

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H04321

研究課題名（和文）被ばく評価とトレーサ応用を目指した日本周辺のPb-210大気降水量評価

研究課題名（英文）Evaluation of with the aim of dose evaluation and tracer applications

研究代表者

山澤 弘実（Yamazawa, Hiromi）

名古屋大学・工学研究科・教授

研究者番号：70345916

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 8,200,000円

研究成果の概要（和文）：大気中天然放射性核種ラドン（Rn-222）を親とする放射性核種の広域での大気中動態及び沈着量分布を数値計算により解明する研究で、長距離輸送モデルがPb-210沈着量実測値を合理的に再現できることを確認し、北半球域、アジア域及び日本域での沈着量の地理的分布及び季節変化と、冬季日本海側での高沈着メカニズムを明らかとした。また、降水中Pb-214及びBi-214濃度の高時間分解能測定装置を開発し、濃度時間変動からラドン壊変核種沈着メカニズムを明らかとした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

冬季日本海側でのPb-210沈着量は北半球内で特異的に大きいことと、その要因はユーラシア大陸東端での大気中蓄積と、季節風吹き出し及び日本海側での降水の重畳であることを証明した。これは、これまで観測値が時空間的に粗なために未解明であったメカニズムを解明したことになる。また、日本域での詳細な沈着量分布を得たことは、天然放射線源からの被ばくの我が国での最大因子であるラドン壊変核種の寄与が顕著な地域性を持つ可能性を示唆するものであり、被ばく評価及びその影響評価に我が国固有の新たな視点を提供するものである。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study was to elucidate the behavior and deposition distribution of radon decay nuclides by numerical simulations. After validating the long-range transport model with observation data, geographical deposition patterns in the northern hemisphere, Asia and Japan and their seasonal variations were evaluated. Mechanisms of the high Pb-210 deposition along the Sea of Japan coastline in winter were found. A high time resolution measurement system for Pb-214/Bi-214 concentrations in rain was developed. Mechanisms of wet deposition processes of the radon decay nuclides were made clear.

研究分野：環境放射能、大気環境

キーワード：ラドン壊変核種 域広大気域輸送 Pb-210湿性沈着 大気拡散モデル

1. 研究開始当初の背景

大気中に広く存在する天然放射性核種 ^{222}Rn （半減期 3.8 日）から短半減期壊変核種（ ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{214}Po ）を経て生成し、主に湿性降下物として地表面および海面に達する ^{210}Pb （半減期 22 年）とその壊変核種 ^{210}Po （同 138 日）は、海産物を経て経口摂取され、我が国の自然界からの被ばく線量の平均値 2.1 mSv/y のうち 0.8 mSv/y を占める最大寄与核種である。さらに、 ^{210}Pb は陸域・海洋での有機物等の移行トレーサとして有用性が示されている。そのため、詳細な降下量の地理的分布および季節変化等の降下量の理解が必要とされている。

研究開始当初では、我が国周辺の降下量について冬期の日本海側で 200 Bq/(m²・月)程度の大きな降下量である一方、その他の季節及び地域ではその数分の一から一桁程度小さいという少数地点の観測結果に基づく概要が示されているに留まっていた。空間分解能が粗く、簡易の沈着計算スキームを用いた代表者の研究開始当初のモデルによる冬期降下量の試算結果では、前述の観測値に基づく構図は概ね再現されているが、食物経由の被ばく評価の観点からは、1)日本の自然地理的条件（海陸分布・季節風等）の関与の程度、2)海洋への ^{210}Pb 降下が顕著な日本海範囲、3)冬期太平洋側沖合でも季節風に起因する降水が発生するためこれまでの陸上観測では把握されていない可能性、4)陸上での降下量の空間的分布（海岸・山脈との関係、南北方向の分布）は等の疑問を明らかにすることが求められる。 ^{210}Pb のトレーサ利用においても、これらの知見がトレーサとしての有用性を高め、特に地表面環境中の有機炭素動態解明では、時間・空間分解能の高い ^{210}Pb 降下量の情報が必要である。

2. 研究の目的

上記の疑問の解答を得るため、本応募研究においては以下の項目を目的とした。

- (1)研究開始当初開発済みの長距離 ^{222}Rn 大気輸送 3 次元数値モデルに、 ^{210}Pb までの 5 核種の輸送・沈着過程を組み込んだ壊変核種輸送沈着モデルを開発
- (2)既存データ及び ^{222}Rn 壊変核種降水中濃度及び線量率の観測結果に基づきモデルを検証
- (3)検証済みモデルを用いた ^{210}Pb 降下量の空間分布及び季節変化の評価と日本域降下量の特異性とそのメカニズムを解明

3. 研究の方法

(1) 壊変核種輸送沈着モデルの開発

モデル開発では、沈着過程に関するこれまでの理解に基づき、雲中で雲粒に壊変核種（主に ^{218}Po ）が補足され、雲粒から降水が形成されて降下する過程（rain-out）と、雲下で形成された壊変核種が雨滴に補足されて降下する過程（wash-out）の二過程に分けた沈着過程のモデル化を行った。この中では、後述の観測で得られる降水中濃度の高分時間解能データの解析から得られる rain-out 機構に関する知見を反映した。これは、 ^{222}Rn は水に極めて難溶で、 ^{222}Rn が存在する限り壊変核種の供給が続くことが大気中に生成源のない他の硫酸塩等の大気汚染物質と異なる。また、モデルの気象場計算での地形性降水の再現性向上のために、これまでの 72 km 格子から 9 km 或いは 3 km 格子へ分解能を向上させた。

(2) 観測値に基づくモデル検証

沈着過程モデル検証では、降水中 ^{214}Pb , ^{214}Bi 濃度の高時間分解能（降水強度に依存して 5-15 分間隔程度）の測定を行うための装置開発と、それを用いた観測により、沈着過程に関する検証データを取得した。

上記の機構面でのモデル検証に加え、面的分布のモデル検証として空間線量率測定値を利用した検証を行った。降水とともに降下する短半減期改変核種の中で、 ^{214}Pb , ^{214}Bi は γ 線放出核種であり、原子力施設周辺放射線監視施設（モニタリングポスト等：以下、MP）での空間線量率は降水時に顕著に増加する。そこで、本課題では、1) 全国の MP から本研究の目的に適する MP の選定、2) 降水時線量率上昇値と降水中 ^{214}Pb , ^{214}Bi 濃度の関係の解析を行い、3) 開発したモデルの我が国陸上での降下量の面的分布及びその季節変化の再現性を検証した。

(3) ^{210}Pb 降下量の空間分布・季節変化の評価及びメカニズム解明

降下量の全国的な分布傾向と季節変動の全体像を把握するため、北半球域計算（水平格子 144 km）、アジア域計算（同 72 km あるいは 48 km）、及び日本域計算（同 9 km）のネスティングを用いた。一方、冬季季節風下での降下量分布と地形等の関係の評価には、比較的低位水平スケールの小さい山地による地形性降雨の再現が必要なため、日本海側中央部（石川県付近）、本州北部（青森県付近）を対象にした水平 3 km 格子による詳細な評価を行った。

4. 研究成果

(1) モデル開発

本研究で基本としたモデルは気象モデル WRF と、移流拡散モデル HIRAT をオフライン結合し

たモデルである。WRF は三次元完全圧縮・非膨張系のプリミティブ非静力学平衡モデルであり、コミュニティモデルとして気象・大気環境分野で広く利用されている。 ^{222}Rn とその壊変核種の移流・拡散・沈着を計算では、代表者が開発してきた ^{222}Rn 対象のオイラー型モデルの HIRAT に、 ^{218}Po から ^{210}Pb までの 5 核種を対象としたソルバーを追加し作成した。壊変核種の沈着過程では乾性沈着及び湿性沈着の両者を考慮し、前者は後者と比較して寄与割合が二桁程度小さいため、一定の乾性沈着速度 ($1.0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$) を与えることとし、詳細なモデル化の対象外とした。後者では、降水がある水平格子上的鉛直方向の各格子で、大気中雲水+雲氷の水分混合比及び雨+雪+霰の水分混合比を用いることで、降水形成雲中及び雲下を判断し、それぞれにレインアウト及びウォッシュアウトの計算スキームを適用する形とした。レインアウトでは水平格子の各点の降水強度の気柱中雲水+雲氷水分量に対する比を洗浄係数 (改良型: 後述の観測結果から得られた沈着スキーム) として与え、ウォッシュアウトでは従来から使われている降水強度の 0.8 乗に比例する洗浄係数 (従来型) とした。これらの沈着計算スキームを北半球域から日本域までの 3 段階の水平スケールに適用したところ、改良型の採用は日本域計算 (水平格子 9 km 及び 3 km) で再現性が改善することが示されたものの、水平格子が大きいアジア域及び北半球域では全て従来型を用いる方が再現性が優ることが示された。これは、観測値で把握できる局所的な沈着現象としては改良型が現実に近いものの、水平格子内で降水の有無及びその強度が異なる範囲を含む広域計算においては、モデルで計算される格子平均としての気柱中水分量と降水強度が必ずしも湿性沈着現象の平均的な効率を表していないものと考察された。

(2) モデル検証

図 1 に例示した複数年平均の降水量分布は、少数地点ではあるが過去に測定されている文献値を良好に再現していることが示された。特に、月間降水量が 1) 冬季日本海側で $150\text{--}200 \text{ Bq/m}^2$ であること、2) 本州中部及 (図中 C の範囲) び北海道日本海側 (A) で大きいこと、3) 山陰 (D) から九州 (E) にかけて漸減の傾向を示すこと、4) 津軽海峡を含む範囲 (B) で比較的小さいこと、5) 太平洋岸で小さく、関東平野では 20 Bq/m^2 以下と日本海側の 1/10 程度であること、6) 冬季以外是全国的に $20\text{--}40 \text{ Bq/m}^2$ 程度かそれ以下であること、7) 梅雨期では九州で比較的大きい (数十 Bq/m^2) 程度となるといった特徴はモデル計算値と実測値の一致を確認した。

また、モデルで計算された ^{214}Pb 及び ^{214}Bi 降水量から計算された全国の MP 地点での月積算線量率上昇量は実測値と概ね $\pm 20\%$ で一致することが示された (図 2)。これは、モデルで再現された大気中 ^{222}Rn 濃度及び沈着過程の合理性を示すもので、大気中滞留時間がこれら短半減期核種と大きく異なる ^{210}Pb の降水量計算値の合理性を直接的に証明するものではないものの (^{210}Pb では、湿性沈着領域でどの程度大気中に残留し風下領域での沈着に寄与するかが重要であるが、その点が短半減期核種と異なる)、間接的な検証となる。

石川県、青森県を対象とした詳細検証では、1) 降水を引き起こす比較的小さな山岳・丘陵のモデルでの再現が極めて重要であり、水平格子 9 km での計算で過小評価された ^{210}Pb 降水量が 3 km で格段に改善すること、2) 青森県六ヶ所村では水平格子 3 km 格子でも過小評価傾向が残るが、隣接格子ではほぼ実測値と同等の値が計算されており、降水量の局在性を 1 格子程度の分解能で再現できてはいないものの、計算結果を 2, 3 格子程度の粗視化により評価した場合には、高い再現性であることが示された。

降水中 ^{214}Pb , ^{214}Bi 濃度の高時間分解能装置の開発・観測では、他予算で開発した基本部分に本課題で連続測定等のための周辺部分を付加し、Ge 半導体検出器による採取降水中対象核種が

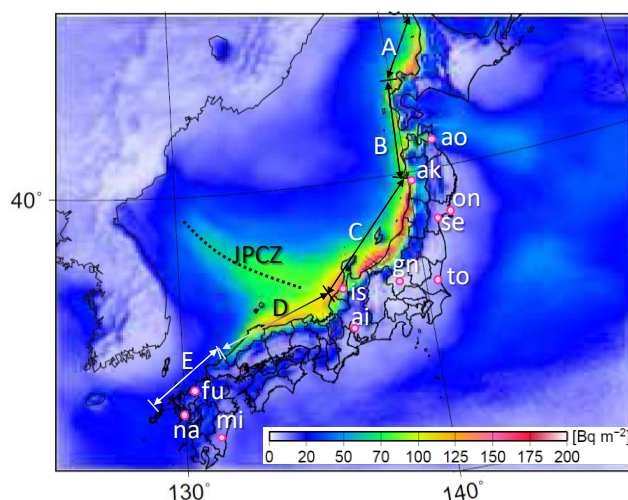


図 1 12月の ^{210}Pb 月間降水量 (2011-16 年平均)

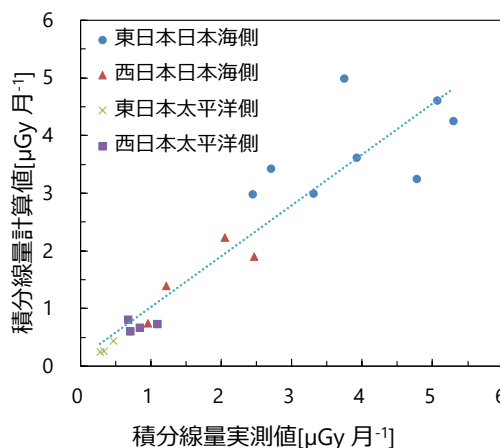


図 2 降水時線量率上昇値月間積分量の実測値と計算値の比較

らの γ 線係数を1分毎に記録する装置と、解析目的及び必要精度に応じて任意の時間間隔で濃度値を解析する方法を完成した。この装置を用いた観測を2021年6月から2023年1月まで実施し、最短で5分単位で解析可能なデータを23事例取得した。これらは、従来は0.5-1時間単位でしか得られなかった濃度値に比べ格段に時間分解能が高い。得られた濃度値の解析から、 ^{214}Pb 降下フラックスは降水強度が約5 mm/hまでの弱雨時では降水強度にほぼ比例し、それ以上の中・強雨時はほぼ一定となる事例が多くみられという新たな知見が得られた。理論的な検討から、前者は ^{214}Pb 除去効率が降水強度に比例することを表しており、前述の沈着過程モデルの開発に結び付いた。後者では ^{222}Rn 壊変による ^{214}Pb 供給が律速となっていること示され、 ^{222}Rn 壊変核種湿性沈着過程について大枠での構図が得られ、従来から指摘されてきた降水中濃度が降水強度に負の相関を持つことについての解釈を与えた。

(3) 降下量の空間分布・季節変化の評価及びメカニズム解明

図1に示したとおり、降下量の空間分布・季節変化については前述(4.(2))の特徴に加えて、1) 冬季日本海側では山地の風上数十km程度の幅で特に高い降下量となっており、ほぼ海岸線に沿って帯状の高降下量地帯を形成し、沿岸域海上でも陸上と同程度の降下量があること、2) 海岸線に顕著な山地がない秋田県等では内陸でも比較的高降下量となっているのに対して、高い山地が海岸線に近い本州中央部では、海岸線から内陸数十kmの範囲で降下量の勾配が大きいこと、3) 地形的に鞍部となっている津軽海峡周辺では、太平洋側であっても山地があれば降下量が大きいこと(下北半島中央部)、4) 日本海上では日本海寒帯気団収束帯(JPCZ)で沈着が大きいこと、5) 太平洋上でも200 km程度沖合で降下量がある程度あり、その要因は南岸低気圧通過による降水とそれに吹き込む季節風による ^{210}Pb 輸送であることが明らかとなった。

北半球域の計算結果(図4)から、1) 冬季日本海側での ^{210}Pb 降下量は北半球内でも特異的に高いこと、2) 北西太平洋、北大西洋、東部太平洋赤道域、大西洋赤道域で比較的多くの降下量があること、3) 夏季中米でも降下量が大きい地域が存在すること等、これまでに知見が乏しかった ^{210}Pb 降下量の広域分布の特徴及び季節変化が得られた。これらの高降下量地域は何れもモンスーン、熱帯収束帯(ITCZ)、ストームトラック等の多降水域であり、さらに風上に大陸が存在することが共通する。一方、中緯度高圧帯に対応する西アジアから南ヨーロッパでは降水頻度が極めて低く、月間 ^{210}Pb 降下量は0から10 Bq/m²であり、他の湿潤地域に比べて乾性沈着の寄与割合が大きいことが示された。

冬季日本海側での ^{210}Pb 降下量が特異的に高くなるメカニズムについては、従来から大陸の存在と冬季モンスーンが要因であると大まかに推定されてきたが、本研究により1) 従来の推定が概ね正しいことが示されたことに加えて、2) 冬季は北極域-シベリア-中国西部では降水量が小さいため大気中 ^{210}Pb インベントリが高く(図4.b)、平均滞留時間が数十日と極めて長く(図4.c)、 ^{210}Pb 蓄積域となっていること、3) これらの蓄積域では地上3-6 kmの比較的高高度でも ^{210}Pb 蓄積に寄与していること、4) 日本海域の高沈着は冬季に定常的に起こっているのではなく、蓄積域からの数日周期の吹き出しと日本海域での降水の発生が同期して起こっていること等、冬季の高沈着領域形成のメカニズムが解明された。また、夏季の九州で ^{210}Pb 降下量が比較的大きいことについては、中国西部が蓄積域として働き、梅雨前線に伴う高度1-2 km程度での輸送が寄与していることが示され、夏季の高降下量発生についてのメカニズムも明らかとなった。

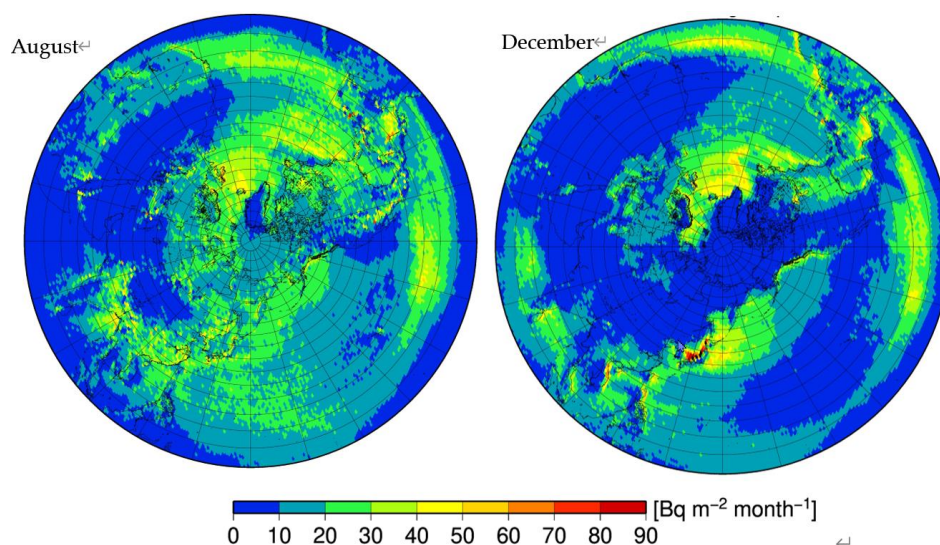


図3 北半球での ^{210}Pb 月間降下量分布の計算結果。左図は8月、右図は12月の分布。

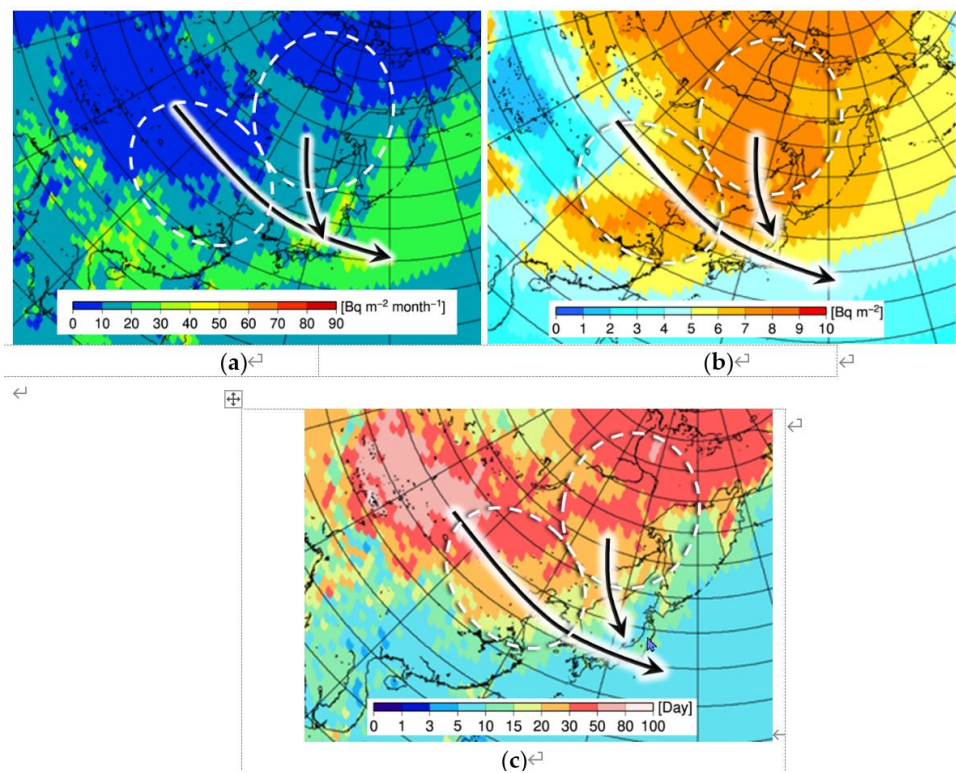


図4 北半球域計算による ^{210}Pb についての年平均の(a)月間降下量、(b) 気柱中インベントリ及び (c) 大気中平均滞留時間。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Hiromi Yamazawa, Yu Cai, Tatsuya Matsumoto, Jun Moriizumi, Hidenao Hasegawa, Takafumi Kawano	4. 巻 198
2. 論文標題 Long-range atmospheric transport of radon in East Asia and deposition of its progenies in Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Radiation Protection Dosimetry	6. 最初と最後の頁 891-895
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/rpd/ncac010	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 Yu Cai, Hiromi Yamazawa, Jun Moriizumi, Hidenao Hasegawa	4. 巻 198
2. 論文標題 Analysis of 210pb deposition distribution characteristics in winter at Rokkasho in Aomori based on high resolution atmospheric transport/deposition model calculation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Radiation Protection Dosimetry	6. 最初と最後の頁 914-919
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/rpd/ncac010	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 Cai Yu, Yamazawa Hiromi, Iimoto Takeshi	4. 巻 14
2. 論文標題 210Pb Deposition Distribution in the Northern Hemisphere Based on a Long-Range Atmospheric Transport and Deposition Model Calculation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 1329 ~ 1329
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/atmos14091329	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27件（うち招待講演 3件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 CAI Yu, H. Yamazawa and J. Moriizumi
2. 発表標題 Analysis of 210Pb Deposition Distribution in Winter at Rokkasho Based on High Resolution Atmospheric Transport/Deposition Model Calculation
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 山澤弘実
2. 発表標題 東アジア域でのラドン及び壊変生成核種の大気輸送
3. 学会等名 金沢大学環日本海域環境研究センター2021年度共同研究成果報告会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山澤弘実
2. 発表標題 日本域で高沈着をもたらすPb-210 広域大気輸送の特徴の数値モデル解析
3. 学会等名 日本原子力学会2022年秋の大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高阪太志、山澤弘実
2. 発表標題 ラドン壊変核種輸送モデルの湿性沈着計算スキームの検討
3. 学会等名 第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 久納大知、山澤弘実
2. 発表標題 日本周辺のRn-222壊変生成物沈着量の地域的・季節的特徴の解析
3. 学会等名 第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 蔡 宇, 飯本 武志, 山澤 弘実
2. 発表標題 高分解能大気輸送・沈着モデル計算に基づく六ヶ所冬季の210Pb沈着分布解析
3. 学会等名 第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 CAI Yu, H. Yamazawa, T. Iimoto
2. 発表標題 Analysis of the long-range transport characteristics of 210Pb in the Northern Hemisphere based on numerical simulations
3. 学会等名 第24回「環境放射能」研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山澤弘実、久納大知、天野雅晴、蔡宇
2. 発表標題 長距離大気輸送モデルを用いた日本周辺のPb-210沈着量評価
3. 学会等名 第24回「環境放射能」研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 H. Yamazawa, Y. Cai, T. Matsumoto, J. Moriizumi, H. Hasegawa and T. Kawano
2. 発表標題 Long-range Transport of Rn-222 in Eastern Asian and Deposition of its Progenies in Japan
3. 学会等名 IES 30th Anniversary International Symposium on Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose-Rate Radiation (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Cai, H. Yamazawa and J. Moriizumi
2. 発表標題 Analysis of Pb-210 Deposition Distribution Characteristics Based on High Resolution Atmospheric Transport/Deposition Model Calculation
3. 学会等名 IES 30th Anniversary International Symposium on Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose-Rate Radiation (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森泉 純、浅井智貴、山澤弘実
2. 発表標題 空气中Po-218およびPb-214の挙動に現れる異なる粒径の分子クラスターの表面沈着特性
3. 学会等名 日本原子力学会2021年秋の大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 打田真聖、山澤弘実、森泉 純
2. 発表標題 降雨時の高線量率上昇例の発生メカニズムと対流性降水との関係
3. 学会等名 日本原子力学会2021年秋の大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 水谷二千翔、山澤弘実、森泉 純
2. 発表標題 降雨によるラドンフラックス変動が広域大気中濃度に与える影響の数値解析
3. 学会等名 日本原子力学会2021年秋の大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 水谷二千翔、山澤弘実、森泉 純
2. 発表標題 ラドンフラックス変動が広域大気中濃度に与える影響の数値解析
3. 学会等名 日本保健物理学会第54回研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀧口芳輝、山澤弘実、森泉 純
2. 発表標題 雨水中ラドン壊変生成核種濃度連続測定の高時間分解能における誤差検討
3. 学会等名 日本保健物理学会第54回研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Cai Yu, H. Yamazawa and J. Moriizumi
2. 発表標題 Analysis of ²¹⁰ Pb Deposition Distribution in Winter at Rokkasho Based on High Resolution Atmospheric Transport/Deposition Model Calculation
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 山澤弘実
2. 発表標題 東アジア域でのラドン及び壊変生成核種の大気輸送
3. 学会等名 金沢大学環日本海域環境研究センター2021年度共同研究成果報告会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森泉 純、金子慶保、山澤弘実
2. 発表標題 連続捕集方式による降水中放射性核種濃度モニタリングの検討
3. 学会等名 日本原子力学会2020年春の年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森泉 純、金子慶保、山澤弘実
2. 発表標題 連続捕集方式による降水中短寿命ラドン壊変核種濃度観測
3. 学会等名 日本保健物理学会第53回研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山澤弘実、赤松慎也、森泉 純
2. 発表標題 数値モデルによる日本域Pb-210降下量分布再現の検討
3. 学会等名 日本原子力学会2020年秋の大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本達也、山澤弘実、赤松慎也、森泉 純
2. 発表標題 冬季石川県周辺における降雨時線量率上昇分布の特徴及び ²²² Rn壊変生成物沈着量との相関
3. 学会等名 日本原子力学会2020年秋の大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山澤弘実、瀧口芳輝
2. 発表標題 降水中短半減期ラドン壊変核種濃度の高時間分解能観測
3. 学会等名 日本原子力学会2023年秋の大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 久納大知、山澤弘実
2. 発表標題 空間線量率データを用いたPb-210湿性沈着モデル計算の検証と日本域沈着量分布の評価
3. 学会等名 日本保健物理学会第56回研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yu Cai, Hiromi Yamazawa, Takeshi Iimoto
2. 発表標題 210Pb deposition in the Northern Hemisphere based on numerical simulation
3. 学会等名 日本原子力学会2023年秋の大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山澤弘実, 打田真聖
2. 発表標題 降雨時空間線量率上昇に対する長距離輸送ラドンの影響
3. 学会等名 日本保健物理学会第56回研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高阪太志, 山澤弘実
2. 発表標題 ラドン壊変核種輸送モデルの湿性沈着計算スキームの検討
3. 学会等名 日本保健物理学会第56回研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山澤弘実、久納大知、筒井光
2. 発表標題 短半減期ラドン壊変核種湿性沈着観測によるPb-210 沈着数値計算の検証
3. 学会等名 第25回「環境放射能」研究会
4. 発表年 2024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	森泉 純 (Moriizumi Jun) (90303677)	名古屋大学・工学研究科・准教授 (13901)	令和4年3月まで

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