

霧箱を使った科学コミュニケーションによる 放射線理解の調査手法

北田大樹¹・白井暁彦²・鈴木孝幸³

¹ 情報メディア学科 (kitada@shirai.la)

² 情報メディア学科 (shirai@ic.kanagawa-it.ac.jp)

³ 情報工学科 (suzuki@ic.kanagawa-it.ac.jp)

A new research method in science communication
for radiation understanding by using a cloud chamber

Taiki KITADA¹⁾, Akihiko SHIRAI²⁾, Takayuki SUZUKI³⁾

Abstract

This article contributes to explore a new method in science communication for radiation understanding. Radiation effects from Fukushima Daiichi nuclear disaster will be social issues for a long term in future. This study focuses to education methods that tell a mechanism of Geiger counter and radiation science to share this issue to solve from the point of view of social understanding. In this article, hands-on workshop using cloud chamber and classroom methods had been compared by statistical approach. It also reports image processing tool to visualize the behavior of radioactive in cloud chamber as a class room material.

Key Words: Cloud Chamber, Science Communication, Education, Radioactive, Computer Vision

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の原子力事故（以下、「福島原発事故」）発生によって引き起こされた放射性物質拡散問題は、現在も様々な問題を及ぼしている。

こういった状況の中で、福島原発事故発生直後から放射線理解を目的とした活動^{[1]-[4]}や教育への取り組み^[5]が活発的におこなわれるようになった。

特に教育分野では、平成 24 年度の新学習指導要領^[6]の中学校理科の第一分野の「科学技術と人間」の「エネルギー資源」の部分で放射線の性質と利用について放射線教育を行うことが決定しており、指導教員を対象とした講習会実施や授業で扱う教材の準備など放射線教育実施に向けた準備が進められている。また、福島原発事故後から授業の一環として、既に放射線教育を実施している学校も存在する^[7]。

このような取り組みが活発化している中で、本研究では、可視化技術と科学コミュニケーションに着目し、ガイガー・カウンターや霧箱を使ったワークショップや公開講座の実施や情報ネットワーク、画像処理など情報関連技術を使った放射線理解のための手法について研究をおこなっている。本稿では、ワークショップと公開講座受講者を対象としたアンケートの比較による放射線理解の調査手法の報告を中心に報告する。

2. 霧箱ワークショップと公開講座の実施

本研究では、放射線について学ぶ・教えることにおいて次のような問題（3 つの要因）が存在していると考えている。

放射線を学ぶもしくは教えることは難しい

問題点の要因

1. 物理学をはじめ、ある程度、**科学的な知識が必要**
2. 人間の目では見えないので、**存在をイメージしづらい**
3. **座学で学ぶことが多くなる**

この 3 つの要因の中でも、特に要因 3 は問題の大きな要因であり、要因 1 と要因 2 も関係し、基礎的なレベルまで学ぶには、多くの知識量が必要になる上に教える側も工夫して教えなければ、限られた時間の中で理解してもらうのは難しいといえる。特に座学によるテキスト中心の学習方法では、子供や理科嫌いの子供や大人が理解するのは難しいだろう。

そこで、本研究ではこの問題を解決する手段として、放射線を視覚的に可視化し、観察することができる観察装置「霧箱」の一種である「拡散型霧箱」に着目した。

霧箱とは、初期の放射線研究に用いられていた観察装置で、放射線（ α 、 β および γ 線）や宇宙から地球に降り注がれている宇宙線（ミュオン）を図2のように白い飛跡として、観察容器内で観察することができるものである。例として、図1では放射性鉱石であるユークセン石から発せられている α 線の飛跡を可視化している。



図1 拡散型霧箱一式（左）と α 線の可視化（右）

原理としては、容器にアルコールを入れ、底部分をドライアイスで冷却することで、容器の底と上部分で温度勾配を発生させ、底部分が過飽和状態のアルコール蒸気で満たされた容器内に放射線が入射すると、窒素や酸素などの分子の電子が弾き飛ばされてイオン化し、そこにアルコール分子が集まることで液滴となり、図1のように白い飛跡として放射線を視覚的に観察することができる。

この「拡散型霧箱」による放射線の観察と一般市民との双方向的な科学的な議論を行うおこなう手法「科学コミュニケーション」を組み合わせ、ハンズオン形式のワークショップ「霧箱ワークショップ」を2011年5月21日の神奈川県青少年センターと神奈川工科大学主催の「科学のひろば」と同年の11月19日の神奈川工科大学で行われた「KAIT シンポジウム」で実施した（図2）。



図2 霧箱ワークショップの様子

科学のひろば（左）とKAIT シンポジウム（右）

この霧箱ワークショップの目標としては、実演による霧箱による放射線の観察とガイガー・カウンターを使って実際に会場内の空間線量の計測、放射性物質であるトリウムが含まれたガスランタン用のマントルなど放射線源から発せられる放射線の計測をおこなうなど「見えること・測ること」に重点を置き、「放射線」と「放射能」の違いなど正しい放射線知識を理解してもらうことを目標とした。

ワークショップの様子としては、両ワークショップとも開始当初は放射線を扱う展示ということで、恐怖感を

抱いているせいか、遠くから見学する見学者が多かったが、説明を通して、安全であることを理解すると、ワークショップに参加する見学者が増え、子供の受講者の場合、図3の科学のひろばの様子のように実際に霧箱を体験（塩ビパイプを用いて、静電気による容器内の雑イオン除去作業を体験）おこなったり、大人の受講者の場合、放射線に関する質問を積極的に聞いたりするなど年代に関わらず、双方向的なやり取りがおこなえた

また、霧箱ワークショップ以外にも2011年10月1日の神奈川工科大学公開講座にて講座「ガイガー・カウンターの原理を実感する」を実施した（図3）。



図3 公開講座の様子

この講座には、50代・60代中心の一般市民50名と大学生30名の合計80名の受講者に対して、放射線の基礎的な知識やガイガー・カウンターの原理の説明をはじめ、約2時間の講義をおこなった（図4）。

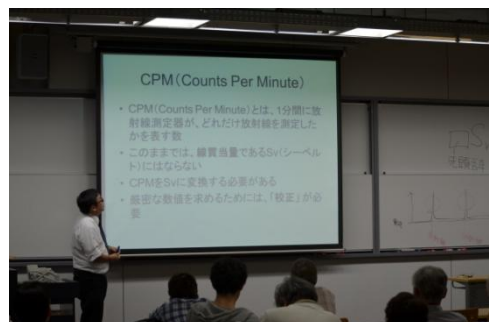


図4 ガイガー・カウンターの原理の説明の様子

3. 受講者を対象としたアンケートの実施

3.1 霧箱ワークショップのアンケートによる調査

霧箱ワークショップの受講者を対象にワークショップ終了後に全4問のアンケートを実施し、20名（男性：7名、女性：4名、無回答：9名）の受講者から回答を得た。また、回答者の年齢層としては、10歳以下が3名、10代が7名、40代が1名、無回答が9名であり、10歳以下と10代の子供の受講者が半分を占めている。実施したアンケートから霧箱に関する問2と放射線理解に関わる問3の結果をMicrosoft Office Excel 2007を用いてグラフ化し、以下に結果をまとめた。

[問2] 霧箱を知っていましたか？

(結果) 図5で示されている通り、一番多かったのが「知らなかった」で、2番目に「はじめてみた」という結果になった。

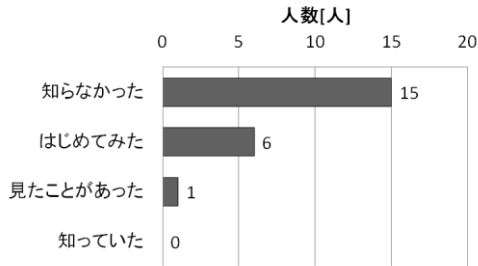


図5 問2の結果

[問3] (記述設問)霧箱を使ってみたいものがありますか？

(結果) 無回答が多く、回答していても「二酸化炭素」など冒頭で説明したドライアイスの説明と混雑している回答者がいたが、「宇宙放射線」など説明を理解して答えてくれた子供(11歳)の受講者がいた。

3.3 公開講座のアンケートによる調査

霧箱ワークショップと同様に公開講座でも受講者を対象に全6問のアンケートを実施した。公開講座では、霧箱ワークショップよりも積極的に放射線に関する科学知識を得ようとする人々が多いと仮定し、こういった人々の特性を調べる目的を設定し、アンケートの構成の設計をおこない、公開講座終了後にアンケートの実施をした。その結果、65名(男性:46名、女性:14名、無回答:5名)の受講者から回答を得ることができた。また、回答者の年齢層と属性を表1に示す。

表1 回答者の年齢層(左)と属性(右)

10代	8	神奈川工科大学の学生	26
20代	23	厚木市在住	12
30代	1	放射線関係	1
40代	6	無回答	26
50代	9	合計	65
60代	10		
70代	6		
無回答	2		
合計	65		

なお、霧箱ワークショップのアンケートと同様に全6問のアンケートから、放射線理解に関わる設問のみ(問1,3)を分析対象とし、以下に結果をまとめた。

[問1] 今回の公開講座を受けて、放射線量を測定する原理について実感できましたか？

(結果) 図6で示されている通り、「実感できた」と「実感できなかった」で意見が分かれる結果となった。

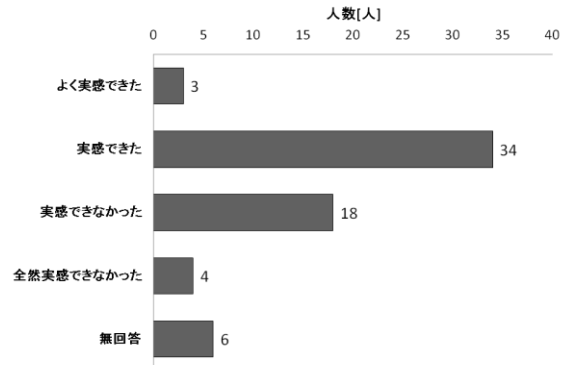


図6 問1の結果

[問2]ガイガー・カウンターで具体的に何が測れるか知っていますか

(結果) 事前知識として知っていたかどうか設問として問い、回答者の45%が事前に具体的に知らなかったという結果が出た。

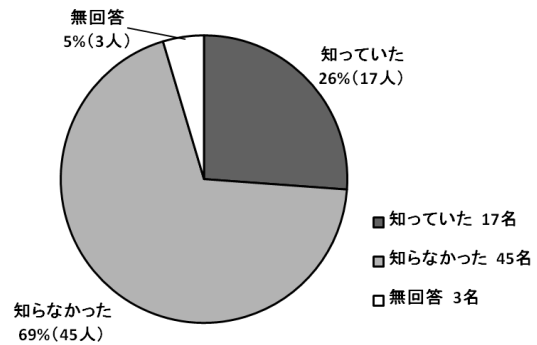


図7 問2の結果

[問3] (記述設問) ガイガー・カウンターは(問①)線の(問②)を測るものである。

(結果) この設問は、ガイガー・カウンターの動作原理についての記述式問題である。問①の正答を「β線」で2点、問②の正答を「CPM(count per minutes)」、「パルス電流の通電回数」で3点とし、全5点満点で評点化をおこなった。なお、あいまいな回答(例として問①を「放射線」、問②を「カウント」、「パルス」など)は、減点とした。この評点化した点数から平均・分散・標準偏差を求めたものが図8と表2である。

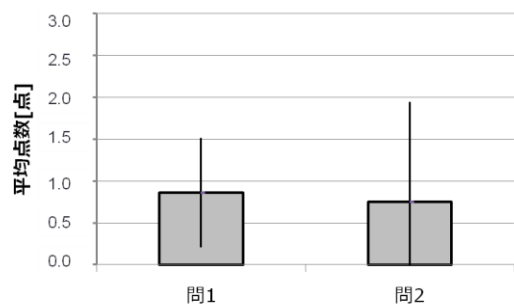


図8 問3の結果

表 2 問 1 と問 2 の平均・分散・標準偏差

	平均	分散	標準偏差
問1	0.862	0.427	0.653
問2	0.754	1.416	1.19

この問 3 の設問の内容は、2 時間の講座内で説明し、かつ配布したテキストにも書かれている内容であるが、問①の平均点が 0.862 点、問②の平均点が 0.754 点と非常に低い結果となった。なお、満点回答者は 65 人中 1 人だった。

4. アンケートの比較と考察

「科学のひろば」でおこなった霧箱ワークショップでは、問 1 の結果で分かるように世間的に霧箱が知られていなかった点も大きく、アンケートの結果以外にも会場の受講者の様子などから、放射線が見えるもしくはガイガー・カウンターで実際に測ることによって興味を示す受講者が多かった。特に印象的な結果としては、問 3 の霧箱を使ってみたいものという設問で、18 歳の高校生の受講者が「二酸化炭素」という霧箱では可視化できない間違った回答をしているが、11 歳の子供が想定していた正答を答えるなど子供が正しい知識を理解するといった点に関しては、おおむね目標を達成できたと思われる。

4.1 調査結果の講師へのフィードバック

以上のアンケートによる統計的調査を本公開講座の講師の鈴木孝幸にフィードバックしたところ、以下のようなコメントが得られた『公開講座ということで、多様な興味のある受講者が受講しており、座学での学習が中心のため、アンケート結果からは放射線測定の原理は「実感」してもらえなかったようである。原子核の概念や放射性崩壊など、比較的基礎的な話から始めたが、1 回の講義としては情報量が多すぎたかもしれない』また本研究における調査の振り返りから『放射線測定の原理などよりも、放射線の人体に与える影響や食品の放射線量などに興味があったようでもある。実際に放射線量を測定してもらえば、もう少し興味を引けたと思われる』という意見が得られた。実際に公開講座における講演方法を見直してみたが、100 人近い受講者が期待される一般市民向けの公開講座という場では、時間と機材の関係で難しいという知見も得られた。

4.2 動画処理ツールの開発による講義支援

以上から、ガイガー・カウンターや霧箱を使ったワークショップは効果が期待できる一方、講演形式の多人数向け科学コミュニケーション手法としては万能ではないことがわかった。本報告ではこの問題に対し、霧箱によ

る放射線可視化を OpenCV による動画処理を用いて、ユークセン石から発せられる自然放射線をより、視認しやすくするためのツールを開発した(図 9)。

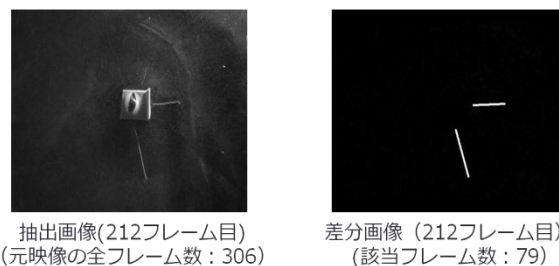


図 9 OpenCV による霧箱の動画処理

これにより、霧箱の中で放射線の発せられる様子を理解しやすくなり、「放射性物質と放射線の違い」といった初歩的な科学理解を向上させられることが期待できる。もちろん実物を用いた実験機材による体験が重要ではあるが、動画視聴に興味がある若者向けの科学教育を目的としたデジタルコンテンツ生成手法として、今後より深く研究されるべきであろう。

謝辞：本研究は神奈川工科大学情報教育研究センターデジタルコンテンツ研究室「霧箱を使った自然放射線可視化装置の開発と市民の科学理解に貢献するためのデジタルコンテンツ化」によって支援された。また、研究およびワークショップ活動のご支援をいただいた基礎教育支援センターの栗田先生、アンケートにご回答いただいたワークショップと公開講座受講者の皆様、イベントの運営関係者の方々をはじめ、本研究にご協力いただいた各位にこの場を借りて謝意を表します。

【参考文献】

- [1] ガイガーカウンターミーティング,
<http://g-c-m.org/>
- [2] Yahoo! JAPAN 放射線情報,
<http://radiation.yahoo.co.jp/>
- [3] 関東各地の環境放射能水準の可視化:micro sievert,
<http://microsievert.net/>
- [4] 比較的安価な放射線測定器の性能,
http://www.kokusen.go.jp/pdf/n-20110908_1.pdf
- [5] 日本科学技術振興財団, はかるくん Web,
<http://hakarukun.go.jp/>
- [6] 文部科学省, 新学習指導要領,
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/ri.htm#1bunya
- [7] 放射線教育委員会, 授業実践事例研修会レポート
<http://www.radi-edu.jp/contents/detail/practice>