

「教育臨床総合研究12 2013研究」

放射線教育に対する教員の意識の調査と教材

Investigation of a teacher's consciousness to radiation education and a teaching material

別 木 政 彦*

Masahiko BEKKI

塚 田 真 也**

Shinya TSUKADA

森 川 菜 緒**

Nao MORIKAWA

秋 重 幸 邦**

Yukikuni AKISHIGE

要 旨

30年ぶりに学習指導要領に導入された放射線教育に対して、鳥根県内の中学校理科の教員は現在どのような課題に直面しているのかアンケートを行ったところ、放射線教育の教材の不足という問題を抱えていることが明らかになった。我々は安価で購入できるPocket Geiger Type 4を教材として検討するために、測定精度をシンチレーション検出器と比較した。そして中学校の学習に要求される程度の誤差範囲内で測定可能であることが示された。

〔キーワード〕 放射線教育，教員の意識，教材開発

I はじめに

平成20年に学習指導要領が改訂され、中学校理科1分野「科学技術と人間」の「エネルギー資源」に関する内容の取扱いにおいて、放射線の性質と利用に触れることが明記された。具体的には、「核燃料は放射線を出していることや放射線は自然界にも存在すること、放射線は透過性などをもち、医療や製造業などで利用されていることなどにも触れる」という文言で例示され、やや放射線がもたらす便益に傾倒した印象を受ける記述であった。しかし指導要領改訂後に発生した、東日本大震災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とし、放射線教育の在り方が再検討されている^{1,2)}。鳥根県もまた原子力発電所保有県の一つであるため、県内の教員の放射線教育に対する課題意識は高いと思われる。

また教育現場では、約30年ぶりの放射線教育の復活に加え、震災や原子力発電所の事故を境に放射線教育に関連し防災教育や安全教育の重要性が提言され、教材や指導方法などの課題に直面している¹⁾。附属学校園を有し、先端的な教育論を展開していくべきである教育学部の立場としては、放射線教育に対して具体的な方法を提案する必要がある。しかし、鳥根県の理科教員が放射線教育に対して、現在どのような方針をもっているのか、あるいは課題や不安を抱

*鳥根大学大学院教育学研究科

**鳥根大学教育学部

えているのかに関して我々は情報を有していない。そこで我々は島根県内の中学校理科教員に対して、放射線教育に関するアンケート調査を行い、放射線教育に対する意識を調査した。調査を通して、現場の教員は放射線教育の教材について不安感や必要性を感じていることが示唆されたため、新たな教材の開発にも取り組んだ。本報告は島根県内の理科を受け持つ教員を対象とした放射線教育に関するアンケート結果と、放射線教育を行うための教材の開発についてまとめたものである。

II アンケート調査の内容及びその結果・考察

放射線や放射線教育に関連したアンケート調査は高校生^{3,4)}や大学生生^{5,6)}、一般市民・医療機関関係者生⁷⁻⁹⁾、教員生¹⁰⁾など様々な団体を対象として行われている。今回のアンケート作成にあたってはこれらのアンケート調査を参考とした。具体的なアンケート内容は資料1、結果の詳細は資料2に示す。

調査対象は島根県内105校の理科の中学校の教員236名、期間は2012年10月22日～10月31日、調査はアンケート用紙を各学校へ郵送し、記入後に返送して頂くことで行った。アンケートの返送は110通あり、これは全郵送数の46.6%にあたる。

アンケート結果と考察について以下に記す。まず質問6より、放射線等に関する教育が学習指導要領に加わって、71.8%の教員が何らかの取り組みを既にしていたことがわかった。具体的な取り組み内容を図1に示す。講演会や研究会が46.3%と大きな割合を占めている。また質問9の情報源として想定するものにも講演会や研修会が上位にあることから、島根県の理科教員は放射線等に関する教育について積極的な姿勢で取り組んでいることが伺える。このような取り組みが行われていることで、質問4の放射線に関する理解度に関する問で「まあまあ理解している」、「十分に理解している」の割合が75.5%という高い値を示していると考えられる。次に質問8の授業において大切にしたいと考えていることに関する問であるが、上位から「性質」、「利用」、「健康影響」となった。質問5の教員が知識を深めたいと感じている事柄においても「性質」、「利用」、「健康影響」が上位に位置づけられていることから、教員は実際の授業を想定して自身の知識を広げていきたいと考えていると推察される。また質問5において「性質」や「利用」、「健康影響」を凌いで知識を深めたいと感じている事柄に「教材や教具」がある。これを質問8と関連させて考えると、放射線の性質を実験・観察を通して理解できるよう

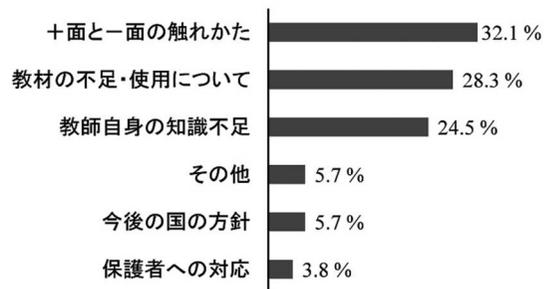
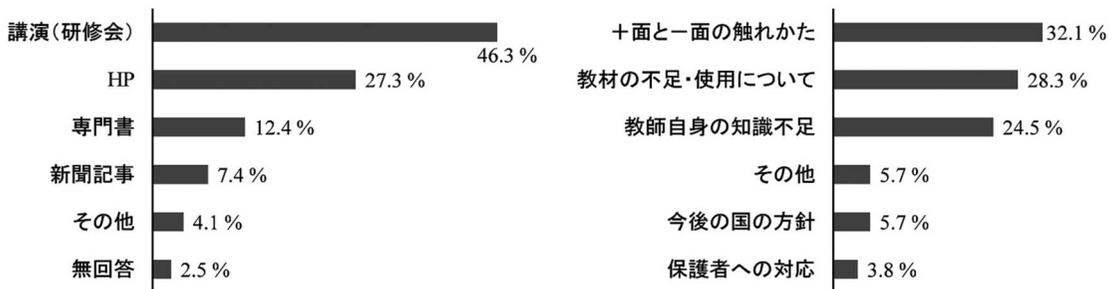


図1 放射線教育に対する教員の具体的な取り組み (N=79). 図2 授業をする上での心配な事柄 (N=53).

な授業づくりを意識していることの表れであると考えられる。図2は教員が放射線に関する授業行う上での心配な事柄を示している。教員が最も不安感を抱いているのは「放射線のプラス面とマイナス面のふれ方」であった。おそらく多くの教員が授業行う際に、プラス面とマイナス面に偏りを生じさせないように事実を生徒に伝えなければならないという気持ちをもっているであろう。また同時に教材についても不安感を抱いている教員が多いことがわかった。質問11より霧箱や放射線測定器をもっている学校は存外多く、教員はその教材の使い方に不安をもっていたり、教材の数量が限られているために生徒実験ができず、学習の効果が得られない可能性があることに不安を抱いていたりすると考えられる。

アンケート調査を通して、教員は放射線の性質を観察・実験を通して理解させることができるような授業構想をもっているが、教材不足などが障害となり、思い通りの授業がつかれないという状況にあると言える。

Ⅲ 教材研究

放射線教育に関する教材については、従来使用されていた霧箱が学習の中心になっているが、それに取って代わる教材（例えば「はかるくん」）に関する実践報告も多くある¹¹⁻¹⁴⁾。中学校教育では自然界の事物・事象を科学的視点で捉えることが要求されるため、学習で取り扱う実験の定量性の重要度が小学校教育に比べて増大する。この点から言えば、放射線量を数値として表示できる「はかるくん」を用いた実践は効果的

である。しかし、「はかるくん」を含めGM管式表面汚染サーベイメーターやシンチレーション式線量当量率サーベイメーターのような線量計を、生徒実験ができるほど用意するには多額の資金が必要になる。そこで教育現場では、なるべく安価で精度が保障された線量計が必要となる。本報告はアンケート結果を踏まえ、安価で購入することができる「Pocket Geiger Type 4」(図3)¹⁵⁾の教材化を目的として、この計測器の精度について検討した。

Pocket Geigerはradiation-watch.orgがインターネットを通じて販売している測定器で、専用のアプリケーションをインストールしたiPhoneやiPad端末と接続して使用するものである。このアプリケーションは無料のものと有料（600円）のものがある。どちらも線量と放射線数を測ることができる。有料のものは無料のものとは違いが3つある。1つ目は、グラフで線量や放射線数などを見ることができることである。2つ目は、測定時間やモードなどの詳細設定を変更できることである。3つ目は、測定した数値やグラフをメールで他者に送ることができたり、マップを用いて地図上に表すことができたり、他者が他の地域で測定した数値を見ることができたりすることである。Pocket Geiger Type 4の価格は6450円であり、学校にiPadが備えてあれば一般的な測定器と比較して非常に安価である。サイズはW34/H70/D32 [mm]で、重さは24 gとコンパクトで軽量である。Pocket Geigerに電池はなく、端末の音声ジャックからの給電によって起動する。測定範囲の等価線量率は0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ～10mSv/hで、放射線量は0.01～300000 cpmである。センサーにはPINフォトダイオードが使用されている。

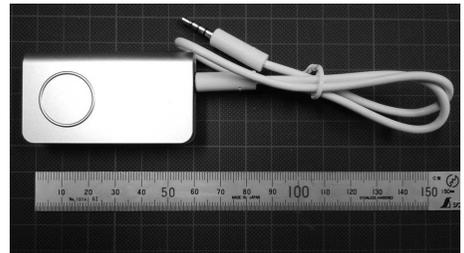


図3 Pocket Geiger Type 4.

Pocket Geigerの精度の検討はシンチレーション検出器 (TCS-172) と比較することで行った。比較方法はセシウム137 (Cs-137) を放射線源とし、図4のように測定器との間をそれぞれ5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 cmと距離を置いてCs-137の距離による γ 線の減衰を測定した。測定時間はシンチレーション検出器が1分間、Pocket Geigerが5分間で測定を行った。それぞれ測定するときには1地点で3回ずつ測定した。そして測定した値からバックグラウンドを引いて、真値とした。なお、この地点でのバックグラウンドはPocket Geigerでは0.06 $\mu\text{Sv/h}$ 、シンチレーション検出器では0.07 $\mu\text{Sv/h}$ であった。

シンチレーション検出器及び、Pocket Geigerそれぞれでの測定結果を図5に示す。シンチレーション検出器とPocket Geigerの間に大きな差はないことがわかる。グラフの概形も距離に関して指数関数的に減少している。測定した8地点について、シンチレーション検出器の測定値をA、Pocket Geigerの測定値をBとし、Aを真値とみなせば、真値からのずれの割合 $(A - B) \times 100/A$ の平均値は -12.1 %であった。マイナス方向へのずれは、Pocket Geigerの感度の悪さを表しているが、中学校レベルの学習で要求される定量性は実現できていると判断し、許容範囲内であると考ええる。



図4 シンチレーション検出器を用いた実験の様子。放射線源にはセシウム137 (Cs-137) を使用している。

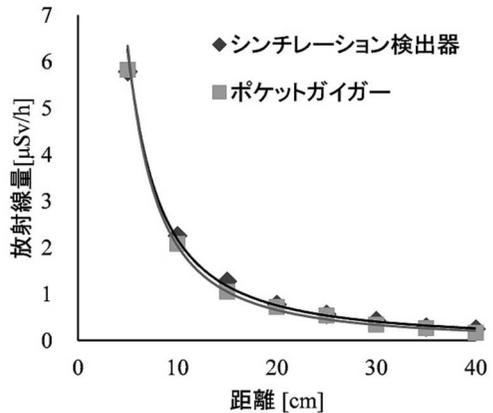


図5 Cs-137の距離による γ 線の減衰結果。図の曲線は指数近似した結果である。

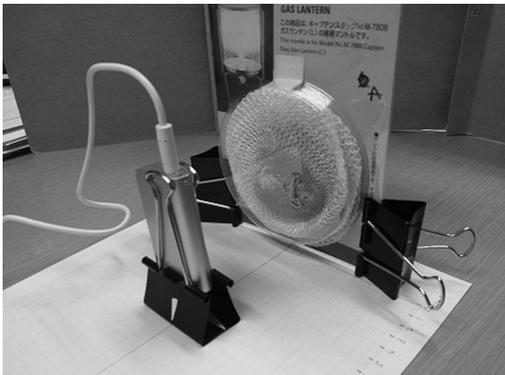


図6 Pocket Geigerを用いた放射線量の距離依存実験装置。

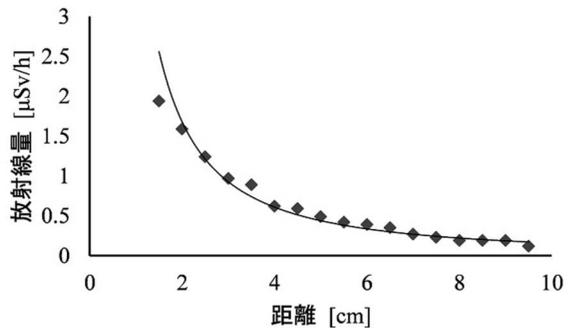


図7 Pocket Geigerを用いた放射線量の距離依存実験結果。図の曲線は指数近似した結果である。

最後にPocket Geigerの教材としての利用を提案する。図6はPocket Geigerを用いた放射線量の距離依存性を確認するための実験である。放射線源には安価で手に入りやすいマントル(CAPTAIN STAG M-7909)を用いた。図6のように、Pocket Geigerとマントルを固定するためにダブルクリップを用いる。また、距離を正確に測ることができるように方眼紙を用いる。中学3年生でも再現性を得ることができるように、ダブルクリップとマントルの中心に白いテープを用いて目印を付ける。実験はマントルからの距離1.5 cmから0.5 cmずつPocket Geigerを遠ざけながら行う。なお、このときのバックグラウンドは0.06 $\mu\text{Sv/h}$ であった。実験結果を図7に示す。放射線量が距離の増加とともに指数関数的に減少する結果を得ることができた。今後はこの教材の完成度を高め、実際に生徒実験を行いたいと考えている。

IV まとめ

鳥根県内の中学校理科教員を対象とした放射線教育に関するアンケートを実施し、現場の教員が放射線教育に対してどのような意識を有しているのかを調査した。アンケート調査を通して、教員は生徒に放射線の性質を観察・実験を通して理解させることができるような授業を目指しているが、教材不足などが障害となっていることがわかった。この教材不足という問題に対して我々は安価で購入することができるPocket Geiger Type 4の測定精度の検討を行った。結果としてシンチレーション検出器と比較した誤差平均は-12.1 %であり、中学校程度の実験の定量性は保証されると判断した。

謝辞

この度シンチレーション検出器及び、放射線源セシウム137を長期間にわたりご貸与して頂きました放射線利用振興協会様、並びにアンケート作成時に貴重なご意見を頂きました鳥根大学教育学部自然環境教育講座の栢野彰秀教授、人間生活環境教育講座の正岡さち教授に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 神田玲子：エネルギー環境教育研究 **6** (2012) 95-98.
- 2) 森山正樹：エネルギー環境教育研究 **6** (2012) 99-104.
- 3) 鶴岡森昭：物理教育 **44** (1996) 164-165.
- 4) 北村俊樹：物理教育 **44** (1996) 446-450.
- 5) 西谷源展：日本放射線技術学会雑誌 **60** (2004) 1555-1563.
- 6) 平賀伸夫：エネルギー環境教育研究 **7** (2012) 43-52.
- 7) 飯田泰治, 山本友行, 島田裕弘：日本放射線技術学会雑誌 **53** (1997) 1551-1563.
- 8) 飯田泰治, 山本友行, 島田裕弘：日本放射線技術学会雑誌 **53** (1997) 1705-1713.
- 9) 岡崎龍史, 大津山彰, 阿部利明, 久保達彦：産業医科大学雑誌 **34** (2012) 91-105.
- 10) 平賀伸夫, 岩田梓：エネルギー環境教育研究 **6** (2011) 53-61.
- 11) 鎌田正裕, 中村麻利子, 江坂享男：化学と教育 **43** (1995) 321-324.
- 12) 鎌田正裕, 渡部千春：化学と教育 **48** (2000) 524-527.
- 13) 中村潤：科学技術館学芸活動紀要 **3** (2009) 53-57.
- 14) 山岡武邦：エネルギー環境教育研究 **5** (2011) 75-82.
- 15) Radiation-Watch.orgホームページ<http://www.radiation-watch.org/p/blog-page.html>

資料 1. アンケート調査内容(2/2).

7. 「放射線の性質とその利用」の授業をするにあたって、心配である事柄はありますか。ある場合は「ある」に○をつけ、ない場合は「ない」に○をつけて下さい。
- ある ・ ない

◎ 「ある」に○をつけた方に伺います。

具体的にどのようなことを心配されていますか。下の空欄内に記入してください。

8. 「放射線の性質とその利用」の授業をするにあたって、授業において大切にしたいと考えておられることを次の選択肢から2つ選び、記号に○をつけて下さい。

- | | |
|------------------|--------------------------------|
| a) 放射線の性質 | b) 放射線からの健康影響 |
| c) 放射線を防ぐ方法 | d) 放射線の利用 |
| e) 原子力発電と放射線の関わり | f) その他【 】 |

9. 「放射線の性質とその利用」の授業をするにあたって、あなたが教科書以外に求める情報源として、想定している事項を次の選択肢から2つ選び、記号に○をつけて下さい。

- | | |
|--------------------------------|-----------------------|
| a) 専門書 | b) 大学や教育委員会でされる講演や研修会 |
| c) 科学館・博物館 | d) 新聞 |
| e) インターネット | f) 同僚（友人） |
| g) 教員用指導書 | |
| h) その他【 】 | |

10. 文部科学省から「放射線等に関する副読本」が平成23年10月に発行されましたが、この副読本の存在を知っていますか。知っている場合は「知っている」に、知らない場合は「知らない」に○をつけて下さい。

知っている ・ 知らない

◎ 「知っている」に○をつけた方に伺います。

副読本の活用の予定はありますか。当てはまるものを次の選択肢から1つ選び、記号に○をつけて下さい。

- | | |
|--------------------------------|--|
| a) すでに使っている | |
| b) 使う予定がある | |
| c) 使う予定がない | |
| d) その他【 】 | |

11. 学校には「放射線の性質とその利用」を教えるときに使用できる教材・教具はありますか。当てはまるすべての記号に○をつけて下さい。

- | | |
|--------------------------------|-----------|
| a) 放射線測定器 | b) 霧箱 |
| c) 放射性物質（鉱物等） | d) デジタル教材 |
| e) その他【 】 | f) ない |

12. 10（注：本来11について聞くとこを10と誤記してしまった）の教材を授業で使う予定がありますか。ある場合は「はい」に、ない場合は「いいえ」に○をつけて下さい。

はい ・ いいえ

◎ 「いいえ」に○をつけた方に伺います。

使う予定がない理由として最も当てはまるもの1つを選び、記号に○をつけて下さい。

- | |
|---------------------|
| a) 授業目標にそったものではないから |
| b) 精度がよくないから |
| c) 数が足りないから |
| d) 活用方法が分からないから |

資料 2. アンケート集計結果(1/2).

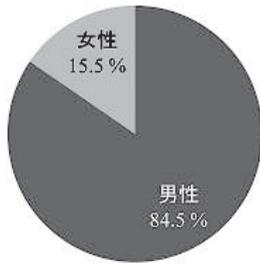


図 a. 質問 1 に対する回答の割合(N=110).

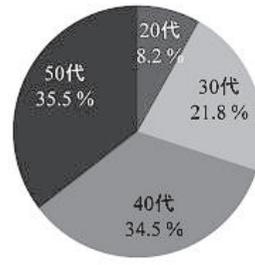


図 b. 質問 2 に対する回答の割合(N=110).

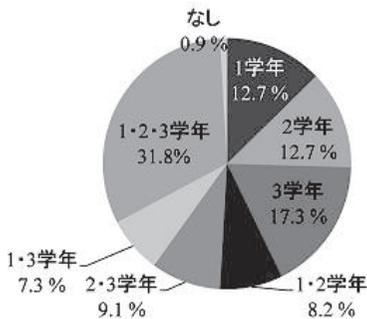


図 c. 質問 3 に対する回答の割合(N=110).

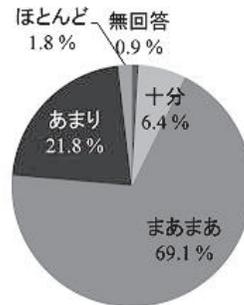


図 d. 質問 4 に対する回答の割合(N=110).

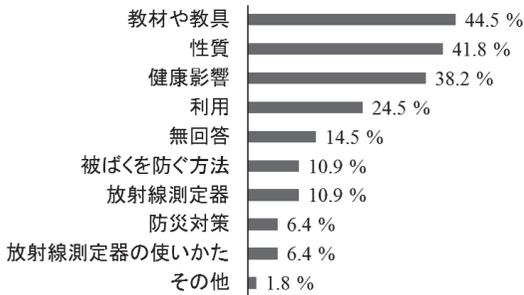


図 e. 質問 5 に対する回答の割合(N=220). なお、割合の合計は 200%である.

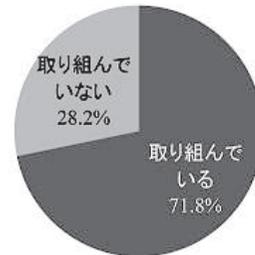


図 f. 質問 6 に対する回答の割合(N=110).

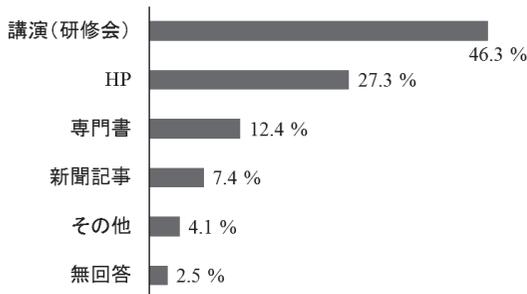


図 g. 質問 6 で「取り組んでいる」と回答した教員の質問に対する回答の割合(N=79).

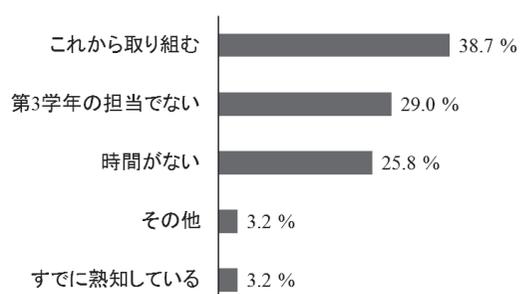


図 h. 質問 6 で「取り組んでいない」と回答した教員の質問に対する回答の割合(N=31).

資料 2. アンケート集計結果(2/2).

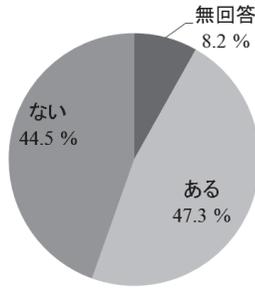


図 i. 質問 7 に対する回答の割合 (N=110).

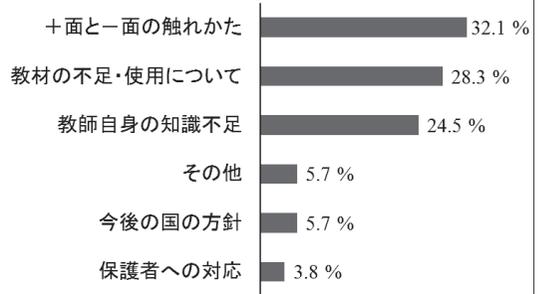


図 j. 質問 7 で「はい」と回答した教員の質問に対する回答の割合 (N=53).

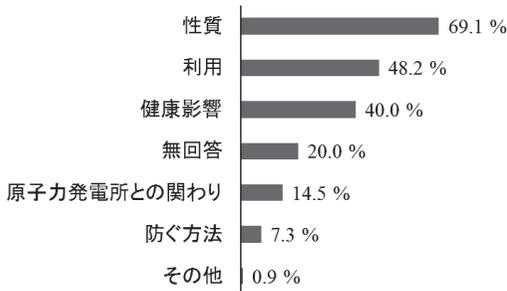


図 k. 質問 8 に対する回答の割合 (N=220). なお、割合の合計は 200 % である.

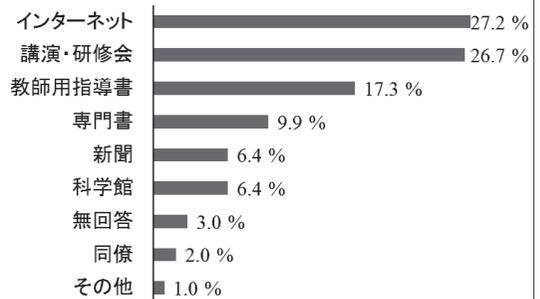


図 l. 質問 9 に対する回答の割合 (N=202).

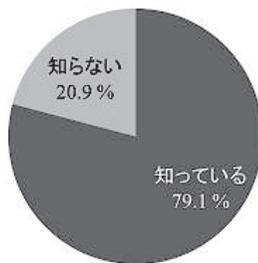


図 m. 質問 10 に対する回答の割合 (N=110).

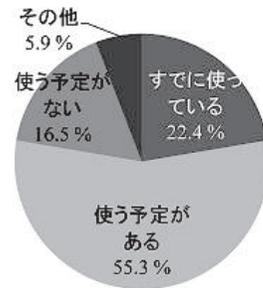


図 n. 質問 10 で「知っている」と回答した教員の質問に対する回答の割合 (N=87).

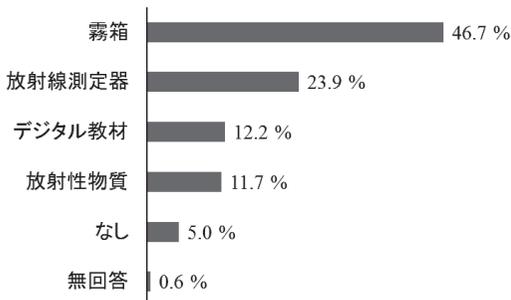


図 o. 質問 11 に対する回答の割合 (N=180).

質問 12 については正しい結果ではない可能性が高いため省略する.