

耳穴式体温計で雲の高さを測る

Measuring the height of the cloud by an earhole thermometer.

京大地学職人衆

Kyoto Univ. Earth Science Craftspeople

【いまアナログ技術が熱い】

IT 技術の進歩は急速に我々の生活を変えつつある。その主役はなんと言ってもデジタル技術であり、アナログ技術はその影に隠れてあまり表には出てこない。しかし、実世界の情報をデジタル世界に変換するのは実はアナログ技術であり、デジタル技術の発展に伴ってますますアナログ技術はその重要度を増している。そして、その最先端のアナログ技術はさりげなく我々の身の回りにどんどん入り込んできている。そのような典型例の一つが「耳穴式体温計」である。

耳穴式体温計は高精度の赤外線放射温度計であるが、これには最近急速に進歩した 2 つのアナログ技術が使われている。一つはサーモパイルと呼ばれるセンサーであり、もう一つはセンサーからの微弱な信号を増幅するオペアンプである。どちらも原理的には昔から存在したものはあるが、桁違いに安く、そして桁違いに精度が良くなったことで、今まで考えもしなかったような使われ方がされるようになったのである。

【雲の温度を測る】

値段が桁違いに安くなったということは、ビッグプロジェクトのための膨大な書類を書かなくても、いろいろ試してみることが出来るようになった、ということである。というわけで、(体温計ではないが)赤外線放射温度計を 1 つ買って、雲の温度を測ってみた。別に最初から雲を測るつもりだったわけではない。温度計を持ち帰るまで待ちきれず、路上で開封してしまったので、その時、目の前にあったのが雲だったのである。最初は何が測れているのかわからなかったが、青空や高層雲と低層の雲の区別はつくことから、少なくとも低層の雲の温度は測れているらしいことはわかった。そこで、雲と地上の温度差を測定するセンサーを自作して、連続観測することにした。地上との温度差を測ることにしたのは、絶対温度より温度差を測るほうが簡単だったことと、大気の断熱減率を仮定すれば、温度差から雲の雲底高度がわかるのではないかと考えたからである。

その結果、雨が降るときは雲と地上の温度差が小さい(雲が低い)という、ごく自然な事実以外に、地上の湿度とは無関係に特定の温度差が出現しやすく、断熱減率から高度に直すと、それが 1km くらいの高度になることがわかった。これが一般的な現象なのか、京都盆地特有のものなのか、今のところ不明である。

【雲の高度を測る】

上述の謎の高度 1km は、一定の減率を仮定して求めたものであり、実際の大气の減率が一定である保証がないので、本当に 1km のところに雲があるのかどうか確かめてみたくなる。そこで、三角測量の原理で雲の幾何学的高度を求めることにした。まず、カメラを仰角 45 度で空に向け、その画像をリアルタイムにキャプチャして Web サーバーに転送する。その画像を i-mode の携帯で見ながら、その雲の真下の位置まで移動しその位置を地図上で確認する。そして、その位置とカメラの水平距離が雲の高度である。この方法は、雲の個体識別がしやすい(全天雲に覆われているわけではない)場合にしか使えないが、確認できた範囲ではすべて高度は 1km 前後で、放射温度計と断熱減率から推測した高度とほぼ一致した。

【こんな誰も測ったことないやろ?】

雲底高度を測る装置としては、シーロメータと呼ばれる測器が空港などで使われている。これはレーザーで雲底までの距離を測定するもので価格は数百万円である。今回製作した装置は、3 桁も安いので精度などはシーロメータと比較にはならないが、前線通過時の雲底高度の時間変化も捉えられており、高度 1km 以下の雲であれば、そこそこの精度で測定できているように見える。とにかく手軽に測定できることは大きなメリットであり、雲底温度にしても雲底高度にしても、空港以外で測ったことのある人はまずいないだろう、と考えるだけで楽しくなる。