

エーテル再考：歴史的实验結果のエーテル仮説による説明

佐藤正典 (Masanori Sato)

本多電子株式会社

1. 電磁波の波動方程式と位相速度を表す式(1)から、エーテルの物理的実体は真空の誘電率 ϵ_0 と透磁率 μ_0 であると仮定する[M. Sato, arXiv:0704.1942v5, (2009)].

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \left(\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = 0, \quad E: \text{振幅}, c: \text{位相速度} \right) \quad (1)$$

古典的エーテルは、光の速度が大きいため、音の類推から密度が小さくて高い弾性率を持ち、宇宙に様に静止して存在すると考えられていた。今回提案するエーテルは、真空の誘電率 ϵ_0 と透磁率 μ_0 であり(おそらくとても軽く)、さらに宇宙空間に様ではなく、個々の重力場に付随する。したがって古典的エーテルとは異なった概念である。

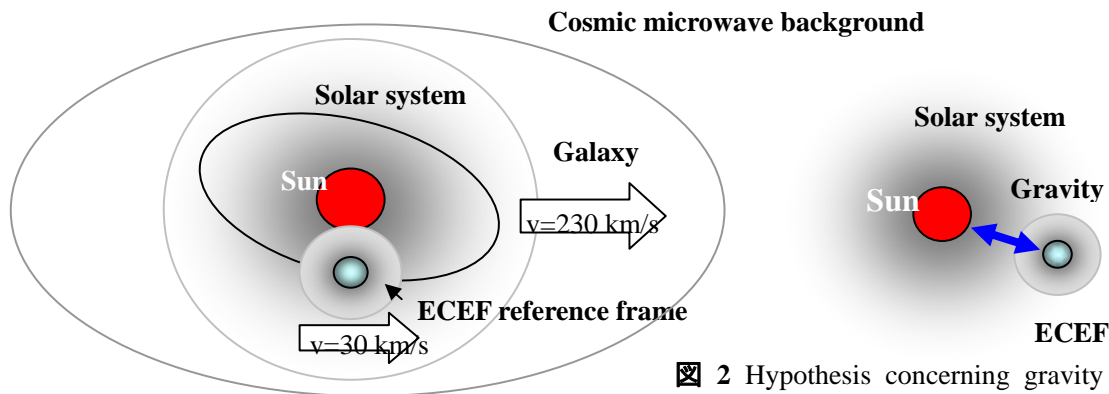


図 1 Ether dragging model

図 2 Hypothesis concerning gravity generation: modification of the ether causes gravity

2. 重力場はエーテル (誘電率 ϵ_0 と透磁率 μ_0) を引きずる。したがって、個々の重力場 (地球、月、火星、太陽系、銀河系) は、それぞれ独立した静止慣性系である(図 1)。地球は太陽系の中で公転しているが、地球の重力圏は静止慣性系である。さらに太陽系が銀河系を周回運動していても地球は静止慣性系である。「光速はどの慣性系の観測者から見ても一定である」をエーテル (誘電率 ϵ_0 と透磁率 μ_0) 引きずり仮説で置き換えた。
3. Global positioning system (GPS)は earth-centered earth-fixed (ECEF) reference frame、すなわち地球を中心とした静止慣性系でうまく動作している。GPS 衛星の時間遅れに関する速度は、ECEF 内での GPS 衛星の速度 4 km/s であり、地球の公転速度 30 km/s は何の影響も与えない。もし、GPS を太陽系で行うと、計算は極端に困難になる。ECEF がうまく動作するのは地球の重力圏が静止慣性系と考えられるからである。GPS 衛星が地球の重力圏を離れ、太陽の重力が中心になると、静止慣性系は太陽系になる。地球と並行して運動する衛星は、静止慣性系である太陽系を 30 km/s で運動することになり、30 km/s

- に起因する時間遅れを観測する。この GPS 衛星が火星の重力圏に入れば、今度は火星の重力圏が静止慣性系となる。全ての重力圏は、それぞれが独立した静止慣性系である。
4. 重力場は誘電率 ϵ_0 と透磁率 μ_0 を変化(増大)させる。このために式(1)から光速は遅くなり、基準時間が長くなる。したがって重力による時間遅れが発生する。これは GPS 実験で確認されている。さらに Eddington によって確認された太陽重力場による光の曲がりは、光が屈折率の大きな方、すなわち大きな重力場の方向に曲がる仮説で説明できる。相対論における「時空の曲がり」を重力による誘電率 ϵ_0 と透磁率 μ_0 の変化と置き換えた。
 5. 基準時間は光時計によって決まる。ある距離を光が往復する時間が基準時間である。運動している光時計では光は長い距離を飛行しなければならない。すなわち、基準時間が長くなる。重力の大きなところに置かれた光時計は光速が式(1)に従い遅くなるため、光の往復に時間がかかり基準時間は長くなる。これが相対論における時間遅れである。
 6. 重力発生仮説：重力場は誘電率 ϵ_0 と透磁率 μ_0 を変化(増大)させ、この反作用として誘電率 ϵ_0 と透磁率 μ_0 の変化は重力を発生させる。図2は太陽のエーテル場に地球のエーテル場が置かれると、地球は太陽の重力に引かれることを示したラフスケッチである。
 7. 重力と加速度の等価原理は光速については成り立たない。加速度は真空の誘電率 ϵ_0 と透磁率 μ_0 を変化させないので、地表付近の自由落下による重力のキャンセルによって光速は変化しない。すなわち、重力による時間遅れは自由落下によってキャンセルされない。
 8. 相対論の解釈には光の波と粒子の2重性が必要である。Aberration は粒子の側面を使わなければ、エーテルとの共存の説明は困難である。1725年当時、Bradley は aberration を、エーテル内を直進する Newton の粒子モデルで説明した。Doppler shift は、光源の運動によって放出されるフォトンエネルギー ϵ と運動量 μ が変化する、あるいは、観測者の運動によってフォトンエネルギーと運動量が変わって観測される現象である。これらを首尾一貫して説明するには、光の粒子面のみではなく波の側面が必要になる。
 9. 光の位相速度 $c=\omega/\kappa$ (ω :周波数、 κ :波数)は、エネルギーと運動量の比 ϵ/μ でありこれは光源、観測者の運動に関係なく一定である。GPS はパルスコード変調が用いられ、したがって、電磁波の群速度(エンベロープ速度)が使われている。GPS では地球の運動に関係なく電磁波の群速度が一定になることが示された。これを説明する最もシンプルな仮説は地球の重力圏は静止慣性系と仮定することである。すなわち、エーテル引きずり仮説である。Michelson-Morley の干渉実験および GPS でのパルスコード変調による光速一定の結果はエーテル引きずり仮説の証拠と考えられる。地球の重力場を 4 km/s で運動する GPS 衛星は位相速度 c と異なる電磁波の群速度を観測すると考えられる。
 10. これは、次のように説明できる。ドップラーシフトで単色の光源に向かって進む観測者は多くの波面を観測する。同様に、波束を放射する光源に向かう観測者は多くの波束を観測する。観測者の光源に対する運動方向によって波束を観測する時間間隔が異なる。ドップラーシフトでは周波数変化と表現し、波束では群速度が変わったと解釈できる。
 11. 1951年、Dirac [Nature, 168, 906]は、もしエーテルが存在すればとても軽いだろうと予想しエーテル量子化の必要性を述べた。これは相対論と量子論をつなぐ重要な指摘である。