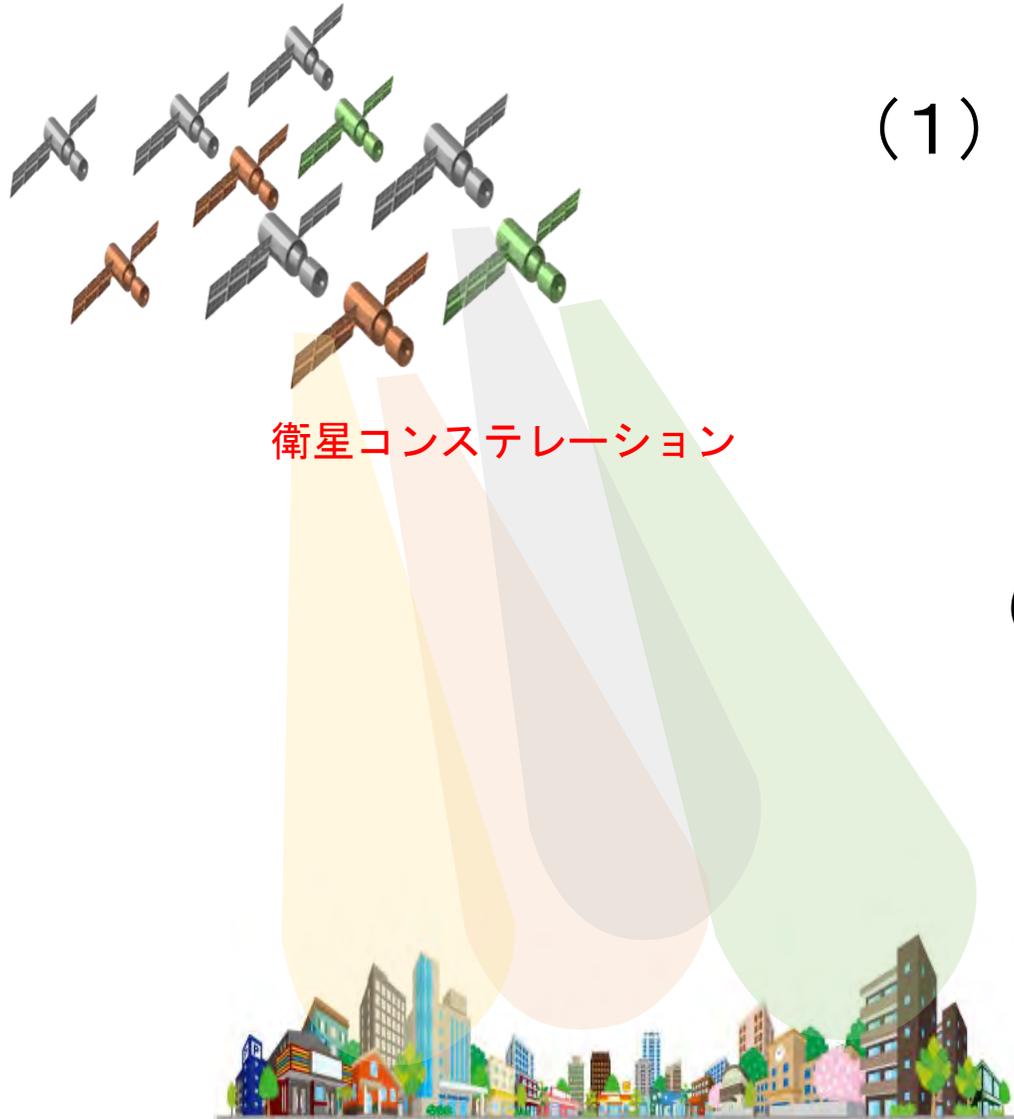
All satellite masses – still excluding non-dual-use military satellites



\*Includes satellites from private enterprises and governments whose data are made available on a commercial basis. Excludes noncommercial satellites. HSI and GHG are part of the optical category. Meteocean, ELINT/RF and other Unknown satellites are excluded. Satellites in operation are based on reported/expected life spans.

# ビッグデータ時代において

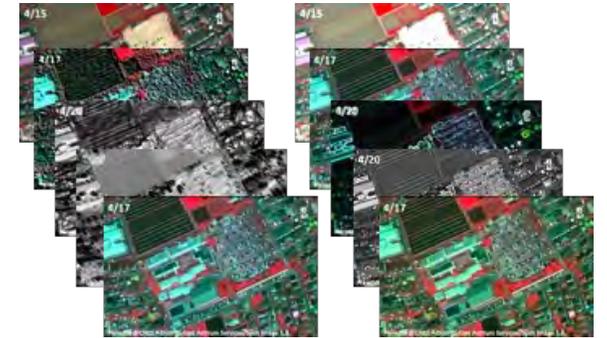
## 衛星データ利用を実現するために



衛星コンステレーション

(1) 衛星毎による見え方の違い

→ 校正サイトの構築,  
キャリブレーション



(2) 膨大な数の衛星データの解析

→ AI技術の利用による自動処理

(3) 衛星観測の最適化

→ ダイナミックタスキングの構築

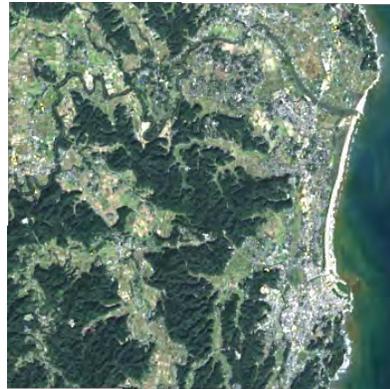
# 衛星データを統合するハーモナイゼーション技術



GRUS1-C (Axelspace)  
2021-12-11



Landsat-8 (NASA/USGS)  
2022-09-26



Landsat-9 (NASA/USGS)  
2022-10-20



PSB.SD (PlanetScope)  
2022-10-20



Landsat-8 (NASA/USGS)  
2022-10-28



Sentinel-2A (ESA)  
2022-10-29



Sentinel-2B (ESA)  
2022-11-10



PSB.SD (PlanetScope)  
2022-11-10



Landsat-9 (NASA/USGS)  
2022-12-07



Sentinel-2A (ESA)  
2022-12-08

# 衛星データを統合するハーモナイゼーション技術



GRUS1-C (Axelspace)  
2021-12-11



Landsat-8 (NASA/USGS)  
2022-09-26



Landsat-9 (NASA/USGS)  
2022-10-20



PSB.SD (PlanetScope)  
2022-10-20



Landsat-8 (NASA/USGS)  
2022-10-28



Sentinel-2A (ESA)  
2022-10-29



Sentinel-2B (ESA)  
2022-11-10



PSB.SD (PlanetScope)  
2022-11-10



Landsat-9 (NASA/USGS)  
2022-12-07



Sentinel-2A (ESA)  
2022-12-08



# ミラーアレイによるキャリブレーション

## 山口新聞

2021年4月14日(水)

購読のご案内

ログイン

西部 16/12  
中部 18/10  
東部 19/10  
北部 16/10

### 朝日新聞 DIGITAL

速報 朝刊 夕刊 連載 特集 ランキング ...

トップ 社会 経済 政治 国際 スポーツ オピニオン IT・科学 文化・芸能

HOME マイニュース 県内総合 県内経済 スポーツ 文化・暮らし 県内社会 コラム 特集・企画 お気に入り

今週の行事 お知らせ 写真注文 山口新聞の本 会社概要 支社局一覧 広告案内 利用規約 会員情報 よくある質問 お問い合わせ

## 衛星観測データを補正へ

山大、国内初の設備も 宇部・常盤公園に校正サイト 2021年03月28日 06時00分

山口大は人工衛星から観測されたデータを補正する地上設備「衛星データ校正サイト」を宇部市沖宇部の常盤公園2カ所に設置し27日、現地で設置式を開いた。災害時に活用する衛星データの精度向上や被害状況把握の時間短縮、農業や環境のモニタリングなど幅広い分野の効果が期待される。

同大応用衛星リモートセンシング研究センターによると、校正サイトを利用して衛星搭載センサーで観測された衛星データのノイズやゆがみなどを補正する。



常盤公園に設置したミラーアレイについて解説する長井正彦教授＝27日、宇部市沖宇部

朝日新聞デジタル > 記事

## 衛星が撮ったデータ 高精度に 補正設備を山口大開発

高橋豪 2021年4月14日 9時30分

シェア ツイート ブックマーク メール 印刷



「ミラーアレイ」を囲む長井正彦教授(右)と研究室のスタッフ＝2021年3月27日午後0時44分、山口県宇部市のときわ公園、高橋豪撮影

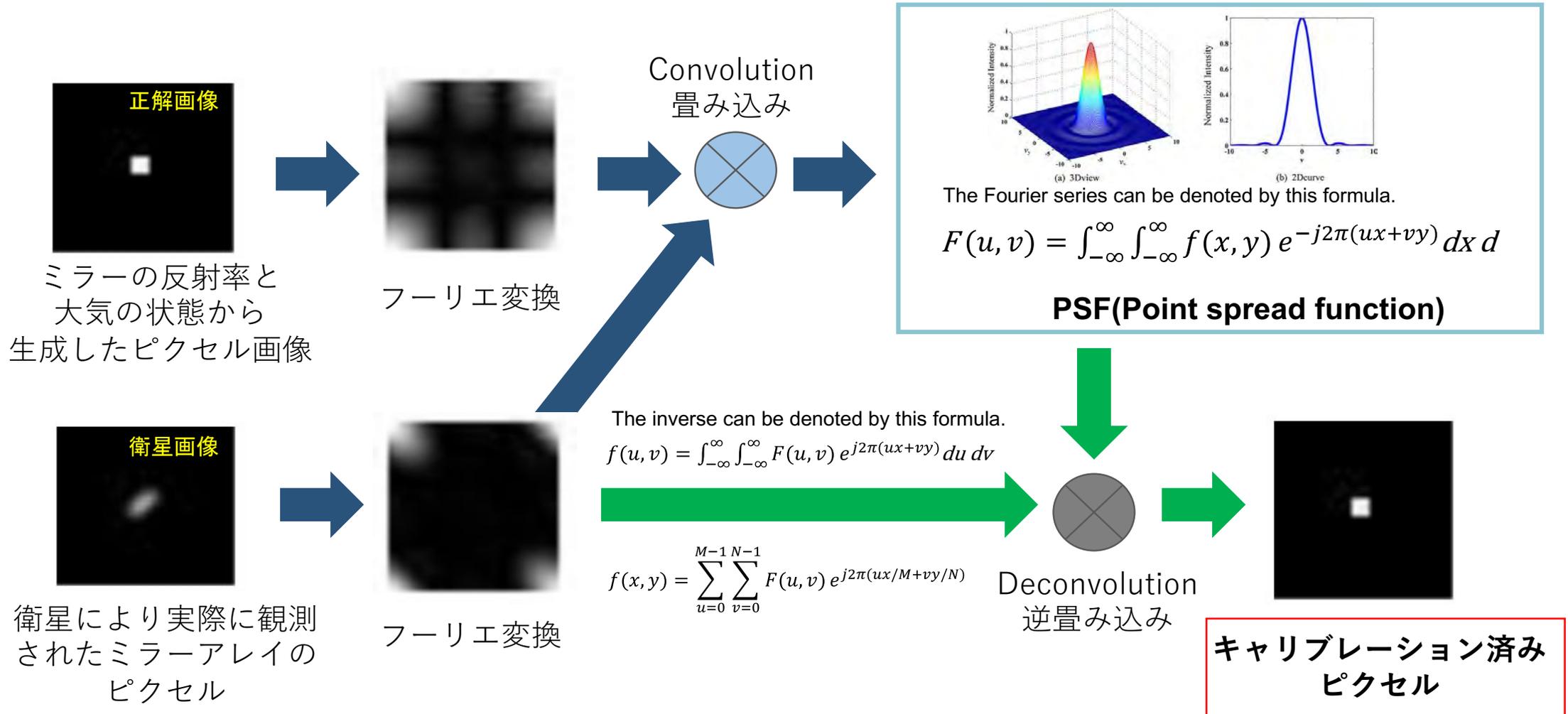


山口大学の応用衛星リモートセンシング研究センター(山口県宇部市)が、民間企業などが打ち上げた地球観測衛星の撮影データを補正するための設備を開発した。衛星開発を手がけるベンチャー企業と提携して効果を検証し、補正された衛星データを用いた災害発生時の被害状況の把握のほか、道路や橋の老朽度合いの監視などの事業化をめざす。

センター長の長井正彦教授(49)によると、開発の背景には民間企業が相次いで宇宙開発に乗り出したことがある。国が運用する地球観測衛星「だいち2号」は地球を南北に周回し、同じ地点を1日に2回程度撮影する。高精細の観測が可能だが、製造コストも数百億円かかる。

# PSFによるキャリブレーション

## キャリブレーション手法の定式化

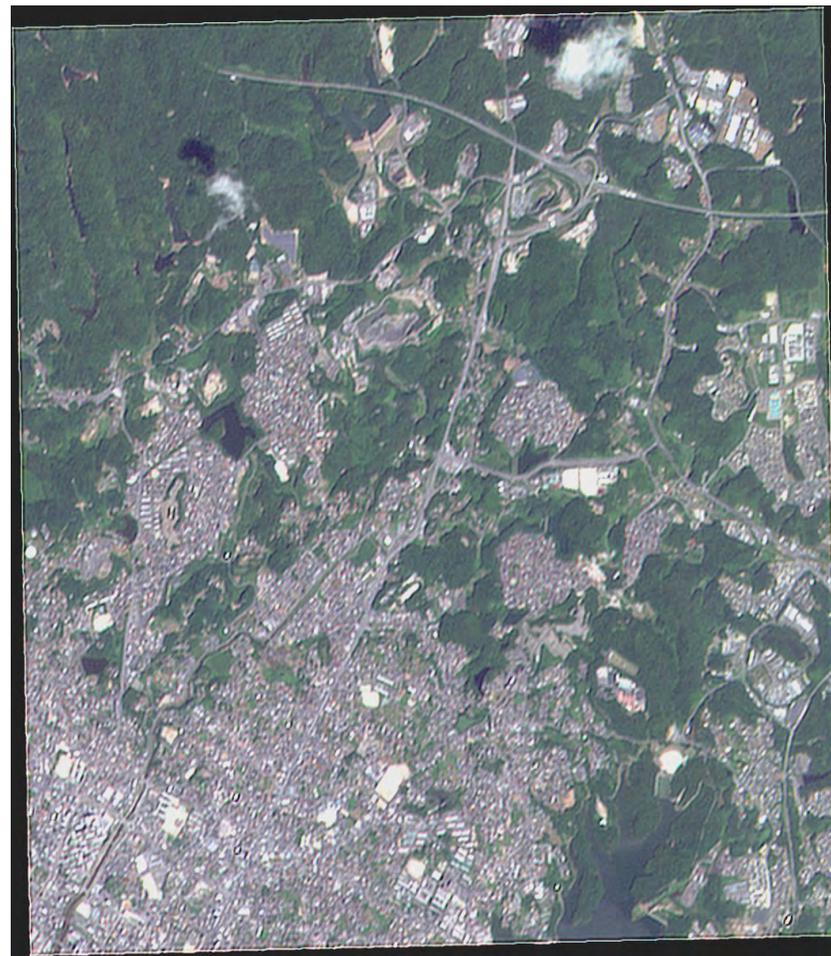


# PSFによるキャリブレーション結果

## PSFによるキャリブレーション手法の実装



観測した衛星画像  
(補正前画像)

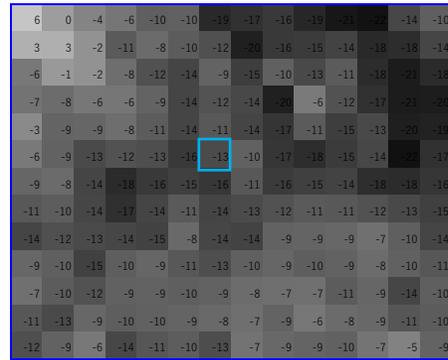


PSFによるキャリブレーション済みの衛星画像 (ボケが補正されている)

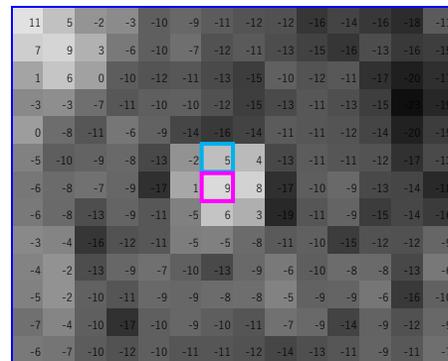
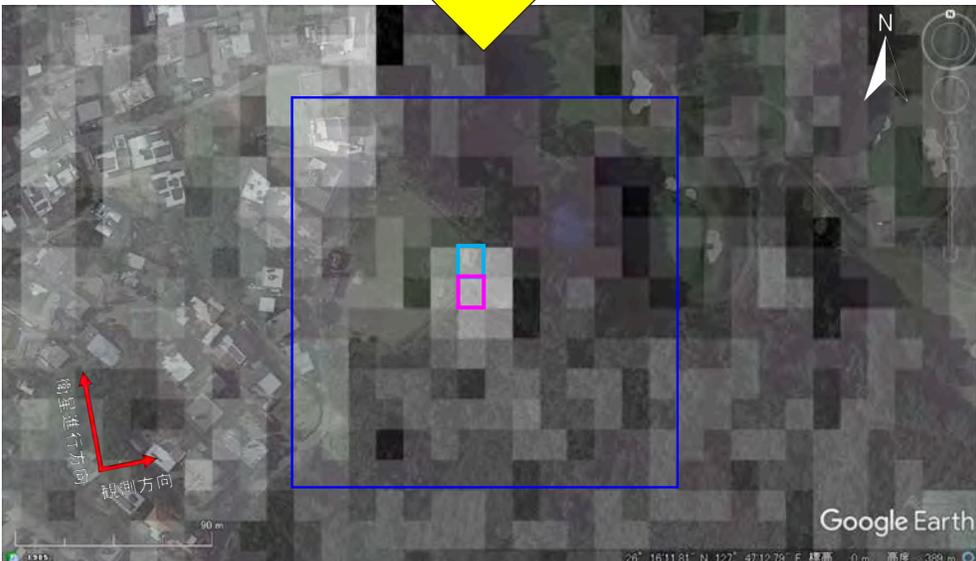
# コーナリフレクターによるキャリブレーション



# コーナーリフレクターの可視化



□: マーカー設置予定位置

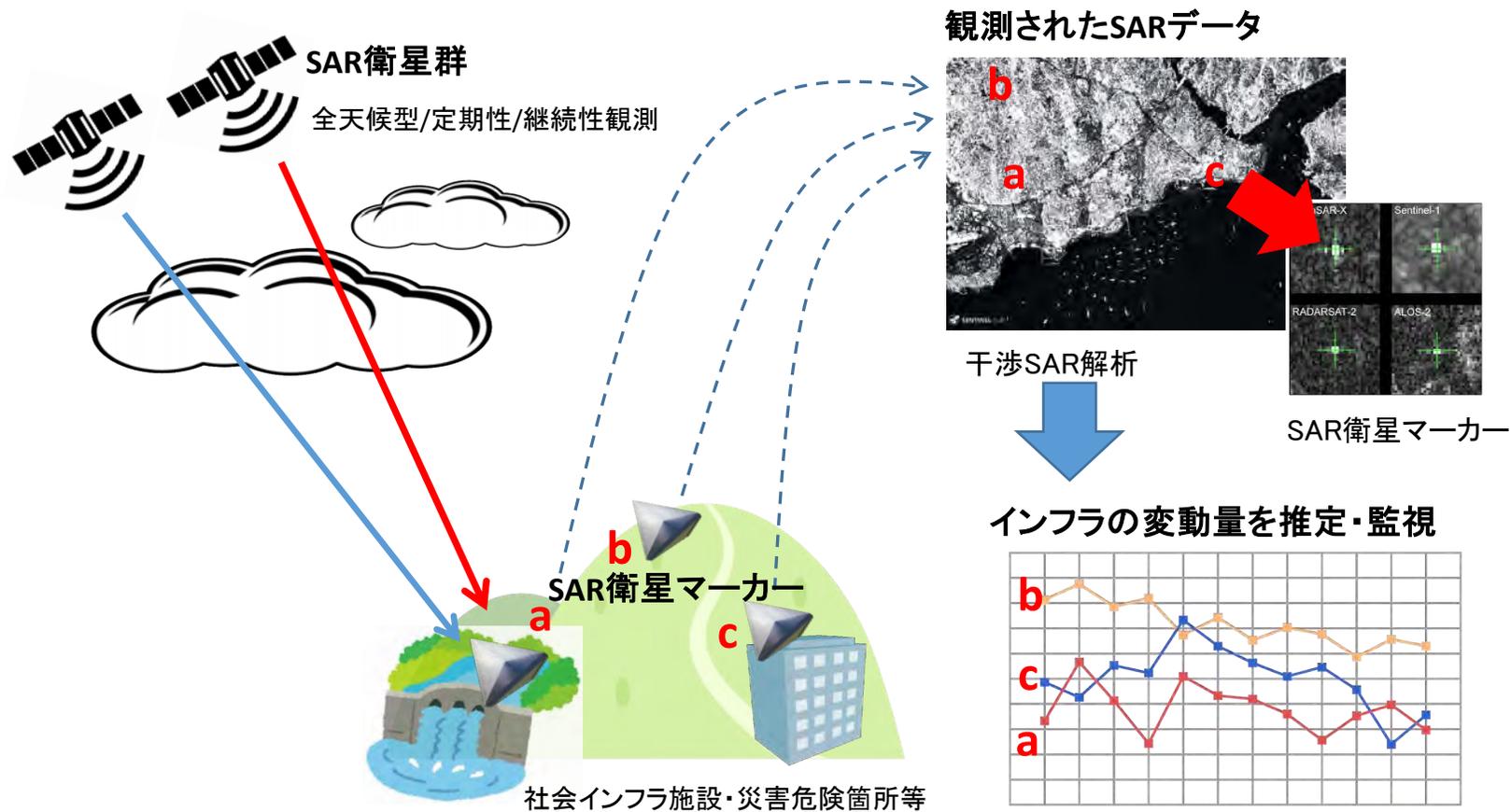


□: マーカー周辺で反射強度が最大となる箇所

□: マーカー設置位置



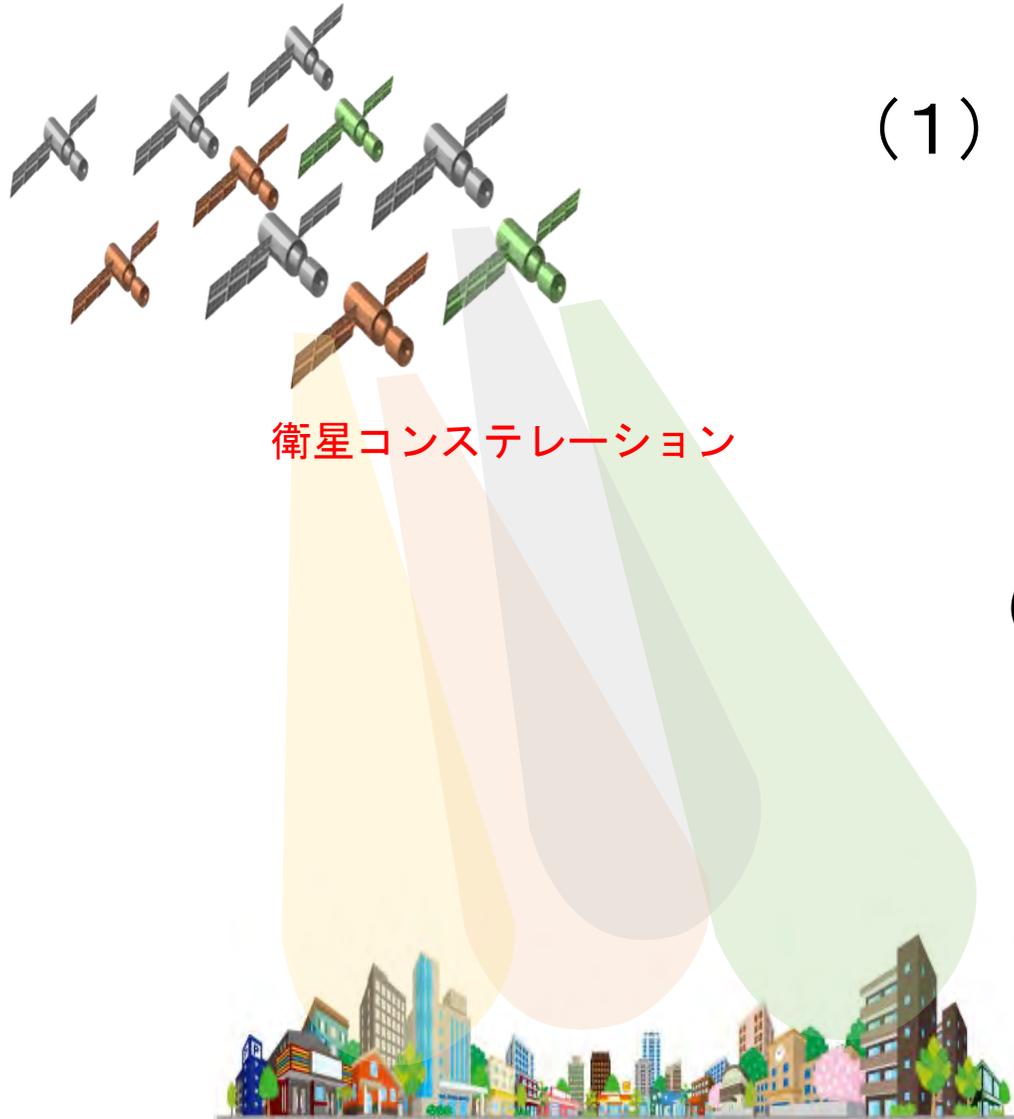
# SAR衛星マーカー開発とインフラ監視事業の創出



- ・ SAR衛星からの電波を精度よく観測できるSAR衛星マーカーの開発
- ・ 地上の構造物等にマーカーを設置し、対象物の変動をモニタリング
- ・ 変動量の推定、監視サービスの構築

# ビッグデータ時代において

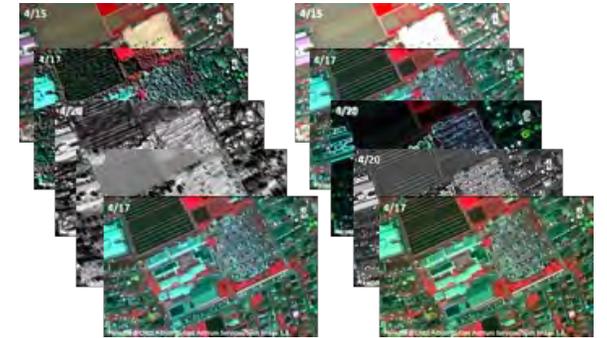
## 衛星データ利用を実現するために



衛星コンステレーション

(1) 衛星毎による見え方の違い

→ 校正サイトの構築,  
キャリブレーション



(2) 膨大な数の衛星データの解析

→ AI技術の利用による自動処理

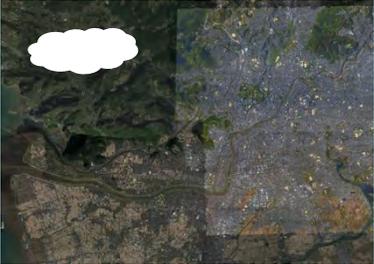
(3) 衛星観測の最適化

→ ダイナミックタスキングの構築

# 衛星リモートセンシングの特徴を使ったAI解析

## 通常の機械学習の実装

それぞれの衛星画像から、それぞれの教師データを作成し、それぞれの機械学習モデルで、対象物の自動検出を行う。



GRUS-1画像

GRUS-1画像から生成した教師データ

機械学習 ↓ モデルA



GRUS-1画像による洪水検出



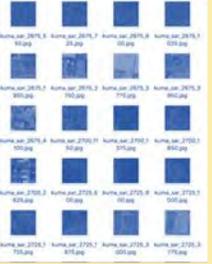
Planet画像

Planet画像から生成した教師データ

機械学習 ↓ モデルB



Planet画像による洪水検出



Formosat-5画像

Formosat-5画像から生成した教師データ

機械学習 ↓ モデルC



Formosat-5画像による洪水検出

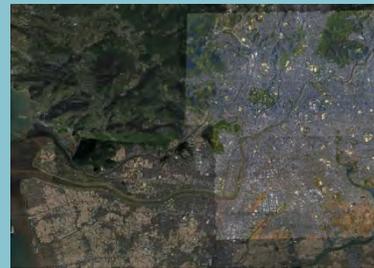
# 衛星リモートセンシングの特徴を使ったAI解析

## キャリブレーション済み画像による機械学習の実装

災害対応の緊急時に、機械学習モデルを他の衛星画像に転用し、対象物の自動検出を行う。

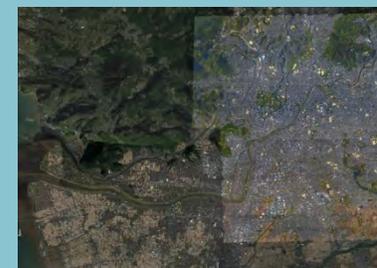


キャリブレーション済み GRUS-1画像  
キャリブレーション済み GRUS-1画像から生成した教師データ



GRUS-1教師データを利用  
解析工数低減

キャリブレーション済み Planet画像



GRUS-1教師データを利用  
解析工数低減

キャリブレーション済み Formosat-5画像

機械学習 モデルA

転移学習 機械学習 モデルA

転移学習 機械学習 モデルA



GRUS-1画像による洪水検出



Planet画像による洪水検出



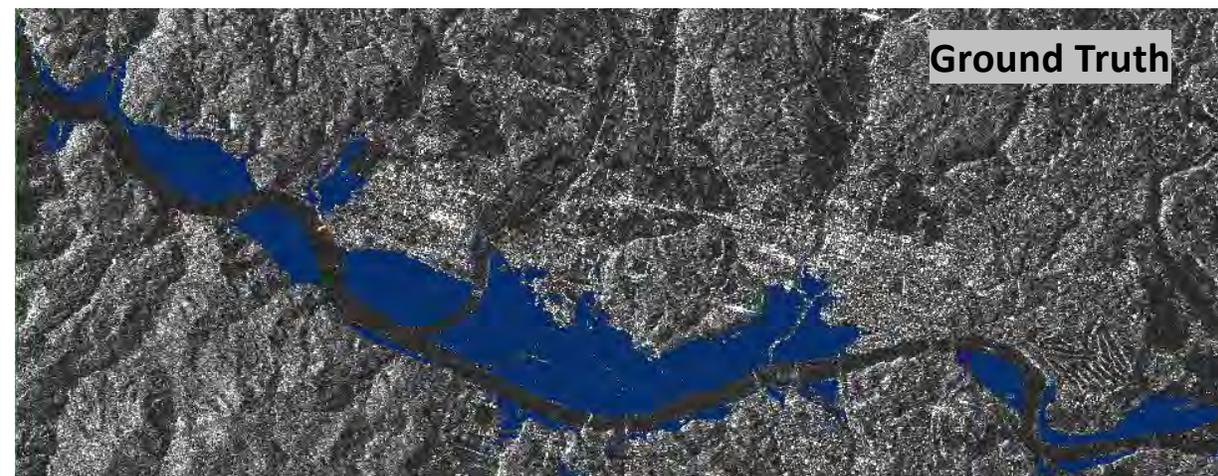
Formosat-5画像による洪水検出

# 転移学習の適用検討

対象とする災害は、熊本県人吉市の洪水災害

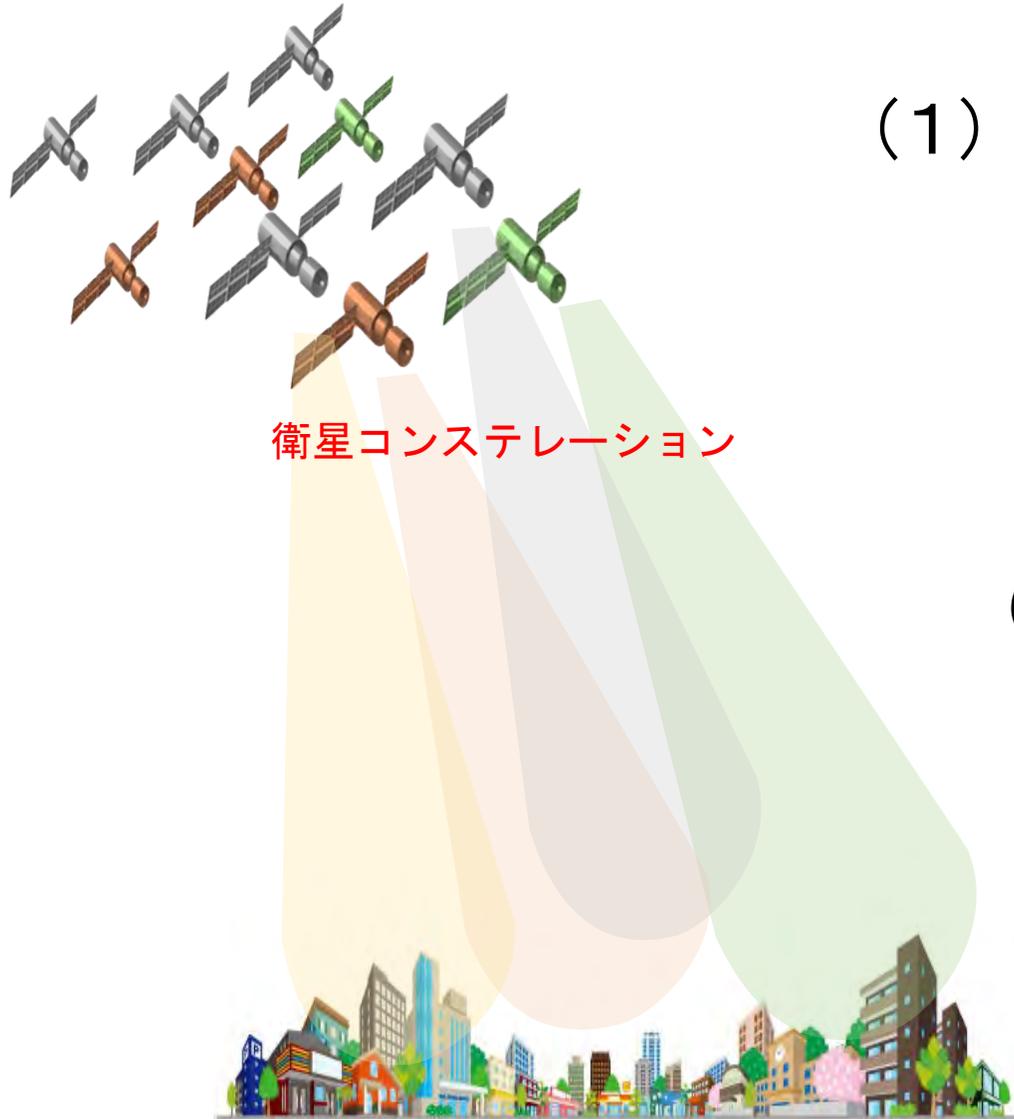


Method	Accuracy	F1 Score
Thresholding Method	84%	0.21
Transfer Learning	<b>88.49%</b>	<b>0.38</b>
From scratch	89.57%	0.43



# ビッグデータ時代において

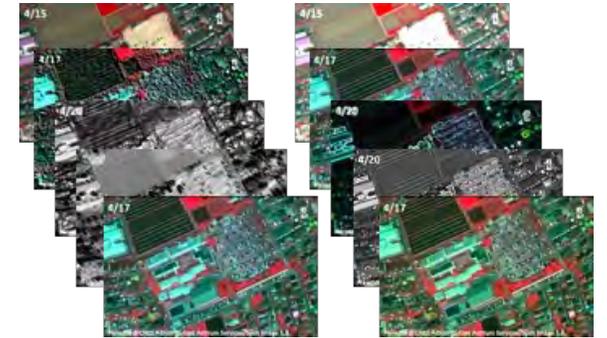
## 衛星データ利用を実現するために



衛星コンステレーション

(1) 衛星毎による見え方の違い

→ 校正サイトの構築,  
キャリブレーション



(2) 膨大な数の衛星データの解析

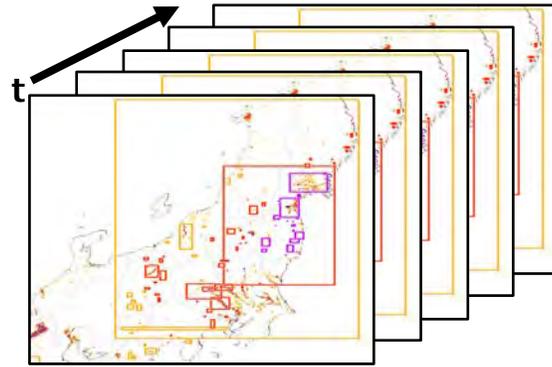
→ AI技術の利用による自動処理

(3) 衛星観測の最適化

→ ダイナミックタスキングの構築

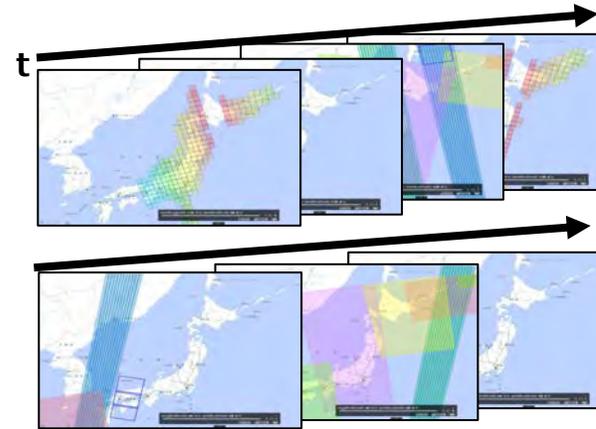
# 衛星による観測の最適化

「いつ、どこが危険か」が推定可能



\* 地震・津波は発災直後の情報に基づく

「いつ、どこが観測可能か」が推定可能



予測情報に基づき衛星観測戦略を自動的に推奨するシステムに高度化

	SIP開始前	現在	SIP終了時
観測計画	衛星ごとにバラバラ	一元化	一元化
予測情報活用	なし	人間による参照	システムが動的活用
衛星観測戦略	なし	手動	システムが推奨案提示

# 山口大学における災害対応の展開

西日本衛星防災利用センター

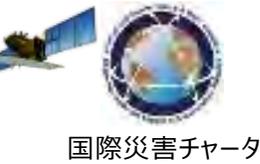


衛星データ  
処理・提供設備

JAXA・山口県・山口大学、  
3者協定



国際協力



国際災害チャータ

政府主導  
プロジェクト



戦略的イノベーション創造プログラム

小型衛星データ

- ・ アクセルスペース社
- ・ Plane Labs社
- ・ QPS社
- ・ フィリピン大学/ASTI

新規利用

**ここがポイント！**

国内(アジア)で最多のネットワークを有するデータ利用拠点

応用衛星リモートセンシング  
研究センター



衛星データ処理・解析・サービス開発

地域防災の利用  
「山口モデル」の構築



山口県  
YAMAGUCHI  
PREFECTURE

宇部市  
UBE  
CITY

山口県総合防災  
情報システム

他地域への  
展開



**ここがポイント！**  
衛星データの地域防災  
利用の世界標準。

アンカーテナンシー

予算化

大学連携



中国、四国、九州地域の大学との連携

**ここがポイント！**  
衛星データを中心とした  
共同利用拠点。

センチネルアジアを枠組み  
とした大学ネットワーク

ビジネス創出



**ここがポイント！**  
防災ビジネスの立ち上げ。

ダイナミックタスキング  
衛星データの校正  
AI解析、災害プロダクトの標準化