

重力場

[TOP『時間と空間の物理学』へ戻る](#)

日常的な経験に限れば、力を伝達するものが何も無いのに作用が及ぶという事は、もちろんあり得ません。しかし、太陽や惑星などの天体は、見たところ何も存在していないと思われる空虚な空間の中で、互いに遠く離れて存在しているにもかかわらず、明らかに互いに影響を及ぼし合っています。天才ニュートンにも分からなかった、この引力作用のメカニズムは、可視的世界に存在する物理学最大の謎と言っても良いでしょう。

特殊相対性理論の一般化としての『一般相対性理論』については、前『等価原理』の節で、理論が正しくないことを指摘しました。ここでは重力理論としての『アインシュタインの一般相対性理論』について簡単に触れておきましょう。

1 統一理論

現在物理学の分野には、巨視的な世界（重力）を説明する“一般相対性理論”と極微の世界（電磁力と、二つの核力）を説明する量子論という、それぞれ独立した二つの有力な理論が存在するとされています。統一理論というのは、簡単に言えばこの二つの理論を一つに統一することで、言い換えれば“四つの力”のすべてを、一つの理論で説明しようという試みです。

原理的に異なっている、別の表現をすれば、相容れない部分を持った二つの理論が存在するのはおかしいわけですから、両者は統一されるか一方が否定あるいは大きく修正されなければなりません。

統一理論への挑戦は、当然アインシュタインも試みていたようですが、成果を上げることはできませんでした。その後も様々な研究がなされていますが、い

ずれも成功の見通しはたっていません。

最大の原因は、巨視的な世界（重力）を説明する“一般相対性理論”に誤りがあるからです。と言うより、そもそも理論の構想（理論が述べるメカニズムのイメージ）が良くありません。

2 近接作用と場

ファラデーは、一種の遠隔作用的な働きを示す電磁相互作用を近接作用に置き換える方途として、空間内に何かが“励起”された状態としての“電磁場”という概念を導入しました。

アインシュタインが提示した重力作用の説明は、基本的にはこのファラデーのアイデアにそのまま倣ったものです。すなわち、引力作用の作用原理について、アインシュタインは、《質量の存在が、周囲の空間に何か物理的な実在物を励起した状態を“重力場”と名付ける、その重力場が場の中にある質量体に働きかける》作用が“重力作用（＝引力）”であると説明しました。

《質量の存在が直接周囲の空間を歪ませる》という表現に変えて説明している場合もありますが、いずれにしても、そういった状態の存在が直接確認できないという意味では、エーテル仮説と大差ありません。

《質量の存在が、周囲の空間に物理的な実在物を励起した》あるいは《質量の存在が、周囲の空間を歪ませた》状態が“重力場”であるというイメージは、逆に言えば、そこ（重力場）から質量を取り除いたとき、後にいわゆる“慣性空間”が残るということになります。すなわち、質量の存在が周りの空間に何かを励起する、あるいは空間を歪ませるという発想は、何かを収納し得る容器としての機能だけを持った“純粋空間”というものが、質量体や時間とは独立して存在することを前提にした概念だと言えるでしょう。

“純粋空間”は、私たちが古から慣れ親しんだ空間イメージそのものです。そこに〈励起された物理的な何か〉が存在すると述べることは、正体のよくわからない存在物（エーテル）の存在を認めることと本質的には同じです。

3 万有引力の法則式との矛盾

重力の作用というのは、対等な二つの質量の間で起きるのですから、仮にアインシュタインの説明のように《質量の存在が周りに物理的な何かを励起し、それが他の質量体に働きかける》のだとした場合、その作用は二重に起きることになります。

すなわち、地球（質量 m_1 ）によって生じた重力場が、質量 m_2 の物体に働きかけるなら、地球も、質量 m_2 の物体が生じさせる重力場の働きを受けるはずで
す。そのことと

$$F = G \frac{m_1}{r} \times \frac{m_2}{r} \quad (G = \text{万有引力定数})$$

という万有引力の法則式を考え合わせれば、各質量が励起する重力場の強さは、それぞれ $\frac{m_1}{r}$ 、 $\frac{m_2}{r}$ で与えられるということになります。

これは実は“場”の概念との相性が余り良くないのです。つまり、均質に広がる三次元空間内に、一点から拡散する“影響力”（＝空間内のある一点に存在するものによって生じる周囲の空間の各位置における作用の強さ（質量体が励起する物理的な何かの働き）が、存在物からの距離の二乗にではなく、距離に反比例することになるという図式、というか仕組みはいかにも不自然です。

一点を起源にして3次元空間に拡散する、あるいは励起する何かがあれば、その何かの濃度は、たとえば点光源から発した光の拡散の場合のように、起源からの距離の二乗に反比例して薄まっていくと考えるのが自然でしょう。

4 エネルギー保存則の観点から

地球表面の近くでは、自由落下する物体は、時間の経過と共に落下の速度を増していきます。つまりその物体が持つ運動エネルギーは時間の経過とともに増加します。

次の式は、その落下運動を記述した法則式です。

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + mgh \quad (1)$$

[但し、 g は重力加速度、 h は、速度0の状態から落下を始めた物体の速度が v に達し

た時点までに落下した距離、を表します。]

通常、物体の加速には、いわゆる“外力”が働く必要がありますが、重力による落下運動は、物体自身と地球の間の引力の働きによって起きていて、地球及び物体自身以外からの力（外力）は関与していません。しかもこの現象には、エネルギーの一形態である質量（この場合、地球及び物体自身の質量）の、変化は伴わないと考えられています。従って、物体が獲得する運動エネルギーがどこから、どのように供給されているかを明らかにする必要があります。

現在の物理学では、この問題については（1）式の第2項に、 mgh という形で記述された、いわゆる“ポテンシャル（位置のエネルギー）”という概念を用いて説明しています。

確かに地上にあるものを一定の高さまで持ち上げるためには、力を加えて仕事をする必要があります、そこで消費されたエネルギーは、対象物に対して高度を与えるためだけに消費されたように見えます。このことも、二つの物体間に働く引力の作用も、二つの物体の間に存在する空間的な隔たりも一種のエネルギーであると考えれば、スムーズに納得できます。

この解釈も《場》の理論同様、メカニズムを直接明らかにするものではありませんが、アインシュタインのアプローチより有効かも知れないので触れておきました。次章でさらに検討を進めます。

TOP『時間と空間の物理学』へ戻る