

地方共同研究プロフィールシート

研究課題名：全天カメラによる雲の地上観測システムの開発

研究期間：令和2年度～令和3年度

研究代表者：工藤玲・気象観測研究部/気象研究所

1. 研究の動機

雲は、地球表面の約60%を覆い、大気放射収支、そして気候変動に最も大きな影響を持つ。しかし、その影響評価は、最も不確実でもある。近年の衛星観測の高解像度化・高頻度化により、雲の分布をより精密に捉えることが出来るようになってきたが、上層雲に阻まれた下層の雲を観測することが出来ない。一方、発展著しい高解像度数値気象モデルにおいても、雲の再現性は不十分である。これらの問題に対し、雲の三次元的な分布を定量化する地上観測手法を確立することで、衛星やモデルの検証、そして、数値モデルの雲表現に関するパラメタリゼーションに貢献することが出来る。

近年の衛星観測の進歩に伴い、気象業務における目視観測の重要性は、相対的に下がっている。そして、目視観測地点は、縮減傾向にある。しかし、衛星では上層雲に隠れた霧を捉えることができない等、現業業務における問題は多々ある。このため、目視観測の重要性は失われてはいない。目視観測を代替する観測システムが必要である。

2. 研究の目的

上記の研究・業務背景の下、全天の雲を撮影し、屋外での連続観測を可能とする全天カメラをこれまで開発してきた。本研究では、全天カメラによる撮影画像から、高度別の雲分布を定量化する手法を開発することを目的とする。また、LTE/3G回線を使って、カメラの遠隔操作、サーバーへのデータ転送、そして、雲の解析とその結果を公開する一連のシステムを構築する。この全天カメラによる地上観測システムによって、雲解析の結果を観測業務の現場に提供し、現業活用に関する効果を実証する。

3. 研究体制

研究代表者：工藤 玲・気象観測研究部/気象研究所・全天カメラの観測、観測システムの構築、雲の高度導出方法の開発、成果の取りまとめ

担当研究者：高野松美・観測課/大阪管区气象台・全天カメラの観測、雲分布導出手法の開発、現業での利用実験と検証

担当研究者：河野真也・観測課/大阪管区气象台・全天カメラの観測、現業での利用実験と検証

担当研究者：菊 友彦・観測課/大阪管区气象台・全天カメラの観測、現業での利用実験と検証

4. 研究計画・方法

①全天カメラを使った雲の地上観測システムの構築、②高度別の雲分布の導出方法の開発、③現業での利用実験、の3つに分けて研究を進める。

① 全天カメラを使った雲の地上観測システムの構築

本研究の全天カメラは、人間の眼よりも広いダイナミックレンジを有する CMOS センサーを使った産業用カメラを使用している。広いダイナミックレンジは、太陽直達光も白飛びせずに撮影することを可能にし、全天の様子を正確に記録することが出来るため、気象観測に最適なセンサーである。

大阪管区気象台の屋上で、全天カメラの常時観測を行う。設置場所は調査済みで、大阪管区気象台の許可と協力を得ている。本研究の開始に先立ち、R1年度内にカメラを設置し、観測を開始する予定である。観測期間は、令和3年12月まで行うことを予定している。

全天カメラによる観測データは、生データと画像データの2種類がある。データサイズの小さい画像データは、LTE/3G回線を使って気象研究所のデータ共有用サーバーに逐次転送し、大阪管区気象台から閲覧できる体制を整える。一方、雲分布の解析に使用するカメラの生データは、1日約1GBのデータサイズになる見込みである。LTE/3G回線を使うことを想定すると、データサイズが大きすぎる。このため、一日分を圧縮したデータを深夜に転送し、解析用サーバーでデータ処理を行った後、データ共有サーバーから解析結果を公開する。ただし、画像データと同様、逐次転送・公開も試験する予定である。

全天カメラは、基本的にメンテナンスフリーであるが、カメラの窓が汚れた場合にだけ、大阪管区気象台の担当者に拭いてもらう。このため、現業当番者への大きな負担はない。また、観測データは、大阪管区気象台に設置する観測用PCに外付けするデータストレージに保存する。データストレージは、定期的に気象研究所に郵送する。

② 高度別の雲分布の導出方法の開発

担当研究者の高野が開発した全天カメラから雲分布を導出する手法（高層気象台彙報第67号、第68号）は、カメラRGB色情報だけでなく、RGBから算出される彩度を使った手法で、目視観測とほぼ同等の結果が得られている。この手法を本研究で使用する全天カメラに応用する。高層台で使用していた全天カメラは、太陽周辺で白飛びするため、解析できない領域が多かった。しかし、本研究の全天カメラは、白飛びしないため、より精密な解析が可能となる。

フィルムカメラ時代から、2台の全天カメラを使ったステレオ撮影によって、雲の高度を求める手法が使われている。本研究では、1台のカメラしかないためこの手法をそのまま使用することはできない。そこで、5分程度の短い時間間隔で撮影された2枚の画像を疑似的なステレオ撮影とみなし、雲の高度を推定する手法を開発する。真のステレオ撮影では、2台のカメラの距離を基準として高度を定量化する。しかし、疑似的な手法で出来ることは、雲の上中下層のカテゴリライズにとどまる。しかし、目視観測と同程度の情報にはなる。

③ 現業での利用実験

本研究の担当研究者が、現業当番に入った際に、逐次公開する画像データを閲覧する。通常、目視観測は3時間に1回行われるが、その間を埋める画像データが手に入ることになる。また、降雨レーダと合わせて見ることで、大雨をもたらす雲の接近などを直に観測することが出来る。このような全天カメラ観測の利点が、観測の現場でどのように活用できるかを調査する。

5. 気象研究所の課題との関連

D3 課題「衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発」において、工藤主任研究官は、全天カメラの開発、それを用いた雲の微物理及び光学特性の解析手法の開発を担当している。雲の微物理・光学特性を解析する上で、高度別の雲分布は必須な情報であり、解析結果はその精度に依存する。よって雲分布導出手法の高度化は欠かせない。

工藤主任研究官は、大阪管区气象台の担当者に対して、カメラの画像情報を扱う上での画像解析技術、大気放射に関する基礎知識と解析結果の解釈に関して助言を行う。