



# SPACE SHIFT

Sense the Unseen from Orbit

---

「ヴァーチャルコンステレーション」  
実現による衛星データビジネスの未来

川上 勇治  
株式会社 スペースシフト

超小型衛星などのインフラは拡充される一方、衛星データを効率的に利用するための技術は未だ開拓段階です  
膨大なデータをいかに **価値ある「情報」に変換** するかが、衛星データ利用を普及する鍵です



衛星データ処理の **ソフトウェア開発** に注力することで、高精度な解析を実現



解析が難しいとされる **SAR 衛星データの AI 解析技術** を開発し、多くの情報を抽出・提供

※ SAR：合成開口レーダー (Synthetic Aperture Rader)



**効率的に衛星データを利用できる環境を整える** ことで、衛星データ利用のマーケット拡大を牽引

現在世界では地球観測衛星が多数打ち上がっており、今後5年間で2,000~3,000機が打上げ予定  
膨大かつリアルタイムな地球のデータを手に入れる時代がまもなく到来

# “宇宙 x AI で世界をひもとく”

人間の  
認知力を超越  
した情報を抽出

全地球の  
デジタルツイン  
を構築

世界の事象の  
相関関係  
を可視化

衛星データの解析結果に基づき「人間活動と地球環境の最適化・効率化」を図ることで

持続可能な社会の実現 に貢献します

弊社は、SAR（合成開口レーダー）衛星のデータ処理に注力しております  
光学衛星とSAR衛星の主な特徴は以下の通りです

## 光学衛星

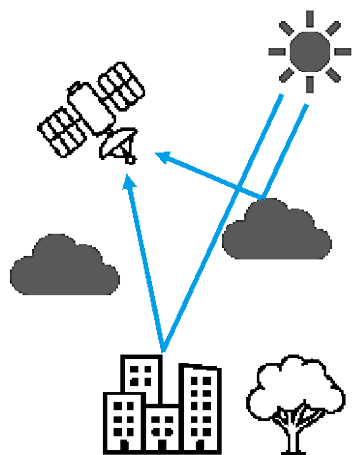
通常の写真と同様に太陽を光源として撮像

長所

- フルカラー画像のため直感的に対象物の判別が可能
- SAR衛星よりも衛星の数が多い
- 高解像度（1ピクセルあたり0.3m~）

短所

- 雲に隠れた対象物は画像上で不可視
- 夜間に撮影できるのは都市部の明かりのみ  
= 実際に観測できるのは全球の25%程度



## SAR衛星

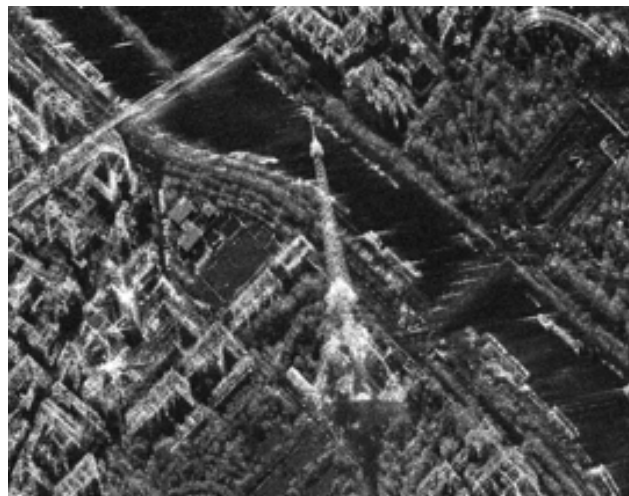
衛星自ら電波を照射し、その反射情報から地表面を観測

長所

- 曇天時・夜間、24時間365日撮影が可能
- 対象物の構造や材質等の特定可能
- 高解像度（1ピクセルあたり1.0m~）

短所

- 対象物の反射波を用いて画像を作成するため、モノクロ画像であり、直感的に画像判読が困難
- 衛星の数が少ない  
> 今後複数のレーダー衛星コンステレーションの計画あり





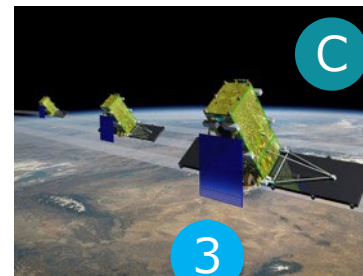
Cosmo Skymed



Sentinel 1



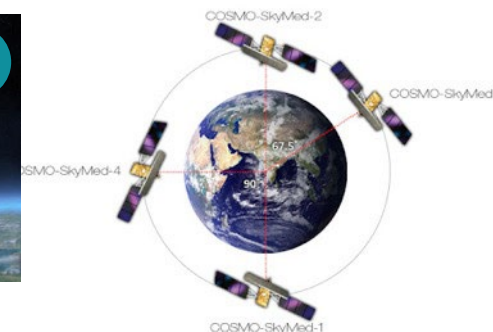
TerraSAR-X, TandemX, PAZ



Radarsat Constellation



ALOS2



## 2020年代後半には超小型SAR衛星網が150~200機体制に

あらゆる衛星のデータを組み合わせることで解析を可能にする技術

## 「バーチャルコンステレーション」

により世界中どこでもほぼリアルタイムに観測可能に



36



48



12



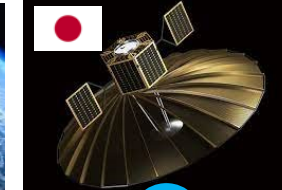
8



12



30

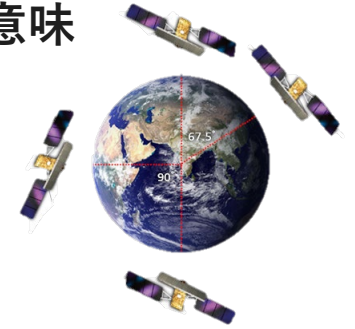


36

● 各社が打ち上げを予定している機数

## 衛星コンステレーションとは：

目的のために協調して動作する、複数の人工衛星からなる一群。コンステレーション：星座(星の配置)の意味  
一般的に、同様のセンサーや機能を搭載した衛星で構成され、同一の企業、機関で運営される。



## バーチャルコンステレーションとは：

複数の企業や機関が運用するそれぞれの人工衛星を、仮想的に一つの観測網とみなして利用すること。

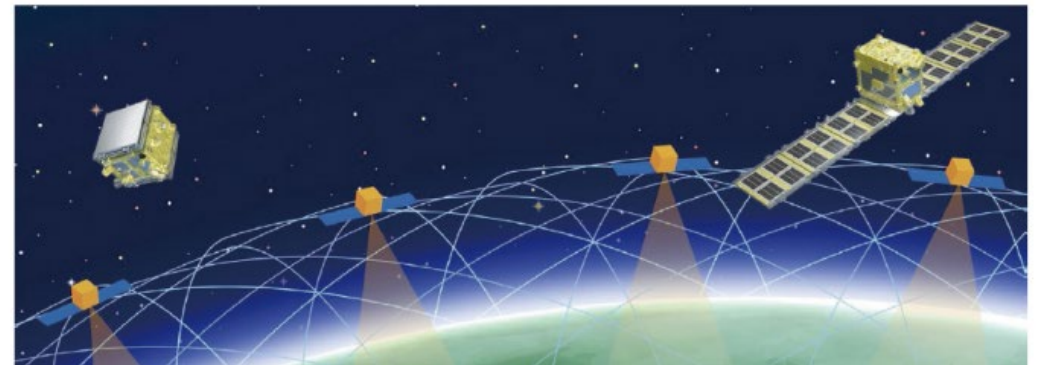
スペースシフトではバーチャルコンステレーションの実現のため、難しいとされている、異なるセンサーや撮影条件の衛星データを組み合わせる解析を行う\*、

複数衛星間データ解析技術の開発を行っております

\*他にも、

- ・仮想的に複数の衛星が協調して撮影すること  
(スマートタスキング、Tip&Que) や、
- ・同一プラットフォームから異なる衛星コンステレーションのタスキング  
(撮影リクエスト)

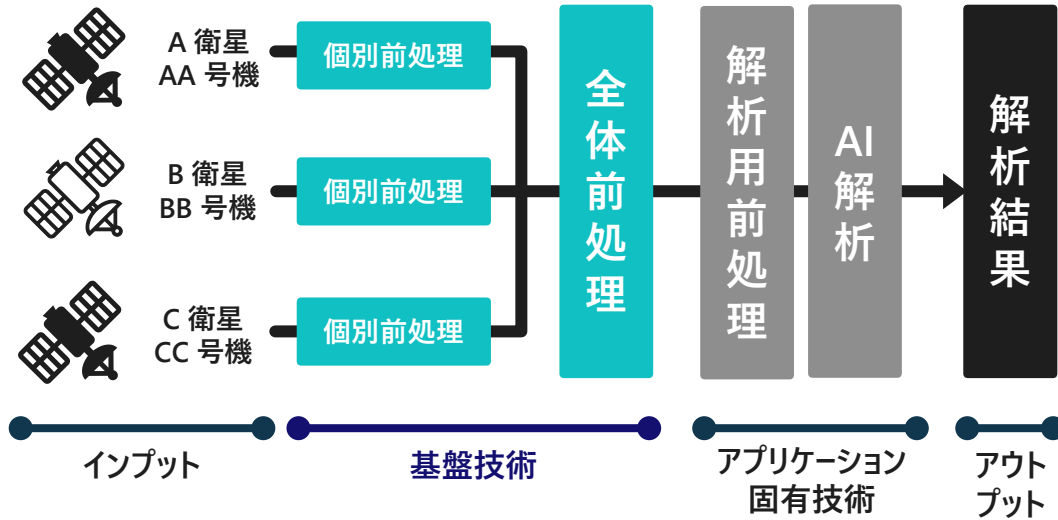
の意味を指すこともあります。



# 衛星 × AI で実現する 次世代のデータ解析技術

## 複数衛星間データ解析

2020年代前後半：多種多様な衛星利用の時代  
特徴の異なるデータの差異をなくす新技術が必要に



## バーチャルコンステレーション実現で得られるメリット

- ・時間分解能の向上（モニタリング頻度向上）
- ・効率的な広域観測（スマートタスキング）
- ・大型 x 小型の組み合わせによるターゲットの追跡、Zoom-In（Tip&Que）
- ・観測方向が原因で観測できないターゲットの補足
- ・SAR×光学など異なるセンサーの組み合わせによる解析精度の向上

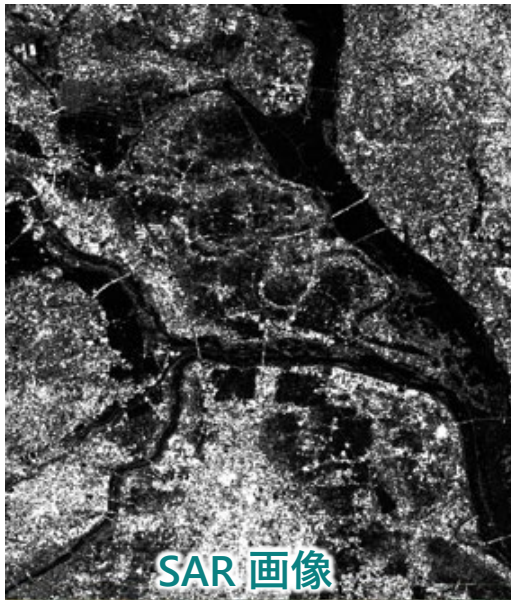
# 衛星 × AI で実現する 災害モニタリング

水害発生後速やかに「**浸水域**」と「**浸水深**」を AI で推定し、リアルタイムな情報を提供

>>> 自治体の被災状況把握 / 損害保険会社の被害推定 などに活用

## 浸水域

過去の水害を元に AI が **浸水域** を判定  
+ 地上データを組み合わせる精度向上

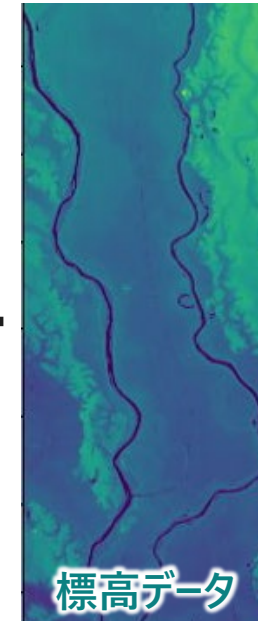


## 浸水深

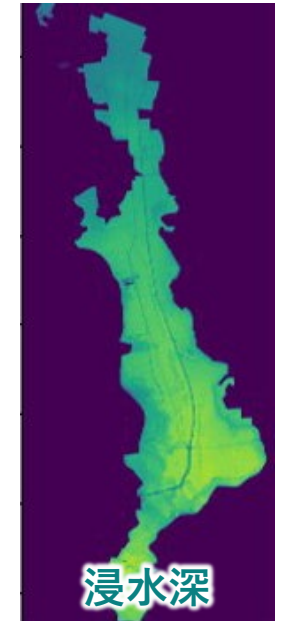
浸水域 + 地理情報データで **浸水深** を判定



+

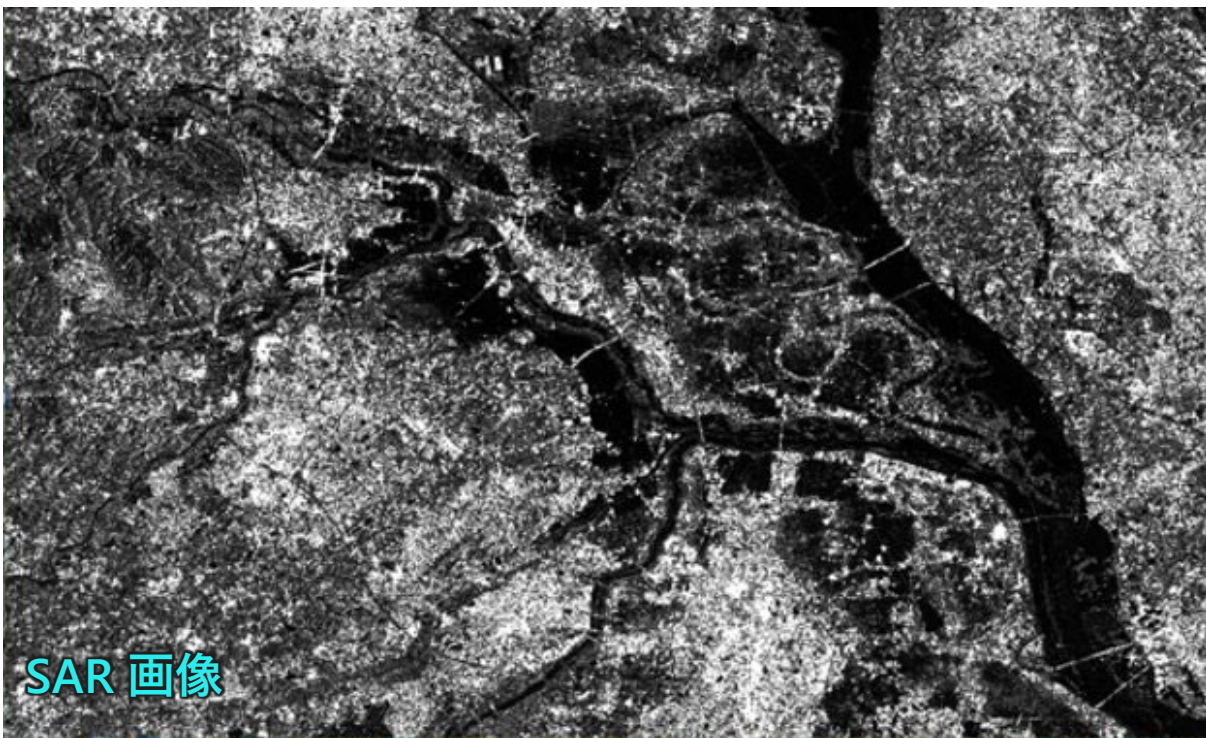


=

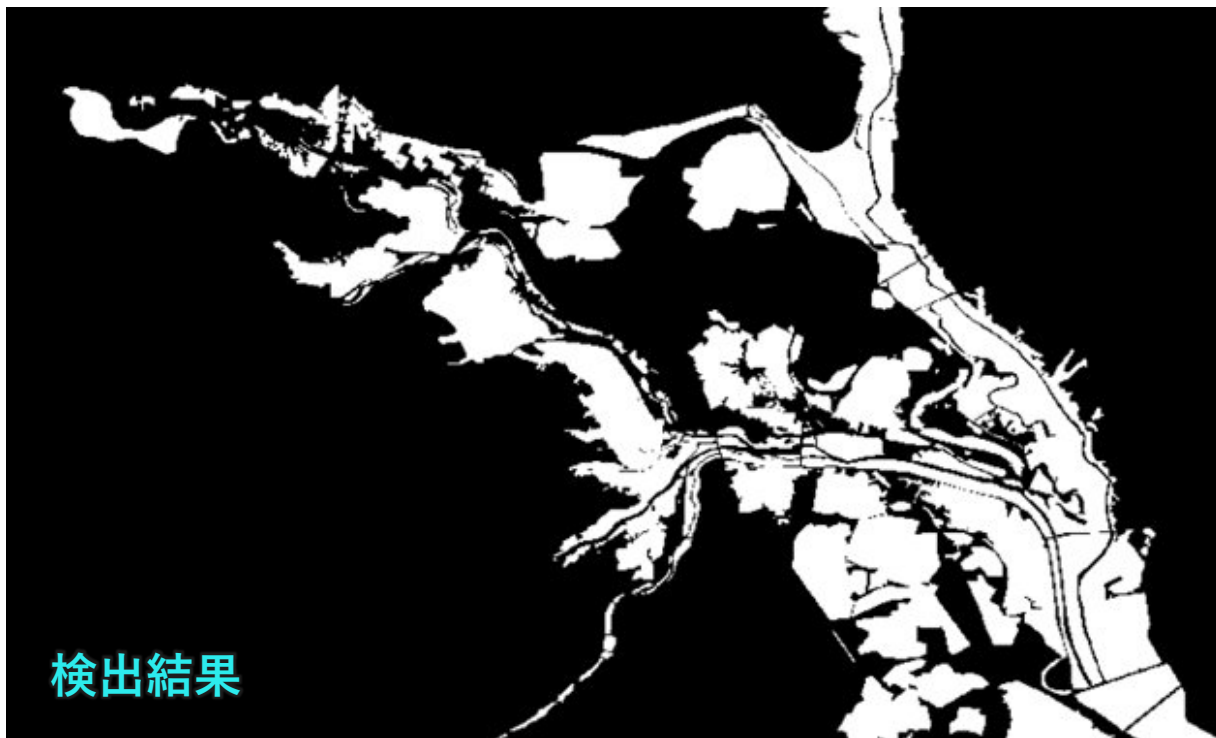




異常気象に伴う台風などの水災が発生した際、  
衛星データを活用して、浸水域や浸水の深さなどの被害状況を自動的にAIで解析します



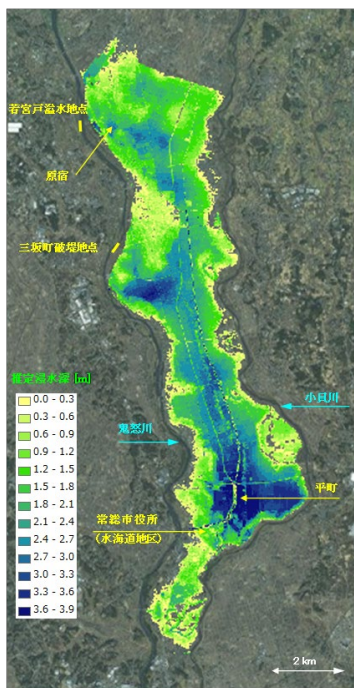
SAR 画像



検出結果

航空写真は、洪水発生時における農地の泥水と、道路・線路等の浸水域との識別が困難ですが、SAR画像は地表面からの反射強度に基づいて浸水域を識別することが可能です。衛星データだけでなく、SNSの投稿に含まれる画像や位置情報から、特定の地点での浸水状況をより詳しく分析することで、衛星データの解析情報をSNSの解析データで補完することも行っております。

## 従来の浸水深把握 被災後に現地調査

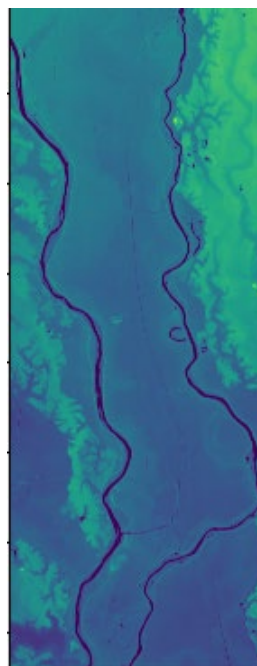


## SAR衛星を利用した 浸水深把握 浸水域と DEM ( 数値標高モデル ) を活用



浸水域

+



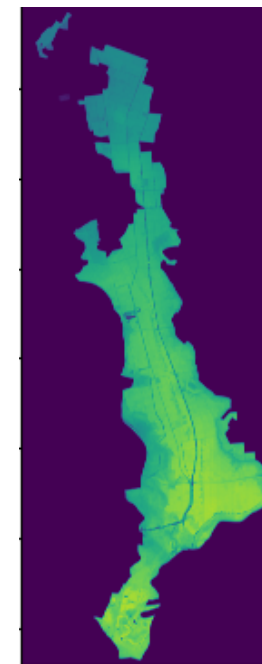
DEM

### Digital Elevation Model

- 国土地理院から提供
- 航空機によるレーダー観測データ  
→ 地表面の高さだけを抽出





=




浸水域マップ

これまで現地調査で行われていた浸水の度合い（浸水深）の把握を、**浸水域のデータと既存の標高情報を組み合わせることで検出**します。水が引いた後の現地調査では実現し得なかった、水害発生時の状況確認など、リアルタイム性の高い防災情報としての活用が見込まれます。この技術は地方自治体や損害保険会社などで導入の検討が進んでいます。

時間分解能 と住宅街などの 浸水域判定精度の向上 に向けた取り組み

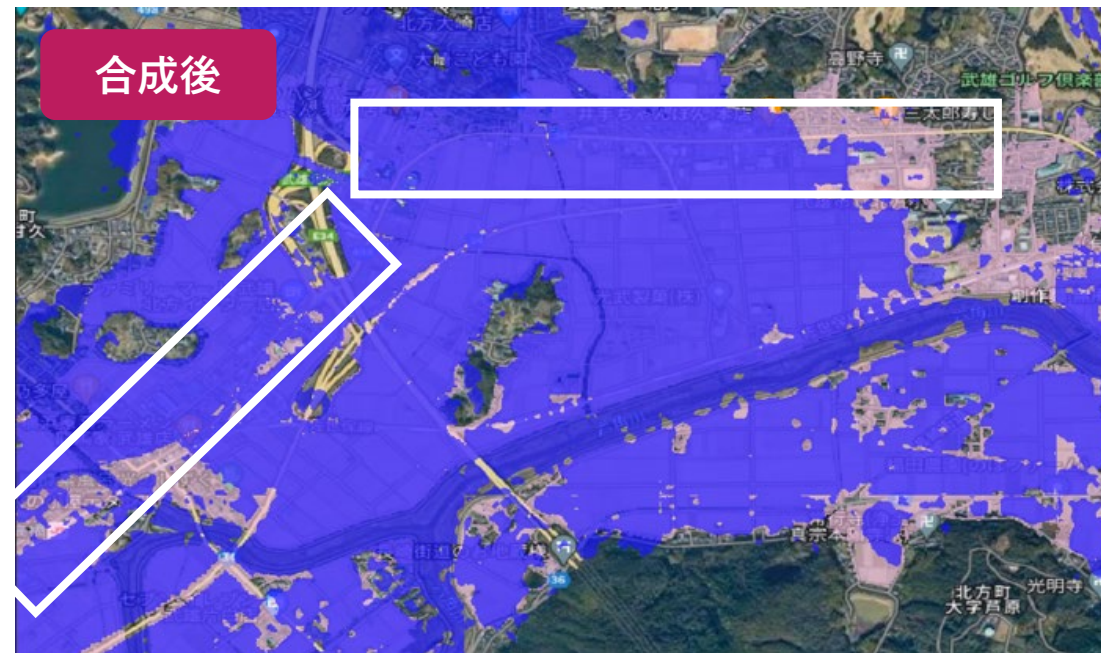
 プローブ情報 (走行データ)   
車両の通行実績データや標高データ等を元に  
高頻度かつ詳細に  
浸水・非浸水のエリアを判定

+

 SAR × AI  
衛星データに AI を用いて  
広範囲の浸水・非浸水の  
エリアの自動検出

=

被害状況の把握が難しい時間帯のカバー  
→ **時間分解能の向上**  
SAR での検出精度が難しい住宅地等のエリア  
→ **浸水域検出精度の向上**





- ・システム開発部門  
テーマ 災害 1位受賞
- ・アイデア部門 2位受賞

**最終選考会**  
賞金最大  
アイデア部門 **100**万円  
システム開発部門 **1,000**万円  
二次審査 **2022 12.12 MON**  
場所: NIHONBASHI SPACE WEEK 2022内で開催



ちなみに今年は。。

NEDO懸賞金活用型プログラム  
衛星データを活用したソリューション開発  
NEDO Challenge, Satellite Data for Green Earth

3月18日(月)より  
応募受付開始

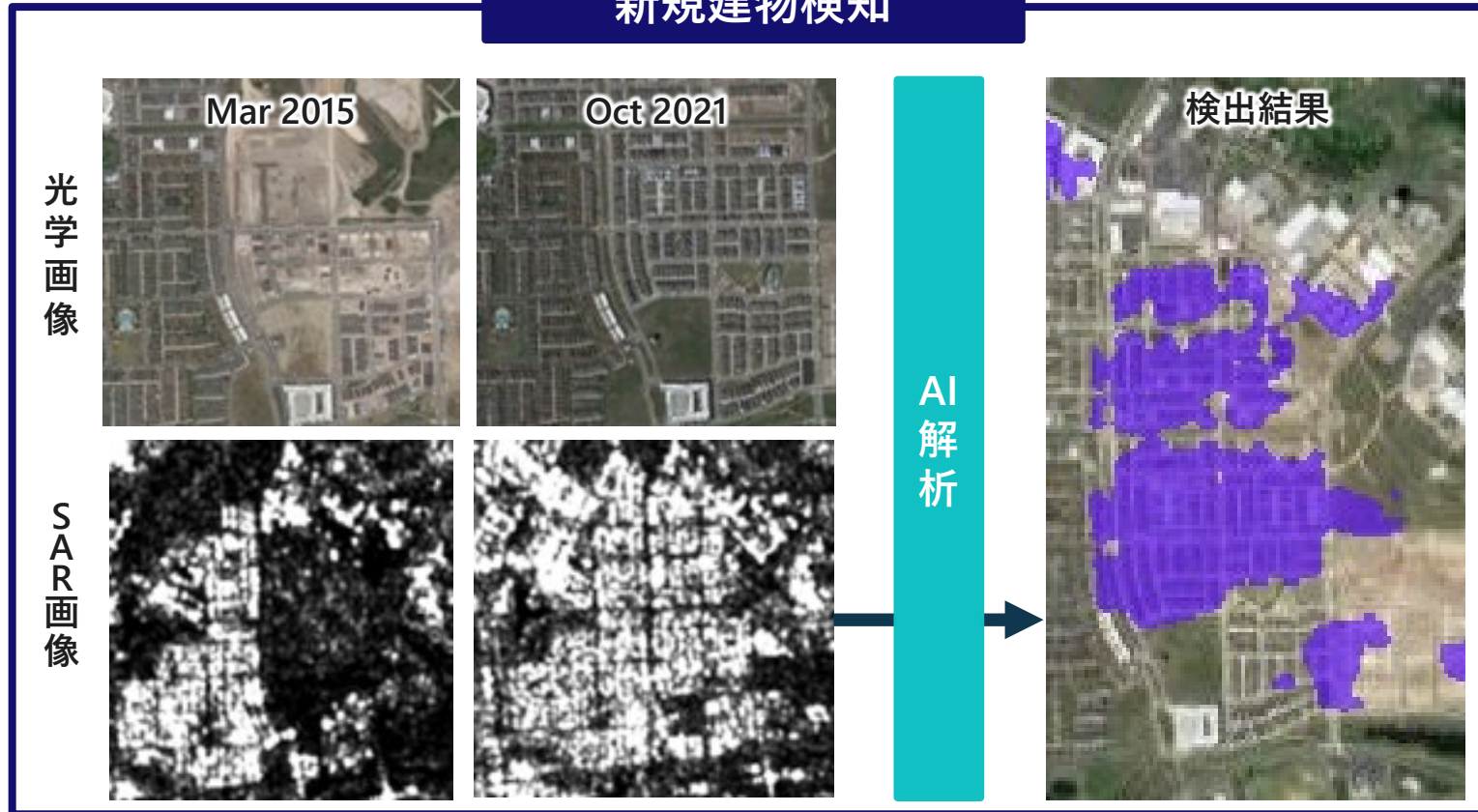
SCROLL DOWN

# 衛星 × AI で実現する 都市動向把握

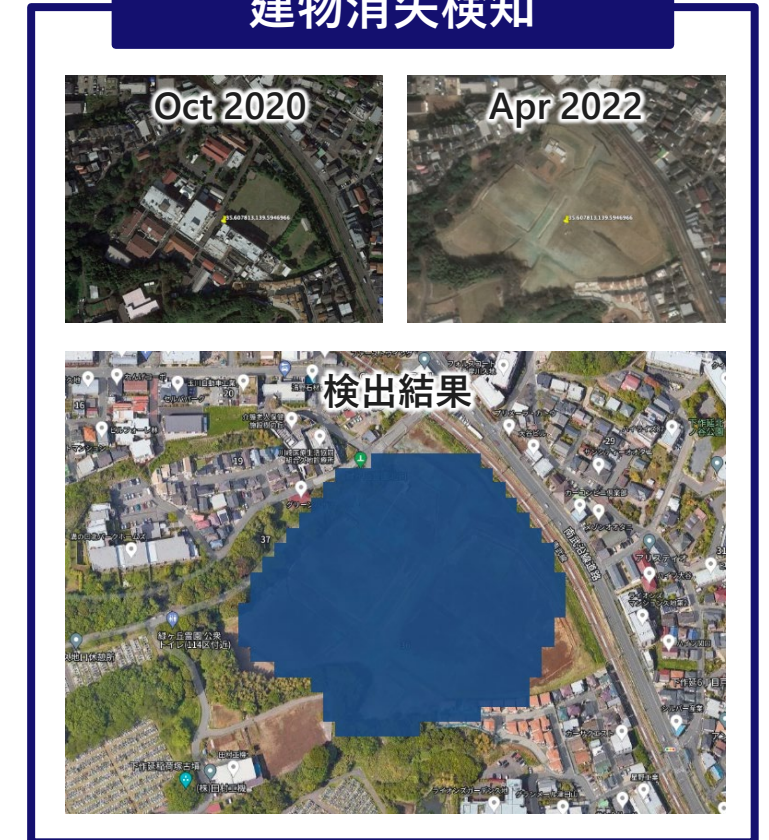
建築物の変化を AI が判定し、都市開発状況を把握

>>> 投資家の判断の材料 / 地図会社のデータ更新業務 などに活用

## 新規建物検知



## 建物消失検知





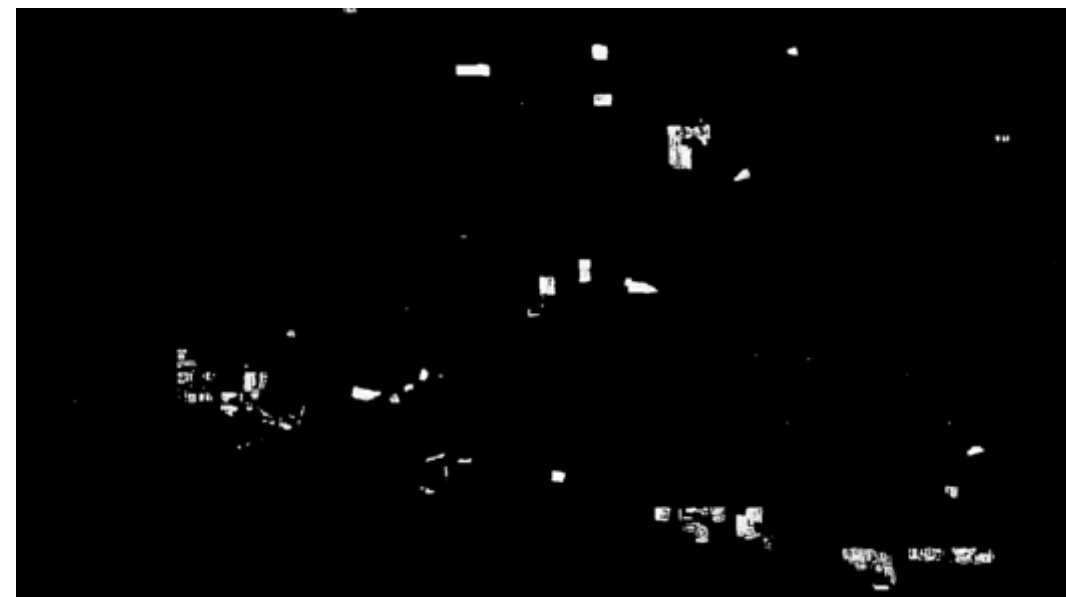
2時期のレーダー衛星画像から、新たに建設された建築物を自動的に検出する技術です  
地図データの更新や、発電施設などの周辺に建てられる建物の監視、都市動向の検知が可能です

プラットフォーム上から各種ソリューションに容易に応用可能



参照: <https://up42.com/marketplace/blocks/processing/buildingdetection>

新規に現れた対象物のみを高精度に検出

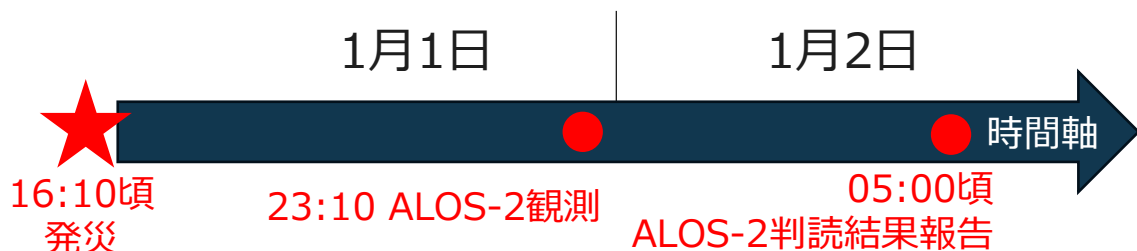


弊社が開発したレーダー衛星データ解析技術は、UP42(ドイツ、エアバス社の100%子会社)が運用する衛星データプラットフォームにおいてサービス提供しております。UP42におけるレーダー衛星データ解析技術の提供は、本件が世界初です。本技術は、新興国や過疎部など、地上データが不足している地域の高精度な状況把握、都市化の動向観測による経済指標の予測にも活用することができます。



- 「Tip & Que」について2024年に発生した能登半島地震を対象に元に検討
- ALOS-2は理想的な観測を行っており、現状ではこれ以上早期に観測を行うことは困難と思慮
- 1月2日午前には複数の光学衛星が観測を行っており理想的であったが、夜間の観測に課題

## 能登半島地震タイムライン



- 発災からALOS-2緊急観測までに約7時間
- 国交省が1月2日5時までにALOS-2判読結果を取得  
→観測から解析（判読）完了まで約6時間  
（判読では主に港湾周辺の被害状況を確認）
- 1月2日の朝10時頃から、光学衛星各社が観測データを取得

## 現状

- 光学衛星は現状で理想的な観測が行えている
- 夜間かつ悪天候が予想された中でSARの活用が期待されたが、  
早期に観測に成功したのはALOS-2のみ



## 「Tip & Que」活用のポイント

- ALOS-2よりも早期に広域をSAR衛星で観測  
→発災後7時間以内のSARによる観測
- 観測結果を即時解析し、小型衛星に連携し  
翌午前までに被害が甚大なエリアを観測  
→広域観測後、5時間以内に解析 & タスキング & 観測

- 理想的な「Tip & Que」は**広域を早期に観測し、観測結果を迅速に解析、小型衛星で観測すべき場所を決めること**  
例：洪水検知で浸水エリアの検知、  
建物消失検知で倒壊被害の多い場所の特定、等



発災

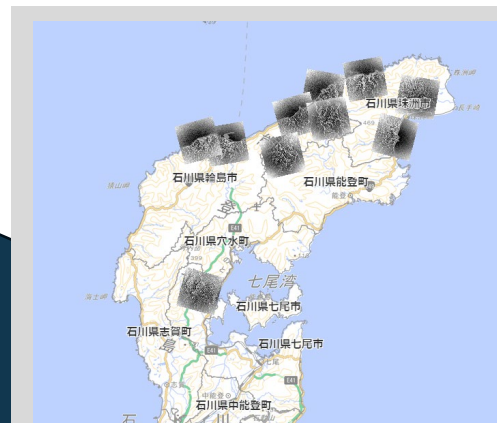


タスキング

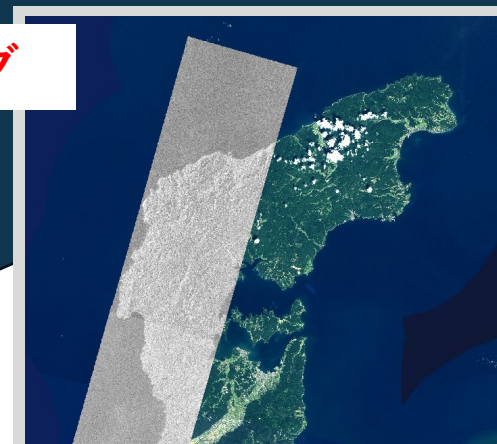


タスキング

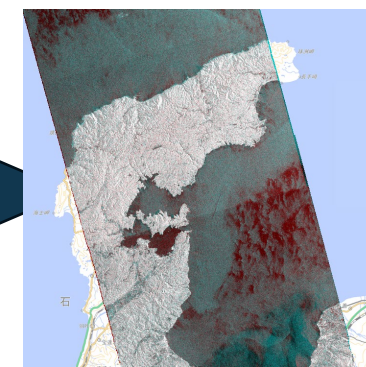
タスキング



小型SARによる  
詳細観測



小型SAR広域モード  
による観測



大型SARによる観測

どのようにタスキングするか、タスキングをつなぐためには  
**取得したデータの高速かつ高性能な解析が重要**



TOP > TOPICS

## 新着情報

2023.03.8 NEWS



### 「衛星コンステレーションによる革新的衛星観測ミッション共創プログラム」に係る事業コンセプト共創活動を開始しました

JAXA新事業促進部では、新たなJAXA・民間連携コンステレーションミッションの創出に向けて、「衛星コンステレーションによる革新的衛星観測ミッション共創プログラム」（以下、「コンステ共創P」）を開始するとともに事業コンセプト共創活動の公募を、7月12日（火）から8月16日（火）に行いました。

本公募では、4件の提案があり、提案者との事前対話を通じて実際の共創活動の実施について合意に至った4社との間で覚書を締結し、事業コンセプト共創活動を開始しました。

○JAXA・民間連携コンステレーションミッション（当面はSAR観測衛星を対象とする）に係わる事業アイデアの提案：

◆株式会社QPS研究所

SAR衛星2機による協調観測や、広域観測が可能なJAXA衛星と高分解能・高画質な自社衛星との連携観測による事業アイデア等の検討

◆株式会社Synspective

JAXA衛星及び民間衛星等の、複数衛星の相互運用・利用による衛星データ活用事業の検討

◆株式会社スペースシフト

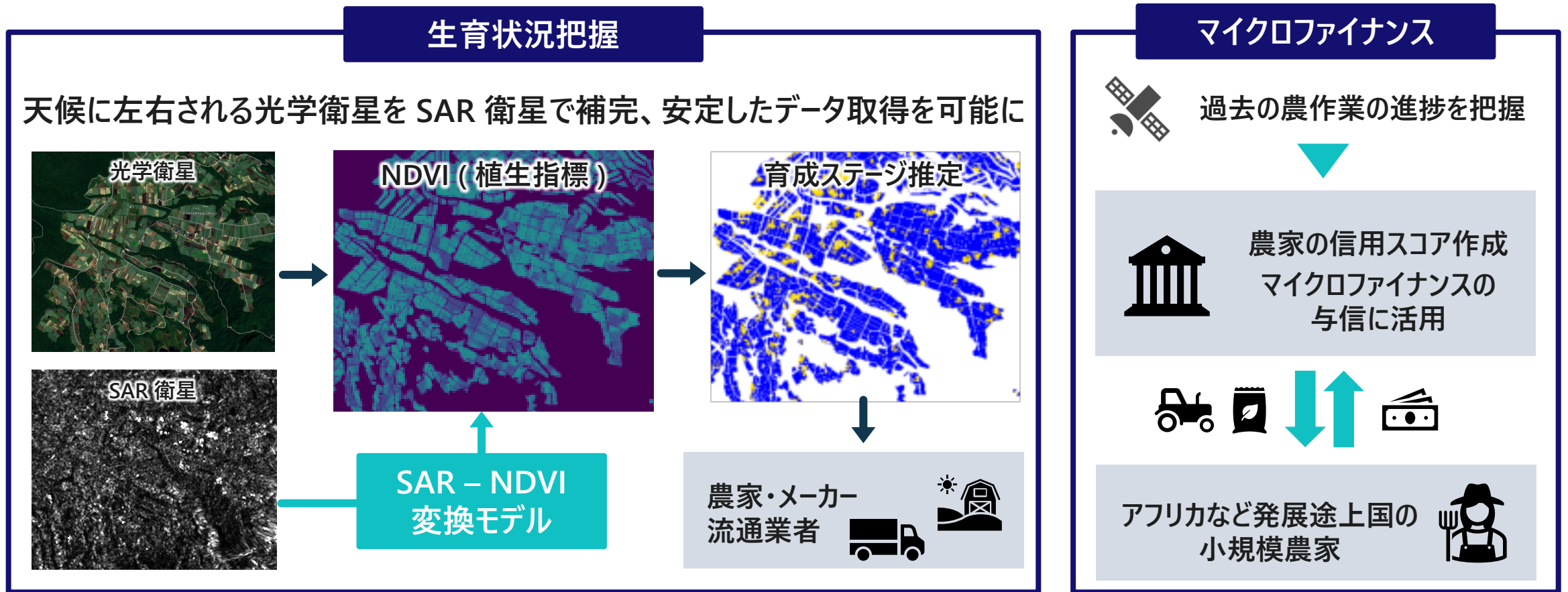
複数の高解像度衛星データの組み合わせによるSAR衛星での効率的な観測促進、及び高性能AI解析によるSAR衛星データを活用した事業の検討

AIを活用した「Tip&Que」実現に向けて、JAXA様と具体的な検討が進行中(共創P)

## 衛星 × AI で実現する スマート農業

農作物の生育状況を把握し、生産・流通の効率化や価格予想につなげる

>>> 農家の生産効率向上 / 流通の最適化 / 広告代理店のマーケティングなどに活用



## 宇宙から見たキャベツ畑の様子（群馬県嬬恋村）

2017年6月20日



2017年7月20日



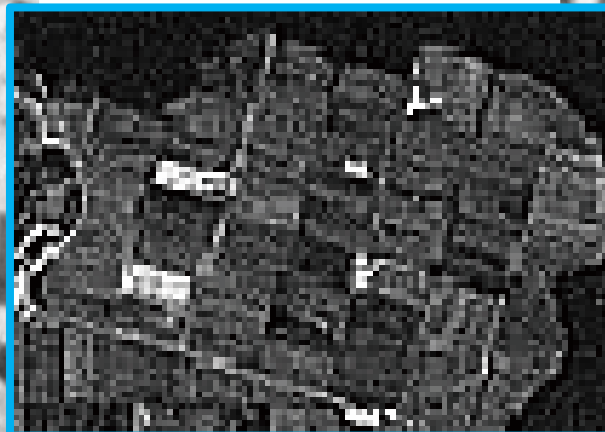
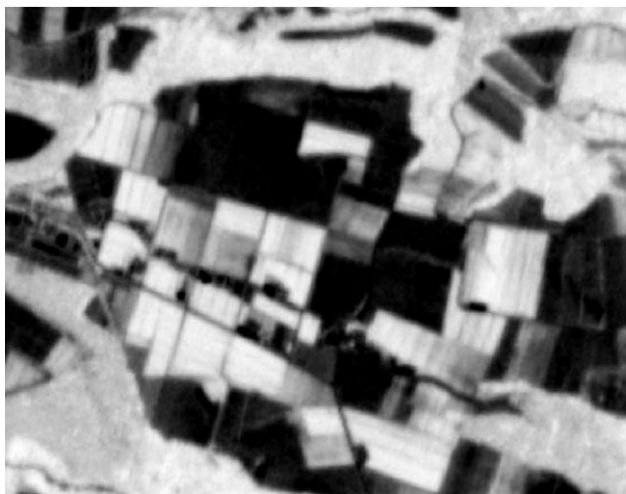
光学衛星では天候のため  
この間は1枚しかデータ  
がない



2017年9月10日



▼それぞれの赤外線解析画像（生育が進むほどピクセルが明るくなる。）



SAR衛星画像による  
補完技術を開発

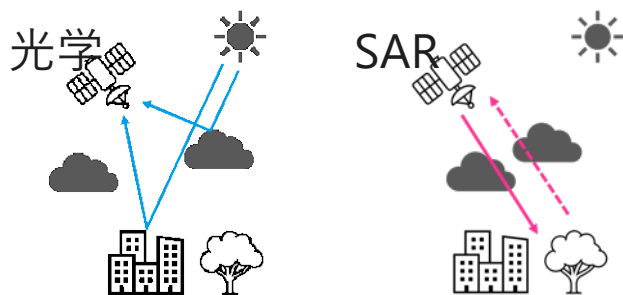
## 光学衛星 x SAR衛星の組み合わせにより、高精度かつ高頻度の農作物モニタリングを実現

### 現状の課題

光学衛星は夜間・悪天時には観測が困難  
 → 安定したサービス提供が難しい

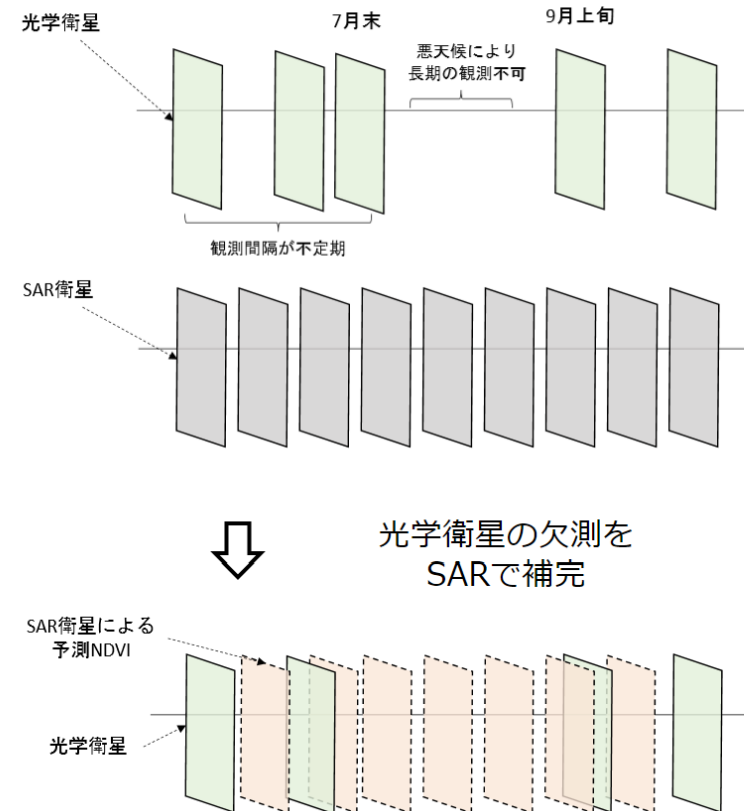


SARは観測頻度に優位性があるが、緑量の計測が難しく、森林や農作物は光学衛星の方が解析に向いている



### バーチャルコンステレーションによる解決策

光学と SAR を組み合わせて時系列解析することで、高精度かつ、安定したモニタリングサービスを実現する



キャベツ価格が下がるタイミングで調味料のCMを放映すると、製品の売上が伸びるという相関があります  
衛星データ解析によって予測したキャベツの出荷量に基づき、広告会社のCM出稿計画の策定支援を行いました

サプライチェーン



生産



収穫

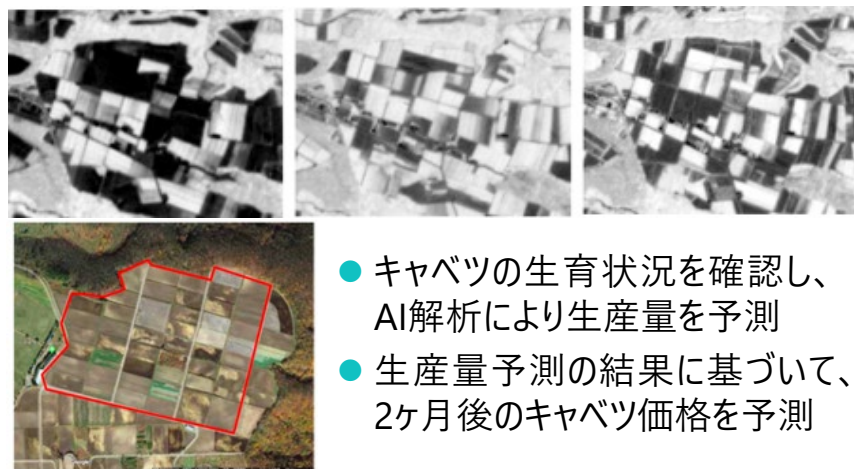


流通



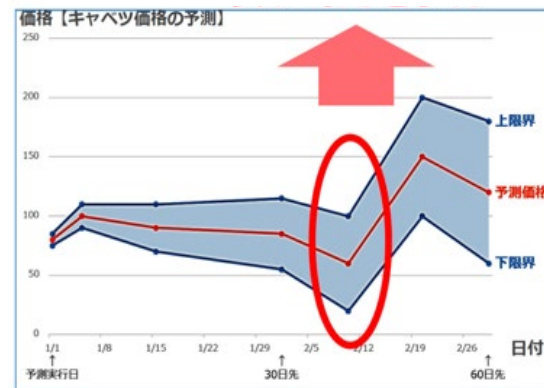
関連商品マーケティング・販売

衛星データ活用



- キャベツの生育状況を確認し、AI解析により生産量を予測
- 生産量予測の結果に基づいて、2ヶ月後のキャベツ価格を予測

キャベツ価格の安い時期を予測し  
CM出稿時期を計画



広告会社以外にも、サプライチェーン関係者に対して  
有益な情報提供が可能



農産物流通者

生産過剰になりそうな地域はないか？  
作付け面積はどれくらいか？  
リアルタイムに生産状況を確認したい etc.



食品メーカー

自社製品に関する農産物の生産状況は？  
効率の良いCM出稿で売上を伸ばしたい etc.

CM出稿時期の判断のみならず、他地域の生産状況が把握できることにより、自社の収穫時期や種まき時期をずらしたり、他に需要の高い作物に転作するなどの判断材料することもできます。また、農産物流通の最適化により、フードロスの低減にも寄与します。

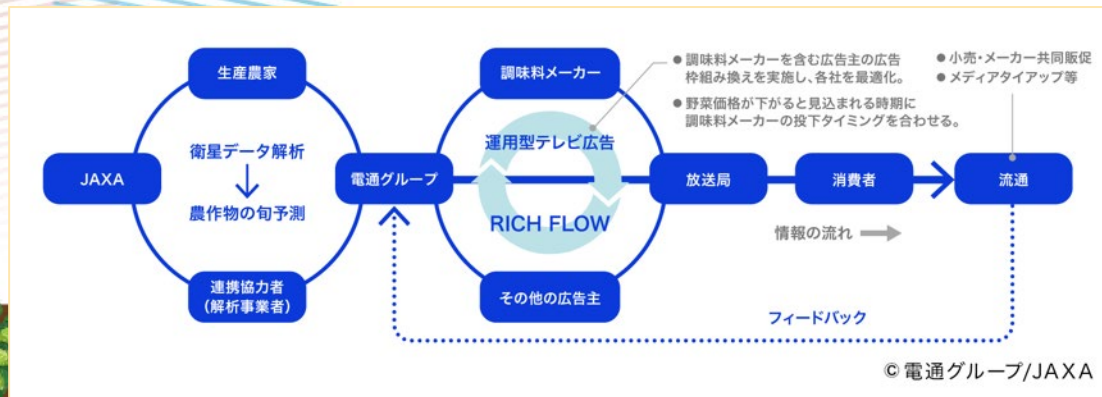
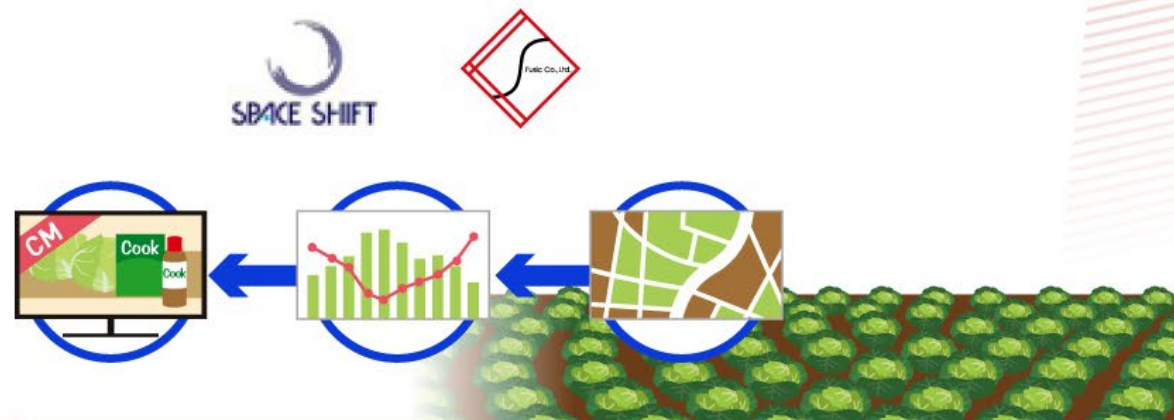
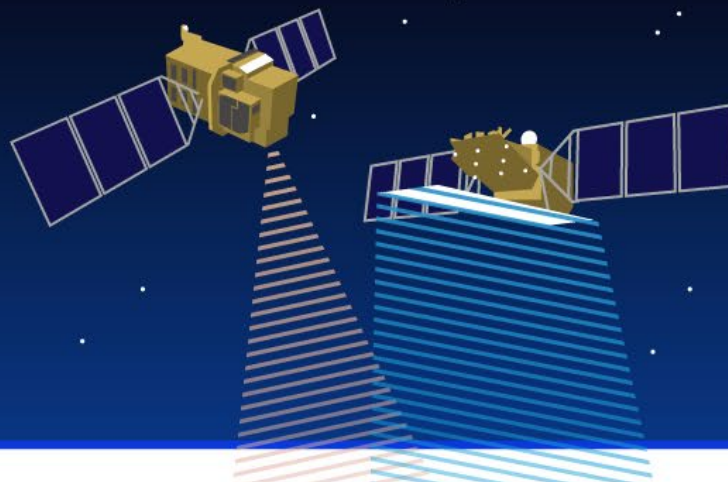


dentsu group

- 衛星データを解析し野菜の出荷量・出荷時期・価格を予測
- 野菜を用いた調味料商材の広告投入タイミングを最適化

JAXA

- AIを活用し雲の影響等による衛星データ欠損を補完する技術を開発
- 圃場の実地データとの比較により衛星データ解析技術を高度化



© 電通グループ/JAXA

● 需給予測システムを開発し廃棄ロスの低減、持続可能な社会の実現へ

● 新規プレイヤーによる新たな衛星利用ユースケースの創造



## SPACE SHIFT



衛星データから過去の  
農作業の進捗状況を把握

農家の信用スコアを作成  
→ マイクロファイナンスの  
与信スコアを作成



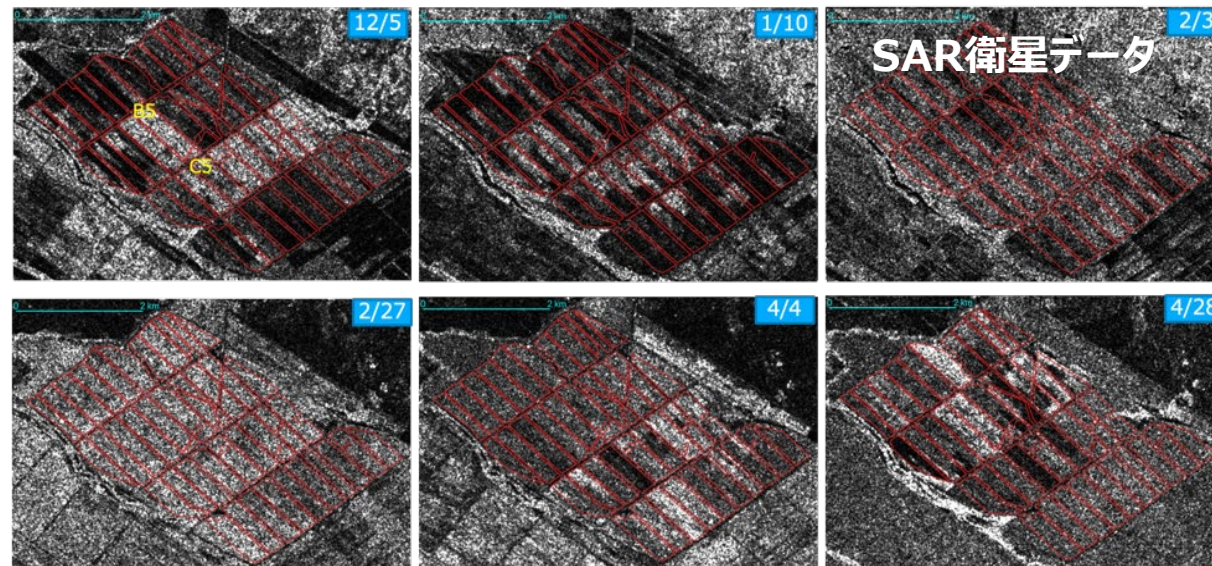
農業系商社

機械や肥料の  
販売・リース

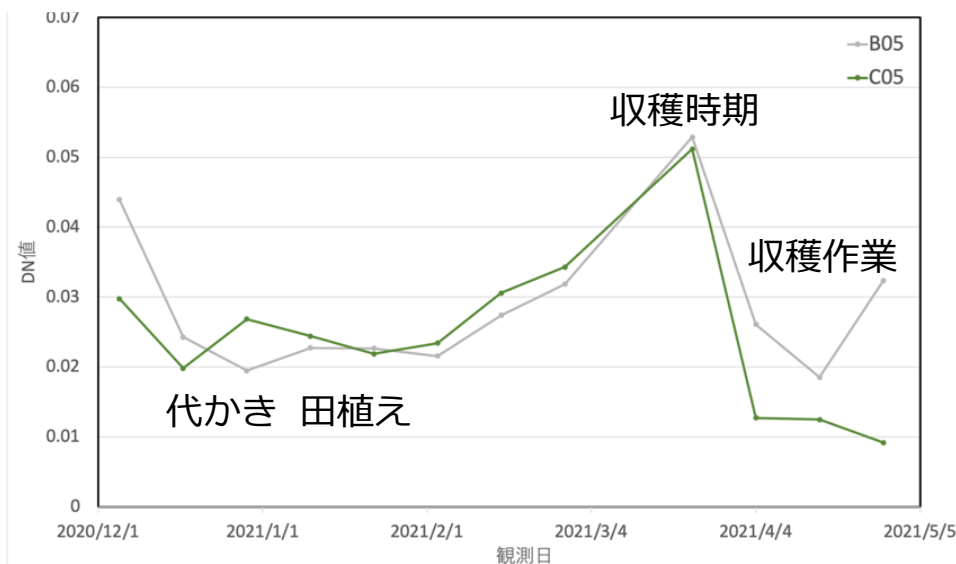


月々の返済

発展途上国の小規模農家



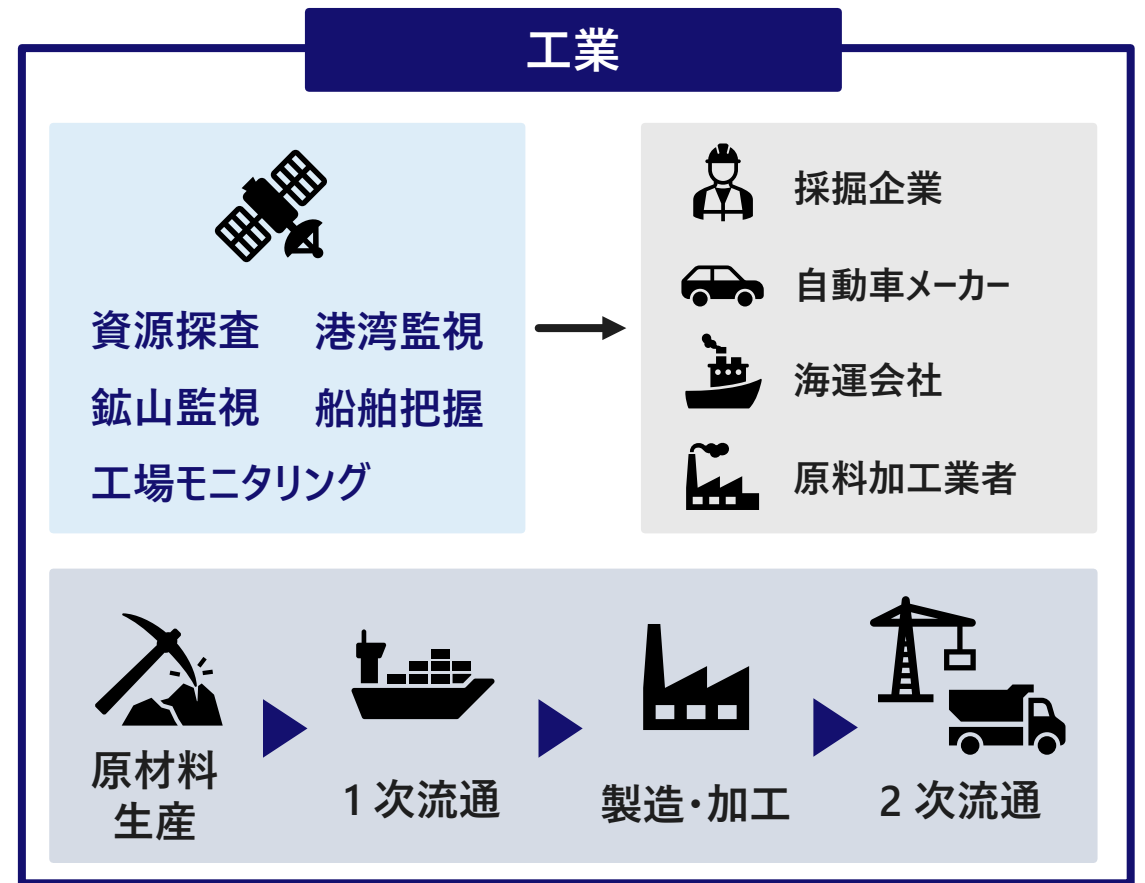
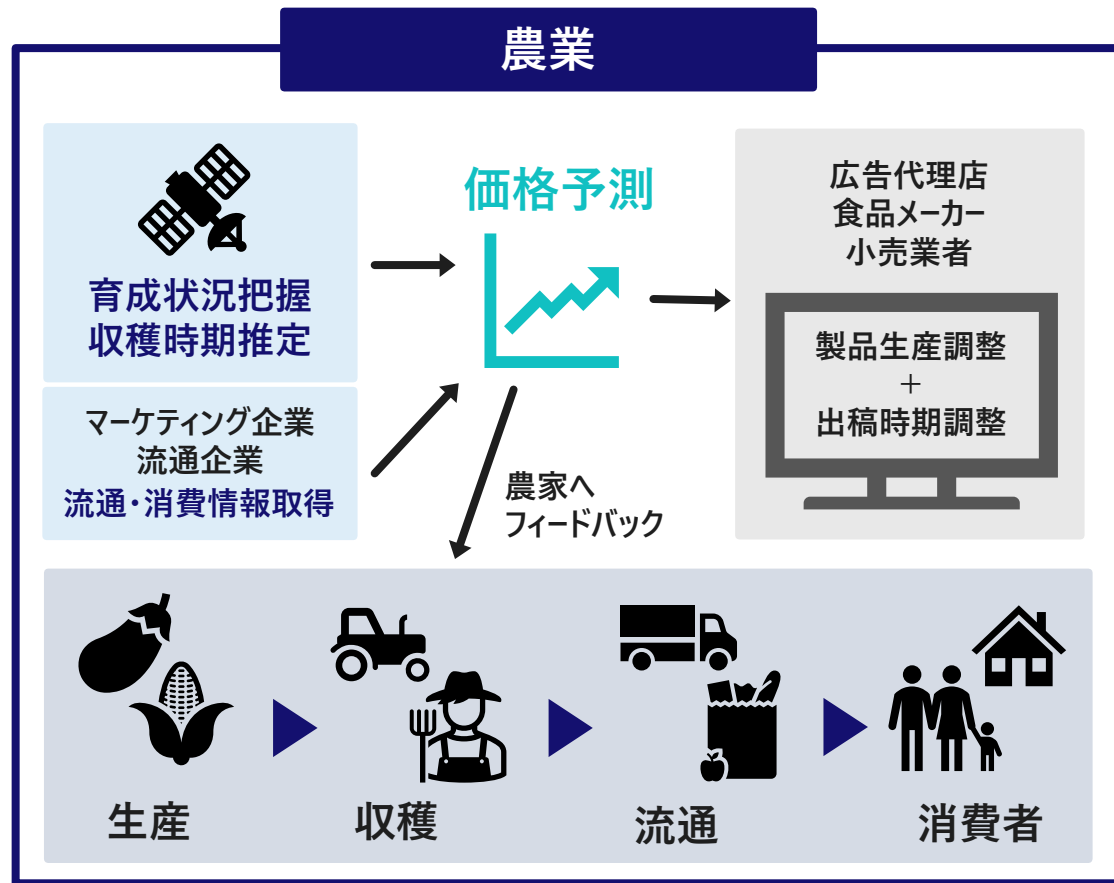
ナイジェリアのイネ圃場での解析結果



## 衛星 × AI で実現する サプライチェーンの発展

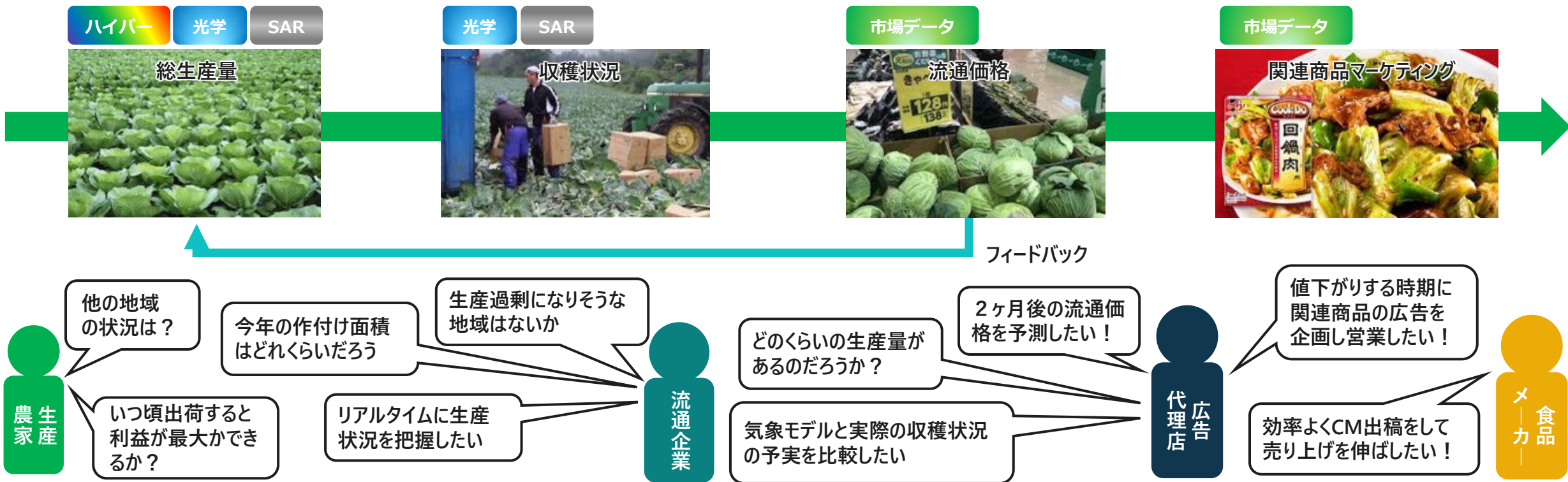
生産・流通・販売などの様々な情報を取得・統合して、サプライチェーンを効率化

>>> 生産・運輸会社の業務効率化・新規開拓、環境問題対策などに活用





## 第一次産業の総生産量予測・生産量最適化・流通コントロール・消費コントロール



衛星データ解析を活用した農作物流通の効率化は、ステークホルダーごとに多様な利用価値があります。農産物のサプライチェーン見える化によって、他の地域や農家の生産状況を把握すること収穫時期や種まき時期の調整や、需要の高い作物への転作などの生産調整、農作物流通の最適化、近年関心の高まっているフードロスの低減につなげるなど多種多様です。

取引先や世界的な産業情報がリアルタイムかつ客観的に得られるようになることで、  
経営判断の最適化、資源利用の効率化などにつなげることができます



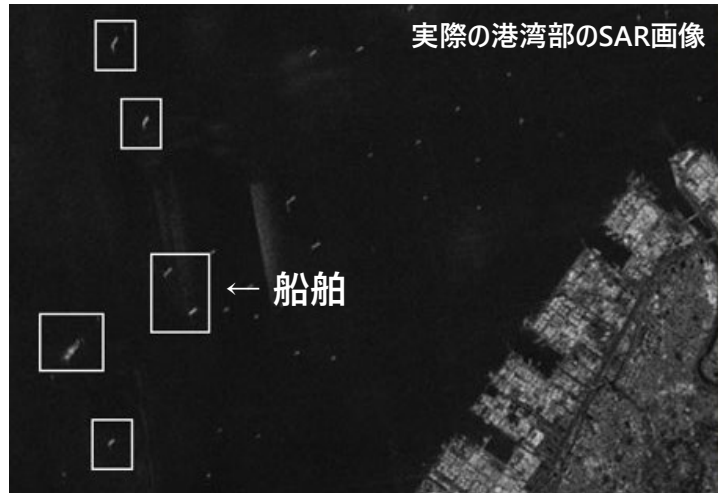
SAR データの AI による解析を活用することで、**さまざまな産業上の変化を捉える技術**を確立することを目指しています。お取引相手や、世界的な情報が客観的にリアルタイムに得られることで、ビジネス上の判断をより正確に行うことができ、経営の最適化、最終的には資源利用の最適化につながり、地球環境保護にも繋がる。

## 衛星 × AI で実現する 海洋監視

船舶・港湾・海況 など様々な要素を観測・解析し、海洋状況を把握する

>>> 船舶やコンテナによる流通の最適化、生産性の向上 などに活用

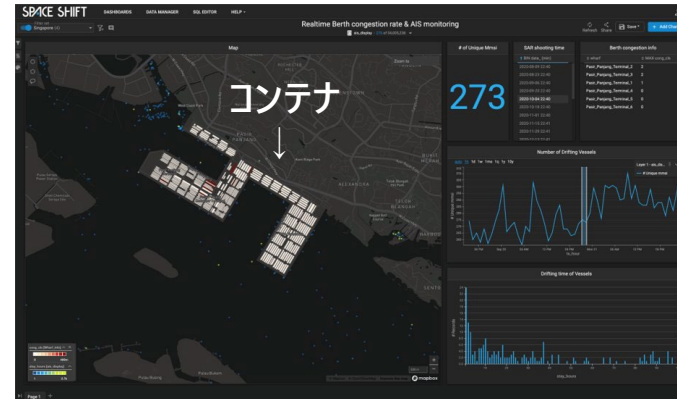
### 船舶検知



洋上の船舶を AI で検知

↓  
不審船検知・船種識別  
船舶航路の効率化

### 港湾監視

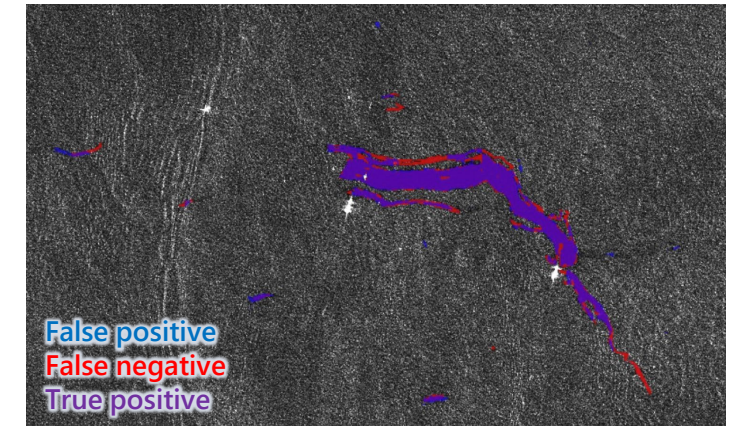


SAR による  
港湾のコンテナ稼働状況推定

+  
船舶識別情報 AIS

↓  
港湾の混雑状況分析サービス

### 海洋資源



海底油田 や 船舶 が原因の油膜  
「オイルスリック」を AI で検知

その他

漁船運行と漁場探査  
養殖の給餌改善

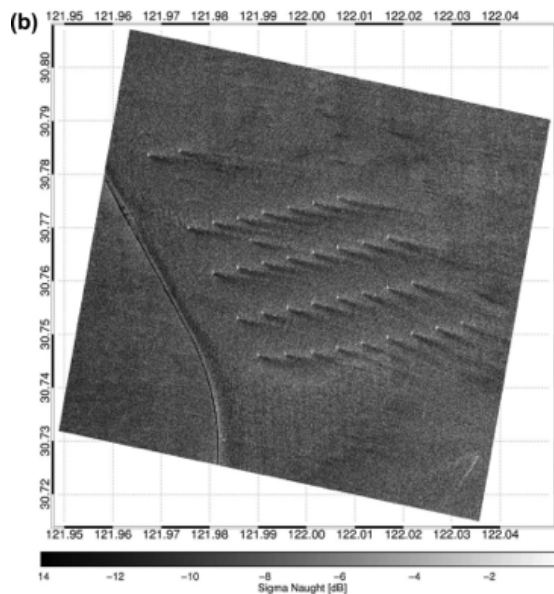
洋上風力発電

海洋安全保障

## 洋上風力発電

再生可能エネルギーの一つとして洋上風力発電があります。その中で、洋上風力発電所の風の流れをSAR画像を使って検証する試みが進んでいます。既存のシミュレーションと比較することで、より効率的な配置を行うための補正情報として活用できないかという試みです。

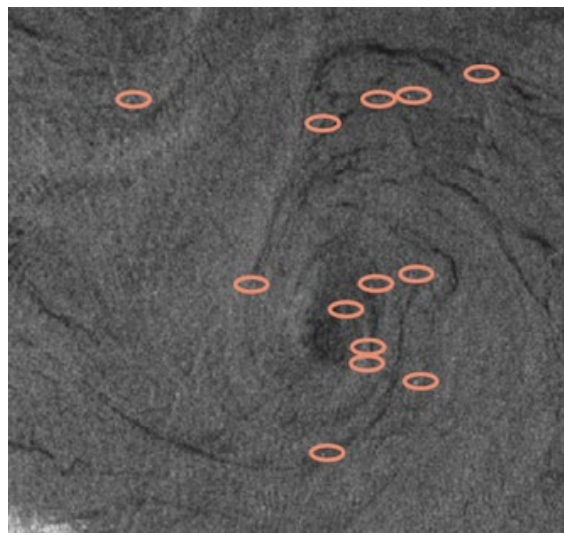
洋上風力発電所のSAR観測例



## 漁船運行と漁場の把握

SARで観測可能な海上の風速風向や波高から、漁船の効率的（燃費や安全性など）な運行ルートを算出する試みです。さらに微細渦と呼ばれる漁場を形成する要素を、SAR衛星で監視し、漁業関係者に提供するビジネスの検討も進んでいます。漁業関連のサプライチェーンの予測まで発展する可能性を秘めた技術です。

対馬南東部暖水渦周辺に分布する微細渦



## 養殖業者

日本のベンチャー企業 **UMITORON** では、衛星データと生け簀に搭載したセンサーを活用し、餌やりのタイミングの最適化情報を養殖事業者に提供しています。現在は愛媛県愛南町にて試験を続けていますが、強風や高波では船が出せず給餌が出来ません。ブリなどの生け簀は5km以上も離れていることがあり、リアルタイムな海上の風速や波高の情報取得のためにSAR衛星の利用が検討されています。

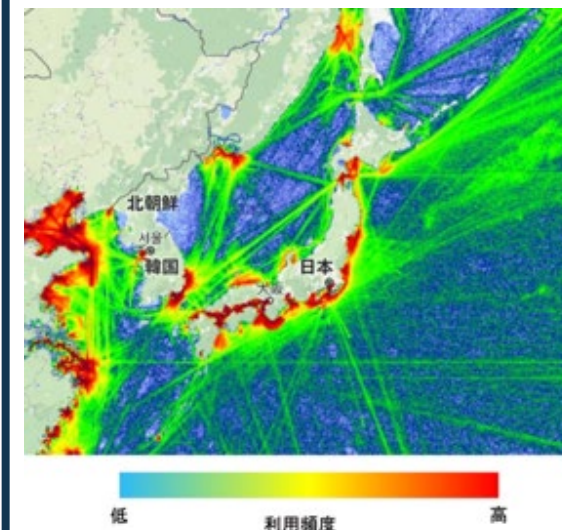


|               |         |
|---------------|---------|
| 宇宙            | 海       |
| 人工衛星          | 生け簀センサー |
| ・海面温度         | ・海洋環境   |
| ・プランクトン分布     | ・魚群行動   |
| 給餌量・タイミングの最適化 |         |

## 海洋安全保障

近年緊張の高まる日本近海において、船舶の運行状況や海洋汚染をはじめとした、海洋状況把握(MDA)が重要性を増しています。SAR観測と既存の船舶情報(AIS)を利用して、船舶の種別を特定を含めたMDAの実現の可能性があります。また民間利用でも、海賊船の検知や貨物輸送航路の最適化などに利用でき、同技術によってもたらされるメリットは計り知れません。

AISヒートマップの例



# 衛星 × AI で実現する 森林モニタリング

森林の 樹冠・樹高・樹種などを自動検出し、広範囲かつ継続的なモニタリングを実施

>>> 企業や自治体の材積量調査 / CO<sub>2</sub> 吸収量推定 などに活用

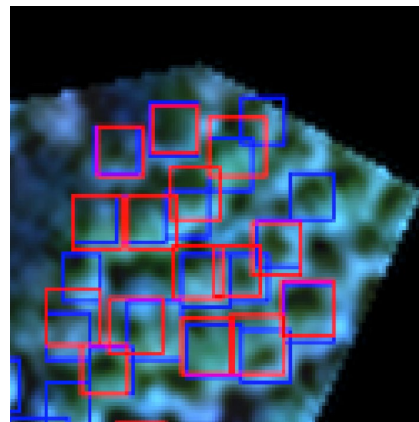
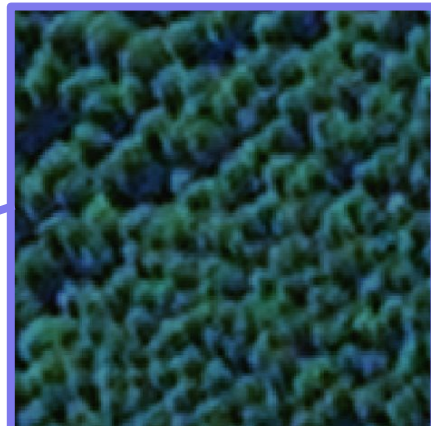
## 樹冠検知

光学の衛星画像を樹冠検知AIによる解析

樹木の位置、樹冠の検出・森林全体の材積量の推定



光学衛星画像



自動検出結果

## 樹種・樹高

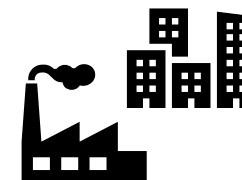
樹冠検知をさらに拡張し  
樹高・樹種も推定可能に



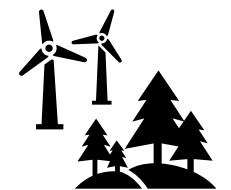
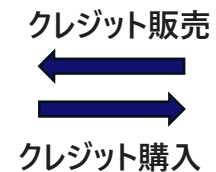
森林全体の CO<sub>2</sub> 吸収量を推定



カーボンクレジット制度などへの活用



企業



森林保有者

| 分野                     | AIアルゴリズム                    | 具体的な利用例  |
|------------------------|-----------------------------|--|
| 安全保障                   | 船舶検知<br>車両検知<br>物体検知        | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 海洋安全保障に向けた不審船舶の早期自動検出、不審船追跡</li> <li>■ 移動式ミサイル発射台など対象物の追跡</li> </ul>                          |
| 大規模災害対応                | 浸水域推定<br>破壊域推定              | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 国自治体による被害状況把握</li> <li>■ 損保会社の支払業務効率化</li> </ul>  |
| カーボンニュートラル<br>全球陸域沿岸観測 | 樹冠検知<br>経済活動状況把握            | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ カーボン吸収量の把握</li> <li>■ GHG排出量の推定</li> <li>■ カーボンクレジットへの活用</li> </ul>                           |
| 都市観測ビジネス               | 建物検知<br>工事状況把握<br>港湾モニタリング  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 都市の広がりや変化の把握、不動産価格の予測と投資への活用</li> <li>■ 地図更新への活用</li> <li>■ 物流サプライチェーンの状況把握</li> </ul>        |
| スマート農林水産業              | 農作物生育状況把握<br>漁場検知<br>樹冠伐採監視 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 農作物生産の最適化、価格予測のマーケティング活用</li> <li>■ 漁獲量の予測、スマート漁業への活用</li> <li>■ 森林におけるCO2吸収量算定</li> </ul>    |
| その他                    | オイルスリック<br>(海上油膜検出)         | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 海洋環境保全に向けた、港湾近郊のタンカーなどにおける事故や人為的な油放棄等が原因となるオイルスリックの検知、モニタリング</li> <li>■ 新たな海底資源の開発</li> </ul> |

Sense the Unseen from Orbit

# SPACE SHIFT



地球の難問に、宇宙をつかえ。

