

## 重力場のなかでのプランク分布 Planck Distribution in a Curved Spacetime

\*中村 匡<sup>1</sup>

\*Tadas Nakamura<sup>1</sup>

1. 福井県立大学

1. Fukui Prefectural University

重力場のもとでの空洞輻射を考察した。相対論的熱力学の知見によると、一般の重力場に対しては熱平衡状態は存在しないが、時間的なキリングベクトルがある場合は、これに沿って運動する物体は熱平衡になり得ることが知られている。しかし、ここで光子の熱平衡分布を考える場合、重力による red/blue shift のために、ひとつの光子の波長・振動数が場所に依存するので、普通の振動数  $\omega$  を使って、プランク分布を計算することはできない。

本研究では、相対論熱力学の観点から、キリングベクトルに沿った保存量をもとにして熱平衡状態を定義することにより、このような重力場のもとでのプランク分布を求める手法を考えた。もっとも簡単な例として一様加速する空洞を仮定し、これに乗った系（リンドラー系）での固有関数展開によって、光子を定義する。この場合、エネルギーに対応するものはローレンツブーストに対応する4次元角運動量（リンドラーエネルギー）であり、光子の集団である光子気体に対して角運動量の次元をもつ温度が定義される。

得られた分布は、予想されるようにリンドラーエネルギーにもとづくプランク分布になるが、平坦な空間でのプランク分布とちがうのは、光子気体の熱容量が境界の位置によるということである。境界がリンドラー座標の地平線に近づくほど熱容量は増大し、地平線では無限大に発散する。これは地平線に近づくほど blue shift により、同じエネルギー（リンドラーエネルギー）幅にある状態数が増大するというに基づく。この計算は平坦な空間にもとづいているが、一般のキリングベクトルのある重力場でも局所的には同様にあつかうことができる。したがって、ブラックホールや中性子星など周辺の強い重力場の中での熱輻射には同じ性質があるはずである。

平坦な空間のキリングベクトルは10の独立したものがあることが知られている。この中でリンドラー系の時間ベクトルに対応するものは、保存量が純粋な角運動量に対応するという、相対論的熱力学の観点からは特殊なものになる。一般の場合はローレンツブーストと、それに垂直な方向のローレンツブーストの重ねあわせになるので、事情は複雑になる。講演ではこの計算についてもふれる。

キーワード：重力場、相対論熱力学、プランク分布

Keywords: curved spacetime, relativistic thermodynamics, Planck distribution