

'04 立命館大学

次の□ア～□キを適切な語句，数値または式で埋めよ。ただし，設問中の気体は理想気体とみなせるものとする。

日本では一般に北国は寒く，南国は暖かい。しかしながら，最高気温を比較すると，必ずしも単純に北か

ら南へと温度が高くなっているわけではない。事実，観測史上最も高い気温は山形県で記録されている(40.8℃，2003年7月現在)。この原因のひとつは，フェーン現象とよばれるものである。これを図1の模式図を参照して物理的に議論してみよう。

フェーン現象とは，湿った空気が山を越え，乾いた暖かい空気となって吹き降ろしてくることをいう。一般に，空気が上昇すると気圧が低くなるため，空気は膨張する。すなわち，空気は外部に□アをするために，熱力学第一法則により，外部から熱を吸収しないかぎり，空気の□イは減少し，結果として温度が下がることになる。この変化を断熱的であると仮定すると，圧力 P と体積 V の間には， $PV^k = \text{一定}$ (k は定数)，という関係がある。空気がふもとにあるときの温度 T_1 と山頂まで上がったときの温度 T_2 の比 T_1/T_2 は，ふもとと山頂での気圧の比 P_1/P_2 および k を用いて $T_1/T_2 = \squareウ$ のように表される。この式と，気圧の高度依存性から，空気が断熱的に上昇・下降したときの温度変化を求めることができる。しかしながら，空気が山を下るときには全く同じ過程で温度が上がるため，どちらのふもとにおいても空気の温度はかわらず，断熱変化だけではフェーン現象を説明できない。

フェーン現象では空気の湿度が重要な鍵を握る。湿った空気が上昇すると，上で述べた温度変化により空気に含まれる水蒸気の一部が水滴(すなわち雲や雨)へと変化し空気から取り除かれる。このとき，水はその□エ熱を空気中に放出するため，空気の温度は ΔT だけ高くなる。結果として，ふもとにおいても ΔT だけ高い温度の空気が吹き降ろしてくることになる。

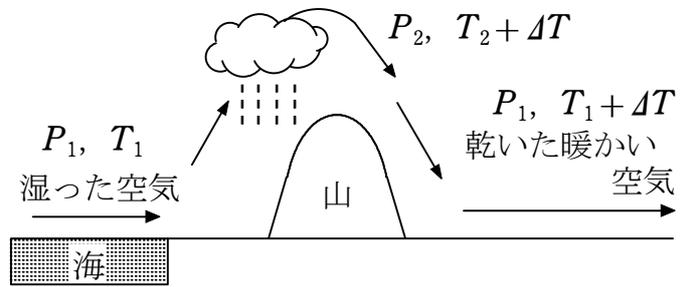


図1 フェーン現象の模式図

'04 立命館大学

簡単のため、温度 T_1 、湿度 100 % の空気がふもとから山頂まで一気に上昇し、そこで飽和蒸気圧を超えた水蒸気がすべて水滴として取り除かれるものとしよう。また、一連の変化において、水滴として取り除かれた水蒸気の量は十分小さいとする。このとき、空気 1 mol から水滴として取り除かれるモル数を x [mol]、水 1 mol あたりの エ 熱を ΔH [J/mol]、空気の定圧モル比熱を C_p [J/(mol·K)] とすると、上昇する温度 ΔT は、 オ [°C] のように表すことができる。

また、この水滴となった量 x [mol] は、ふもとと頂上における水の飽和蒸気圧 q_1 [atm]、 q_2 [atm]、および気圧 P_1 [atm]、 P_2 [atm] を用いて $x = \text{力}$ [mol] のように表される。いま、湿度 100 %、 $T_1 = 20^\circ\text{C}$ の空気が 2000 m の山を越える場合を考えよう。

水の ΔH は 4.0×10^4 J/mol、空気の C_p は 29 J/(mol·K) とし、 $T_2 = 0^\circ\text{C}$ 、 P_1 、 P_2 はそれぞれ 1.00 atm、0.80 atm であったとする。

図 2 は、水の飽和蒸気圧と温度の関係を表したものである。これより、温度 T_1 における水の飽和蒸気圧 q_1 を読み取り、 q_2 と頂上での温度の関係を図 2 に描くことにより、上昇する温度 ΔT は、おおよそ キ °C と読み取ることができる。

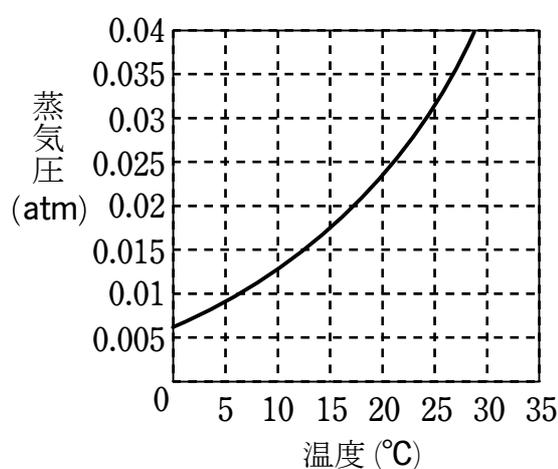


図 2 水の飽和蒸気圧