

令和 4 年 6 月 8 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K09906

研究課題名(和文) 乳歯を用いた福島県在住小児の外部被ばく量測定

研究課題名(英文) Dose assessment of external radiation exposure in Fukushima children using deciduous teeth.

研究代表者

篠田 壽 (Shinoda, Hisashi)

東北大学・歯学研究科・名誉教授

研究者番号：80014025

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：放射線被ばくにより歯質中に発生し、蓄積する炭酸ラジカル量を電子スピン共鳴法(ESR法)により測定し、外部被ばく量を測定する方法が推奨されている。しかし、これまで報告されているESR法の検出限界値は200mGy以上と高く、今回の原発事故で問題となる低線量被ばくの推定には不向きとされている。本研究では、この方法に改良を加え、検出限界値を100mGy以下にまで下げることが成功した。また、この方法を用いて、旧帰宅困難地域より避難した8人の子供からの乳歯を分析し、1人の子供の外部被ばく量が本法の検出限界値を超えていることも見い出した。現在、福島県各地より収集した乳歯50本について分析を行っている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ヒト・動物を問わず、放射線の生物への影響を評価する場合、被ばく量を個体単位で知ることが極めて重要となる。本研究は、放射線被ばくにより歯の中に蓄積する炭酸ラジカル量をESR法により測定し、個体の外部被ばく量を歯から推定しようとするもので、放射線の健康への影響を調査するための基礎資料を提供しようとする新しい試みである。本研究で用いる手法は、ヒトを含め、歯を持つ動物すべてに適用可能と考えられ、被ばく線量を個体レベルで把握することが困難な野生動物に対しても広く応用可能であり、放射線の生物影響を明らかにしようとする様々なフィールドワークに対して、有用な研究手段を提供するものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：Radiation exposure generates stable carbonic radicals that remain in the teeth for long periods of time. The levels of these radicals in teeth may serve as an index of an individual's external exposure. Electron spin resonance quantification of carbonic radicals in teeth has been used to estimate the levels of external exposure. However, the detection limit of this technique has been reported to be greater than 200mGy, and it is not sufficiently sensitive to detect exposure to low radiation doses, such as those less than 100mGy. In this study, we optimized the technique to quantify small quantities of radicals in teeth exposed to radiation doses less than 50mGy. Using this technique, we analyzed eight deciduous teeth from children moved from evacuation zone in Fukushima. The level of external exposure was estimated to be greater than 100mGy in one of the eight teeth examined. More than 50 teeth collected from children in different areas in Fukushima are now under investigation.

研究分野：環境歯学

キーワード：福島第一原発事故 外部被ばく 乳歯 ESR 炭酸ラジカル

## 1. 研究開始当初の背景

福島第一原子力発電所 (FNPP) の事故により、大量の放射性物質が環境中に放出された。放射性物質による環境汚染が、人間や動物にどのような生物学的影響を与えているかについては、大きな社会的関心もたれており、この課題を解決するためには、FNPP 事故により、被災地のヒトや動物にどれだけの被ばくがあったかを明らかにすることが重要である。本研究では、個体の外部被ばく量を知るための手段として、放射線 (線) 被ばくに比例して歯質中に発生する炭酸ラジカル量を、電子スピン共鳴装置を用いて検出する ESR 法について検討を加えた。ESR 法は、外部被ばく量を推定するためのツールの 1 つであり、IAEA によっても推奨され、広島原爆被ばく者、チェルノブイリの原子力発電所事故、核実験、原子力産業労働者災害など、重度の放射線被ばくにおける被ばく線量を調査するために使用されてきた。この ESR 法による検出可能な最低値については、いくつかの報告があり、ヒト大臼歯を試料に用いた時、67~561mGy (3 研究施設での測定、Wieser A. et al, Radiat Meas. 2008) あるいは 56~649mGy (14 研究所施設での測定、Fattibene P. et al, Radiat Meas. 2011) と報告されており、それら検出限界値の平均は 205mGy とされている。一方、福島県民健康調査によると、FNPP 事故後の福島地域の住民の最大外部被ばく量は、およそ 25mSv と推定されており (Ishikawa T. et al, Sci Rep. 2015) 従来の ESR 法の検出限界値よりかなり低い。本研究の最終目標は、福島県の子供たちから収集した乳歯を用い、ESR 法により、FNPP 事故後の福島県在住小児の外部被ばく線量を推定することであるが、このためには、ESR 法の検出限界値の改善が必要である。我々はこの改善のためには、良質な ESR 用の歯サンプル (ESR 測定に干渉する有機質成分をできる限り除去した、純粋なエナメル質サンプル) を得ること、また、福島県在住の子供たちから収集した乳歯は多数にのぼることから、個々の乳歯から効率よくエナメル質サンプルを調製することが必要になると考えた。我々は、野生ニホンザルの歯を用いた研究において、メタタングステン酸溶液を用いた重液分離法により、エナメル質サンプルを調製し、その検出限界値が、34mGy であったことを報告している (Oka T. et al, Radiat Meas. 2020)。この値は、先に述べた、ヒト大臼歯において報告されている検出限界値、56mGy、あるいは 67mGy という値と同レベルであると言える。我々は、福島県在住小児から多数の乳歯を取集しており、これら乳歯から、子供たちの外部被ばく量を推定するためには ESR 法の検出限界値を知ることと、多数のサンプルを効率よく調製することが重要と考え、本研究を企画した。

## 2. 研究の目的

本研究は、次の 3 点を主たる目的として実施した。

- (1) ヒト乳歯を用いた ESR 法の検出限界値の推定
- (2) 重液分離法による ESR 用エナメル質サンプルの調製
- (3) ESR 法を用いた福島県在住小児の外部被ばく線量の推定 (少数例を用いた検討)

## 3. 研究の方法

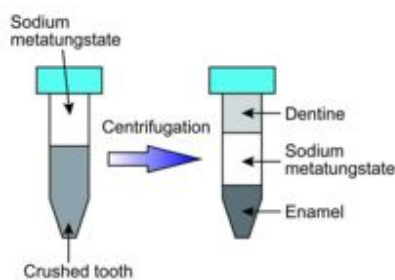
- (1) ヒト乳歯を用いた ESR 法検出限界値の推定

この検討には、FNPP 事故前に福島の子供から得た 8 本の乳臼歯を使用した。ESR 用のエナメル質サンプルは、従来法によりドリルを用いた手作業により機械的に切削分離した。分離したエナメル質粉末は、ニッパーで細砕し、篩を通すことにより、直径 0.425~1.4mm の粒子とした。ブールしたエナメル質サンプルは、直径 4mm の 7 本の石英管に、およそ 150mg ずつ分配した。 7

つの一ののエナメル質サンプルについて、最大 1,000mGy (未照射、50、100、150、200、500、および 1,000mGy) の  $^{60}\text{Co}$  線源からの 線を累積照射した。各照射後に、発生した炭酸ラジカル量 ( $\text{CO}_2$ - radical intensity / ESR intensity) を ESR 装置 (ESR 分光計、モデル JES-RE2X、JEOL、東京) を用いて測定した (マイクロ波パワー 2mW、掃引幅  $\pm 5\text{mT}$ 、変調幅 0.2mT、120 スキャンの場合、0.03 秒の時間定数と 30 秒の 掃引時間)。各サンプル (1 線量ごとに、7 個のサンプル) は、線量ごとに、同一条件で少なくとも 4 回の測定を行った。得られた ESR スペクトルは、EPR 測定プログラムによりデコンボリューションし、 $\text{CO}_2$ -ラジカルの強度を抽出した。これにより、線照射量と炭酸ラジカル量の関係についての検量線を得た。

### (2) 重液分離法による ESR 用エナメル質サンプルの調製

医学的理由により抜去された 9 本の第三大臼歯を使用した。各歯を 2 つに切断し、一方の半分の歯より (1) と同様な方法を用い、機械的分離法によりエナメル質サンプルを調整した。残りの半分の歯は、サイロプレス (Microtex Co. Ltd., Japan) を使用して粉碎し、そのあと、0.425



【図1】重液分離法によるエナメル質と象牙質の分離

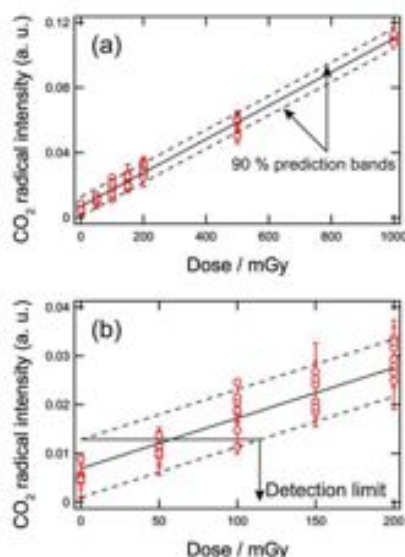
~ 1.4mm の直径を有する歯粒とした。次に、細粉した歯粒を、比重 2.6 に調整したメタタングステン酸ナトリウム溶液に入れ、エナメル質と象牙質を分離した。エナメル質と象牙質には比重の違いがあるため (エナメル質比重: 2.8 ~ 3.0, 象牙質比重: 2.0 ~ 2.1) メタタングステン酸ナトリウム溶液中で、エナメル質は沈殿し、象牙質は上清中に浮遊する (図 1)。沈殿したエナメル質を回収し、水で数回洗浄した後、40 °C で乾燥し、ESR 測定に供した。9 本の歯に

ついて、同じ歯からのエナメル質サンプルを、機械的分離法により得た場合と、重液分離法で得た場合について炭酸ラジカル量を比較した。

### (3) ESR 法を用いた福島県在住小児の外部被ばく量の推定 (少数例を用いた検討)

原発事故により帰宅困難区域となった地域、あるいはその近隣に居住しており、事故後、福島県内の他地域に避難した小児 8 人より、11 本の乳歯の提供を受け、それ等の歯について、(1) の方法によりエナメル質サンプルを調製し、ESR 法により測定した。ESR intensity ( $\text{CO}_2$ - radical intensity) として得た値を、(1) により得た検

量線に当てはめ、個体の外部被ばく量を算出した。



【図2】 $\gamma$ 線照射量と乳歯エナメル質中炭酸ラジカル量の比例関係

## 4. 研究成果

### (1) ヒト乳歯を用いた ESR 法の検出限界値の推定

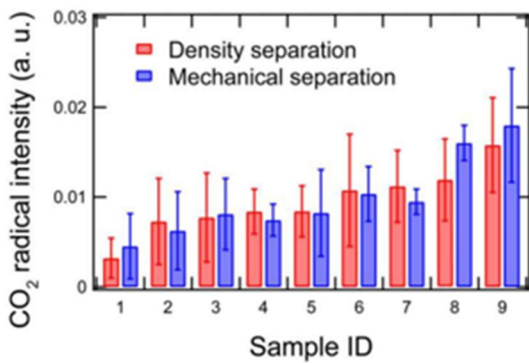
図 2 に、コバルト線源より照射した 線照射量と、エナメル質中に発生した炭酸ラジカル量 (ESR intensity) の関係を示した。実線で示された直線式の決定係数  $R^2$  は、0.989 と算定され、 $\text{CO}_2$ -ラジカル強度と照射線量の間には 0 ~ 1000mGy の範囲において、明確な比例関係があることが分かる (図 2, 上図)。この直線式から、理論的には 10mGy、5mGy 以下の線量の測定も可能といえる。しかし測定値には一定のバラツキが存在し、これを考慮した場合には、最も厳しく見積もった検出限界値は 115mGy となった (図 2, 下図)。115mGy という検出限界値は、過去のヒトの大

臼歯を用いた ESR 法での検出限界値の平均として報告されている 205mGy という値に比べても十

分低い値とみなすことができる。一般に、放射線の健康影響が危惧される線量は、100 から 200mGy 以上とされている。この視点に立つとすれば、本研究で得られた結果は、健康被害が危惧される下限値でもある 100mGy 付近（115mGy 以上）を越える被ばくがあったか否かを、レトロスペクティブにスクリーニングするための疫学的な手法として用いることができる可能性がある。

(2) 重液分離法による ESR 用エナメル質サンプルの調製

図 3 に、ESR 測定用のエナメル質サンプルを、従来の、ドリルを用いて機械的に切削して得た場合と、メタタングステン酸ナトリウム溶液を用いて比重分離法により得た場合で、ESR intensity に違いがあるか否かについて検討した。図から明らかなように、従来の機械的分離法



【図3】 機械的分離法と重液分離法によるエナメル質サンプル中の炭酸ラジカル量の違い

により得たエナメル質サンプルと、重液分離法により調製したエナメル質サンプルの炭酸ラジカル量には差は認められなかった。重液分離法によりエナメル質サンプルを調製できることが確認されたことには、実用上大きな利点がある。それらを列挙すると、次のような点があげられる。機械的分離法と比較してサンプルの調製に時間を要しない（作業時間は 1/10 以下に短縮される）。そのため、外部被ばく量の疫学的調査など、多数の歯を

扱う研究にも対応できる、オペレーターに依存した特別なスキルを必要としない、エナメル質と並行して象牙質も分離・保存が可能である。象牙質は、エナメル質に比べて質量も多く <sup>90</sup>Sr や <sup>137</sup>Cs の定量など、さまざまな化学的分析の試料として使用することができる、メタタングステン酸ナトリウム溶液の密度を上げることにより、ESR 測定に干渉する有機物の含量が少なく、密度の高い、より高品質のエナメル質サンプルの調製が可能である、サル、アライグマ、ラット、マウスなど、機械的なエナメル質の分離が困難な小動物の歯にも用いることができる。そのため、個体の被ばく量を把握することが困難な野生動物の線量評価への応用も期待できる。

(3) ESR 法を用いた福島県在住小児の外部被ばく量の推定（少数例を用いた検討）

表 1 に、(1) で描記した検量線を用いて、原発事故以降、帰宅困難区域やその周辺地域から、

通し番号	推定外部被ばく線量 (mGy)	事故後の移動	歯種	備考
24	検出限界以下	双葉町→郡山市	下顎 E	同一個体 A
25	検出限界以下	双葉町→郡山市	下顎 4	同一個体 A
552	検出限界以下	浪江町→郡山市	下顎 E	
730	検出限界以下	富岡町→郡山市	下顎 4	
868	124 mGy	飯館村→福島市	下顎 E	同一個体 B
869	150 mGy	飯館村→福島市	下顎 E	同一個体 B
1719	検出限界以下	浪江町→会津若松市→相馬市	上顎 D	
2477	検出限界以下	双葉町→相馬市	下顎 D	
3399	検出限界以下	大熊町→栃木県→会津若松市→いわき市	下顎 D	同一個体 C
3400	検出限界以下	大熊町→栃木県→会津若松市→いわき市	下顎 D	同一個体 C
3467	検出限界以下	双葉町→猪苗代町→いわき市	上顎 D	

【表1】 ESR法を用い、原発事故以後、帰宅困難区域から移動した小児の推定外部被ばく量の測定例

空間線量率がより低い県内地域に避難した 8 人の小児から得た 11 本の乳歯について、ESR 法を用いて外部被ばく線量を推定した例が示してある。8 人の内、1 人から得た 2 本の乳歯について、本法の検出限界値を超える外部被ばく線量が検出された。今回は少数例における検討であるが、例数を重ね、地域ごとに今回見

られたような、検出限界値である 100mGy 付近の被ばく量を越える個体があるか否か、あるとすれば、その頻度はどの程度かといった点についてスクリーニングを行うことは可能であろう。現

在、本研究で確立した ESR 法により、収集した乳歯 50 本程度について、地域空間線量率や医療被ばくの有無も考慮した、外部被ばく量に関する小規模疫学調査を計画中である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Toshitaka Oka, Atsushi Takahashi, Kazuma Koarai, Yusuke Mitsuyasu, Yasushi Kino, Tsutomu Sekine, Yoshinaka Shimizu, Mirei Chiba, Toshihiko Suzuki, Ken Osaka, Keiichi Sasaki, Yusuke Urushihara, Satoru Endoh, Masatoshi Suzuki, Hisashi Shinoda and Manabu Fukumoto.	4. 巻 134
2. 論文標題 External exposure dose estimation by electron spin resonance technique for wild Japanese macaque captured in Fukushima Prefecture.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radiation Measurements	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.radmeas.2020.106315	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ariyoshi, Tomisato Miura, Kosuke Kasai, Valerie Swee Ting Goh, Yohei Fujishima, Akifumi Nakata, Atsushi Takahashi, Yoshinaka Shimizu, Hisashi Shinoda, Hideaki Yamashiro, Colin Seymour, Carmel Mothersill & Mitsuaki A. Yoshida.	4. 巻 96
2. 論文標題 Environmental radiation on large Japanese field mice in Fukushima reduced colony forming potential in hematopoietic progenitor cells without inducing genomic instability.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Radiation Biology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09553002.2020.1807643	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 光安優典、岡壽崇、高橋温、小荒井一真、木野康志、奥津賢一、関根勉、山下琢磨、清水良央、千葉美麗、鈴木敏彦、小坂健、佐々木啓一、漆原佑介、鈴木正敏、福本学、篠田壽	4. 巻 -
2. 論文標題 野生動物の歯を用いた低線量被ばく評価法の開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 KEK Proceedings of the 21st Workshop on Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 144-149
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 小荒井一真、木野康志、西山純平、岡壽崇、高橋温、鈴木敏彦、清水良央、千葉美麗、小坂健、佐々木啓一、福田智一、磯貝恵美子、関根勉、福本学、篠田壽	4. 巻 7
2. 論文標題 ウシの歯の放射能測定による福島第一原発事故後の環境汚染評価	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 KEK Proceedings 2018	6. 最初と最後の頁 225-230
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 金子拓、小荒井一真、木野 康志、西山純平、岡 壽崇、高橋 温、鈴木 敏彦、清水 良央、千葉 美麗、小坂 健、佐々木 啓一、漆原佑介、鈴木正敏、関根 勉、篠田 壽、福本 学	4. 巻 7
2. 論文標題 福島第一原発事故被災サルの硬組織中の放射能濃度	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 KEK Proceedings 2018	6. 最初と最後の頁 231-236
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 小野拓実、小荒井一真、木野 康志、西山純平、金子拓、岡 壽崇、高橋 温、鈴木 敏彦、清水 良央、千葉 美麗、小坂 健、佐々木 啓一、漆原佑介、福田 智一、磯貝 恵美子、関根 勉、福本 学、篠田 壽	4. 巻 7
2. 論文標題 福島第一原発事故被災ウシの歯・骨中の放射性・安定セシウムの測定	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 KEK Proceedings 2018	6. 最初と最後の頁 219-224
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 田巻廣明、小荒井一真、木野 康志、西山純平、金子拓、小野拓実、岡 壽崇、漆原佑介、高橋 温、鈴木 敏彦、清水 良央、千葉 美麗、藤嶋洋平、Valerie Goh See Ting、有吉健太郎、鈴木正敏、三浦富智、関根 勉、篠田 壽、福本 学	4. 巻 7
2. 論文標題 南相馬市・浪江町野生ニホンザル・アライグマの放射性セシウムの臓器内放射能濃度	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 KEK Proceedings 2018	6. 最初と最後の頁 237-242
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 -

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 小荒井 一真;松枝 誠;青木 謙;柳澤 華代;藤原 健壮;寺島 元基;木野 康志;岡 壽崇;奥津 賢一;山下 琢磨;高橋 温;鈴木 敏彦;清水 良央;千葉 美麗;小坂 健;佐々木 啓一;関根 勉;福本 学;篠田 壽;北村 哲浩;阿部 寛信
2. 発表標題 硬組織内部の90Srの分布測定のための少量試料中90Srの測定
3. 学会等名 放射化学会第64回討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋温、小野巧実、小荒井一真、岡壽崇、清水良央、千葉美麗、鈴木俊彦、有吉健太郎、葛西宏介、中田章史、藤嶋洋平、山城秀昭、関根勉、佐々木啓一、木野康志、三浦富智、篠田壽
2. 発表標題 歯は個体被ばく量を評価するうえで有用である
3. 学会等名 日本放射線影響学会第63回大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小野拓実、木野康志、高橋温、鈴木敏彦、清水良央、千葉美麗、藤嶋洋平、Valerie GOH、有吉健太郎、中田章史、鈴木正敏、山城秀昭、関根勉、篠田壽、三浦富智
2. 発表標題 福島県浪江町に生息する野生動物の臓器の放射性セシウム濃度測定と内部被ばく線量推定
3. 学会等名 日本放射線影響学会第63回大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小野拓実、木野康志、高橋温、鈴木敏彦、清水良央、千葉美麗、藤嶋洋平、Valerie GOH、有吉健太郎、中田章史、鈴木正敏、山城秀昭、関根勉、篠田壽、三浦富智
2. 発表標題 福島県浪江町に生息する野生動物の臓器の放射性セシウム濃度測定と内部被ばく線量推定
3. 学会等名 日本放射線影響学会第63回大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小野拓実、木野康志、清水良央、高橋温、藤嶋洋平、Valerie Swee Ting Goh、有吉健太郎、中田章史、鈴木正敏、中川貴美子、高橋常男、山田良広、遠藤暁、山城秀昭、関根勉、篠田壽、三浦富智
2. 発表標題 福島原発事故後の放射線生物影響調査のための野生アライグマの被ばく線量評価
3. 学会等名 第22回「環境放射能」研究会
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 光安優典、岡壽崇、高橋温、小荒井一真、木野康志、奥津賢一、関根勉、山下琢磨、清水良央、千葉美麗、鈴木敏彦、小坂健、佐々木啓一、漆原佑介、鈴木正敏、福本学、篠田壽
2. 発表標題 野生動物の歯を用いた低線量被ばく評価法の開発
3. 学会等名 第22回「環境放射能」研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshitaka Oka, Atsushi Takahashi, H i s a s h i Shinoda他 18名
2. 発表標題 Electron spin resonance dosimetry using tooth enamel of Japanese macaque
3. 学会等名 The 19th International Conference on Solid State Dosimetry (SSD19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshitaka Oka, Atsushi Takahashi, H i s a s h i Shinoda他 18名
2. 発表標題 External dose estimation of Japanese macaque and Procyon lotor using electron spin resonance spectroscopy
3. 学会等名 16th International Congress of Radiation Research (ICRR2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuma Koarai, Yasushi Kino, Junpei Nishiyama, Hiraku Kaneko, Atsushi Takahashi, Toshihiko Suzuki, Shimizu Yoshinaka, Mirei Chiba, Ken Osaka, Keiichi Sasaki, Yusuke Urushihara, Tomokazu Fukuda, Emiko Isogai, Hideaki Yamashiro, Toshitaka Oka, Tsutomu Sekine, Manabu Fukumoto, Hisashi Shinoda,
2. 発表標題 Role of animal teeth for estimation of environmental pollution of Sr-90 and Cs-137 just after the Fukushima Daiichi Power Plant Accident
3. 学会等名 The 18th Radiochemical Conference (RadChem2018) (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshitaka Oka, Atsushi Takahashi, Kazuma Koarai, Yasushi Kino, Tsutomu Sekine, Yoshinaka Shimizu, Mirei Chiba, Toshihiko Suzuki, Jun Aida, Ken Osaka, Keiichi Sasaki, Hisashi Shinoda,
2. 発表標題 Improvement of the electron spin resonance spectroscopy detection limit for tooth dosimetry
3. 学会等名 EPR BioDose 2018 (国際学会)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小荒井一真, 木野康志, 西山純平, 高橋 温, 鈴木敏彦, 清水良央, 千葉美麗, 小坂 健, 佐々木啓一, 福田智一, 磯貝恵美子, 岡 壽崇, 関根 勉, 福本 学, 篠田 壽
2. 発表標題 ウシの歯中の放射能濃度からの環境中Sr-90とCs-137の挙動の推定
3. 学会等名 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 Kazuma Koarai, Yasushi Kino, Atsushi Takahashi, Toshihiko Suzuki, Yoshinaka Shimizu, Mirei Chiba, Ken Osaka, Yusuke Urushihara, Toshitaka Oka, Tsutomu Sekine, Manabu Fukumoto and Hisashi Shinoda,
2. 発表標題 Strontium-90 separation method for soil from the Fukushima environment
3. 学会等名 Tohoku University's Chemistry Summer School 2018, 2018/8/27-28, Sendai, Japan (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡 壽崇, 高橋 温, 小荒井一真, 木野康志, 関根 勉, 清水良央, 千葉美麗, 鈴木敏彦, 小坂 健, 佐々木啓一, 漆原佑介, 鈴木正敏, 福本 学, 篠田 壽
2. 発表標題 歯のESR測定によるヒトおよび動物の外部被ばく線量評価
3. 学会等名 日本分析化学会第67年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小荒井一真, 木野康志, 西山純平, 金子 拓, 小野拓実, 岡 壽崇, 高橋 温, 鈴木敏彦, 清水良央, 千葉美麗, 小坂 健, 佐々木啓一, 漆原佑介, 福田智一, 磯貝恵美子, 関根 勉, 福本 学, 篠田 壽
2. 発表標題 ウシの歯を用いた福島第一原発事故後のSr-90汚染経過の推定
3. 学会等名 日本分析化学会第67年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小荒井一真, 木野康志, 西山純平, 金子 拓, 小野拓実, 岡 壽崇, 高橋 温, 鈴木敏彦, 清水良央, 千葉美麗, 小坂 健, 佐々木啓一, 漆原佑介, 福田智一, 磯貝恵美子, 関根 勉, 福本 学, 篠田 壽
2. 発表標題 福島第一原発事故後の環境中からウシ硬組織へのSr-90の移行挙動
3. 学会等名 2018日本放射化学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小野拓実, 小荒井一真, 木野康志, 田巻廣明, 岡 壽崇, 高橋 温, 鈴木敏彦, 清水良央, 千葉美麗 藤嶋洋平, Valerie Goh See Ting, 有吉健太郎, 中田章史, 鈴木正敏, 山城秀昭, 三浦富智, 関根 勉, 篠田 壽
2. 発表標題 浪江町の野生アライグマの臓器ごとの Cs-137 放射能濃度の測定
3. 学会等名 2018日本放射化学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡 壽崇, 高橋 温, 小荒井一真, 木野康志, 関根 勉, 清水良央, 千葉美麗, 鈴木敏彦, 小坂 健, 佐々木啓一, 鈴木正敏, 篠田 壽, 福本 学
2. 発表標題 ニホンザルの歯の電子スピン共鳴測定による外部被ばく線量推定
3. 学会等名 日本放射線影響学会 第61回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤嶋洋平, 有吉健太郎, 中田章史, GOH Valerie, 葛西宏介, 小荒井一真, 鈴木正敏, 山城秀昭, 木野康志, 岡 壽崇, 篠田 壽, 吉田光明, 三浦富智
2. 発表標題 放射線汚染地域に生息するアライグマにおける細胞遺伝学的解析
3. 学会等名 日本放射線影響学会 第61回大会, 2018/11/7-9, 長崎
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小荒井一真, 木野康志, 西山純平, 金子 拓, 小野拓実, 岡 壽崇, 高橋 温, 鈴木敏彦, 清水良央, 千葉美麗, 小坂 健, 佐々木啓一, 漆原佑介, 鈴木正敏, 関根 勉, 篠田 壽, 福本 学
2. 発表標題 福島第一原発事故被災サルの歯・骨へのSr-90の取り込み履歴と骨髄線量の推定
3. 学会等名 日本放射線影響学会 第61回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小荒井一真, 木野康志, 西山純平, 金子拓, 高橋温, 鈴木敏彦, 清水良央, 千葉美麗, 小坂健, 佐々木啓一, 漆原佑介, 鈴木正敏, 福田智一, 磯貝恵美子, 岡壽崇, 関根勉, 篠田壽, 福本学
2. 発表標題 歯と骨に記録された90Sr の取り込み履歴を用いた福島第一原発事故被災サルの骨髄線量の推定
3. 学会等名 日本放射線影響学会第61回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡 壽崇, 高橋 温, 小荒井一真, 木野康志, 関根 勉, 清水良央, 千葉美麗, 鈴木敏彦, 小坂 健, 佐々木啓一, 漆原佑介, 鈴木正敏, 福本 学, 篠田 壽
2. 発表標題 外部被ばく線量評価のためのESR法の検出限界の改善
3. 学会等名 第20回環境放射能研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小荒井一真、木野康志、西山純平、金子拓、高橋温、鈴木敏彦、清水良央、千葉美麗、小坂健、佐々木啓一、漆原佑介、鈴木正敏、福田智一、磯貝恵美子、岡壽崇、関根勉、篠田壽、福本学
2. 発表標題 福島原発事故後のウシ、サルの硬組織への環境中からの90Srの移行
3. 学会等名 第20回環境放射能研究会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 K. Koarai, Y. Kino, T. Oka, A. Takahashi, T. Suzuki, Y. Shimizu, M. Chiba, K. Osaka, K. Sasaki, T. Fukuda, E. Isogai, H. Yamashiro, T. Sekine, M. Fukumoto, H. Shinoda.	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 250
3. 書名 “Incorporation and Accumulation of Strontium-90 in the Hard Tissue of Animals and Their Relationship with Strontium-90 Pollution in the Environment” in “Low-Dose-Rate Radiation Effects on Animals and Ecosystem-Long-Term Study on the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident” Ed. By M. Fukumoto	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究分担者	木野 康志  (Kino Yasushi)  (00272005)	東北大学・理学研究科・教授   (11301)	
研究分担者	千葉 美麗  (Chiba Mirei)  (10236820)	東北大学・歯学研究科・講師   (11301)	
研究分担者	清水 良央  (Shimizu Yoshinaka)  (30302152)	東北大学・歯学研究科・助教   (11301)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	高橋 温  (Takahashi Atsushi)  (50333828)	東北大学・大学病院・准教授    (11301)	
研究分担者	鈴木 敏彦  (Toshihiko Suzuki)  (70261518)	東北大学・歯学研究科・准教授    (11301)	
研究分担者	岡 壽崇  (Oka Toshitaka)  (70339745)	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構・原子力科学研究部門 原子力科学研究所 原子力基礎工学研究センター・研究副主幹    (82110)	

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