

### 【3】ゴールデンウィークの二つ玉低気圧

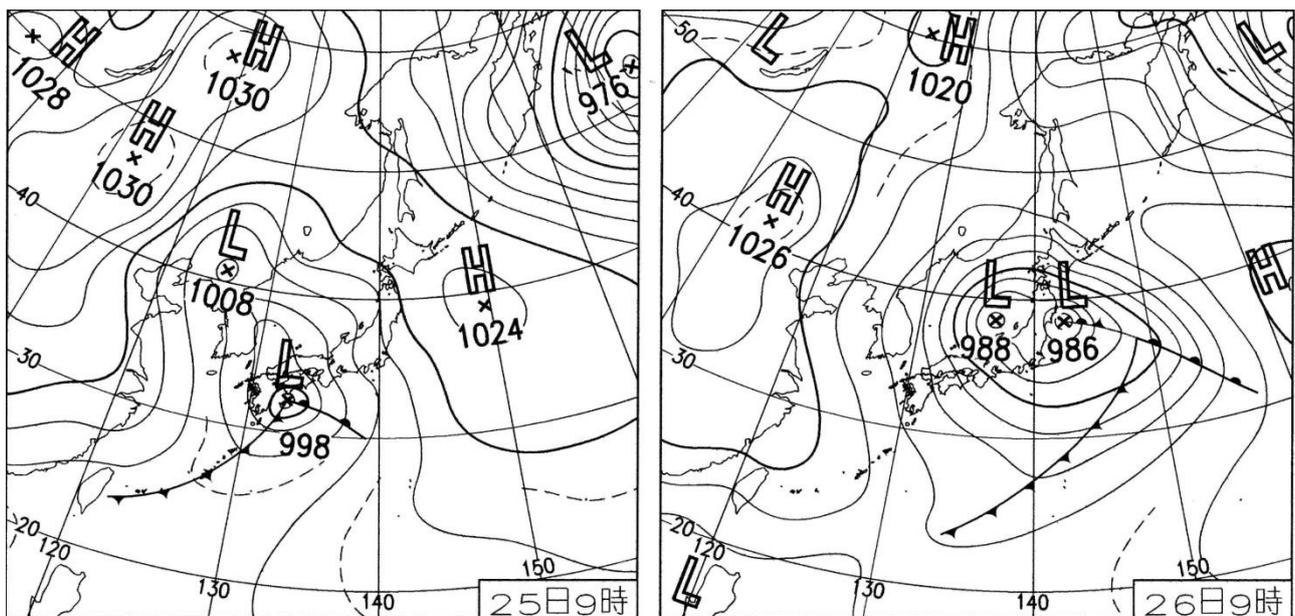
昨年(2009年)のゴールデンウィークには、北アルプス、南アルプス、八ヶ岳などで多くの遭難事故が発生し、多数の尊い生命が失われました。その多くは気象急変による遭難事故だったようです。GWには多くの人が待ちに待った春山に出掛けることから分母が大きくなり、それだけ遭難件数が増加するとも言えますが、この時期は気象が冬から春に遷移する過渡期であり、山岳地帯では冬と春の「せめぎ合い」が繰り返される時期でもあります。この時期の気象の特徴は、発達した二つ玉低気圧や南岸低気圧が日本を通過し、そのため西高東低の気圧配置が強まって一時的に真冬の気象に逆戻りするためです。

日本の登山史上最大・最悪の遭難と言われている45年前の1965年5月連休の遭難は、中部山岳をはじめ日本の各地で遭難死者合計60余名、負傷者30名以上という未曾有の山岳遭難大惨事となりましたが、この時の日本付近の気象も今回説明する発達した二つ玉低気圧の通過によるものでした。

余談になりますが、45年前のこの時はたまたま私も八ヶ岳に入っていて、一晩で降雪が1m近く積りテントのポールをへし折られて赤岳鉱泉(当時は掘っ立て小屋程度)に逃げ込みましたが、小屋は次々に収容されてきた遺体でごった返して異様な雰囲気であったことを記憶しています。

さて、前置きが長くなりましたが、今回は二つ玉低気圧についてお話します。

まず、図一1をご覧ください。これは2009年4月下旬の地上天気図です。



(図一1 地上天気図 左図は4月25日、右図は翌26日)

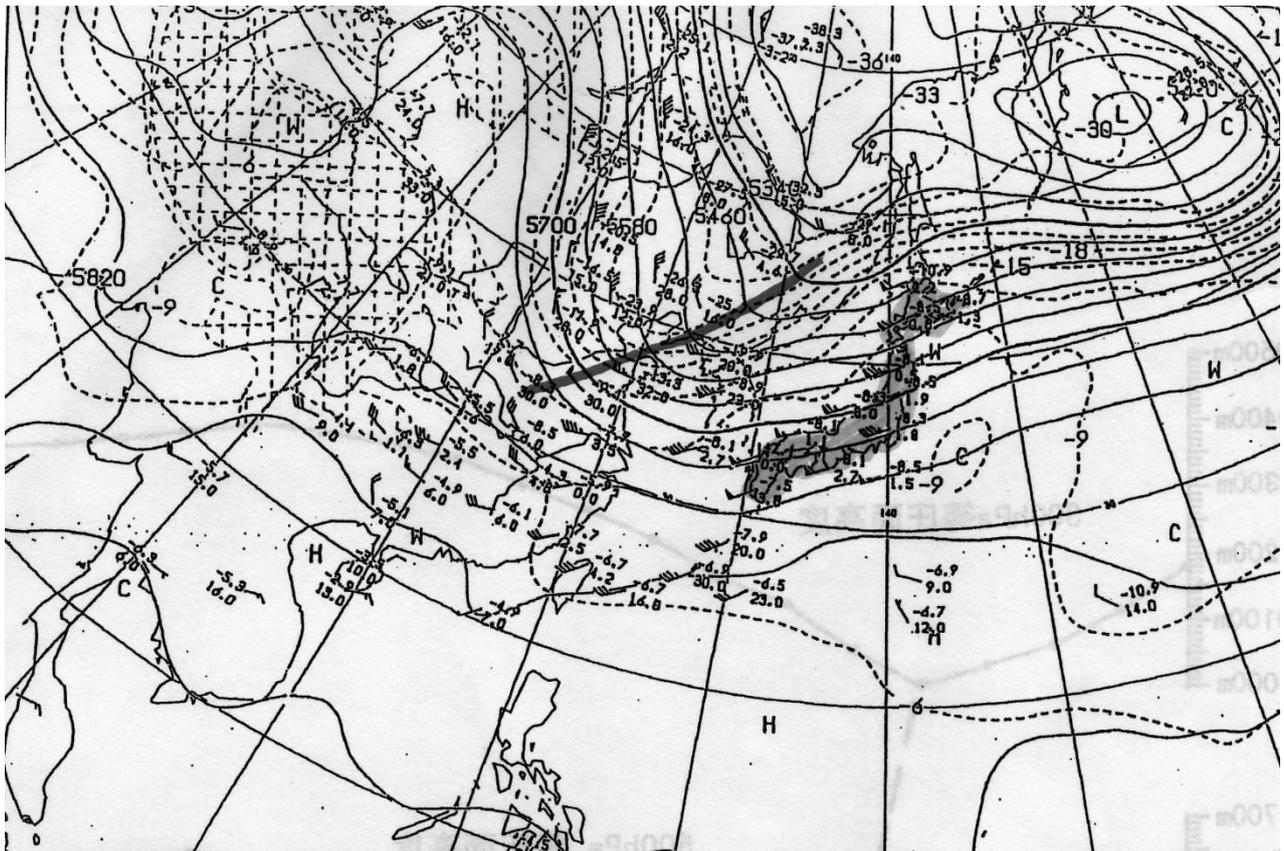
左図を見ると、四国のすぐ南海上に998hPaの低気圧があり(南岸低気圧)、日本の南岸を進んでいます。また、朝鮮半島の付け根には1008hPaの低気圧が見えます。後者の低気圧には前線が解析されておらず、また気圧も未だ下がっていないので発生したばかりの低気圧と思われます。この二つの低気圧が日本列島を挟むように東進しますが、このような配置の低気圧を二つ玉低気圧と呼び、日本付近は大荒れの天気になります。二つ玉低気圧の発生には2種類あって、この例の場合は南岸低気圧とは別に日本海方面に別な低気圧が発生したのですが、もう一つの種類は、台湾付近で発生した低気圧が九州に接近した時に二つに分裂し、一方は日本の南岸を、もう一方は日本海を東進するケースです。いずれも日本に大荒れをもたらすことには変わりありません。

翌日には、この二つの低気圧は東北北部で一つになり、三陸沖に出て更に発達します。図一1の右図では所謂冬型の西高東低の気圧配置が明瞭になっていることが分かります。天気図の等圧線を見ると日

本海の等圧線が混んでいて、しかもテレビの真冬の天気予報でおなじみの「縦じま模様」となっていますから、これは大陸から強い寒気が日本海に流れ込んで来ていることを示し、一時的に西高東低型の真冬に逆戻りした状態を表しています。

前回もお話しましたが、左図（25日）の時点で右図の翌日の天気図を予想するには、気象庁発表の24時間、48時間後の予想天気図を見ればよい訳ですが、二ツ玉低気圧の場合には、南岸低気圧と日本海低気圧が三陸沖や北海道東海沖で合体して非常に発達するケースが多く、また左図だけを見ても山岳は全国的に大荒れ、特に中部山岳は暴風雪になると見て間違いありません。この例でも日本海の低気圧は1日で20hPaも発達して「爆弾低気圧」になっています。

念のために、この時の高層天気図（500hPa、図-2）を見ておきましょう。



（図-2 図-1 と同時刻の 500hPa 高層天気図）

前回にも説明しましたように、これは上空 5400m 付近の天気図です。500hPa 面の等高度線（実線）を見ると、鹿児島上空で約 5800m、サハリンでは 5300m となっておりこの間の 500hPa 同一気圧面上の高度差が 500m もあります。この値は悪天をもたらすには十分に大きな値です。また、気温（破線）を見ると、日本海上空で等温線が混んでいて、南北方向に大きな気温差が見られます。

ヤクーツク上空にはマイナス 38℃ という非常に強い寒気があり、この寒気が日本海や東シナ海方面に南下している訳です。太い実線で示した部分は上層の気圧の谷（トラフ）でハバロフスクから西安まで延びています。このトラフはシベリアから日本海や東シナ海方面まで張り出していて上層の偏西風が大きく蛇行している様子が分かります。上層の偏西風はほぼ等高度線に沿って吹いているからです。

前回でもお話しましたように、この上層トラフが地上の低気圧の位置より西方にある時には地上低気圧は大きく発達し、また偏西風の蛇行が大きい時には天候の変化が大きいということになります。

図-1 右の天気図では典型的な真冬の西高東低の気圧配置に逆戻りしていて、上の高層天気図で見たように大陸からはマイナス 30℃ 以下の強い寒気が北西の季節風に乗って日本海に流入しています。この寒気流入が日本の山岳に大雪をもたらした元凶ですが、それではなぜこれが日本に大雪や暴風をもたら

すのでしょうか？ 今回はそのメカニズムについて考えてみましょう（図—3参照）。

大陸から日本海に吹いてきた冷たい空気は、それに比べて温度が高い海面（真冬でも約プラス10～14℃もある）で温められると湿度が減少し（空気中の水蒸気含有量は気温が高いほど大きいから）、カラカラに乾いた空気となる。そのため海面からさかんに蒸発が起こる。このため日本海を渡るにつれて大陸からの乾燥した空気は水蒸気をたっぷり含んで湿潤となる。

海面付近では暖かく上層は冷たい空気なので対流が発生し積雲が沢山発生する。これが筋状に並んだものがテレビの冬の天気予報でおなじみの日本海の筋状雲である。

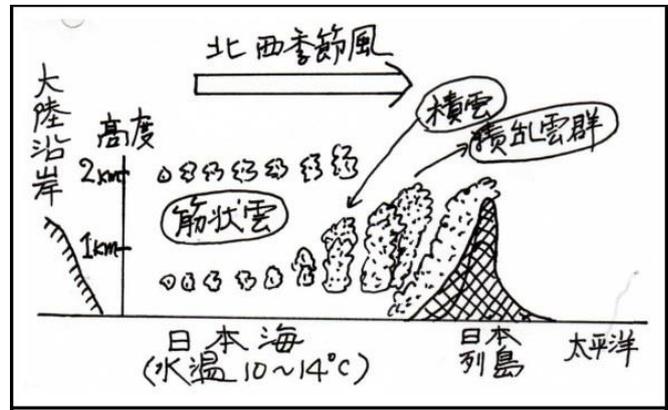
積雲は日本海を進むにつれて雲高が高くなるが、日本海には低い逆転層があるので、この積雲は約2 km上空くらいで頭を押えられている（背が低い積雲）。やがて日本沿岸に近づくと、日本沿岸では逆転層\*が消えるか弱まっているので積雲は上に発達することができて背が高い積乱雲となる。それが日本の脊梁山脈にぶつかって強制的に押し上げられ、活動が活発になって日本海から運んで来た水蒸気を雪として吐き出す。これが日本海側の大雪・暴風雪のメカニズムである。規模が大きい場合には背稜山脈を超えて太平洋側にも降雪をもたらす。冒頭で触れた八ヶ岳の遭難は、この西高東低がもたらした大荒れに加えて、太平洋沿岸を進んだ南岸低気圧による大雪が重なって惨事を大きくしたものである。

（註）「逆転層\*」＝一般的には気温は上層にゆくにつれて下降するが、上層の方が下層に比べて気温が高くなっている気層のことを「逆転層と」いう。気流やスモッグの上昇はここで止まる）。

日本海の逆転層は大体上空2 km辺りに存在するので、日本海で発生した積雲はそれ以上上昇することができない。雲は水蒸気と降雪の卵の氷晶をたっぷり含んでいる。この状態を称して「冬の日本海は天井が低い温泉浴場」と称する人もいる。事実、冬の日本海は海面からもうもうと湯気が立っているようだ（これを「蒸気霧」という）。

話は飛ぶが、日本海側の降雪には「里雪型」と「山雪型」の2種類があるのはご存知だと思います。文字どおり「里雪型」は平野部に比較的多くの降雪をもたらす、「山雪型」は山間部で比較的降雪が多い場合を指します。これを気圧配置で見ると、前者は上層の気圧の谷や寒気のコアが日本海西部にある時、後者は逆に東北地方や北海道にある時です。地上天気図ではこの相違は、前者は日本海の等圧線が「袋状」、後者は「タテ縞模様」で区別できます。テレビでは前者の場合は「西高東低が緩んで、等圧線が袋状に緩んできました」などと表現していますので、皆さんもおなじみでしょう。山で怖いのは後者の方ですが、前者も油断はなりません。降雪が長く続き寒気も山雪型に比べて激しく、また「ポーラーロー」と呼ばれる低気圧が発生して大荒れになることが多くあります。（ポーラーローについては別稿『山の天気：落とし穴と遭難事例』の「日本海の小悪魔 ポーラーロー」参照）。

ところでチョット横道に逸れますが、今回のワンポイント気象では「傾圧不安定論」についてお話ししましょう。何やら難しそうなお題ですが、このことは天気の変化や気候の変動を生じさせている気象メカニズムの大元の現象ですから、これをご理解頂ければ気象が一段と面白くなり毎日の天気図や



（図—3 日本海という温泉浴場）



「ひまわり衛星」画像を見るのが楽しみになりますので、是非お付き合い下さい。また、地球規模の話ですので、人工衛星から地球を見ているような良い気分にもなります。マア、騙されたと思って、悠久のロマンにでも耽って下されば幸甚です。

上の図一2で見たように、高層の等高度線や等温線が混んでいること（即ち、水平気圧差<=気圧傾度>や水平気温差<=気温傾度>が大きいこと）、偏西風帯が大きく蛇行している現象は気象学では「傾圧不安定論」と言われていて、低気圧や高気圧が発生するメカニズムを説明する根拠となっています。「傾圧」とは、異なる等圧面同士が平行になっていないという意味であり、等圧面上の温度が一定ではないことを意味します。分かりやすく言えば、等圧面上で水平気温の差（水平気温傾度）が大きい大気の状態を指します。図一2では上で見たように、日本海上空では水平気温傾度が非常に大きくなっています。南北の水平気温差がある一定値を超えると、大気はその状態に耐え切れずに波動を起こして南北間の気温差を弱めようとします。この波動を傾圧不安定波と呼び、これが偏西風を蛇行させます。偏西風の蛇行は前線や低気圧、高気圧などを発生させ、地球スケールの大きな気象変動をもたらす根幹要因です。

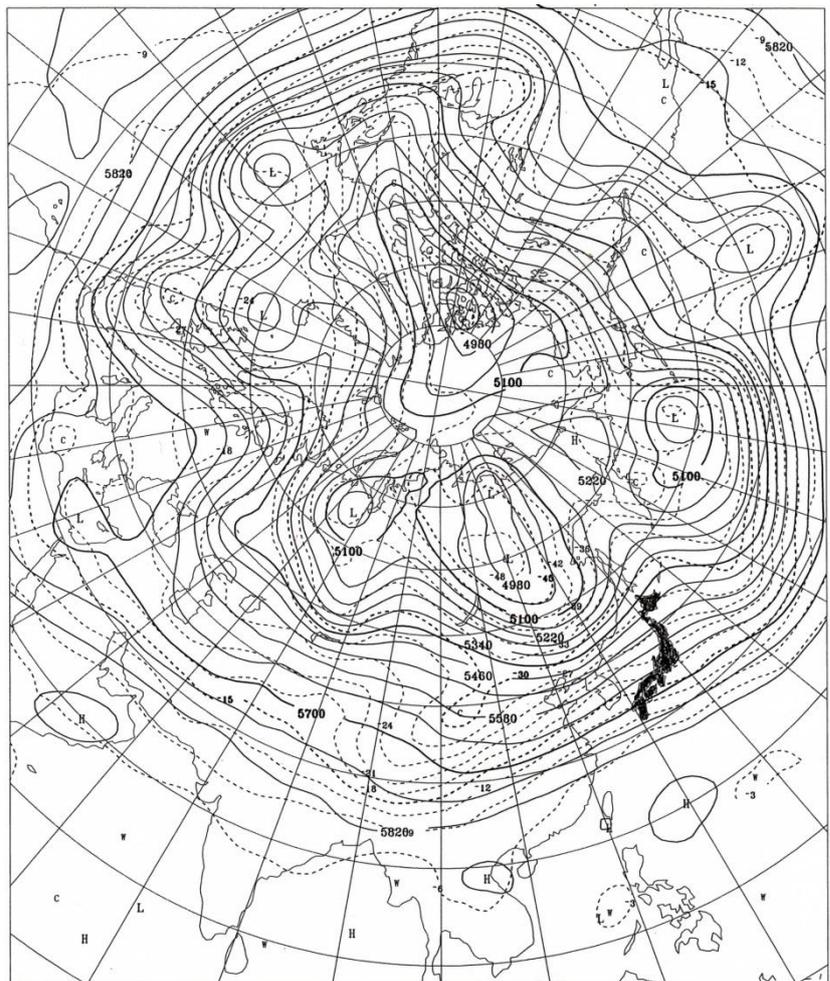
図一4は北半球500hPa面の高層天気図であり、上記とは別の日であるが偏西風が蛇行している時期のもので、中央が北極で日本は黒く塗った位置にあります。

実線が等高度線を示し、この等高度線が日本から北方では蛇行していることがよく分かります。チョット図が薄くて分かりづらいのですが、図一4で閉じた等高度線の部分（丸や楕円）が低気圧や高気圧です。強い偏西風は等高度線が混んでいるところを吹いているので、北緯45度以北では地球規模で強い偏西風が蛇行していることが読み取れます。

偏西風蛇行が地球規模の気象変動の根幹要因であると言いましたが、それでは何故、偏西風蛇行をもたらす南北の水平気温差が一定値以上に発達するのでしょうか？

この要因には種々の気象要素がからんでいますが、その一つが東太平洋のエルニーニョ現象の消長です。また、最近ではインド洋の海水温度の異常な上昇も地球規模の気候に変動を与えていると言われています。

エルニーニョ現象はご存知のとおり、東太平洋赤道付近の海水温度が異常に上昇する現象ですが、この成因は西向き貿易風が弱体化することによって西太平洋の高温な海水が東太平洋まで移動することが原因です。東太平洋のしかも赤道付近という地球スケールから見れば極めてローカルな狭い場所の現象が遥かアジア、オセアニア、ヨーロッパ、アフリカ、アメリカ大陸まで大きな影響を与えている訳です。エルニーニョ現象をもたらす西向き貿易風が衰えるのは広い範囲で東太平洋の気圧が下降し、逆に西太平洋の気圧が上昇するためですが、それでは何故このような大規模な気圧変動が起こるのか？・・・



(図一4 北半球500hPa高層天気図)

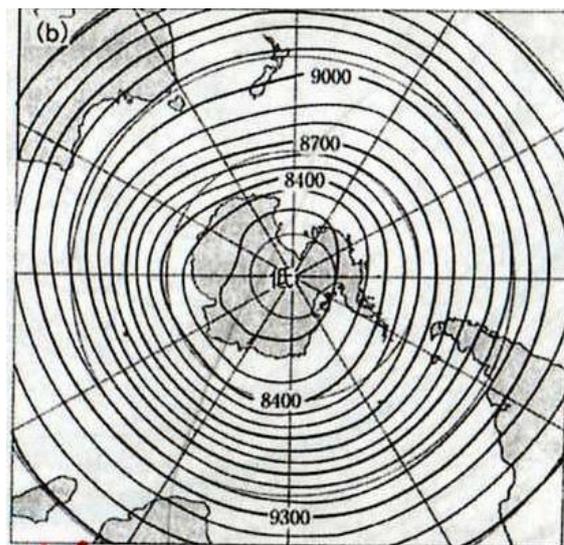
等々「因果は巡る」ではないのですが、地球規模の気象・海象現象が複雑に絡まりあって起こっており、現段階ではそのメカニズムの全容は未だ解明されていません。「因果」関係というよりも「それぞれの現象が因で、同時にそれぞれが果でもある」というべきものでしょう。このように見てくると、「気象」という現象は実に奥が深いことに驚かされます。

余談ですが、日常的な普通の偏西風蛇行は、北半球ではヒマラヤなどの高山があること、海と陸地が入り混じっていることなどの地形的特性からきていると言われています。因みに南半球では殆どが海で、地形が一様であることから蛇行は殆どなく上層の等高度線は南極を中心にしたほぼ同心円状になっています。従って偏西風も蛇行せず、ほぼ同心円状に吹いています。

(図—5 南半球300hPa 高層天気図参照)。

このようなことから、地球上の気象は地域によってバラエティーに富んだものになっている訳です。従って台風や大雨や大旱魃などをもたらす気象現象も発生する訳ですが、世界のどこに行っても全く同じようなノンベンダラリとした気候では面白くないですね。

気候の多様性がその土地土地の自然、人間の生活習慣や文化・思考の多様性を生み出している訳ですから……。



(図—5 南半球300hPa 高層天気図。中央が南極点)

### 【コラム】地球に気象という現象が発生する根源は？

今更説明するまでもありませんが、地球に生命が誕生した根源と同じく、地球上の気象のエネルギーの源は太陽からの放射熱です。太陽からの熱を地球大気の上端が受ける熱量を「太陽常数」と呼び、実際の熱量は季節や緯度によって多少異なりますが、1㎡当たり約1.4キロワットです。この熱量が地表に到達するまでに多少は減衰しますが、地表上でも約1キロワット/㎡程度あります。これがどの程度の熱量かと言いますと、家庭用電気炬燵を地球表面全面にびっしり敷き詰めたのと同じ程度の熱量になります。いずれにしても膨大な熱量です。

そうすると、常時この熱を受けている地球は、いずれ高温化して火の玉になっても不思議ではないと思われそうですが、現実にはそのようにはなっていません。これは、地球が太陽から受け取る熱と同量の放射熱を、地球が宇宙に放射し返しているからです。即ち、太陽からの放射熱と地球から宇宙への放射熱が平衡していて、地球上に一定温度が保たれているという訳です。

最近、地球の温暖化が叫ばれていますが、これは、炭酸ガスなどの温室効果ガスが増えきているために、大気圏に熱が籠るようになったためです(異論もありますが……)。

## 【ちょっとアタマの体操を?!】

「雲は湿潤な気塊が上昇する（気塊の気圧が下がる）ことによって発生する」ということは上で述べました。昨年（2019年）のシリウス「山の気象研修会」でも雲を作る実験を行いましたので、記憶しておられる方も多いと思います。気塊が上昇すると気圧が下がり、気圧が下がると気塊の温度が下降します。温度が下がると、気塊の中に含まれていた水蒸気が徐々に飽和して、過飽和となった水蒸気が雲粒になります。（雲が白く見えるのは「水蒸気」（気相）のためではなく「水滴」（液相）のためです。ヤカンから出る湯気は「水蒸気」ではなく水滴です。水蒸気は「気体」ですので目には見えません）。

水蒸気や水分のことはさておき、気塊が周囲と熱をやりとりすることなく、自分自身の上昇・下降によって気圧が変化し、そのために気塊自身の気温が降温・昇温する現象を断熱膨張・断熱圧縮といいます。身近な例で言えば、高压の生ビール・サーバーからビールをジョッキに注ぐと、減圧のために注ぎ口が冷やされて霜が付くのと同一現象です。車のタイヤに空気を入れる際には逆の現象が起きて、タイヤの空気注入口が熱くなります。

さて、ここで「問題」。

高度1万メートルを飛んでいる旅客機は、上空の外気（例えば気温零下40℃、気圧0.3気圧）を機内に取り入れ、これを地上とほぼ同じ気圧の約1気圧に加圧しています。取り入れた外気を温度調節するためのエアコンが故障していたとすると、機内の温度はどのようになるでしょうか？

- ①エベレスト山頂程度の低温になり  
乗客は全員即座に凍死する。
- ②低体温症や凍傷になり、死者も出る。
- ③熱射病になる。
- ④猛烈な高温になり全員死亡する。



クイズで疲れたアタマの休憩に・・・

（本文とは関係ありません）



南極・昭和基地のオーロラ（気象庁HPより引用）

**クイズの回答** 外部との熱のやりとりを断った状態で外気を圧縮すれば、空気の温度は上昇する。計算式は省略するが、気温零下40℃、気圧0.3気圧の外気を地上気圧と同じ1気圧迄圧縮すれば、気温は100℃上昇し、なんと60℃の高温となる。気温零下40℃の外気を取り込むので機内は冷凍庫になるような錯覚を受けるが、断熱圧縮により気圧が3倍になったことにより気温は100℃も上昇したのである。よって、正解は④。 （本項 完）

[「天気図から読み解く山岳気象遭難の防止」目次に戻る](#)

[「山岳気象と遭難」目次に戻る](#)