

## 蜃気楼交流会用資料

### 日の出時刻の実測結果

—気温測定による蜃気楼解析の問題—

2023年5月21日 室谷金義

#### まえがき

2018.5の蜃気楼交流会に初めて参加した時の懇談会で「気温の連続測定は廉価で出来る」と2,3名に表明した記憶があり、具体化を模索してきた。

2020.9に滑川市笠木海岸の(株)金山産業の金山専務殿の了解を得たので、10月に機器を発注し、自宅に8mポールを立て1年間長期信頼性の確認作業を行った。

2020.3から実測すべく考えていたが食道癌のため1年延期して、今年の2.27に実測を開始して、3.17迄のデータを得たが不具合が出て、中止した。

一方、かねて北海道の流氷を見たいとの願望があったので、北海道立オホーツク流氷科学センターの石原宙氏が蜃気楼の研究を行っているとのことで、2.25に訪問することにした。

石原氏と何回か連絡をして、蜃気楼の実測写真を入手した。

この時、日の出時刻が気象条件で異なる可能性があることに気が付き、2名の協力を得て、30回位のデータを入手した。

#### ① 亀岡滑川での日出入時刻の実測結果

亀岡の観測者は標高130mで、1.5km東の京都との境界の山之端(300m~450m)の日の出を実測し、気温はアメダスの京都データを採用した。

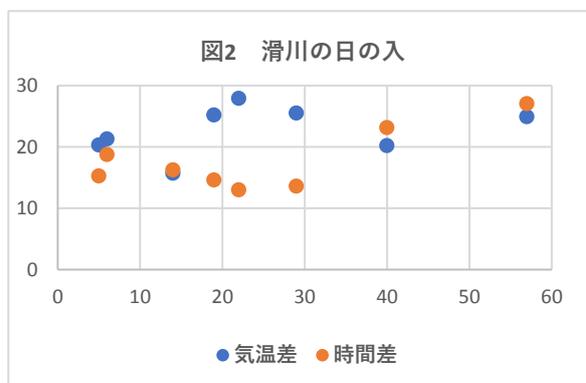
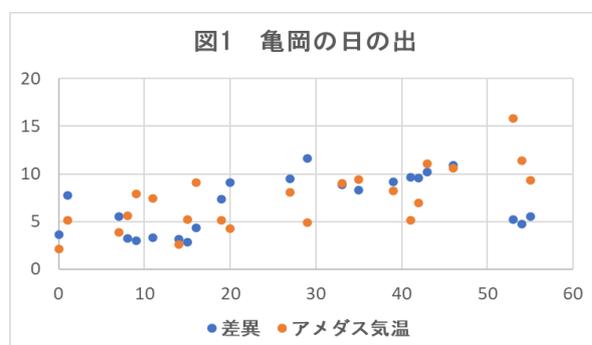
滑川の観測者は、標高7mで海岸から30mで日の入りと気温を実測した。

ヤフーでは亀岡などの翌日の日の出時間などを秒単位で発表しているのですが、実測値との差と温度を日毎に求め、図1,2に示した。

亀岡のデータは相関性が高いが滑川は相関性が低い。

亀岡は光が通る京都の気温であるが、滑川は光が通る水平線の温度と陸上の温度では異なるためであろうと考えられる。

従って、金山産業での測定は良い結果を得られないとの結論になった。



#### ② 日の出時刻の計算方法

高さ方向で屈折率勾配が一定(K)の空間を通る光の光跡は放物線となり、図3の②式の2次方程式で示される。

光跡の計算はEXCELで、観測者の初期値が決まれば式①から⑤までを求めることが出来る。

亀岡の山の端や水平線での屈折率勾配はその場の気温変化で異なる。

日の出の定義は理科年表によれば、海拔0mで

東の水平線に太陽の光が初めて見える時刻である。

計算では地上 6000 km の仮想球面に到達した所の角度  $\theta$  としているので、日の出の理論値は 0.5061 ラジアンである。

表 1 は 6 ケースの計算条件の計算結果と実測結果の比較を示したものである。

理論値と実測値の差が大きい理由はモデル化の問題である。

理科年表の超高層大気に 1000 km 迄の空気密度のデータがある (図 4、5)

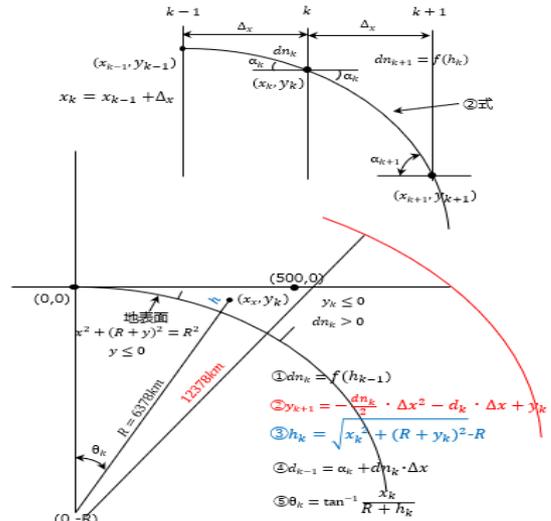
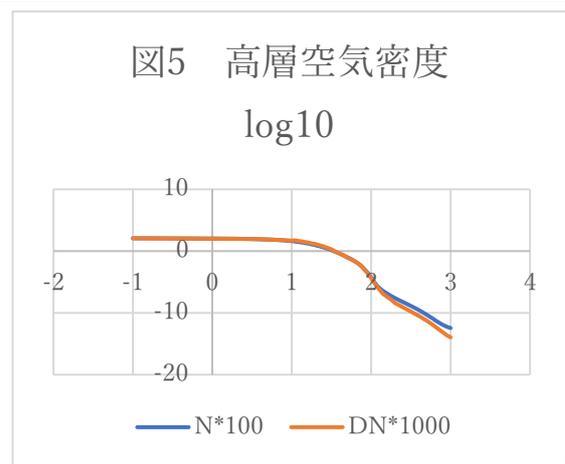
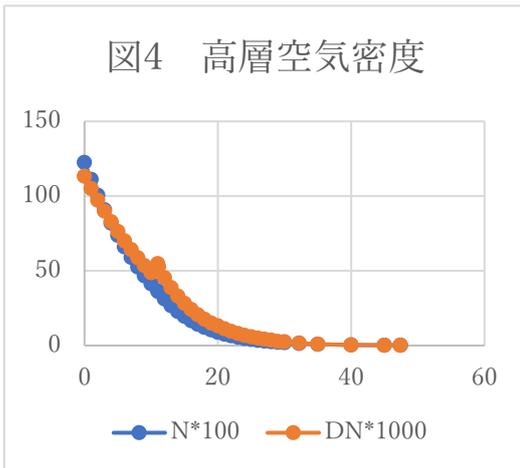


図3 日の出 光跡計算手法

表 1 6 ケースの計算結果と実測値

| ケース             | 1     | 2       | 3       | 4      | 5       | 6        |
|-----------------|-------|---------|---------|--------|---------|----------|
| 場所              | 亀岡    | 亀岡      | 亀岡      | 滑川     | 滑川      | 滑川       |
| 月・日             | 3.20  | 3.20    | 4.21    | 3.20   | 3.20    | 4.21     |
| 方向              | 東     | 東       | 方位 15 度 | 西      | 西       | 方位 15 度  |
| 目視角度            | 0.15  | 0.153   | 0.2     | 0.1145 | 0.1225  | 0.1276   |
| 温度勾配            | ナシ    | 5°C/10m | ナシ      | ナシ     | 5°C/10m | 10°C/10m |
| $\theta$ (計算結果) | 0.695 | 0.69    | 0.66    | 0.785  | 0.742   | 0.750    |
| 計算値差 (秒)        | 1299  | 1265    | 1058    | 1918   | 1622    | 1677     |
| 実測値差 (秒)        | 1068  | 1068    | 1461    | 2402   | 2402    | 1836     |
| 差異              | 231   | 197     | -403    | -484   | -780    | -159     |



追記 2016 年発行の「層気楼のすべて」の 16 章では石田フィッシャリー・つり棧橋に 30m 高さのポールに 10 個位の温度センサーを付けて、実測された気温によるシミュレーション画像が実測と一致するとされているので、筆者の研究目的は陳腐なものである事を、残念ながら最近確認した。

以上