

「DIAS 解析環境」利用共同研究（無償）課題成果報告書

提出日：令和 7 年 4 月 3 0 日

課題番号	DIAS22-A003
研究課題名	himawari/AHI センサデータの地域産業での利用
フリガナ 申請代表者氏名	タンバスマオ 丹波澄雄
申請代表者の 所属機関名	弘前大学理工学部
研究実施期間	令和 6 年 4 月 1 日 ~ 令和 7 年 3 月 3 1 日

※「研究実施期間」は、年度報告書の場合は当該年度、最終報告書の場合は開始時～終了時を記入してください。

記述欄：

（１）研究概要

himawari/AHI センサによる夜間の温度画像の幾何学補正精度を改善するために GCP として地表の人工高温領域（hotspot）を利用することを我々は提案している。1 画素以内の精度が保証されれば、自動処理による地域の時系列温度分布情報を提供できるようになる。さらに、雲域除去後の信頼性の高い晴天域および高精度な地表面温度の高頻度観測データが得られるならば、海域においては陸奥湾の水産業の主力生産品である帆立貝の養殖産業へ貢献でき、陸域においては農業生産物の表面温度のリアルタイムモニタリングが可能になる。晴天域情報からは 1 日の日照時間、通年の日照時間が得られるため農業生産物の生育にとって有益な情報となる。このような情報の応用先として、生産量日本一を誇る青森県のリンゴ果樹の生産への適用が考えられる。リンゴの生育にとって日照時間は重要な要因である。またリンゴは昼夜の温度差が大きくなると糖度が増すので、日照時間の情報や温度情報を提供することで収穫されたリンゴの品質の向上に寄与することが可能になる。また、リンゴ生産にダメージを与える自然現象の 1 つに降霜があるが、リンゴ果樹園の表面温度のリアルタイムモニタリングデータを蓄積することによって、高い精度で降霜予測が可能になり、リンゴ農家の霜害対策に非常に有効である。しかし、降霜は晴天時の放射冷却によって発生するが、地上が

無風であることが必須の要件である。衛星観測では風速を知ることはできないので、地上の広範囲で風速などの気象情報をリアルタイムで計測しデータを収集・記録する IoT システムの開発を行っている。このシステムの計測データと AHI センサによる温度データを組み合わせた解析によって、霜害発生状況のリアルタイムモニタ（ナウキャスト）を行うことが可能となる。データの蓄積によっては高い精度で予報を行うことが可能になると考えている。このように地上計測システムデータと衛星データ組み合わせることで様々な分野での応用が可能となる。

（２）課題の意義と目的

人工衛星による温度画像の幾何学補正精度の検証や精度改善のためには信頼性の高い GCP(地上基準点)が必要となる。GCP としては、海陸の境界で特徴的な地形、例えば岬の先端などが用いられるが、海陸の温度差が小さい状況下では、特に夜間の温度画像中においては特徴的な地形が明瞭に識別できないことが多い。そこで、夜間の温度画像のための信頼性の高い GCP として地表の人工高温領域(hotspot)を利用することを我々は提案している。人工高温領域としては、製鉄所やセメント工場が該当していることを確認している。また、これらの工場からは非常に大きなエネルギーが放出されているので、薄い雲ならば突き抜ける現象も確認している。これら今までに得られている結果に基づいて、himawari/AHI センサデータを処理することで高い位置補正精度の実現が可能になる。ひまわりの幾何学補正精度はかなり高いが、数画素程度のズレが生じることがまれに生じていることが確認されている。このことは時系列解析を行うときの誤差の原因となる。ひまわりの温度画像の空間分解能は赤道直下で 2kmX2km であるが日本付近の緯度帯では 2kmX2.5km 程度となる。しかし日本全域の観測頻度が 2.5 分間隔であり、今までの衛星観測とは桁違いに詳細な時間分解能で変化を捉えられる。ひまわりセンサの空間分解能は本来広域の観測向きであるが、高頻度観測データが得られることで比較的狭い地域でも利用できる可能性がある。地上環境観測網のあまり整備されていない地方地域は、地形が複雑であるなどの要因によって狭い範囲であっても日照時間や温度分布は様々である。衛星データの高次利用のためには高い補正精度の確保が重要であり、このためには衛星観測時刻に同期して得られる地上実測データが必要である。そこで、IoT を利用した地上気象計測ネットワークの構築を、運用をローコストで行うために、

LPWA 通信とシングルボードマイコンおよび安価な電子パーツセンサを用いて実施することとした。地方では農業や水産業などの一次産業が主力であるため、生産量などは天候・気候の影響を受けやすい。特に最近の変動の大きな天候・気候により今までの経験に基づいた常識が通じなくなりつつあるため、データをリアルタイムに、また蓄積したデータに基づいて得られた知見を関係者に提供することで、各種産業従事者がこれらのデータを有効利用することを可能にし、最終的な収益の増加に寄与できることを目標と考えている。

(3) 研究成果

時系列温度画像データの自動処理のためには、幾何学補正精度が1画素以内に収まっている必要がある。提案する手法で1画素以内の位置補正精度が確保できるようになれば、次は晴天領域の推定と精度の検証となる。晴天領域の推定のために、同時期同時間の衛星観測データの統計量に基づく地表面温度範囲の推定アルゴリズムを使った晴天領域抽出方法を提案する。精度の検証のためには地上実測値との突き合わせが必要になり、そのためには地上の多くの地点において検証に必要な計測データをリアルタイムで収集する必要がある。この様な計測は気象庁が10分間隔で行っているが、観測地点の間隔は20km程度であり、地域利用には不十分である。そこで、IoTを利用した地上環境計測ネットワークが必要になる。この様な計測ネットワークの構築と運用をローコストで行うために、LPWA 通信とシングルボードマイコンおよび安価な電子パーツセンサを用いることにする。これらを用いて構築されたセンサネットワークシステムによる計測データがリアルタイムで、例えば時間間隔 2.5 分で、収集・蓄積されれば、同じく時間間隔 2.5 分で観測される himawari 衛星の AHI センサの画像計測データの画素に対応する地上実測データの提供が可能となる。IoT 多地点計測データの精度が面計測データに展開できるようになれば、高い精度のデータが高度な利用を可能にする。我々が構築してきた LPWA 通信の一つの LoRa 通信ネットワークの下で開発した環境計測システムを用いた多地点の計測実験では良好な結果を得ている。今まで身近な地点での計測データが無かった地域は、IoT 多地点計測ネットワークにより最寄りの地点での計測データが得られるようになり、更に衛星データと組み合わせることで生活空間全域における計測データが得られるようになる。今まで得られなかった情報が使えるようになれば新たなサービスを生み出すことも可能になり、生活の質の向上や地域産業の活

性化につなげることが可能となる。応用の一つとして農業のスマート化に貢献できる情報を提供するために衛星データ処理システムの構築、広域地上観測システムの構築を行い、実証実験を行っている。

(4) その他

青森県の津軽地域において LoRa 通信ネットワークの構築を進めており、津軽地域南部はほぼカバーできた。北部も部分的にはカバーされており、不足部分はその都度対応することで、一応計測環境インフラは整備されたと言える。このネットワークを利用することで様々な産業分野においてIoTシステムにおける通信をローコストで運用できる。

本研究では最終的には、農業従事者や農業関係者皆様の意思決定に貢献できるプラットフォームの提供を目指している。従来より農家は季節や気候パターンを基にして営農計画を立案してきた。しかしながら、近年、気温の急激な変化や異常気象の頻発など、予測困難な状況が増えてきている。また、営農計画のみならず、生産後の輸送面においても、2024 年問題をはじめ様々な物価高騰などにより、必要な時に必要なものが届かない問題が発生している。改善策として、市場間のねじれ輸送の改善や中継配送への切替、積載率の向上などが挙げられる。しかしながらこれらの改善策は、農作物の輸送において、高精度な出荷予測が主軸となり、さらに出荷予測を行うためには、気象衛星ひまわりのデータのみならず気象要因をはじめとした様々なデータの統合、解析が必要になる。

最終的には以下のような関係図を想定して研究を進めて行く。



本報告の内容は令和 6 年度 DIAS 研究成果報告会のポスターセッションで発表されている。URL を以下に示す。

https://www.jamstec.go.jp/j/pr-event/dias_houkoku/pdf/DIAS22-A003.pdf