

放射線理解のための霧箱の活用（2）

The Study of a Usage of Diffusion Cloud Chamber for Understanding of Ionizing Radiation (2)

○中部電力	辻 建二	Kenji TSUJI	Member
名古屋大学	中村 光廣	Mitsuhiro NAKAMURA	No member
名古屋大学	田原 讓	Yuzuru TAWARA	No member
名古屋大学	林 熙崇	Hiroataka HAYASHI	No member
名古屋大学	渡邊 剛	Tsuyoshi WATANABE	No member

Abstract.

A scientifically correct understanding of the nature of ionizing radiation and its impact on the health has become more and more important after the accident at the Fukushima nuclear power plant due to the Great East Japan Earthquake that occurred on March 11, 2011. We have developed the diffusion cloud chamber with the function of insertion and extraction of both a radiation source and a shield material independently. We demonstrated the observation of the tracks of various shape generated by alpha and beta radiation source, the tracks of various length by various energy of beta rays, and shielding effect, for those who are not familiar with radiation, with the similar cloud chamber. And we investigated the impression of the demonstration from them.

Keywords: Ionizing Radiation, Diffusion Cloud Chamber, Track, Shield, heuristic comprehension

1. INTRODUCTION

一般の人は、「放射線」あるいは放射線を発生する「原子力」は遠い存在であると感じ、漠然と「(何となく)怖い」という印象をもってしまう。

ところが、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故をきっかけに、一気に放射線あるいは原子力が身近なものとなり、放射線による人体への影響についての関心が高まった。

そのため、「放射線の特徴とはどのようなものであるか」とか、「放射線による人体への影響はどうか」ということを正しく科学的に理解することの重要性が、ますます高まっている。

このような状況から、一般の人が放射線について正しく理解するにはどうしたらよいかという点について着目し、研究を開始した。

我々は、一般に自然放射線（特に宇宙線）観測に用いられている拡散型霧箱の側面に穴を空け、そこから放射線源や遮へい材を挿入することにより、様々な種類・エネルギーの放射線を観測できるとともに、遮へい効果についても観測できる霧箱を開発した。

またこの霧箱を用いて試験的に実演を行い、良好な結果を得ている[1]。

霧箱内で発生する現象を見せるだけでは、飛跡の観測に留まるだけであり、理解にはつながらない。放射線を正しく科学的に理解するには、飛跡の観測結果からどのようなことがいえるのかを、飛跡の観測とあわせて簡潔・明瞭に説明する必要がある。更には、直感的に理解できるようにする必要がある。

我々は、一般の人を対象に、霧箱を用いて自然放射線の観測の他に放射線の種類・エネルギーや遮へい効果についても観測するとともに、その現象を説明する実演を行った。

本論文では、霧箱による実演結果について報告する。

連絡先：辻 建二
住所：〒437-1695 静岡県御前崎市佐倉 5561
所属先：中部電力（株）原子力安全技術研究所
E-mail：Tsuji.Kenji2@chuden.co.jp

2. 実演の実施

霧箱での飛跡を観測することとそれにあわせた説明の実施により、放射線についてなじみがない一般の人が理解できるかを確認するために、一般の人が集まるイベントにて実際に展示および説明を行った。

理解できたかどうかを確認するとともに、今後の霧箱での実演の改善に反映させるために、アンケートを実施した。

2.1 実施場所

中部電力(株)の技術開発本部では、ほぼ毎年10月にテクノフェアを実施している。

これは、中部電力(株)の技術開発本部(名古屋市緑区大高町)の電力技術研究所・エネルギー応用研究所を公開するとともに、中部電力(株)の研究開発状況を紹介する行事である。

来場される方は、営業管内(愛知県・岐阜県・三重県・長野県および静岡県)の富士川以西のお客様であり、会社員、自治体職員や、教育機関(中学・高校・大学)の教員・学生である。

開催場所が浜岡原子力発電所から離れており、来場される方は電力消費地の方が多いということもあり、放射線になじみのある方はあまりいないと考えられる。

そのため、放射線に対してあまりなじみのない一般の人に放射線の説明を実施するためには適していると考えられる。

ただし、テクノフェアの展示内容は、原子力のみならず、水力・火力といった発電部門のほか、送電・配電といった流通部門および、電気利用といった広い範囲にわたる。

そのため、実演や説明には、5分程度の短時間で直感的に理解できるようにすることが重要である。

2.2 展示ブースの概要

展示ブースは、原子力を含む発電部門、流通部門および、電気利用部門のように、部門ごとにまとめて展示をする。会場の制約もあり、ひとつの展示ブースとしては、1.8m×1.8m程度が目安となる。

このスペースで霧箱の観測、説明パネルの展示、アンケートの記載スペースを確保することになる。

暗い方が飛跡は見えやすくなるため、なるべく照明の光を遮るようにし、またパーテーションからの反射光を遮るため、パーテーションを黒い布で覆うとともに、上面には黒く塗ったベニヤ板で覆った。

全体概要を図1に示す。

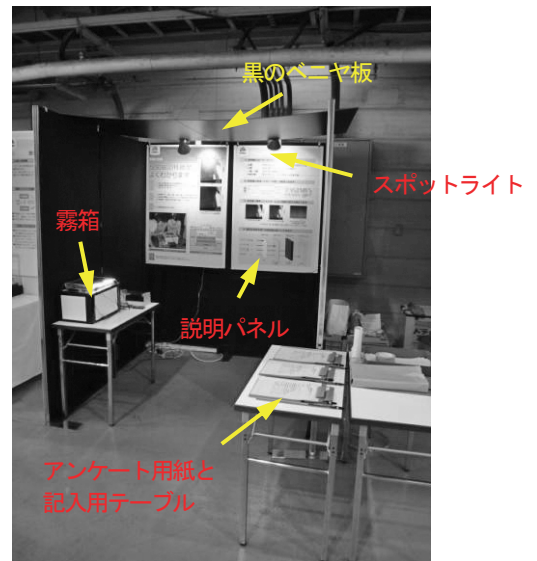


図1 展示ブース概要

2.3 霧箱

今回は、おおよそ縦20cm×横30cm×高さ20cmの透明のスチレン製容器の底を抜いてビロードの布とストレッチフィルムで底を作り、また上面にはラップを貼り、ラップと容器の間に隙間ができないようにゴムバンドで固定したものを霧箱とした。

光源として、容器の上面一辺に沿って白色のLEDを並べ、斜め下に光が投影できるようにした。

約2リットルのメタノールを容器に入れた。

なお、容器の上方側面にはアルコール保持用の脱脂綿をリング状にして上面からアルコールが拡散するようにした。

スチロール製の箱を作り、底面にドライアイス約3kgを敷きつめたうえで容器を入れて保温性を確保した。

この霧箱の特徴は、冷却開始後10分程度で自然放射線による飛跡が観測できるようになり、20分程度で安定に動作する(過飽和層が形成される)ようになる。また、過飽和層が約50mmと深く確保できるとともに、再現性がよく安定に動作するものである。

実演に用いた霧箱の概要を図2に示す。

なお、霧箱自体の大きさがあまり大きくないことから、側面に穴をあけると気流が乱れて過飽和層が安定でなくなるため、今回の霧箱では放射線源や遮へい材の挿入・引抜は行わないこととした。

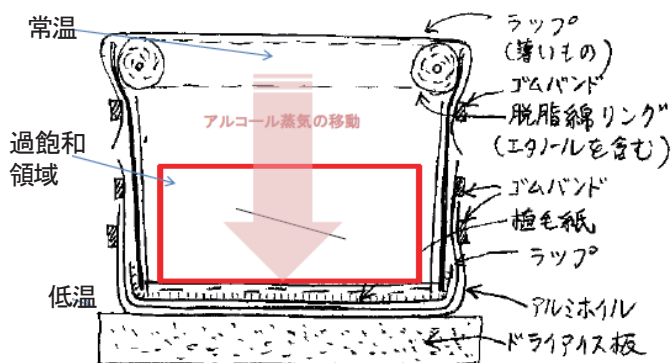


図2 実演に用いた霧箱の概要

2.4 説明パネル

霧箱で飛跡を見るだけでは放射線がどういうものか理解することは困難であり、わかりやすい説明をあわせて実施する必要がある。

そのため、自然放射線があること以外に、放射線について最小限理解してほしいこととして以下の4項目に絞り、簡単に記載した説明パネルを用意した。

- 放射線の種類：α線・β線・γ (X) 線・中性子線
- 霧箱で放射線の飛跡が観測できる原理
- 放射線の種類とエネルギーにより飛跡が異なる
- 遮へい効果

具体的なパネルの内容を図3に示す

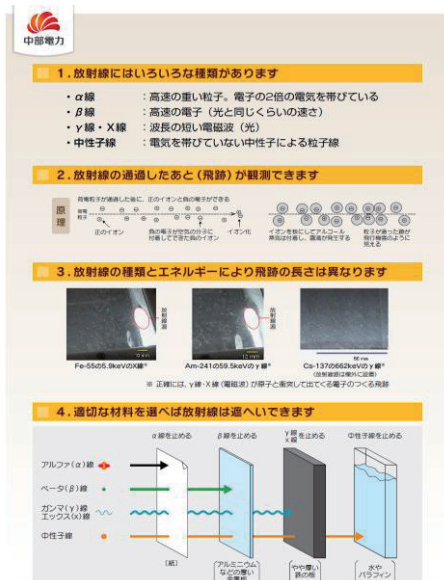


図3 実演の際に用いた説明パネル

2.5 霧箱を用いた実演の内容

実演は以下の内容を基本とし、来場者の方の関心によって、パネルを併用して説明しながら実演を行った。

なお、テクノフェア会場は自由行動であることから展示ブースに立ち寄り人数は1人の場合もあれば、多いときは5~6名の場合もある。霧箱の実演に関心のある人が展示ブースに立ち寄りごとに繰り返し実演した。

- 自然放射線の観測
- β線の観測：霧箱上面のラップ上にランタンを設置しランタンから発生する飛跡の観測
- β線のエネルギーの相違による飛跡の長さの観測：線源がないときに見えていた飛跡（低エネルギー成分が多くよく曲がる）と霧箱の横に置いたランタンから出る飛跡（エネルギーが高く、まっすぐ）を比較
- α線の観測：ランタンを含む空気を注射器にて霧箱内に注入し、ランタン中のTh-232の娘核種(Rn-220)の壊変(半減期55.6秒)およびPo-216の壊変(半減期0.145秒)時に発生する約6MeVのα線の観測
- 遮へい効果：霧箱上面に設置したランタンとラップの間に1mm厚さのアルミ板を挿入

2.6 アンケート

短時間で回答を記入できるようにすることと、おおまかに属性(年代・性別・職業)が把握できるようにしたうえで、実演および説明の内容について、以下の質問への回答をしてもらうこととした。

- 印象に残ったこと：放射線に関する説明図・霧箱による放射線の演実実験等から選択
- 「わかった」のか「わからなかった」かの確認：(α線とβ線の飛跡の相違、エネルギーによる飛跡の相違等の4項目について)
- 自由記述

3. 実演の結果

テクノフェアは平成25年10月9日(水)・10日(木)の2日間開催され、来場者は2,707人であった。

これに対して、霧箱の実演を見てアンケートに回答した人数は170名であった。このうち、男性148名、女性22名であった。

3.1 アンケート結果の分析

- 年代：10代28名、20代56名、30代16名、40代30名、50代以上40名
- 職業：学生52名、会社員111名、自営業3名
- 印象に残ったものの回答
 - ・放射線に関する説明図：29名
 - ・霧箱による放射線の種類による演実：110名

- ・霧箱による放射線遮へいの実演 : 66名
- 「よくわかった」の回答について
- ・身の周りに放射線があること : 164名
- ・ α 線と β 線の飛跡の違い : 122名
- ・エネルギーによる飛跡の違い : 109名
- ・ α 線と β 線の遮へいの違い : 106名

(1) 印象に残ったことについて

説明図よりも実際に霧箱で演示することの方が、印象に残ることがわかった。

また、実演の内容については、学生・女性においても、「放射線の種類」が「放射線の遮へい」よりも印象に残っている割合が多い(表1)。

そのため、説明パネルや「放射線の遮へい」については改善の余地があると考えられる。

表1 回答結果の分析(印象に残った) [%]

	全数	学生	女性
放射線に対する説明	17	12	18
放射線の種類の実演	65	63	91
遮へいの実演	39	42	32
備考	170名に対する割合	52名に対する割合	22名に対する割合

学生でありかつ女性:3名

(2) よくわかったとの回答の割合について

「身の周りに放射線があること(①)」についてはほぼ100%の人が「よくわかった」と回答しているが、「 α 線と β 線の飛跡の違い(②)」、「エネルギーによる飛跡の違い(③)」、「 α 線と β 線の遮へいの違い(④)」となるにつれて「よくわかった」との回答の割合が小さくなっている。この傾向は学生、女性についても同様な傾向を示しているが、特に女性の落ち込み方が顕著である(表2)。

①⇒②⇒③⇒④と進むにつれて「よくわかった」との回答が小さくなるのは、普段では聞きなれない「エネルギー」や「遮へい」といった専門的な内容になるためであると考えられる。

また、女性は男性に比べて飛跡の違いについて食い入るように見方をしていなかったとの印象がある。

そのため、③と④の実演のしかた(説明のしかたを含む)については、特に女性の意見を聞きながら改善していくことが有効であると考えられる。

表2 回答結果の分析(「わかった」の回答) [%]

	全数	学生	女性
身の周りに放射線があること	96	98	100
α 線と β 線の飛跡の違い	72	81	50
エネルギーによる飛跡の違い	64	75	45
α 線と β 線の遮へいの違い	62	75	36
備考	170名に対する割合	52名に対する割合	22名に対する割合

学生でありかつ女性:3名

3.2 改善すべき点

実際に一般の人に、一般の人の興味にあわせ、しかも繰り返し実演することにより、改善すべき課題がみつかった。

列挙すると以下のとおりとなる。

○霧箱の大型化: 飛跡を見ながら説明をする必要があるため、一度に多くの人に観測してもらうには大型化が必要

○ α 線源を霧箱に入れること: 注射器で α 線を含む空気を霧箱内の注入することにより α 線の観測ができるが、いつまでも α 線の飛跡を出し続けるため、他の実演に移行するのに時間がかかってしまう。そのため、霧箱を多数準備し、 α 線観測専用の霧箱を用意する等の対応が必要

○ γ 線自体の飛跡が観測できないこと: γ 線が気体分子と衝突して発生した電子の飛跡を観測することになる。この説明が難しいため、放射線の飛跡例を写真にとり、説明できるようにすることが必要

4. まとめと今後の計画

今回は一般の人を対象に、霧箱での自然放射線の観測、放射線の種類による観測等を実施した。

あわせて、アンケートを実施した。

今回の結果をもとに、霧箱の寸法および構造、説明パネルの内容を含め、実演方法を改善していく計画である。

参考文献

- [1] 田原 譲他, “放射線理解のための霧箱の活用”, 日本保全学会第10回学術講演会予稿集, 大阪, 2013, pp.709-712.

(平成26年6月24日)