

Hawking radiation as tunneling from squashed Kaluza-Klein black hole

大阪市立大学 松野研

E-mail: matsuno@sci.osaka-cu.ac.jp

ホーキング放射は、ブラックホールからの熱的な放射を表し、一般相対論と量子論が共に役割を果たす興味深い現象の1つである。ParikhとWilczekは、トンネル効果に基づいて、4次元ブラックホールからのホーキング放射を議論した [1]。トンネル効果に基づくホーキング放射の導出では、ブラックホール内部のホライズン近傍に生成される粒子-反粒子の組に注目する。我々は、そのような場を、ブラックホールの中心に向かう内向モードと、ホライズンの外へ出ようとする外向モードに、分けることが出来る。すると、内向モードは、ブラックホールの中に閉じ込められる。一方、外向モードの一部は、トンネル効果により、ブラックホールの外へ逃れる。もし、ホライズンを通り抜けて来る粒子が、正のエネルギーを持つならば、そのような粒子は、ブラックホールの外で安定に存在可能で、我々は、それらの粒子を、ブラックホールからの放射と見なすことが出来る。ParikhとWilczekは、古典的に禁止された経路を考えることで、そのような粒子に対するトンネル効果の確率振幅を、WKB近似を用いて計算した。彼らは、得られた確率振幅を、熱力学におけるボルツマン因子と比較することで、期待されるホーキング温度を得た。更に、彼らは、時空全体のエネルギー保存則に注目して、ホーキング放射に伴う、ブラックホール自身の大きさの変化(逆反応)についても、議論した。このような逆反応が議論出来ることは、トンネル効果に基づくホーキング放射の導出の重要な利点の1つである。

そこで、私は、京都産業大学の梅津光一郎氏と共に、トンネル効果に基づく4次元ブラックホールからのホーキング放射の導出を、5次元squashed Kaluza-Kleinブラックホールの場合に拡張した [2]。特に、我々は、梅津氏が最近提案した、ホライズン近傍における次元縮約の方法 [3] を、squashed Kaluza-Kleinブラックホール時空に適用した。つまり、次元縮約によって得られる2次元有効計量を、背景時空を表す計量として用いた。更に、我々は、ホーキング放射に伴う逆反応を考慮した。その結果、我々は、期待されるホーキング温度と、squashed Kaluza-Kleinブラックホールに対する逆反応の効果の両方を、簡単に得ることが出来た。よって、次元縮約の方法は、トンネル効果に基づく5次元squashed Kaluza-Kleinブラックホールからのホーキング放射の導出に役立つことが分かった。

References

- [1] M. K. Parikh, F. Wilczek, Phys. Rev. Lett. **85**, 5042-5045 (2000).
- [2] K. Matsuno, K. Umetsu, Phys. Rev. **D83**, 064016 (2011).
- [3] K. Umetsu, Phys. Lett. **B692**, 61-63 (2010).