地球の影の大きさ

部分月食

今月11月19日には、今年2回目の月食が起こります。詳しくは、星空ガイドのページ(P2〜3)をご覧ください。

今回の月食は、ぎりぎり月が地球の影(本影)に入りきらない部分月食です。右図は月がどのように地球の影を通過するかを示した図です。

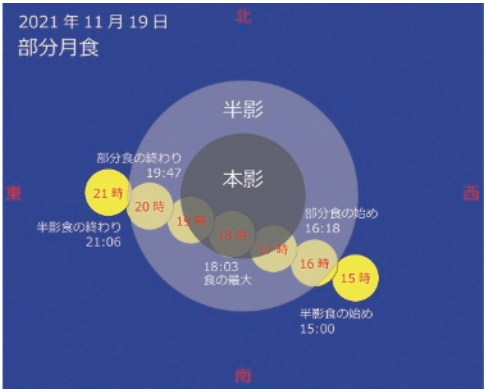

図1　地球の影に対する月の動き

古代ギリシアの哲学者アリストテレスは、月食の影が丸いことが、地球の形が球状であることの証拠の1つとしました。月食は、地球の形を感じることができる天文現象でもあります。

月と地球の実際の大きさは、表1の通りです。この表から地球と月の大きさの比を求めると、6,400/1,700＝約3.8となります。地球の大きさは月の大きさの4倍弱になります。

表1　太陽・月・地球の大きさと地球からの距離

	大きさ(半径)	地球からの距離
地球	6,400km	—
月	1,700km	380,000km
太陽	700,000km	150,000,000km

一方、図1の地球の影(本影)の大きさを見てみると、だいたい月の大きさの3倍ぐらいに見えます。地球の影の大きさは、どのようにしたら計算できるでしょうか。

月の見かけの大きさ

地球の影の大きさを計算する前に、月の見かけの大きさを計算してみましょう。月が実際の空でどれくらいの大きさに見えるか、つまり見かけの大きさは、角度で表すことができます。この値は

(月の大きさ)／(地球からの距離)＝(1,700×2)/380,000

で計算できます。なお、この式で計算した値の単位はラジアンなので、角度の度の単位にするには、さらに360度/2πを掛ける必要があります。また、半径と直径の違いにも注意してください。実際、表1の値を入れて計算してみると、月の見かけの大きさ(直径)は約0.5度になります。

同様に太陽の見かけの大きさ(直径)を計算してみると、偶然にも同じく約0.5度に

なります。このため地球から見ると、太陽も月も同じぐらいの大きさに見え、ちょうど太陽と月がピタリと重なる皆既日食や金環日食が起こるわけです。

地球の影の大きさ

　では、地球の影の大きさはどうなるでしょうか。これは、中学校の数学の計算になります。

　中学校の図形で、三角形の外角の定理というものがありました。これは、「三角形の1つの外角は、その隣にない2つの内角の和に等しい」というものです。この定理を2回用います。

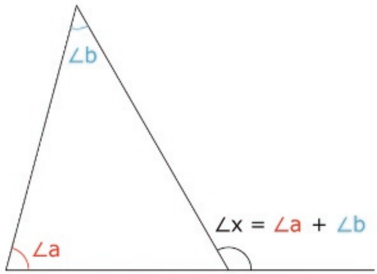

図2　外角の定理

　また計算には、太陽と月の視差というものが必要になります。これは地球の中心と地表から見た時に見える位置のずれのことで、表1の地球の大きさと、太陽や月までの距離から求めることができます。

　さて、図3で求めたい角度は本影の視半径rです。まずは△ABCに対し、外角の定理を使います。∠ABCをθとおけば、

r（本影視半径）＝p（月視差）－θ

で計算できます。

　さらに、このθの値は△ABDに対して外角の定理を用いると

θ＝r（太陽視半径）－p（太陽視差）

で計算できます。この2つの式から、月食の際の地球の影の見かけの大きさは

r（本影視半径）＝p（月視差）－（r（太陽視半径）－p（太陽視差））

で求めることができます。

　実際、表1の値をもとに計算してみると、月食の時の地球の影の見かけの大きさ（直径）は約1.4度となり、月の見かけの大きさ0.5度の3倍程度であることが分かります。

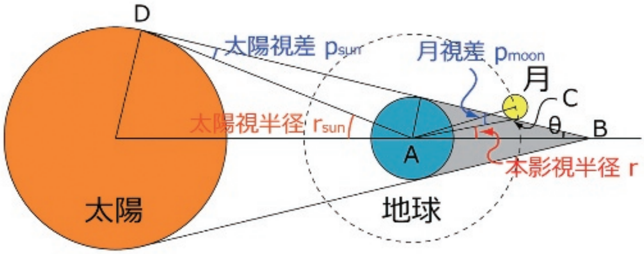

図3　地球の本影の大きさの計算

　太陽からの光はほぼ平行光線と見なせますが、それでも月は遠く離れた場所にあるため、月食の際の地球の影の大きさは、実際の地球より少し小さく見えることになります。

江越　航（科学館学芸員）