

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：82110

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K04953

研究課題名（和文）歯の中に照射の痕跡として残された炭酸ラジカル測定による低線量計測法の開発

研究課題名（英文）Development of low dose estimation method using CO<sub>2</sub>- radical in teeth

研究代表者

岡 壽崇（Oka, Toshitaka）

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

研究者番号：70339745

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000 円

研究成果の概要（和文）：歯の中に照射の痕跡として残された炭酸ラジカル測定によって対象の低線量被ばくを推定する手法を開発した。試料前処理法の改良，ESRスペクトル解析ソフトウェアの新規開発，低線量被ばく推定のための簡易線量計の候補材料の性能評価などを行い，野生動物の被ばく線量評価，従来の簡易線量計では評価不可能であった1 Gy以下の低線量被ばくを評価可能にすることが出来た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

福島第一原子力発電所由来の放射性核種からの放射線照射によって，ヒトや野生動物の歯の中に生成する炭酸ラジカルを被ばくの指標として，これを電子スピン共鳴（ESR）測定して個体の被ばく線量を推定することに取り組んだ。本研究では，ヒトやニホンザルに加え，他の野生動物，たとえばアライグマなどの被ばく線量を推定するための試料前処理法を確立した。また，炭酸ラジカル強度を抽出するための新規解析ソフトウェアの開発や，低線量の被ばく評価を可能にする線量計の開発にも取り組んだ。本研究によって，低線量被ばくの精密な実測や，低線量照射場での精度の高い線量評価方法への応用など，放射線計測の幅を広げることができた。

研究成果の概要（英文）：We developed a method for estimating low-dose radiation for human/animal by measuring CO<sub>2</sub>- radicals in the teeth enamel. We successfully improved the sample preparation method, developed new ESR spectrum analysis software, and evaluated the performance of candidate materials for a simple dosimeter for low-dose radiation estimation.

研究分野：原子力，線量評価，放射線化学

キーワード：線量評価 低線量被ばく 炭酸ラジカル

## 1. 研究開始当初の背景

2011年の東日本大震災により東京電力・福島第一原子力発電所(1F)事故が発生し、多量の放射性物質が放出された。これらの放射性物質による環境汚染が、ヒトや動物に対してどのような生物学的な影響を及ぼすかについて明らかにする試みが行われてきた。しかし、1F事故で想定されるのは100 mGy以下の低線量被ばくを精確に評価する方法がなく、被ばくと生物影響の関係を明らかにすることは不可能であった。従来、ヒトについては、震災直後の行動調査やホールボディカウンター測定などにより被ばく量の推定が行われてきたが、震災直後の記憶の曖昧さやホットスポットの偏在、放射性核種の種類などさまざまな要素のため、個体レベルでの低線量被ばく推定は大きな誤差と不確実性をともなっていた。ヒトの放射線影響のモデルとなる動物を対象とした場合でも、たとえば野生ニホンザルの被ばく量と生物学的影響の間に必ずしも明確な相関がないという報告があるように、動物の捕獲地点の土壌の線量率を基に、地上・樹上での生活を想定して計算で被ばく量を推定するしかなく、ヒトの記憶以上に不確実な推定方法であった。そこで、我々は、放射線照射によって歯に生成した炭酸ラジカルを照射・被ばくの痕跡として、個体の被ばく量を直接実測可能な電子スピン共鳴(ESR)線量計測法に注目し、低線量計測を行うこととした。ESR線量計測法を用いれば、曖昧な記憶や計算によらず、個体の被ばくを直接実測できる。

本手法は、広島・長崎原爆被ばく者の線量推定に利用されて以来、チェルノブイリ原発事故などの高線量被ばく推定に使用されたほか、核テロ時のトリアージへの利用も検討されている。個体の被ばく量を直接実測できる唯一の方法だが、検出限界線量が100 mGy-200 mGyと高く、100 mGy以下の低線量の実測には適用されてこなかった。低線量評価のためには検出限界線量の改善という課題をクリアする必要がある。そのためには、高感度なESR測定を行うための試料前処理法の開発が必要不可欠である。我々はこれまでの研究で、遠心分離法によるエナメル質分離法の改良とキレート剤によるエナメル質中の不純物(金属成分)の除去という2つの技術開発により、検出限界を34 mGyにまで改善することに成功した。これらの試料前処理法の開発により、作業者の熟練度に依存せず、簡便・迅速にエナメル質を分離可能になっただけでなく、硬くて小さいサルやネズミのエナメル質分離も行えるようになった。しかし、それでもなお、ESR測定の妨害要因が残っており、炭酸ラジカル強度抽出ができないことがある。また、抽出できたとしても値のばらつきが大きいという問題もあった。そのため、試料前処理において、より高純度のエナメル質を抽出する方法を検討すること、ESRスペクトルの解析のばらつきを抑制する必要ことに取り組んだ。

## 2. 研究の目的

本研究では、高純度エナメル質を用いた検出限界の改善のため、ESR測定の妨害要因を除去すること、そして、ESRスペクトルから炭酸ラジカル強度を抽出する際のばらつきを抑制することを目的とした。具体的にはそれぞれ、ESR測定の妨害要因となる試料を物理的および化学的に除去する、炭酸ラジカル強度抽出のための新規解析プログラムを開発することとした。また、この技術を応用し、ガンマ線照射施設でmGyオーダーの低線量照射を評価可能な簡易線量計の開発にも取り組んだ。

## 3. 研究の方法

### (1) ESR測定妨害要因の除去

ESR測定の妨害要因は、試料(エナメル質)中に含まれる象牙質成分と金属成分であることがわかっている。象牙質成分については、ヒトの歯の場合は1度のアルカリ溶液でのエッチングで除去可能であるが、動物の歯の場合はヒトと同じ条件では除去できない。そこで、適切なエッチングの条件を検討した。金属成分については、キレート剤である程度除去することは可能だが、動物歯の場合は象牙質同様、ヒトと同じ条件では除去しきれないことが多い。そこで、エナメル質試料(通常は白色)の中で、黒色や茶色など、白色以外の色をした粒子をピンセットで除去することとした。

一方、炭酸ラジカル強度抽出のための新規解析プログラムについては、従来使用されていたプログラムでは合計7成分のフィッティングを同時に行っていたが、新規アルゴリズムでは優先的にフィッティングする成分を選定し、逐次的に他の成分をフィッティングする、あるいは炭酸ラジカル成分が負になることを許可しないなどの制限をかけるなどすることとした。

### (2) mGyオーダーの低線量照射を評価可能な簡易線量計の開発

mGyオーダーの照射を評価するためには、歯のエナメル質を利用することが最も簡単で実績のある手法だが、ガンマ線照射施設で簡易線量計として使用することを想定した場合、生体エナメルを利用すると均質で多量のサンプルを確保することが不可能である。そこで、市販されている、歯のエナメル質の主成分であるハイドロキシアパタイトを材料として選定し、ガンマ線照射と

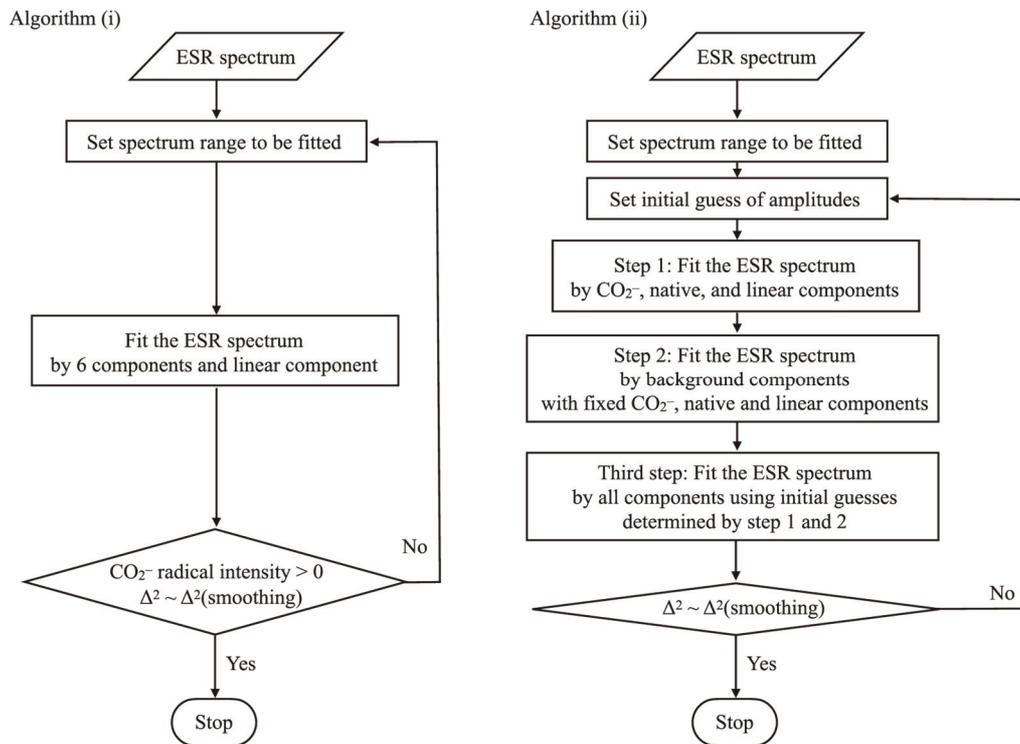


図1 炭酸ラジカル強度抽出プログラムのアルゴリズム。(左)従来のアルゴリズム (右) 本研究で開発した逐次最適化アルゴリズム。

[Y. Mitsuyasu, T. Oka, A. Takahashi, T. Yamashita, H. Shinoda et al., Radiat. Prot. Dosim. 199, 1620 (2023)]

ESR 測定を繰り返して、当該試料がどの程度の低線量までを評価可能であるかを調べた。

#### 4. 研究成果

##### (1) ESR 測定妨害要因の除去

ESR 測定妨害要因の化学的除去は、水酸化ナトリウム水溶液でエッチングすることで行った。上述のように、動物のエナメル質のエッチング処理は 1 回では不十分であったが、3 回程度繰り返すことで測定可能になることが明らかになった。物理的除去についても、金属成分に由来する非常にブロードな ESR シグナルが、黒色の粒子 1 つを除去するだけで大幅に減少することがわかり、同様の白色以外の粒子を積極的に除去することで、ブロードなシグナルが消滅し、右肩下がりであったベースラインが平らになり、炭酸ラジカル抽出時のフィッティングが収束しやすくなった。本試料前処理法を利用することで、福島県の高線量率地域で捕獲したニホンザル 14 頭の被ばく線量推定を行うことができた(最大で 300 mGy 程度の被ばくを受けていることがわかった)。

炭酸ラジカル強度抽出のための新規解析プログラムのアルゴリズムを図 1 に示す。左側のアルゴリズム (i) は従来の解析プログラムのアルゴリズム、右側のアルゴリズム (ii) が本研究で採用したアルゴリズムである。従来のもののように同時に 7 成分のフィッティングを行うのではなく、優先順位をつけて逐次的にフィッティングした。両者のアルゴリズムで解析結果を比較した結果を図 2 に示す。従来のアルゴリズムで解析した結果は、炭酸ラジカル強度が負になることがあるが、新規アルゴリズムは負になることを許可しなかったので全て正の値を示した。さらに、解析結果をばらつき(エラーバー)は、横方向のばらつきが縦方向のその数倍大きいことから、新規アルゴリズムによって解析結果のばらつきが大幅に改善されたことがわかった。

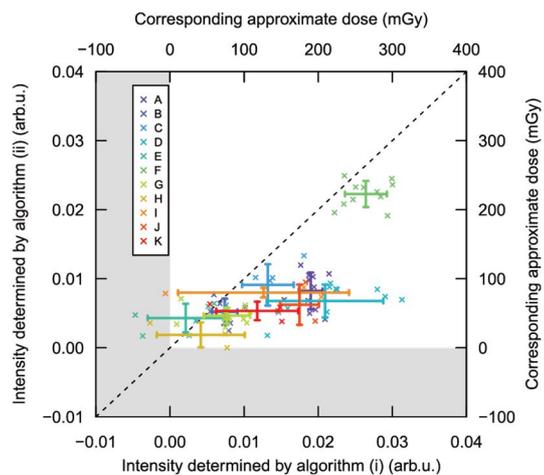


図2 アルゴリズム (i, 横軸) と (ii, 縦軸) で解析した炭酸ラジカル強度の比較。  
[Y. Mitsuyasu, T. Oka, A. Takahashi, T. Yamashita, H. Shinoda et al., Radiat. Prot. Dosim. 199, 1620 (2023)]

(2) mGy オーダーの低線量照射を評価可能な簡易線量計の開発

市販のヒドロキシアパタイト 3 種類に対し、9 mGy/min、100 mGy/min、500 mGy/min の 3 種類の線量率で、100 mGy から最大 88 Gy までのガンマ線を照射し、ESR 測定を行い、ESR スペクトルの高さを炭酸ラジカル強度とした。解析の結果、3 種類のヒドロキシアパタイトとも、炭酸ラジカル強度は低線量から高線量まで線量に依存して直線で増加すること、線量率の依存性がないことが明らかになった。このことから、当該試料は新規個体型簡易線量計の候補材料となり得ることがわかった。さらに、3 種類の中で最も感度が高かった試料について低線量側の評価を詳細に行ったところ、図 3 に示すように 500 mGy 以下でもラジカル強度と吸収線量の間には直線性があり、検出下限線量 (detection limit) は約 100 mGy と推定され、ヒト歯の検出限界線量よりも少し高いくらいで、ほぼ同程度に mGy オーダーの線量を推定可能であることが明らかになった。

さらに、このようなアパタイト試料がどの程度の高線量まで評価可能であるのか、たとえば、従来広く使用されていたアラニン線量計の代替線量計として使用できるかについても検討した。図 4 に、ヒドロキシアパタイトの一部を炭酸で置換した炭酸アパタイトのガンマ線吸収線量依存性を示す。炭酸アパタイトはヒドロキシアパタイトよりも炭酸ラジカルが多く生成されると考えられており、感度が高くなると期待される。この結果から、炭酸アパタイトでも最大 10 kGy までは直線性を示しており、アラニン線量計と同じような簡易型線量計として利用できることが示唆された。今後は、ヒドロキシアパタイトおよび炭酸アパタイトを候補材料として、新規簡易型線量計としての利用方法・成型方法などの検討を継続していく。

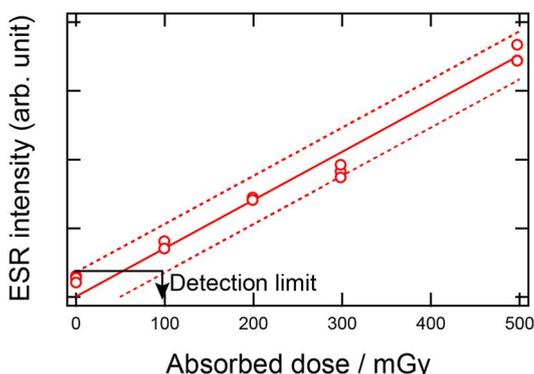


図 3 市販のヒドロキシアパタイト試料の炭酸ラジカル強度とガンマ線吸収線量の依存性。[論文投稿中]

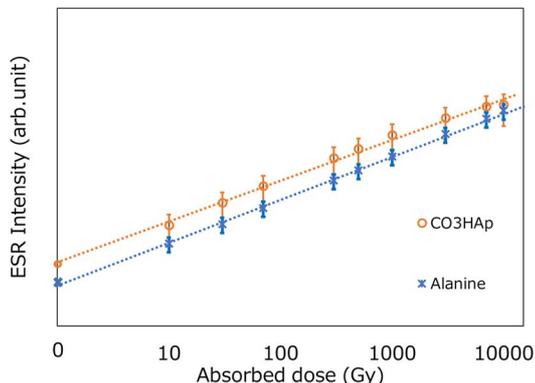


図 4 市販の炭酸アパタイト試料の炭酸ラジカル強度とガンマ線吸収線量の依存性。  
[H. Seito, T. Oka, et al., Radiat. Prot. Dosim. (accepted)]

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Kiriha Tanaka, Hiroyuki Nagahama, Jun Muto, Toshitaka Oka, Yasuo Yabe	4. 巻 126
2. 論文標題 Estimation of surface charge densities supporting seismo-electromagnetic phenomena through the surface charging mechanism	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C	6. 最初と最後の頁 103137 ~ 103137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pce.2022.103137	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 Toshitaka Oka, Atsushi Takahashi, Kazuma Koarai, Yasushi Kino, Tsutomu Sekine, Yoshinaka Shimizu, Mirei Chiba, Toshihiko Suzuki, Ken Osaka, Keiichi Sasaki, Hisashi Shinoda,	4. 巻 63
2. 論文標題 Detection limit of electron spin resonance for Japanese deciduous tooth enamel and density separation method for enamel-dentine separation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 609 ~ 614
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rrac033	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 光安 優典, 岡 壽崇, 高橋 温, 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, 鈴木 正敏, 福本 学, 篠田 壽	4. 巻 2022-2
2. 論文標題 歯のESR測定スペクトルにおける放射線誘起成分の解析精度の検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 23rd Workshop on Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 120 ~ 125
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 石川 諒椰, 鈴木 正敏, 木野 康志, 遠藤 暁, 中島 裕夫, 岡 壽崇, 高橋 温, 清水 良央, 篠田 壽, 山下 琢磨, 奥津 賢一, 福本 学, 千田 浩一	4. 巻 2022-2
2. 論文標題 野生ニホンザル体内の放射性セシウム濃度および被ばく線量評価と体内酸化ストレス状態の関係	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 23rd Workshop on Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 61 ~ 66
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kenichi Okutsu, Takuma Yamashita, Yasushi Kino, Konan Miyashita, Kazuhiro Yasuda, Toshitaka Oka, Motoyasu Sato	4. 巻 9
2. 論文標題 Role of resonance states of muonic molecule in muon catalyzed fusion	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 JJAP Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 011003-1~7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.56646/jjapcp.9.0_011003	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 Yoshinori Kobayashi, Kiminori Sato, Masato Yamawaki, Koj Michishio, Toshitaka Oka, Masakazu Washio	4. 巻 15
2. 論文標題 Energy dissipation of para-positronium in polymers and silica glass	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 076001 ~ 076001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/ac7c54	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 Yoshinori Kobayashi, Kiminori Sato, Masato Yamawaki, Koj Michishio, Toshitaka Oka, Masakazu Washio	4. 巻 202
2. 論文標題 Positrons and positronium in macromolecules: Consequences of different charge states	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Radiation Physics and Chemistry	6. 最初と最後の頁 110590 ~ 110590
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.radphyschem.2022.110590	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 Kazuma Koarai, Makoto Matsueda, Jo Aoki, Kayo Yanagisawa, Motoki Terashima, Kenso Fujiwara, Yasushi Kino, Toshitaka Oka, Atsushi Takahashi, Toshihiko Suzuki, Yoshinaka Shimizu, Mirei Chiba, Ken Osaka, Keiichi Sasaki, Tsutomu Sekine, Manabu Fukumoto, Hisashi Shinoda, Akihiro Kitamura, Hironobu Abe	4. 巻 36
2. 論文標題 Rapid analysis of 90Sr in cattle bone and tooth samples by inductively coupled plasma mass spectrometry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Analytical Atomic Spectrometry	6. 最初と最後の頁 1678-1682
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1ja00086a	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 Atsushi Takahashi, Mirei Chiba, Akira Tanahara, Jun Aida, Yoshinaka Shimizu, Toshihiko Suzuki, Shinobu Murakami, Kazuma Koarai, Takumi Ono, Toshitaka Oka, Joji Ikeyama, Osamu Kaneko, Makoto Unno, Kimiharu Hirose, Takashi Ohno, Yasushi Kino, Tsutomu Sekine, Ken Osaka, Keiichi Sasaki, Hisashi Shinoda	4. 巻 11
2. 論文標題 Radioactivity and radionuclides in deciduous teeth formed before the Fukushima-Daiichi Nuclear Power Plant accident	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 10335-1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-89910-0	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 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 2021-2
2. 論文標題 野生動物の歯を用いた低線量被ばく推定法の開発	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 22nd Workshop on Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 91-96
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tanaka Kiriha, Muto Jun, Yabe Yasuo, Oka Toshitaka, Nagahama Hiroyuki	4. 巻 48
2. 論文標題 Effect of Fracture on ESR Intensity Using a Low-Velocity Rotary Shear Apparatus	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geochronometria	6. 最初と最後の頁 205-214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2478/geochr-2020-0035	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 Kenichi Okutsu, Takuma Yamashita, Yasushi Kino, Ryota Nakashima, Konan Miyashita, Kazuhiro Yasuda, Shinji Okada, Motoyasu Sato, Toshitaka Oka, et al.	4. 巻 170
2. 論文標題 Design for detecting recycling muon after muon-catalyzed fusion reaction in solid hydrogen isotope target	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Fusion Engineering and Design	6. 最初と最後の頁 112712-112712
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.fusengdes.2021.112712	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 Takuma Yamashita, Kenichi Okutsu, Yasushi Kino, Ryota Nakashima, Konan Miyashita, Kazuhiro Yasuda, Shinji Okada, Motoyasu Sato, Toshitaka Oka, et al.	4. 巻 169
2. 論文標題 Time evolution calculation of muon catalysed fusion: Emission of recycling muons from a two-layer hydrogen film	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Fusion Engineering and Design	6. 最初と最後の頁 112580 ~ 112580
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.fusengdes.2021.112580	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 Nakagawa Seiko, Oka Toshitaka, Fujii Kentaro, Yokoya Akinari	4. 巻 192
2. 論文標題 Dense radical formation in L-alanine-3,3,3-d3 and L-alanine-d4 by 1.5 keV soft X-ray irradiation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Radiation Physics and Chemistry	6. 最初と最後の頁 109884-109884
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.radphyschem.2021.109884	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18件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Toshitaka Oka, Akihiro Oshima, Masakazu Washio
2. 発表標題 Structural change of the functionalized fluorinated polymer
3. 学会等名 The 14th International symposium on Ionizing Radiation and Polymers (IRaP2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Aki Goto, Takashi Tanji, Masahito Tagawa, Koji Michishio, Toshitaka Oka, Shinichi Yamashita
2. 発表標題 Atomic-oxygen-induced Microstructures Formed on Polymer Films
3. 学会等名 The 14th International symposium on Ionizing Radiation and Polymers (IRaP2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名	Mitsuyasu Yusuke, Toshitaka Oka, Atsushi Takahashi, Yasushi Kino, Kenichi Okutsu, Tsutomu Sekine, Takuma Yamashita, Yoshinaka Shimizu, Mirei Chiba, Toshihiko Suzuki, Ken Osaka, Keiichi Sasaki, Masatoshi Suzuki, Manabu Fukumomo, Hisashi Shinoda
2. 発表標題	Dosimetry of wild animals under chronic low-dose-rate exposure using their teeth
3. 学会等名	2022 Tohoku University Chemistry Summer School (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Kiriha Tanaka, Jun Muto, Miki Takahashi, Eranga G. Jayawickrama, Osamu Sasaki, Toshitaka Oka, Hiroyuki Nagahama
2. 発表標題	Effect of Seismic Fault Slip on a Charge Trapping Center in Quartz
3. 学会等名	International Joint Graduate Program in Earth and Environmental Sciences (GP-EES) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Mitsuyasu Yusuke, Toshitaka Oka, Atsushi Takahashi, Yasushi Kino, Kenichi Okutsu, Tsutomu Sekine, Takuma Yamashita, Yoshinaka Shimizu, Mirei Chiba, Toshihiko Suzuki, Ken Osaka, Keiichi Sasaki, Masatoshi Suzuki, Manabu Fukumomo, Hisashi Shinoda
2. 発表標題	Dosimetry of external exposure dose for wild Japanese macaques lived in Fukushima using tooth enamel
3. 学会等名	Radiation Research Society's 68th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	岡 壽崇
2. 発表標題	ESR法を用いた外部被ばく線量評価
3. 学会等名	福島第一原発事故の生物影響に関わる東北大学の取り組み 環境歯学研究センター10年の歩み
4. 発表年	2023年

1. 発表者名 石川 諒椰, 鈴木 正敏, 木野 康志, 遠藤 暁, 中島 裕夫, 岡 壽崇, 高橋 温, 清水 良央, 鈴木 敏彦, 篠田 壽, 山下 琢磨, 奥津 賢一, 福本 学, 千田 浩一,
2. 発表標題 福島第一原子力発電所事故後の旧警戒区域における放射線被ばくが野生ニホンザルの肝臓と膀胱の酸化ストレス状態に及ぼす影響
3. 学会等名 日本放射線影響学会第65回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 後藤 亜希, 丹司 尊, 田川 雅人, 満汐 孝治, 岡 壽崇, 山下 真一
2. 発表標題 原子状酸素照射で高分子に生じる微細構造: 高分子の高次構造の影響
3. 学会等名 第65回放射線化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡 壽崇, 北辻 章浩
2. 発表標題 ウラン微粒子の水中での酸化挙動
3. 学会等名 第65回放射線化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中 桐葉, 武藤 潤, 高橋 美紀, ジャワウィックラマ エランガ, 佐々木 理, 岡 壽崇, 長濱 裕幸
2. 発表標題 様々な深さでの断層の地震性すべりが石英のE1'中心に及ぼす影響
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toshitaka Oka, Atsushi Takahashi, Hisashi Shinoda
2. 発表標題 Usage of enamel as a dosimeter below 200 mGy
3. 学会等名 EPRBioDose 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mitsuyasu Yusuke, Toshitaka Oka, Atsushi Takahashi, Yasushi Kino, Kenichi Okutsu, Tsutomu Sekine, Takuma Yamashita, Yoshinaka Shimizu, Mirei Chiba, Toshihiko Suzuki, Ken Osaka, Keiichi Sasaki, Yusuke Urushihara, Masatoshi Suzuki, Manabu Fukumomo, Hisashi Shinoda
2. 発表標題 External exposure dose estimation of wild Japanese macaques captured in Fukushima Prefecture: Decomposition of electron spin resonance spectrum
3. 学会等名 EPRBioDose 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shin Toyoda, Kazuhiko Inoue, Ichiro Yamaguchi, Masaharu Hoshi, Seiko Hirota, Toshitaka Oka, Tatsuya Shimazaki, N. Mizuno, Atsushi Tani, Hiroshi Yasuda, C. Gonzales, Kenichi Okutsu, Atsushi Takahashi, Nao Tanaka, Azumi Todaka
2. 発表標題 Interlaboratory comparison of EPR tooth enamel dosimetry with investigations of the dose responses of the standard samples
3. 学会等名 EPRBioDose 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石川諒椰, 鈴木正敏, 木野康志, 遠藤暁, 中島裕夫, 岡壽崇, 高橋温, 清水良央, 篠田壽, 山下琢磨, 奥津賢一, 福本学, 千田浩一
2. 発表標題 野生ニホンザル体内の放射性セシウム濃度および被ばく線量評価と体内酸化ストレス状態の関係
3. 学会等名 第23回環境放射能研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 光安優典, 岡壽崇, 高橋温, 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, 鈴木正敏, 福本学, 篠田壽
2. 発表標題 放射線に誘起されるESRスペクトルの高精度な解析方法の検討
3. 学会等名 第23回環境放射能研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡壽崇, 高橋温, 光安優典, 小荒井一真, 木野康志, 奥津賢一, 山下琢磨, 関根勉, 清水良央, 千葉美麗, 鈴木敏彦, 小坂健, 佐々木啓一, 藤嶋洋平, V. S. T. Goh, 漆原佑介, 有吉健太郎, 中田章史, 山城秀昭, 鈴木正敏, 福本学, 三浦富智, 篠田壽
2. 発表標題 ESR線量計測法による外部被ばく線量評価の取り組み
3. 学会等名 第64回放射線化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤嶋洋平, 鈴木正敏, V. S. T. Goh, 有吉健太郎, 葛西宏介, 中田章史, 木野康志, 岡壽崇, 篠田壽, 清水良央, 高橋温, 鈴木敏彦, 吉田光明, 三浦富智
2. 発表標題 福島県の放射線汚染地域に生息するニホンザルにおける染色体転座解析
3. 学会等名 日本放射線影響学会第64回大会
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 低線量被ばくをした野生動物の歯を用いた被ばく線量推定
3. 学会等名 第58回アイソトープ・放射線研究発表会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔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	高橋 温 (Takahashi Atsushi)  (50333828)	東北大学・大学病院・准教授  (11301)	
研究分担者	篠田 壽 (Shinoda Hisashi)  (80014025)	東北大学・歯学研究科・名誉教授  (11301)	
研究分担者	山下 琢磨 (Yamashita Takuma)  (40844965)	東北大学・高度教養教育・学生支援機構・助教  (11301)	

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
---------	---------