

# Black hole 熱力学と量子異常

KEK 森田 健

E-mail: tmorita@post.kek.jp

この研究は KEK の磯氏、岡山光量子研の梅津氏との共同研究に基づいている。

Black hole と熱力学には次のように類似した関係が見られる。

	熱力学	Black hole
第 0 法則	$T = \text{constant}$	$\kappa = \text{constant}$
第 1 法則	$dE = TdS$	$dM = \frac{\kappa A}{8\pi}$
第 2 法則	$dS \geq 0$	$dA \geq 0$

ここで、 $S$  は entropy,  $T$  は温度、 $A$  は Black hole の horizon の面積で、 $\kappa$  は horizon での重力である。このことから、

$$S \leftrightarrow A$$

$$T \leftrightarrow \kappa$$

という対応関係があることが理解できる。しかし、この関係を正当化するためには熱力学的な理解だけではなく、統計力学的な理解が必要である。

これまでの研究で一般相対論に場の量子論の効果を取り入れることにより、Hawking 輻射が発見され温度と  $\kappa$  の関係については統計力学的に理解されるようになった。しかし、entropy は超弦理論を用いて一部に関しては理解されたものの、一般には理解されてはいない。そこで、我々は entropy に関しても場の量子論の効果を取り入れることによって理解できないか研究した。

今回の研究では、簡単のため球対称な Black hole に注目した。一般に球対称な時空は 2 次元時空 (時間+動径方向) に reduction することができる。すると高次元の graviton は、2 次元時空では、2 次元 graviton と dilaton として振る舞う。これらの場の Black hole 解まわりでの振る舞いについて調べた。特に Black hole から十分離れた観測者が観測すると系は horizon 付近で conformal な理論として振る舞う。conformal な理論の entropy は 次の Cardy 公式と呼ばれる公式を用いて評価できる。

$$S = 2\pi\sqrt{\frac{cL_0}{6}}$$

そこで、この系の  $c$  と  $L_0$  を求めれば entropy を求めることができる。ただし、この公式が有効な場合は限られており、今回の系にこの公式を用いることはあまり良くない近似である。しかし、この公式を用いて entropy を評価したところ dilaton が horizon から Black hole の内側に入る mode の entropy が BH の horizon の面積に比例することが理解できた。(他の場合は entropy にほとんど寄与しない。) この mode は Hawking 輻射によって対生成され無限遠で観測される mode と対の mode である。ただし、比例係数に関しては完全には一致しないので、それは今後の研究の課題である。