

円筒型タイムマシンのつくりかた

発表者 屋嘉比 歩

指導教員 前野昌弘

1915 年にアインシュタインが発表した一般相対論ではタイムトラベルが可能である解が幾つか見つかっている。その中の一つに 1974 年にフランク・ティプラーによって考え出された円筒型のタイムマシンがある。[1]

本研究はまずこのティプラーのモデルの時空構造を調べ、次にそれをふまえ、現実の宇宙に近いモデルを考えてみた。

ティプラーの考えたモデルは無限に長い円筒を高速で回転させるものである。また、この円筒は各々の粒子は互いに力を及ぼしあわないダスト流体からなるとしている。この円筒の表面の回転速度が光速の半分以上になると図 1 のように光円錐が傾いて、時間的な線が閉じる領域ができる。つまり、この領域では時間がループになり、タイムトラベルが可能となる。しかし、このティプラーのモデルは円筒から無限遠の領域でもミンコフスキー時空（重力の働いていない時空）に近づかない。

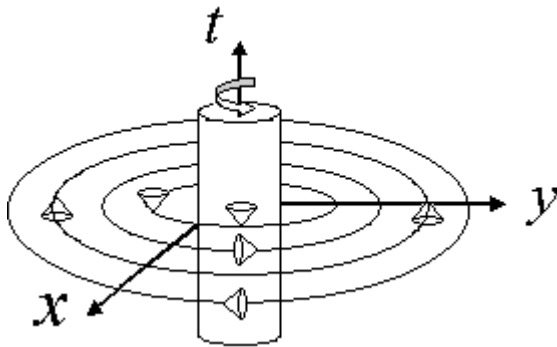


図 1. ティプラーのモデルの時空図

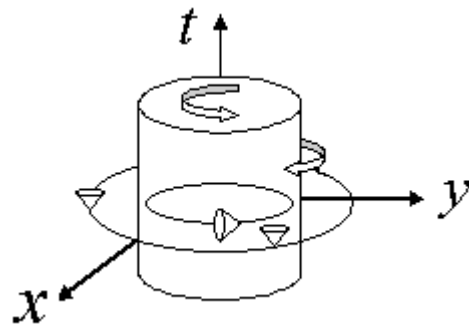


図 2. 円筒外部をミンコフスキー時空に近づけたモデルの時空図

そこで、次に、円筒の外部をミンコフスキー時空に近づけたモデルを考えてみた（図 2）。このモデルでは円筒の内部に時間的な線が閉じる領域ができるような解を適当に決め、そ

れからアインシュタイン方程式 $R^{\mu\nu} - \frac{1}{2}g^{\mu\nu}R = 8\pi T^{\mu\nu}$ (ただし、 $G = c = 1$) の右辺のエネルギー・運動量テンソル $T^{\mu\nu}$ を求め、円筒内部の物質がどのようなものであるかを調べた。

[1] F.J. Tipler: “Rotating cylinders and the possibility of global causality violation”,
Physical Review D **9**, 2203 (1974).