

加速器に関する教育関係者の意識と
メーカーにおける人材確保方策構築のための調査

報告書

概要版

2009年3月



社団法人 日本電機工業会

加速器専門委員会

まえがき

社団法人 日本電機工業会（JEMA）は2004年12月、従来の原子力発電事業分野に加え新たに放射線関連機器分野を取り込み、翌2005年4月に加速器専門委員会を発足いたしました。

この調査は、放射線や原子力に対する理解促進と、将来の我が国加速器製造業界を支える人材育成のためには、まず学校教育での理科教育プログラムの充実が重要であると考え、そのためには何が必要であるか等を取りまとめるために実施した、当委員会独自の自主事業であります。

事業の進め方としては、あらかじめ策定した複数の仮説を検証するために、調査を実施するという方法を採用しました。

実施した調査は、即ち、①全国の教育委員会経由にて理科教員個人を対象とした郵送によるアンケート調査、②有識者へのインタビュー調査、③文献およびウェブによる情報収集を主な柱としております。

これまで、学校、特に公教育に携わる教職員の方々とわれわれ加速器メーカー間の関係は必ずしも充分に行われていたわけではありませんでした。本調査を糸口に、今後、様々な活動への道が開けていくものと期待し、かつ確信するものであります。

本調査報告書が教育関係者の皆様や加速器メーカーをはじめ、多くの方々に少しでもお役に立てれば幸いです。

末筆ながら、本調査の実施にあたり、アンケートによりJEMAならびに加速器メーカーに対しまして、広い視野から、貴重な御意見、アドバイスをいただきました教育関係者の方々に御礼申し上げます。また、御多忙の中、インタビュー調査に御協力いただきました有識者の方々に厚く御礼申し上げます。

2009年3月

社団法人 日本電機工業会
加速器専門委員会
委員長 吉行 健

< 目 次 >

| | |
|-----------------------------|----|
| 1. 序論..... | 1 |
| 1.1 目的..... | 1 |
| 1.2 実施項目、調査手順..... | 1 |
| 2. 文献調査..... | 2 |
| 3. インタビュー調査..... | 3 |
| 3.1 インタビュー調査概要..... | 3 |
| 3.2 調査結果..... | 3 |
| 4. 理科教育支援のあり方に関する仮説の設定..... | 5 |
| 5. 学校関係者への郵送アンケート調査..... | 5 |
| 5.1 調査概要..... | 5 |
| 5.2 調査結果概要..... | 5 |
| 6. アンケート結果のフォロー調査..... | 13 |
| 6.1 調査概要..... | 13 |
| 6.2 調査結果..... | 13 |
| 7. 理科教育支援のあり方に関する提案..... | 15 |

1. 序論

1.1 目的

放射線利用の一形態としての加速器は研究用にとどまらず、医療、工業、農業等にも利用され、広く社会経済の発展に寄与している。しかし、放射線については従来の学校教育で取り上げにくいテーマであることや、事実を正確に伝える傾向にない一部マスコミの存在等により、国民における放射線に対する認識は十分とはいえない状況にある。

そこで、日本国内における、教育関係者（教職員）を対象に郵送アンケートを実施し、放射線や加速器についての認知度合、日頃考えていること、感じていること等を尋ねるとともに、理科教育のあり方や、より充実した理科教育を実施するためにメーカ及びJEMAとどのような点で協業できうるか等についてご意見・ご要望をお伺いした。加えて、有識者へのインタビュー調査を実施した。目的は、郵送アンケート調査で把握しきれない、生の声を収集することである。

これらの調査を実施することにより、「①教育界に対する加速器業界のPR（人材確保）」を図るとともに、「②放射線利用への一層の理解促進と加速器の普及」を目指し、それらにより、「③メーカ及びJEMAにおける加速器業界活動の拡充を図る際に必要な『新機軸』の策定」のための手掛かりを探ることを目的とする。

1.2 実施項目、調査手順

実施項目、調査手順を図 1-1 に示す。

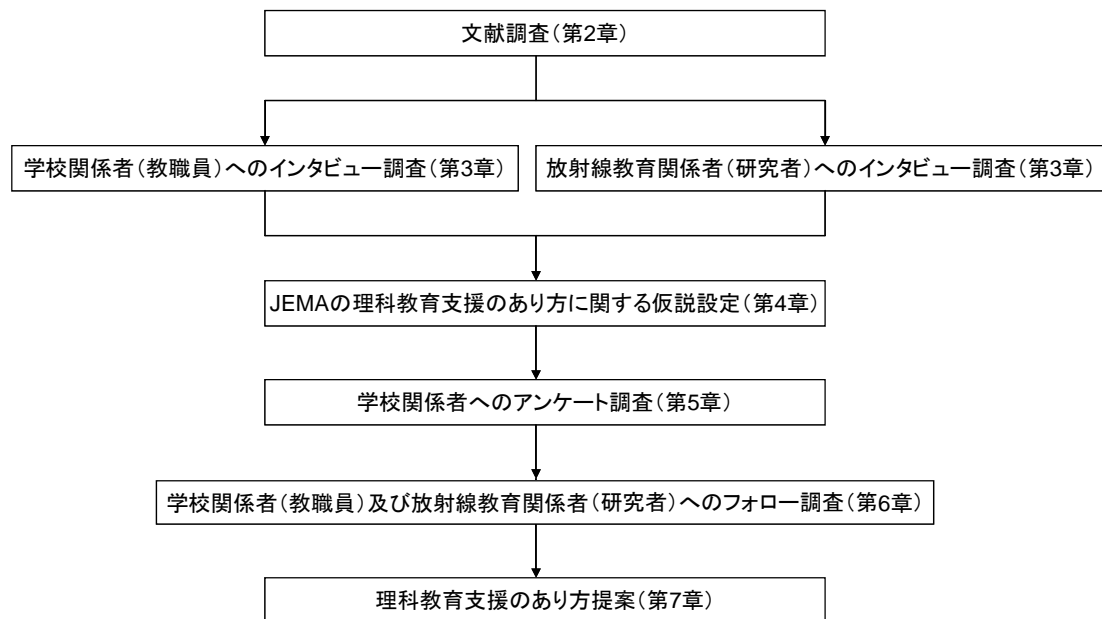


図 1-1 調査手順

2. 文献調査

文献調査では、理科教育の現状と課題を明らかにするため、国等（文部科学省、内閣府、科学技術振興機構等）の文献を調査した。また放射線教育のあり方を検討するため、放射線教育に係る国等の教育支援制度・事業について、その現状及び実施された学習テーマ等を調査整理した。

上記調査結果のうち、教員が外部研究機関等との連携において理科教育を実施する際の要望、課題を表 2-1 にまとめた。また、放射線教育の現状とそれを踏まえた外部研究機関としての支援課題を表 2-2 にまとめた（詳細は報告書本文参照）。JEMA として教育機関と連携し放射線・加速器教育を実施する場合、これら教員のニーズや現状の課題に対して的確に応えることで教育機関との連携を促進できると考えられる。

表 2-1 外部研究機関等と連携する際の教職員の要望、課題

| | 教職員の要望、課題 |
|-----------|--|
| 計画段階 | <ul style="list-style-type: none"> 産業界と連携した経験が無いため、手続きや手順がわからなく、また学校内には相談相手もない。 外部研究機関等との連携教育を、年間の授業計画に組み込みにくい。 産業界との連携に対する学校内の理解が不足しているため、連携による効果を明確化し、管理職や同僚の理解や協力を得たい。 （多数の高校を対象として取組・事業を実施する場合には、）教育委員会の理解を得ることも重要である。 忙しいため、定常業務以外にあまり多くの時間を割くことができない。 |
| 実施内容・実施形態 | <ul style="list-style-type: none"> 講義形式ではなく、生徒自らが実験・観察を行う体験型学習を実施したい。 受講する生徒の既習レベルに合わせて、講義や実験・実習等を行ってほしい。 生徒による課題研究（クラブ活動を含む）において、産業界と連携した取組を実施したい。 将来の進学・就職に向けて参考となる情報を提供してほしい。 単発的な取組ではなく、取組が定着するように、毎年実施するようになることが望ましい（あるいは、取組終了後も何らかの形でフォローしてほしい）。 |
| 予算面 | <ul style="list-style-type: none"> 学校として、支出できる予算が無い（少ない）。 |

表 2-2 放射線教育の現状と外部研究機関としての支援課題

| | | |
|------|-------|---|
| 現状 | 学習テーマ | <ul style="list-style-type: none"> 放射線の性質をテーマとしたものが多い。特に、はかるくんを用いて身のまわりにある放射線を実測するスタイルが主流である。 加速器のしくみについての取り組みはほとんどなされていない。 |
| | 実施形態 | <ul style="list-style-type: none"> 簡易測定器（はかるくんの）の利用が主流である。 国等の支援制度を利用した学習の実施が主流である。 全体的に、実施形態は（単独型ではなく）支援制度を利用した連携型、また（コンセプト型ではなく）テーマ単発型が主流である。 |
| 支援課題 | | <ul style="list-style-type: none"> 学校側は既存の支援制度を利用する傾向がある。JEMA として教育支援を実施する場合は、この制度を通じて、講師派遣や学習教材提供、施設見学などにより直ちに協力できる。 施設見学への学校側ニーズは高い。教員研修などでも参加インセンティブとなっている。JEMA 会員企業が所有する加速器の見学などは関心もたれる可能性がある。 魅力的な職業選択肢としてアピールする場合は、学習教材提供を含めた講師派遣や施設見学における顔の見える対応が有効と考えられる。 学習テーマは、身のまわりの放射線の測定体験が多く、単発型に留まっている。より魅力的な学習テーマとし、放射線の存在をよりポジティブに受け止められるようにするためには、知的好奇心を刺激するコンセプト型の学習テーマが必要と考えられる。 原子力や放射線に関心を持たない多くの学校関係者の参加を得るためには、学習テーマに工夫を施すことが必要である。例えば、地元にある遺物の年代測定など、一般的に広く興味もたれており、それを放射線を用いて調べるなどのテーマが望ましい。 |

3. インタビュー調査

3.1 インタビュー調査概要

学校を対象とした郵送アンケートを実施するにあたり、アンケート設計のための適切な仮説を設定することを目的として学校関係者（教職員）及び放射線教育関係者（研究者）各 3 名を対象としたインタビュー調査を実施した。

3.2 調査結果

インタビューにより得られた意見を、放射線・加速器に関する認知の現状、学習テーマ、学習支援の実施形態、情報の入手源の観点から整理した。インタビューによって得られた主要な意見を以下に示す（詳細は報告書本文参照）。

(1) 放射線、加速器に関する認知状況に係る意見

- 学習指導要領上の必要性が低いため、学校関係者の認知や関心も低い。物理Ⅱの4編「原子と原子核」では、「放射線及び原子力の利用とその安全性の問題にも触れること」とされているが、教育現場ではまだこのような配慮は行き渡っていない。
- 一方、学習指導要領の変更に伴い、授業の組み立て等に困惑している教員もいる。そこで、新たな学習指導要領で追加された部分に沿った形で支援策を提案することで学校側に受け入れられやすくなるものと考えられる。

- ・生徒のサイエンスリテラシー向上に熱心な教師であれば、新たな理科教育領域や教育法を開拓するという観点で放射線教育にも興味、関心を示すと考えられる。そのような教員は、県の教育センターの研修部が企画する教員研修に熱心に参加している。
- ・放射線教育に取り組もうとすると、必ず学校内の会議で「主催者は誰か」と聞かれる。原子力を推進している団体が主催者であった場合、大きな抵抗がある。文部科学省主催の場合にやっと認められるのが現状である。
- ・近年採用された物理の教師は、指導要領上、授業で放射線を扱わないことがわかっているため、大学在学中に放射線について勉強していないと考えられる。40歳以上の年代では、入試に加速器が出ていたため、教えることもできると考えられる。

(2) 学習テーマ（放射線や加速器をテーマとした理科教育のあり方）に係る意見

- ・学習テーマは、まず理科教員自身が面白いと思えるかどうか重要である。
- ・一般的な高校生が学習テーマとして関心を持つか否かは、そのテーマが受験や模擬試験の偏差値の向上につながるか否かである。したがって、放射線や加速器は関心もたれにくいのが現状である。
- ・放射線教育は、放射線・原子力のことのみを教えるのではなく、より一般的な物理、化学、生物、あるいは社会、歴史、地理などに意識的に関連付けて教えるのが効果的である。地元地域に関連した事柄と関連付けるとさらに効果的であると考えられる。

(3) 支援の実施形態に係る意見

- ・高校の現場で扱えるような、簡単な加速器があれば、教師は活用したいと感じる。例えば、高校生でも組み立て可能な加速器キット等があれば、生徒たちは興味関心を持ち、難解なメカニズムについても楽しんで学習することが可能であると期待される。
- ・施設の見学では、ワークシートがあると非常に良いと考えられる。見学のみで終わることがなく、また、見所や考え所がわかるため、見学の要点も掴みやすいという効果もある。
- ・施設見学では、対応する人間が重要である。理数系の生徒は、自分の将来像という視点で対応者を眺めている。実際に技術者や研究者に接することで、職業としての憧れの対象となる。こうした憧れは学習効果を高め、また間接的ではあるが確実な人材育成につながると考えられる。

(4) 支援に関する情報の入手源（情報発信方策）に係る意見

- ・学習支援の情報は、県の教育委員会の印鑑が押してある場合、受け取った担当教諭はその後の活動を円滑に行うことができる。例えば、学内で企画の説明が容易になり、理解も得やすくなる。特に、文科省や県教委の通達という形での支援情報が有力である。
- ・理科教員の勉強会等のイベントに JEMA として積極的にブースを出し、まずは教員に放射線や加速器について興味を持ってもらうことが重要である。その際、環境・エネルギー教育等の一環として放射線・加速器教育を組み込んだプログラムをサンプルとして示すことができれば効果的である。例えば、パワーポイント資料等で教育プログラムやメニューの説明を行うことが考えられる。

4. 理科教育支援のあり方に関する仮説の設定

第2章の文献調査結果及び第3章のインタビュー調査結果を踏まえ、放射線・加速器に関する認知状況、及び理科教育支援のあり方等に関する仮説を設定した（詳細は報告書本文参照）。以下に仮説の一例を示す。

- ・ 新たな理科教育領域や教育法を開拓しようとする意欲のある教員は、放射線教育を取り入れる可能性が高い。
- ・ 生徒を対象とした取組のみならず、教員や管理職（校長、教頭）を対象にした教員研修のニーズも高い。
- ・ 連携先となる機関名や提供可能な支援メニュー、コンタクト先等の情報提供が望まれている。

5. 学校関係者への郵送アンケート調査

高校の理科系教員の放射線や加速器についての認知度合、日頃考えていること、感じていること等を明らかにするとともに、理科教育のあり方やより充実した理科教育を実施するためにメーカ及びJEMAとどのような点で協業できうるか等について検討することを目的として、学校関係者への郵送アンケート調査を実施した。なお、アンケートの設計にあたっては、前章で設定した仮説の検証を実施する視点も盛り込んだ。

5.1 調査概要

調査対象として加速器施設の立地県を含む20都道府県におけるすべての高等専門学校及び高等学校（中等教育学校を含む）（全3224校）の理系教員を対象とした。アンケートは学校単位ではなく、理系教員ごとにご回答いただくこととした。調査方法は、郵送アンケートとした（詳細は報告書本文参照）。

5.2 調査結果概要

調査の結果、905件の調査票を回収した。全54問のうち、主要な設問について抜粋して以下に結果を示す（詳細は報告書本文参照）。

(1) 担当教科（複数回答）

担当教科は物理Ⅰが最も多く、約49%であった。次いで理科総合A、物理Ⅱが多く約4割の教員が担当していることがわかる。

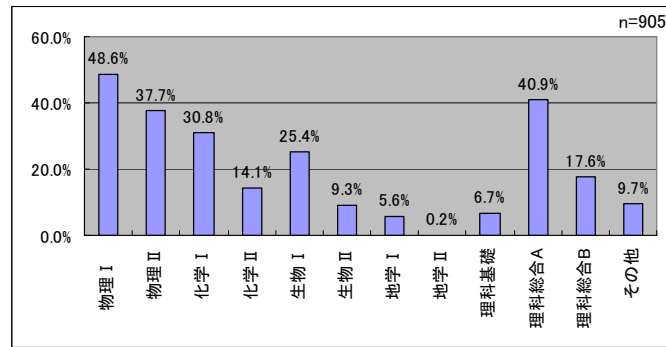


図 5-1 現在の担当教科

(2) 国等の制度・事業の経験、検討実績

「理科教育を支援する国等の制度・事業について、これまでに利用したり、今後利用を検討されているものはありますか。(複数回答)」との質問を行った。集計結果を図 5-2 に示す。

「青少年のための科学の祭典」が最も多く、約 35%であった。いずれの制度・事業の利用経験も無く、検討の経験も無いものは 365 名であり、全体の約 41%であった。すなわち、全体の約 59%が何らかの国等の制度・事業の利用経験もしくは利用検討の経験があることになる。

本アンケートの回答者は、理科教育に対する意識が比較的高い傾向にあると考えられるが、59%は非常に高い数値であり、JEMA として国等の制度や事業と連携することは、教育界における加速器業界の PR や放射線に対する理解促進を行う上で、有力な手段と考えられる。

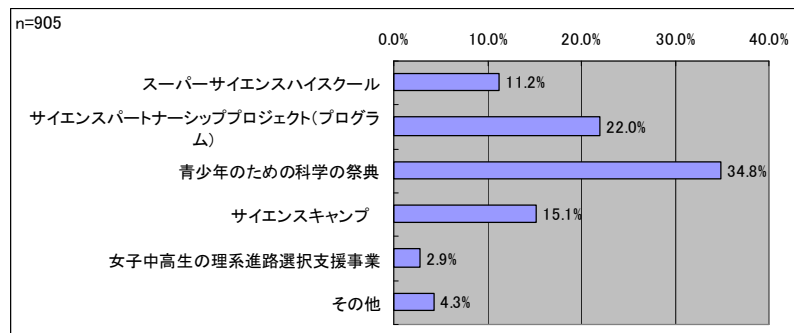


図 5-2 国等の制度・事業の実施検討経験

(3) 物理 II における 4 編の選択 (回答者：物理 II 担当経験者のみ)

「これまで物理 II を担当されたことのある方に伺います。これまでの物理 II の授業で、4 編「原子と原子核」を選択したことはありますか。」との質問を行った。集計結果を図 5-3 に示す。

「全面的に選択」「部分的に選択」を総合すると 8 割以上の教員が 4 編「原子と原子核」を選択していることがわかる。「部分的に選択」に関しては、原子や原子核の構造に触れるに留まり、放射線の種類やメカニズムにまで踏み込んでいないことが考えられる。これは年間授業時間の制約に因るところが大きいと考えられる。

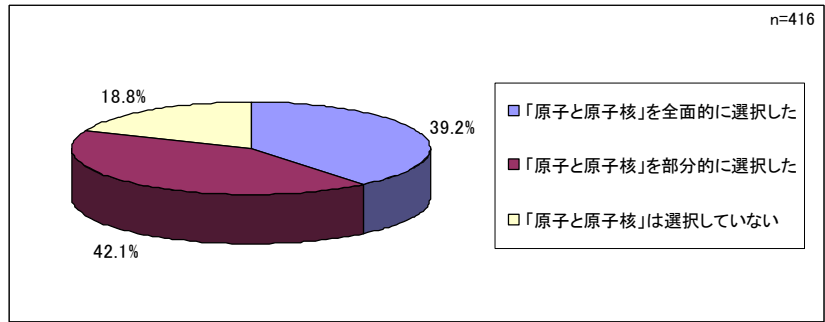


図 5-3 学習指導要領の物理Ⅱの4編の選択状況

(4) 4編の選択の可否にあたって重視した点 (回答者：物理Ⅱ担当経験者のみ)

物理Ⅱの4編を選択するか否かにあたって、重視した点について質問を行った。

「全面的に選択した」教員は「物理の題材として興味深いテーマか」「基礎的な物理現象の理解に役立つか」等を重視している。

「部分的に選択した」教員は「全面的に選択した」教員に比べると、「入試や進路の選択に役立つか」という視点をより重要視していることがわかる。

「選択していない」教員において、この傾向はより顕著であり、約64%の教員が「入試の進路の選択に役立つか」を重視することによって4編「原子と原子核」を選択しなかったことがわかる。

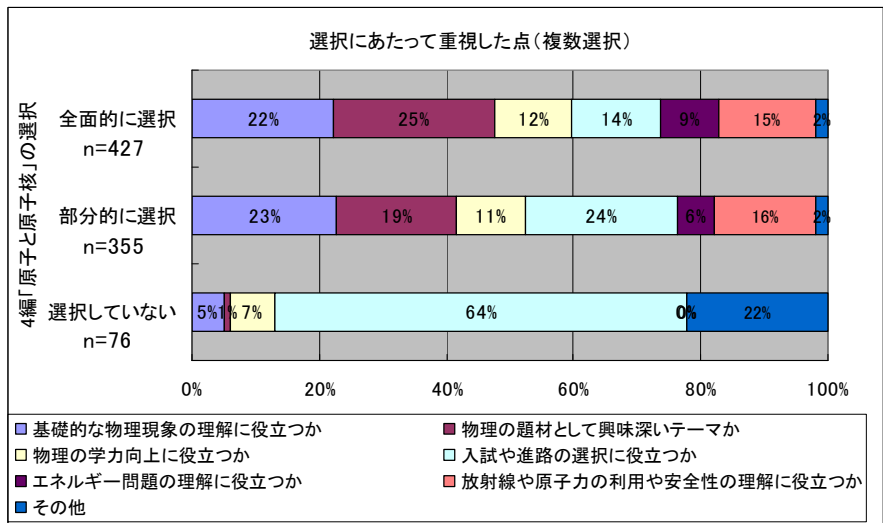


図 5-4 「4編の選択の可否」と「重視した点」の関係

(5) 放射線を題材とした理科教育の実施の是非

「あなたは放射線を題材とした理科教育を実施すべきだと思いますか。」との質問を行った。集計結果を図 5-5 に示す。

7割以上の回答者が、放射線を題材とした理科教育を実施すべきであるとした。一方、実施すべきだとは思わないとした教員は、約12%であった。

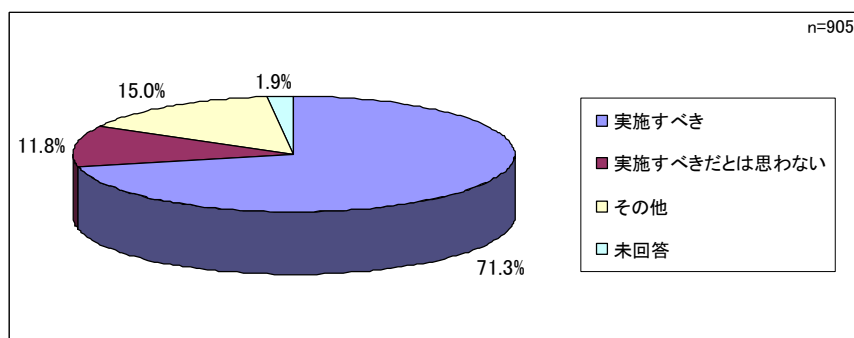


図 5-5 放射線教育を実施すべきか

(6) 放射線教育に関する教材のニーズ (回答者：実施すべきと回答したもののみ、複数回答)

教材に関するニーズは、放射線軌跡の可視化が最も多く、約 68%であり、次いで計測器が多かった。「その他」のニーズとしては、CD や DVD、ビデオ等の視聴覚資料の提供に関するニーズが殆どであった。

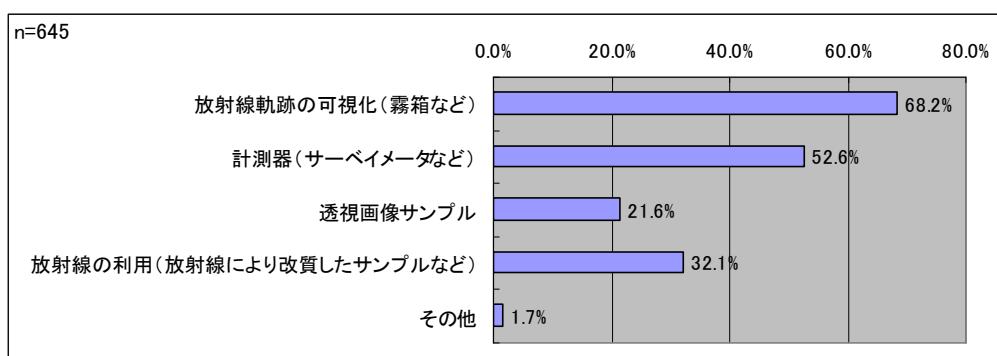


図 5-6 放射線教育に係る教材のニーズ

(7) 放射線教育を実施すべきではない理由 (回答者：実施すべきとは思わないと回答したもののみ、複数回答)

“実施すべきとは思わない”と答えた回答者を対象にその理由を質問した。集計結果を図 5-7 に示す。

「実施するための生徒の時間がない」が最も多く、約 55%であった。施設見学や実験は多くの時間を必要とするため、1 単位で実施できる出前授業や教材の提供等の多様なコンテンツをそろえることも重要であると考えられる。「実施するための教員自身の時間がない」「教材や授業案の用意がない」が約 35~37%であり、これらは放射線教育を提供する側で、ある程度解消できる可能性があると考えられる。また、「学校内でコンセンサスが得られない」に関しては、国等の制度・事業と連携することで、ある程度解消できるものと考えられる。

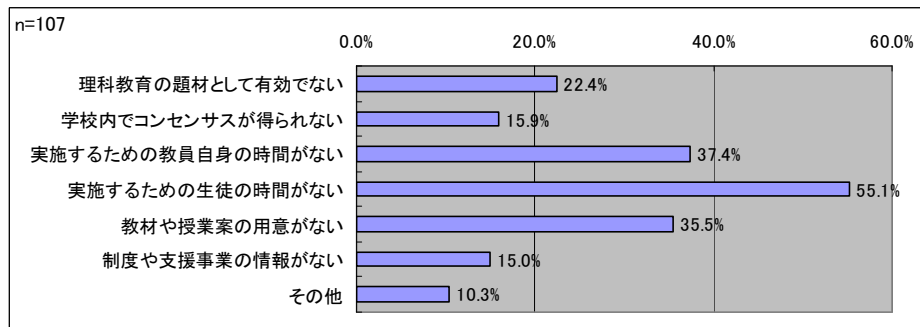


図 5-7 放射線教育を実施すべきでない理由

(8) 加速器を題材とした理科教育の実施の是非

「あなたは加速器を理科教育の1つの単位として扱うべきだと思いますか。」との質問を行った。集計結果を図 5-8 に示す。

約 32%の回答者が扱うべきとしており、48%の回答者が扱うべきだとは思わないとした。「加速器を扱うべき」とした回答者は、「放射線を扱うべき」とした回答者に比べて約 39 ポイント低い。

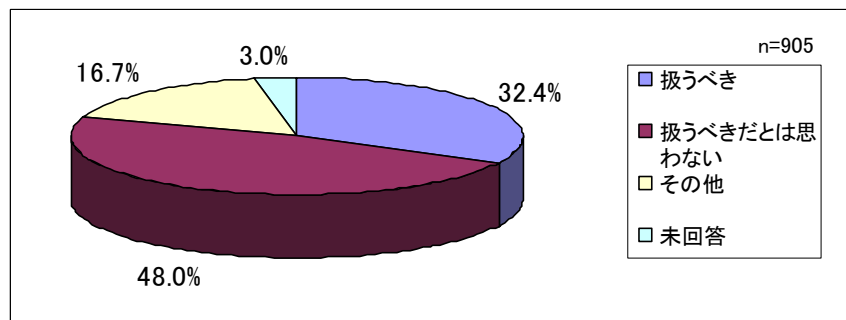


図 5-8 加速器教育を実施すべきか

(9) 加速器教育に関する教材のニーズ ((回答者: 実施すべきと回答したもののみ、複数回答)

調査の結果、教材のニーズは全般的に高く、加速器を題材として理科教育を行う際、何らかの教材が必要であると考える教員が多いと考えられる。

「電子線が曲がることのデモ実験教材」については5割以上の高いニーズが確認されたが、このような教材は安価で市販されている。このことより、このような教材が存在することを認知していない教員もいると考えられる。「その他」として、CD や DVD 等の視聴覚教材提供のニーズが見られた。

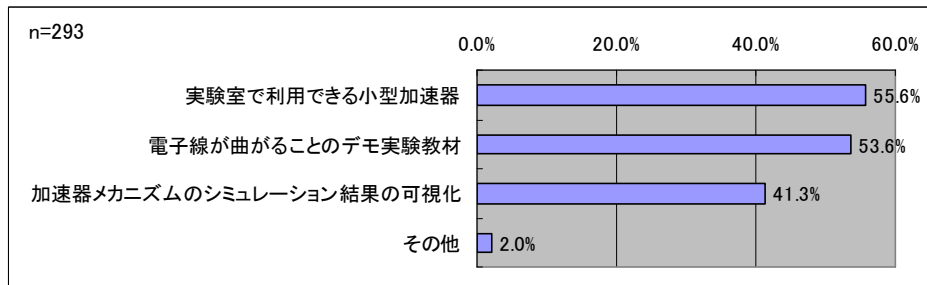


図 5-9 加速器教育に係る教材のニーズ

(10) 加速器教育を実施すべきではない理由（回答者：実施すべきとは思わないと回答したもののみ、複数回答）

“実施すべきとは思わない”と答えた回答者を対象にその理由を質問した。集計結果を図 5-10 に示す。放射線に関する結果と同様の傾向が見られた。

「近くに適切な加速器施設がない」ことを理由に挙げている教員も多いが、これは国の制度・事業を活用すること等により、遠くの施設の見学も可能となり、ある程度解消できるものと考えられる。「その他」の理由として、内容が専門的であり生徒が理解できない、教員自身が理解できていない、等の意見もあった。

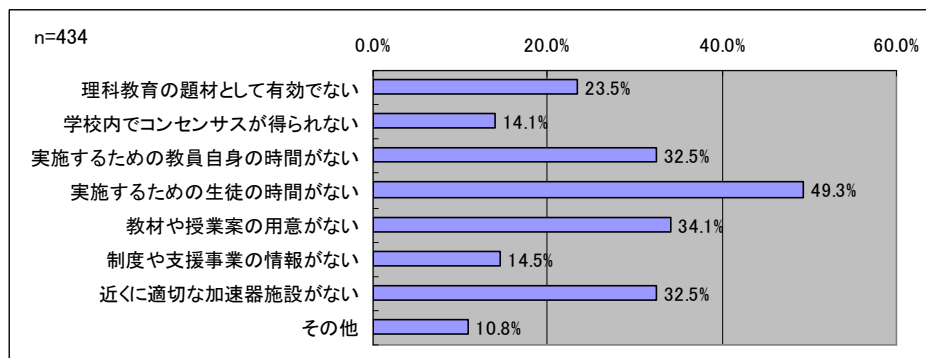


図 5-10 加速器を理科教育の題材として扱うべきと思わない理由

(11) 研修や自己研鑽に係るニーズ

「ご自身のために加速器についての研修や自己研鑽の機会に関して、どのようなご要望がありますか。（複数回答）」との質問を行った。集計結果を図 5-11 に示す。

半数以上の教員が加速器施設の見学を要望しており、高いニーズがあることがわかる。また、加速器に関する最新動向や学習支援の情報提供を望む声も、ともに3割を超えており、情報提供に関する高いニーズがあることがわかる。「その他」の要望として、「教員向けの講義型研修、講習会」や「長期実習（研修）」等の実施に関する要望が見られた。

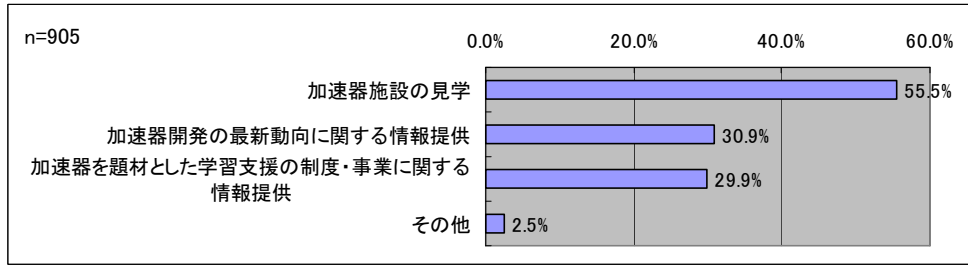


図 5-11 加速器についての研修や自己研鑽に係る要望

(12) JEMA への要望・期待

JEMA に対する要望・期待についての質問を行った。結果を集約整理し表 5-1 に示す。

表 5-1 JEMA への要望・期待

| 要約 | 具体的な記述 |
|-------------------------|--|
| 教員に対して、勉強できる機会を提供して欲しい。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 教員の知識不足が問題である。 ・ 資料提供、最新情報提供、メールマガジン、研修、施設見学、等 ・ JEMA に関する資料、情報が欲しい。 |
| 実習、実験器具等の開発・援助を行って欲しい。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 学校教育用小型卓上加速器 ・ 手軽にできる実験の開発 ・ 実際に施設で学ぶ、体験する |
| 教育支援の制度・プログラム作りをして欲しい。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 資金面の援助 ・ 身近な題材の取り上げ ・ 教材テキストの web 公開 ・ 学校向けの読本、資料、DVD 等の作成 ・ 施設見学、出前授業 |
| その他 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 環境問題に取り組んで欲しい。 ・ 理科室に貼れるようなポスターを提供して欲しい。 ・ 高校での加速器教育の実例を知りたい。 |

(13) 理科教育改善意欲と放射線教育実施の是非との関係

「これまでに理科授業の改善（実験を含む）のために、ご自身で取り組まれた活動はありますか。」と「あなたは放射線を題材とした理科教育を実施すべきだと思いますか。」とのクロス集計を行った。結果を図 5-12 に示す。

これまで何らかの取り組みを行った経験のある教員の方が、経験のない教員に比べて、「放射線教育を実施すべき」と考えていることがわかる。新たな理科教育領域や教育法を開拓しようとする意欲のある教員は、放射線教育や加速器教育を取り入れる可能性が高いことを示していると言える。

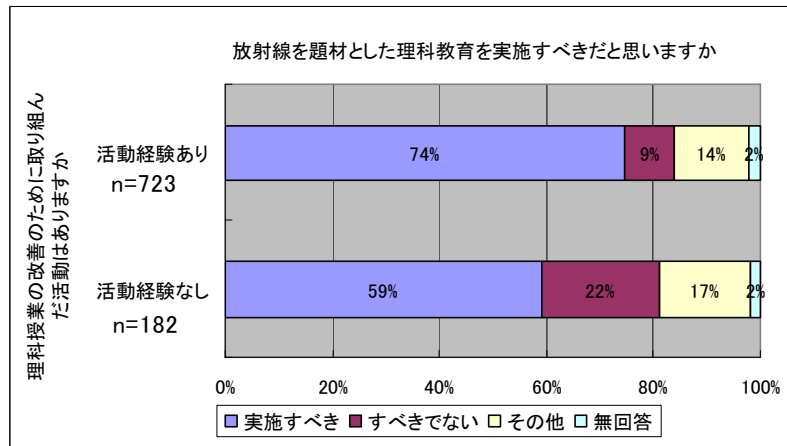


図 5-12 理科教育の改善取組経験と放射線教育の必要性との関係

(14) 放射線教育の有効性と放射線教育実施の是非との関係

「放射線を理科教育の題材とすることは有効だと思いますか。(理科教育の題材として興味深いテーマなので有効だと思うか)」と「あなたは放射線を題材とした理科教育を実施すべきだと思いますか。」とのクロス集計を行った。結果を図 5-13 に示す。

放射線は理科教育の題材として興味深いテーマであると考えている教員の多くは、放射線教育を実施すべきだと考えている。一方、興味深いテーマとは考えていない教員の多くは、放射線教育を実施すべきとは思っていない。これにより、放射線教育を実施するためには、まず教員が興味深いテーマであると感じることが重要であると言える。

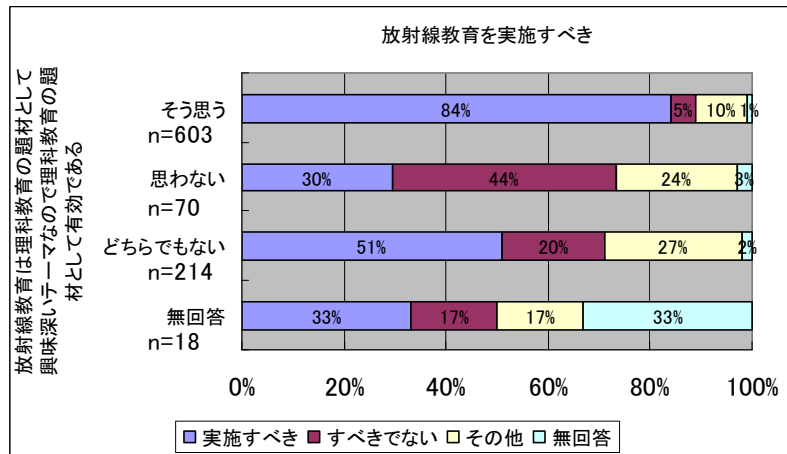


図 5-13 放射線教育の有効性と必要性の関係

(15) 国等の制度・事業の実施経験と放射線教育実施の是非との関係

「理科教育を支援する国等の制度・事業について、これまでに利用したり、今後利用を検討されているものはありますか。」と「あなたは放射線を題材とした理科教育を実施すべきだと思いますか。」とのクロス集計を行った。結果を図 5-14 に示す。

国等の制度・事業の実施経験や検討経験のある教員は、そうでない教員に比べて、より放射線

教育を実施すべきと考えている。この結果より、理科系の課題研究に熱心に取り組んでいる高校や、高等学校文化連盟の自然科学部会の取り組みに熱心な高校等に、放射線教育や加速器教育に意欲的な教員がいる可能性が高いと言える。

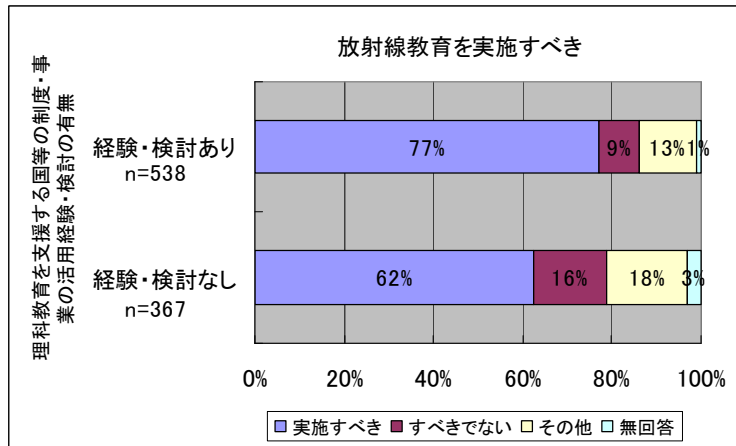


図 5-14 国等の制度・事業の経験の有無と放射線教育の必要性の関係

6. アンケート結果のフォロー調査

6.1 調査概要

学校を対象とした郵送アンケート結果の解釈及び妥当性検証を行うため、学校関係者（教職員）及び放射線教育関係者（研究者）（計 6 名）を対象としたインタビュー調査を実施した。

インタビュー調査では、以下の観点から聞き取りを行った。

- ・アンケート結果に対する評価
- ・JEMA が放射線・加速器教育を支援する場合の支援策

6.2 調査結果

インタビューにより得られた意見を、アンケート結果に対する評価、放射線・加速器教育支援への提言の観点から整理した。主要な意見を以下に示す（詳細は報告書本文を参照）。

(1) アンケート結果に対する評価に係る意見

- ・アンケート回答者は、意識の高い層であると考えられ、アンケート結果は必ずしも全教員の平均値を示していないであろうことに注意する必要がある。しかし、その点を考慮したとしても、放射線に対する意識や知識は高いと言える。一方、加速器に対する意識や知識は放射線のそれに比べて低い。
- ・物理Ⅱ4 編「原子と原子核」を選択するか否かで重視する点として“入試に役立つかどうか”の割合が高いのは、入試に役立たないので「原子と原子核」は選択しづらいという現実を反映している。学習指導要領での位置づけの改訂や、大学入試における放射線の扱いが変わってくれば、この障害も大きく変わるであろう。

(2) JEMA が放射線・加速器教育を支援する場合の支援策に係る提言

- ・理科教育に積極的に取り組んでいる教員が多いことがわかる。教員のニーズである、時間と資金、ハード（実験器具等）、ソフト（教育プログラム）の支援を行えば、放射線・加速器教育はより一層促進することができる。
- ・教員等への情報提供の一手段として、HP を活用することが考えられる。例えば、授業に使える素材やデータ、実験のデモンストレーションを HP に掲載し、ダウンロード可能とする等である。
- ・普及の方策としては、まず興味関心の高い学校あるいは教員と連携し、モデルケースを確立した後に、理科教育に係る研究会等で実施事例を PR することにより、徐々に普及させていく方法が効率的であると考えられる。
- ・また、非立地地域で容易に施設見学ができない学校に対しては、移動可能な学習機会（例えば移動実験室）の提供も考えられる。移動実験室には、映像やシミュレーションなどの「見える化」コンテンツを用意すると良い。
- ・国との連携事業、例えば SPP などでは、その応募要項に多くの条件が存在する。例えば、複数日に渡って実施することや、事業者との事前調整・事後フォローを確実に行うことなどである。これらの制約が、2 章における文献調査の結果（教員のニーズ）にも現れている。SPP との連携を考える場合は、それらの条件に対応する必要がある。

7. 理科教育支援のあり方に関する提案

これまで2章から6章にわたり実施してきた文献調査、関係者へのヒアリング、仮説設定、アンケート調査、関係者への事後ヒアリングの結果を踏まえて、JEMAとして理科教育の支援を実施する場合、留意すべき点と対応方策の提案を以下に示す。

(1) 現状の認識

ヒアリング及びアンケート結果より、放射線や加速器に関する学習について、高校の物理教員を中心にニーズが存在することがわかった。アンケート結果でも“放射線教育を実施すべき”とする回答は71%という高い割合を示しており、潜在的には必要性が高く認識されていることが窺える。また、学習指導要領の改訂により授業や入試の中で放射線が扱われる機会が増えることも考えると、今後学校教育のなかで放射線教育に対するニーズは増加していくと考えられる。

(2) 支援の対象

理科教育に関する支援を効率的に実施するためには、対象とする学校や教員をある程明確にすることが望ましい。アンケート結果及び事後ヒアリング調査結果より、新たな理科教育領域や教育法を開拓しようとする意欲のある教員は、放射線教育や加速器教育を取り入れる可能性が高いことがわかっている。また、国等の制度・事業の実施経験や検討経験のある教員は、そうでない教員に比べて、より放射線教育を実施すべきと考えていることがわかっている。以上のことより、効率的な支援の実施のためには、対象とすべき高校・教員として、国等の制度・事業の実施経験のある高校・教員や、理科系の課題研究に熱心に取り組んでいる高校、高等学校文化連盟の自然科学部会の取り組みに熱心な高校、地域の教育研究会に積極的に参加している教員等が考えられる。

(3) アプローチの方法

JEMAとして直接高校や教員に働きかけることに加え、学協会などの公的団体を主体とした働きかけも有効であると考えられる。アプローチの方法としては、上述のような各種理科教育支援事業などに参加している意欲の高い教師を主な対象と考えると、彼らが参加する研究会やセミナー等で支援プログラムの紹介や実験のデモンストレーションを行うことが有効であると考えられる。また、教育委員会などを通じた多層的な周知を行うことにより、教員側は支援を受入れ易くなることがわかっている。

(4) 望ましい学習テーマ

高校教育の現場では時間に制限があり、放射線や加速器を単一の物理現象として授業で取り扱うことは容易ではないことがわかった。そのため、放射線や加速器を他の物理現象（力学、電気、波動）や他の分野（化学、生物、地学等）などの基本的な学習テーマと関連付け、その大きな枠の中で放射線や加速器について取り扱うことで、教員側に受入れられやすくなると考えられる。

また、放射線や加速器の原理や性質等を教えるのみではなく、社会とのつながり（身近な利用例や産業利用、その効能等）も含めて教えることができれば、より生徒の興味、関心を喚起できるものとなり、より一層受入れられやすくなると考えられる。

(5) 支援の実施形態

放射線や加速器の授業については、学校側にもあまり充実した授業プログラムや教材がないため、JEMA 側からの支援は歓迎されると考えられ、アンケート結果からも教材や授業プログラムについてのニーズが多く見られている。

また、教員や学校側が抱える課題（時間的制約、資金的制約）を解決するためには、国等の制度や事業と連携することが有効であると考えられる。国等との連携は、放射線・加速器教育がスムーズに受け入れられやすい等のメリットも大きく、また実績のある教員をターゲットにしやすいというメリットもある。このような国等の制度や事業には、さまざまな条件が設定されている場合があるため、それらの条件に対応することも、連携の促進には重要である。

教員のニーズとしては、授業への支援のみならず、工場見学や研究施設見学に関するニーズも見られた。工場見学や研究施設見学は、生徒にとって本物の科学・先端技術に触れられる貴重な機会であり、教育効果も高いと期待できる。また、そうした現場の研究者、技術者の生の声を聞くことも教育効果が高く、進路指導面でも大変有効であり、企業側にとっても、長期的には確実に人材確保の効果が期待できるため、学校側、企業側、双方にとってメリットの大きい支援策であると考えられる。

また、生徒に対する教育のみならず、教員自身に対する教育（教員研修や実習、情報提供）に関するニーズも見られた。放射線や加速器の教育を普及させるためには、まず教員自身に興味関心を持ってもらうことが重要であるため、上述の教員のニーズに応えることも重要であると考えられる。特に、今後学習指導要領が改訂され、放射線に関する教育が必須となった場合、高校生時代に放射線を学んでこなかった教員（1977年の学習指導要領改訂以降の世代、約50歳以下の教員）に、研修や情報提供のニーズが発生することが考えられる。

支援の形態として、教材の提供もひとつの方法として考えられる。意欲の高い学校または教員に実験機材一式を提供し、モデルケースとして先進的な放射線、加速器教育を実施する。その成果を理科教育の高度化の視点から評価し、普及を図る。そのために、今までにない放射線、加速器の実験教材を開発することも意義がある。

(6) 情報発信の方法

(2)で述べたように、対象を絞った情報発信としては、意欲の高い教員が参加する研究会やセミナーにおいて、支援プログラムの紹介や実験のデモンストレーションを行うことが考えられる。一方、幅広く発信する方法としては、Web サイトで支援プログラムや実験例の紹介を行うことが考えられる。さらに、実質的な連携は伴わないものの、教員側に情報を提供する観点からは、放射線や加速器に関する資料集（教材として使用できるデータ等）をWebサイトに掲示し、無償で使用可能とすることも有効であると考えられる。また、Web サイトにおいて、メールもしくは電話での相談窓口を設置することで、教員からの効率的な応答が期待できると考えられる。

