

赤方偏移から距離を求める方法について、もう少し具体的に示しますと以下のようになります。例えば、準恒星状天体のクエーサー3C273の場合、この天体のスペクトルを調べると、通常、水素原子の輝線スペクトル（H $\alpha$ 線）の波長は、6563 Åですが、このクエーサーの場合は、7613 Åにズレていることが分かりました。

これは、天体が、地球から遠ざかっていることによる光のドップラー効果のために、波長が引き伸ばされたこととなります。

この波長が伸びる割合が赤方偏移で、この場合のZ（赤方偏移）は $(7613 \text{ \AA} / 6563 \text{ \AA}) - 1 = 0.16$ となります。

また、光のドップラー効果の式から、 $Z + 1 = \sqrt{(1 + v/c)} / \sqrt{(1 - v/c)}$ の関係があり、Zに0.16、c（光の速度）に300000 km/sを代入して、v（後退速度）を求めると44000 km/sになります。

すなわち、この天体は、地球に対して44000 km/sの速度で遠ざかっていることとなります。

一方、エドウィン・ハッブルは、遠くの銀河ほど、早い速度で遠ざかっていることを発見し、 $V$ （天体の後退速度）=  $H$ （ハッブル定数） $\times r$ （天体の距離）として、宇宙は膨張していることを示しました。

ハッブル定数は、誤差はありますが、50～100（単位はkm/s/Mパーセク）の範囲だろうとされています。

クエーサー3C273の距離を決定するのに、ハッブル定数に60を用いると、

距離  $r = V/H$  に  $V : 44000$  (km/s)  $H : 60$  (km/s/Mパーセク) を代入すると

距離  $r = 733$ Mパーセクとなります。パーセクから、光年の変換係数の3.26を掛けると、 $733 \times 3.26 \times 10^6 = 24$ 億光年となります。

このようにして、クエーサー3C273の距離は、約24億光年となります。

P S. ~~最新の研究では、宇宙背景放射の解析結果から、ハッブル定数は、71と推定されています。~~

ハッブル定数

67.15  $\pm$  1.2 (km/s)/Mpc 2013年

オングストローム (ångström, 記号: Å)

1Åは  $10^{-10}$ m = 0.1 ナノメートル(nm) = 100 ピコメートル(pm)