

PEM026-03

会場:展示ホール7別室1

時間: 5月23日11:15-11:30

Minkowski空間での熱平衡分布について

Thermal equilibrium in a Minkowski spacetime

中村 匡^{1*}

Tadas Nakamura^{1*}

¹福井県立大学

¹Fukui Prefectural University

特殊相対性理論で熱力学を考える場合、温度の概念を拡張して、逆温度を四元ベクトルとしてあつかわなければならないことが知られている。温度というものは熱エネルギーに対応する熱力学的パラメータとして導入されたものであるが、相対性理論ではエネルギーは独立した物理量ではなく、エネルギー・運動量ベクトルの第一成分である。したがって、温度の方も独立した量ではなく、なんらかのベクトルの成分と結びつけられるべきである。

van Kampen (1968)およびIsrael (1976)はこの観点から、運動量に対応する成分を含んだ四元ベクトル(逆温度四元ベクトル)として逆温度を扱うことを提唱し、ひろく受け入れられている。非相対論的熱・統計力学でエネルギーが重要な役割をはたすのは、それが保存量であるという事実に基づいており、これを相対論的に拡張すると、同じ保存量である運動量も同等にあつかわなければならないという観点からも、逆温度四元ベクトルの導入は理解できる。

では、同じ保存量である角運動量についてはどうであろうか、という問題を考えるのが本研究の目的である。エネルギー・運動量の保存則が、Minkowski空間内での並進対称性から導かれるのと同様に、角運動量は回転対称性から導かれる。四次元空間の場合、回転方向というのは2つのベクトルに張られる面を回転面とすれば決まるので、四次元空間では6つの独立した方向をもつ。そのうち3つが普通の空間内での回転であり、のこりの3つがLorentz変換であることはよく知られている。

本研究ではこの6つの回転方向それぞれに対応して逆温度が存在し、この6つをひとまとめにして反対称テンソルとしてあつかうと、共変的な熱力学的表式が得られることが示された。また、それぞれの対称性に対応する熱平衡状態が存在し、その状態にある理想気体の熱平衡粒子分布も非相対論的統計力学の拡張として求められることもわかった。これにより、宇宙空間内での加速・回転物体の熱・統計的特性の理解が進むものと期待される。

文献(上で年号のみでふれた文献は、以下の論文の参考文献リストにある)

Nakamura, T.K., *Europhys.Lett.*, in press; arXiv:1002.0960

キーワード:相対性理論,熱力学,熱平衡分布

Keywords: Relativity, Equilibrium Distribution, Thermodynamics