

少し厳密な時間の定義について

藤井 純一

要旨

SI 単位系の 7 つの基本単位のうち、時間の単位については理論的な曖昧さが残っている。同様に、プランク単位系におけるプランク時間も、曖昧さが残る。最も重大な問題は、時間とは結局何なのか？時間とは何を意味するのか？について十分に定義されていない点である。そこで、時間をボソンを使って定義し、その定義がどのように機能するか検証する。これにより、ニュートン力学や一般相対性理論をはじめとする既存の物理学が大きく変わることはない。ただし、この定義を使えば、時間の自由度を限定し、時間の振る舞いをより具体的に理解できるようにはなる。また、単独の中性子の寿命が極端に短くなる現象も、自然に説明できる。

1. 緒言

時間の定義は時代とともに進化し、科学を支えてきた。古くは太陽や星の年周運動や日周運動により、現代ではセシウム 133 の電磁波を使う。しかし、いくら精度を高めても時間をどのように定義するかが決まらなければ得るものは少ない。時間の精度を高めることと、時間とは何かを定義することは似て非なるものである。いくら精度が高まっても、「1 秒とは物理的に何を意味するのか？」という問いに答えることにはならない。時間の定義は、物理的に自明かつ厳密で、より根本的でなくてはならない。そして、どのようなスケールでも(マクロでもミクロでも)有効で、量子サイズでも共通して使える定義でなければならない。

2. 目的

1) 時間を厳密に定義する

時間を理論的に厳密に定義し、時間にまつわる不整合を解消することを目的とする。現在我々が使用している「時間」の定義、計測は実質的に全て「電磁相互作用」のみに頼っている。しかし、他に少なくとも 4 つの基本相互作用があり、しかも他の相互作用(例えば重力)によって時間が遅れるなら、電磁相互作用のみを時間の定義に使うのは、恣意的で不自然である。観測事実から考えると、電磁相互作用によって計測された時間と、重力相互作用は拮抗作用していると考えべきである。これにより、時間の振る舞いを明瞭に説明できる定義を試みる。

2) 時間の遅れを定義する

一般相対性理論における時間の遅れは、事実として疑いようのないものである。しかし、なぜ遅れるのか、時間が遅れるとはどういうことかについては、十分に定義されているとはいえない。一般相対性理論から導かれる時間の遅れを、より明瞭でわかりやすい具体的な事象として説明するための定義を試みる。

3. 結果

1) 定義

次の定義を行えば、既存の物理学と矛盾しない、より厳密で自然な定義が導けることがわかった。

(1). 時間の定義

時間を計測する場合、必ず何らかの物理作用や変化が必要である。そこで、時間を、「時間=作用可能なボソン数」と定義する。一つの量子に、重力なり電磁気力なりの相互作用がある場合、どんなにたくさんのボソンが作用しようが、一度に作用できる数には上限があり、作用するボソンの数は無限ではない。そして、どんな相互作用も一瞬ではない以上、相互作用にかかる一定の時間が必要である。このような、プランク時間に似た時間を最小の時間とし、その個数で時間を表す。

(2). 時間の定義に必要な定義

時間を定義し、式として表現する上で、次の定義が必要である。

- ①. ボソン定数 BN
一つの量子に対して同時に作用可能なボソンの数。
- ②. ボソントイミング BT
ボソンによる相互作用の最小時間。
- ③. 秒定数 MN
1 秒の中の BT の回数。1 秒 = $BN \times MN = BT \times MN$ 。
- ④. ボソン時間

ボソン相互作用によって時間を定義するなら、それぞれのボソンに対応した時間が定義できる。我々が計時に利用しているのは電磁相互作用だけであり(重力は弱すぎる)、これを「フォトン時間」と定義する。フォトン時間は、我々が日常的に「時間」として利用している尺度とほぼ同じである。重

力相互作用を計時に使えば、それは「グラヴィトン時間」である。グラヴィトン時計としては、摩擦 0 で、完全球等径粒子の仮想的な砂時計が考えられる。ボソン時間は互いに拮抗的に働く。例えば、地球表面の A 地点と 3800km 上空の静止衛星の B 地点を考える。フォトン時間では、B 地点のほうが重力が弱いため、約 1.000000000533 倍速く時間が進む。つまり、地表での 1 秒あたり 100 億分の 5.3 秒だけ時計が進む。一方、グラヴィトン時間でみると、重力の強い地表のほうが時間は速く進む (fig1)。また、中性子の寿命を計時に使えば、それは W ボソン時間である。

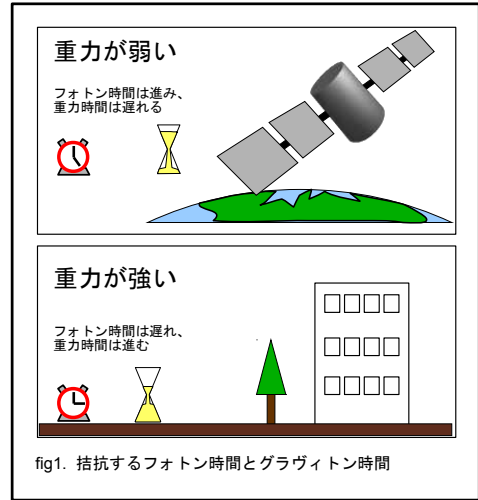


fig1. 拮抗するフォトン時間とグラヴィトン時間

⑤. 相互作用の排他性

フォトン時間が亢進すると、グラヴィトン時間が減退する(重力が弱まるほどフォトン時間が速く進む)。グラヴィトン時間が亢進すると、フォトン時間が減退する。極端な例では、ブラックホールの中ではグラヴィトン時間が最も速く進む(光速に近い速度で砂時計が落ちる)一方、フォトン時間はほぼ止まる。阻害される相互作用には、ボソンが光速で運動する能力も含まれる。時間を相互作用ごとに定義すれば、それぞれの相互作用が阻害しあう排他的な状況が見えてくる。これは、ある瞬間の最大ボソン作用数 BN に対し、フォトン相互作用のフォトン数を a_n 、グラヴィトン相互作用のグラヴィトン数を b_n とすると、 $BN = a_n + b_n$ ということである。これは他の相互作用でも同様であり、例えば、強い力から解放された中性子は、ウィークボソン時間が亢進し、15 分あまりという短い時間で崩壊する。

(3). 実際の計算

記号を次のように定義する。

- a … 電磁相互作用
- b … 重力相互作用
- c … 強い相互作用
- d … 弱い相互作用
- e … ヒッグス相互作用

- a_n … BT 毎に作用したフォトン数。 $0 \sim BN$ 。
- b_n 以下同様
- ρ_a … a_n 個が作用するために必要なフォトン数
- ρ_b 以下同様。
- T_a … a_n で定義されるフォトン時間
- T_b 以下同様。

どのボソンがどれだけ働くかは、対象とする量子の周りにあるボソンの量に依存し、それぞれのボソンは確率的に作用する。ある量子の周りにフォトンが ρ_a 個、グラ

