

宇宙天気情報プラットフォーム技術と電離圏データベースの研究開発

西塚直人、埜千尋、津川卓也、永原政人、久保勇樹、西岡未知、塩田大幸、中溝葵
国立研究開発法人情報通信研究機構電磁波研究所 電磁波伝搬研究センター宇宙環境研究室

<https://plus.sugumail.com/usr/nict/home>



■ 宇宙天気予報と予報情報提供手法

太陽活動によって宇宙環境は日々変化し、地上の通信放送など社会インフラに影響することがあります。この日常的な変化や影響を「宇宙天気」と呼び、NICTでは太陽活動や電離圏を毎日監視しながら「宇宙天気予報」を業務として行っています。予報情報をウェブやメールで配信し、ガイドラインを公開して利用を促進しています。

■ 新宇宙天気イベント通報 (SAFIR)

<https://swc.nict.go.jp/safir/>

SAFIR : Space weather Alert For social Impacts and Risks

- 従来の自然現象の規模による警報基準ではなく、社会的影響を踏まえた新警報基準を採用
- 社会インフラへの異なる影響を業界ごとに明示し、インフラ運用者が使いやすい情報に
- ユーザー視点での基準。科学専門用語ではなく、各運用現場での用語で記述



■ 宇宙天気情報利用ガイドライン

- 防災・減災のための具体的なアクションのための宇宙天気情報利用ガイドライン
- 通信・放送、宇宙システム運用、航空機運航などの各業界における異なる影響と対策のまとめ
- 予報や現況情報を見てからの防災・減災の行動や、BCP策定の参考に

■ 宇宙天気情報APIプラットフォーム

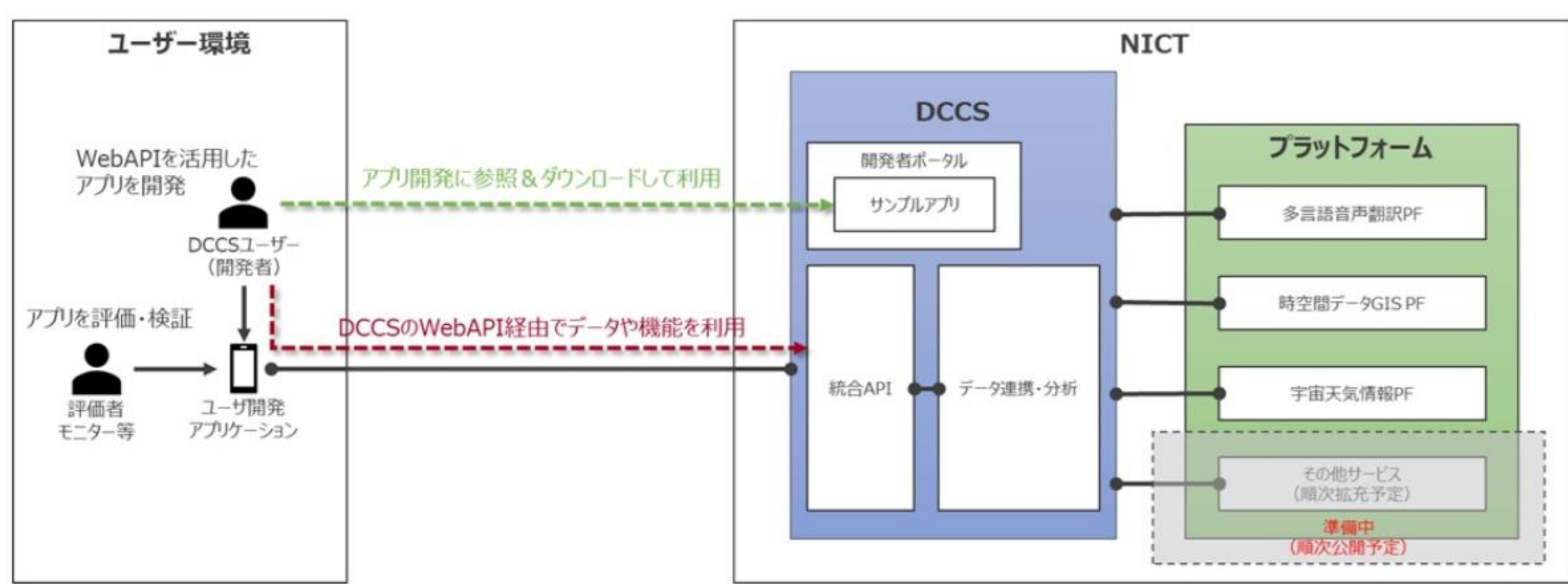
- 民間企業からのニーズにより、APIでデータ提供する方法を開発 (本プロジェクト)
- データ連携により、民間企業のシステム上で確認可能に。アプリ開発も可能。

宇宙天気のビジネス化に向け、APIも含め商用利用可能な公開にしていくことを検討。気象データのように民間独自にアプリやサービス開発が可能な土壌作りへ。

■ 宇宙天気情報APIプラットフォームの概要

DCCSによるAPIプラットフォームの構築

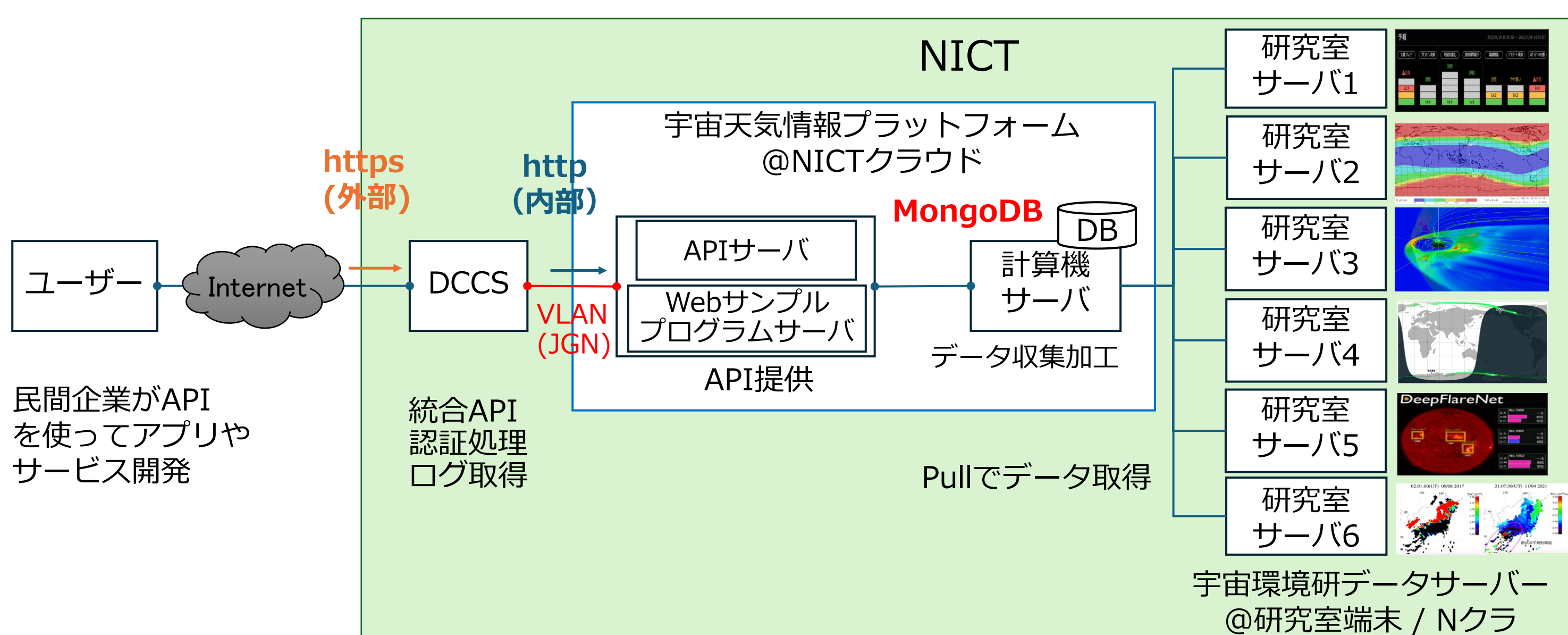
- DCCS (Data Centric Cloud Service) はNICTの多様なデータをWeb APIとしてユーザー提供し、アプリ開発を可能とすることを目的としたテストベッド。
- 宇宙環境研の宇宙天気データのAPI公開についてDCCSと相談実施。商用展開の前段階として、DCCSよりデータ提供し、ユーザーニーズ等の調査・把握を実施。



<https://testbed.nict.go.jp/dccs/>

システム全体の概要

- NICTクラウド上に計算機サーバ、APIサーバを構築。計算機サーバには定期的に宇宙環境研究室サーバからデータを取得&加工し、Mongoデータベースとして保存。
- ユーザーがDCCSにデータをリクエストすると、DCCSは認証処理の上でAPIサーバへリクエストを転送する。APIサーバはリクエストされたデータをデータベースから取得しレスポンスとして返す。



■ APIデータ提供による宇宙天気情報

- DCCSからAPI経由で提供する宇宙天気情報は以下の7件。

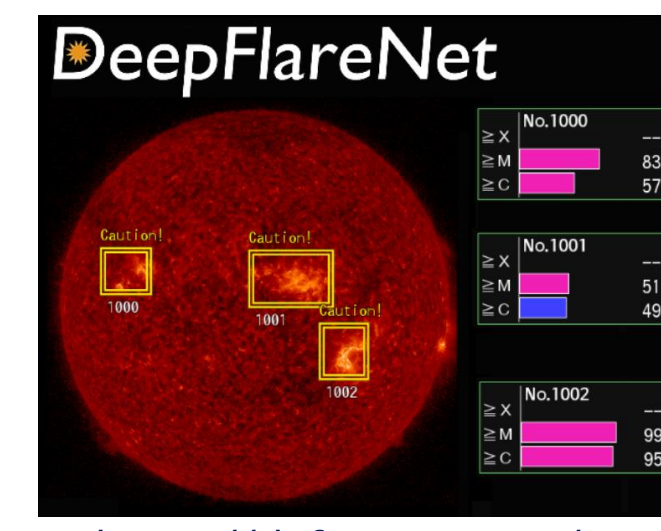
データ名	フォーマット	説明
宇宙天気予報インジケータデータ	数値データ JSON	宇宙天気予報Webサイトで提供している予報インジケータのデータ。
電離圏電子密度データ	数値データ JSON、画像	電離圏 (大気上層部のイオンと電子に電離した領域) における電子密度のデータ。
電離圏擾乱指数データ	数値データ JSON、画像	電離圏における電子密度の増減 (擾乱状況) を指数化したデータ。
オーロラ予測データ	数値データ JSON、画像	オーロラ発生予測のデータ。
静止軌道プラズマ物理パラメータ	数値データ JSON	静止軌道でのプラズマ物理量 (時間・圧力・密度・温度・乖離電位) データ。
太陽フレアAI発生確率予測	数値データ JSON	太陽フレアの発生確率をAIモデルで予測したデータ。
太陽放射線被ばく線量推定マップ	数値データ JSON、画像	高度ごとの放射線被ばく線量マップ。

▶ 宇宙天気予報インジケータ



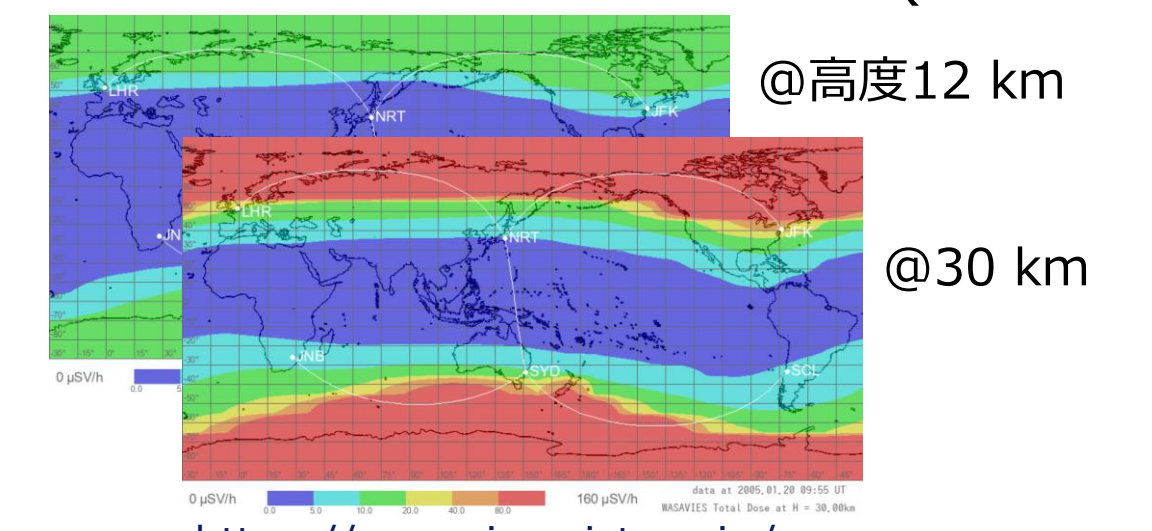
<https://swc.nict.go.jp/>

▶ 太陽フレアAI予測



<https://defn.nict.go.jp/>

▶ 航空機被ばく警報システム(WASAVIES)

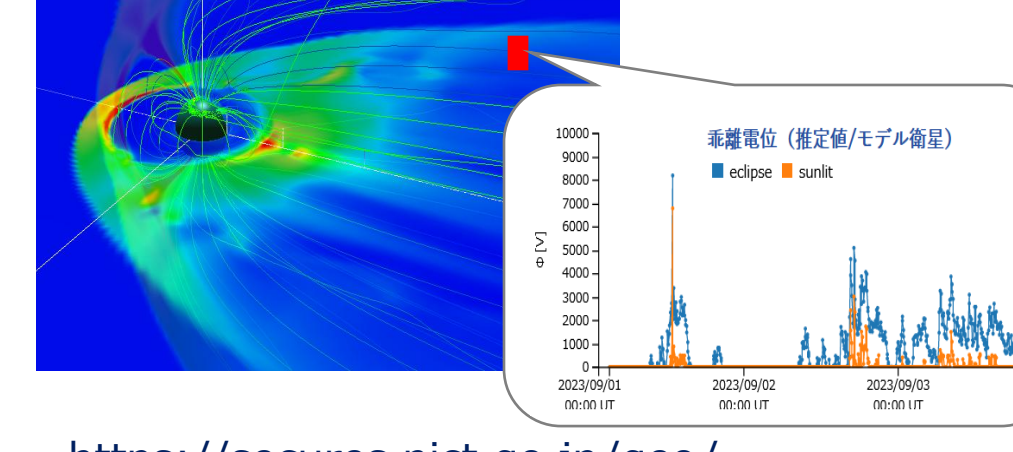


<https://wasavies.nict.go.jp/>

→ 関連全分野 (通信・航空・衛星・電力など)

→ 航空分野・宇宙旅行 (航空機の運航)

▶ 衛星表面帯電リスク評価システム (SECURES)

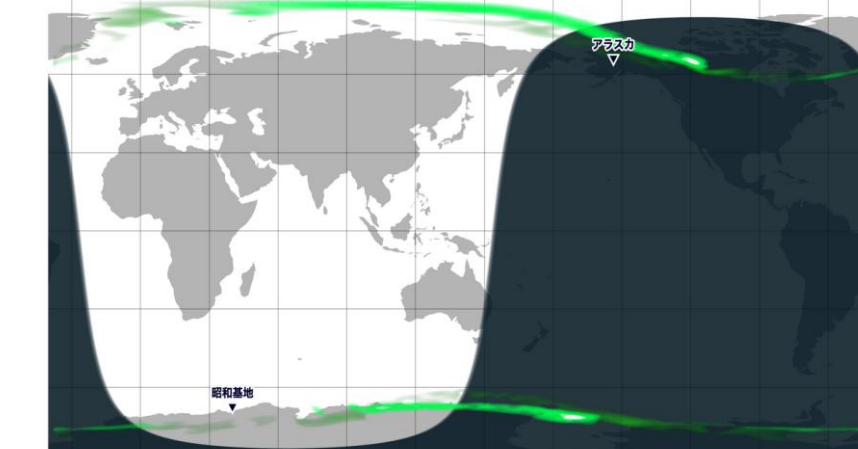


<https://secures.nict.go.jp/geo/>

静止軌道上での衛星帯電推定値を表示

→ 衛星運用分野

▶ オーロラアラート

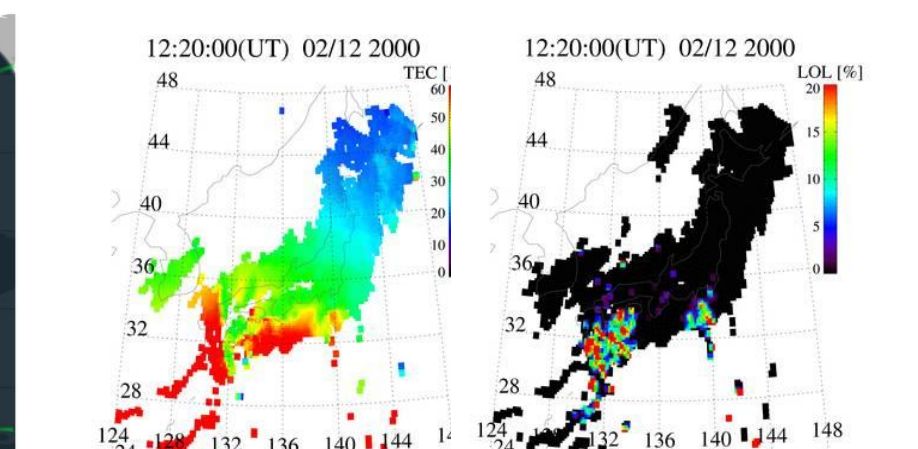


<https://aurora-alert.nict.go.jp/>

オーロラ出現地域を予測

→ 旅行観光分野

▶ GEONET GPS全電子数(TEC)



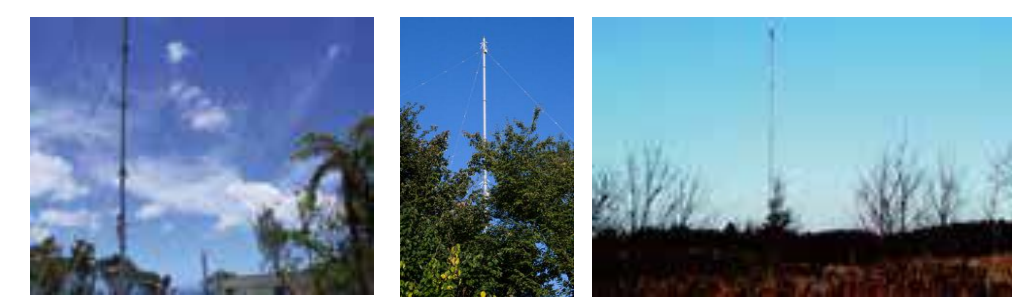
TECマップ ROTIマップ
GNSS測位誤差アラートに活用

→ 衛星測位分野 (高精度測位, ドローン, 自動運転)

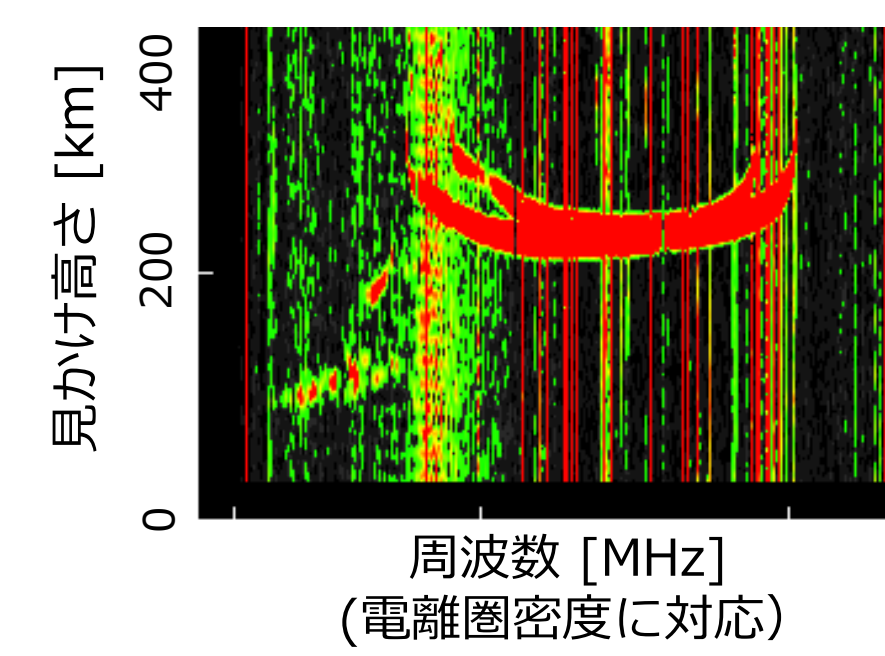
■ 電離圏データベース

NICTではイオノゾンデ観測を国内4地点で行うことで、電離圏の監視を常時行っています。また、観測から得られるイオノグラム画像を解析することで、電離圏の電子密度や高さをリアルタイムに把握し、ウェブ公開しています。

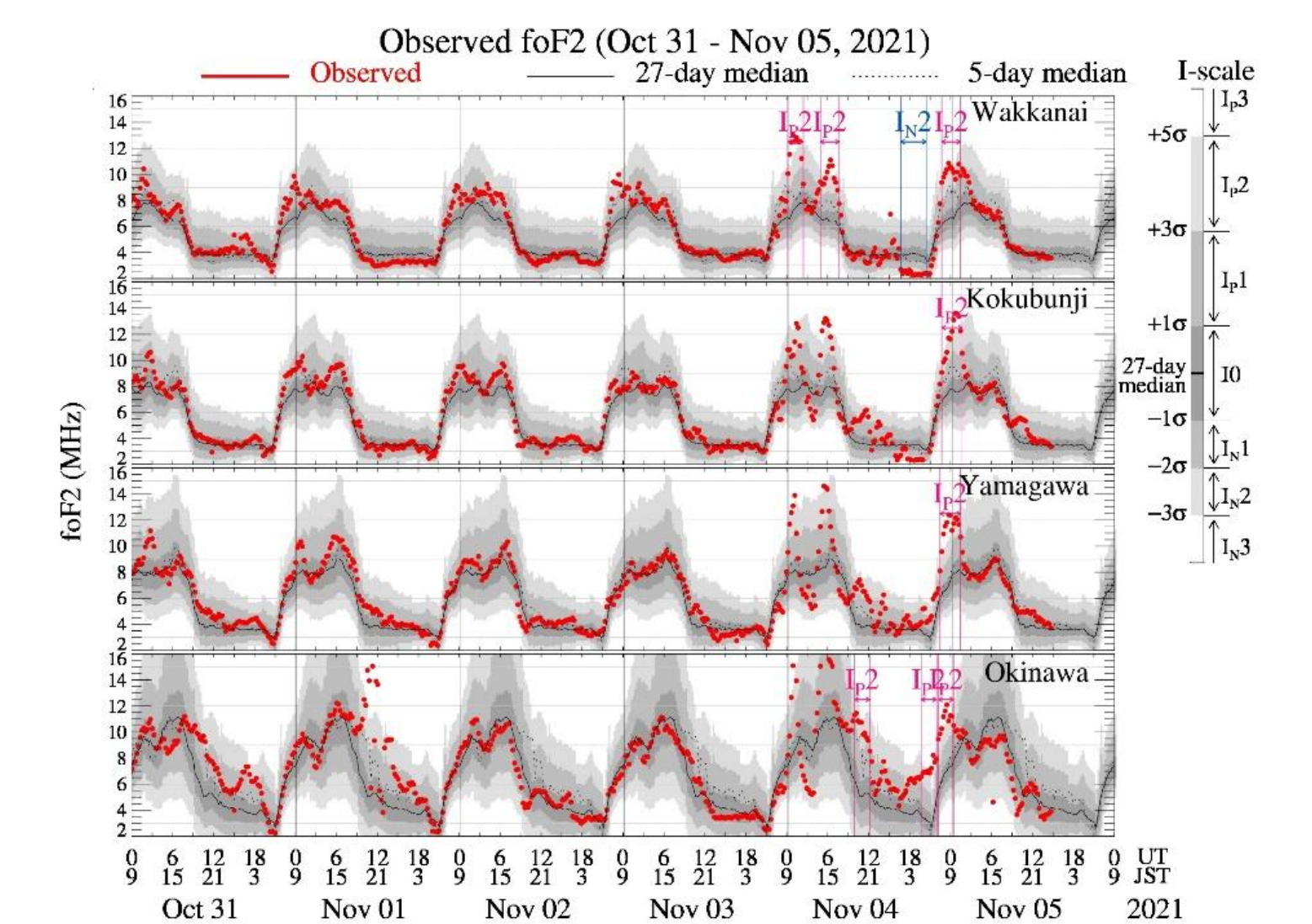
イオノゾンデ (沖縄・東京・北海道)



イオノグラム



見かけ高さ [km] 周波数 [MHz] (電離圏密度に対応)



システム全体の概要

- 国際データセンター(WDC)として、国内のイオノゾンデ観測データや手書きの電離層観測記録などをアーカイブ化。
- 磁気圏の乱れによる電離圏嵐 (電子密度の乱れ) を観測し、電波通信への影響を監視・予測。
- NICTの電離圏情報は、AMラジオや衛星通信に影響を与える上空の電波環境を知るために重要な役割を果たしています。

■ まとめと今後の展望

- 本プロジェクトによる宇宙天気情報プラットフォーム技術の研究開発によって、宇宙天気情報のAPIデータ提供環境を構築した。DCCS、NICTクラウド、宇宙環境研究室の連携によりシステム開発を行い、民間提供可能な体制を確立しました。
- 現在、数社からDCCS利用申請を受け、共同研究契約、データ提供を開始しました。今後、徐々に提供先や提供データを増やしていくと共に、フィードバックを得ながら使い勝手の改善を図ります。
- 国内電離圏定常観測データベースをNICTクラウド上に構築し、安定したリアルタイム情報配信を行っています。
- 今後の宇宙天気ビジネス化に向け、今後ともご支援ご協力をお願い致します。