

令和 5 年 7 月 1 日現在

機関番号：74329

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K09896

研究課題名(和文) 福島原発事故により放出されたストロンチウム90の人乳歯への蓄積に関する研究

研究課題名(英文) Studies on the accumulation of ⁹⁰Sr emitted from Fukushima No.1 Nuclear Power Plant accident into human milk teeth

研究代表者

井上 一彦 (INOUE, KAZUHIKO)

公益財団法人ルイ・パストゥール医学研究センター・その他部局等・研究員(移行)

研究者番号：30649570

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)：福島原発事故の放射能汚染の人体への影響を、乳歯を用いて⁹⁰Sr量を調査し、2000年から2009年生まれの子乳歯群で⁹⁰Srが各々4.3～7.7mBq/g・Ca検出された。⁹⁰Sr量は東日本、西日本で差は認められなかった。地域性はなく、今回の福島原発事故の影響により、乳歯が汚染されている可能性は少ない。これは、核実験等で大気中に大量のフォールアウトで大地が汚染され、体内にとりこむことにより乳歯に蓄積した量であると考察される。現時点では事故後の人体への影響はないことが明らかにされつつあるが、核実験の影響でヒト乳歯が、年齢を問わず、現在も汚染され続けていることが確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

福島原発事故の放射能汚染の人体への影響を、乳歯を用いて⁹⁰Sr量を調査し、2000年から2009年生まれの子乳歯群で⁹⁰Srが各々4.3～7.7mBq/g・Ca検出された。⁹⁰Sr量は東日本、西日本で差は認められなかった。今回の福島原発事故の影響により、乳歯が汚染されている可能性は少ない。核実験等で大気中に大量のフォールアウトで大地が汚染され、体内にとりこむことにより乳歯に蓄積した量であると考察される。しかし、将来、核戦争や核事故等が起こることが危惧される中、人体への影響を簡便に永久歯、乳歯で調査できた意義は社会的に重要である。

研究成果の概要(英文)：In order to estimate the radionuclide uptake into the human body due to the Fukushima nuclear power plant accident, concentrations of Sr-90 were investigated using deciduous teeth in Japan. 4.3-7.7 mBq/g Ca of Sr-90 were detected in human teeth born between 2000 and 2009. There was no difference in the amount of Sr-90 detected between eastern and western Japan. Since there was no regional difference, it was assumed that the uptake of Sr-90 into deciduous teeth was not due to the Fukushima nuclear power plant accident. The detected Sr-90 was considered to be the amount accumulated in deciduous teeth due to the large amount of fallout from the former atmospheric nuclear tests and the Chernobyl accident. At present, the uptake of Sr-90 in deciduous teeth derived from the accident at Fukushima was below the detection limit, but it was confirmed that the effects of fallout from past nuclear tests, etc., can still be detected in human deciduous teeth today.

研究分野：口腔衛生学，放射線衛生学

キーワード：福島第一原発事故 放射性核種 ストロンチウム90 乳歯 被災牛 電子スピン共鳴法(ESR) チェルノブイリ原発事故 セシウム134、137

様式 C - 19, F - 19 - 1, Z - 19, CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1)2011年3月、日本が初めて経験した国際原子力事象評価尺度で最も深刻な事故(レベル7)とされた東電福島第一原発事故により多量の放射性物質が放出された。気象庁気象研究所が茨城県つくば市で観測した¹³⁷Csの2011年3月における降下量は、大気圏内核実験が行われた頃の値よりも遙かに高く、過去最高1963年6月の50倍以上の 23 ± 0.9 kBq/m²であり、⁹⁰Sr量は 4.1 ± 0.1 Bq/m²で事故前の2-3桁であったと報告した¹⁾。大気中に放出された放射エネルギーはXe-133が11 EBq (10¹⁸) (原子力保安院算出)、ヨウ素131; 0.16 EBq, セシウム137; 15 PBq(10¹⁵), ⁹⁰Sr; 140 TBq(10¹²), ²³⁹Pu; 3.2GBq(10⁹)であると推定されている^{2,3)}。これらのうちヨウ素は甲状腺に取り込まれ、セシウムは筋肉などに分布し、⁹⁰Srは歯、骨にたまり、²³⁹Puは吸入されると肺に沈着するとともに、骨に蓄積するが、²³⁸Pu, ²³⁹⁺²⁴⁰Puは前報告(15K11435)では日本人ヒト乳歯からは検出されなかった。

(2)⁹⁰Srなどの放射性核種が歯に沈着する機序は、CaとSrは同族であり、Caと置換することにより⁹⁰Srが歯の主成分であるハイドロキシアパタイト:Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂に取り込まれると考えられる。²³⁸Pu, ²³⁹⁺²⁴⁰Puは吸入され肺に入るか、食物や飲料水を通して、乳歯にとりこまれると考えられている。内部被曝による線量を推計するためのバイオアッセイのサンプリング材料として、骨採取は困難であるのに対して、歯は抜去され収集することが可能である、乳歯は永久歯に比べ短期間で多くの歯を収集することが可能であるため、原発事故前後の環境に放出された放射性核種(⁹⁰Sr)の人体への移行を調べ、日本人ヒト乳歯から⁹⁰Srは検出されているが(15K11435から継続中)、原発事故の影響が出ているかは確定されていない。

2. 研究の目的

東京電力福島第一原発事故で環境に放出された放射性核種の人体への移行を調べるために、日本全国より乳歯を集め、乳歯中での放射性核種(⁹⁰Sr, ²³⁸Pu, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu)の蓄積を調査している⁴⁾(生年1967~2015年, 2344本, 2023年3月31日現在)。今回は地表に多量に蓄積残存している⁹⁰Sr等の影響を鑑みながら、ヒト乳歯に自然界には存在しない⁹⁰Sr量を今までの報告と比較検討することを目的とする。

3. 研究の方法

ヒト乳歯⁹⁰Sr: 原発事故後より、乳歯を生年別、地域別に収集継続中である。前報告では、乳歯の収集量や可及的に検出限界値を判定するためと地域的な影響を鑑み試料を作成した。埼玉県、東京都1、愛媛県新居浜市、愛媛県八幡浜市、埼玉県、東京都2、愛媛県新居浜市、愛媛県八幡浜市、関東地方{(千葉、埼玉、東京、神奈川)}、東北地方{(宮城、山形、秋田、福島)}、大阪府、愛知県、熊本県、南九州地方{(沖縄、鹿児島)}、東京都3の乳歯15試料と、コントロールとして成人第三大臼歯(1980年生年)の1試料と合計16試料について測定調査した(乳歯; 757本, 成人第三大臼歯; 13本)。その結果: 4.9~7.6mBq/g・Caの⁹⁰Srが検出された(東京都2, 東京都3, 関東地方, 熊本県, 表1)。これらは微量であった。検出限界値を下回ったものが9試料であったが、すべてが生試料で20g以下の試料であった。比較すると⁹⁰Srは被災地である東北地方(宮城, 山形, 秋田, 福島)では検出されず、東京都, 関東地方, 熊本県でやや高い傾向が認められたが、試料群の大きさでバイアスがかかった結果が反映されたもので、地域性を表現しているものでないことが考察される。それらを踏まえ、試料量として20g以上必要であり、広い地域で比較検討することが示唆された。そこで、今回は生年2000年~2009年までの乳歯を選択し、年別に東日本, 西日本, 全国として新たに追加試料を生試料として20g以上の作成し、灰化後⁹⁰Sr量の測定を実施した(表1)。⁹⁰Srは文部科学省放射能測定法シリーズにより実施した⁶⁾。

ヒト乳歯: ¹³⁴Cs¹³⁷Cs; 福島原発事故では多量の¹³⁴Cs, ¹³⁷Csが放出されている。被災牛の臓器への¹³⁴Cs¹³⁷Cs汚染も認められているので、ヒト乳歯(上記同様試料): ¹³⁴Cs, ¹³⁷Csの定量をゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリーに準じて実施した。
被災牛の歯, 下顎骨: ⁹⁰Sr, ¹³⁴Cs¹³⁷Cs, ²³⁸Pu, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu

被災牛の放射能汚染を測定調査するプロジェクトが進行していて、研究に参画している。被災地域大熊牧場(帰還可能地域)と、小丸牧場(帰還困難区域)の数年間被災し死亡した牛の歯と骨の放射性核種(⁹⁰Sr, ¹³⁴Cs¹³⁷Cs, ²³⁸Pu, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu)を測定した。今回、新たに被災牛の多臓器から大量の¹³⁴Cs¹³⁷Csが検出されているため、本来検出されないと思われる硬組織である骨と下顎骨の¹³⁴Cs¹³⁷Cs量はゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリーに準じて測定した。さらに、対照として被災していない北海道、群馬、および鹿児島の牛を使用した。さらに、電子スピン共鳴(ESR)線量測定(歯の放射線被ばくによって生成される安定した不対電子を測定することによって放射線量を評価する確立された方法)を実施した。⁹⁰Sr, ²³⁸Pu, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu計測は文部科学省放射能測定法シリーズにより実施した^{5,6)}。

4. 研究成果

(1) ヒト乳歯⁹⁰Sr:

生年が2000年~2009年までの日本人ヒト乳歯群から⁹⁰Sr量がすべての試料から4.3~7.7mBq/g・Ca検出された(表1)。生試料としてヒト乳歯に関して20g以上の試料はすべて放射性ストロンチウムが検出された。これによって測定にあたってはヒト乳歯、永久歯は20g以上

が必須であることが示唆された。これは、永久歯(埼玉県成人第三大白歯試料群(生年 1980 年)11mBq/g・Ca)や乳歯群(生年 1970~1985 年, 生年不詳, 地域不明)17 mBq/g よりも少なかった⁴⁾。土壤中に⁹⁰Sr が核実験の影響で蓄積されていることから、乳歯形成時期や⁹⁰Sr の土壌分布や食事のデータから鑑みて、検出された⁹⁰Sr は東電福島第一原発事故由来でなく、核実験や核施設の事故等により環境放出されたものが、食生活等を通じて蓄積したと推察される。

スイスのデータでは生年 1994 年乳歯から 30 mBq/g・Ca の⁹⁰Sr が検出されていて^{7, 8)}、日本における推測値としての生年 1993 年の 28 mBq/g・Ca の値とよく一致している⁴⁾。Fall out が非常に高かった時期(1953~1967 年)のデータでは日本: 351 mBq/g・Ca¹⁰⁾、スイス: 421 mBq/g・Ca⁶⁾で、スイスのデータがやや高いことが示唆された。成人第三大白歯の⁹⁰Sr の蓄積の比較では生年 1955 年の最大値 117 mBq/g・Ca¹¹⁾から 11 mBq/g・Ca (生年 1980 年)へ減衰していた。今回の結果は、物理的半減期よりも早く減衰しており環境中の挙動も反映していることが示唆された。欧州のデータ等と比較しつつ、生年別、地域別に継続して調査していることは、基礎データとして今後の汚染の指標となり得る。⁹⁰Sr のヒト乳歯への蓄積は、欧州の方が若干高いことが認められた。経口も含む内部被ばくの評価では、行動調査が重要であるが、当時の複雑な事情もあり、福島県民健康調査でも比較的線量が高い人々からの回収が低く、その知見はいまだに十分には得られていない。このため、事故の影響を正確に見積もるにはこのようなバイオアッセイも有益だと考えられ、乳歯への蓄積の機序からも事故後に出生した児童を対象にした注意深い調査の継続が望まれる。

ヒト乳歯: ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs; 検出されなかった。

しかし、被災牛の歯、下顎骨から検出されているので、今後被災動物や硬組織への蓄積の機序等を調査する必要がある。歯から検出されている報告も存在する¹³⁾。

(2) 被災牛

⁹⁰Sr: 臼歯: 小丸牧場: 1000mBq/gCa, 大熊牧場: 170mBq/gCa

下顎骨: 小丸牧場: 900 mBq/gCa, 大熊牧場; 140 mBq/gCa であった。

¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs: 臼歯; 小丸牧場 ¹³⁷Cs 855 ± 24, ¹³⁴Cs: 791 ± 97 (Bq/kg)

大熊牧場: ¹³⁷Cs: 60.6 ± 1.7, ¹³⁴Cs: 60.7 ± 9.9 (Bq/kg)

対象群(被災していない牛前歯): ⁹⁰Sr; 9-11 mBq/gCa(ヒト乳歯, 永久歯と同レベル)

¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs; 未検出

²³⁸Pu, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu: 臼歯, 下顎骨とも検出されなかった。検出の論文も存在するので精査していく⁹⁾。土壌や空間線量の高い小丸牧場の被災牛の方が歯、骨とも⁹⁰Sr, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs の蓄積量が多いことが確認された。本来、¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs は主に筋肉や軟組織に蓄積されるといわれているが、被災牛の下顎骨と歯から多量に検出された。実際に硬組織に蓄積されたものか、有機質に多量にあることが反映されて定量値となったものかを、今後イメージングプレート等を用いて精査する必要がある。被災牛の歯の ESR の結果は近似的に表現できた。対照群では ESR 信号を示す歯はなかった。

(3) チェルノブイリとの比較: チェルノブイリ事故の後、南ウクライナにおいて 1,000 本の歯牙が収集され年齢性別別に 18 群の⁹⁰Sr 量の比較検討が行われ、各群は地上核実験が行われた時期のデータよりも少ないが、原発事故処理に従事したと思われる 25~45 歳の男性のグループに⁹⁰Sr の歯牙への蓄積が多く認められたとの報告がある¹²⁾。乳歯の検討である本プロジェクトとは若干異なるが、結果が得られた後には、詳細な検討を予定している。

(4) 今後の研究計画: 乳歯の形成は胎生期から出生時にかけて行われるので、福島原発事故による影響は生年が 2011 年以降の乳歯である。2011 年以降と 2000 年以前に生まれたヒト乳歯の調査を続ける必要がある。生年別、地域別に 20 g 以上の試料を揃え、被災地での収集を強化し、共同研究を推進していく。

5. 結論

日本において、福島原発事故の放射能汚染の人体への影響を、乳歯を用いて⁹⁰Sr 量を調査し、2000 年から 2009 年生まれたヒト乳歯群で⁹⁰Sr が 4.3~7.7mBq/g・Ca 検出された(表 1, 16 試料)。⁹⁰Sr 量は東日本、西日本で差は認められなかった。地域性はなく、今回の福島原発事故の影響により、乳歯が汚染されている可能性は少ない。これは、核実験等で大気中に大量のフォールアウトで大気が汚染され、体内にとりこむことにより乳歯に蓄積した量であると考察される。現時点では事故後の人体への影響はないことが明らかにされつつあるが、核実験の影響でヒト乳歯が、年齢を問わず、現在も汚染され続けていることが確認された。日本では 2000 年以前と 2011 年以降に生まれたヒト乳歯の調査を続ける必要がある。また、国際協力を得て世界的に継続して地域別、国家別にヒト永久歯や乳歯の⁹⁰Sr 量を調査していく事が、今後のテーマと考えられる。

表1 日本におけるヒト乳歯への放射性核種の蓄積データまとめ

生年	地域	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs	本数	灰化後重量 (g)
2000年	全国	6.6±0.9	*	70本	31.3
2001年	東日本	5.8±0.8	*	61本	24.0
2001年	西日本	4.3±0.7	*	68本	27.8
2002年	東京都2	4.9±1.5	**	80本	29.3
2002年	全国	5.4±0.9	*	78本	29.7
2002-2004年	熊本県	5.1±1.6	**	83本	19.5
2002-2004年	関東地方(千葉, 埼玉, 東京, 神奈川)	6.9±1.7	**	113本	37.5
2004年	東京都3	7.6±2.3	**	54本	13.5
2005年	東日本	5.2±0.6	*	185本	45.1
2005年	西日本	6.7±0.1	*	121本	29.2
2006年	東日本	6.4±0.9	*	199本	33.8
2006年	西日本	7.7±0.9	*	123本	21
2007年	東日本	5.0±0.9	*	123本	22.5
2007年	西日本	5.5±1.0	*	81本	14.9
2008年	全国	5.7±0.8	*	129本	22.6
2009年	全国	5.0±0.8	*	120本	20
1980年	埼玉県 成人第三大白歯	11.0±0.2	**	13本	14

西暦：生年 単位：mBq/gCa *：検出限界以下 **：未測定 測定値：2011.3.11 時点に換算

乳歯：2115本 成人第三大白歯：13本，総合計：2128本 黄帯赤字は前回測定

<引用文献>

青山道夫，五十嵐康人：福島第一原子力発電所事故に伴う大気・海洋の人工放射能の変動，気象研究所．<http://mri-3.mri-jma.go.jp/Topics/H23/Happyoukai2011/2011Happyou05.pdf>

原子力安全・保安院，「東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に係る1号機，2号機及び3号機の炉心の状態に関する評価について，

<http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/6017222>

放射性物質放出量データの一部誤りについて，

<http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/9395049/www.meti.go.jp/press/2011/10/20111020001/20111020001.pdf>

原子力安全委員会，福島第一原子力発電所から大気中への放射性核種（ヨウ素131，セシウム137）の放出総量の推定的試算値について，

<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001eap9-att/2r9852000001eawy.pdf>

井上一彦，山口一郎：福島第一原発事故により放出された放射性核種

（ストロンチウム，プルトニウム）のヒト乳歯への蓄積に関する研究，日本環境臨床医学（Jpn J Clin Ecol），Vol.22，No.2，2013.

環境試料中プルトニウム迅速分析法，文部科学省，平成14年，

<https://www.kankyo-hoshano.go.jp/series/lib/No28.pdf>

放射性ストロンチウム分析法，文部科学省，平成15年改訂，

<https://www.kankyo-hoshano.go.jp/series/lib/No2.pdf>

Froidevaux P et al: ⁹⁰Sr in deciduous teeth from 1950 to 2002: the Swiss experience. Sci Total Environ. 31;367(2-3):596-605, 2006.

Froidevaux P: Plutonium from above-ground nuclear tests in milk teeth: investigation of placental transfer in children born between 1951 and 1995 in Switzerland. Environ Health Perspect. 116(12):1731-4, 2008.

湯川雅枝，前田智子，滝沢行雄：人体臓器中の²³⁹⁺²⁴⁰Pu濃度，第28回環境放射能調査研究成果論文抄録集，科学技術庁，東京，139 - 141，1986.

永井 充，石井俊文：乳歯中の⁹⁰Srについて，第19回環境放射能調査研究成果論文抄録集，科学技術庁，東京，1977，p155.

Moriyo Hinoide, Makoto, Yamamoto, Kazuhiko Inoue, Hideo Nakamura, Susumu Imai: RADIOACTIVITY SURVEY DATA in Japan, Number99, November1992.

Kulev YD, Polikarpov GG, Prigodey EV, Assimakopoulos PA. Strontium-90 concentrations in human teeth in south Ukraine, 5 years after the Chernobyl accident. Sci Total Environ. 1994 Oct 28;155(3):215-9.

M. Nemcova, *et al.*: A Study on the Distribution of ⁸⁵Sr and ¹³⁴Cs Radionuclides ... Nuclear Technology & Radiation Protection: Year 2020, Vol. 35, No. 4, pp. 361-371.

主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

井上一彦, 山口一郎, 佐藤 勉, 村田貴俊, 今井 奨, 野村義明, 花田信弘: 福島原発事故により放出された放射性核種(⁹⁰Sr, ²³⁸Pu, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu)のヒト乳歯への蓄積の推移に関する研究 第1報, 福島第一原発事故による周辺生物への影響に関する専門研究会報告書, 査読有, 172-189, 2016. http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/PUB/report/04_kr/img/ekr015.pdf

井上一彦, 山口一郎, 村田貴俊, 今井 奨, 野村義明, 花田信弘, 佐藤 勉, 櫻井四郎: 福島原発事故等により放出された放射性核種(⁹⁰Sr, ²³⁸Pu, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu)のヒト乳歯への蓄積の推移に関する研究, NMCC 共同利用研究成果報文集 23 (2016年), 査読有, <https://www.jrias.or.jp/report/pdf/2016-23J1.2.18.pdf>

〔学会発表〕(計9件)

井上一彦, 山口一郎, 夏堀雅宏: 福島第一原発事故により被災した牛の歯を用いた電子スピン共鳴法による線量測定(予備的検討) 第5回福島第一原発事故による周辺生物への影響に関する勉強会, 2018年.

井上一彦, 中井康博, 三宅 実, 山口一郎, 志村 勉, 櫻田尚樹, 夏堀雅宏: 牛の歯を用いた電子スピン共鳴法による線量測定, ESR 応用計測・ルミネッセンス年代測定・FT 研究会 2018年度合同研究会, 2018年.

井上一彦, 山口一郎, 佐藤 勉, 村田貴俊, 今井 奨, 野村義明, 花田信弘: 福島第一原子力発電所事故により放射された放射性核種(プルトニウム239, ストロンチウム90)のヒト乳歯へ蓄積に関する研究, 第2報 日本と欧州の比較, 第4回福島第一原発事故による周辺生物への影響に関する勉強会, 2017年.

〔図書〕(計1件)

Fukumoto Manabu(Ed.), Kazuhiko Inoue, Ichiro Yamaguchi, Masahiro Natsuhori: Low-Dose-Rate Radiation Effects on Animals and Ecosystems, Preliminary Study on Electron Spin Resonance Dosimetry Using Affected Cattle's Teeth due to the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, Springer Nature, 2019.

ISBN 978-981-13-8218-5, <https://www.springer.com/gp/book/9789811382178#aboutBook>

研究組織

研究分担者氏名: **山口 一郎**

ローマ字氏名: YAMAGUCHI ICHIRO

所属研究機関名: 国立保健医療科学院

部局名: 生活環境研究部

職名: 上席主任研究官

研究者番号(8桁): 50311395

研究分担者氏名: **花田 信弘**

ローマ字氏名: HANADA NOBUHIRO

所属研究機関名: 鶴見大学

部局名: 歯学部

職名: 教授

研究者番号(8桁): 70180916

研究分担者氏名: **佐藤 勉**

ローマ字氏名: SATO TSUTOMU

所属研究機関名: 公益財団法人ルイ・パストゥール医学研究センター

部局名: その他部局等

職名: 研究員(移行)

研究者番号(8桁): 60130671

研究分担者氏名: **野村 義明**

ローマ字氏名: NOMURA YOSHIAKI

所属研究機関名: 鶴見大学

部局名: 歯学部

職名: 学内教授

研究者番号(8桁): 90350587

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、研究者個人に帰属されます。

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Ichiro Yamaguchi , Kazuhiko Inoue , Masahiro Natsuhori , Chryzel Angelica B. Gonzales , Hiroshi Yasuda , Yasuhiro Nakai , Minoru Miyake , Harold M. Swartz	4. 巻 11
2. 論文標題 L-Band Electron Paramagnetic Resonance Tooth Dosimetry Applied to Affected Cattle Teeth in Fukushima	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Sciences	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） 10.3390/app11031187	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 S. Toyoda, K. Inoue, I. Yamaguchi, M. Hoshi, S. Hirota, T. Oka, T. Shimazaki, H. Mizuno, A. Tani, H. Yasuda, C.A.B. Gonzales, K. Okutsu, A. Takahashi, N. Tanaka, A. Todaka	4. 巻 6月号
2. 論文標題 Interlaboratory comparison of EPR tooth enamel dosimetry with investigations of the dose responses of the standard samples	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Radiation Protection Dosimetry	6. 最初と最後の頁 1-15
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 該当する

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 1件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Toyoda, S., Inoue, K., Yamaguchi, I., Hoshi, M., Hirota, S., Oka, T., Shimazaki, T., Mizuno, H., Tani, A., Yasuda, H., Gonzales, C., Okutsu, K., Takahashi, A., Tanaka, N., Todaka, A.
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 EPRBioDose2022（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口一郎, 中井康博, 三宅 実, 廣田誠子, クリーゼル ゴンザレス, 保田浩志, 井上一彦
2. 発表標題 人の白歯を対象にした L band 電子スピン共鳴法を用いた線量測定法における歯の幾何学的な条件が及ぼす影響
3. 学会等名 ESR応用計測研究会ルミネッセンス年代測定研究会フィッション・トラック研究会2020年度合同研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 戸高安曇, 豊田 新, 舘 萌々子, 島崎達也, 岡 壽崇, 山口一郎, 井上一彦, 保田浩志, 廣田誠子, 谷 篤史, 三宅 実, 水野秀之, 星 正治
2. 発表標題 人の歯のエナメル質の標準試料作成に向けて - 試料処理方法による信号生成効率の比較
3. 学会等名 ESR応用計測研究会ルミネッセンス年代測定研究会フィッション・トラック研究会2020年度合同研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuhiko INOUE, Ichiro YAMAGUCHI, Masahiro NATSUHORI, Susumu IMAI, Nobuhiro HANADA,
2. 発表標題 Preliminary study on electron spin resonance (ESR) dosimetry using the teeth of cattle affected by the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FNPP) accident
3. 学会等名 The 68th General Meeting of Japanese Society for Oral Health
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口一郎, 井上一彦, 夏堀雅宏
2. 発表標題 Lバンド電子スピン共鳴法を用いた 被災牛歯の非破壊的な放射線量測定
3. 学会等名 第56回アイソトープ・放射線研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上一彦, 山口一郎, 今井奨, 花田信弘
2. 発表標題 福島原発事故により放出された放射性核種の人乳歯への蓄積に関する研究
3. 学会等名 第6回 福島第一原発事故による周辺生物への影響に関する勉強会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上一彦, 山口一郎, 夏堀雅宏
2. 発表標題 福島第一原発事故により被災した牛の歯を用いた電子スピン共鳴法による線量測定 (予備的検討)
3. 学会等名 第5回福島第一原発事故による周辺生物への影響に関する勉強会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上一彦, 中井康博, 三宅実, 山口一郎, 志村勉, 樺田尚樹, 夏堀雅宏
2. 発表標題 牛の歯を用いた電子スピン共鳴法による線量測定
3. 学会等名 ESR応用計測・ルミネッセンス年代測定・FT研究会 2018年度合同研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuhiko INOUE, Ichiro YAMAGUCHI, Tsutomu SATO, Masahiro NATSUHORI
2. 発表標題 Preliminary study on electron spin resonance (ESR) dosimetry using the teeth of cattle affected by the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) accident
3. 学会等名 The 3rd International Congress of Environment (国際学会) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 井上一彦, 山口一郎, 佐藤 勉, 夏堀雅宏
2. 発表標題 福島原発事故により放出された放射性核種(Cs-137, 134, Sr-90, Pu-238, 239 + 240)の被災牛の歯牙, 骨の蓄積に関する研究 (第1報)
3. 学会等名 第7回 福島原発事故による周辺生物への影響に関する勉強会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Manabu Fukumoto, Kazuhiko Inoue, Ichiro Yamaguchi, Masahiro Natsuhori	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer Nature	5. 総ページ数 250
3. 書名 Low-Dose-Rate Radiation Effects on Animals and Ecosystem 12. Preliminary Study on Electron Spin Resonance Dosimetry Using Affected Cattle's Teeth due to the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident	

〔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	山口 一郎 (YAMAGUCHI ICHIRO) (50311395)	国立保健医療科学院・その他部局等・上席主任研究官 (82602)	
研究分担者	花田 信弘 (HANADA NOBUHIRO) (70180916)	鶴見大学・歯学部・教授 (32710)	
研究分担者	佐藤 勉 (SATO TSUTOMU) (60130671)	公益財団法人レイ・バストゥール医学研究センター・その他部局等・研究員(移行) (74329)	
研究分担者	野村 義明 (NOMURA YOSHIKAKI) (90350587)	鶴見大学・歯学部・学内教授 (32710)	

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