

201611-01空を見よう

空を見よう

#いまそら

2016年10月7日金曜日、7時半からのNHKテレビを見ていたら、Instagramで「#いまそら」というサイトに多くの空や雲の写真が投稿されていることを報じていた。私も前からよく空と雲を見るので、興味深く番組をみた。いまはスマホで写真が撮れて、そのまま簡単に投稿できるツールが普及している。「空を見上げる」というなにげない行動が共有化するツールの登場によって、新たな意味を持ってくるかもしれない。

こころと自然

色々な思いで人はふと空を見上げます。家庭や友人や学校や職場などの対人関係でハッピーでない気持ちを掃き出したい時などです。深刻でなくちょっとした仕草で気を取りなすというほどの意味です。

私もそういう時によく空をみてきました。すると空の風景が驚くほどに変化していることに気づき、そちらに興味がわいてきます。冒頭に記した“いまそら”という言い方も変化しつつある空の“今現在の空”なでしょう。反対に同じ空でも夜の星空は変わらぬのが特徴です。月の干満や星座の季節変化はあるが、それらは完全に予測されていることであり、昼の空とは対照的に、規則的です。だから流星などがあると一大事です。

予期できない空の変化を見ていると、自分の身の上におこる予期しない出来事を受け入れることを促してくれます。人の世に囚われてカッカしている自分の周りの自然という別の世界の中に自分を見いだすことは気持ちを落ち着かせてくれます。

空と宇宙

夜に「空を見る」と星空が見える。私は人々が星空に心が惹かれるのは、ふと「空を見る」のと同じところの働きだったと思います。ところが科学の知識がひろがると、昼の空はたかだか一万メートル上空の身近な自然であるが、星空は遠い未知の世界だと知るので、日常の「昼の空」と非日常の「星空」が違って見え出したといえます。特に飛行機に乗れる時代になると空は我々の生活空間に入ってしまった。しかし、二百年くらいさかのぼれば、大半の人にとって昼も夜も空は非日常の世界だったのです。原始人の長い時代に定着した空と我々の心のつながりはきっといまも同じなのです。

空の科学

空を見るとそこに何があるかという理科学的な興味も湧いてきます。たしかに豊富な中身があります。一つは大気層の中での空気と水蒸気の振舞いであり、もう

一つは光と大気的作用のしくみです。こうした理科の問題は私の専門の宇宙物理と共通するもので、このMpcの連載にも幾度か取り上げています。それらは私の著書『火星の夕焼けはなぜ青い』（以下何も岩波書店）、『雲はなぜ落ちてこないのか』、『夏はなぜ暑いのか』の一部に載せています。少し専門的な『光と風景の物理』という本も書きました。また一般刊行物ではないが『風景のサイエンス』という教員研修用のビデオもあります。



図1：いろいろな高さの雲が折り重なって空の風景をつくっています。

空というキャンバス

上の写真（図1）は最近よくウォーキングで通る自宅近くの川辺で撮ったものです。この辺りの上空は定期航空便の通路のようで飛行機雲がよく現れる。出来たての真っ直ぐなものが、上空の空気の流れて、方向を変えたり、崩れたり、そこにまた次の飛行機雲が重なったりする。ほとんどが飛行機雲という人工の雲であり、空という一枚のキャンバスにいろんな絵を描いているようです。

しかし、空は平面ではなく奥行きがあります。地上の景色だと人間は奥行きもって認識するが、空の風景の認知はまた違ってきます。雲の高さには一万メートル級の巻雲から、積雲や雨雲などの百メートル級のものもあります。同じ雲でも、随分、高さが違うのです。こういう雲の仕組みは物理学や化学で解明できます。

視覚での認知と人間の心理

この雲の高さという距離は真上を見た時のことで、普通は目線を低くした斜め上の遠方に雲を見ることになります。一方、心理的に複雑な人間の認知感覚には身体の姿勢が影響してきます。少し前、天橋立の股のぞきにヒントを得た立命館大学の心理学の先生が股覗きで見える風景の研究でイグノーベル賞を得たと話題になっていましたが、見え方は姿勢にも依っているのです。同じ高さの雲でも、体を仰げ反って真上を見た場合と、遠方に低い目線で見る場合は心理的に違ってきます。

進化論では人間の身体の機能は長年の生活の中で形づくられたと考えます。視覚の認知には空の風景の影響も大きかったのではないかと思います。そういう視点でいうと、この写真は空の風景も原始時代と今では同じでないから、新たな心理効果をもたらすかも知れないと暗示しているようです。

富士山の笠雲



図2 2016年1月8日午前、新幹線列車内から撮影した写真。

新幹線には何百回乗ったかも知れないが、この笠雲をひっかけている富士山を見たのは初めてだった。あわてて、スマホで撮った写真である。雪がないが2016年の1月のことであった。気配を感じたのはこの雲の形状がどこか人工物のようで異様な感覚がしたからでしょう。望遠鏡で土星の輪を見た際に感じるような人

工物的な感覚である。幾何学的に整然としていると、我々は自然物としてよりは、人工物のように受けとってしまうのである。

帰ってからネットで調べていたら、富士山にかかる笠雲の写真が結構たくさん出ている。典型的な笠雲はすっぽりと頂上に覆い被さるものようだが、これは横っちょにずれている。形状からいうとレンズ雲というのにも近いが、底辺が平らなのがこの特徴だと思う。レンズ雲は必ずしも山頂にかかることなく、山から離れた所にポツカリとできる場合もあるようだ。

雲はわずかな水滴

雲のカタチの説明はなかなか大変である。前提としてまず雲の出来方を知らねばならない。雲は空気の中に小さな水滴が浮いている状態だが、物質的には空気分子から成る気体物質のわずかな千分の一ほどのわずかな量である。僅かな量だがやけに目立っているのである。窒素・酸素の空気分子の気体は透明なので見えず、物質としては僅か千分の一の水滴だけが見えているのである。さらに水分子 H_2O も水蒸気という気体でおれば透明で存在に気付かされず、水分子が液体の水滴になると太陽の光を反射して、透明ではなくなり、見えてくるのである。

雲の存在はあそこに沢山の物質があるというわけではないし、水蒸気も雲の部分だけにあるのでもない。雲の外にも水蒸気は存在しているが、水分子の状態が気体から液体(水滴)に相転移する場所が雲に見えてくるのである。だから雲のでき方というのは、この相転移が空気気体の中でどう起こるかにかかっている。

ヤカン口からの水蒸気が水滴へ

こういう相転移の身近な現象がある。ガスコンロにヤカンをかけて沸騰すると、ヤカンの口から勢いよく蒸気が吹き出す。よく見ると出てすぐは透明か、あるいはすこし青みがかっている。そしてその先では白い湯気になっていく。湯気は明らかに水滴である。透明か青みがかった気体が白くみえる水滴に相転移していくのであり。多分、ヤカンの口から噴き出した水蒸気の気体が膨張し、また空気の分子気体と接触して冷め、過飽和状態になり、空気中に漂うチリを核にして水滴が出来たのである。雲の出来方というのもこの様に、水蒸気発生→過飽和状態→[チリなどの核の存在]→相転移の過程が起こることである。

相転移で見え方が変わるのは、光を散乱するものが水分子から水滴に変わるからである。水分子は可視光の波長の長さよりも小さいが、水滴はこの波長よりも大きい。このため散乱がレーリー散乱からミー散乱に変わり、反射鏡のようになるのである。

山で押し上げられ過冷却状態へ

富士山のような孤立峰は上空の空気の流れに影響をあたえる。水蒸気を含んだ空気が稜線に沿って押し上げられて上昇すると空気は膨張して過冷却状態になり

雲のできる準備完了が整う。そこから先はいろんな細かい条件が重なって日々違う形の雲が発生するのだろう。

風による整形術

この写真の雲が人工物のように見えるのは雲の外周がくっきりしているからだ。また数キロメートルわたる幾何学的な形状の原因にも興味がいく。普通の雲はだいたい不定形で、自由気ままな形で端もはっきりしない。風で形がくずれるのも一因である。

それなら無風だからこういう整った形が出来たのかということそうでもないようだ。むしろ強い風がこういう形を作る場合もある。乱れのない強い流れが、クリアカットのくっきりした形に整形するイメージだ。また、物質的には次々と入れ替わっている場合もあるようだ。水滴も移動して蒸発する場所に移れば透明に戻るのである。

青空を背景に少し低めの普通の雲で縁が見やすい時に、じーっと縁をしばらく注視してみよう。縁が消えたり現れたりする様子に気づかされます（経験では夏場の方が変化が早く見やすい）。雲の移動は必ずしも物質の移動と同じではないのです。ここに余裕をつくって雲の端を見続けてみよう。

夕映え



図3 太陽は山の向こうに行ってしまったのに、空はしばらく明るいまま。

新年おめでとうございます。新年のカレンダーの最初のページにはよく日の出の朝焼けの写真が使われます。この写真もそのように見えるかもしれませんが実は夕映えの光景です。自宅は京都盆地の西山の麓ですが、そこでしばしば見られる夕方の空の光景の写真です。太陽は早めに山で見えなくなるが、この「日没」ですぐに暗くなるわけではありません。写真のように、明るい青空がしばらく見えるし、雲があれば赤みがかかった斜め下からの太陽光を受けて輝く雲が見られるのです。

西山の向こう側が晴れていれば直進光が斜め上に走り、上空の空気による散乱で青空が見えるのです。雲はその下層にあり、雲が鏡の役目をして直進光を反射しているわけです。雲の形や位置は千差万別だから、その時刻の空の景色も千差万別です。地上では同じ場所だが、空の景色をみていると毎回どこかに旅したような気分になります。夕焼けの光の色も直接見る夕焼けの場合と違って赤というよりは黄金色でどこか荘厳さを感じさせます。

分子大気でのレーリー散乱

空気は窒素・酸素の分子気体と水蒸気・水滴は主成分である。分子気体には二酸化炭素などの温暖化気体もわずかだが含まれていて、温室効果の役目をするが、空の見え方に大きな影響があるわけではない。空の見え方を支配するのは低層のチリや排気ガスであり、これは季節や地域や時刻によって刻々変動する要素である。

分子によるレーリー散乱で「夕焼けが赤みをおびる」というのはきれいな分子気体の効果です。レーリー散乱は波長の4乗に逆比例しており、例えば青紫(0.41 μm)と赤(0.65 μm)では $(0.65/0.41)^4=6.31$ 倍も違う。平均散乱長さは青紫で30km(地上の大気密度)である。(平均散乱長さとは光の強度がこの長さで1/eになる距離。ここで $e=2.71\cdots$)

大気は厚さが10kmくらいで、真上にある太陽光はせいぜい10kmの大気を通過しただけで地上に達する。ただ斜めになる通過距離は増える。三角関数を思い出すと、真上から α 度傾いた方向だと、通過する長さは $10\text{km}/\cos\alpha$ となる。これが30kmになるのは電卓をはじくと約 $\alpha=70$ 度である。

散乱と吸収

光と物質の作用には散乱と吸収がある。散乱は進行方向が変わるだけであり、吸収と違って光が消滅するわけではない。この写真でいうと、山の向こうの太陽光が右下から斜め上方向に走り、太陽は直接見えないが上空の分子によるレーリー散乱で下向きに進行方向を変えた光が地上から見えるわけである。また太陽光のうちの波長の短い部分が欠けた黄金色の通過光が低層の雲の中の水滴によるミー散乱で輝いてみえるのである。太陽からの同じ光が青空と黄金色の雲のように別々のものとして我々には見えるのである。

このような写真は「太陽の形をみる」意味では太陽をみてはいないが「太陽からの光をみる」という意味では太陽を見ていることになるのです。西にある山の麓では、早く太陽自体は見えなくなってしまうが、太陽の光は青空や雲の反射で山を越えてしばらく届いているのです。

空をみよう

地上の日常生活にくたびれると手近な別世界に逃れたいくなる。そう深刻でもなく、ハッピーでない気持ちをそっと掃き出して、気を取り直すというほどの意味で逃れるという意味で、空を見るのだと思う。空をみるのは「雨が降るかな？」という地上生活の情報取得の目的だけではないのです。そしてこうして踏み込んだ空という「別世界」自体に興味を持ち出すと、理科や算数の知識も活性化されてくるのです。

あたりまえだけど、空はどこにでも、そして何時でもあります。そういう日常の傍にあるだけでなく、弥生人も、弘法大師も、戦国の民も、紀州の殿様も、浪速の商人も、・・・みんな同じような空をみていたのです。こうした思いを巡らすと空にはいろんなものが見えてきます。