

令和 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：15401

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2019～2023

課題番号：19KK0266

研究課題名（和文）放射性<sup>56</sup>Mn微粒子による内部被ばくの放射線障害作用とそのメカニズムの解明研究課題名（英文）Biological effects of radioactive MnO<sub>2</sub> particles

研究代表者

藤本 成明 (Fujimoto, Nariaki)

広島大学・原爆放射線医科学研究所・准教授

研究者番号：40243612

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、原爆爆発時に生成した残留放射能の生物影響を明らかにするため、放射性<sup>56</sup>Mnをモデルとする動物曝露試験を実施した。カザフスタン国立核研究センターのバイカル1原子炉を用いた中性子線照射によりMnO<sub>2</sub>微粒子を放射化して、ラットおよびマウスへ吸入曝露させた。吸入被曝の直接標的である肺の他、精巣、肝における生物影響を病理学的、分子生物学的に解析した。その結果、放射性<sup>56</sup>Mn粒子内部被曝の影響が、外部被曝より桁違いに大きいことを明らかにした。これらの結果は、原爆被曝影響において残留放射性微粒子が無視し得ない役割を果たしたことを示唆するものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

原爆被曝者の健康障害の評価は、これまで爆発時に放出された初期放射線による外部被曝を想定した線量評価システムに基づいて行われてきた。今回の研究成果は、被曝評価において残留放射能の影響（特に放射性微粒子の内部被曝影響）も考慮される必要性があることを示唆した。内部被曝影響については、核種による差、放射性微粒子の物理化学的性状の違いによる影響の差（特に臓器による差）など解明されるべき点も多く残されている。地震国では将来的に不可避であろう原発事故等による放射性微粒子被曝に備えるため、今後の継続した影響研究が必要不可欠である。

研究成果の概要（英文）：The biological effects of internal exposure to <sup>56</sup>MnO<sub>2</sub> particles were investigated in Wistar rats, C57BL mice, and BALB/C mice in the international collaborative research with Semey Medical University, Kazakhstan. Inhalation exposure to <sup>56</sup>MnO<sub>2</sub> resulted in absorbed doses of 25-380 mGy in the lungs. It changed the lung expressions of Aqp5 in rats and Aqp1 in mice. These effects were comparable to or higher than those of external  $\gamma$ -irradiation of 2 Gy, suggesting that exposure to <sup>56</sup>MnO<sub>2</sub> particles has significantly greater biological effects than external irradiation on the lungs. The other pathophysiological marker gene expressions were also affected by internal irradiation by <sup>56</sup>MnO<sub>2</sub> particles in the testes and the liver. All these data indicate the possible roles of residual radiation on the health effects of atomic bomb exposure.

研究分野：内分泌放射線影響

キーワード：放射性微粒子被曝 内部被曝 原爆残留放射能 放射性マンガン

## 様式 F - 19 - 2

### 1. 研究開始当初の背景

広島・長崎の原爆被爆者の健康障害についての研究は、これまで爆発時に放出された初期放射線による外部被曝を想定した線量評価システムに基づいて行われてきた。一方で、残留放射能による外部被曝線量は高々30mSv程度であるため、その影響は無視できるとされてきた。しかし、原爆直後の広島に入り残留放射能により被曝したと考えられる「早期入市被爆者」の cohort 研究からは、固形癌による死亡リスクが上昇しているなどが明らかになり、上記の予想とは異なる結果が報告されてきた(Ohtani K et al, 2016)。この事実からは、高々30mSv程度の外部被曝線量しか持たない残留放射能が、おそらく放射性微粒子の内部被曝によって健康障害を引き起こしたと推察された。原爆爆発後に生成する誘導放射能の主要なものの一つとして、土に多量に存在する  $MnO_2$  が放射化された  $^{56}MnO_2$  がある。早期入市被爆者は、土埃中のこの  $^{56}MnO_2$  を吸入し内部被曝したと考えられる。また、我々は、ソビエト連邦時代に核実験場であったカザフスタンのセメイ市周辺地域で、核実験による被曝の健康に及ぼすリスクを解明するため、過去20年以上にわたりこの地域の土壌や煉瓦の解析から被曝線量を推定する研究を行ってきた。周辺住民の健康に関する聞き取り調査などと推定被曝線量の解析からも、残留放射性物質による内部被曝の健康リスクは外部被曝に比べて大きいことが明らかになった。

しかし、これまでに報告されてきた放射線の内部被曝による生物影響に関する基礎的な研究データは限られており、放射性微粒子による内部被曝の実験的研究が必要であると考えた。そこで、実施可能な施設を持つカザフスタンのセメイ医科大学との共同研究により、予備的な規模ながらラットを用いた  $^{56}MnO_2$  の内部被曝実験に初めて成功した。放射性  $^{56}MnO_2$  微粒子による被曝影響は、肺や小腸での病理学的変化として見いだされ、健康影響が憂慮されるものであった。今後も起こりうる放射線の作業従事者の被曝、原発事故等による一般人の被曝でも、放射性微粒子による影響が想定される。従って、この  $^{56}MnO_2$  微粒子内部被曝研究を展開して、その詳細と影響の程度を確定し、その障害メカニズムを解明することは、ヒト被曝影響の正確な評価と被曝防護において極めて重要である。

### 2. 研究の目的

本国際共同研究では、ラット、マウスを材料に、放射性  $^{56}MnO_2$  微粒子曝露実験を行い、その影響を病理学・生化学・分子生物学的手法により解析して、その被曝影響の詳細とそれを引き起こすメカニズムを明らかにすることを目的とする。

### 3. 研究の方法

#### 3-1. 動物

動物実験は、The Animal Experiment Ethics Committee of Semey Medical University の承認を得て、The ARRIVE guidelines に沿って実施した。

ラット実験：10週齢の雄 Wistar ラット (SPF 品質) を、Kazakh Scientific Center of Quarantine and Zoonotic Diseases (Almaty, Kazakhstan) から購入した。動物は室温 19-22°C / 相対湿度 30-70% のコンベンショナル飼育設備で飼育した。ラットはランダムに分け、Mn56x1、Mn56x2、Mn56x3、Co-60、cold Mn、control の6グループとした。Mn56群は、それぞれ  $2.7 \times 10^8$ 、 $5.5 \times 10^8$ 、 $8 \times 10^8$  Bq / 100 mg の放射活性の  $^{56}MnO_2$  微粒子に曝露し、Cold Mn 群は同一の曝露装置を用いて非放射性  $MnO_2$  微粒子 100mg へ曝露した。Co-60 群は  $^{60}Co$ -線 2Gy の全身照射とした。動物は曝露後3日、61日で剖検し、血清および、各臓器を10%ホルマリンに保存した。肺、精巣、前立腺、肝の各組織を RNAsave 保存液 (Biological Industries 社) に保存した。

マウス実験1：雄 C57BL マウス (SPF 品質) を、Kazakh Scientific Center of Quarantine and Zoonotic Diseases より購入した。上記の施設で1匹/1ケージで飼育し、10週齢でランダムに群分けして以下の実験群を設定した：Mn56x0.3、Mn56x1、Mn56x3、Co-60、Cold Mn、control。Mn56群はそれぞれ  $8 \times 10^7$ 、 $2.7 \times 10^8$ 、 $8 \times 10^8$  Bq / 100 mg の放射活性の  $^{56}MnO_2$  微粒子に曝露した。Co-60 群は  $^{60}Co$ -線 2Gy の全身照射とした。動物は曝露後3日に各5匹、14日に各5匹、70日に各6匹を剖検し、主要な臓器を10%ホルマリンで固定保存した。また肺、精巣、前立腺、肝の各組織を RNAsave に保存した。

マウス実験2：雄 C57BL および BALB/c マウス (何れも SPF 品質) を、Kazakh Scientific Center of Quarantine and Zoonotic Diseases より購入した。上記施設で1匹/1ケージで飼育した。10週齢でランダムに群分けして以下の実験群を設定した：Mn56x1、Mn56x3、Co-60、Cold Mn、control。各群は  $n=11$  とした。Co-60 群は  $^{60}Co$ -線 2Gy を全身照射した。動物は曝露後3日に各5匹、65日に各6匹を剖検し、主要な臓器を10%ホルマリンで固定保存した。また肺組織小片を RNAsave 液で保存した。

#### 3-2. Mn 放射化と線量測定

Mn の放射化はカザフ国立核センター (Kurchatov, Kazakhstan) の Baikal-1 原子炉に、粒子径 1-19 $\mu$ m の  $MnO_2$  粉末 (レアメタル社) を導入し中性子線を照射して行った。100mg の  $MnO_2$  粉末に対して、 $1.2 \times 10^{14}$  (x0.3)、 $4 \times 10^{14}$  (x1)、 $8 \times 10^{14}$  (x2)、 $1.2 \times 10^{15}$  (x3) n/cm<sup>2</sup> の中性子束を用いた。

曝露 0.5-1 時間後に、各群3匹の動物の各臓器片を得てそれぞれの放射活性を測定した。モンテカルト法と動物の数学的ファントムを用いて、各臓器ごとの吸収線量を推定した。

### 3-3. 病理解析

ホルマリン固定サンプルは、パラフィン包埋後、4 μm 厚の切片を作成してヘマトキシリン-エオジン染色して、病理組織学的解析を実施した。

### 3-4. Q-RT-PCR

RNAsave 液中に保存した組織から、Isogen II 試薬 (日本ジーン社) により全 RNA を抽出した。RevaTra Ace (東洋紡社) を用いて逆転写を行い、定量 PCR 測定機 StepOnePlus (Applied Biosystems/Thermo 社) を用いて cDNA の定量を行った。各遺伝子の発現レベルは、アクトチン発現レベルにより正規化した。

### 3-5. Western プロット

RNAsave 液中に保存した組織から、RIPA lysis バッファーを用いてタンパク質を抽出し、SDS-PAGE で泳動後、Hybond-P メンブレン (Cytiva 社) に転写して、抗体による抗原の同定と定量を行った。

### 3-6. ホルモン測定

血中テストステロン測定は、ELISA Kit (Cayman Chemical 社) を用いて行った。

## 4. 研究成果

### 4-1. ラット精巣への影響

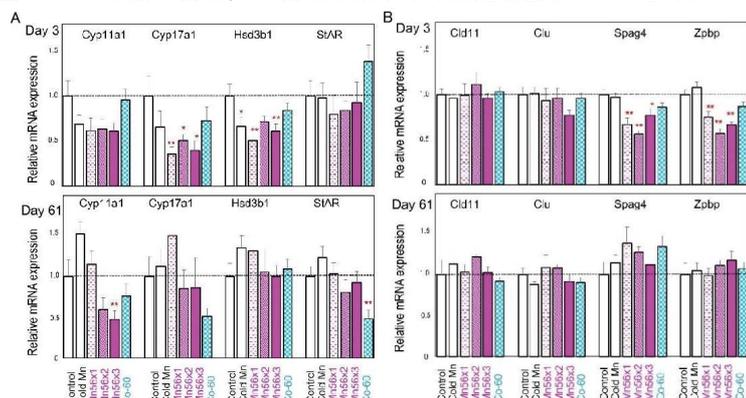
#### 4-1-1. 精巣重量および血中テストステロンレベル

体重および精巣重量への曝露の影響は観られなかった。血中テストステロン値は、曝露後 3 日には群間に差がなかったが、61 日後で Mn56x2、Mn56x3 および Co-60 群で低下した。また精巣への病理組織学的な影響は観察されなかった。

#### 4-1-2. 精巣組織での機能遺伝子発現

曝露 3 日後、全ての Mn56 群で Cyp17a および Hsd3b1 mRNA の発現が低下した (図 1)。曝露 61 日後では、Cyp11a が Mn3 群で低下し、StAR が Co-60 群で低下した。セルトリ細胞特異的な遺伝子 Cld11、Clu 発現への影響はなく、生殖細胞特異的な Spag4 および Zbp 発現が、曝露 3 日目に低下した。

図 1. Mn56 曝露 3 日後、61 日後の精巣での機能遺伝子 mRNA 発現レベル (相対値)



#### 4-1-3. 前立腺分泌タンパク質の mRNA 発現

前立腺腺葉での主要な分泌タンパク質の mRNA 発現を定量した結果、Mn56x2、Mn56x3 および Co-60 群で、CRP1、KS3 発現低下がみられた。PSP94 の発現低下は Mn56x3 群のみで観られた。

#### 4-1-4. 小括

$^{56}\text{MnO}_2$  曝露による全身被曝線量は 41 ~ 100mGy と推定されたが、精巣組織内への  $^{56}\text{Mn}$  放射活性の有意な取り込みはなかった。よって本研究で観られた影響は、外部に露出している生殖器に  $^{56}\text{MnO}_2$  微粒子が直接接する近接被曝の結果と考えられた。一般に精子形成は放射線感受性が高いが、Wistar や SD ラット精巣は低感受性であることが知られており、本実験の Co-60 群においても、被曝後 3 日、61 日で形態学的な変化は見いだされなかった。しかし、ライディッチ細胞のステロイド合成酵素遺伝子発現への影響は明らかで、その結果血中テストステロンレベルが低下したと考えられた。またその影響は、前立腺分泌タンパク質発現低下によっても裏付けられた。 $^{56}\text{MnO}_2$  の微粒子被曝が精巣機能へ影響を及ぼすことが明らかになった。

### 4-2. ラット肺への影響

#### 4-2-1. 組織学的解析

曝露 3、61 日目での HE 染色で、肺の病理学的変化は観察されなかった。また EVG 染色及び Azan 染色でも、エラスチン沈着やコラーゲン繊維増加を示す兆候は見いだされなかった。

#### 4-2-2. 肺組織での Col-1、elastin、TGF- $\beta$ 、Smad2、Smad7 mRNA 発現

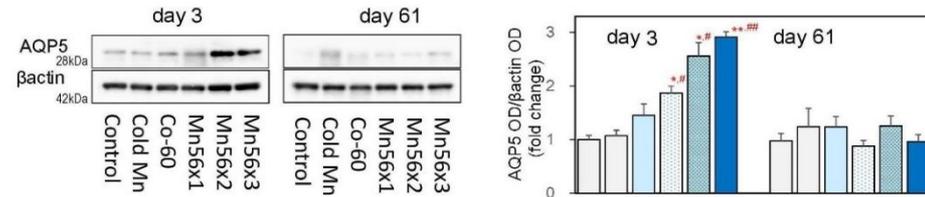
曝露 3 日後の Mn56x3 群において Smad7 発現が有意に上昇したが、それ以外の遺伝子発現に有意な変化は見られなかった。

#### 4-2-3. 肺組織での AQP1、AQP4、AQP5 mRNA およびタンパク質発現

肺の正常構造維持に重要とされる水選択的チャンネル分子の AQP 遺伝子の mRNA 発現を検索した。曝露 3 日において、AQP5 の遺伝子発現が Mn56x2 および Mn56x3 群において有意に上昇し

た。61 日ではいずれの AQP にも発現の差は見いだされなかった。またウエスタンブロット解析による AQP5 タンパク質の発現を図 2 に示す。タンパク質レベルでは  $^{56}\text{MnO}_2$  曝露の影響はより顕著で、いずれの曝露群でも有意なタンパク質発現上昇が見られ線量応答性も明らかであった。しかし曝露 61 日では有意な変化はみられなかった。

図 2.  $^{56}\text{MnO}_2$  曝露 3 日後、61 日後の肺の AQP5 タンパク質発現 (ウエスタンブロット)



#### 4-2-4. 小括

放射性  $^{56}\text{MnO}_2$  微粒子による内部被曝影響を解析する初期の曝露試験で肺への病理学的影響を示唆する結果を報告した (Shichijo et al, 2017)。しかしこの結果は曝露 3、14、60 日での各 1 個体のデータを基にしたものであった。そこで、本研究では観察時期を曝露 3 日と 61 日のみとして剖検個体数を増やし、病理的变化の確認を行うとともに定量的な遺伝子発現解析を行うことを目的とした。 $^{56}\text{MnO}_2$  曝露による肺での吸収線量は  $25 \pm 3$  mGy (Mn56x1 群)、 $48 \pm 9.0$  mGy (Mn56x2 群)、 $65 \pm 13$  mGy (Mn56x3 群) であった。一般に肺へ高線量被曝は、ヒトおよび実験動物で肺臓炎～肺繊維化をひき起こすことが知られるが、 $^{56}\text{Mn}$  曝露 61 日までの病理学的観察では繊維化の兆候を認めなかった。Smad7 発現が  $^{56}\text{Mn}$  曝露 3 日で上昇したが、生理的な組織修復を反映したのと考えられた。AQP は水選択的のチャンネル分子であり肺の正常構造と機能の維持に重要である。本研究で観察された AQP5 の上昇は、 $^{56}\text{MnO}_2$  微粒子曝露により肺胞に軽度の組織傷害が引き起こされたことを示唆した。

ラットにおける  $^{56}\text{MnO}_2$  微粒子曝露で、肺への病理学的影響は見いだされなかったが、一時的な肺傷害を示唆する AQP5、Smad7 発現上昇が観察された。これらは 2Gy 外部照射では見られず、低線量でも  $^{56}\text{MnO}_2$  微粒子内部被曝の生物影響が大きいことが明らかになった。

#### 4-3. C57BL マウスによる $^{56}\text{MnO}_2$ 微粒子被曝の影響解析

##### 4-3-1. 臓器別吸収線量

各臓器での吸収線量は、消化管で最も高く、皮膚、目、肺の順であり、ラットと類似の分布であった。しかし、絶対値は同じ比活性の  $^{56}\text{MnO}_2$  の吸入被曝で比したとき 3 倍程度高かった。これは、マウスでは臓器間距離が小さく相互の放射線照射の寄与が大きいためと考えられた。

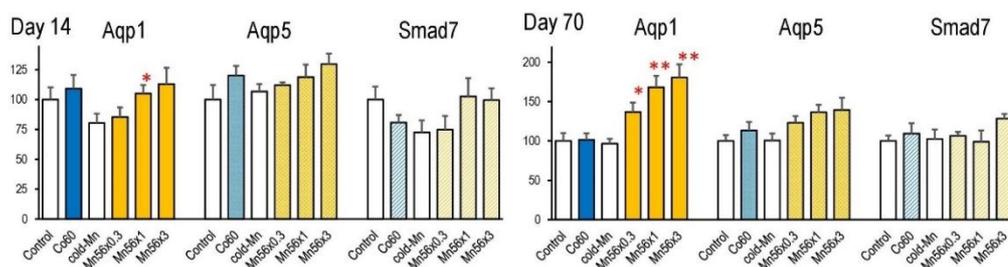
##### 4-3-2. 体重および臓器重量

被曝後、Mn56 各群、Cold Mn 群、Co60 群とも体重は順調に増加し、70 日目まで対照群との間に有意な差はなかった。Co-60 群の照射 3 日目において、胸腺重量の低下が見られた以外、いずれの群においても対照群と有意な変化は見られなかった。胸腺重量は鋭敏な放射線影響指標であることが知られるが、外部被曝線量 2Gy での 29% 重量低下はこれまでの報告と一致した。一方で Mn56 群での胸腺線量への影響はなかった。

##### 4-3-3. C57BL マウス肺への影響

$^{56}\text{MnO}_2$  曝露群において肺への病理組織学的な影響は観察されなかった。より高感度の病理生理学的指標である Aqp1、Aqp5、Smad7 の mRNA 発現を定量したところ、照射後 3 日の Co-60 群では AQP1 がわずかに減少したが、その後回復して 70 日まで変化はなかった。一方で 14 日目で、Mn-56 群の AQP 1 が有意に上昇し、70 日目に対照群の 2 倍の発現に達した (図 3)。AQP1 発現上昇の線量応答性も明らかであった。

図 3.  $^{56}\text{MnO}_2$  曝露 14、70 日後の肺 AQP1、AQP5、Smad7 mRNA 発現 (相対値)



#### 4-3-4. 小括

$^{56}\text{MnO}_2$  微粒子内部被曝による生物影響をマウスをモデルに解析した。 $^{56}\text{Mn}$  による肺での吸収線量は 26～250 mGy であり、同じ比活性の  $^{56}\text{Mn}$  に曝露したラットに比べて 3 倍程度高い値を示したが、肺で病理学的変化は観られなかった。一方で被曝後 14 日以降に、AQP5 mRNA 発現が Mn56 群において線量応答性を持って上昇した。これは外部被曝 Co-60 群では観られなかったものであり、 $^{56}\text{Mn}$  微粒子による肺での病理生理学的な変化を反映していると考えられた。

#### 4-4. $^{56}\text{MnO}_2$ 微粒子被曝影響のマウス系統差 - C57BL と BALB/c の比較

#### 4-4-1. 臓器別吸収線量推定

各臓器での吸収線量を算出した結果、消化管での吸収線量が最も高く、皮膚、目、肺の順であった。C57BL および BALB/c の間に有意な違いはなかった。

#### 4-4-2. 体重および臓器重量

開始時の体重は BALB/c が低値であり実験期間を通じて同様であったが、何れの群も体重は順調に増加し群間に有意差はなかった。胸腺重量低下は放射線影響の鋭敏な指標であるが、Co-60 群は両系統マウスの照射 3 日目において胸腺重量が低下した。一方で Mn56x3 では BALB/c においてのみ胸腺重量が低下しており、放射性微粒子被曝において BALB/c の胸腺が高感受性であった。肺重量への影響は何れの群でも見られなかった。

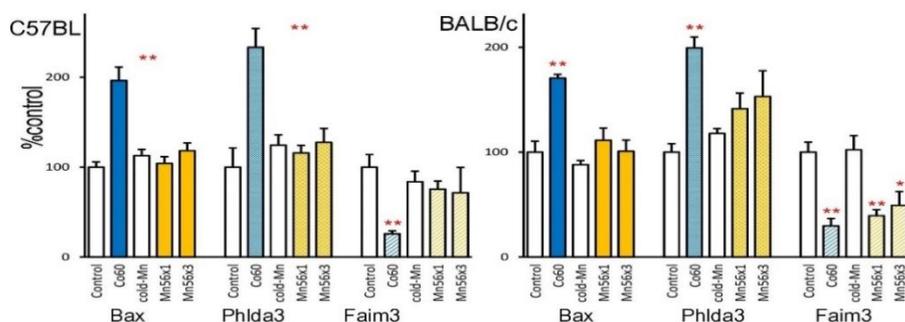
#### 4-4-3. 肺組織への影響

肺の組織像について Co-60 群、Mn56 の各群で、被曝 3、65 日のいずれの時点においても対照群と明確な差は見いだされなかった。

#### 4-4-4. 肺での放射線応答性遺伝子発現への影響

放射線被曝応答性がある Bax、Phlda3、Faim3 mRNA を Q-RT-PCR で測定した (図 4)。両系統のマウスの Co-60 群で Bax と Phlda3 が上昇したが、Mn56 群では変化がなかった。一方で Faim3 は Co-60 群で低下したのみならず、BALB/c の Mn56x3 群でも低下した。

図 4. 被曝 3 日後の肺における Bax、Phlda3、Faim3 mRNA 発現 (相対値)



#### 4-4-5. 肺での Aqp1、Aqp5、Smad7 の発現への影響

肺の病理生理学的指標である Aqp1、Aqp5、Smad7 mRNA 発現を測定した結果、C57BL においてのみ <sup>56</sup>Mn 曝露 65 日後に Aqp1 の上昇が観察された。Smad7 発現への影響は認められなかった。

#### 4-4-6. 小括

放射性 <sup>56</sup>MnO<sub>2</sub> 微粒子の肺への影響を C57BL と BALB/c の 2 系統のマウスで比較解析した。吸入被曝による肺での線量は 110-380 mGy であった。C57BL マウスの肺においては、<sup>56</sup>MnO<sub>2</sub> 曝露後 65 日で Aqp1 発現が上昇した。一方で放射性微粒子曝露後の Faim3 の発現低下は BALB/c でのみ観察され、マウス系統による差が明らかであった。これらの影響は、外部被曝 2Gy と同程度以上であり、<sup>56</sup>MnO<sub>2</sub> 粒子内部被曝影響は外部被曝より桁違いに大きいことが示唆された。

本研究では、原爆の残留放射能の影響を評価するため、原爆中性子線に土中に多量に生成したと考えられる放射性同位体 <sup>56</sup>Mn をモデルとして、動物への曝露実験を実施した。原子炉内での中性子線照射により MnO<sub>2</sub> 微粒子を放射化して、それを Wistar ラット、C57BL マウス、BALB/c マウスへ吸入曝露させて、3 日後および 60-70 日後での影響を検索した。

放射性微粒子の吸入内部被曝での一次標的臓器は肺であるが、肺胞に達さない微粒子は呼吸器から直ちに排除されて消化管に移行する。本実験においても、臓器別の吸収線量は、消化管で最も高く、次に眼、皮膚、肺であった。臓器別の線量の分布はラットとマウスで類似していたが、同量同放射活性の <sup>56</sup>MnO<sub>2</sub> 微粒子を曝露したとき、マウスの吸収線量はラットのそれの 3 倍程度に達した。これはマウスの個体サイズが小さいため、特に <sup>56</sup>Mn からの線量の寄与によると考えられた。<sup>56</sup>MnO<sub>2</sub> 曝露群での、肺での線量は、ラットで 100 mGy 以下、マウスで 380 mGy 以下であった。

肺での病理組織学的影響は、ラット・マウス共に観察されなかった。一方で、遺伝子発現指標で観ると、放射性微粒子被曝による影響は明らかであり、外部線被曝 2Gy (Co-60) 群と同程度以上の応答性を示した。それらの応答性には、ラットとマウスの種差、マウスにおける系統差があることも明らかになった。被曝影響メカニズムとして、<sup>56</sup>MnO<sub>2</sub> 微粒子が組織内に入った場合、粒子に近接した細胞 (群) に <sup>56</sup>Mn からの線量により非常に高い局所被曝が生じることによると考えられた。

原爆中性子線により地表で生成したと考えられる放射性 <sup>56</sup>MnO<sub>2</sub> 微粒子の生物影響をラット、マウスにより検討し、臓器線量が 100 mGy 以下 (マウスでは 350 mGy 以下) にも関わらず、顕著な影響が観られることを明らかにした。この結果は、原爆被曝者の健康障害の評価において、残留放射能の影響 (放射性微粒子の内部被曝影響) も考慮される必要性があることを示唆した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計36件（うち査読付論文 36件 / うち国際共著 23件 / うちオープンアクセス 25件）

1. 著者名 Inoue Ken, Kawano Noriyuki, Fujimoto Nariaki, Takeichi Nobuo, Hoshi Masaharu	4. 巻 266-267
2. 論文標題 The need for measures to prevent radiation exposure in Ukraine, taking both internal and external exposure into account	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 107238 ~ 107238
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jenvrad.2023.107238	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 Abishev Zhaslan, Ruslanova Bakhyt, Apbassova Saulesh, Chaizhunossova Nailiya, Shabdarbayeva Dariya, Azimkhanov Almas, Zhumadilov Kassym, Stepanenko Valeriy, Ivanov Sergey, Shegay Peter, Hoshi Masaharu, Fujimoto Nariaki	4. 巻 45
2. 論文標題 Effects of Internal Exposure of Radioactive <sup>56</sup> MnO <sub>2</sub> Particles on the Lung in C57BL Mice	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Current Issues in Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 3208 ~ 3218
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cimb45040209	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 Abishev Zhaslan, Ruslanova Bakhyt, Apbassova Saulesh, Shabdarbayeva Dariya, Chaizhunossova Nailiya, Dyusupov Altai, Azhimkhanov Almas, Zhumadilov Kassym, Stepanenko Valeriy, Ivanov Sergey, Shegay Peter, Kaprin Andrey, Hoshi Masaharu, Fujimoto Nariaki	4. 巻 24
2. 論文標題 Effects of Radioactive <sup>56</sup> MnO <sub>2</sub> Particle Inhalation on Mouse Lungs: A Comparison between C57BL and BALB/c	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 17605 ~ 17605
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms242417605	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, Shinkarev S, Kaprin A, Apsalikov K, Ivanov S, Shegay P, Ostroumova E, Kesminiene A, Lipikhina A, Bogacheva V, Zhumadilov K, Yamamoto M, Sakaguchi A, Endo S, Fujimoto N, Grosche B, Iatsenko V, Androsova A, Apsalikova Z, Kawano N, Hoshi M	4. 巻 65
2. 論文標題 Comparison of external dose estimates using different retrospective dosimetry methods in the settlements located near Semipalatinsk Nuclear Test Site, Republic of Kazakhstan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 36 ~ 46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rrad082	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 Valeriy, Sato Hitoshi, Fujimoto Nariaki, Shichijo Kazuko, Toyoda Shin, Kawano Noriyuki, Endo Satoru, Kaprin Andrey, Ivanov Sergey, Shegay Peter, Petukhov Alexey, Kolyzhenkov Timofey, Bogacheva Victoria, Chaizhunusova Nailya, Shabdarbaeva Dariya, Zhumadilov Kassym, Hoshi Masaharu	4. 巻 63
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 Valeriy, Kaprin Andrey, Ivanov Sergey, Shegay Peter, Bogacheva Viktoria, Sato Hitoshi, Shichijo Kazuko, Toyoda Shin, Kawano Noriyuki, Ohtaki Megu, Fujimoto Nariaki, Endo Satoru, Chaizhunusova Nailya, Shabdarbaeva Dariya, Zhumadilov Kassym, Hoshi Masaharu	4. 巻 63
2. 論文標題 Microdistribution of internal radiation dose in biological tissues exposed to <sup>56</sup> Mn 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 Otani Keiko, Ohtaki Megu, Fujimoto Nariaki, Uzbekov Darkhan, Kairkhanova Ynkar, Saimova Aisulu, Chaizhunusova Nailya, Habdarbaeva Dariya, Azhimkhanov Almas, Zhumadilov Kassym, Stepanenko Valeriy, Hoshi Masaharu	4. 巻 63
2. 論文標題 Effects of internal exposure to neutron-activated <sup>56</sup> MnO <sub>2</sub> powder on locomotor activity in rats	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 i38 ~ i44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rrac003	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 Valeriy, Kaprin Andrey, Ivanov Sergey, Shegay Peter, Sato Hitoshi, Toyoda Shin, Kawano Noriyuki, Fujimoto Nariaki, Endo Satoru, Bogacheva Viktoria, Kolyzhenkov Timofey, Khailov Artem, Zhumadilov Kassym, Zhumalina Aidana, Yerimbetova Dana, Hoshi Masaharu	4. 巻 63
2. 論文標題 Estimation of 'dose-depth' profile in the surface layers of a quartz-containing tile from the former Hiroshima University building indicates the possible presence of beta-irradiation from residual radioactivity after A-bombing	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 i54 ~ i60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rrac029	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 Ueda Mayu, Matsuda Katsuya, Kurohama Hirokazu, Mussazhanova Zhanna, Sailaubekova Yerkezhan, Kondo Hisayoshi, Shimizu Tomoki, Takada Nami, Matsuoka Yuki, Otsubo Chieko, Sato Shinya, Yamashita Hiroyuki, Kawakami Atsushi, Nakashima Masahiro	4. 巻 14
2. 論文標題 Molecular Pathological Characteristics of Thyroid Follicular-Patterned Tumors Showing Nodule-in-Nodule Appearance with Poorly Differentiated Component	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cancers	6. 最初と最後の頁 3577 ~ 3577
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cancers14153577	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 Valeriy, Kaprin Andrey, Ivanov Sergey, Shegay Peter, Bogacheva Viktoria, Hoshi Masaharu	4. 巻 63
2. 論文標題 Overview and analysis of internal radiation dose estimates in experimental animals in a framework of international studies of the sprayed neutron-induced 56Mn radioactive microparticles effects	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 i8 ~ i15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rrac043	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 Inoue Ken, Kameo Satomi, Murayama Yuri, Takeichi Nobuo, Noso Yoshihiro, Hoshi Masaharu, Kawano Noriyuki, Takeshita Haruo, Fujita Yasuyuki	4. 巻 62
2. 論文標題 Suicides following an earthquake: Japanese proposals arising from post-earthquake analyses	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Medicine, Science and the Law	6. 最初と最後の頁 158-159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/00258024211049598	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 Hoshi Masaharu	4. 巻 63
2. 論文標題 The overview of neutron-induced 56Mn radioactive microparticle effects in experimental animals and related studies	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 i1 ~ i7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rrac020	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 Zhumadilov Kassym, Ivannikov Alexander, Stepanenko Valeriy, Toyoda Shin, Kazymbet Polat, Kaprin Andrey, Ivanov Sergey, Shegay Peter, Endo Satoru, Hoshi Masaharu	4. 巻 63
2. 論文標題 Tooth enamel ESR dosimetry for Hiroshima 'black rain' zone residents	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 i61 ~ i65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rrac024	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 Ibrayeva Danara, Ilbekova Kuralay, Aumalikova Moldir, Kazymbet Polat, Zhumadilov Kassym, Bakhtin Meirat, Hoshi Masaharu	4. 巻 198
2. 論文標題 Studies on Gamma Dose Rates in Outdoor Environment and Assessment of External Exposure to Public in Stepnogorsk Area, Northern Kazakhstan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Radiation Protection Dosimetry	6. 最初と最後の頁 1387-1398
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/rpd/ncac180	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 Inoue Ken, Fujita Yasuyuki, Kawano Noriyuki, Hoshi Masaharu, Fukunaga Tatsushige	4. 巻 63
2. 論文標題 Changes in the characteristics of suicide in Japan in the third year of the COVID-19 pandemic and the importance of continued suicide prevention measures	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Medicine, Science and the Law	6. 最初と最後の頁 1-2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/00258024231165432	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 Nakajima Erika, Sato Hitoshi	4. 巻 198
2. 論文標題 Relationships Between Types of Protective Eyewear and Eye Lens Dose Within Endoscopic Retrograde Cholangiopancreatography	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Radiation Protection Dosimetry	6. 最初と最後の頁 1399-1408
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/rpd/ncac181	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 Fujimoto Nariaki, Ruslanova Bakhyt, Abishev Zhaslan, Chaizhunossova Nailya, Shabdarbayeva Dariya, Amantayeva Gaukhar, Farida Rakhimzhanova, Sandybayev Marat, Nagano Kasuke, Zhumadilov Kassym, Kaprin Andrey, Ivanov Sergey, Stepanenko Valeriy, Hoshi Masaharu	4. 巻 11
2. 論文標題 Biological impacts on the lungs in rats internally exposed to radioactive 56MnO2 particle	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 11055
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-90443-9	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 Ruslanova Bakhyt, Abishev Zhaslan, Chaizhunossova Nailya, Shabdarbayeva Dariya, Tokesheva Sholpan, Amantayeva Gaukhar, Kairkhanova Ynkar, Stepanenko Valeriy, Hoshi Masaharu, Fujimoto Nariaki	4. 巻 43
2. 論文標題 Hepatic Gene Expression Changes in Rats Internally Exposed to Radioactive 56MnO2 Particles at Low Doses	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Current Issues in Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 758 ~ 766
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cimb43020055	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 Matsuu-Matsuyama Mutsumi, Shichijo Kazuko, Matsuda Katsuya, Fujimoto Nariaki, Kondo Hisayoshi, Miura Shiro, Kurashige Tomomi, Nagayama Yuji, Nakashima Masahiro	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 Fujimoto Nariaki, Matsuu-Matsuyama Mutsumi, Nakashima Masahiro	4. 巻 11
2. 論文標題 Single neonatal irradiation induces long-term gene expression changes in the thyroid gland, which may be involved in the tumorigenesis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 23620
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-03012-5	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 Sato Ayako, Matsuda Katsuya, Motoyama Takahiro, Mussazhanova Zhanna, Otsubo Ryota, Kondo Hisayoshi, Akazawa Yuko, Higuchi Miyoko, Suzuki Ayana, Hirokawa Mitsuyoshi, Miyauchi Akira, Nagayasu Takeshi, Nakashima Masahiro	4. 巻 10
2. 論文標題 53BP1 expression as a biomarker to differentiate thyroid follicular tumors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Endocrine Connections	6. 最初と最後の頁 309 ~ 315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1530/EC-20-0630	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 Mussazhanova Z, Rogounovitch TI., Saenko VA., Krypkayeva A, Espenbetova M, Azizov B, Kondo H, Matsuda K, Kalmatayeva Z, Issayeva R, Yeleubayeva Zhanar, Madiyeva Madina, Mukanova Aray, Sandybayev Marat, Bolsynbekova Saltanat, Kozykenova Zhanna, Yamashita Shunichi, Nakashima Masahiro	4. 巻 11
2. 論文標題 The Contribution of Genetic Variants to the Risk of Papillary Thyroid Carcinoma in the Kazakh Population: Study of Common Single Nucleotide Polymorphisms and Their Clinicopathological Correlations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Endocrinology	6. 最初と最後の頁 543500
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fendo.2020.543500	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 Inoue Ken, Seksenbayev Nursultan, Chaizhunusova Nailya, Moldagaliyev Timur, Ospanova Nargul, Tokesheva Sholpan, Zhunussov Yersin T., Takeichi Nobuo, Noso Yoshihiro, Hoshi Masaharu, Kawano Noriyuki	4. 巻 18
2. 論文標題 An Exploration of the Labor, Financial, and Economic Factors Related to Suicide in the Republic of Kazakhstan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 6992 ~ 6992
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph18136992	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 Fujita Yasuyuki, Inoue Ken, Seksenbayev Nursultan, Chaizhunusova Nailya, Hoshi Masaharu, Kawano Noriyuki, Takeichi Nobuo, Moldagaliyev Timur, Ospanova Nargul, Tokesheva Aigul, Zhunussov Yersin T., Noso Yoshihiro, Ohira Yoshiyuki	4. 巻 72
2. 論文標題 Early detection of excessive stress in people due to the ongoing COVID-19 pandemic: studies including those using biological markers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Maritime Health	6. 最初と最後の頁 143 ~ 144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5603/IMH.2021.0025	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 Inoue Ken, Kawano Noriyuki, Takeichi Nobuo, Noso Yoshihiro, Hoshi Masaharu	4. 巻 15
2. 論文標題 A combined scientific and public health approach is needed to evaluate the health impacts of internal exposure to radiation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Lancet Regional Health - Western Pacific	6. 最初と最後の頁 100296 ~ 100296
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.lanwpc.2021.100296	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 Nakajima Erika, Yamashita Hiromi, Sato Hitoshi	4. 巻 41
2. 論文標題 Characteristic evaluation of a simple hand-made semiconductor dosimeter for mammography	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Radiological Protection	6. 最初と最後の頁 1018 ~ 1033
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6498/ac20b2	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 Imai Shinya, Akahane Manabu, Ogata Yuji, Tanki Nobuyoshi, Sato Hitoshi, Tameike Kazuma	4. 巻 41
2. 論文標題 Occupational eye lens dose in endoscopic retrograde cholangiopancreatography using a dedicated eye lens dosimeter	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Radiological Protection	6. 最初と最後の頁 579 ~ 589
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6498/ac091f	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 Fujimoto Nariaki, Amantayeva Gaukhar, Chaizhunussova Nailiya, Shabdarbayeva Dariya, Abishev Zhaslan, Ruslanova Bakhyt, Zhunussov Yersin, Azhimkhanov Almas, Zhumadilov Kassym, Petukhov Aleksey, Stepanenko Valeriy, Hoshi Masaharu	4. 巻 21
2. 論文標題 Low-Dose Radiation Exposure with 56MnO2 Powder Changes Gene Expressions in the Testes and the Prostate in Rats	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 4989 ~ 4989
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21144989	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, Zhumadilov K, Petukhov A, Kolyzhenkov T, Bogacheva V, Zharova E, Iaskova E, Chaizhunusova N, Shabdarbayeva D, Amantayeva G, Baurzhan A, Ruslanova B, Abishev Z, Apbassova M, Kairkhanova Y, Uzbekov D, Khismetova Z, Zhunussov Y, Fujimoto N, et al	4. 巻 59
2. 論文標題 Internal doses in experimental mice and rats following exposure to neutron-activated <sup>56</sup> MnO <sub>2</sub> powder: results of an 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 Otani Keiko, Ohtaki Megu, Fujimoto Nariaki, Saimova Aisulu, Chaizhunusova Nailya, Rakhypbekov Tolebay, Sato Hitoshi, Kawano Noriyuki, Hoshi Masaharu	4. 巻 17
2. 論文標題 Quantitative Analysis of Effects of a Single <sup>60</sup> Co Gamma Ray Point Exposure on Time-Dependent Change in Locomotor Activity in Rats	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 5638 ~ 5638
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph17165638	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 Mussazhanova Zhanna, Shimamura Mika, Kurashige Tomomi, Ito Masahiro, Nakashima Masahiro, Nagayama Yuji	4. 巻 111
2. 論文標題 Causative role for defective expression of mitochondria eating protein in accumulation of mitochondria in thyroid oncocytic cell tumors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cancer Science	6. 最初と最後の頁 2814 ~ 2823
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/cas.14501	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 Luong Thi My Hanh, Akazawa Yuko, Mussazhanova Zhanna, Matsuda Katsuya, Ueki Nozomi, Miura Shiro, Hara Toshihide, Yokoyama Hiroko, Nakashima Masahiro	4. 巻 15
2. 論文標題 Cutaneous pilomatrical carcinosarcoma: a case report with molecular analysis and literature review	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Diagnostic Pathology	6. 最初と最後の頁 7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13000-020-0925-y	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 Kazuko, Takatsuji Toshihiro, Abishev Zhaslan, Uzbekov Darkhan, Chaizhunusova Nailya, Shabdarbaeva Dariya, Niino Daisuke, Kurisu Minako, Takahashi Yoshio, Stepanenko Valeriy, Azhimkhanov Almas, Hoshi Masaharu	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 ~ 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 Azumi Todaka, Shin Toyoda, Nariaki Fujimoto, Hitoshi Saito, Valeriy tepanenko, Noriyuki Kawano, Nailya Chaizhunusova, Darkhan Uzbekov, Ynkar Kairkhanova, Bakhyt Ruslanova, Zhaslan Abishev, Gaukhar Amantayeva, Dariya Shabdarbaeva, Kassym Zhumadilov, Almas Azhimkhanov, Masaharu Hoshi	4. 巻 37
2. 論文標題 ESR tooth enamel doses of rats and mice exposed to radioactive <sup>56</sup> MnO <sub>2</sub> dust	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advances in ESR Applications	6. 最初と最後の頁 13-18
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 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 95
2. 論文標題 Preliminary assessment of dose distribution on the spatial micro level for internal exposure of alveolar epithelium of rats by <sup>56</sup> M	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bulletin of the Karaganda University. "Physics" Series	6. 最初と最後の頁 59 ~ 63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.31489/2019Ph3/59-63	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 Fujimoto N, Baurzhan A, Chaizhunusova N, Amantayeva G, Kairkhanova Y, Shabdarbaeva D, Zhunussov Y, Zhumadilov K, Stepanenko V, Gnyrya V, Azhimkhanov A, Kolbayenkov A, Hoshi M.	4. 巻 52
2. 論文標題 Effects of Internal Exposure to <sup>56</sup> MnO <sub>2</sub> Powder on Blood Parameters in Rats	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Eurasian Journal of Medicine	6. 最初と最後の頁 52 ~ 56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5152/eurasianjmed.2020.19228	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

〔学会発表〕 計33件（うち招待講演 7件 / うち国際学会 23件）

1. 発表者名 藤本成明, 松山睦美, 中島正洋
2. 発表標題 ラット甲状腺新生仔期被曝による遺伝子発現変化とその腫瘍化への関与
3. 学会等名 第96回日本内分泌学会学術総会 6/1-3/2023 (名古屋)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤本成明, 松山睦美, 中島正洋
2. 発表標題 甲状腺若年期被曝による遺伝子発現変化と腫瘍化への関与
3. 学会等名 第47回中国地区放射線影響研究会 8/18/2023 (広島)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Fujimoto N, Chaizhunussova C
2. 発表標題 Radiation health effects of radioactive particles produced by atomic bombing: Studies in laboratory rats and mice at SMU
3. 学会等名 XVI International Scientific and Practical Conference "Ecology. Radiation. Health" 8/28-29/2023 (Semey, Kazakhstan) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Fujimoto N, Chaizhunussova C, Hoshi M
2. 発表標題 The pulmonary and hepatic gene expression changes in mice exposed to radioactive particles of $^{56}\text{MnO}_2$
3. 学会等名 The 8th International Conference on Advances in Biochemistry and Molecular Biology, 12/8-10/2023 (Sanya, China) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Fujimoto, N
2. 発表標題 Gene expression changes in the spleen, the lung, and the liver of rats exposed to 31SiO2 particles
3. 学会等名 The 25th Hiroshima International Symposium "Research on radiation and its effects in Kazakhstan and other countries" 2/9-10/2024 (Web) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 藤本成明, 松山睦美, 中島正洋
2. 発表標題 ラット新生仔期被曝による甲状腺腫瘍化に關与する遺伝子発現変化II低ヨード腫瘍化モデルの解析
3. 学会等名 第95回日本内分泌学会学術總會
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤本成明, 松山睦美, 中島正洋
2. 発表標題 ラット新生仔期被曝による甲状腺の遺伝子発現変化と腫瘍化
3. 学会等名 第6回放射線災害・医科学研究拠点カンファランス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Fujimoto N
2. 発表標題 Single neonatal irradiation induces long-term morphological and gene expression changes in the thyroid of rats - a possible mechanism of thyroid carcinogenesis by childhood radiation
3. 学会等名 International Conference - Modern Perspectives for Biomedical Sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松田勝也, 上田真由, Mussazhanova Zhanna, Saiaubekova Yerkezhan, 黒濱大和, 松岡優毅, 大坪智恵子, 佐藤伸也, 山下弘幸, 中島正洋
2. 発表標題 充実性成分を呈する結節内結節型甲状腺結節の分子病理学的特徴解析
3. 学会等名 第111回日本病理学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上田真由, 松田勝也, 黒濱大和, Mussazhanova Zhanna, Yerkezhan Sailaubekova, 近藤久義, 松岡優毅, 大坪智恵子, 佐藤信也, 山下弘幸, 川上 純, 中島正洋
2. 発表標題 低分化成分を有する非浸潤性甲状腺結節の分子病理学的特徴解析
3. 学会等名 第9回日本甲状腺病理学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ueda M, Matsuda K, Kurohama H, Mussazhanova Z, Sailaubekova Y, Kondo H, Matsuoka Y, Otsubo C, Sato S, Yamashita H, Kawakami A, Nakashima M
2. 発表標題 Molecular Pathological Characteristics of Benign Thyroid Nodules with Poorly Differentiated Component
3. 学会等名 34th European Congress of Pathology (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上田真由, 松田勝也, 黒濱大和, Mussazhanova Zhanna, Yerkezhan Sailaubekova, 近藤久義, 松岡優毅, 大坪智恵子, 佐藤信也, 山下弘幸, 川上 純, 中島正洋
2. 発表標題 低分化成分を有する結節内結節型甲状腺良性結節の分子病理学的特徴解析
3. 学会等名 第65回日本甲状腺学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mussazhanova Z, Otsubo C, Kurohama H, Shalgimbayeva G, Ueki N, Matsuoka Y, Madiyeva M, Sato S, Yamashita H, Nakashima M
2. 発表標題 A new indicator to differentiate thyroid follicular inclusions in the cervical lymph nodes from patients with thyroid cancer
3. 学会等名 Scientific and practical aspects of the treatment and diagnosis of oncological diseases (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hoshi M
2. 発表標題 The new effects of radioactive microparticles for rats and mice and our future plan
3. 学会等名 International Conference - Modern Perspectives for Biomedical Sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤本成明, 松山睦美, 中島正洋
2. 発表標題 ラット新生仔期被曝による甲状腺腫瘍化に関与する遺伝子発現変化(02-7-1)
3. 学会等名 第94回日本内分泌学会学術総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤本成明, 星正治, Chaizhunosova N
2. 発表標題 放射性 <sup>56</sup> MnO <sub>2</sub> 微粒子曝露による低線量被曝でのラット雄性生殖線機能低下
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 Fujimoto N
2. 発表標題 Biological effects of radioactive particles produced by atomic bombing; animal studies
3. 学会等名 15th international scientific-practical conference ecology. radiation. health, Semey, Kazakhstan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Fujimoto N, Chaizhunosova N, Shabdarbayeva D, Gnyrya V, Azhimkhanov A, Kolbayenkov A, Zhumadilov K, Stepanenko V, Hoshi M
2. 発表標題 Biological effects of internal exposure to radioactive particles of $^{56}\text{MnO}_2$ in rats
3. 学会等名 9th international conference semipalatinsk test site, Kurchatov, Kazakhstani (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Fujimoto N
2. 発表標題 Animal studies of $^{56}\text{MnO}_2$ exposure in 2018-19
3. 学会等名 The 24th Hiroshima International Symposium: Research on radiation and its effects in Kazakhstan and other countries (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hoshi M
2. 発表標題 International collaboration of radiation risk evaluation in Semipalatinsk, 4th dosimetry and health risk assessment in the Semipalatinsk cohort of subjects
3. 学会等名 4th Dosimetry Meeting (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 et al
2. 発表標題 Animal exposure experiments using Mn-56 dioxide radioactive microparticles,
3. 学会等名 9th international conference semipalatinsk test site, Kurchatov, Kazakhstan (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 M. Hoshi, S. Duyssembayev, Z. Serikov, A. Klivenko, K. Zhumadilov, A. Zhumalina, P. Kazymbet, M. Bakhtin, A. Sakaguchi, M. Yamamoto, S. Endo, H. Satoh, S. Toyoda, N. Kawano
2. 発表標題 International collaboration between Kazakhstan and Japan; Studies with Shakarim University
3. 学会等名 Shakarim University Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hoshi M
2. 発表標題 Overview of our studies of radiation effects in Kazakhstan
3. 学会等名 The 24th Hiroshima International Symposium: Research on radiation and its effects in Kazakhstan and other countries (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kassym Zhumadilov, Aidana Zhumalina, Yernaz Sambayev, Yeldos Bekzhanov, Asel Bagramova, Tulegen Kusainov, Aya Sakaguchi, Satoru Endo, Shin Toyoda, Hitoshi Sato, Masaharu Hoshi,
2. 発表標題 Study of <sup>7</sup> Be and <sup>210</sup> Pb in atmosphere of Akmola region of Kazakhstan
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 Yoshihiro Noso, Atsuko Imagawa, Akio Haruta, Motomi Ushiyama, Takashi Sawada, Laura Pak, Nailya Chaizhunossova, Ken Inoue, Nobuo Takeichi, Masaharu Hoshi
2. 発表標題 Trial of remote thyroid examination 10 years after the Fukushima nuclear power accident in COVID-19 pandemic
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 Ken Inoue, Noriyuki Kawano, Nailya Chaizhunossova, Nursultan Seksenbayev, Madina Apbassova, Nobuo Takeichi, Yoshihiro Noso, Masaharu Hoshi
2. 発表標題 Anxiety and fear about mental and physical health for radiation exposure in the people -importance of dissemination about correct knowledge based on the cooperation in various fields
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 Keiko Otani, Megu Ohtaki, Nariaki Fujimoto, Darkhan Uzbekov, Ynkar Kairkhanova, Aisulu Saimova, Nailya Chaizhunossova, Dariya Habdarbaeva, Almas Azhimkhanov, Kassym Zhumadilov, Valeriy Stepanenko, Masaharu Hoshi
2. 発表標題 Effects of internal exposure to neutron-activated <sup>56</sup> MnO <sub>2</sub> powder on locomotor activity in 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 Bakhyt Ruslanova, Nailya Chaizhunossova, Dariya Shabdarbayeva, Nariaki Fujimoto, Masaharu Hoshi
2. 発表標題 The effect of various doses of ionizing radiation on liver tissue in experiment
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 Zhaslan Abishev, Nailya Chaizhunosova, Dariya Shabdarbayeva, Nariaki Fujimoto, Masaharu Hoshi
2 . 発表標題 The effects of internal and external exposure on morphological indicators and gene expression in lungs in experiment (rats and mice)
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 Nailya Chaizhunosova, Gauhar Amantayeva, Dariya Shabdarbayeva, Nariaki Fujimoto, Masaharu Hoshi
2 . 発表標題 Influence of internal and external ionizing radiation on gene expression of the reproductive system in male laboratory animals.
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 Toyoda, S., Inoue, K., Yamaguchi, I., Hoshi, M., Hirota, S., Oka, T., Shimazaki, T., Mizuno, H., Tani, A., Yasuda, H., Gonzales, C. A. B., 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 EPR BioDose 2022 (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Fujimoto N, Matsuu-Matsuyama M, Nakashima M
2 . 発表標題 Changes in morphology and gene expressions of neonatally X-irradiated thyroid gland in rats
3 . 学会等名 22nd European Congress of Endocrinology (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1. 発表者名 清水智貴、松田勝也、高田奈美、黒瀧大和、Mussazhanova Zhanna、Sailaubekova Yerkezhan、大坪智恵子、佐藤伸也、山下弘幸、中島正洋
2. 発表標題 結節内結節を伴う甲状腺良性結節の53BP1による分子病理学的特徴解析
3. 学会等名 第24回日本臨床内分泌病理学会
4. 発表年 2020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	ムサジャノフ ジャンナ  (Mussazhanova Zhanna)  (30770432)	長崎大学・原爆後障害医療研究所・助教   (17301)	
研究分担者	佐藤 斉  (Sato Hitoshi)  (90285057)	茨城県立医療大学・保健医療学部・教授   (22101)	
研究分担者	星 正治  (Hoshi Masaharu)  (50099090)	広島大学・平和センター・名誉教授   (15401)	

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 Medical University	Eurasian University	Kazakhstan National Nuclear Center	他2機関
ロシア連邦	National Med Res Center of Radiology			