

霧箱のはなし

— 放射線の飛跡が見える装置 —

私たちの周りには自然放射線が存在しますが、それを目で見たり、肌で感じたりすることはできません。そこで、機器を使って放射線を検知する工夫がされています。放射線検出器は、放射線の種類や強さを測定するために重要なものですが、放射線の存在を視覚で実感できるものではありません。科学館などで「霧箱」という装置を見たことはあるでしょうか。それは放射線が通った道筋に霧が発生しその飛跡を見ることができる装置です（写真 1）。

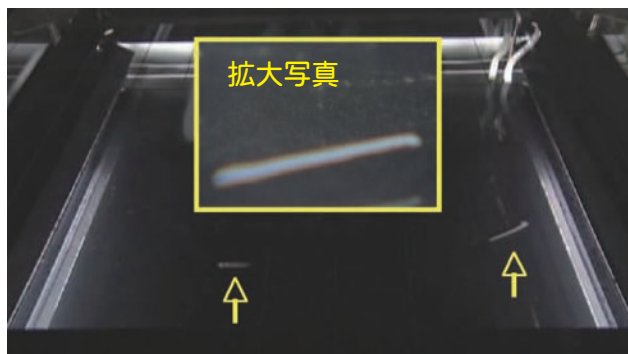


写真 1 放射線の飛跡

雲や霧の再現実験から発見

霧箱はもともと放射線を見るために作られた装置ではありませんでした。霧箱の発明者であるウィルソン（イギリス、1869～1959）は大学卒業後、気象学に興味を持ち雲に関する研究を始めました。そしてエックス線が発見される前年（1894）、イギリス最高峰であるベン・ネヴィス山の山頂にあった気象観測所に臨時スタッフとして数週間駐在する機会があり、雲や霧と光が織りなす美しい風景や不思議な現象をみて非常に感動したようです。そこで実験室でこの雲や霧を再現しようとした研究が霧箱を発明したきっかけとなりました。

ウィルソンは霧を発生させるため、密閉容器の中に水分を含んだ空気を入れ急激に減圧して過飽和状態にするという実験を幾度も繰り返し

行いました。過飽和状態とは空気が水分を過剰に含む状態で、相対湿度 100 % 以上の状態です。その実験の中から霧が発生する必要条件として、凝結核と呼ばれる空気中を漂う小さな塵やゴミが必要になることがわかってきました。この凝結核を中心として空気中の水分（気体）が小さな水滴（液体）となり、空気中を漂っているものが霧の正体であるからです。しかし凝結核となる塵やゴミを取り除いて同様の実験を行っても、わずかに霧のようなものが発生することを発見しました。そこでウィルソンは空気中にあるイオン（電気的性質をもった原子や分子）が凝結核となっていると考えたのです。

ウィルソンが霧箱の実験をしたキャヴェンディッシュ研究所は優秀な物理学者が数多く在籍し、後に原子物理学の父と呼ばれた科学者ラザフォードもいました。そんな偶然もあり、この霧箱に発見されたばかりのエックス線が当てられたのです。そうするとわずかであった霧の発生が大幅に増え、放射線の電離作用によりイオンができて霧が発生することが確認され、ウィルソンの説が証明されたのです。

放射線の電離作用で飛跡が現れる

放射線は物質に当たると、その物質の原子中の軌道電子をはじき飛ばし、プラスの電気的性質をもった陽イオンを作ります。これを放射線の電離作用といいます。（図 1）

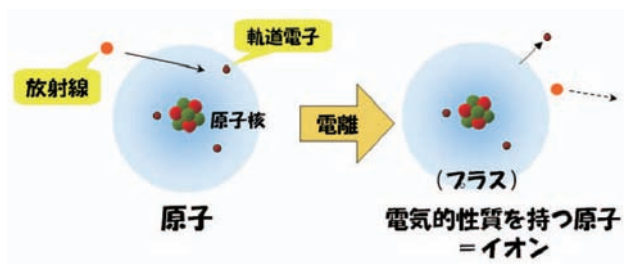


図 1 電離：放射線と物質の相互作用

霧箱中の空気は、水分を過剰に含んだ過飽和状態になっています。その中を放射線が通ると、空気を構成する元素（窒素、酸素）やそこに含まれている水分はその放射線の道筋に沿って電離を起こし、陽イオンが発生します。この陽イオンが凝結核となって周囲にある水分が集まり水滴となります（図 2 上）この発生した霧が飛行機雲のような形で見えるのです（図 2 下）

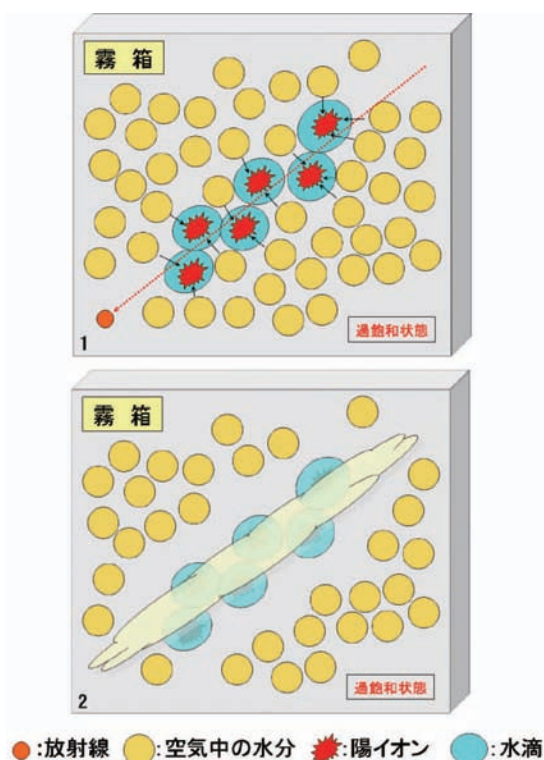


図 2 霧箱の中で起こっていること

放射線は大きく分けて、アルファ線やベータ線のような粒子の放射線、ガンマ線やエックス線といった光の仲間の放射線の 2 種類があります。霧箱で見える放射線の飛跡は、物質を直接電離させる能力がある粒子の放射線だけです。また、その粒子の大きさの違いによって飛跡の形は異なります。アルファ線の粒子はヘリウム原子核であり、ベータ線の粒子である電子よりもはるかに大きいので、飛跡はより太く、ベータ線の場合はより細い筋になります（図 3）。

ウィルソンが発明した霧箱はその後様々な改良が加えられ、より放射線が観察しやすい形となりました。現在科学館などで展示されている

霧箱の基本構造は、図 3 のように霧箱容器内上部で水よりも揮発性が高く過飽和状態を作りやすいアルコールを用いて蒸発させ、その下部を強く冷却して過飽和状態を作っています。特別な放射線源を入れなくても大地や宇宙からの自然の放射線（能）を観察することが可能です。

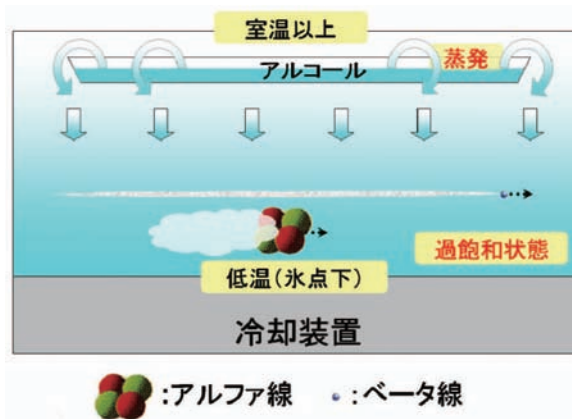


図 3 霧箱の構造と発生する飛跡の違い

科学の進歩に大きな役割を果たした霧箱

霧箱の発明によりウィルソンはノーベル賞を受賞しました。また霧箱を利用した研究により、コンプトン効果、陽電子の発見、電子対生成と陽電子消滅など、原子物理学の進歩にとって多くの研究成果があげられました。それぞれの研究者もまたノーベル賞を受賞しています。このように霧や雲といった自然現象の研究のために発明された霧箱が、意図せず科学の進歩に非常に大きな役割を果たしたのです。もしかすると我々が常日頃見ている自然現象の中にまだまだ大きな発見の「種」が埋もれているかもしれないのです。

(参考資料)

- ・ノーベル財団ホームページ (<http://nobelprize.org>)
- ・放射能研究の初期の歴史 (清水榮著、丸善)
- ・Nobel Lectures, Physics 1922-1941, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1965

(伊藤 寿)

このミニ百科は、文部科学省の委託を受けて環境科学技術研究所が発行しているものです。

財団法人 環境科学技術研究所 広報・研究情報室

〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駱字家ノ前1-7 電話0175-71-1200

平成19年2月22日 発行