

落ちるといふこと

OWCC 中川和道 20231214

受験シーズンに「落ちる」とは不謹慎だが、登山での話だ。ぎょっとした体験、今回はこれを考える。

1. 斜面滑落は空中墜落よりマイルドか？

夏の雪渓で足を滑らせ、そのスピードの大きさに肝を冷やした。滑落を止めようと雪面にハンマーを打込んだら、止める衝撃の大きさに手がしびれた。硬いけど、たかが30度くらいの雪渓だ。それを斜めに滑り落ちた。空中落下ではない。だから確実にマイルドな落下になるだろうとの直感(日常感覚)だ。だがそれは、何と、幻の願望にすぎず、えらく大きな衝撃になった。一体なぜだろう？

高校の物理で習った落下の法則がきれいに成り立つ条件はそろっている。右図を用いて、空中墜落と斜面滑落の衝撃の大きさを比較してみよう。受験を思い出して落ちる恐怖が再来する人もいるかもしれない。ごめんしてください。

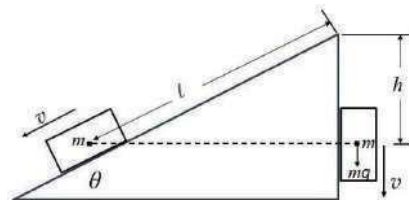


図1. 空中墜落と斜面滑落

衝撃の大きさの目安として、ここでは、運動エネルギーを検討する。運動エネルギーが大きければ、運動エネルギーが変換されて発生する熱のエネルギーも大きい。運動を停止させるため折れた骨の力学エネルギーも大きく、したがって、けがも大きいだろう。

質量 m の人が夏の雪渓を距離 l 滑落したとする。雪渓と人体の摩擦係数は実体験からわかるとおり小さい(0.1程度)ので、ここでは0と仮定し無視する。すると、滑落の開始地点から l 地点までに失った位置エネルギー mgh の大きさは l 地点で獲得している運動エネルギー $\frac{1}{2}mv^2$ の大きさに等しい。空中墜落(距離 h)を検討すると、何と、 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ 。すなわち図において、斜面の滑落速度 v は、空中墜落の落下速度 v と、その大きさが等しいのである。空中墜落の距離 h を真下に落ちたのではなく、斜めに滑ったので距離 l はより確実に大きい¹のだから、衝撃エネルギーは小さく願望は、裏切られるはずであると物理学は導く。慣性質量と重力質量の違い、とか教えられたやつか。日常感覚は間違いで、物理学の予言が実際におきる。これが、夏の雪渓で滑って大けがをする人がいる理由だ。中川も実際にやられて、必死でハンマーを打ち、やっと止まった。物理が分かったのは後になってからだった。

2. 宇宙の山登り 墜落したら・・・？

大阪労山ニュース2018年11月号「山楽登山の世界8」で書いたように、宇宙での山登りに新たな冒険を見出す若者がいる。宇宙での山登り、どんなものだろう。火星には、オリンポス山21900 mという、それぞれ、ど高い山(最高峰)がある。火星は地球より質量が小さいので、重力は地球の40%。体重も、みかけ40%に減ってみえる(偽りのダイエットにはいいかも・・・)。物理によれば、高さ h メートル墜落し、 t 秒後に地面に落ちたら、 $t=(2h/g)^{1/2}$ 、その時の衝突速度 v は $v=g t=(2gh)^{1/2}$ となる。地球の重力定数 $g_E=9.8(m/t^2)$ 、火星の重力定数 $g_M=3.9$ だから、同じ距離を落ちて火星での速度は地球での63%に減じる。

もっと小さい天体だと、天王星第5衛星ミランダは直径470kmと地球のわずか3.7%と小さく質量も小さいので、その重力定数も0.079と小さいことが知られている。地球で10m墜落したら墜落時間1.4秒、衝突速度は $v=14$ m/s(時速50km/時)にも達するので、確保なしでは大けがは免れない。一方、ミランダで10m墜落したら、上の式から落下時間 $t=16$ 秒、衝突速度は $v=1.2$ m/sにしかならない。何ともゆっくり加速して、歩く速度にしか達しないのだ。こう聞くと、宇宙の山登りは安全でいいものかとも思うが、そもそも、約4%という小さな体重で、登山は、本当におもしろいかなあ・・・。みなさん、どう思われます？