

人工衛星の撮影する高解像度画像の応用と 柏キャンパス運用局への期待

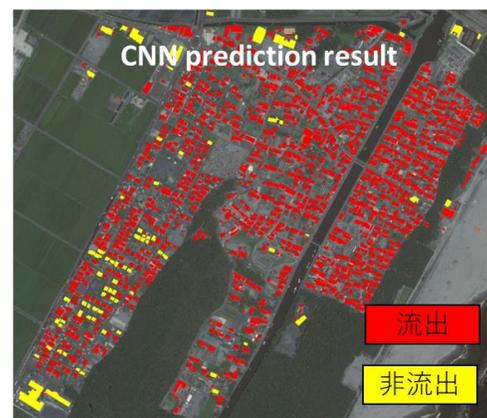
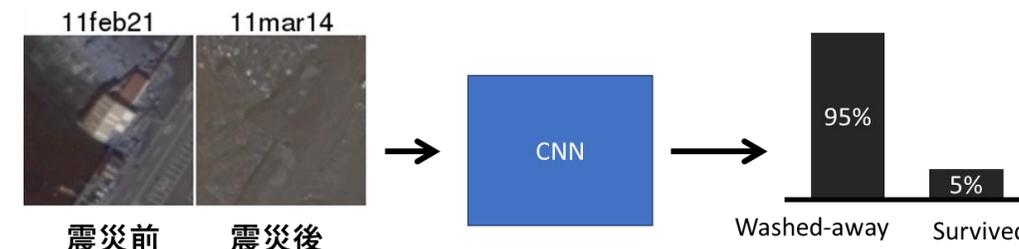
吉川一郎 新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻

yoshikawa@edu.k.u-tokyo.ac.jp

横矢直人(複雑理工学専攻), 出口敦(社会文化環境学専攻)



人工衛星 通信アンテナ@柏キャンパス(H31.4)



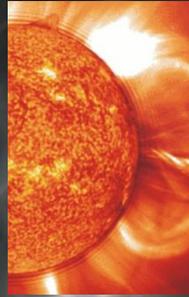
深層学習技術に基づく画像解析

東日本大震災の津波被害の調査(家屋)

火災保険会社に需要あり

はじめに、

Sun



Mercury

Venus

Earth

Mars

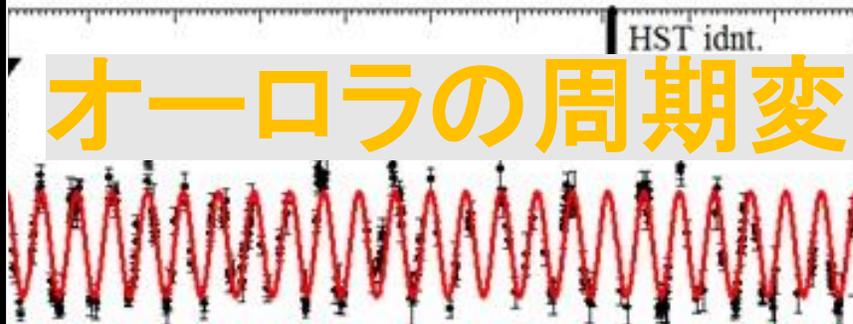
人工衛星を用いた
宇宙惑星科学の研究方法の
一例を紹介

何がプラズマトーラスの変動を駆動しているのか？

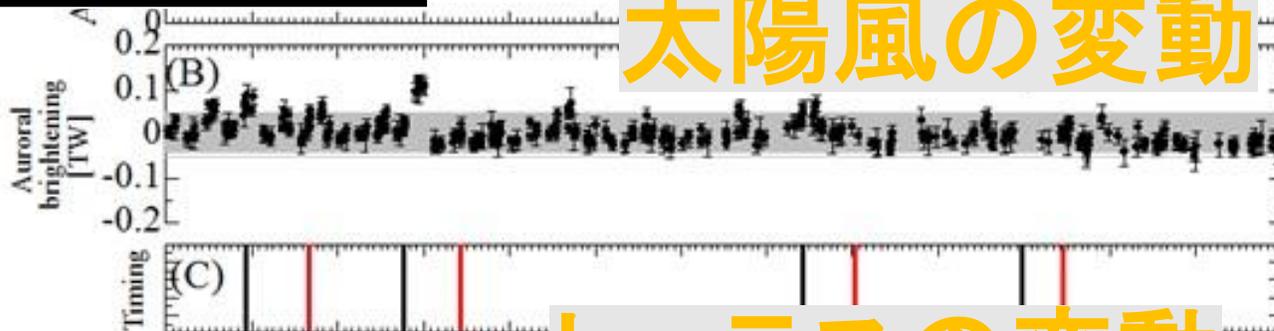
人工衛星「ひさき」
(2013-present)



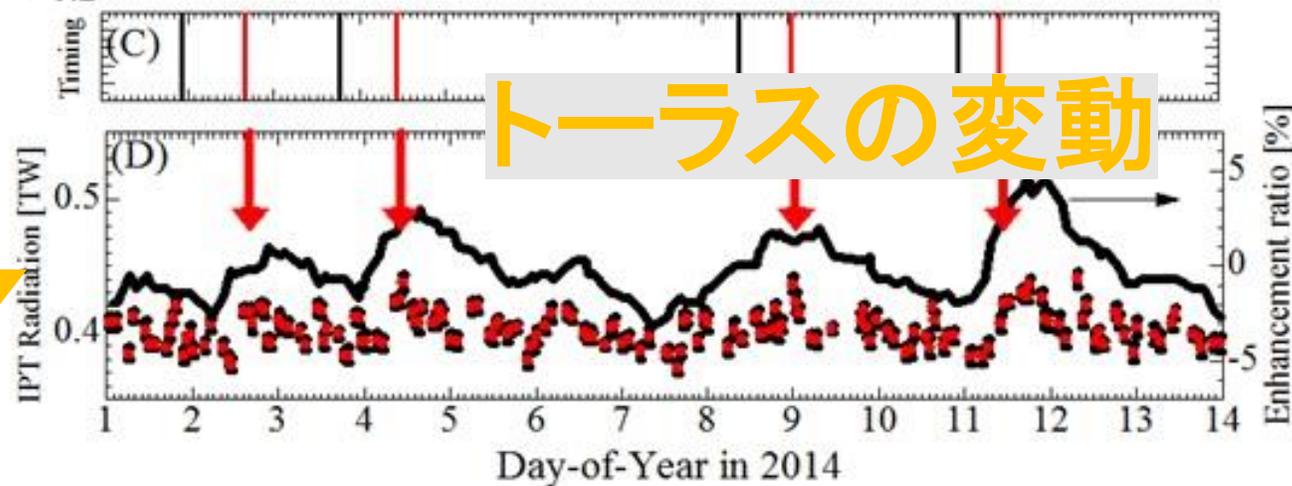
オーロラの周期変動



太陽風の変動



トーラスの変動



木星オーロラ

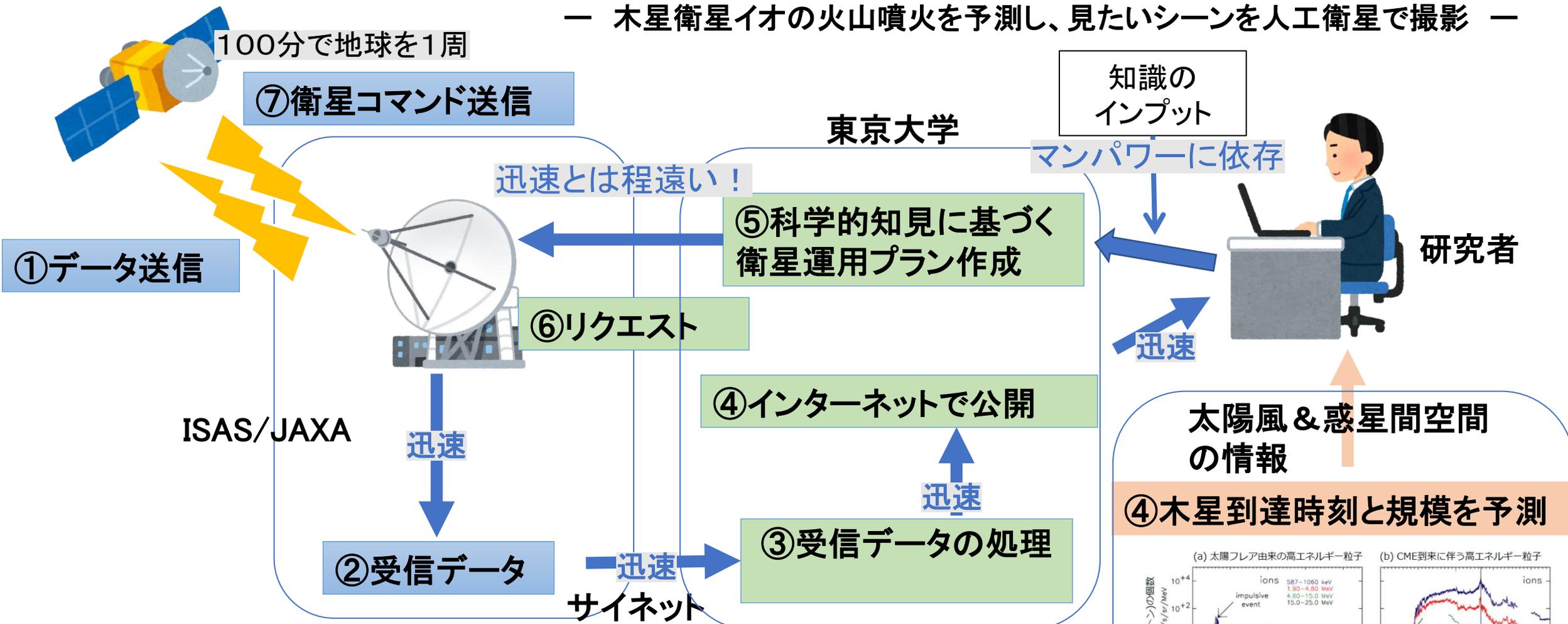
太陽風

トーラス

人工衛星「ひさき」

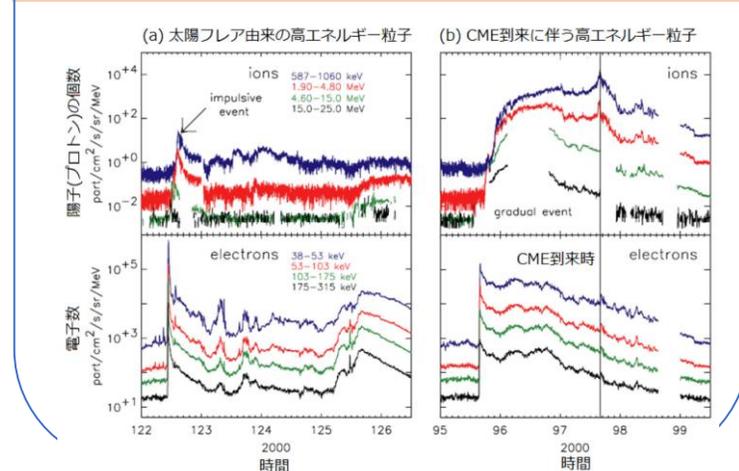
宇宙望遠鏡「ひさき」と地上大型望遠鏡の連携

— 木星衛星イオの火山噴火を予測し、見たいシーンを人工衛星で撮影 —



太陽風 & 惑星間空間の情報

④木星到達時刻と規模を予測



木星衛星イオの火山の様子 赤外線画像

Jan. 14 Jan. 15 Jan. 16 Jan. 22 Jan. 26

地上望遠鏡局 @スペイン、ハワイ等

2021/01/14 15:40-15:55 講演6 人工衛星の撮影する高解像度画像の応用と柏キャンパス運用局への期待

惑星科学の研究者は

惑星大気/プラズマに起こる

見たい現象の始まり(兆候)を検知し、

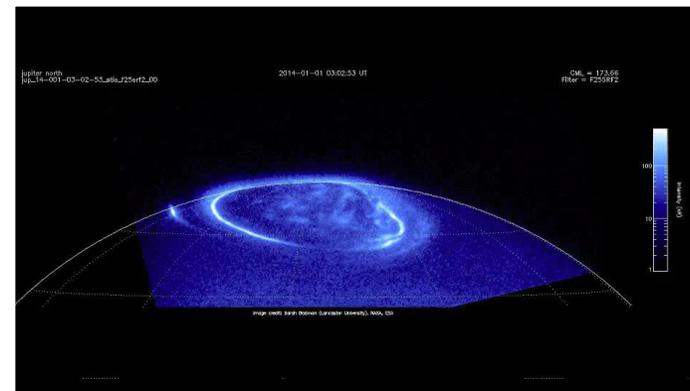
現象の一部始終を記録する

努力を続けています。

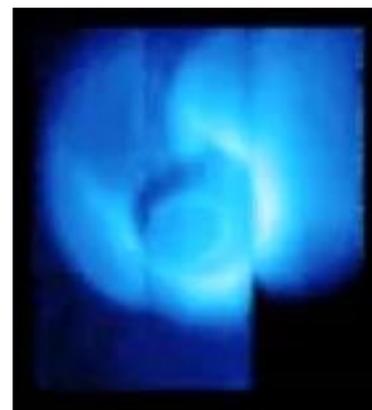
この努力の仕方

(人工衛星ならびにデータ収集一式)を
社会インフラとして利用できないか？

と常々考えていました。



木星のオーロラの様子



地吸周辺のプラズマの様子

柏キャンパスの衛星運用局

JAXAの衛星運用室

柏キャンパス スマートアンテナ局(衛星運用室)



現状学生2名で運用



S-, X-バンドアンテナ(柏キャンパス、国立大学改革強化促進補助金(H30)、超小型衛星開発拠点設置事業(H26-H30)にて整備。R3.3に3号機を増設予定。

東京大学工学系研究科の開発した「ほどよし1号」の運用



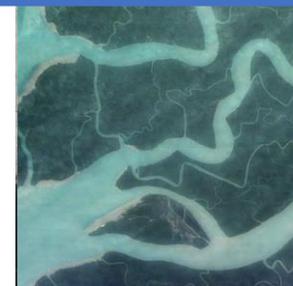
マウナ・ロア(ハワイ島)火山



西パプア(インドネシア)
違法伐採の監視



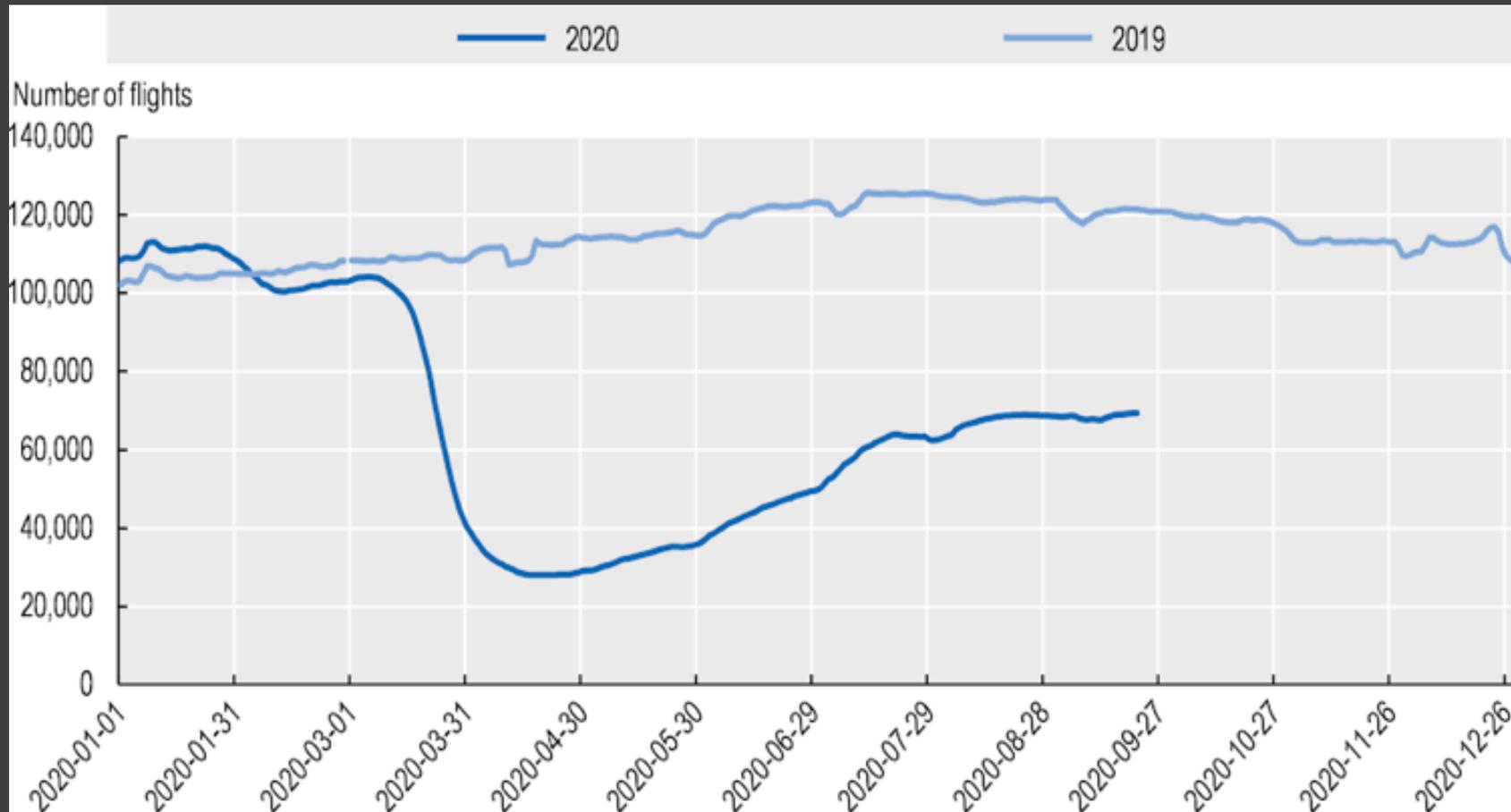
マナグア(ニカラグア)
火山(観光地)



コア・カラマツ(パキスタン)
海岸線

衛星画像を用いた研究活動

1. コロナ禍の航空産業



- **Figure 1.** 7-day moving average of the number of commercial flights per day (UCT time), which includes commercial passenger flights, cargo flights, charter flights and some business jet flights based on [1].

typically visit Spain each year. Even among the Spanish, this rural, off-the-beaten path destination retains an aura of mystery, as befits somewhere many have heard about, but few have visited.

It's not for nothing a local grassroots political organization, which last year got its first MP elected to the Spanish parliament, chose to name itself "Teruel Existe" ("Teruel Exists"), a mission statement that hopes to place this territory back on the map.



【最新のTV情報】

2020/12/07 BS1 【ワールドニュース】

<フランス・F 2> コロナ禍の影響で満杯状態の駐機場

15日以降の航空機の予約はエールフランスで4倍となっており、エールフランスでは昨年の同時期より55%の便を運航する予定。しかしコロナ禍の航空産業が不況に立たされていることには変わりではなく、陸にとどまる多くの飛行機は今のような形で待機しているのか。ヨーロッパにおける航空機の駐機場提供とリサイクル事業のリーダー的存在である会社は保有する4つの駐機場が現在満杯で230機が駐機している。駐機している航空機にも入念なチェックを行う。引退するリサイクルの解体も行っている。



Image © 2020 CNES / Airbus

飛ぶ予定のない航空機はどこに？

00時02分更新 リアルタイム[更新]

SNSで話題「コロナすげーわ」..

予備の駐機場を準備している空港(国)は？

【ラグビー】トップリーグ感染者

緊急事態宣言 3府県と愛知 岐阜..

Deep storage

What is certain is that Covid-19, or its aftershocks in the travel sector, has raised Teruel Airport's

航空機のメンテ部品はどこに集めるのが得策か？

That's been the case for Teruel Airport, and it's not alone, but they do it themselves.

The same is true for other major aviation hubs, with "Teruel ham" having its own protected designation of origin, makes it also a top choice for those airlines that have excess capacity in their fleets.

"The climate in Teruel is suitable for 'deep storage', a condition in which the aircraft can remain for a long period of time without major maintenance work and is preserved in the best possible way for a later resumption of operations," a spokesperson for German flag-carrier Lufthansa tells CNN Travel.



人工衛星の撮影した画像から、主要空港の状況を調査

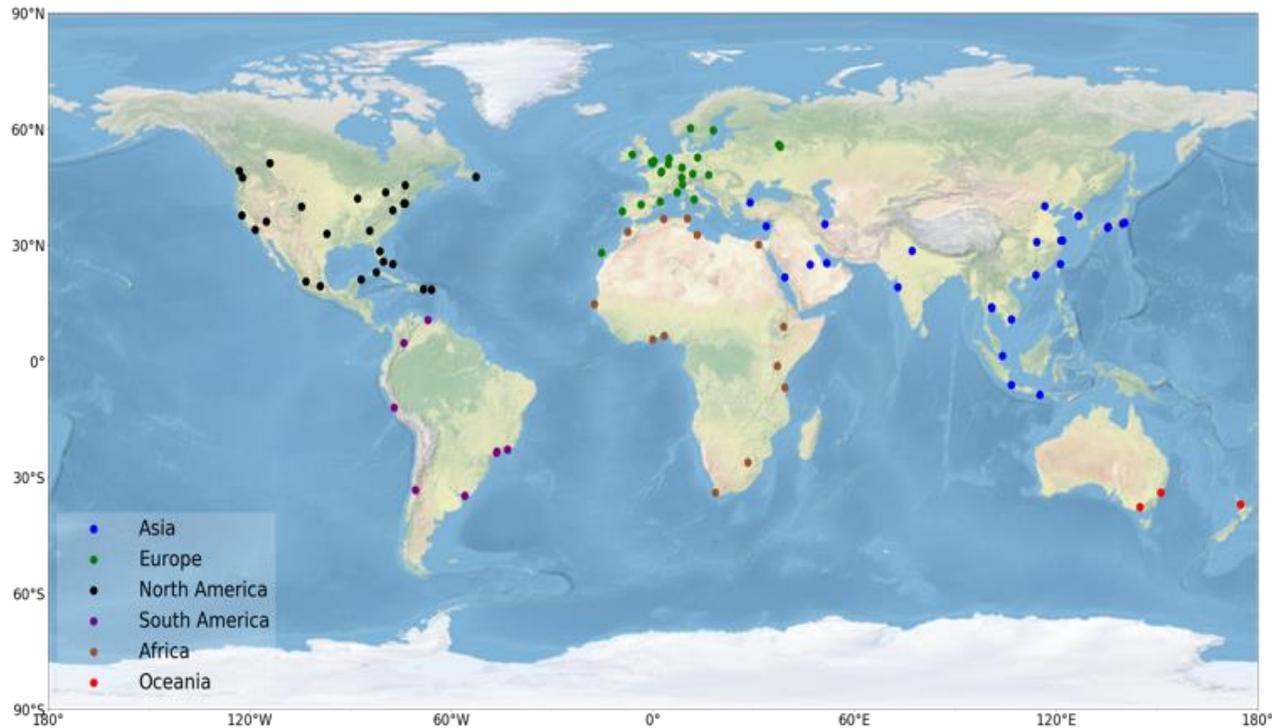


Figure 2. The coordinate locations of 100 large airports selected globally for this study.

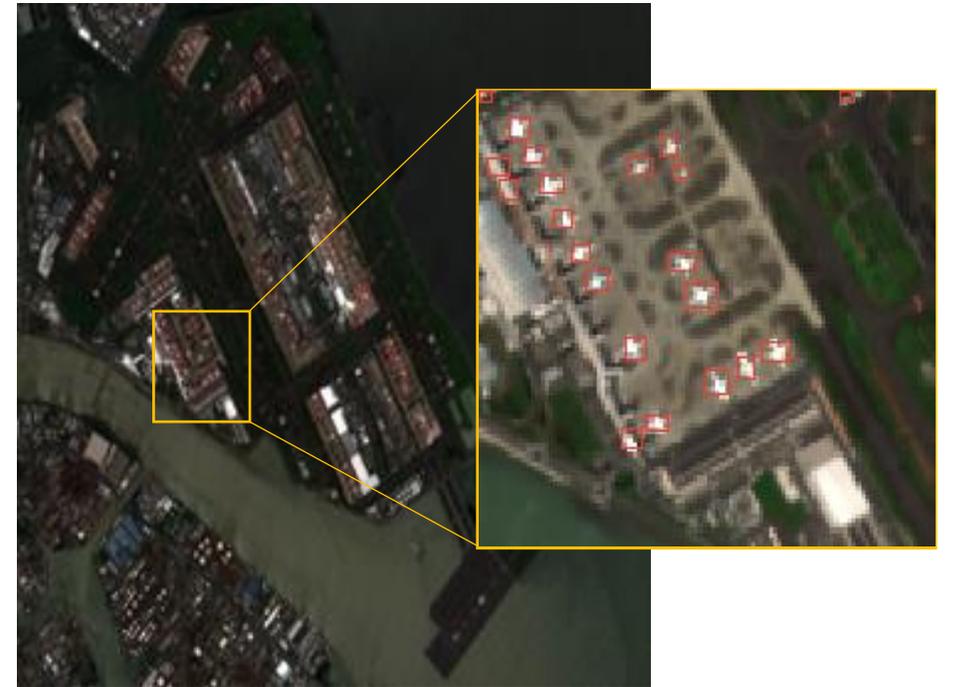
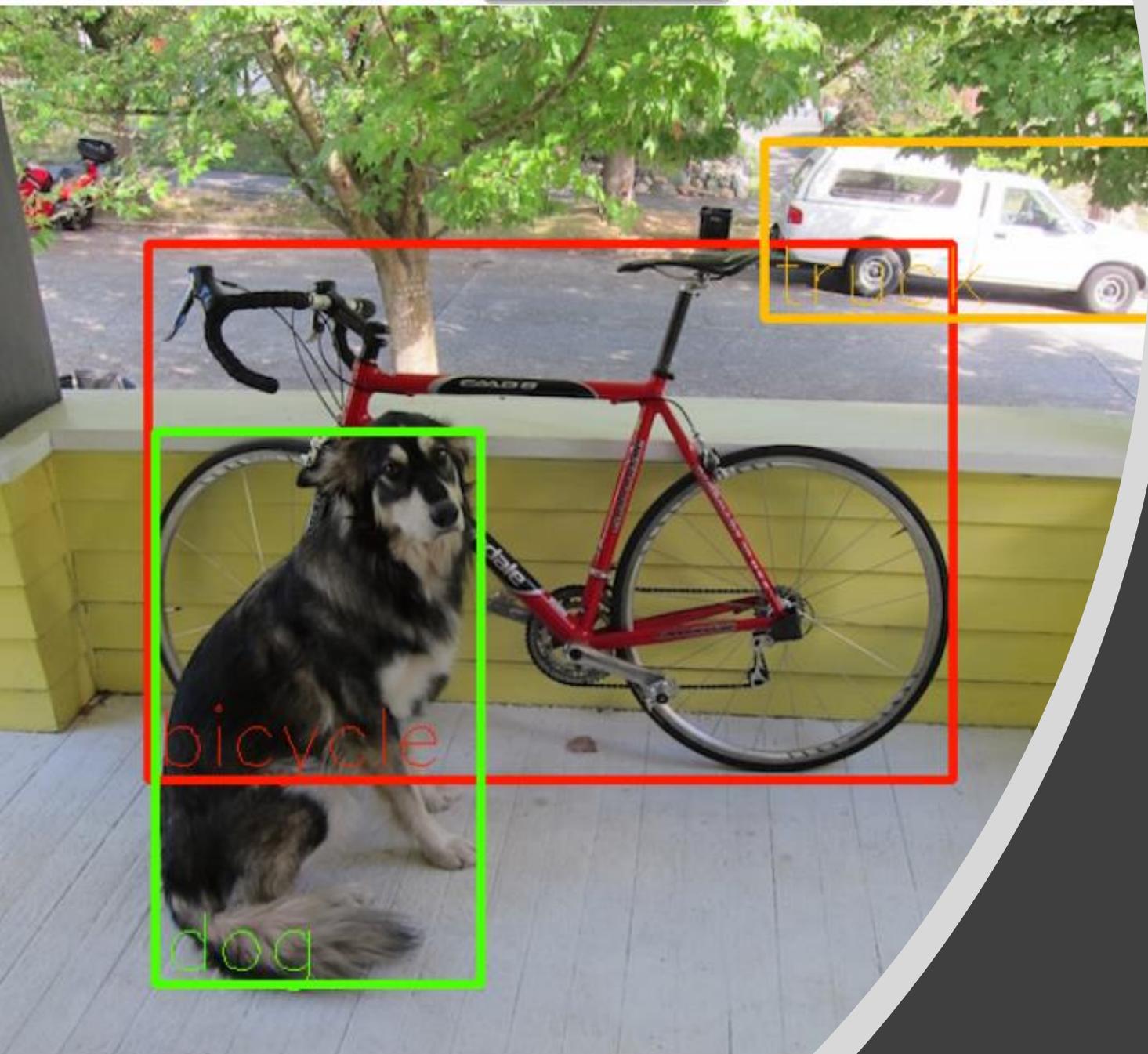


Figure 6. An example of the result of airplane detection in a satellite image of Tokyo International Airport (HND) in August 2020.

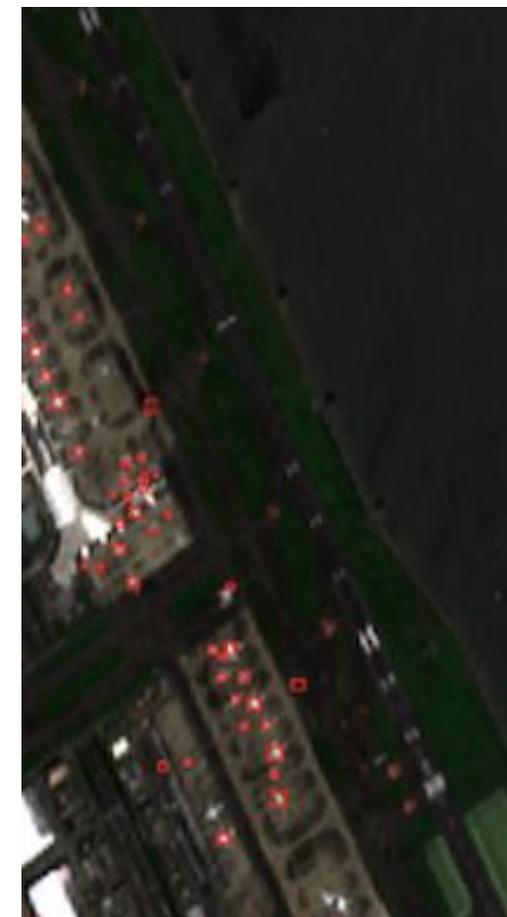
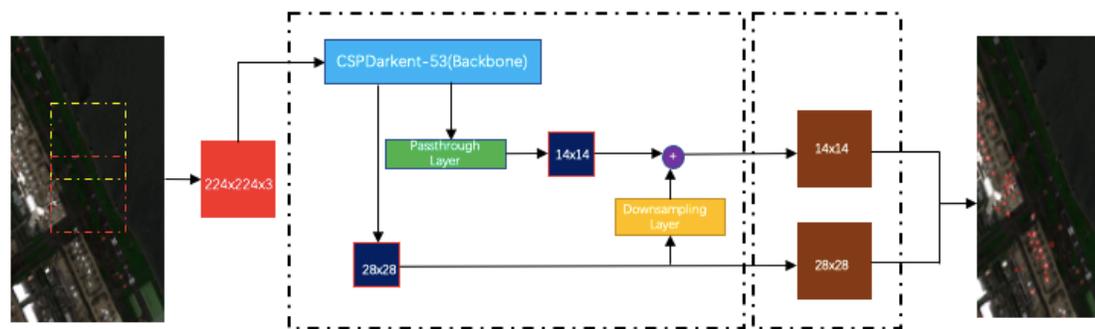
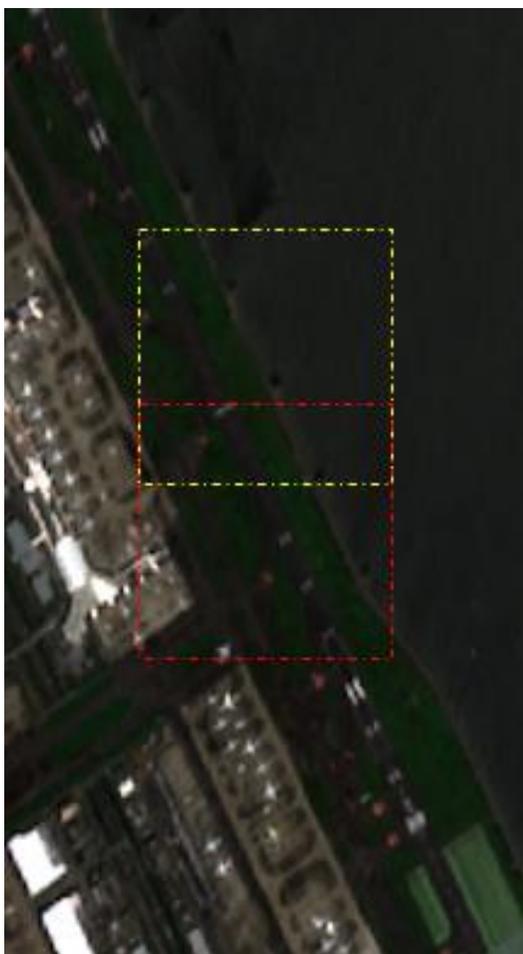


YOLOv4 : 物体を検出する機械学習モデル

一枚の写真の中の物体を検出するYOLOシリーズの最新版です。YOLOv3までの作者のJoseph Redmonは2020年2月に開発終了を発表しており、YOLOv4はDarknetのWindows版を開発しているAlexey Bochkovskiyによって開発されました。(YOLOv4 : 物体を検出する機械学習モデル - axinc - Mediumより引用)



Figure 5. The overview framework of our method based on YOLO-v4 for satellite imagery



アジア主要空港

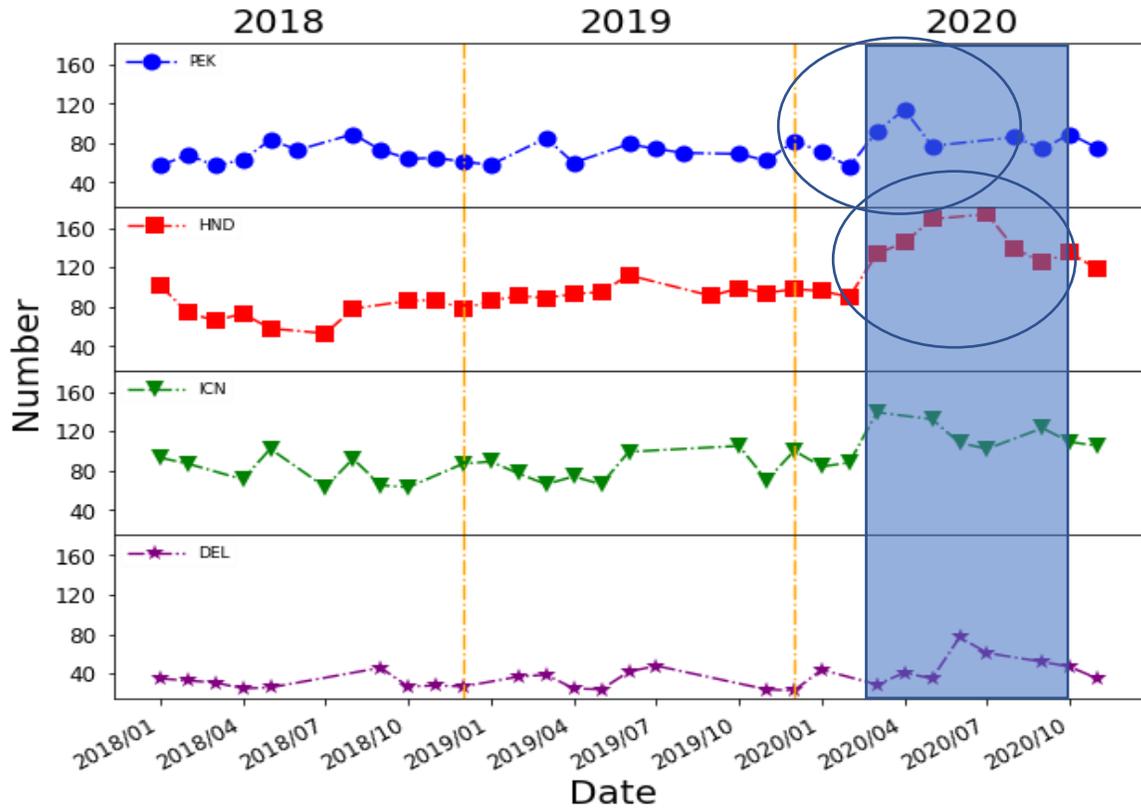


Figure 7. Results of the number of airplanes detected at four Asian airports (PEK, HND, ICN, DEL) since January 2018 to November 2020.

欧州主要空港

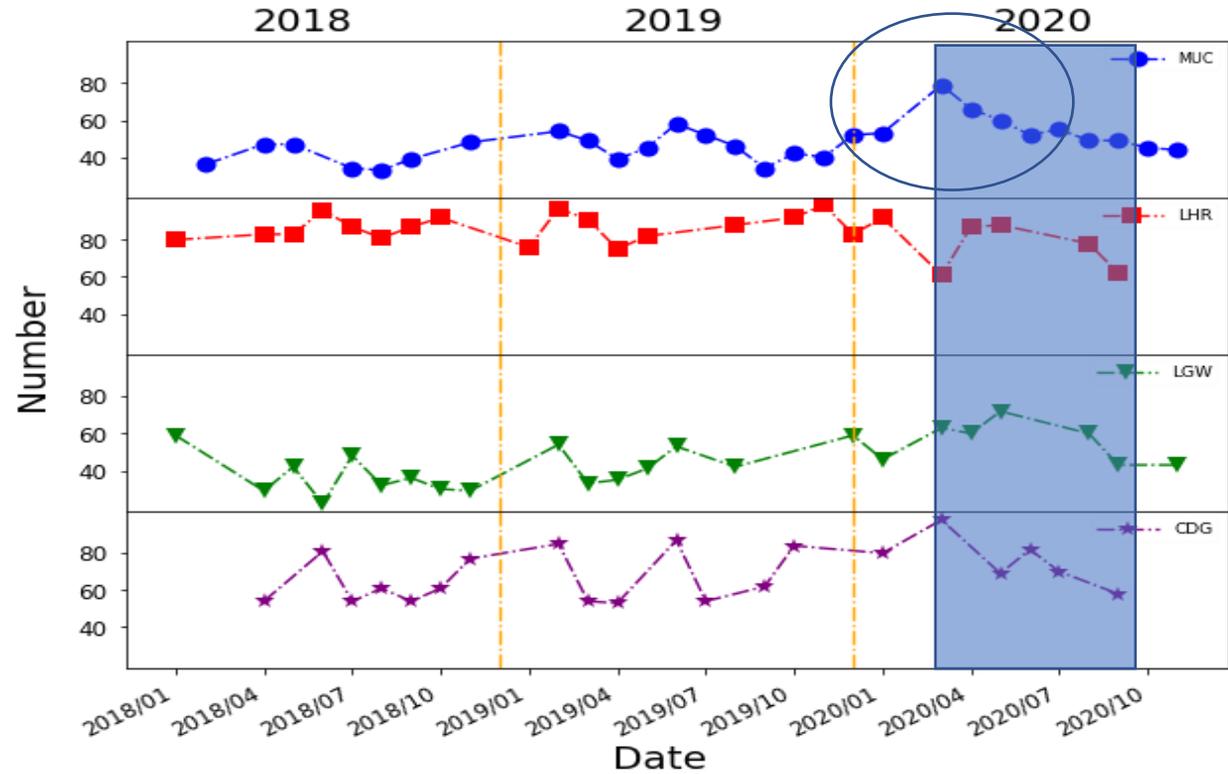


Figure 8. Results of the number of airplanes detected at four European airports (MUC, LHR, LGW, CDG) since January 2018 to November 2020.

アジアの空港、ミュンヘン空港はコロナ禍の初期に駐機数が増えている。

北アメリカ主要空港

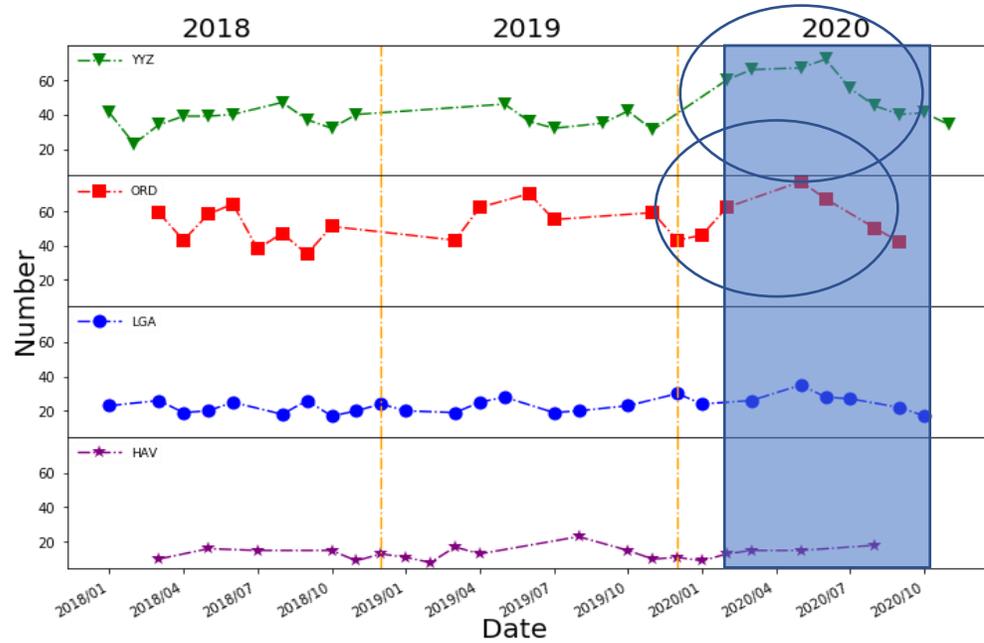


Figure 9. Results of the number of airplanes detected at four North American airports (YYZ, ORD, LGA, HAV) since January 2018 to November 2020.

アフリカ主要空港

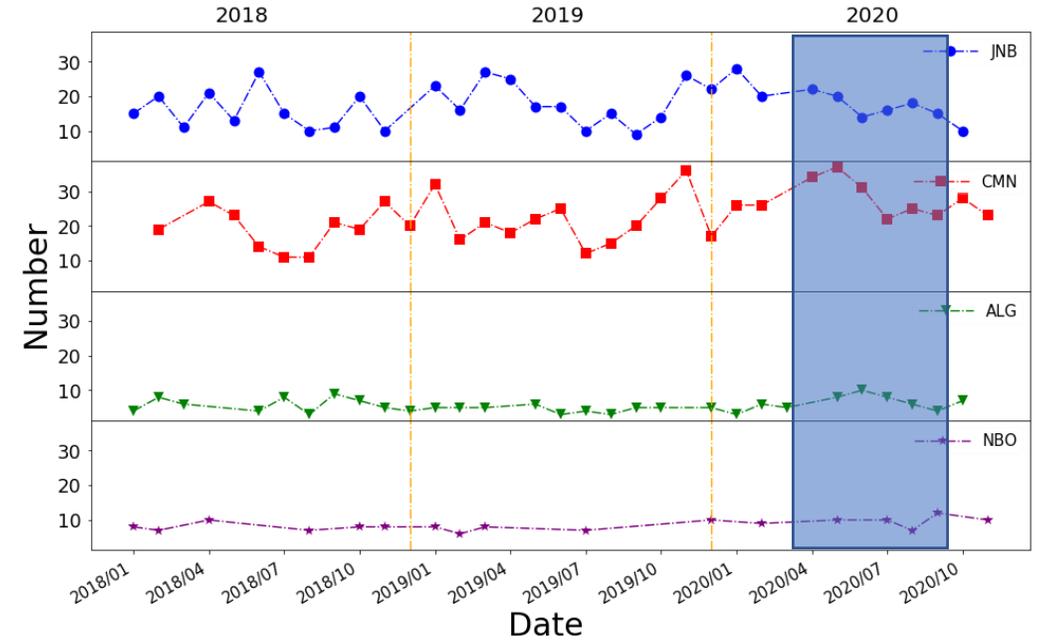


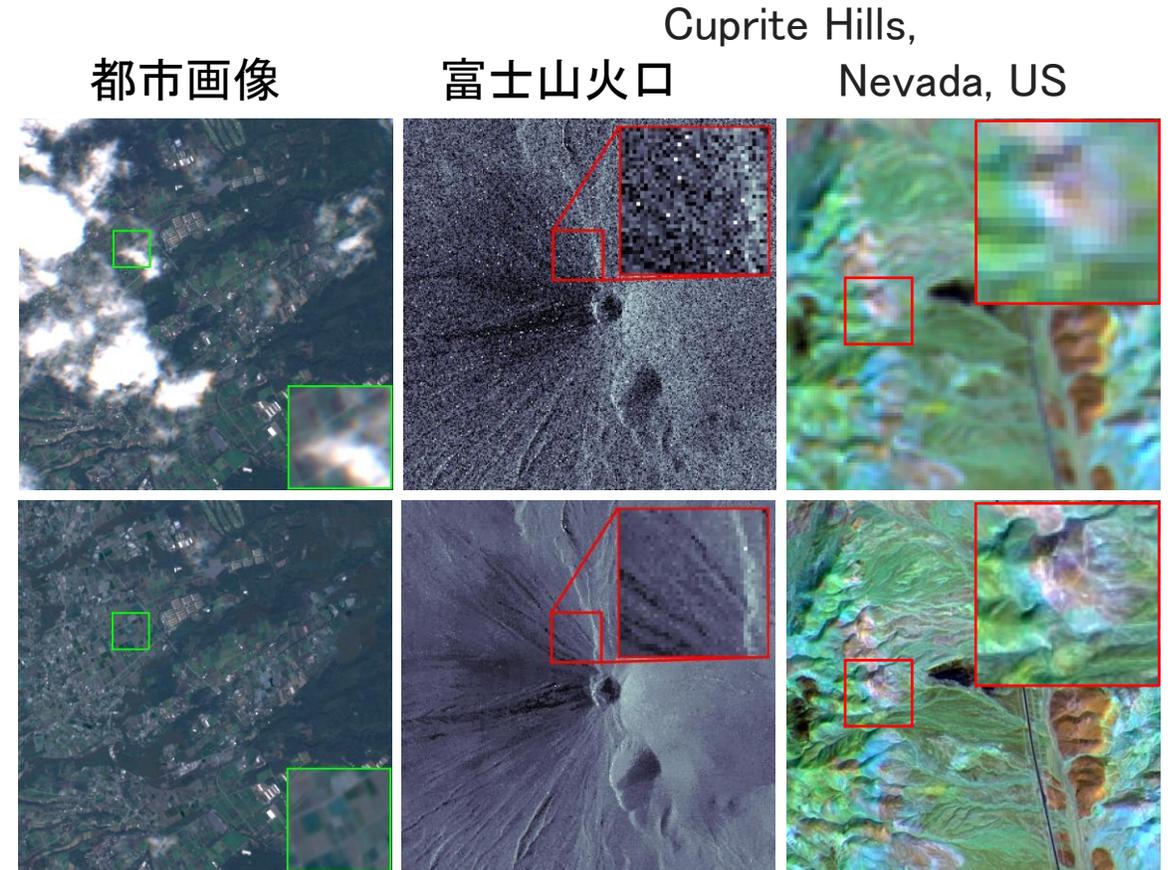
Figure 10. Results of the number of airplanes detected at four African airports (JNB, CMN, ALG, NBO) since January 2018 to November 2020.

オークランド、トロント空港はコロナ禍の初期に駐機数が増えている。

2. 地球観測を支える画像再構成 の紹介

地球観測を支える画像再構成

- 衛星画像には、センサ特性や大気条件に起因する不完全性が存在
 - 欠損(雲)
 - ノイズ
 - 低解像度
- 数理最適化・機械学習・信号処理により、不完全な多次元観測データから元の信号を復元
- 人の視覚を超えるセンシング技術の高度化



左:雲の除去, 中央:SAR画像のノイズ除去, 右:ハイパースペクトル超解像(鉱物の同定)

学習データ不要な深層学習画像融合

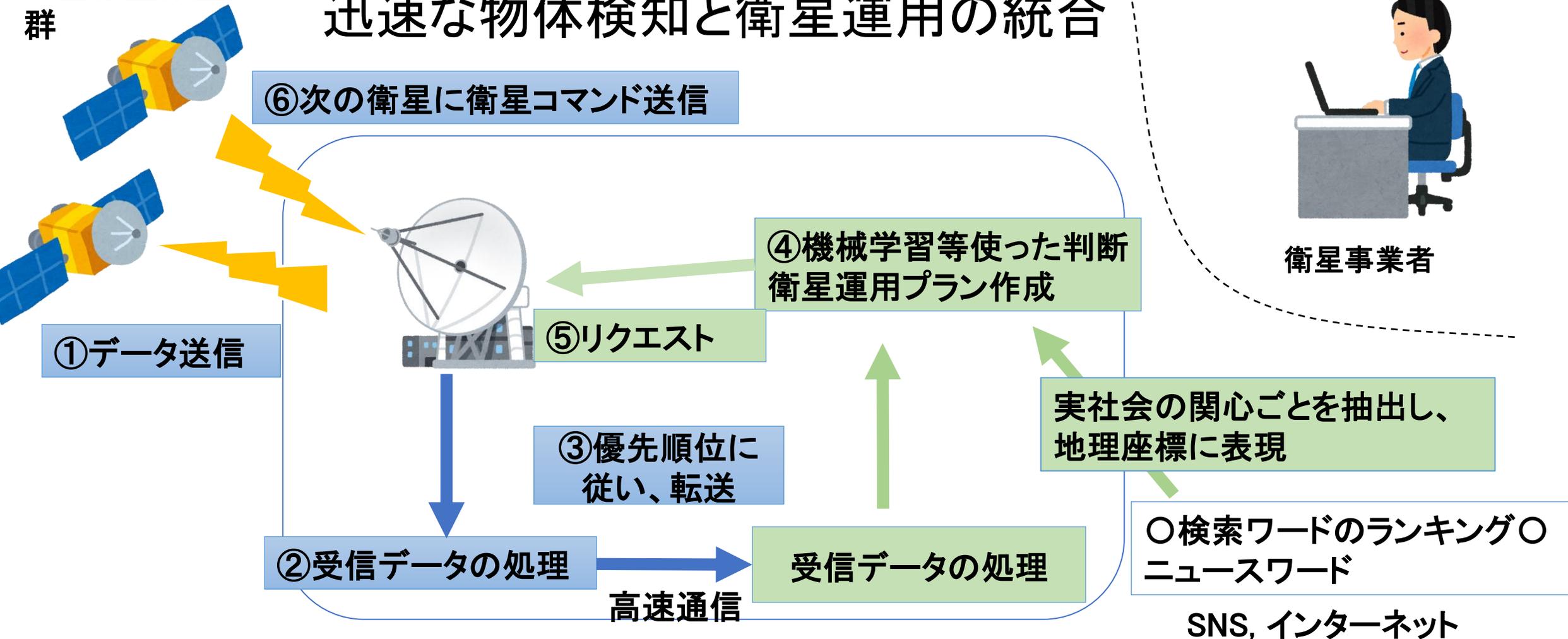


- 深層畳み込みニューラルネットワークの特性を生かした学習データ不要な画像融合に基づく超解像技術を開発 Uezato, Hong, Yokoya, He (ECCV2020)
- 複数の画像融合タスクで世界最高性能を実現

データ解析・サービス提供に
注力

(まだ完成していない)
迅速な物体検知と衛星運用の統合

小型衛星衛星
群



まとめ と 展望

より踏み込んだ人工衛星の活用 — 迅速な事象検知と「今必要な」データ を取る衛星運用 —

- 衛星運用設計に人工知能 (Artificial Intelligence; AI) を用い、超小型衛星群による地球規模の計測を自律化を目指しています。

- 見たいものを逃さない

- 事後解析から予測へ

(プロ野球中継のコメントータ的な活動からの脱却)

- 人工衛星を開発するチーム、搭載カメラを開発するチーム、人工知能を用いた物体検知を得意とするチーム、このようなデータを活用できるチームに柏キャンパスのインフラを組み合わせた衛星観測網を整備し、社会インフラとして活用したい。

- 東大工学系の開発した「ほどよし1号」の運用による実績あり

1号機 Xバンド

2号機 Sバンド