

◎ 恒星は燃えている！



夜空を仰ぐと、いろいろな明るさを持った星が輝いていますね。これらの星は大きく分けて「恒星」と「惑星」という2つのグループに分かれます。

- 恒星：夜空にたくさん輝いていて星座を作る星のこと。太陽も恒星の一つです。つまり、恒星は燃えている、自ら輝きを発している星ということになります。
- 惑星：地球と同じように「太陽の周りを回っている9つの星」のこと。これは、水星-金星-地球-火星-木星-土星-天王星-海王星-(冥王星)で構成されています。夜空に輝く月は太陽の光を反射していて、赤い星・火星の輝きも太陽光の反射です。このように、惑星の輝きはすべて太陽光を反射しており、自ら輝きを発しているわけではないのです。
- アリス：ふ～ん、そういうことだったのね... お話を続けて。

■ 恒星の輝き

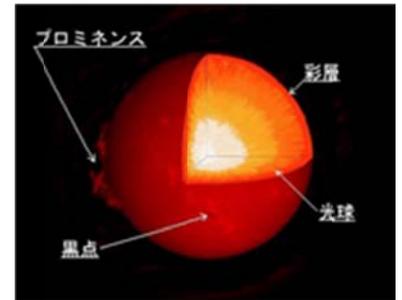
恒星の代表格として太陽の構造は次のようだ。

プロミネンス：太陽の表面から高く吹き出すガスの突出をプロミネンス（紅炎）という。炎のような形、アーチ型、竜巻型などさまざまな形をしています。

光球：太陽は全体が高温のガス球で、球状にががやく表面を光球という。光球の表面温度は約6000℃、太陽の中心核の温度は1500万度以上と推定されています。

彩層：太陽の光球のすぐ外側を取りまく薄い大気の層で、厚さは大体1万kmくらいといわれています。

黒点：黒点はまわり1500～2000℃程温度が低く、太陽の表面に黒いシミのように見える。

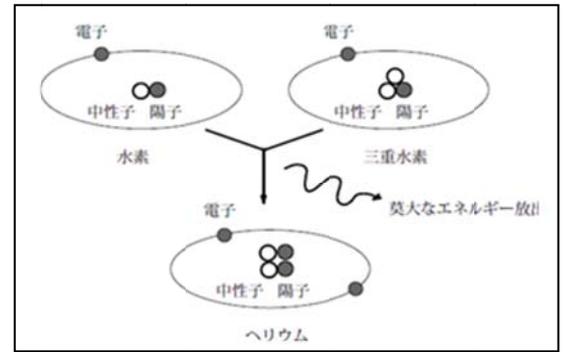


- アリス：つまり太陽は燃えているというわけね。燃えているから輝いている。たしかに、薪を燃やせば明るく輝くわね、それと同じ原理？
- K氏：その通り。なかなか感が冴えているね。
- アリス：ところで、薪が燃えるのは酸素があるからでしょう。宇宙空間は真空だから酸素はない。どうして酸素のないところで太陽が燃え続けるのかしら？
- K氏：う～ん、当然の疑問だよ。実は、太陽が燃えているのは原子の力で燃えているんだ。つまり、恒星の輝きのもとには原子の力、ということなんだ。
- アリス：原子の力というのは？
- K氏：うん、専門的にいうと「核融合反応」というものなんだ。ちょっと難しく聞こえるかもしれないけど、水素やヘリウムなどの軽い原子の原子がぶつかって1つの重い原子になるときに膨大なエネルギーが発生する。これが原子の力なんだね。
- アリス：原子力発電も原子のエネルギーを利用していると聞くわ。
- K氏：その通り。ただ、原子力発電の場合は「核分裂反応」といって、ウランなど重い原子を軽い原子に分裂させる際に発生するエネルギーを利用しているんだね。恒星の核融合反応は核分裂反応よりずっと大きなエネルギーがでるんだ。
- アリス：ふ～ん、しかし、何か釈然としないわ。
- K氏：どういう点だい？
- アリス：核融合反応で莫大なエネルギーがでるといって、「燃えている」というイメージがイマイチ結びつかないのよね。
- K氏：ナルホド。。そうだな、中学の理科の実験なんかで水素と酸素を混ぜ合わせて水を作る実験をやったことがあるだろう。ポーン！と音がして試験管に水滴がついたよね。このポーン！で反応のエネルギーが放出され、暗室でこの反応を見るときすい色の炎が見えたはずだね。つまり、「エネルギーの放出」は「燃える」ということと同じ意味にとっていいんだ。
- アリス：ふ～ん、なにか、煙にまかれたような気がするけど、、、ま、そういうことにして先に進みましょうか。
- K氏：そうだね。それでは核融合反応のことについて、少し専門的な話をしてみよう。適当に聞き流せばいいよ。
- アリス：はい、了解しました。

・ K氏：え〜〜っと、核融合反応というのはですね、重水素と三重水素が融合してヘリウムと中性子ができる反応のことで、この反応は、先程の水素と酸素の反応で水ができる場合の1千万倍以上のエネルギーが発生すると言われてる。

・ アリス：重水素とか三重水素とか、普段聞きなれない専門用語がポンポンでてきて少し頭がクラクラするワ〜。恒星の輝きの素ってというのは、「紙」と「火」のように簡単なものじゃないのね。

・ K氏：まっ、いましばらく我慢してちょうだい。核融合反応を絵で説明しよう。英語で重水素のことを Deuterium、三重水素のことを Tritium というので、この反応は、頭文字をとって D-T 反応と呼んだりする。



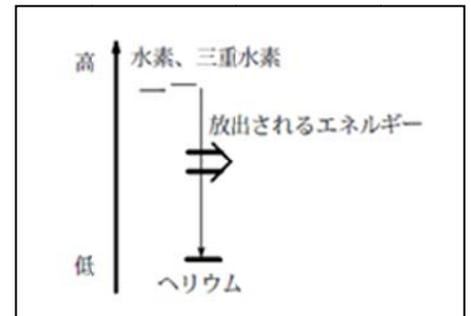
水素の原子核は陽子1個と中性子1個でできており、その周りを電子1個がクルクルと回っている。三重水素というのは中性子が2個、陽子が1個の合計3個で原子核ができていて、その周りを電子1個がクルクルと回っている。つまり、三重水素は普通の水素より中性子が1つ多い勘定になるね。

さて、水素と三重水素を非常に高圧の下におくと、互いに引っついて融合しヘリウムができる。このときに、莫大なエネルギーを放出するんだ。できたヘリウムを見ると中性子が2個、陽子が2個で、合体前の陽子、中性子の数が合わないが、1個の中性子はエネルギー放出と同時に外に飛んでいく。これがD-T反応のシナリオで、恒星の輝きの“舞台裏”ということになんだ。

・ アリス：高圧化の下では水素と三重水素が強引に押し付けられる訳ね。すると互いに合体してよりエネルギーの低いヘリウムに変わった方が安定化するというわけね。そのエネルギー差が反応の際に放出される。

・ K氏：ソッ！そういうことだね。恒星はすべて水素の核融合によって放出されるエネルギーで光や熱をだしている。

恒星は永遠に輝き続けるわけではなく、燃えている薪は薪木が燃え尽きたら自然に火が消えるように、恒星も輝きの素となる水素ガスがなくなれば、その輝きも夜空から消えることになる。。。



・ アリス：諸行無常ね・・・

■ 恒星の誕生から終焉まで

・ K氏：ついでに恒星の誕生から終焉までの一生を手短かに概観してみよう。

・ アリス：誕生から終焉までね。

・ K氏：銀河には水や氷、岩石からなるチリ（宇宙塵）と水素からなるガスの雲が存在するが、恒星はこうしたチリとガスの雲の中で誕生するんだ。引力により、軽いガスはどんどんチリのほうに引き寄せられ、引き寄せられたガスは、強烈に圧縮され次第に高温になっていく。原始恒星の誕生だ。そしてついに核融合反応が起こり、莫大なエネルギーが放出されて、輝きはじめる。恒星は壮年期を迎えていくんだね。やがて燃料の水素が尽きると、核融合反応も次第に収まってきて星の勢いがなくなり、次第に縮んでいく。ドンドン縮んでいくと中心には凝縮エネルギーが溜まり、最後に超新星と呼ばれる大爆発が起こって中性子星かブラックホールとなり、恒星としての一生を終える。恒星の一生を図解すると次のようだ。

・ アリス：恒星は一生を終えても別の姿に変わって宇宙に存在するのね。

