

# 大規模衛星データの農業利用を目的としたスケーラブルな API、 及びアプリケーションの開発

西内 俊策\*、井上 駿\*、加藤 優介\*、小林 七海\*、Rassarin Chinnachodteeranun\*\*、本多 潔\*\*\*

\*名古屋大学大学院生命農学研究科、\*\*株式会社 ListenField、\*\*\*中部大学中部高等学術研究所

## 1. はじめに

圃場栽培作物の生育状況の可視化と過去との比較は、農業上の意思決定、及び最適化において基盤となる手法である(文献:1)。大規模衛星データプラットフォームの利用により、多波長から成る非可視光情報を用いた植生指数の算出とそれに基づく圃場作物の生育診断が可能となり、広域を対象に現在と過去の比較を可能にする解析モデルは農業クラウドサービスの根幹的なシステムとして今後の拡大が期待される(文献:2, 3; 図1)。

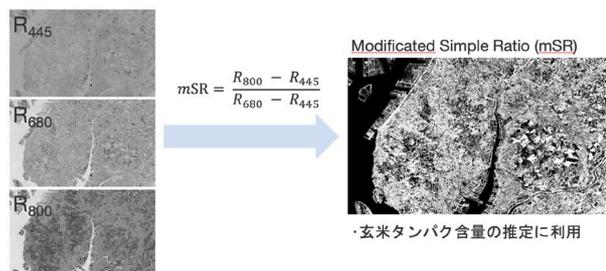


図1. 衛星リモートセンシングデータの利用例

3波長の反射率 (R) から算出される Modified Simple Ratio (mSR) は、玄米タンパク含量と相関を示すことが知られており、水稲生産現場における広域生育診断に利用される。

一方で、リモートセンシングデータの農業分野での利用においては、個別の研究者や技術者が時間をかけながらプラットフォームへのデータアクセスプログラム、解析プログラムを書き下ろし、それぞれの応用事例について個別の解析・モデルの開発を行なっているという現状もあり、一般的には衛星のデータはまだ解析コストが高く、利用は限定的である。そのため、グローバルなプラットフォームは高いスケーラビリティを提供しているが、個別の利用ケースではその特性を生かしているとは言えず、そのため適用事例を拡大(スケール)することができていない。スケーラビリティは地球規模である SDGs の目標を達成するには死活的に重要であることは言うまでもない。

そこで、大規模衛星データの農業分野での利用普及には、農業アプリケーションに最適化され、データを解析に最適な形式で手軽に参照できる API、ならびに研究者や農業関連利用者が衛星データ利用の利点に気付く為のアプリケーションが必要だと考えた。

本申請課題では、農業現場での衛星データの利用と普及に先立ち、スケーラブルなアプリケーションに利用可能なデータ API を設計・実装し、その上にアプリケーションを開発する。そして、牧草の季節変化を追跡する研究など、実際に研究や調査を遂行するケースにおいて、アプリケーション開発工程、処理に掛かる時間といった定量的な評価軸を用い、開発アプリケーションが大規模衛星データの農業分野における利用に貢献するかどうか検証を行うことを目的とする。

## 2. 方法

### 2. 1. データ API の設計開発

大規模衛星データプラットフォームにアクセスし、必要な情報を簡便に抽出する API を、既存の Sentinel Hub API(文献:4)を拡張する形で実際の利用ケースを念頭に置きながら設計・開発した。本研究では、大規模衛星データプラットフォームである Sentinel Hub をデータ取得先とし、特に将来の発展性を踏まえ、簡易に利用できることと、拡張性を確保するために必要十分な出力をもつこと、の2点に考慮して開発を行った(図2)。以下に開発したデータ API の要件、及び仕様を示す。

- 既存の Sentinel Hub API を利用し、Sentinel Hub から Sentinel-2 L2A 衛星データを取得できる。
- GeoJSON を位置情報の入力とし、起点となる日付と終点となる日付を時間情報の入力とする。
- GeoJSON で指定した領域の衛星データを取得し、観測日、利用可能な全バンドの Array(平均したデータ)、NDVI 値を出力できるようにする。
- 同領域の雲量に基づくマスク機能と、出力の生成につかった geoTIFF Image データを利用可能な形で提供できるようにする。

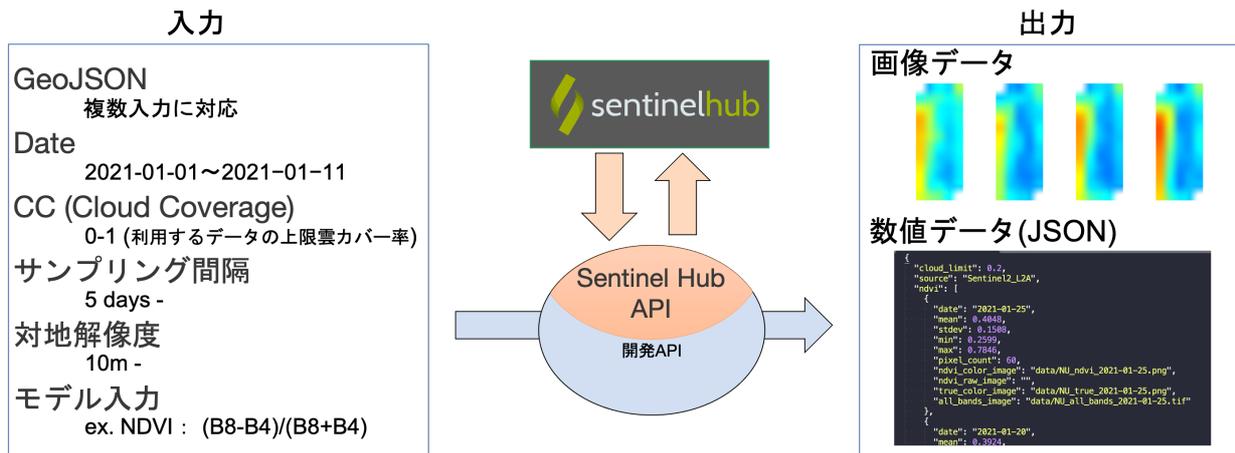


図2. データAPIの開発アウトライン

Sentinel HubからSentinel-2 L2A衛星データを取得するためのAPIの仕様を示す。既存のSentinel Hub APIを利用し、実際の利用シーンに合わせて入力と出力を拡張する。

### 2. 2. テストアプリケーションへの実装

開発したAPIがスケーラブルなアプリケーション上で利用可能かを評価するために、試験運用を目的としたアプリケーションへの実装を行った。将来的にはユーザー管理やデータベース機能と組み合わせた運用が期待されるが、本研究では衛星データをスマートフォンやPCのWebブラウザ経由で簡単に参照出来る様なシステムを構築した。Map機能と日付の入力、そして指定地点のNDVI値の変遷の出力インターフェースを実装した簡易アプリケーションを開発し、APIを利用したWebアプリケーションとしてサーバー上(AWS: Ubuntu 18.04)で稼働させた。そして、PCとスマホのWebブラウザからアクセスし、ブラウザベースでのポータビリティを評価した。

### 2. 3. APIの検証と評価

開発したAPIが既存のSentinel Hub APIと比べてリモートセンシングデータの利用率を向上するかどうかを明らかにするために、牧草の季節変化を追跡する研究例と複数圃場を対象とした解析例において、Pythonを利用したプログラム開発経験の異なる農学部生5人によるAPIを用いたスクリプトの開発と評価を行った。事前にAPIを利用する為のテストスクリプトとGeoJSONを配布し、実際の耕地を対象にした解析スクリプトを開発させ、改良の容易さと結果の精度について、既存のSentinel Hub APIを利用する場合との比較を行った。評価軸として、解析スクリプト量、スクリプト改良時間、精度の3つを用いた(図3)。

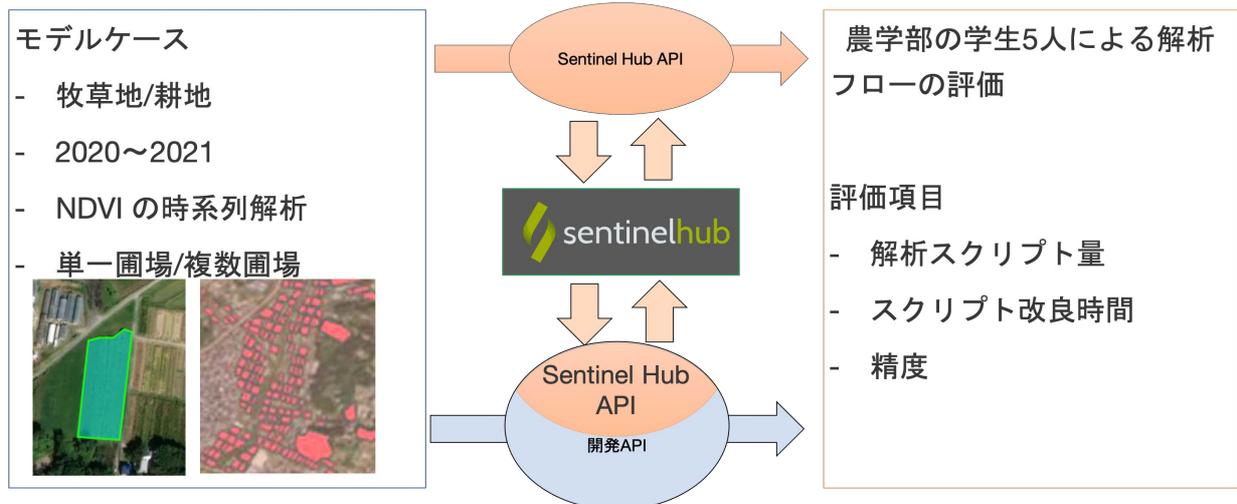


図3. APIの検証と評価方法

既存のSentinel Hub APIと開発したAPIのそれぞれを用いて、農学部学生5人によるスクリプトの開発評価を行った。圃場情報のGeoJSONとテストスクリプトを渡し、牧草の季節変化を追跡する研究例と複数圃場を対象とした解析に利用可能なスクリプトを作成、それぞれの評価軸で定量的調査を行った。

### 3. 結果

データ API は運用性を確保するため Python ベースで開発を行った。複数圃場を対象とした解析を可能にするため、Multi feature の GeoJSON ファイルで記述された圃場情報を入力可能な設計とした。圃場情報を含む GeoJSON ファイルと観測期間として始期(start\_date)と終期(end\_date)を必須入力としその圃場における Sentinel-2 衛星の観測データから NDVI 値の統計量を出力する API として機能することを確認した。また、追加入力として、出力画像の対地解像度、雲マスクの閾値、そしてモデル式の入力を受け付けることを確認した。出力は、GeoJSON ファイルに基づく対象圃場の画像データと、そこから計算される数値データとなることを確認した。

続いて開発した API のポータビリティを確認するため、Web インターフェースを実装した簡易アプリケーションを用いた運用試験を行った。PC 及び Android 端末の Web ブラウザからの運用テストにより、Web インターフェースを介して衛星情報が利用可能であることを確認した(図 4)。

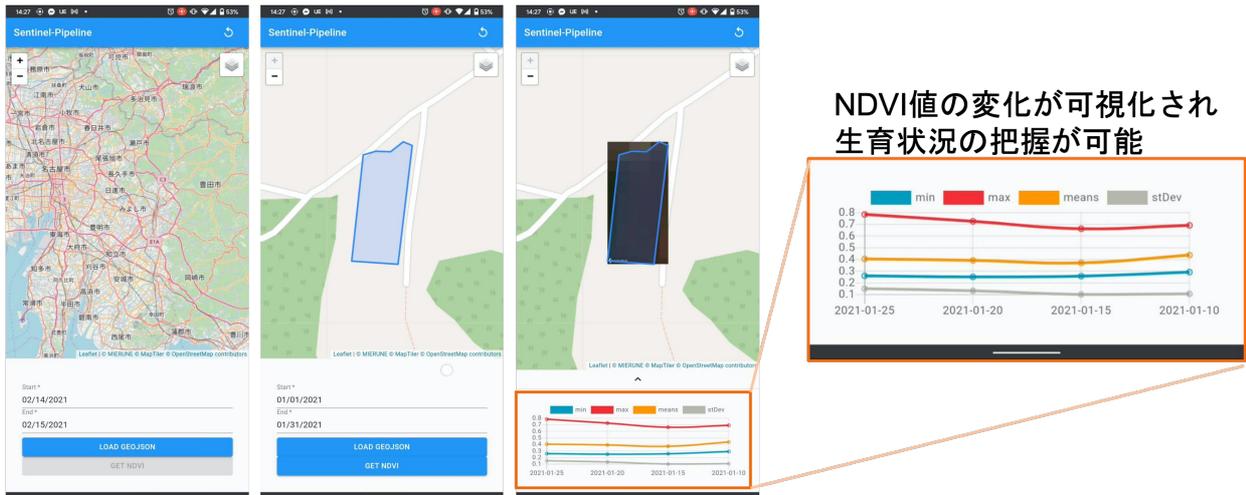


図4. WebアプリケーションによるAPIのスケラビリティ評価

Webインターフェースを実装した簡易アプリケーションを用い、開発したAPIの運用試験を行った。PC 及びAndroid端末のWebブラウザから、Webインターフェースを介して衛星情報が利用できた。

最後に、開発した API の利用性を評価するため、農学部生 5 人に圃場位置を示す GeoJSON と API に最低限の動作をさせるテストスクリプトを配布し、単一圃場及び複数圃場を対象とした指数の出力を行うスクリプトを開発させた。

単一圃場を対象とした解析では、Sentinel Hub API を用いた場合には学生 5 人のプログラム量の中央値は 112 行であった。一方で、今回開発した API を用いた場合には、ある程度統計処理された値が JSON で戻ってくるという仕様上ほとんどテストスクリプトに手を加える必要が無く、プログラム量は 42 行であった。複数圃場を対象とした解析では、複数圃場を対象とした逐次処理が必要となり、最終的に一人はプログラムを完成させることが出来ず、改良に掛かる時間の中央値は 78 分であった。一方で、今回開発した API を用いた場合には、元々複数圃場の入力に対応しているということもあり、スクリプト開発に掛かる時間の中央値は 13 分であった(図 5)。

単一圃場の解析		複数圃場(100箇所)の解析	
評価軸	開発API	既存API	既存API
精度	◎	◎	◎
プログラミング量 (中央値)	少 42行	並 112行	多 130行
改良にかかる時間 (中央値)	10分	8分	78分 <sup>※</sup>
解析時間	◎	◎	○

図5. 学生による開発したAPIの利用性評価

農業現場で想定される利用ケースに合わせ、単一圃場及び複数圃場を対象とした指数の出力を行うスクリプトを開発に掛かる時間、プログラミング量、そして精度を評価した。複数圃場の解析において、1名の学生が完成させられなかった為、中央値で評価している。

またいずれのケースでも、Sentinel Hub の API を使った場合と開発した API を使った場合で、データの精度に有意な差は見られなかった。また、既存 Web アプリケーションを用いた場合と同等の処理時間で、NDVI 値の統計量を始め、領域画像や全バンドデータの出力が出来ることを確認した。

#### 4. 考察

現行の Sentinel Hub API は衛星リモートセンシングデータの取得に特化しており、必要十分な機能を提供する一方で、使いこなす為にはある程度のプログラミング能力が要求される仕様となっている。インターネットなどから単一圃場の解析スクリプトについては入手可能であるが、そこから少し発展させて複数圃場の時系列データを取得するとなると自力での開発が必要となり、これが農業現場での利用において 1 つのハードルとなっていると考えられた。本研究で開発した API は、事前の設計段階から農業現場での利用シーンを想定した設計となっており、現行の Sentinel Hub API に比べて複数圃場を対象とした逐次処理、時系列情報の処理と API の戻り値の加工の 3 ステップが不要であるため、期間を指定したデータの取得や画像の生成が簡便に行える。そのため、衛星データの取得に必要なプログラミング量が減少し、プログラミング経験の浅い農学部学生であっても、比較的容易に衛星データの取得まで到達することが出来たと考えられる。また、現状では NDVI 値などの指数を利用する簡易な解析事例が多いが、これからは雲検知や、より詳細な生育診断、衛星リモートセンシングデータと深層学習を組み合わせた圃場の利用状況の把握などに利用される事例が増えると想定される(文献 5、6)。本研究で開発した API は、多様な指数(VIs)を算出するオプションの実装や、複数の生バンドデータの出力機能など、衛星リモートセンシングデータの高度利用にも対応可能な出力を確保しており、今後の農業現場における衛星データ利用の普及に貢献することが期待される。

#### 5. まとめ

本研究では、大規模衛星データプラットフォームを利用し、衛星リモートセンシングデータを農業現場で利用する為の架け橋となる API の開発を目的とし、現場での利用ケースを念頭においた開発を行った。その結果、既存の Sentinel Hub API を拡張する形で開発した API は、農業において重要な複数圃場の時系列比較を簡便に行える仕様となっており、その利用によりプログラミング経験を問わず農業現場での利用を想定したスクリプト開発に掛かるコストを下げることが実証された。大規模衛星データの利用は今後のスマート農業の普及や圃場規模の拡大において重要な要素技術となることは想像に難しくなく、将来的なニーズを踏まえた本研究の成果は、直接的・間接的に農業現場における衛星リモートセンシングデータの利用拡大への貢献が期待される。

#### 6. 謝辞

本研究は中部大学問題複合体を対象とするデジタルアース共同利用・共同研究 IDEAS202001 の助成を受けたものです。

#### 参考文献・データ

1. Saiz-Rubio V, Rovira-Más F 2020 From Smart Farming towards Agriculture 5.0: A Review on Crop Data Management. *Agronomy* 10: 207.
2. E. Kameoka, H. Kitano, E. Kita, S. Nishiuchi, New challenge of agricultural ICT in Japan: A dynamic e-crop calendar for improving rice cultivation efficiency. WCCA・AFITA 2016. Korea. Jun 2016.
3. Calera A, Campos I, Osann A, D'Urso G, Menenti M 2017 Remote Sensing for Crop Water Management: From ET Modelling to Services for the End Users. *Sensors-Basel* 17: 1104.
4. Sentinel Hub API (<https://www.sentinel-hub.com/develop/api/>)
5. Jeppesen JH, Jacobsen RH, Inceoglu F, Toftegaard TS 2019 A cloud detection algorithm for satellite imagery based on deep learning. *Remote Sens. Environ.* 229: 247-259.
6. eo-learn (<https://eo-learn.readthedocs.io/en/latest/index.html>)