

イメージおよびライダー観測による雲のフラクタル次元計測

弘田 瑛士 [1]; 鈴木 秀彦 [2]
[1] 明大; [2] 明治大

Measurement of a fractal dimension of clouds by imaging and lidar observations

Eiji Hirota[1]; Hidehiko Suzuki[2]
[1] Meiji Univ.; [2] Meiji univ.

The shape of atmospheric clouds is strongly related with its generation mechanism, advection history, and background atmospheric parameters. Certain types of the clouds are also empirically known as a presage of a specific meteorological condition in a near future. Thus, categorizing cloud shapes by eye inspections is one of the important works for observers in a weather station. Although precise classification of clouds is useful for estimating both current and future atmospheric conditions, this kind of an observation can be conducted only by well-trained observers. An objective classification of clouds based on a cloud image and an algorithm would greatly benefit nonprofessional people by providing local weather information to them. In addition, linking atmospheric parameters and shape of ordinal clouds in troposphere and lower stratosphere would provide many insights for understanding the atmospheric conditions in region with non-ordinal clouds such as polar stratospheric and mesospheric clouds.

In this study, a fractal dimension: a geometrical parameter representing complexity defined for shapes with self-similarity through the wide range of the scale, is focused on as a possible proxy for the cloud classification. First measurements of the fractal dimension of tropospheric clouds had been conducted by Lovejoy [1982] and many inspired works have been reported up to Today [eg. Batista-Tom´s et al., Meteorological Soc, 2016; Lohmanna et al., Solar Energy, 2017]. Most of these works have showed fractal dimensions determined from cloud images projected on two dimensional planes. This means that they only use horizontal cross section of a cloud shape for a determination of the fractal dimension. Thus, horizontal and vertical cross sections of cloud shape are simultaneously measured by imaging and lidar observations to improve the robustness of the cloud classification in this study.

In this talk, the result of the measurements of fractal dimensions of cumulus (Cu) and altocumulus (Ac) with imaging and lidar methods conducted during June to August 2017 in Kawasaki city, Japan will be presented.

雲の形態はその発生メカニズムと、背景大気の状態および運動効果（拡散、移流）の履歴を反映している。また、特定の気象現象の予兆として発生する雲なども知られていることから、雲の種類（十種雲形）を特定することは、気象状況を把握・予報する上で重要となる。雲の種類の特異・記録は有人の気象台において熟練された観測者による目視によって行われている。この判定が雲の写真データなどに基づき自動的に出来れば、雲に関する専門知識を有していない一般の人でも、雲の写真を撮るだけで、その場で雲種を知ることができ、その後の天気推移予測などの情報を得ることが可能になる。また、雲の形状と背景大気状態に明確な対応関係を見いだせれば、雲の形状を各高度パラメータ推定のための指標の1つとして利用することができると考えられる。さらに背景大気のダイナミクスと雲形状の関係に関する知見は、十種雲形に含まれない上部成層圏や中間圏に存在する雲（極中間圏雲や極成層圏雲）の形状の情報から、直接計測が難しい同領域の大気パラメータを推定する上でも役立つと考えられる。

そこで本研究では、この雲形分類を、イメージング観測及びライダー観測によるデータを組み合わせ、より客観的に行う手法の開発を目指している。本研究では雲の幾何学的特徴である自己相似性 (Lovejoy, Science, 1982) に着目し、光学的手法 (イメージおよび LIDAR) による雲の形状測定結果から輪郭形状の複雑さの指標であるフラクタル次元を雲種ごとに導出し、その輪郭形状の幾何学的特徴量を定量化する。これまでも雲のフラクタル次元に着目し、雲の分類を試みた先行研究はあるが (例えば [BatistaTomas (2016)] や [Lohmanna(2017)]), いずれもイメージデータに基づいた水平断面構造のみの解析に留まっていることから、本研究ではイメージ観測だけでなく、ライダー観測による雲底形状 (鉛直断面形状) の情報も取り入れることで雲形・雲種をより正確に分類する手法の実践をしている。本稿では、初期結果として、明治大学生田キャンパス (神奈川県川崎市) で 2017 年 6 月から 2017 年 8 月の期間に実施したライダーおよびイメージングの同時観測によって得られた、高度 1km~10km の積雲と高積雲について、その幾何学的特徴量 (フラクタル次元) を導出し比較した結果を報告する。