

令和 3 年 6 月 8 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K02961

研究課題名(和文)新学習指導要領に準拠した総合的放射線教育コンテンツの開発

研究課題名(英文) Development of the synthetic radiological educational contents based on a new course of study

研究代表者

秋吉 優史 (Akiyoshi, Masafumi)

大阪府立大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：70378793

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：中高の学校教育現場で使用されるクルックス管からのX線に関する安全管理について、測定方法及び誘導コイルの調整による線量管理法の確立を行い、さらに2018年に全国の学校の装置に対する実態調査を行った。それにより安全管理のための暫定ガイドラインを構築し、2019年度には暫定ガイドラインの有効性についてさらに多くの学校に於いて実証試験を行った。その結果191本の装置のうち、187本の装置については1m距離、10分間の実効線量(実測した70 μ m線量当量から暫定的に保守的な換算を行った)が、10 μ Sv以下に抑制されていることが確認された。最も線量の高い装置でも40 μ Sv程度であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

クルックス管はレントゲン博士が世界で初めてX線の放出を見いだした装置であるが、学校教育現場の教員や生徒に対する被曝線量はこれまであまり評価されていなかった。本研究では測定自体困難な低エネルギーX線の測定法を確立し、実態調査で被曝線量評価を行い、15cmの距離における10分間の実効線量が3.3mSvに達することを明らかにしたと共に、国際的な免除レベル以下へのコントロールを可能とした。本研究は日本保健学会の専門研究会に於いてオーサライズされ、今後同学会標準化委員会に於いて標準化を行う。また、IAEA Draft Safety Guide DS470においても取り上げられている。

研究成果の概要(英文)：The safety guide line for low energy X-rays leaked from Crookes tubes used in education field was developed. Measurement method for low energy (about 20keV) and pulse shaped X-ray was confirmed and dose control technique using an induction coil was developed. Furthermore, dose in the real education fields was explored using RPL dosimeters in 2018. It gives provisional guideline for radiation safety management. This guide line was validated the second exploration in 2019. It showed the dose from 187 equipment in 191 was smaller than 10 μ Sv, and the highest dose was estimated as only 40 μ Sv at 1m in 10min operation.

研究分野：放射線安全管理

キーワード：放射線安全管理 クルックス管 低エネルギーX線 放射線量測定 実態調査 放射線教育 ペルチェ冷却式霧箱 寒剤式霧箱

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

平成 29 年 3 月に公布された中学校学習指導要領の改訂に伴い、放射線教育を適切に実施することが喫緊の課題となっている。特に「真空放電と関連付けながら放射線の性質と利用にも触れること」という内容が新しく追加されておりクルックス管の活用が不可欠であるが、20keV 以下の低エネルギーの X 線は一般的なサーベイメーターでは正常な実効線量評価が不可能であり、高い線量を生徒が被ばくする恐れがある。このため、低エネルギーの X 線評価手法を含めたクルックス管を安全に運用するためのガイドラインの策定が急務である。

また、ペルチェ冷却式高性能霧箱を用いる事で熱の伝わり方やエネルギーの変換についても一括して学習可能であり、極めて高い学習効果を持つエネルギー教育プログラムを作成する。

さらに、氷と塩化カルシウムなどの寒剤を用いた霧箱を工作無しで使用可能な製品として開発し、塩化カルシウム結晶の生成などの準備段階まで含めた総合的な理科教育プログラム開発を行う。

2. 研究の目的

クルックス管から放射される X 線については複数の教育者、研究者が報告を行っているが、10-20keV 程度の低エネルギー X 線について本質的な理解がされておらず、正確な評価が行われていない。測定自体が困難であることに加えて、ごく僅かなエネルギー変動により大幅に透過率が変わるため、ガラス管外部へ漏洩する X 線量が測定の度に大きく変動し同一の装置についても放出される線量を保証することが出来ない。さらに経年変化により管内に封入したガス圧が減少すると放電に必要な印加電圧が上昇するため、購入時期によっても大きく挙動が異なる。このため、(i) 印加電圧の制限、(ii) 適切な遮蔽体の使用、(iii) 実際の放射線量測定手段の確立、によって安全にクルックス管による発展的な実験を実施可能なガイドラインを策定する事を目標とする。

特に、低エネルギー X 線の測定手段は非常に限られている。一般的なシンチレーター式や半導体式のサーベイメーターは、20keV 以下ではハウジングによる吸収や素子の検出効率変化のために、全く役に立たない。GM サーベイメーターでは検出は可能であるがエネルギースペクトルの異なる低エネルギー X 線に対する実効線量への校正が出来ない。アラニン線量計やガラス線量計などが原理的に正確な吸収線量評価が可能な測定手段であるが、そのたびに变化するクルックス管からの線量をその場で評価することが出来ない。このため、一般の教育現場で低エネルギー X 線線量測定の手段を確立することを最重要の研究目標とする。この測定手法は、一般的な放射線取扱現場や医療などでの X 線取扱現場での散乱線の評価や、目の水晶体への影響を評価する際にも重要となり、最終的に日本放射線安全管理学会などから学会としてのアナウンス、文科省への働きかけを目指す。

3. 研究の方法

1) 漏洩する X 線の線量測定法確立

クルックス管から漏洩するのは 20 keV 程度と低エネルギーかつパルス状に放出される X 線であり、通常のサーベイメーターでは正しく測定できない。様々な検討から電流モードでの測定を行う電離箱か、積算量を評価する蛍光ガラス線量計や OSL 線量計などの固体線量計により信頼できる線量評価が可能となった。印加電圧の測定も、抵抗値の大きい(100 M 以上)ガラス抵抗器などと、100 k 程度の小さな抵抗器を直列に繋いだ分圧器とオシロスコープによって測定を行った。線量だけでなく、CZT (Cd_{0.9}Zn_{0.1}Te) 検出器を用いたエネルギースペクトルの測定も行い、それぞれの印加電圧との相関なども明らかとなった。

2) 第一期実態調査

2018 年度には低エネルギー X 線の測定に特化したガラスバッジ FX 型(千代田テクノル)を 21 校の中学校に郵送することで、実際の教育現場での実態調査を行った。測定に際しては、普段の授業で行っている誘導コイルの設定での実演を依頼した。生徒が観察を行う 1 m 位置での評価を行うのに、実際に 1 m 位置での測定を行うと線量が低すぎて検出限界である 50 μSv を下回ると考えられたため、クルックス管表面から 15, 30, 50 cm の距離で測定して 1 m 位置に外挿することで 1 m 距離での線量を評価した。測定時間は教員の負担を考慮して 10 分間とした。

3) 暫定ガイドラインの検討

第一期実態調査及び追加調査の結果から、意図しない電圧上昇を防ぐために、クルックス管と並列に接続された放電極が空中放電により電流を流す、安全弁としての役割が極めて重要であることが明らかとなった。それまでの様々な実験結果や追加測定の結果を基にして、暫定的に 20 mm という放電極間距離をガイドラインとして設定した。

暫定ガイドラインに於いてはクルックス管から観察者の距離についても規定しており、クルックス管の電子線自体がきちんと観察可能であり、実際の運用上無理なく達成可能である 1 m とした。観察時間については教員については複数回実演を行う事から、10 分という数値を目安と

した。測定値からの線量評価はこの条件を元に計算している。

4) 第二期実態調査における暫定ガイドライン有効性の検証

2019年度は、この暫定ガイドライン（放電極距離 20 mm 以下、距離 1 m 以上、10 分間以内）を遵守することにより、本当に生徒達の安全を確保出来るのか、と言う暫定ガイドラインの実効性を検証する第二期の実態調査を日本全国の 57 校の中学・高校において実施した。測定はクルックス管表面から 20 cm の距離のみで行い、1 m では距離の二乗に反比例して 1/25 になるとして線量を評価した。また、2019 年度からは任意団体としてではなく、日本保健物理学会において「教育現場における低エネルギー X 線を対象とした放射線安全管理に関する専門研究会」として活動がオーサライズされており、線量、放射線安全管理に関わる様々な考え方に関する議論と、測定結果に対する考察、国内外の規制状況の調査などを行った。

5) スクリーニング手法の開発

第二期実態調査の結果は最大でも年間 $40 \mu\text{Sv}$ 程度と、暫定ガイドラインを遵守して入れば十分小さい線量に抑えることが可能であることを示しているが、全国全ての学校の装置を測定したわけではなく、平均電流など教育現場にある計測器で測定可能なパラメーターによるスクリーニングは行うことが出来なかった。このため、同じく電気と電流の単元で用いられ、どこの学校の理科室にも箔検電器によるスクリーニングの可能性を検討した。箔検電器はあらかじめ電極に与えた電荷によって箔が開き、放射線の電離作用によって空気中に発生した電荷のうち電極とは反対の極性の電荷を収集するにつれて箔が閉じていく、開放型の電離箱として捉えることが出来る。また、電離作用という、最も重要な放射線と物質の相互作用を体感的に学習する事の出来る教材となり得る。

さらに、プラスチックシンチレーターを用いた測定機である Kind-mini の感度は、は公益財団法人 日本科学技術振興財団の放射線教育支援サイト「らでい」<https://www.radi-edu.jp/> から無料で貸出しを行っており、感度についても校正されていることから、スクリーニングを行うには十分な精度での測定が可能で有ると考えられる。それほど高感度ではないことからパイルアップを起こさず逆にクルックス管からの X 線測定に適していると考えられ、電離箱で測定した線量率と計数率の比較を行った。

4. 研究成果

1) 漏洩する X 線の線量測定法確立

図 1 に、誘導コイルの放電出力を調整し、印加電圧・平均電流を変化させた際の十字入りクルックス管正面方向距離 30cm 位置での線量率の変化を示す。平均電流はアナログの電流計で測定した。放電極距離にかかわらず同じ電流値では同じ線量となったが、放電極距離 20mm ではクルックス管に流れる電流は $80 \mu\text{A}$ 以上に上らず、空中放電で電流がバイパスし、 1.3mSv/h 以上に線量率は上昇しなかった。

また、CZT (CdZnTe) 検出器と、パイルアップをされるための非常に細く絞ったコリメーターでのスペクトルの測定結果を図 2 に示す。放電極距離を変えてその距離でちょうど放電が起こり始める電圧にまで放電出力を上げた際の X 線のエネルギースペクトルである。空中放電は 1mm で約 1kV で起こり、20mm では 20kV 以上の印加電圧で放電が発生する。放電極 15, 20, 25, 30mm での X 線スペクトルのピークエネルギーはそれぞれ 14.0, 16.4, 17.3, 18.3keV であり、わずかではあるが放出される X 線のエネルギーが高エネルギー側にシフトしていることが分かる。これらの結果はクルックス管からの低エネルギー X 線評価手法の開発、秋吉 優史ら、放射線化学, 106 (2018) 31-38. として報告されている。また、高電圧パルスの電圧分布とエネルギースペクトルの関係などを Investigation of Low-energy X-ray Radiated from the Crookes Tube Used in Radiological Education, Do Duy Khiem et al., Radiation safety management, 18 (2019) 9-15. として報告しており、日本放射線安全管理学会の研究奨励賞を受賞している。

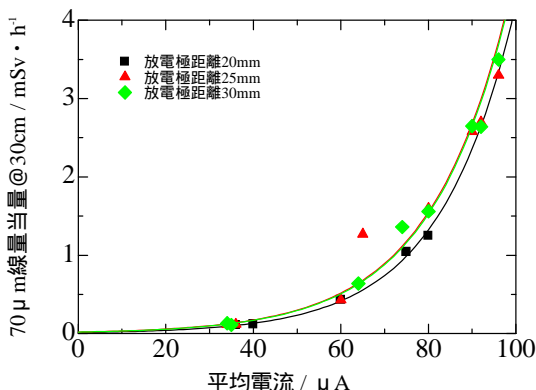


図 1 クルックス管に流れる平均電流と漏洩線量率の相関

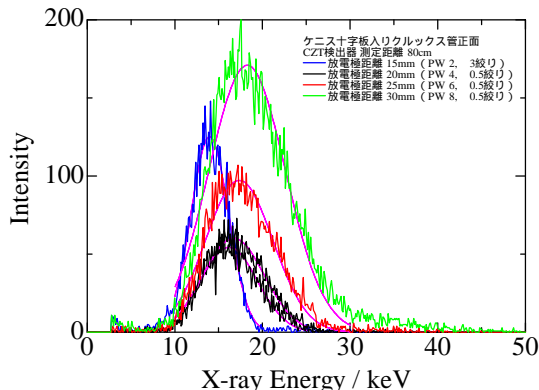


図 2 クルックス管から漏洩する X 線エネルギースペクトルの放電極距離に対する変化

2) 第一期実態調査

21 校の中学校において 38 本のクルックス管について、最も漏洩線量が高くなる方向に於いて 15, 30, 50cm 位置でのガラスバッジへの X 線照射を 10 分間行い、それぞれの 70 μSv 線量当量値から、1m 位置での 10 分間の観察による実効線量を評価した。その結果を図 3 に示す。31 本の装置に於いては、国際的な免除レベルである 10 μSv 以下と評価されたが、1 本だけ、誘導コイルの放電出力を最低に設定しているにもかかわらず 1m の距離 10 分間で実効線量 60 μSv に達する装置が見いだされた。現場によってはより近い距離での観察を行っている例も見られ、発生源自体の線量を低減する方法の提供と、観察を行う際の距離、時間などの目安を提示する必要性が明らかとなった。このため、線量が高く出た装置について現地での追跡調査を行った。電離箱での 70 μSv 線量等量率の測定により、放電出力を最低にしているにもかかわらず、放電極距離 30mm では 30cm の距離に於いて 2mSv/h の漏洩があったが、放電極距離を 50mm に開くと 30mSv/h にまで上昇し、逆に 20mm に縮めると 40 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ にまで低減することが可能であった。以上から、放電極距離の設定により、最大の印加電圧の抑制による漏洩線量の抑制が可能であることが明らかとなった。

なお、通常のエネルギーの高い X 線であれば 1cm 線量当量の測定を行いその値を実効線量とみなすが、クルックス管から漏洩する X 線は極めてエネルギーが低く、体内では 1 cm で半分程度に減衰していくため、1 cm の深さでの吸収線量は全身の実効線量を代表せず、大幅な過大評価となる。また、測定の際に検出限界の関係から 1cm 線量当量では 70 μSv 線量当量の半分程度の値となってしまう評価が行えなくなるため (70 μSv 線量当量での評価においても、37 本中 18 本は 15 cm の距離で測定しても検出限界 (50 μSv) 以下であった) 測定結果の評価は全て 70 μSv 線量当量で行い、20keV における 1cm 線量当量と実効線量の換算値から 1cm 線量当量の 1/5 を実効線量とし、さらに水中での減衰率から 70 μSv 線量当量の 1/10 を 20keV に於ける実効線量と暫定的に換算している。

この結果は、Radiation Safety Exploration Using RPL Dosimeter for Crookes Tubes in Junior and Senior High School in Japan, Masafumi Akiyoshi, Duy Khiem Do, Ichiro Yamaguchi, Tomohisa Kakefu, Toshiharu Miyakawa, Journal of Radiation Protection and Research, 印刷中 として報告している。

3) 暫定ガイドラインの検討

具体的には、暫定ガイドラインを以下の通りとした。

- ・ 清浄な放電極を必ず使用し、放電極距離は 20 mm 以下とする。
- ・ 誘導コイルの放電出力は、電子線の観察ができる範囲で最低に設定する。
- ・ できる限り距離を取る。生徒への距離は 1 m 以上とする。
- ・ 演示時間は年間 10 分程度に抑える。

この暫定ガイドラインは、クルックス管を用いた実験上の注意点として、2021 年度から本格施行される中学新学習指導要領準拠教科書を発行している 5 社中 4 社での教師向け指導書に、特集記事として掲載されている。

4) 第二期実態調査における暫定ガイドライン有効性の検証

2019 年度の暫定ガイドライン遵守での測定結果を図 4 に示す。暫定ガイドライン適用前の図 3 の結果とよく似た分布を示しているが、測定限界 (50 μSv) 以下の ND と示されているサンプルの比が増加し、100 μSv を超えるサンプルの比も減少していることが分かる。測定を行った 191 本中 187 本の装置については 1m 距離、10 分間の実効線量が国際的な免除レベルである 10 μSv 以下に抑制されていることが確認された。暫定ガイドライン遵守での最も線量の高い装置では上記の条件で実効線量が 40 μSv 程度と評価されている。ICRP Pub36 「科学の授業に於ける電離放射線に対する防護」では、古い単位である実効線量当量での記載であるが年間の線量限度を 0.5 mSv、個々の授業ではその 1/10 としており、観察時間の考え方から最も線量の高かった装置についても十分にこの指標を下回っていると言える。

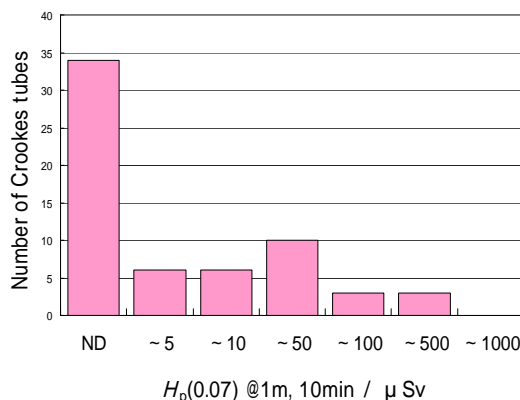


図 3 これまで授業を行っていた条件での漏洩線量第一期実態調査結果

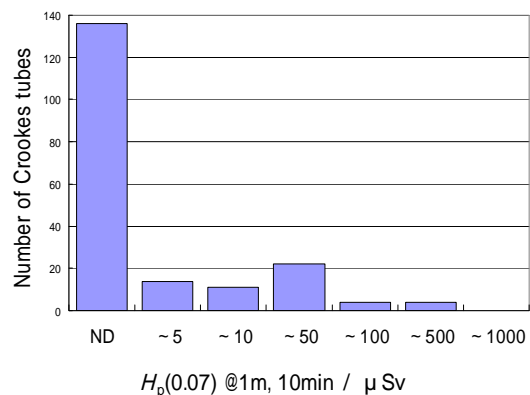


図 4 暫定ガイドラインに準拠した形での漏洩線量第二期実態調査結果

5) スクリーニング手法の開発

箔検電器については、箔の角度が 60° から 30° に閉じる時間を線量率に対して両対数プロットすると直線的な相関関係が得られた。コロナ放電や風がない条件など配慮する必要があるが、配線からの電場の影響などを加味して、箔検電器に正の電荷を印可した場合と、負の電荷を印可した場合の両方を測定して幾何平均を取ることで信頼できる測定が可能となる。この結果は、箔検電器によるクルックス管からの X 線の測定, 森 千鶴夫ら, *Radioisotopes*, 69 (2020) 1-12. 及び 箔検電器によるクルックス管からの X 線線量率の測定マニュアル, 森 千鶴夫、緒方良至、秋吉優史, *放射線教育*, 23 (2019) 33-39. として報告されている。

また Kind mini を用いた検量線の作成を行った結果を図 5 に示す。GM サーベイメーターは低い線量率で飽和したのに対して高い線量率まで線形性を保っている。この検量線によっておおよその線量率を知ることが可能であり、比較的高い線量が漏洩している恐れがある場合、大阪府立大学放射線研究センターに導入した microstar 線量評価システム(長瀬ランダウア)により、nano dot 線量計を郵送しての線量評価を行う体制を確立した。この結果を含むクルックス管に関する成果の多くは、学校教育現場におけるクルックス管の安全管理とその活用, 秋吉 優史, *放射線教育*, 23 (2019) 23-32. としてまとめられ、報告されている。

6) ペルチェ冷却式高性能霧箱の大面积化と、熱伝導、エネルギー変換効率などの要素を含めた総合的なエネルギー教育教材としてのコンテンツ化

ペルチェ冷却式高性能霧箱は 2015 年から開発を始めており、既に天候などにかかわらず確実に線、線、線を観察可能な性能を達成しているが、同時に観察できる人数を増やすための観察面大型化には様々な技術開発が必要であり、これをハードウェア面の研究目標とした。本研究によって 60mm 角のアルミ板を用いた観察面の拡大と、その状態でベースユニットへの実装技術を開発し、既に製品としての提供を行っている。また、日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会(2019 年 12 月 5-7 日、東北大学)において、観察面積を拡大した新型ペルチェ霧箱の開発、秋吉 優史 として報告を行っている。

さらに、クルックス管からの X 線を霧箱で観察し、X 線が電子を弾き出して線と同じような飛跡を示す事、エネルギーが低ければその飛程は短い事などを目で見て学習する事が可能であり、電子を弾き飛ばす「電離」が放射線と物質の相互作用の本質である事を直感的に学習出来る、極めて奥の深い総合的放射線教育コンテンツの作成を行った。X 線エネルギーと飛跡の長さの相関については、日本放射線安全管理学会 第 17 回学術大会(2018 年 12 月 5 日-7 日、名古屋大学)の企画セッション「クルックス管」において、山本 堅士ら、(5) 低エネルギー X 線評価に関する応用事例 として報告されている。

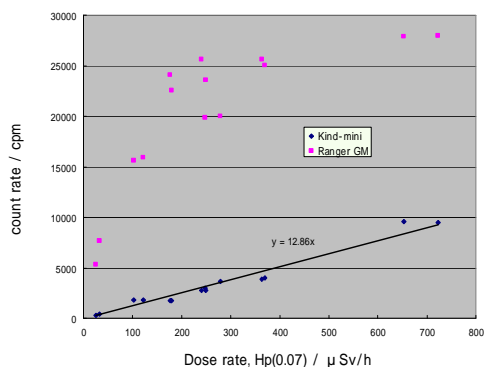


図 5 Kind-mini と GM サーベイメーター Ranger による線量率と計数率の相関

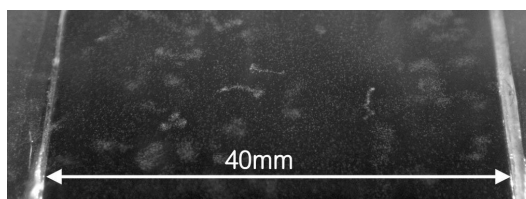


図 6 ペルチェ冷却式霧箱によるクルックス管からの低エネルギー X 線の観察例。20keV の電子線の空気中での最大飛程は約 6mm

7) 「寒剤を用いた霧箱」を実際に授業で使うことの出来るパッケージとしてのコンテンツ化

既に氷と塩化カルシウムなどの塩を用いた寒剤を用いた霧箱は連携研究者によって開発されているが、観察を行う環境によっては全く観察できない事もまた確認されている。また、観察前に工作を行う必要があり、限られた授業時間で観察を行うために繰り返し利用可能な製品としての提供が必要である。このため、ペルチェ冷却式霧箱開発で培ったノウハウを生かし、確実に観察可能、安価で大量に運用可能な寒剤式霧箱開発を行った。この結果は日本アイソトープ協会 第 55 回アイソトープ・放射線研究発表会(2018 年 07 月 04-06 日、東京大学 弥生講堂) 山本 堅士ら、塩化マグネシウムと氷による寒剤を用いた普及可能な霧箱の開発 として報告されている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

| | |
|--|--------------------|
| 1. 著者名 Do Duy KHIEM、Hirokazu ANDO、Hiroto MATSUURA、Masafumi AKIYOSHI | 4. 巻 18 |
| 2. 論文標題 Investigation of Low-energy X-ray Radiated from the Crookes Tube Used in Radiological Education | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Radiation safety management | 6. 最初と最後の頁 9~15 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|--------------------|
| 1. 著者名 森 千鶴夫、緒方良至、秋吉優史、臼井俊哉、村上浩介、羽澄大介、中村嘉行、渡辺賢一、瓜谷 章、神谷均、宮川俊晴、田中隆一、掛布智久 | 4. 巻 75 |
| 2. 論文標題 箔検電器によるクルックス管からのX線の測定 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Radioisotopes | 6. 最初と最後の頁 1~11 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|------------------------|
| 1. 著者名 Duy Khiem DO、Hiroto MATSUURA、Masafumi AKIYOSHI | 4. 巻 printing |
| 2. 論文標題 Measurement of dose distribution from a Crookes tube using thermoluminescent dosimeter | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Radiation Measurements | 6. 最初と最後の頁 printing |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.radmeas.2020.106312 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 秋吉 優史 | 4. 巻 23 |
| 2. 論文標題 学校教育現場におけるクルックス管の安全管理とその活用 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 放射線教育 | 6. 最初と最後の頁 23~32 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 森 千鶴夫、緒方良至、秋吉優史 | 4. 巻 23 |
| 2. 論文標題 箔検電器によるクルックス管からのX線線量率の測定マニュアル | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 放射線教育 | 6. 最初と最後の頁 33～39 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 秋吉 優史 | 4. 巻 18 |
| 2. 論文標題 低エネルギーX線の放射線安全管理-線量測定と線量拘束値- | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 日本放射線安全管理学会誌 | 6. 最初と最後の頁 46～48 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-------------------|
| 1. 著者名 秋吉 優史 | 4. 巻 76 |
| 2. 論文標題 クルックス管プロジェクト第二期実態調査による暫定ガイドライン実効性の検証結果報告 ～生徒、教員の安全確保に向けて～ | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 放射線教育フォーラムニュースレター | 6. 最初と最後の頁 4～5 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 秋吉 優史、谷口 良一、松浦 寛人、宮丸 広幸、Do Duy Khiem、神野 郁夫、濱口拓、野村 貴美、谷口 和史、小林 育夫、川島 紀子、佐藤 深、森山 正樹、宮川 俊晴 | 4. 巻 106 |
| 2. 論文標題 クルックス管からの低エネルギーX線評価手法の開発 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 放射線化学 | 6. 最初と最後の頁 31-38 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 秋吉 優史 | 4. 巻 71 |
| 2. 論文標題 クルックス管の安全な取り扱いとその課題 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 放射線教育フォーラムニュースレター | 6. 最初と最後の頁 10-11 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-------------------|
| 1. 著者名 Masafumi Akiyoshi, Duy Khiem Do, Ichiro Yamaguchi, Tomohisa Kakefu, Toshiharu Miyakawa | 4. 巻 印刷中 |
| 2. 論文標題 Radiation Safety Exploration Using RPL Dosimeter for Crookes Tubes in Junior and Senior High School in Japan | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Radiation Protection and Research | 6. 最初と最後の頁 印刷中 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-------------------|
| 1. 著者名 秋吉 優史 | 4. 巻 65 |
| 2. 論文標題 クルックス管からの低エネルギーX線に対する安全管理の必要性 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 放計協ニュース | 6. 最初と最後の頁 2-5 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 安藤 太一、Do Duy Khiem、秋吉 優史 | 4. 巻 34 |
| 2. 論文標題 BaF ₂ シンチレータを用いたクルックス管からのパルス状低エネルギーエックス線の測定 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 研究会「放射線検出器とその応用」(第34回)プロシーディングス | 6. 最初と最後の頁 65-74 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計64件（うち招待講演 16件 / うち国際学会 6件）

| |
|---|
| 1. 発表者名 Masafumi Akiyoshi、Do Duy Khiem、Ryoichi Taniguchi、Hiroto Matsuura |
| 2. 発表標題 Measurements of low energy X-rays radiated from Crookes tubes in education field by using radiophotoluminescence dosimeter |
| 3. 学会等名 3rd International Conference on Dosimetry and its Applications(ICDA-3) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Do Duy Khiem、Hirokazu Ando、Masafumi Akiyoshi |
| 2. 発表標題 Transmission properties of X-ray radiated from Crookes tube used in Teaching of Science through shielding materials |
| 3. 学会等名 3rd International Conference on Dosimetry and its Applications(ICDA-3) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Do Duy KHIEM、Kenji YAMAMOTO、Masaya YASHIKI、Hiroto MATSUURA、Masafumi AKIYOSHI |
| 2. 発表標題 Establishment of an experimental system for radiation management in teaching of science using crookes tubes |
| 3. 学会等名 Vietnam Conference on Nuclear Science and Technology (VINANST-13) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Masafumi Akiyoshi、Kenji Yamamoto |
| 2. 発表標題 Spectrum estimation of low-energy X-rays radiated from Crookes tube using Peltie type cloud chamber |
| 3. 学会等名 19th International Conference on Solid State Dosimetry (SSD-19) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Do Duy Khiem、Masaya Yashiki、Hiroto Matsuura、Masafumi Akiyoshi |
| 2. 発表標題 Measurement of Dose Distribution from a Crookes Tube Using TL Dosimeter |
| 3. 学会等名 19th International Conference on Solid State Dosimetry (SSD-19) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Duy Khiem DO、Hiroto MATSUURA、Masafumi AKIYOSHI |
| 2. 発表標題 How to manage radiation safety from the Crookes tube used in the teaching of science? |
| 3. 学会等名 Joint JHPS-SRP-KARP Workshop of Young Generation Network “The future of radiation protection profession” (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 新学習指導要領におけるクルックス管を用いた放射線教育と安全管理 |
| 3. 学会等名 放射線安全フォーラム第60回放射線防護研究会「X線源を考える」(招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 低エネルギーX線の放射線安全管理-線量測定と線量拘束値- |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会 6月シンポジウム(招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 教育現場における放射線安全管理体制の確立に向けた活動の紹介 |
| 3. 学会等名 アイソトープ・放射線研究会 公開パネル討論（招待講演） |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 中学新学習指導要領における放射線教育～クルックス管の安全な活用～ |
| 3. 学会等名 中部原子力懇談会 エネルギー・環境研究会 セミナー（招待講演） |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 クルックス管を用いた放射線教育と安全管理 |
| 3. 学会等名 近畿大学原子炉実験・研修会 放射線教育の実践例照会・意見交換（招待講演） |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 クルックス管の安全取扱いと、放射線教育コンテンツ |
| 3. 学会等名 中学理科で使える高校理科の技術講座講師（招待講演） |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 中学校や高校の理科の実験と放射線安全～クルックス管の利用で問われること |
| 3. 学会等名 NPO法人市民科学研究室・低線量被曝研究会 主催 市民科学講座Dコース 「放射線被曝とその周辺」(招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 クルックス管プロジェクト第二期実態調査による暫定ガイドライン実効性の検証結果報告 ～生徒、教員の安全確保に向けて～ |
| 3. 学会等名 放射線教育フォーラム第2回勉強会(招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 クルックス管を含めた放射線教育コンテンツの紹介 |
| 3. 学会等名 ケニス会(招待講演) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 放射線を可視化する霧箱の作成 |
| 3. 学会等名 東京大学 夏の科学教室 in Naraha(招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 秋吉 優史、山口 一郎、緒方 良至、森 千鶴夫、小林 育夫、森山 正樹、大西 琢也、若松 巧倫、宮川 俊晴 |
| 2. 発表標題 クルックス管による演示を行う際の放射線安全管理 |
| 3. 学会等名 日本エネルギー環境教育学会 第14回全国大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 高い漏洩線量を示すクルックス管に対する放射線安全管理 |
| 3. 学会等名 日本原子力学会2019年秋の大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 秋吉 優史、松浦 寛人、Do Duy Khiem、安藤太一、山口 一郎、橋本 周、飯本 武志、小鍛冶 優、森山 正樹、前田 勝弘、若松 巧倫、増子 寛、田中 隆一、宮川 俊晴 |
| 2. 発表標題 学校教育現場における放射線安全管理体制の確立 |
| 3. 学会等名 大阪府立大学 放射線研究センター 共同利用報告会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 クルックス管を用いた教育における放射線安全管理 |
| 3. 学会等名 大阪府高等学校理化教育研究会 物理研究集会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 グループ別対話会 エネルギー・放射線に関わる理科教材 |
| 3. 学会等名 エネルギー教育フォーラム2019 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 秋吉 優史、DO Duy Khiem、藤淵 俊王、橋本 周、古田 琢哉、松田 尚樹、榎本 敦、大谷 浩樹、伊藤 照生、飯本 武志、加藤 昌弘、山口 一郎 |
| 2. 発表標題 企画セッション「教育現場での低エネルギーX線に対する安全管理」(1) 「教育現場における低エネルギーX線を対象とした放射線安全管理に関する専門研究会」活動報告 |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 森山 正樹、秋吉 優史、掛布 智久、川島 紀子、佐藤 深、宮川 俊晴 |
| 2. 発表標題 企画セッション「教育現場での低エネルギーX線に対する安全管理」(2) 中学校理科での放射線教育の現状 |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 伊藤 照生、秋吉 優史、小鍛冶 優、佐藤 深、青木久美子、奈良 大、松野 聖史、掛布 智久、宮川 俊晴 |
| 2. 発表標題 企画セッション「教育現場での低エネルギーX線に対する安全管理」(3) 第二期実態調査による暫定ガイドラインの実効性の検証 |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 緒方 良至, 森 千鶴夫, 秋吉 優史, 臼井 俊哉 |
| 2. 発表標題 企画セッション「教育現場での低エネルギーX線に対する安全管理」(4) 箔検電器を用いたクルックス管からの漏洩X線の測定の試み |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山口 一郎, 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 企画セッション「教育現場での低エネルギーX線に対する安全管理」(5) 中学校や高等学校等で用いるクルックス管の放射線安全規制の課題 |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 藤淵 俊王, 秋吉 優史, 松本 亮, 山口 一郎、古田 琢哉 |
| 2. 発表標題 企画セッション「教育現場での低エネルギーX線に対する安全管理」(6) シミュレーションによる線量評価の試み |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 秋吉 優史, 山口 一郎, 橋本 周, 飯本 武志, 小鍛冶 優, 森山 正樹, 前田 勝弘, 若松 巧倫, 増子 寛, 田中 隆一, 宮川 俊晴 |
| 2. 発表標題 教育現場への放射線安全周知活動報告 |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 観察面積を拡大した新型ペルチェ霧箱の開発 |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|------------------------------|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 クルックス管からの放射線安全取扱い |
| 3. 学会等名 高校物理基本実験講習会（兵庫会場） |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 放射線についての基礎知識及び放射線の観察と測定 |
| 3. 学会等名 「+ 1 理科講座」放射線研修会 in 島根県出雲科学館 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 クルックス管プロジェクトにおける暫定ガイドライン実効性の検証結果報告 |
| 3. 学会等名 放射線教育フォーラム愛知・岐阜・三重地区新年勉強会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 安藤 太一、Do Duy Khiem、秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 BaF2シンチレータを用いたクルックス管からのパルス状低エネルギーエックス線の測定 |
| 3. 学会等名 研究会「放射線検出器とその応用」(第34回) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 教育現場における低エネルギーX線評価方法の開発 |
| 3. 学会等名 日本保健物理学会 第51回研究発表会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 学校教育現場における低エネルギーX線の検出 |
| 3. 学会等名 日本アイソトープ協会 第55回アイソトープ・放射線研究発表会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 山本 堅士, 松浦 寛人, 柚木 朋也, 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 塩化マグネシウムと氷による寒剤を用いた 塩化マグネシウムと氷による寒剤を用いた 普及可能な霧箱の開発 |
| 3. 学会等名 日本アイソトープ協会 第55回アイソトープ・放射線研究発表会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 森 千鶴夫, 緒方良至, 秋吉 優史, 臼井俊哉, 村上浩介, 羽澄大介, 中村嘉行, 神谷 均, 宮川俊晴 |
| 2. 発表標題 クルックス管からの漏洩X線測定の試み - 箔検電器による測定の提案 - |
| 3. 学会等名 日本アイソトープ協会 第55回アイソトープ・放射線研究発表会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 新学習指導要領における放射線教育コンテンツ開発と安全管理 - 高性能ベルチェ冷却式霧箱の活用 - |
| 3. 学会等名 日本エネルギー環境教育学会 第13回全国大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 秋吉 優史, 谷口 良一, 松浦 寛人, 宮丸 広幸, Khiem Do Duy, 安藤 太一, 神野 郁夫, 濱口 拓, 掛布 智久, 谷口 和史 |
| 2. 発表標題 クルックス管からの低エネルギーX線スペクトル評価 |
| 3. 学会等名 日本原子力学会秋の大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 安藤 太一, ドゥ ユイ ヒム, 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 BaF2シンチレータを用いたクルックス管からのパルス状低エネルギーエックス線の測定. |
| 3. 学会等名 日本原子力学会秋の大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 学習指導要領改訂による放射線教育の新展開 |
| 3. 学会等名 放射線プロセスシンポジウム（招待講演） |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 秋吉優史、松浦寛人、安藤太一、Do Duy Khiem、山本堅士、屋敷昌也、谷口良一、宮丸広幸 |
| 2. 発表標題 クルックス管プロジェクトの進捗状況 |
| 3. 学会等名 大阪府立大学 放射線研究センター 共同利用報告会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Do Duy Khiem, H. Ando, M. Akiyoshi |
| 2. 発表標題 Investigation of Low Energy X-ray Radiated from Crookes Tube Used in Radiological Education. |
| 3. 学会等名 大阪府立大学 放射線研究センター 共同利用報告会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 山本堅士、Do Duy Khiem、秋吉優史 |
| 2. 発表標題 霧箱を用いた低エネルギーX線スペクトル評価 |
| 3. 学会等名 大阪府立大学 放射線研究センター 共同利用報告会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 安藤太一、Do Duy Khiem、秋吉優史 |
| 2. 発表標題 BaF2 シンチレータを用いたクルックス管からのパルス状低エネルギーエックス線の測定 |
| 3. 学会等名 大阪府立大学 放射線研究センター 共同利用報告会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 秋吉 優史、宇藤 茂憲、掛布 智久、神野 郁夫、小林 育夫、谷口 和史、野村 貴美、藤淵 俊王、宮川 俊晴、山口 一郎、横山 須美 |
| 2. 発表標題 (1) 低エネルギーX線の評価と安全管理に関する問題点と現状 |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会 第17回学術大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 森山 正樹、秋吉 優史、掛布 智久、川島 紀子、佐藤 深、宮川 俊晴 |
| 2. 発表標題 (2) 教科書調査などを通じた教育現場現状の報告 |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会 第17回学術大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 谷口 和史、青木 久美子、秋吉 優史、川島 紀子、小鍛冶 優、森山 正樹、宮川 俊晴、山口 一郎 |
| 2. 発表標題 (3) 教育現場での実態測定結果報告 |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会 第17回学術大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 藤淵 俊王、秋吉 優史、小林 育夫、多田 順一郎、谷口 和史、山口 一郎 |
| 2. 発表標題 (4) 低エネルギーX線の放射線安全管理 |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会 第17回学術大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 山本 堅士、Do Duy Khiem、秋吉 優史、緒方 良至、小鍛冶 優、松浦 寛人、森 千鶴夫 |
| 2. 発表標題 (5) 低エネルギーX線評価に関する応用事例 |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会 第17回学術大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 緒方 良至、森 千鶴夫、秋吉 優史、白井 俊哉 |
| 2. 発表標題 箔検電器によるクルックス管からのX線の測定 |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会 第17回学術大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 クルックス管プロジェクトの現状と課題 |
| 3. 学会等名 放射線教育フォーラム第2回勉強会(招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 クルックス管の安全な取扱いについて ~先生方へのアドバイス~ |
| 3. 学会等名 福井理科教育研究会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 X線の発見とクルックス管 |
| 3. 学会等名 第37回みんなのくらしと放射線展オンライン講演会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 クルックス管プロジェクトの着地点 ~新学習指導要領全面实施を前に~ |
| 3. 学会等名 放射線教育フォーラム 勉強会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 テーマ2 保物関係: 教育現場に於けるクルックス管から漏洩するX線に対する安全管理について |
| 3. 学会等名 保物セミナー (招待講演) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 秋吉 優史、D0 Duy Khiem、安藤 太一、松本 亮、宮川 俊晴、掛布 智久、岡本 泰弘、伊藤 照生、山口 一郎 |
| 2. 発表標題 暫定ガイドラインによるクルックス管からの漏洩X線量抑制の検証 |
| 3. 学会等名 日本保健物理学会大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 松本 亮、秋吉 優史、藤淵俊王、古田琢也 |
| 2. 発表標題 コンピューターシミュレーションを用いた教育用クルックス管より漏洩する X 線の線量評価 |
| 3. 学会等名 日本保健物理学会大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 クルックス管プロジェクトの着地点 |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会 第19回学術大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 松本 亮、秋吉 優史、Do Duy Khiem、掛布 智久 |
| 2. 発表標題 クルックス管から漏洩するX線の線量のスクリーニング手法の開発 |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会 第19回学術大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山口 一郎、秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 Radiation safety of devices generating x-rays in educational settings applying IAEA's DS470 |
| 3. 学会等名 日本放射線安全管理学会 第19回学術大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 背景, 測定技術 |
| 3. 学会等名 日本保健物理学会 企画シンポジウム (教育現場における低エネルギーX線を対象とした放射線安全管理に関する専門研究会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 伊東 照生、秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 実態調査結果、運用上の注意点 |
| 3. 学会等名 日本保健物理学会 企画シンポジウム (教育現場における低エネルギーX線を対象とした放射線安全管理に関する専門研究会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 森 千鶴夫、秋吉 優史 |
| 2. 発表標題 教育現場で測定可能なクルックス管からの漏洩X線線量率の測定法 |
| 3. 学会等名 日本保健物理学会 企画シンポジウム (教育現場における低エネルギーX線を対象とした放射線安全管理に関する専門研究会) |
| 4. 発表年 2021年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

ベルチエ冷却式高性能霧箱の開発
<http://bigbird.riast.osakafu-u.ac.jp/~akiyoshi/Works/CloudChamber.htm>

新学習指導要領に準拠した教科書の教師向け指導書への寄稿は以下の通り。
全て秋吉優史が執筆。

巻頭特集 クルックス管の安全管理,
令和3年度版 中学校理科教師用指導書 未来へひろがるサイエンス 別冊安全ハンドブック, 新興出版社啓林館 (2021) 8-11.

参考 クルックス管の安全な取り扱いについて,
令和3年度版 中学校理科教師用指導書 理科の世界2 指導・解説編, 大日本図書 (2021) 342-343.

クルックス管の安全な取り扱いについて,
令和3年度版 中学校理科教師用指導書 新しい科学 中2, 東京書籍 (2021) 454-457.

クルックス管を用いた実験の注意点,
令和3年度版 中学校理科教師用指導書 中学理科2 学習指導編(学習評価/観察・実験), 教育出版 (2021) 150-151.

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|---|--|------------------------|
| 研究協力者 | 山下 良樹 (Yamashita Yoshiki) (90735820) | 大阪府立大学工業高等専門学校・その他部局・講師 (54401) | 低エネルギーX線エネルギースペクトル評価 |
| 研究協力者 | 熊野 善介 (Kumano Yoshisuke) (90252155) | 静岡大学・教育学部・教授 (13801) | エネルギー環境教育プログラム開発 |
| 研究協力者 | 柚木 朋也 (Yunoki Tomoya) (00311457) | 北海道教育大学・教育学部・教授 (10102) | 寒剤を用いた霧箱による理科教育プログラム開発 |
| 研究協力者 | 恒川 雅典 (Tsunekawa Masanori) (20403131) | 滋賀大学・教育学部・准教授 (14201) | 実践的教育の実施による教育プログラムの改良 |
| 研究協力者 | 鎌田 正裕 (Kamata Masahiro) (20204604) | 東京学芸大学・教育学部・教授 (12604) | 総合的放射線教育プログラム開発 |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|