

令和 6 年 9 月 6 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K10027

研究課題名（和文）内部被ばくの分子病理学的影響検出と周辺細胞のPatho-マイクロドジメトリー解析

研究課題名（英文）Detection of Molecular Pathological Effects of Internal Exposure and Patho-Microdosimetric Analysis of the Surrounding Cells

研究代表者

七條 和子（SHICHIJO, Kazuko）

長崎大学・原爆後障害医療研究所・客員研究員

研究者番号：90136656

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）：福島原発事故後12年を迎えた日本では、放射線の作用が腫瘍発生制御の関心事で、基礎的研究が重要である。体内残留放射能が内部被ばくとして人体に及ぼす影響を分子病理学的に検出し組織細胞のマイクロドジメトリーとの関連を検討した。カザフスタン国立核研究センター原子炉で放射性MnO<sub>2</sub>をラットに暴露した。放射化Mn-56微粒子による被曝吸収線量0.11Gyの肺では6時間から180日後には、出血、気腫、無気肺、肉芽腫など重篤な病態とエラスチン異常沈着が見られ、Fe元素と共存するMn<sup>2+</sup>を肺に認めた。1.48Gyの小腸では、炎症、短縮と幹細胞損傷、Mn<sup>2+</sup>を同定し、外部被ばく線量では見られない病理変化を認めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

原爆被ばく線量の評価には、一次放射線による外部被ばくと更に留放射能微粒子による内部被ばくの影響を解明する必要がある。これは、原発事故での放射性微粒子被ばくの影響評価においても重要である。福島原発事故後、放射線の作用は腫瘍発生に関する研究の中で最も関心事となり基礎研究の重要性が増している。内部被ばくが局所的な高線量をもたらして細胞レベルで大きな影響を与えているのか。実験では細胞増殖能や出血などの病態とPatho-マイクロドジメトリーとしての検討が一致し、局所的高線量が大きな生体影響を与えた。内部被ばく線量とその病理学的意義を研究することで、人体残留放射能の生物学的影響が肺と腸管で明らかになる。

研究成果の概要（英文）：12 years after the Fukushima nuclear accident, radiation effects are of interest in the control of tumorigenesis and basic research is important. This study is aimed to detect the effects of residual radioactivity in the body on the human body as internal exposure by molecular pathology and to examine the relationship with microdosimetry of tissue cells. Rats were exposed to radioactive MnO<sub>2</sub> by irradiation in the nuclear reactor of the National Nuclear Research Center of Kazakhstan. In the lungs exposed to an absorbed dose of 0.11 Gy with activated Mn-56 particles, severe pathology including hemorrhage, emphysema, atelectasis, and granuloma and abnormal deposition of elastin were observed from 6 hours to 180 days later, and Mn<sup>2+</sup> coexisting with Fe elements was found in the lungs; in the small intestine at 1.48 Gy, inflammation, shortening, stem cell damage, and Mn<sup>2+</sup> were identified, and along with the lungs, pathological changes not seen with external exposure doses.

研究分野：実験病理

キーワード：内部被ばく 原子爆弾 放射性微粒子 DNA損傷 肺 小腸 幹細胞 XAFS解析

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

1945年8月9日長崎に投下された原子爆弾はプルトニウム爆弾である。爆弾は地上約500mで爆発した。その後24年経った長崎の土壤中に残留プルトニウムが存在することが坂上ら( )によって報告された。彼らは物理学的半減期が24000年でアルファ壊変するプルトニウムの放射能濃度を放射線検出器で測定した。一方、私達は、原爆被爆者について人体に放射性物質の残存を報告した( )。プルトニウム放射能濃度とプルトニウムから放出されるアルファ粒子のエネルギーから吸収線量率を求め、生物学的半減期40年で20年間被ばくすると肝臓組織の平均的な吸収線量は0.00867Gyという低い値を得た。原爆被爆者における放射線障害は投下中心地からの距離を指標にする外部被ばく線量によって厳密にリスク評価されるので、近距離被爆者のこの値は人体に影響する値ではないと考えられた。そこで、内部被ばくの特異的作用として局所的な吸収線量から細胞レベルの生物効果に着目し、アルファ飛跡末端近く(Bragg peak)における細胞核の線量を算出した。結果、そのアルファ粒子が当たった肝細胞の核では1.29Gy、胆管細胞核では3.35Gyと高線量を示した。このことは、内部被ばくにおける細胞局所への影響の重要性を示すものである( )。入市被爆者の外部被ばく線量については、個人の行動パターンが異なり推定が困難ではあるが、平均的には少ないものと考えられる。しかしながら、入市被爆者における染色体異常( )や、1986年4月のチェルノブイリ原子力発電所事故のフォールアウト汚染地域で内部被ばく住民に起こった甲状腺がんの多発は、内部被ばくに起因する放射線の人体に及ぼす影響の重大性を示している。私達は既に、原爆被爆者のがん発生の前段階に遺伝子不安定性が関与することを報告し( )、トロトラス内部被ばく症例の肝臓病理標本では、アルファ粒子飛跡に共存した遺伝子不安定性を認めた。トロトラスは自然アルファ放射線源であり、肝臓に沈着し、肝臓がんを発症する。連携研究者らは発癌とアルファ線についての分子病理レベルでの解析を行った( )。カザフスタンのセメイ医科大学との共同研究でラット内部被ばく実験を行い、線量が低い(0.1Gy)にも関わらず小腸の細胞増殖亢進は2か月後も持続し、文献的に外部照射8Gyで認められる肺の病理変化(出血と気腫など)を認めた( )。本研究では、現在、内部被ばく実験で得られたラット組織標本の放射性<sup>56</sup>MnO<sub>2</sub>沈着組織周辺の細胞についてPatho-マイクロドジメトリーを検討する。内部被ばくが局所的な高線量をもたらしてそれが細胞レベルで大きな影響を与えているのか、細胞増殖能や出血などの病態とPatho-マイクロドジメトリーとしての検討が一致するかどうか、局所的高線量が大きな生体影響を与えるのかを問う。

### 2. 研究の目的

内部被ばくは、生物学的半減期 物理学的半減期によって被爆後急速に減衰する。生存されている被爆者では生物学的半減期により、残放射能を検出することは不可能である。そこで本研究では“放射性 Mn-56 内部被ばく実験”に着目し、内部被ばく線量とその病理学的意義を検討することを目的とした。これは、広島大学との共同研究の一部である。「広島原爆において入市1日目の入市被爆者の死亡率が高い。」という疫学的データを踏まえた実験で、原爆からの中性子線放射化された物質のうち内部被ばくで主要なものとして放射性 Mn-56 が特定されている。放射化された土中の MnO<sub>2</sub> 微粒子が大気中に多量に舞い、これを吸い込むことで、早期入市者に内部被ばくが引き起こされたと考えられる。日本では放射線管理上の理由で実験が困難なためカザフスタン国立核研究センターの IVG.1M 原子炉で行い、MnO<sub>2</sub> 粉末に中性子線(4 x 10<sup>14</sup> n/cm<sup>2</sup>)を照射して得られた放射性<sup>56</sup>MnO<sub>2</sub>をラットに暴露する。組織内に沈着する MnO<sub>2</sub> 粒子(放射性 Mn-56 ball)近傍の主な線吸収線量を指標とした分子病理学的評価を行う。原爆被ばく線量の評価には、一次放射線による外部被ばくと更に留放射能微粒子による内部被ばくの影響を解明する必要がある。これは、原発事故での放射性微粒子被ばくの影響評価においても重要である。福島原発事故後、放射線の作用は腫瘍発生に関する研究の中で最も関心事となり、基礎研究の重要性が増している。内部被ばく線量とその病理学的意義の研究は、人体残留放射能の生物学的影響を明らかにする糸口になると期待される。

### 3. 研究の方法

(1) 現在既にあるラット内部被ばく病理標本を収集し、遺伝子不安定性および病理所見を指標とする画像のデータベースを作った。

(2) Patho-マイクロドジメトリー；遺伝子不安定性マーカーとしては、4種のマーカーを検出する。即ち、病理標本について免疫染色による in vivo での正確な BIODOSIMETRY マーカー( ) DNA 損傷系タンパク質 gammaH2AX および炎症の指標として AIM2 (absent in melanoma 2) の検出、H&E 染色による細胞核異型と TUNEL 法による DNA 障害である細胞核のアポトーシス像を観察した。これらを精査し、遺伝子不安定性レベルを分子病理学的に定量解析した。<sup>56</sup>MnO<sub>2</sub> 沈着病理標本における XAFS 解析(X-ray Absorption Fine Structure: 照射 X 線の内殻電子励起による吸収による元素分析)( )は、東京大学筑波高エネルギー加速器研究機構にて行い、<sup>56</sup>MnO<sub>2</sub> を標本上に同定し、内部被ばく放射線量を照合した。

(3) 放射性 Mn-56 ball の吸収線量は、主に線によるもので、微粒子 5 μm で粒子表面線量

が 8.05Gy、10 μm で 15.5Gy と算出されたので分子病態への影響の内部被ばく線量依存性を Patho-マイクロドジメトリ - として検討した。

(4) ラット標本の放射性 Mn-56 ball 沈着組織周辺の細胞における Patho-マイクロドジメトリーの結果を踏まえて、人体病理との関連性について考察した。

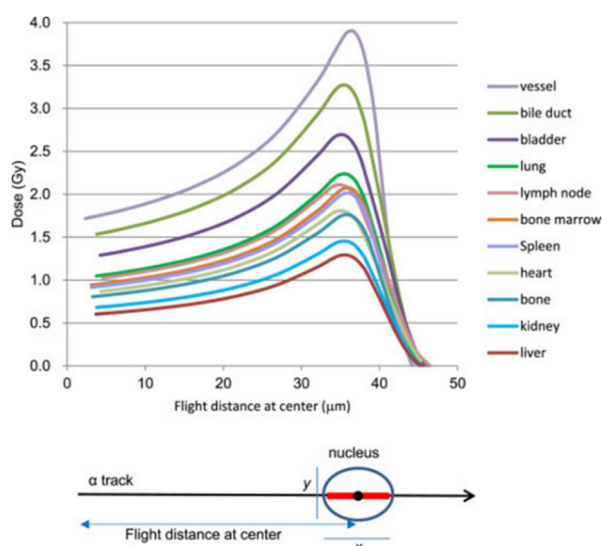
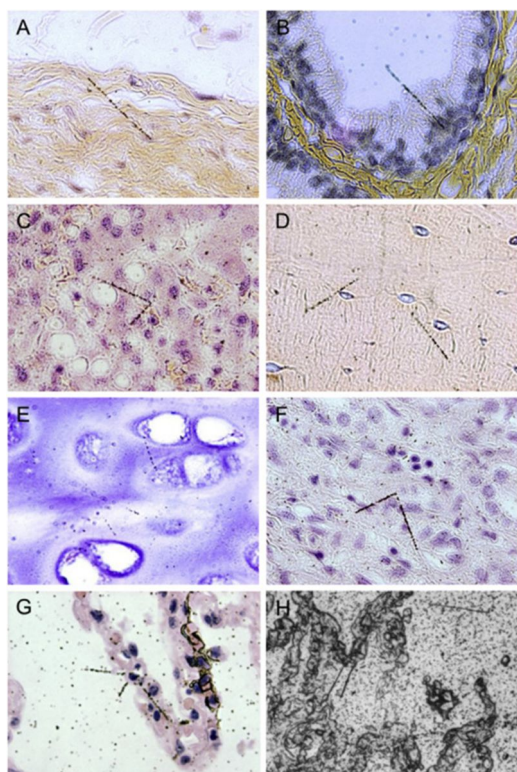
#### 4. 研究成果

(1) 私達は長崎原子爆弾の Pu-239 由来 粒子飛跡を近距離被爆者の病理標本上に確認し、それをもとに内部被ばくの科学的証拠を初めて示し、論文化した。平均組織吸収線量は 0.00867Gy とごく僅かで、人体に影響する値ではないと考えられた。しかし、粒子飛跡周辺細胞では、粒子が細胞核を通過する際の局所的線量は高線量(3.35Gy) となった。内部被ばくは生物学的半減期・物理学的半減期によって被爆後人体内から急速に減衰する事から生存被爆者で残存放射能を検出することは不可能である。

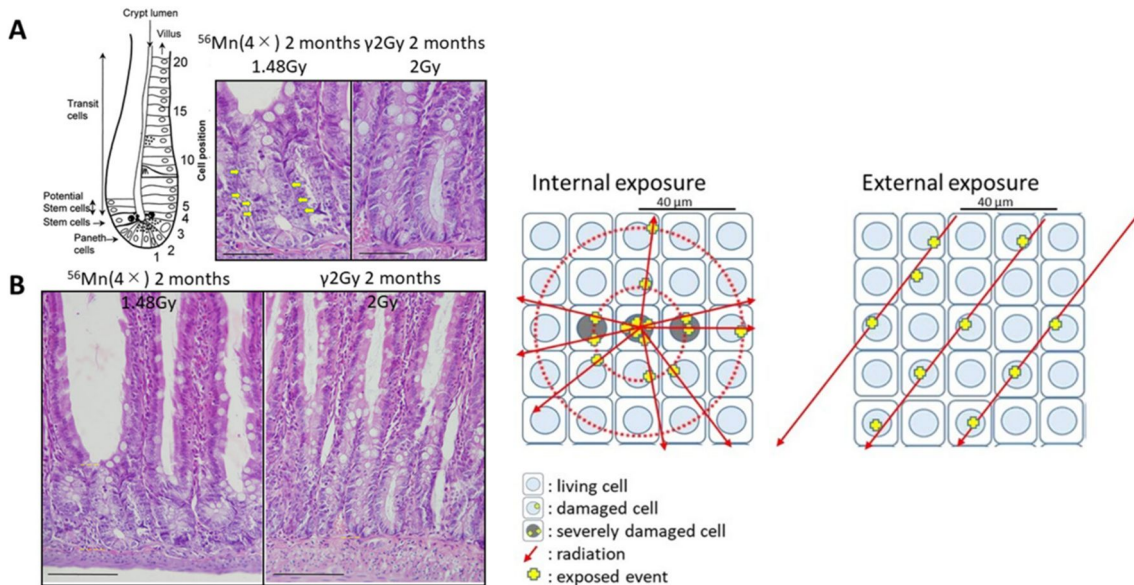
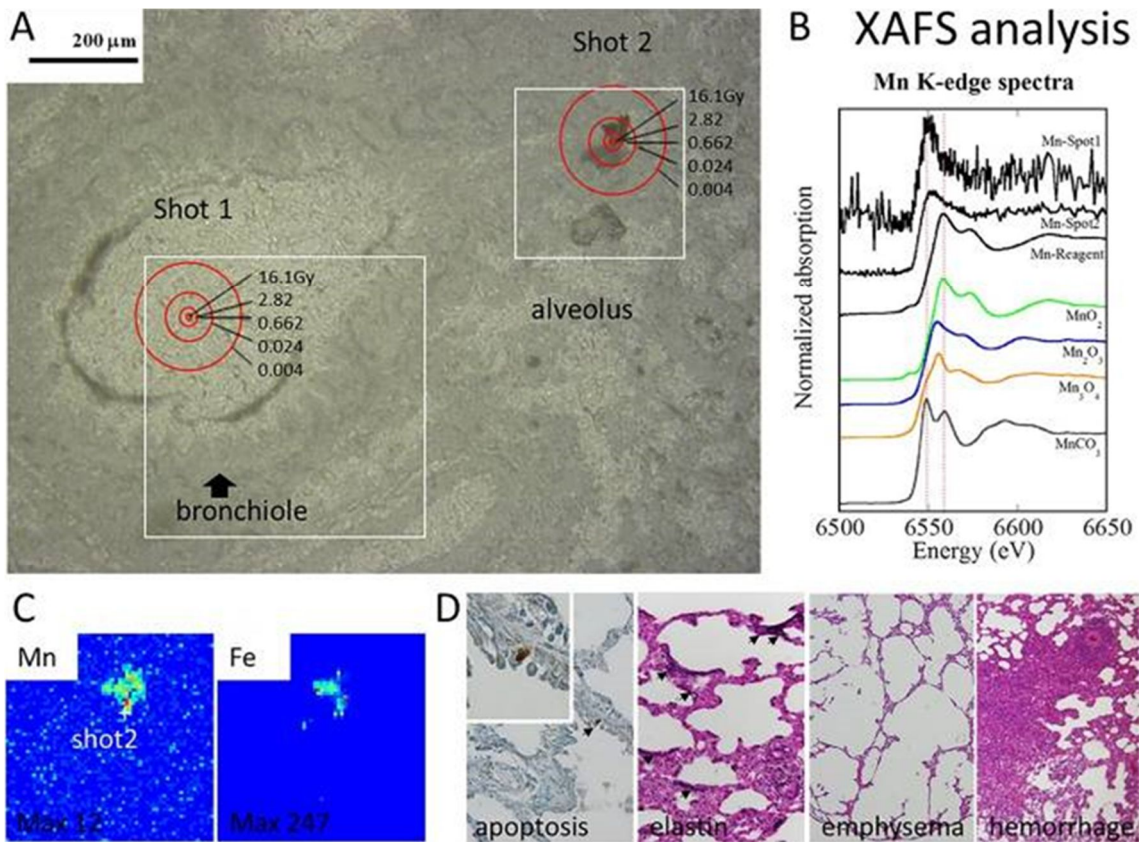
(2) セメイ医科大学(カザフスタン)と共同研究で内部被ばく線量を変えた実験(Mn-56x1, x2, x3)を行い病理標本採取した。既存のラット内部被ばく病理標本の画像のデータベースを作り定量解析した。MnO<sub>2</sub> を放射化して得た Mn-56 微粒子を曝露した各臓器の内部被曝による被曝吸収線量推定値は、全身 0.14 Gy、小腸 1.48Gy、肺 0.11Gy、他の臓器ではそれ以下であった。気腫、出血、炎症が 6 時間から 180 日後まで引き続き、180 日後には高度の炎症細胞浸潤と肺炎、無気肺、肉芽腫、高度の出血など 60Co-2 Gy 外部照射群では病理学的変化が観察されない 0.1Gy でも重篤な所見が認められた。

(3) XAFS 解析を行い <sup>56</sup>MnO<sub>2</sub> を標本上に同定し、特に Fe 元素との共存を認めた。主に 線による放射性 Mn-56 ball の吸収線量は、微粒子径 5 μm で粒子表面線量が 8.05Gy、10 μm で 15.5Gy と算出された。

(4) 遺伝子不安定性マーカー発現を指標として分子病態への影響の内部被ばく線量依存性を Patho-マイクロドジメトリ - として検討した。さらに、得られたラット標本における局所的高線量被曝と放射性 Mn-56 ball 沈着組織周辺の細胞における傷害をとらえた Patho-マイクロドジメトリーを踏まえた新知見から見える“人体病理との関連性”について、肺では、気腫、出血と無気肺、腸管では炎症、短縮と幹細胞損傷が認められた。放射線災害などを見据えた考察が期待された。







(A; Potten CS, 2001)

<引用文献>

- Sakanoue M, Tsuji T. Plutonium content of soil at Nagasaki. *Nature* 234:92-93, 1971  
 七條和子、高辻俊宏、福本学、松山睦美、中島正洋、中山敏幸、関根一郎 長崎原爆被爆者の剖検・パラフィン標本を用いた残留放射能の検出法 その2 広島医学会雑誌別冊 63(4):265-266, 2010  
 Shichijo K et al. Autoradiographic analysis of internal plutonium radiation exposure in Nagasaki atomic bomb victims. *Heliyon*, 2018  
 鎌田七男他、8月6日入市被爆者白血病の発生増加について 長崎医学会雑誌 81:245-249, 2006  
 Naruke et al, *Cancer* 115:3782-3790, 2009  
 Yamamoto Y, Usuda N, Takatsuji T, Kuwahara Y, Fukumoto M. *Radiat Res* 171:494-503, 2009  
 Shichijo et al. Internal exposure to neutron-activated <sup>56</sup>Mn dioxide powder in Wistar rats - Part 2: pathological effects. *Radiat Environ Biophys* DOI

10.1007/s00411-016-0676-z, 2017

Bhogal N E. et al. Late residual H2AX foci in murine skin are dose responsive and predict radiosensitivity in vivo. *Radiation res* 93:542-546, 2010

Takahashi Y, Manceau A, Georoy N, Marcus MA, Usui A. Chemical and structural control of the partitioning of Co, Ce, and Pb in marine ferromanganese oxides. *Geochim Cosmochim Acta* 71:984-1008, 2007.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 17件／うち国際共著 6件／うちオープンアクセス 14件）

1. 著者名 Mutsumi Matsuu-Matsuyama, Kazuko Shichijo, Takashi Tsuchiya, Masahiro Nakashima.	4. 巻 64
2. 論文標題 The effects of cystine and theanine mixture on the chronic survival rate and tumor incidence of rats after total body X-ray irradiation.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of radiation research	6. 最初と最後の頁 738-742
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/jrr/rrad047	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 Kazuko Shichijo, ToshihiroTakatsuji, Darkhan Uzbekov, Nailiya Chaizhunusova, Dariya Shabdarbaeva, Minako Kurisu, YoshioTakahashi, Valeriy Stepanenko, AlmasAzhimkhanov, Masaharu Hoshi.	4. 巻 13
2. 論文標題 Radiation makes cells select the form of death dependent on external or internal exposure: apoptosis or pyroptosis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 12002-12014
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-023-38789-0	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 該当する

1. 著者名 Shichijo K, Takatsuji T	4. 巻 63(S1)
2. 論文標題 Pathological observation of the effects of exposure to radioactive microparticles on experimental animals.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 i26-i37
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/jrr/rrac045	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 Stepanenko V, Sato H, Fujimoto N, Shichijo K, Toyoda S, Kawano N, Endo S, Kaprin A, Ivanov S, Shegay P, Petukhov A	4. 巻 63(S1)
2. 論文標題 External dose estimates of laboratory rats and mice during exposure to dispersed neutron-activated <sup>56</sup> Mn powder.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 i16-i20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/jrr/rrac032	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 Stepanenko V, Kaprin A, Ivanov S, Shegay P, Viktoria B, Sato H, Shichijo K, Toyoda S, Kawano N, Ohtaki M, Fujimoto N, Endo S, Chaizhunusova N, Shabdarbaeva D, Zhumadilov K, Hoshi M	4. 巻 63(S1)
2. 論文標題 Microdistribution of internal radiation dose in biological tissues exposed to 56Mn dioxide microparticles.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 i21-i25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rrac023	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 Matsuyama M, Shichijo K, Matsuda K, Fujimoto N, Kondo H, Miura S, Kurashige T, Nagayama Y, Nakashima M.	4. 巻 11
2. 論文標題 Age-dependent effects on radiation-induced carcinogenesis in the rat thyroid	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 19096
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-98481-z.	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 Ihara M, Shichijo K, Ashizawa K, Matsuda K, Otsubo R, Horie I, Nakashima M, Kudo T	4. 巻 61
2. 論文標題 Relationship between thyroid tumor radiosensitivity and nuclear localization of DNA-dependent protein kinase catalytic subunit	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Radiat Res	6. 最初と最後の頁 511-516
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rraa032	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 Stepanenko V, Zhumadilov K, Hoshi M, Zhunussov YT, Endo S, Ohtaki M, Otani M, Fujimoto N, Shichijo K, Kawano N, Sakaguchi A, Chaizhunusova N, Shabdarbaeva D, Gnyrya V, zimkhanov A, Kaprin A, Ivanov S, Yaskova E, Belukha I, Kolyzhenkov T, Petukhov A, Bogacheva V.	4. 巻 59
2. 論文標題 Internal doses in experimental mice and rats following various exposures to neutron-activated 56MnO2 powder: results of international multicenter study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radiation and Environmental Biophysics	6. 最初と最後の頁 683-692
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00411-020-00870-x	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

1. 著者名 Matsuyama M, Shichijo K, Tsuchiya T, Kondo H, Miura S, Matsuda K, Sekine I, Nakashima M	4. 巻 78
2. 論文標題 Protective effects of a cystine and theanine mixture against acute radiation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environmental Toxicology and Pharmacology	6. 最初と最後の頁 103395
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.etap.2020.103395	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 Shichijo K, Takatsuji T, Abishev Z, Uzbekov D, Chaizhunusova N, Shabdarbaeva D, Niino D, Kurisu M, Takahashi Y, Stepanenko V, Azhinkhanov A, Hoshi M.	4. 巻 8
2. 論文標題 Impact of local high doses of radiation by neutron activated Mn dioxide powder in rat lungs: Protracted pathologic damage initiated by internal exposure.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biomedicines	6. 最初と最後の頁 171
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/biomedicines8060171	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 松山睦美、七條和子、松田勝也、三浦史郎、近藤久義、中島正洋	4. 巻 73
2. 論文標題 ラット甲状腺の急性期放射線感受性におけるオートファジーの影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 広島医学	6. 最初と最後の頁 207-210
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 Ihara M, Ashizawa K, Shichijo K, Kudo T	4. 巻 60(2)
2. 論文標題 Expression of the DNA-dependent protein kinase catalytic subunit is associated with the radiosensitivity of human thyroid cancer cell lines	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J Radiat Res	6. 最初と最後の頁 171-177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rry097, 2019.	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 Ihara M, Shichijo K, Kudo T, Ohtsuka K	4. 巻 36(1)
2. 論文標題 Reactivation of heat-inactivated Ku proteins by heat shock cognate protein HSC73.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Int J Hyperthermia	6. 最初と最後の頁 438-443
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/02656736.2019	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 Ihara M, Shichijo K, Takeshita S, Kudo T	4. 巻 61(2)
2. 論文標題 Wortmannin, a specific inhibitor of phosphatidylinositol-3-kinase, induces accumulation of DNA double-strand breaks.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Radiat Res	6. 最初と最後の頁 171-176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rrz102	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 Shichijo K, Takatsuji T, Fukumoto M, Nakashima M, Matsuyama M, Sekine I	4. 巻 4
2. 論文標題 Autoradiographic analysis of internal plutonium radiation exposure in Nagasaki atomic bomb victims	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Heliyon	6. 最初と最後の頁 e00666
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.heliyon.2018. e00666	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 Ihara M, Ashizawa K, Shichijo K, Kudo T	4. 巻 60(2)
2. 論文標題 Expression of the DNA-dependent protein kinase catalytic subunit is associated with the radiosensitivity of human thyroid cancer cell lines	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J Radiation Research	6. 最初と最後の頁 171 - 177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rry097, 2018	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 Uzbekov D, Shichijo K, Shabdarbaeva D, Sayakenov N, Chaizhunusova N, Zhakipova A, Uzbekova S, Saporov R, Ruslanova B, Apbasova M	4. 巻 20(6)
2. 論文標題 Comparison of p53 protein in the pulmonary tissue of rats exposed to internal and external radiation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science and Healthcare	6. 最初と最後の頁 70 - 80
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

1. 著者名 Ihara M, Shichijo K, Kudo T, Ohtsuka K	4. 巻 36(1)
2. 論文標題 Reactivation of heat-inactivated Ku proteins by heat shock cognate protein HSC73	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Int J Hyperthermia	6. 最初と最後の頁 438 - 443
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/02656736.2019.1587009. Epub 2019 Mar 28	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 松山睦美、七條和子、土屋誉、米田純也、近藤久義、松田勝也、三浦史郎、関根一郎、中島正洋	4. 巻 93
2. 論文標題 アミノ酸混合物シスチン・テアニンの放射線防護効果：前投与による急性小腸・骨髄障害と長期生存率への影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 長崎医学会雑誌	6. 最初と最後の頁 367-369
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24件(うち招待講演 8件/うち国際学会 12件)

1. 発表者名 Kazuko Shichijo
2. 発表標題 Iutonium internal exposure among Nagasaki atomic bomb victims
3. 学会等名 23th International Physicians for the Prevention of Nuclear War: IPPNW. (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 七條和子
2. 発表標題 長崎原爆被爆者におけるプルトニウム 部被曝のオートラジオグラフ解析
3. 学会等名 ともながまさおの原爆講話 第6回プルトニウム 部被曝の七條研究の意義（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 七條和子
2. 発表標題 「内部被ばく解明続ける」被爆者に寄り添い研究 七條・長大原研助教、退官へ
3. 学会等名 読売新聞（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 七條和子
2. 発表標題 「岩永さんと濱田さん」皮膚癌や不眠症など被爆者ではない
3. 学会等名 KTN テレビ長崎（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 星 正治、遠藤 暁、藤本成明、佐藤 斉、豊田 新、七條和子、床次眞司、大森康孝、坂口 綾、恩田裕一、Bakhtin V、Kazymbet P、Duyssembayev S、Zhumadilov K、Stepanenko V
2. 発表標題 カザフスタンのウラン鉱山近郊の大気中のエアロゾルの収集と測定及び放射性微粒子の生物影響
3. 学会等名 2022 年度 ERAN オンラインキックオフミーティング（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 M Hoshi, S Tokonami, Y Omori, A Sakaguchi, Y Onda, M Bakhtin, D Ibrayeva, M Aumalikova, Y Kashkinbayev, P Kazymbet, S Endo, N Fujimoto, N Kawano, S Toyoda, H Sato, K Shichijo, Z Serikov, A Klivenko, S Dyussebaev, A Zhumalina, K Zhumadilov, V Stepanenko
2. 発表標題 カザフスタンのウラン鉱山近郊の大気中のエアロゾルの収集と測定及び放射性微粒子の生物影響 (Title: Collection and measurement of atmospheric aerosols near uranium mines in Kazakhstan and studies of biological effects of radioactive microparticles)
3. 学会等名 ERAN2022 年次報告会 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 星 正治・佐藤 斉・遠藤 暁・藤本 成明・七條 和子・坂口 綾・恩田 裕一
2. 発表標題 カザフスタンのウラン鉱山近郊の大気中のエアロゾルの収集と測定及び放射性微粒子の影響研究
3. 学会等名 2021年度ERANオンラインキックオフミーティング (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松山睦美、七條和子、土屋誉、中島正洋
2. 発表標題 アミノ酸混合物シスチン・テアニンのラットにおける放射線防護効果
3. 学会等名 第5回放射線災害・医科学研究拠点カンファランス
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shichijo K, Takatsuji T
2. 発表標題 Impact of Local High Doses of Radiation by Neutron Activated Mn Dioxide Powder in Rat Lungs: Protracted Pathologic Damage Initiated by Internal Exposure
3. 学会等名 European Society of Medicine CONGRESS (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hoshi M, Chaizhunusova N, Zhumadilov K, Uzbekov D, Shabdarbaeva D, Kairkhanova Y, Amantaeva G, Ruslanova B, Apbassova M, Abishev Z, Baurzhan A, Saimova A, Sakakov M, Gnyrya VS, Vurim A, Azimkhanov A, Kolbayenkov A, Ohtaki M, Otani K, Fujimoto N, Shichijo K et al.
2. 発表標題 Animal exposure experiments using Mn-56 dioxide radioactive microparticles.
3. 学会等名 the XVII International scientific-practical conference "ECOLOGY. RADIATION.HEALTH" (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 星 正治・佐藤 斉・遠藤 暁・藤本成明・七條和子
2. 発表標題 カザフスタンのウラン鉱山近郊の大気中のエアロゾルの収集と測定及び放射性微粒子の影響研究
3. 学会等名 ERAN2021 年次報告会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 七條和子
2. 発表標題 放射性微粒子による内部被ばく実験
3. 学会等名 「低線量被ばく問題研究会」第7回研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高辻俊宏
2. 発表標題 長崎原爆による広範囲のフォールアウトの可能性
3. 学会等名 「低線量被ばく問題研究会」第7回研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 Shichijo K, Takatsuji T
2. 発表標題 Pathological effects in relation to dose level after acute intake of neutron-activated <sup>56</sup> Mn dioxide powder in Wistar rats.
3. 学会等名 The 24th Hiroshima International Symposium "Research on radiation and its effects in Kazakhstan and other countries" (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 七條和子
2. 発表標題 長崎原爆被爆者におけるプルトニウム内部被曝のオートラジオグラフ分析
3. 学会等名 第11回長崎市原子爆弾放射線影響研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shichijo K, Takatsuji T, Uzbekov D, Chaizhunusova N, Shabdarbaeva D, Niino D, Kurisu M, Takahashi Y, Fujimoto N, Hoshi M.
2. 発表標題 Comparison of pathological effects of internal and external exposure: micro-dosimetry reveals early event high dose impact initiates protracted pathological damage.
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 Matsuyama M, Shichijo K, Matsuda K, Miura S, Kondo H, Nakashima M.
2. 発表標題 Age-dependent effects on radiation-induced thyroid cancer and autophagy-related gene expression with rat model.
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 松山睦美、七條和子、松田勝也、三浦史郎、近藤久義、中島正洋
2. 発表標題 ラット甲状腺の急性期放射線感受性におけるオートファージの影響 .
3. 学会等名 第60回原子爆弾後障害研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松山睦美、七條和子、松田勝也、三浦史郎、近藤久義、中島正洋
2. 発表標題 ラット甲状腺の急性期放射線感受性におけるオートファージ阻害剤ヒドロキシクロロキンの影響
3. 学会等名 日本放射線影響学会第62回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shichijo K, Matsuyama M, Tsuchiya T, Yoneda J, Kondo H, Matsuda K, Miura S, Sekine I, Nakashima M
2. 発表標題 Protective effects of amino acid mixture cystine and theanine: Effects on acute radiation injury of colon.
3. 学会等名 The 3rd International Symposium of the network-type joint Usage/Research Center for Radiation Disaster Medical Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松山睦美、七條和子、土屋 誉、米田純也、近藤久義、松田勝也、三浦史郎、関根一郎、中島正洋
2. 発表標題 アミノ酸混合物シスチン・テアニンの放射線防護効果：前投与による急性小腸・骨髄障害と長期生存率への影響
3. 学会等名 第59回原子爆弾後障害研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shichijo K, Matsuyama M, Kondo H, Tuchiya T, Yoneda J, Matsuda K, Miura S, Sekine I, Nakashima M
2. 発表標題 Protective effects of amino acids cystine and theanine against radiation injury colon
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 D.E. Uzbekov, D.M. Shabdarbaeva, N.Zh. Chaizhunosova, K. Shichijo, N.B. Sayakenov, A. Bayirzhan, G.K. Amantaeva
2. 発表標題 Comparative characteristics of morphometric indicators in the small intestine of rats exposed to 56Mn and MnO2
3. 学会等名 Innovative approaches in modernisation of medical education, science and practice (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 D.E. Uzbekov, D.M. Shabdarbaeva, N.Zh. Chaizhunosova, K. Shichijo, A.A. Zhakipova, S.A. Apbasova, S.E. Uzbekova
2. 発表標題 Radiation induced mitosis in the small intestine of Wister rats
3. 学会等名 Innovative approaches in modernisation of medical education, science and practice (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 広岩 近広	4. 発行年 2018年
2. 出版社 藤原書店	5. 総ページ数 312
3. 書名 医師が診た核の傷	

〔産業財産権〕

〔その他〕

長崎大学原爆後障害医療研究所 腫瘍・診断病理学研究分野（原研病理）  
<https://www-sdc.med.nagasaki-u.ac.jp/pathology/index.html>

Semey Medical Universityとの共同研究・内部被ばくの原子炉での実験  
<https://www.facebook.com/semeymedicaluniversity/videos/2232420230322949/>

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	高辻 俊宏  (TAKATSUJI Tishihiro)  (70163219)	長崎大学・環境科学部・教授    (17301)	

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			
カザフスタン	Semey State Medical University	Eurasian National University		
ロシア連邦	A. Tsyb Medical Research Center	National Medical Research Center		
カザフスタン	Semey State Medical University	National Nuclear Center of the Republic	Oncology center	