

重力場の中の気体の熱平衡状態は上下にも熱勾配のない均一な状態と一般には考えられている。平衡状態で熱勾配があると、熱力学第二法則に反するため、この均一な熱平衡状態の存在は疑いがないものと信じられている。気体分子運動論では、重力場のある所でも分子の速度分布がボルツマン分布であるとすれば、上下に温度差が生じないことが示されている。統計力学では重力場に固定された、上下に重なる多数の箱に一定量の気体を分配するときのエントロピー極大の状態が等温状態で、高さ(h)による圧の減少が、 $P_h = P_0 \exp(-Mgh/RT)$ の式として導かれることを根拠として上下に温度差がない状態が平衡状態であると記載してある本が多い。後者の計算では気体の箱への分布をかえると気体全体の重心の位置が変わり重力場に変化をおこし考えている系は孤立系となっていない。したがって、この計算ではエントロピー極大の状態が平衡状態に相当するとは考えられない。気体の重心の位置を一定に保ち、エントロピー極大の状態を求めると上下に温度差のある状態が平衡状態となることは、この討論会ですでに報告したとおりである。この計算について Nature と Phys. Rev. Let. のレフェリー 5 名が強い疑いをもって検討しているが誤りは発見されていない。実験的にも、この討論会ですでに報告した通り、フラスコに封入された気体の定常状態で上下に温度差が測定されている。重力場の下での気体の熱平衡状態では、熱力学第二法則が成立しないことは確実と演者は考えています。

熱勾配がある状態が平衡状態であると、熱勾配があっても平衡状態では熱が流れないはずで、それより緩やかな熱勾配のところでは平衡状態の熱勾配にちかづくため熱は低温のところから高温のところへ逆流することになる。このように、熱力学第二法則が成立しない状態は常識的にはかなり考えにくいものになる。たとえば、少量の水と水蒸気で満たされた箱を考え、箱の高さを 50m とすると、上下で約 0.2K の温度差が平衡状態であることになる。高さによる圧の減少は 50m ではごく僅かで気相-液相の平衡温度は殆ど変わらず、0.2K の温度差があれば水蒸気は液体になる。もちろん高さが 50m 以下の所でも同様に温度の高さによる低下で、いたるところ水蒸気は液化することになる。液化による発熱は気体を通して下方に流れ水面からの水の蒸発熱とバランスして、箱の中では常時雨が降っている状態が定常状態となる。

すべての現象が動きのない平衡状態に近づくことを法則とした熱力学第二法則で、長い過去の時間を経たあとでまだ動きのある状態の現在の自然界を理解するには無理があると思われます。上述のように動きのある定常状態が存在しうることを認めることによって、いろいろの問題が解決される可能性があるかと演者は考えています。

Thermal steady states of gases under the gravitational field.

K. Kigoshi

(Faculty of Science, Gakushuin Univ.)