

北海道大学大学院理学研究院の スペクトル計測技術

栗原 純一

北海道大学大学院理学研究院では先進的なスペクトル計測技術を開発し、農林水産業をはじめとしたさまざまな分野に応用する研究を行っています。

ドローン搭載用スペクトルカメラ

数年前にドローン搭載用スペクトルカメラ（図1）を開発し、撮像に関する特許も取得しました。このカメラでは分光素子として液晶波長可変フィルター（Liquid Crystal Tunable Filter; LCTF）という技術を使っており、任意の透過波長を電気的に選択できます。LCTFは偏光子に挟まれた多層の液晶セルで構成され、各セルに独立に電圧を印加することで、液晶に入射する光の位相差を制御して特定の波長の光を透過させることができます。LCTF技術を用いた分光素子の利点は小型・軽量かつ低消費電力であることです。また、二次元撮像なので空間方向のスキャンが必要ありません。これを利用して、選択した数波長を計測するマルチスペクトル撮像だけでなく、多波長を計測するハイパススペクトル撮像もドローンから容易に行えます。ドローンによるスペクトル撮像は、農業では農作物の生育状態や病害虫・雑草の診断、林業では森林の樹種判別、水産業では沿岸における養殖適地の診断などに利用できます。たとえば、農作物の生

育診断については、農業試験場等の研究機関にご協力いただいて、試験圃場で栽培されている水稻の収量や小麦のタンパク質含有率をドローンによるスペクトル撮像から高精度で推定する方法を開発しました。具体的には、作物の反射率スペクトルから導出する分光指数と作物の収量やタンパク質含有率などの項目との回帰分析を行い、最も決定係数の高い分光指数を得られる波長の組合せを探索して診断に利用します。一方、病害虫や雑草の診断、森林の樹種判別については、病害虫の発生程度や雑草・樹木の種類とそれらに対応する反射率スペクトルの組合せをサンプルとして機械学習を用いて解析し、診断に利用します。今後は、診断結果の植物生理学・病理学・形態学的な解釈も進めつつ、同様の方法をほかの作物や診断項目にも応用し、実用化に向けた実証研究を行う計画です。

超小型衛星搭載用スペクトルカメラ

実はドローン搭載用よりもこちらが先なのですが、超小型衛星に搭載するスペクトルカメラも開発しています。これまでに、RISING-2（2014年打ち上げ）、DIWATA-1（2016）、DIWATA-2（2018）、MicroDragon（2019）、およびRISESAT（2019）の国内外合わせて5機の超小型衛星に開発したスペクトルカメラが搭載されました。ドローン搭載用スペクトルカメラと同様にLCTF技術を採用しており、従来は不可能であった超小型衛星による多波長の地球観測が実現しました。波長選択によって、農林水産業だけでなく、環境・災害監視など多目的に利用できることが特長です。たとえば、生物多様性にとって重要な原生林が人工林に植え替えられた場合や、過去に地滑りなどの災害があったために周囲と植生が異なる場合など、衛星によるスペクトル撮像から上記の樹種判別の方法によって検出できる可能性があります。

今後の展開

農学や環境科学は専門外ですので、それぞれの分野の研究者の方々と情報交換をしながら研究しています。幸いなことに、北大にはフィールドを研究対象とする多くの研究者がおられるので、学内に宇宙ミッションセンター（<http://www.cris.hokudai.ac.jp/cris/smci/>）という分野を横断する組織を立ち上げ、積極的に情報交換を行っています。もちろん学外の研究機関や企業との共同研究も歓迎しています。ご興味のある方はぜひご連絡ください。



図1. ドローン搭載用スペクトルカメラ