

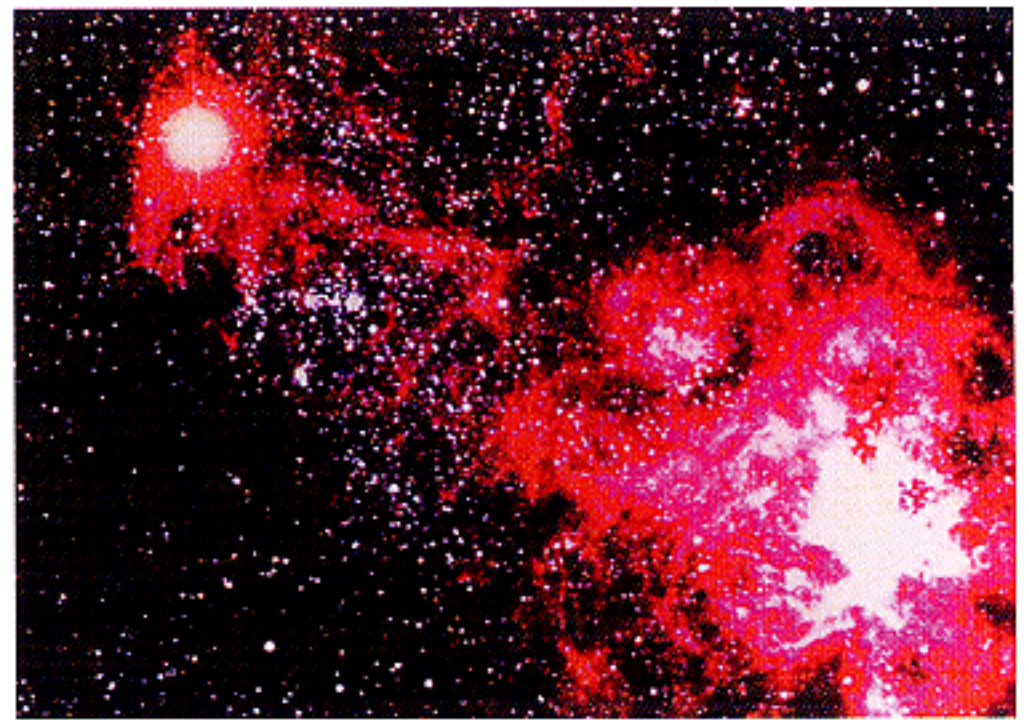
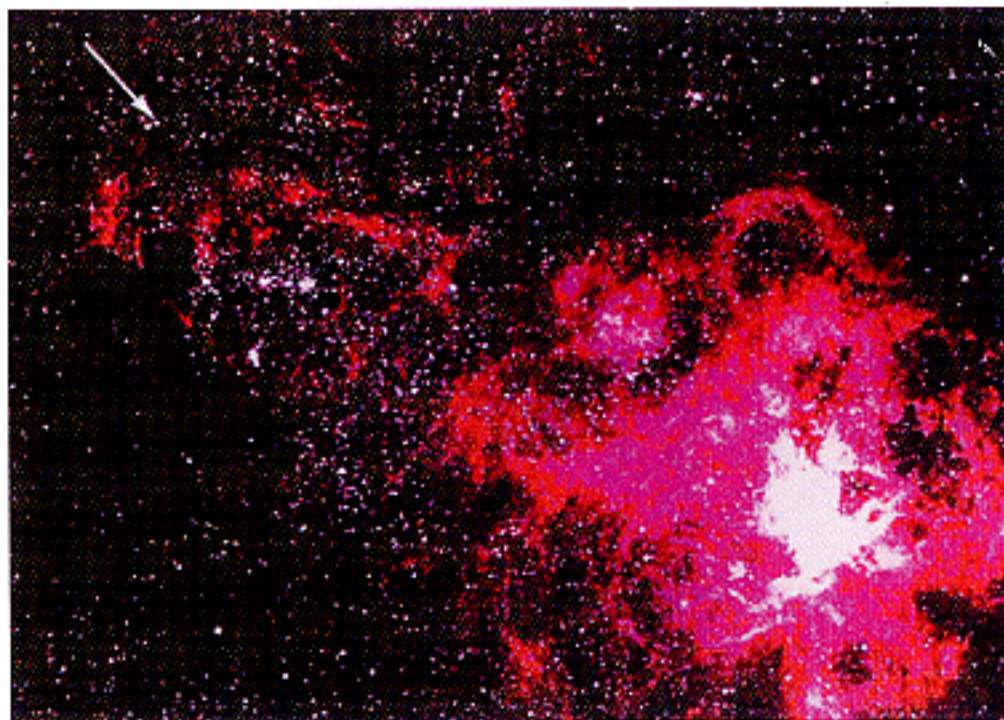
神岡鉱山跡でニュートリノを捕まえる

ギリシャ人はものの変化を理解するのに不変不滅の小さい粒である原子を仮定し、それらが集まったり離れたりするのだと考えました。19世紀の終りの頃まではそれで良かったのですが、電流の素である電子の発見（トムソン）や、壊れる元素ラジウムの発見（キュリー）の後には、原子はさらに小さい粒からできていると考えざるを得なくなりました（電子と原子核）。

一方、物質（粒子）とエネルギーは同等で互いに変わること（アインシュタイン）が分ってきました。原子が壊れる時ヘリウムの原子核が飛び出してくる型をアルファ崩壊といますが、これは最初に解明されました（ラザフォード）。問題はベータ崩壊で、ベータ線が、原子核から飛び出してくる高速の電子であることは直ぐ証明されましたが、崩壊の前後でエネルギーの帳尻が合わず「エネルギーが一部消えてしまい、エネルギー保存の法則が成り立たない」と学界で大騒ぎになりました。とはいえ、エネルギー保存の法則は未来永劫の真理と考えられ、これが成り立たないと考えすることは不可能でした。そこへ、一見エネルギーの帳尻が合わないように見えても「他のものと相互作用を

せず、質量が光のようにゼロまたは限りなくゼロに近い電氣的に中性の未知の粒子（ニュートリノ）が電子と同時に飛び出してエネルギーを持ち去っていて、その分を加えれば帳尻は合っている」という説が出ました（パウリ1930）。そして、この粒子は加速器で人工的に創れること（1948）や原子炉内でも生成されていることが示され（1953）、実際に存在する粒子であることが証明されました。

宇宙で一番多い元素は水素で、その原子核（陽子）が寄り集まり自らの重力で押し潰れてヘリウム原子核になり、さらに融合が進行している場が恒星（太陽）です。質量が太陽よりはるかに大きい恒星は、融合が進んで鉄までいくと自身の重力で潰れていき（重力崩壊）、鉄より重い元素は急速に中性子を取り込んでウランのような重い元素になり、ついには爆発して宇宙に飛び散り（超新星爆発）、ニュートリノも大量に放出されます。爆発の後に芯のようなもの（超巨大原子核）が残ることがありますが、これが中性子星です。なお重力崩壊の際、潰れ切ってしまったのがブラックホールです。



17万光年にあるマゼラン大星雲（銀河の隣の星雲）で青色巨星（左）が爆発した（右）。その時（17万年前）に放出された大量のニュートリノの内11個が1987年2月23日カミオカンデの光電子増倍管で観測された。

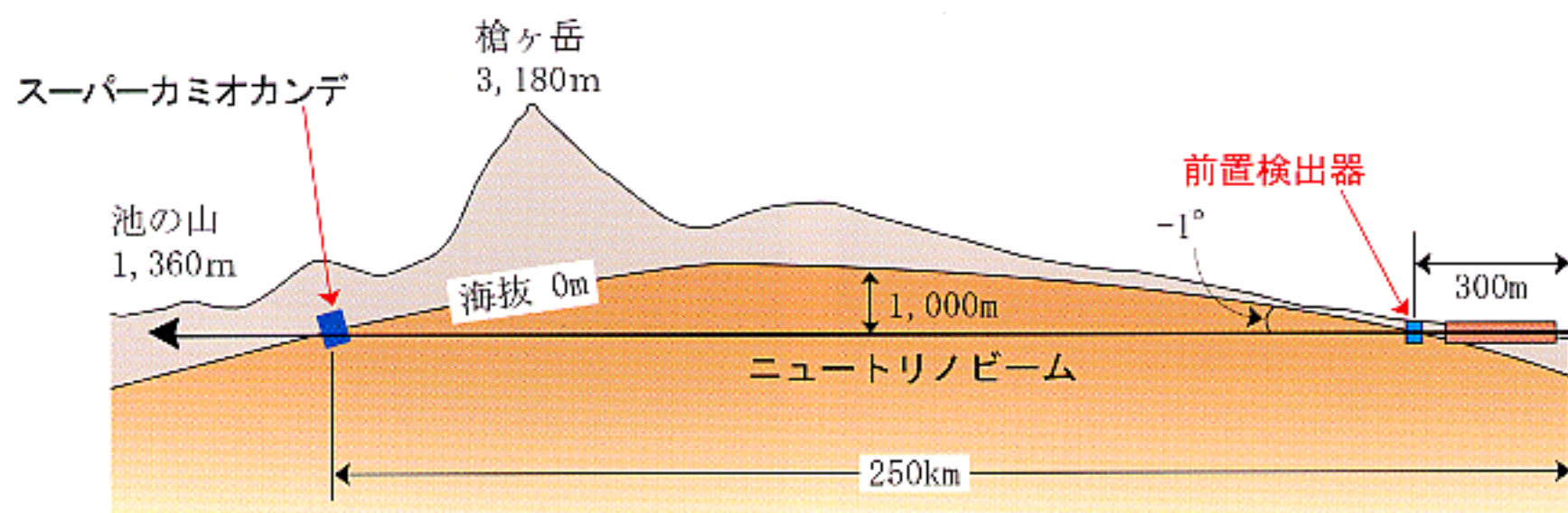
小柴昌俊『ようこそニュートリノ天体物理学へ』（海鳴社2002年11月発行）より。

また確率は小さいでしょうが、多くの偶然が重なって太陽系における地球のような生命の星（惑星）を持った恒星もあるかも知れません。核融合や核分裂、超新星の爆発など核のかかわる出来事では莫大なエネルギーが出ますが、煎じ詰めれば中性子がベータ崩壊して電子とニュートリノを出して陽子になる変化が基本です。ニュートリノは他のものと相互作用しないでやってくるので遠い宇宙の出来事を知る手がかりとして好都合です。

イタイイタイ病で知られた神岡鉱山跡の地底にカミオカンデ、スーパーカミオカンデという研究施設があります。これらは太陽や宇宙からくるニュートリノを捕まえるための巨大な観測装置で、超新星の爆発が観測（小柴1987）され、この業績により小柴博士は2002年度ノーベル物理学賞を受賞されました。さらに、つくばの高エネルギー加速器研究機構（KEK）から神岡に向けてニュートリノを打ち込む実験では、ニュートリノの質量がゼロ（光のように）でなく小さいけれど有限の値を持つことを確認する、など、日本の貢献は素粒子（もうこれ以上分けられない究極の微粒子）や宇宙を理解する上で高く評価されています。（荒谷美智）



ニュートリノ検出のための光電子増倍管
（直径20インチ=約50cm）：約11000個設置されている。
浜松ホトニクスより提供



神岡のスーパーカミオカンデに向けてつくばのKEKからニュートリノビームを打ち込む
高エネルギー加速器研究機構より提供

環境研ミニ百科第83号

平成15年2月17日

財団法人 環境科学技術研究所

〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駈字家ノ前1-7 電話 0175-71-1200 FAX 0175-72-3690

（このミニ百科は、環境研が文部科学省の委託を受けて発行しているものです。）