

第 11 回高校・高専観測機器コンテスト

簡易雲底高度観測機

「空扉」

実証実験報告書

海城高等学校

野中智彰・下河邊太智

1. 背景・目的

近年の気象観測技術の進歩は著しい。その主軸を成すのは、気象衛星による様々な波長の電磁波での大気の上方からの観測と、各地の気象台による地上・高層の気象要素の観測である。その一方で、失われつつある観測手法もある。それは、大気の下方からの目視観測である。気象庁では近年数年間に、地上気象台での目視観測を廃止・自動化し、雲形の観測などは行われなくなってしまった。その一因として、こうした目視観測結果は定量化がしにくく、数値モデルに基づいた現在の気象予報システムの中では他のデータと統合的に扱うことが難しいということがあると考えられる。

そこで私たちは、地上での目視観測結果を生かして定量的な結果を得る方法として、視差による雲底高度観測を考案した。雲底高度は～～を用いることで観測することができるが、視差による観測はより簡易的な装置・方法で行うことが可能である。

本観測装置の製作・実証を通じて、地上から見た雲の視差から雲底高度を算出する手法を確立することにより、目視観測結果の活用が広がることを目指した。

2. 手法

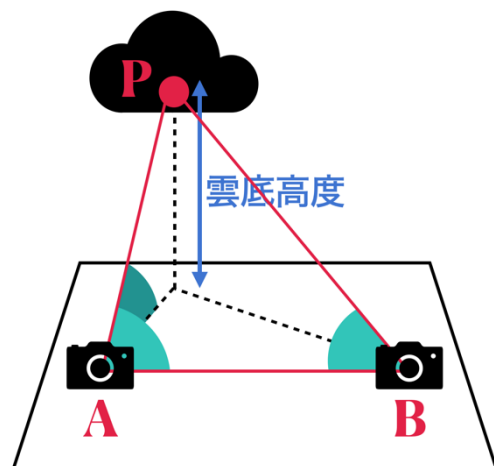
使用したもの

RICOH THETA SC2 (360 度カメラ)2 台, アクリル製透明半球 2 個

本研究では、どの場所でも容易に行いやすい手法Ⅰと、固定された地点での観測を想定した手法Ⅱによって雲底高度の観測を試みた。

手法Ⅰ

- ① 2つのカメラを、お互いが映りかつできるだけ遠い位置に設置する。
(このカメラを設置した地点を A,B とする)
- ② 2つのカメラで同時に空を撮影する。(A,B で撮影した画像をそれぞれ画像 A,B とする)
- ③ 画像に映った雲が、AB 間でどのように対応しているのかを確認し、両方に映っている雲の像上に等間隔にいくつかの定点をとる。

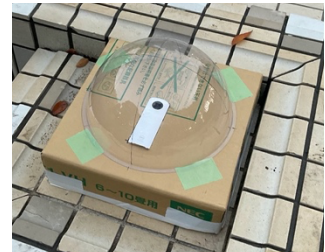


(この際にとった点を $P_1, P_2, \dots$ とする)

- ④ 画像 A 上での B と P_1 の距離、画像 B 上での A と P_1 の距離を測り、この距離を角 BAP_1 と角 ABP_1 の角度に変換する。
- ⑤ 計測した角度と AB 間の距離から、正弦定理を用いて AP_1 間、 BP_1 間の距離を算出する。
- ⑥ 画像 A(または B)上で地平線と P_1 の距離を測定し、 AP_1 と水平面とのなす角の大きさを算出する。
- ⑦ ⑤⑥から、 P_1 の高度を算出する。
- ⑧ ④~⑦を他の定点についても行い、算出した高度の平均として雲底高度を推定する。

手法 II

- ① 土台の上に十字線をつけた透明半球を固定し、半球の中心がレンズに重なるようにカメラを固定する。
- ② これを 2 つ作り離れた場所に設置し、同時に空を撮影する。
- ③ 画像に映った天頂付近の雲の視差を十字線を用いて計測し、2 点間の距離を用いて雲底高度を推定する。



3. 実証実験・考察

測定①



上図に示す 175m 離れた 2 点間で撮影を行い、手法 I を用いて上図に示す領域の雲底高度を算出した結果、 1740 ± 130 m という結果が得られた。これは雲形が低層雲のような形態を示していることと整合的である。

測定②



上図に示す 2 点間で撮影を行い、手法 II を用いて雲底高度を推定した結果、 $3680 \pm 550\text{m}$ という結果が得られた。これは観測した雲が高層雲のように見えることと整合的である。

4. 結論

2 台のカメラを用いることで、考案した手法によって雲底高度を推定することができ、その結果は雲の外見ともよく対応した。本手法を用いることで、簡易的に一定以上の精度で雲底高度を測定することができるということが示された。

5. 今後の展望

本研究で開発した手法を用いて、様々な領域の雲の高度を計測することで、特に中層以上にある雲の立体構造を把握することができたり、同じ地点で一定の時間間隔で撮影をすることで雲底高度の変化を把握することができると考えられ、こうしたデータを気圧場の変化などといった気象現象と結び付けたい。また、機器の設置方法を工夫し、より水平に、正確な方向に設置することを試みることで、さらなる精度の向上を目指したい。