

超新星とニュートリノ

ニュートリノの速度

昨年9月、ニュートリノの速度が光速よりも速かったという実験結果がニュースで話題になりました（「うちゅう」1月号の記事を参照下さい）。本当にニュートリノは光速を超えて飛んだのでしょうか。もしこの話が本当ならば、世紀の大発見です。しかし多くの科学者は実験の結果は認めつつも、どこかに見落としがあるのではないかと考えています。そのひとつの根拠が1987年に見つかった超新星1987Aの観測結果です。

超新星1987A

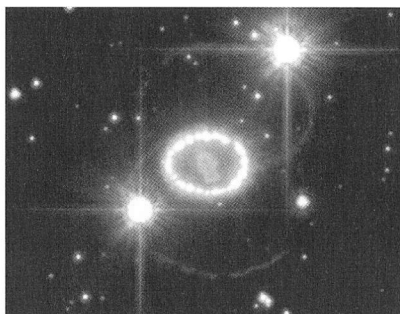
1987年2月23日、大マゼラン雲の中に超新星1987Aが発見されました。超新星とは、質量の大きな星が寿命を迎えて最後に大爆発を起こしたものです。その明るさは、銀河1つ分ぐらいにもなります。

超新星は1つの銀河につき、数十年に1個ぐらいの頻度で見ることができません。しかし、肉眼で見える超新星が現れたのは、およそ400年ぶりのことでした。大マゼラン雲は地球からの距離が16万光年と比較的近くにある銀河のため、肉眼でも超新星を観測することができたのです。

この超新星1987Aは、2月23日10時38分（UT）、日本時間だと19時38分に撮影された写真が最初に確認された記録です。これに先立つ23日16時35分（日本時間）、岐阜県神岡鉱山にあるカミオカンデが、ニュートリノを検出しました。

カミオカンデは神岡鉱山の地下1000m設置された実験装置で、巨大な水槽と光電子増倍管と呼ばれる検出器からなる装置です。水槽の中をニュートリノが通過すると、ほんの一部が水の中の電子と衝突して、跳ね飛ばされた電子からチェレンコフ光という光が放出されます。この光を光電子増倍管により検出することで、ニュートリノが検出できるのです。

超新星爆発の際には、大量のニュートリノが放出されます。星はその内部で核融合反応を起こして輝くとともに、自分自身の重さを支えています。質量



超新星1987A

Credit: NASA, ESA, P. Challis and R. Kirshner (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics)

の大きな星は燃料を使い果たすと、自分の重さを支え切れなくなりつぶれてしまい、超新星爆発を起こします。この際、大量のニュートリノが発生します。

超新星爆発によってニュートリノが放出されることは理論的には予想されていましたが、実際に検出されたのは超新星1987Aによるものが初めてです。この功績により、小柴昌俊さんが2002年にノーベル物理学賞を受賞されました。

カミオカンデに設置されていた光電子増倍管は科学館の展示場4Fにもありますので、ご覧になってみてください。



科学館4F「ニュートリノを探る」

ニュートリノは超光速か

超新星が光る3時間ほど前にニュートリノをとらえたということで、やはりニュートリノの方が速かったと言いたいところですが、そうではありません。大マゼラン雲までの距離は16万光年、つまり光の速さでも16万年もかかる距離にあります。

今回のニュートリノ速度測定の実験結果によると、ニュートリノは光に比べて0.0025%だけ速かったということでした。ほんのわずかの違いですが、16万光年の距離だと、どれくらい速く到着するのでしょうか。光の速さを1とすると、ニュートリノの速さは1.000025ということですから

$$160000 / 1.000025 = 159996 \text{ (15万9996年)}$$

ということで、この差は4年にもなります。

つまり、今回の実験結果が正しいとすれば、超新星1987Aからのニュートリノは4年も速く到達していなければならなかったということになります。超新星1987Aの観測からは、むしろニュートリノと光の速さはほとんど同じだということを示唆します。

ニュートリノの方が光より速いならば、超新星が光った後、4年後にニュートリノが放出されなければなりません。星の進化の理論からはそれはあまり考えられません。しかもそれがたまたま地球にほぼ同じ時刻に届いたということになるのですが、それはあまりに偶然すぎるように思われます。

という訳で、超新星1987Aの観測結果を考えてみると、どうもニュートリノが超光速で飛ぶということは難しそうです。しかし、どうしてこのような実験結果が出たのか、もしかしたら何か新しい発見があるのか、大変興味深いところです。

江越 航 (科学館学芸員)