

持続可能開発目標達成支援事業（aXis）

Bタイプ研究分野「環境・エネルギー」

研究課題名

「カザフスタンのウラン鉱山周辺地域における安全環境確保に向けた取組」

相手国名： カザフスタン

令和2（2020）年度実施報告書

研究期間

2020年4月1日から2022年3月31日まで

研究代表者： 坂口 綾

筑波大学・准教授

## I. 国際共同研究の内容（公開）

### 1. 当初の研究計画に対する進捗状況

#### (1) 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	2020年度				2021年度			
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月
<b>1. ウランおよび子孫核種の分析法検討</b> 1-1 長寿命放射性核種の質量分析法検討 1-2 子孫核種のγ線分析法検討	質量分析法検討							
	←→	←→	←→	*1				
		放射線分析法検討						
		←→	←→	*2				
<b>2. 環境水・飲料水中のウランおよびウラン系列子孫核種の組成・濃度把握</b> 2-1 環境水・飲料水採取 2-2 試料中のウラン・ウラン系列子孫核種測定		試料採取						
		←→	←→			←→	*3	
			測定・解析					
			←→	←→	*4			
<b>3. 粒形別大気浮遊塵中ウランおよびウラン系列子孫核種の組成・濃度把握</b> 3-1 大気浮遊塵の採取 3-2 試料中のウラン・ウラン系列子孫核種測定		大気浮遊塵採取						
		←→	←→			←→	*5	
			測定・解析					
			←→	←→	*6			
<b>4. 持続的に課題に取り組む人材育成</b> 4-1 講義・セミナー、実習による知識・技術習得 4-2 論文文化や学会・シンポジウムに向けた研究指導		講義、セミナー、インターンシップ						
	←→	←→	←→					*7
			発表・論文文化指導					
			←→	←→	*8			
機材導入 Ge半導体検出器 ラドン計*9		本邦調達・納品						
	←→	←→	←→					
渡航活動	インターンシップ(来日) (1人・60日、2人14日)							
	←→	←→	←→	*10				
		装置設置、試料採取、講義 (3人・10日)						
		←→	←→	*11				
				ラップアップシンポジウム(来日) (7人・5日)				
			←→	←→				*12

\*1 学内への立ち入りが制限されていたために開始が遅れたことや、実試料の塩濃度が想定以上に高く当初予定していた方法をさらに改良して行う必要があったため

\*2 学内への立ち入りが制限されていたために開始が遅れたことや、標準試料の納期が遅れたため

- \*3 日本側はコロナの影響で渡航できず、現地では採取するための許可申請や採取できる状況まで現地研究者の行動が規制されたため
- \*4 \*1-3 の遅延によるため
- \*5 日本側はコロナの影響で渡航できず、現地では採取するための許可申請や採取できる状況まで現地研究者の行動が規制されたため
- \*6 \*1、2、5 の遅延によるため
- \*7 コロナの影響で渡航できず直接の技術指導やインターンシップが開催できなかったため
- \*8 \*1-7 の遅延によるため
- \*9 計画変更をし、新たにラドン計を導入することとなったため
- \*10 来日できなくなりオンラインインターンシップに切り替えたため
- \*11 渡航できなくなりオンライン説明会やオンライン Winter school に切り替えたため
- \*12 来日できない状況で延期したため

## (2)プロジェクト開始時の構想からの変更点

渡航や行動の制限のため、プロジェクト期間を1年から2年に延長した。

試料採取に関しては日本側の研究者が渡航した際に採取技術提供したり、現地調査の際に実際の試料採取を行う予定であった。しかし、渡航が不可能となったためすべてオンライン説明会やビデオ説明会、説明書を作成して可能な限り対応した。これに基づき、現地での試料採取を相手国研究者に依頼し、環境水・飲料水試料および大気浮遊塵試料を採取した。大気中ラドンのモニタリングは、装置を輸出し Web 会議で打ち合わせた観測地点に設置してデータ採取を始めた。

WP1、2、3 で予定していた放射線測定においては当初日本側で確立した方法を相手国の装置に適用することで実測する予定であった。しかし使用を予定していた相手国の装置の故障およびその修理費に関する予算を確保していなかったため、すべて日本に輸入し測定することとなった。ウランなどの長寿命放射性核種の ICP-MS による分析でも渡航によるレクチャーができなかったことから 2020 年度は全て試料を輸入して日本で測定することとなった。2021 年に渡航の可能性がある場合は、できうる限り現地で分析できるように進めていく予定である。

WP4 のインターンシップおよび集中講義は、渡航が制限されたためオンラインで開催した（インターンシップは継続中）。ラップアップシンポジウムは、プロジェクト期間が延長されたことから 2021 年度末に開催することとした。

## 2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

### (1) 成果目標の達成状況とインパクト等

最終的にウラン鉱山周辺地域における安全な水・大気環境の改善や保証が、カザフスタン(つくる国)のみならずエネルギー利用の恩恵(つかう国)を受けている国々により施行されることを目指し、具体的には北カザフスタンのウラン掘削地域における環境水、飲料水(水道水・井戸水)や大気中の微細粒子(エアロゾル)に含まれるウランおよび子孫核種を定量的に把握する事を目的としている。この目的達成のため、①ウランおよびウラン系列子孫核種の分析法検討(WP1)、②環境水・飲料水中のウランおよびウラン系列子孫核種の組成・濃度把握(WP2)、③粒径別大気浮遊塵中ウランおよびウラン系列子孫核種の組成・濃度把握(WP3)、④本課題に持続的に取り組む人材育成(WP4)、の4課題について段階的に取り組んできた(図1)。

今年度は、大気浮遊塵や環境水中の放射能や重金属濃度についてできるだけ安定して精度よく測定できる方法についてパイロット試料や模擬試料を用いて確立することができた(WP1)。実際に大気浮遊塵採取や水試料採取の許可申請受理後に、バックグラウンド地域やウラン採掘場・処理プラント周辺で試料採取を行い、確立した方法を用いて放射能や金属濃度の測定を開始した(WP2, 3)。大気浮遊塵観測はウラン鉱山周辺のみならずカザフスタン国内でも初めての事例であり、今後、中央アジアの大気汚染観測の指針や濃度指標となりうる重要な一歩である。また、環境水や大気浮遊塵中の放射能・元素の包括的な観測も初めての試みであり、今後発展していくであろうカザフスタンや中央アジアにおける環境モニタリング技術確立に貢献する。実際に、本課題にとどまらず様々な環境観測や対策、環境・人体影響についてカザフスタン(や同技術を必要とする国々)が今後取り組んで行けるよう、課題参加研究者以外の専門家も含め8名の研究者らによりWinter schoolを一週間開催した(240名参加)。オンラインインターンシップでは3名の博士課程学生の受け入れを行い(継続中)、新たな形でのインターンシップの開催例としてaXis事業が人材育成面においても貢献できることを示している。

### (2) プロジェクト全体のねらい(これまでと異なる点について)

プロジェクト全体のねらいとしてこれまでと異なる点は、プロジェクト終了後も相手国が技術先進国と対等に課題解決に取り組める枠組み構築と技術提供である。汚染のない水や大気の確保に向けた課題解決や、目標達成に向けたプロジェクト期間内の共同研究としての取り組みはもちろん重要

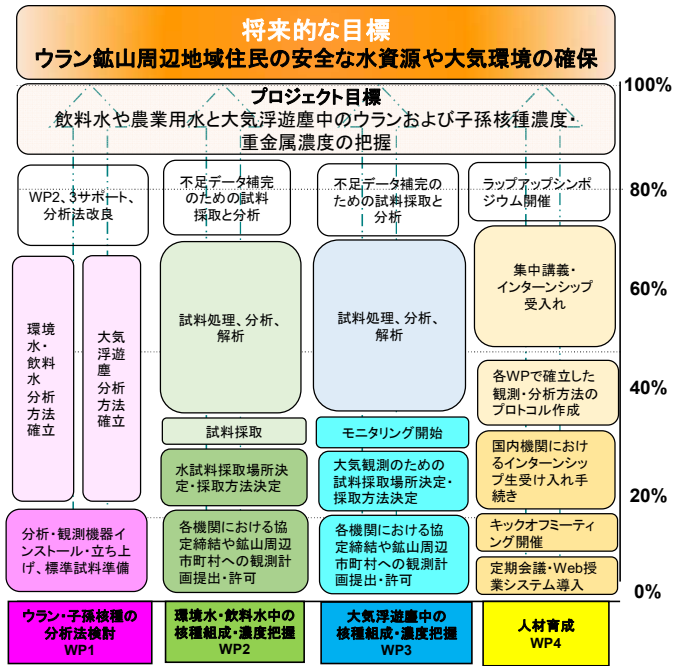


図1 それぞれのWPにおける2021年度の達成状況

であるが、科学的な根拠に基づいた対策の基での「真のSDGs達成」には、課題に継続して取り組める若手人材の育成が必須である。課題解決型の国際プロジェクトでは、期間中に相手国に「装置を提供した」「新しいシステムを導入した」「日本/欧米の方法を示した」まま、終了後には機能しない事も多々ある。そのため、技術面のみならず課題解決に取り組む姿勢も含めて、細やかなサポートにも重みを置きWP4として人材育成班を設置して取り組んでいる。実際に Winter school では中央アジア・ロシアを中心とし世界から 240 名の参加があり、この分野や課題の重要性を再認識するとともに、人材育成の必要性も明らかになっている。



図2 オンラインインターンシップの様子(プロジェクトで使用する装置の実習)

(3) SDGs 達成に向けた重要性、科学技術・学術上の独創性・新規性 (これまでと異なる点について)

本プロジェクトは、我々人類のみならず動植物にとって必須である「水」や「大気」の安全に主眼を置いたものである。その根源となっているのは、カザフスタンの国力増強や世界における今後の安定したエネルギー供給また便利な社会を目指している所にある。かつ、今回の事例は実際に「つくる国(カザフスタン)」と「つかう国(フランス、オーストラリア、中国、日本等)」が異なり、ともすればそれぞれの利益や主たる目的達成にしか主眼が置かれられない状況となる。さらに、旧ソ連最大の核実験場が存在し合計 450 回以上もの核実験が行われていた国にも関わらず、国の財政や教育環境の不整備からカザフスタンにおける本研究分野は



図3 本研究課題に深く関わるSDGs

非常に遅れており、自前でその解決に向けた持続可能な取り組みが難しい状況にある。これを解決する本研究課題は、図3に示すSDGs「すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する(目標6)」 「持続可能な生産消費形態を確保する(目標12)」に直結するとともに、共同研究のみならず人材育成にも注力することで「持続可能な開発のための実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化する(目標17)」ことに貢献すると考えられる。

(4) 研究運営体制、日本人人材の育成(若手、グローバル化対応)、人的支援(研修、若手の育成)およびネットワーク構築等

本プロジェクトでは4つの班を構築し、実施する項目とそれに対する責任者と参画者が配置されており、段階的に課題達成できるように計画されている(計画表および図4参照)。また、それぞれが深く連携しながら最終目標達成のために取り組んでおり、予定の遅延や問題点発生の際にはすぐにWeb会議などで集まりディスカッションできるよう相手国が開催できるZoomのライセンスも購入した。問題点が生じた場合のみならず、定期会議を開催し、プロジェクト参画研究者とともに、各分

野の専門家らや博士課程の学生も交えながら議論を進めている。

日本人学生の参画は、2017年にユーラシア国立大から2名のインターンシップ制を受け入れた際に、メンターや共同研究者として学生を配置していた。しかし、2020年度は来日学生や研究者もおらず直接の関わりが持てないことや、カザフスタンへの渡航ができなかったために日本の学生に関してグローバル化に向けた取り組みや活動が非常に限られたものになっている。2021年度の状況次第ではあるが可能な限り機会を設けて相手国との交流や日本の学生のグローバル化も考慮して課題を進めていく。

カザフスタン側の学生への教育は前述したようにWP4で課題の一つとして他のWPと同様に取り組んでいる。

今後も様々な場面で協力していけるよう、ユーラシア国立大とは大学間協定(筑波大)、アスタナ医科大学およびセメイ大学とは部局間協定(筑波大アイソトープ環境動態研究センター)を結び、本事業にとどまらず今後も盛んな交流が途絶えることなく進められるようお互いの所属機関や部局からの協力体制も構築されている。



図 4 プロジェクトにおける課題や研究体制



## II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

### A. 今後のプロジェクトの進め方

#### A-1. 現状とすでに明らかになっている課題、解決方法

現在、2020年度に採取した試料中の放射性核種や重金属濃度の測定を継続している(図1)。2020年度に得られたウラン鉱山に最寄りの都市であるステプノゴルスクのラドン濃度の結果から、実際にウラン鉱山/精製プラントにほど近い、鉱山関連施設で働く労働者が居住する村でラドン濃度計測の必要性について議論された。I-1-(1)に示したように計画変更で新たに購入することになったラドン計の台数に限りがあるため、当初バックグラウンド計測として首都ヌルスルタンに配置する予定だったものを鉱山周辺の村に設置することとした。2021年5月末に相手国研究者が現地の下見や設置依頼に行き、実際に6月中旬より稼働させる予定である。

#### A-2. 達成のために今後行うこと

2020年度に得られた試料の分析結果が得られ次第、プロジェクト内でミーティングを行う。WP1については現在行っている方法に関して問題などが生じている場合にはそれを改善するとともに、期間内に分析が終了するようWP2と3のサポートを行う。WP2および3に関しては、新たに採取・観測すべき項目について検討し、可能な限り採取・測定を行う。WP4では他のWPと引き続き連携しながら人材育成に尽力するとともに博士論文や本プロジェクトで得られた内容の論文化について具体的なサポートを行っていく。年度末にはラップアップシンポジウムを開催し、関連学生にも積極的に発表してもらえよう準備を進める。

### B. 成果達成の見通し

2020年度は渡航ができず、試料数にも限りがあった。特に鉱山最寄りの都市における大気浮遊塵試料の観測開始が遅れたため、パイロット試料のみの採取となった。ただし、都市への装置持ち込みや設置場所の確保等すでに確立されているため、2021年度は春からの観測が可能となっている。従って、当初の目的通りに試料を得ることが可能と予想される。また、環境水の数も輸入の関係から限られてはいるものの、濃度範囲や試料採取場所

による特徴などもある程度わかってきている。そのため、A-2に示した通り、必要に応じた追加試料採取と分析を行うことでプロジェクト期間内に予定していた内容が遂行できる。

### C. 社会的インパクトやプロジェクト終了後の予定(図5)

コーディネータを中心として、今回のプロジェクトで得られた結果や知見を分かりやすくまとめ、観測や試料採取を許可してくださったアキマツ(市町村の公的機関)に報告をし、ウラン鉱山/プラント周辺環境についてご理解いただく。研究者側としては、結果をまとめ査読付き国際誌に投稿し、確立した方法や得られた結果について公開することで、同様な地域におけるモニタリング技術として必要な所で利用可能にする。実際に環境・人体影響の可能性が懸念される場合には、新たに専門家やカザフスタン公的機関を巻き込み対策やレメディエーションのための枠組みを構築していけるようにする。

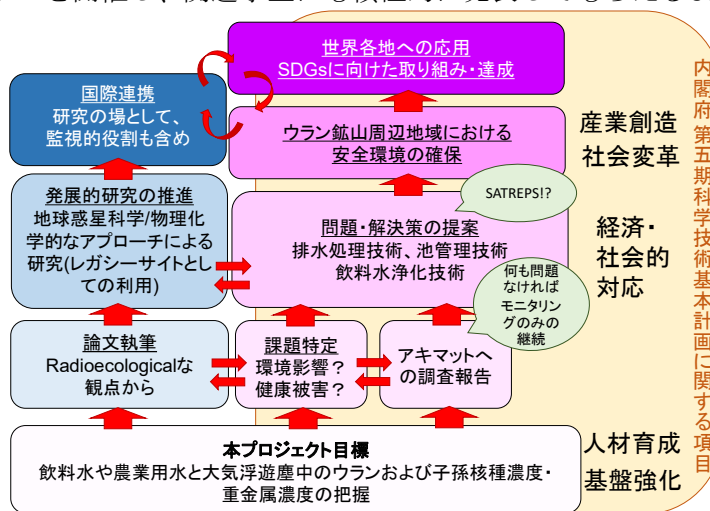


図5 社会実装へのシナリオ(仮)

### Ⅲ. 社会実装に向けた課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

- (1) 研究成果を社会実装につなげるための課題、現状および課題解決に向けて取り組んだこと

今回のプロジェクトでの「社会実装」は、これまで理解されていなかったウラン鉱山近隣の大気汚染状況や水質について、科学的根拠を基に議論するためのデータを得ることである。その際に、高価な欧米製の既製品は予算の面や輸入の難しさからもできるだけ使用しなくて済むように工夫してきた。実際に、本プロジェクトの成果により試料採取を継続的に行い、カザフスタンのような内陸地域でみられる塩濃度の高い環境水や、大気浮遊塵中のウランや重金属濃度をルーチンで安定して測定できるような状況になりつつある。これを日本国内ではなく実際現地で継続して行うためには分析に値する試料の採取、装置の安定し

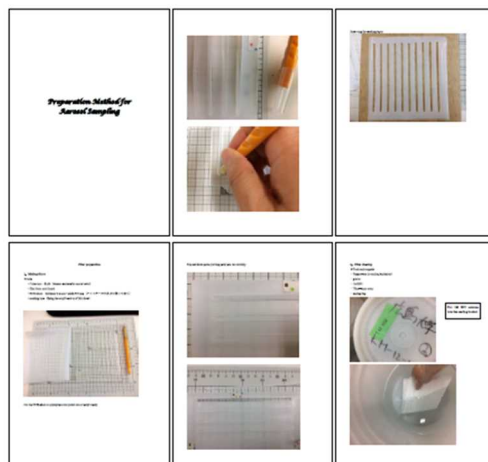


図 6 高価な既製品を購入せずとも自作で安価な質の良いエアフィルター作成を行う方法の説明書一部

た稼働やメンテナンスが必要となる。そのため、試料採取や装置の使用方法等については写真付きの説明書や動画の作成、さらにはインターンシップでの実習を行っている(図 6)。ただし、知識や技術面に取得に関しては相当丁寧なケアが必要だということが分かり、現在も対応を続けている。

また、今回測定した試料の中には非常に高濃度のウランやイオン濃度が検出されているものもあり、実際に環境影響・人体影響の評価やそれに基づくレメディエーションについて将来的に取り組む必要が可能性として挙げられる。そのような場合には、政策として行っていくことが必須となり、プロジェクトとしてアプローチしていくかを次の課題として考えていく必要がある。

- (2) 各種課題を踏まえ、研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクト・持続性を高めるために実際に行った工夫

WP4 で計画していた通り、定期的に Web ミーティングを開きそれぞれ担当している内容に関して発表や意見交換を行った。定期会議にはプロジェクト参画研究者以外にも専門家に参加いただき、内容に関する建設的な意見を取り入れながら進めてきた。また、Winter school の参加者募集のために筑波大学 URA 研究戦略室のデザイナーに協力をあおぎ、ポスター作製してもらうことで広く周知できるようにした。特に参加登録には QR コードで学生らが携帯などからでも簡単に行えるように工夫している。

実際の課題解決には可能な限り参加学生が論文執筆できるよう、積極的に試料採取やデータ解析さらに Winter school やインターンシップに参加してもらった。一部は博士論文のテーマとして取り組んでいる。これによりプロジェクト終了後も持続的に課題に対して解決できるよう取り組める人材の確保を目指している。

- (3) プロジェクトの自立発展性向上のために、今後相手国（研究機関・研究者）が取り組む必要のある事項

本来はこちらの技術や情報を提供しながら相手国機関に設置されている Ge 半導体検出器や質量



分析計(ICP-MS)も併せて試料測定条件決定などを行っていくのが理想であった。しかし参画している相手国機関の学生らは、通常使用している ICP-MS による特定の元素測定以外の応用はハードルが高く、メンテナンスも十分に行われていないようであった。そのため、WP2 と WP4 が協力し、機器分析に関わる基礎的な座学および実習をオンラインインターンシップとして行うことで、若手研究者や学生が今後自ら設定やメンテナンスをしながら試料測定ができるように進めている。相手国機関の Ge 半導体検出器も故障後に使用できないままメンテナンスされず放置されており、実際には修理の予算を確保していなかったため相手国での検討は出来なかった。ICP-MS 同様に WP4 と協力しながらオンラインインターンシップで別の放射線計測機器を利用しながら測定に関する知識や技術の提供・習得を目指して取り組んできた。しかし実際にプロジェクト終了後にカザフスタンでこのような課題に取り組んでいくためには装置のメンテナンスも含めて安定したマシンタイム確保が必要となる。本プロジェクトで得られた結果を根拠に、定常的にカザフスタン国内でも予算を確保し装置維持もできるような対策を一緒に立てていく必要がある。

(4) 諸手続の遅延や実施に関する交渉の難航など、進捗の遅れた事例があれば、その内容、解決プロセス、結果

ウラン鉱山周辺地域における試料採取や観測は、本来プロジェクト代表である日本側研究者が現地に赴きアキマツト(各市町村に配置された公的機関)に許可を得て行う必要があった。しかし covid-19 の影響で渡航ができず、やむなく相手国研究者に依頼し申請してもらった。大きな遅延は生じなかったもののプロジェクト遂行における説明責任を果たせていないため、渡航が可能となった際には改めて説明に行く必要がある。

また、試料採取を予定していた地域がロックダウンとなり大気浮遊塵を採取するための装置持ち込みを 2020 年度前期に行うことができなかった。結果として 9 月上旬に予定した都市に設置したが、10 月上旬には氷点下 10 度を下回り装置の性能が発揮できない/壊れる可能性があるため実際の採取は一か月のみであった。プロジェクトを延長したため、2021 年度は可能な限り早く試料採取を始め、大気中の放射性核種や重金属濃度の観測を定常的に行い、濃度変動などを得られるように相手国との Web 会議で確認した。

水試料は日本側研究者らが現地入りして採取し、現場やカザフスタンで前処理や可能な限りの測定を行う予定であった。しかし渡航ができなかったことからすべて試料を輸入し日本で目的核種や元素を測定することとなった。手続きの煩雑さやコストがかかったが最終的には日本に輸入し、プロジェクトで計画していた測定等について可能な限り進められた。測定は全て済んでいないが、研究期間を延長したことから残りの測定について 2021 年度内に終わらせることが可能と言える。

#### IV. 日本のプレゼンスの向上 (公開)

日本のプロジェクトメンバーが著者となっているカザフスタンの放射線影響に関する論文は相手国研究者との共著論文として 8 報の査読付き国際誌として発表されており、基礎から応用科学を網羅するような結果が発表されている。特に、このプロジェクトのパイロット実験として、日本側で確立した方法によりカザフスタン内で初めて行った詳細な大気観測としてユーラシア大学博士課程の学生(代表者が副指導教員)が筆頭著者として論文出版したことはプレゼンス向上の一つと言える。

Winter school は放射線科学、放射線生態学、核物理、放射線計測学や環境動態学等を網羅する充実した内容を揃えていたため、ユーラシア大学博士課程の正式な授業としても開講することになったほか、関連の国際学会に情報が周知され(図 7 様々な国から合計 240 名以上が参加し、本事業や参画研究者らのプレゼンスが向上した。

また、コーディネータの広島大・星教授は 1994 年からカザフスタンの核実験場汚染や長期低線量被ばくの問題に取り組む中で、カザフスタンの発展とともに進行しつつある公害(化学肥料、工場からの煤煙による重金属の放出、ウラン鉱山の残土の舞い上がり、核実験場からの放射性物質再浮遊など)に対する市民の関心が高まり大気汚染調査の要望があったが、今回それが実現した。実際に、大気浮遊塵採取装置を鉱山最寄りの都市に設置した際には、市民の方が快く設置を許可くださりモニタリングに関して期待を寄せていたことが印象深い。

#### V. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】 (公開)

別添資料参照。



図 7 国際的な関連学会にも配布された Winter school のポスター

## VI. その他（非公開）

以上

# 1 論文発表等

## Publication of Articles etc.

### 1. 1. 1 原著論文(相手側研究チームとの共著論文)

#### Original Publications (Articles co-authored with the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code ※"doi:"は不要	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)
2020	V. Stepanenko, A. Kaprin, S. Ivanov, P. Shegay, K. Zhumadilov, A. Petukhov, T. Kolyzhenkov, V. Bogacheva, E. Zharova, E. Iaskova, N. Chaizhunusova, D. Shabdarbayeva, G. Amantayeva, A. Baurzhan, B. Ruslanova, Zh. Abishev, M. Apbasova, Y. Kairkhanova, D. Uzbekov, Z. Khismetova, Y. Zhunussov, N. Fujimoto, H. Sato, K. Shichijo, M. Nakashima, A. Sakaguchi, Sh. Toyoda, N. Kawano, M. Ohtaki, K. Otani, S. Endo, M. Yamamoto, M. Hoshi. 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. Radiation and Environmental Biophysics Volume 59, Issue 4, 1 November 2020. Pages 683-692.	<a href="https://doi.org/10.1007/s00411-020-00870-x">https://doi.org/10.1007/s00411-020-00870-x</a>	英文 (English)	出版済み (published)	Publication in top level journal in this field.
2020	Nariaki Fujimoto, Gaukhar Amantayeva, Nailya Chaizhunusova, Dariya Shabdarbayeva, Zhaslan Abishev, Bakhyt Ruslanova, Yersin Zhunussov, Almas Azhimkhanov, Kassym Zhumadilov, Aleksey Petukhov, Valeriy Stepanenko, Masaharu Hoshi. Low-dose radiation exposure with <sup>56</sup> MnO <sub>2</sub> powder changes gene expressions in the testes and the prostate in rats. Int. J. Mol. Sci. 2020, 21, 4989	1. <a href="https://doi.org/10.3390/ijms21144989">https://doi.org/10.3390/ijms21144989</a>	英文 (English)	出版済み (published)	Publication in top level journal in this field.
2020	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. Effects of internal exposure to <sup>56</sup> MnO <sub>2</sub> powder on blood parameters in rats. Eurasian Journal of Medicine. Volume 52, Issue 1, 2020, Pages 52-56.	DOI: 10.5152/eurasianjmed.2020.19228	英文 (English)	出版済み (published)	
2020	J. Sambayev, Y.K., Zhumalina, A.G., Zhumadilov, K.S., Sakaguchi, A., Kajimoto, T., Tanaka, K., Endo, S., Kawano, N., Hoshi, M., Yamamoto, M. Temporal variation of atmospheric <sup>7</sup> Be and <sup>210</sup> Pb concentrations and their activity size distributions at Astana, Kazakhstan in Central Asia. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 2019 ISSN:0236-5731; E-ISSN:1588-2780 January 2020, Volume 323, Issue 1, pp 663-674.	DOI: 10.1007/s10967-019-06968-x.	英文 (English)	出版済み (published)	Publication in top level journal in this field.
2020	A.G. Zhumalina, E.K. Sambayev, A. Sakaguchi, S. Endo, K. Tanaka, T. Kajimoto, N. Kawano, T.B. Suleimenov, K.Sh. Zhumadilov, M. Hoshi. Comparison of aluminum and manganese concentration in Akmol region, Kazakhstan. Eurasian journal of physics and functional materials. ISSN: 2522-9869. Astana. ENU. Number 1_Vol.4 PAGES: 29-37, 2020-03-17	DOI: 10.29317/ejpfm.2020040104	英文 (English)	出版済み (published)	
2020	Kazuko Shichijo, Toshihiro Takatsuji, Zhaslan Abishev, Darkhan Uzbekov, Nailya Chaizhunusova, Dariya Shabdarbaeva, Daisuke Niino, Minako Kurisu, Yoshio Takahashi, Valeriy Stepanenko, Almas Azhimkhanov, Masaharu Hoshi, Impact of local high doses of radiation by neutron activated Mn dioxide powder in rat lungs: protracted pathologic damage initiated by internal exposure. Biomedicines 2020, 8, 171; doi:10.3390/biomedicines8060171	<a href="https://www.mdpi.com/2227-9059/8/6/171">https://www.mdpi.com/2227-9059/8/6/171</a>	英文 (English)	出版済み (published)	Publication in top level journal in this field.
2020	Valeriy Stepanenko, Andrey Kaprin, Sergey Ivanov, Peter Shegay, Kassym Zhumadilov, Aleksey Petukhov, Timofey Kolyzhenkov, Viktoria Bogacheva, Elena Zharova, Elena Iaskova, Nailya Chaizhunusova, Dariya Shabdarbayeva, Gaukhar Amantayeva, Arailym Baurzhan, Bakhyt Ruslanova, Zhaslan Abishev, Madina Apbasova, Ynkar Kairkhanova, Darkhan Uzbekov, Zaituna Khismetova, Yersin Zhunussov, Nariaki Fujimoto, Hitoshi Sato, Kazuko Shichijo, Masahiro Nakashima, Aya Sakaguchi, Shin Toyoda, Noriyuki Kawano, Megu Ohtaki, Keiko Otani, Satoru Endo, Masayoshi Yamamoto, Masaharu Hoshi, 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. Radiation and Environmental Biophysics 59, 683-692, 2020	<a href="https://doi.org/10.1007/s00411-020-00870-x">https://doi.org/10.1007/s00411-020-00870-x</a>	英文 (English)	出版済み (published)	Publication in top level journal in this field.
7	初年度				
0	2年度				
7	合計論文数				

1. 1. 2 原著論文(相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文)

Original Publications (Articles by the Japanese Research Teams only, excluding the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)
2020	Keiko Otani, Megu Ohtaki, Nariaki Fujimoto, Aisulu Saimova, Nailya Chaizhunusova, Tolebay Rakhypbekov, Hitoshi Sato, Noriyuki Kawano, Masaharu Hoshi, Quantitative analysis of effects of a single 60Co gamma ray point exposure on time-dependent change in locomotor activity in rats. Int. J. Environ. Res. Public Health 2020, 17, 5638; doi:10.3390/ijerph17165638	<a href="https://www.mdpi.com/1660-4601/17/16/5638">https://www.mdpi.com/1660-4601/17/16/5638</a>	英文(English)	出版済み (published)	Publication in top level journal in this field.

1	初年度
0	2年度
1	合計論文数

1. 1. 3 原著論文(日本側研究チームを含まない相手側研究チームの論文)

Original Publications (Articles by the Partner Research Teams only, excluding the Japanese Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)
2020	Ibrayeva D., Bakhtin M., Kashkinbayev Y., Kazymbet P., Zhumadilov K., Altaeva N., Aumalikova M., Shishkina E. Radiation situation in the territories affected by mining activities in Stepnogorsk areas, Republic of Kazakhstan: pilot study // Radiation protection dosimetry, 2020, 189(4), p. 517-526	Doi: 10.1093/rpd/ncaa068 <a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85088676545&amp;origin=resultslist">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85088676545&amp;origin=resultslist</a>	英文(English)	出版済み (published)	Publication in top level journal in this field.
2020	Bakhtin, M.M., Saifulina E.A., Ilbekova K.B., Kashkinbayev Ye.T., Janabayev, D.D. Pharmacological correction of the metabolic status of the population living in the zone of influence of Radioactive Waste Storage Facilities // International Journal of Pharmaceutical Research, 2020, 12, p. 2050-2057	<a href="https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091573489&amp;doi=10.31838%2Fiiipr%2F2020.SP1.302&amp;partnerID=40&amp;md5=DOI:10.31838/iiipr/2020.SP1.302">https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091573489&amp;doi=10.31838%2Fiiipr%2F2020.SP1.302&amp;partnerID=40&amp;md5=DOI:10.31838/iiipr/2020.SP1.302</a>	英文(English)	出版済み (published)	Publication in top level journal in this field.
2020	D.S. Ibrayeva, M.N. Aumalikova, K.B. Ilbekova, M.M. Bakhtin, P.K. Kazymbet Determination of radon levels in dwellings and social objects and evaluation annual effective dose from inhalation of radon in Stepnogorsk area Northern Kazakhstan // Eurasian Journal of Physics and Functional Materials 2020, 4(4), 343-349	DOI: 10.29317/ejpfm.2020040408 <a href="http://ephys.kz/index.php?view=article&amp;id=237">http://ephys.kz/index.php?view=article&amp;id=237</a>	英文(English)	出版済み (published)	
2020	Moldir Aumalikova, Meirat Bakhtin, Polat Kazymbet, Kassym Zhumadilov, Nursulu Altaeva, Danara Ibrayeva, Elena Shishkina Site-specific concentration of uranium in urine of workers of the hydrometallurgical plant of Stepnogorsk mining and chemical combine // Radiation and Environmental Biophysics (2020) 59(4), p.703-710	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85091444426&amp;origin=resultslist">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85091444426&amp;origin=resultslist</a>	英文(English)	出版済み (published)	Publication in top level journal in this field.
2020	Bakhtin, M.M., Kashkinbayev, Y.T., Ibrayeva, D.S., Aumalikova, M.N., Kazymbet, P.K. Assessment of the Environmental Effects of Uranium Production Facilities // Procedia Environmental Science, Engineering and Management, 2020, 7(4), p. 581-589	<a href="https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85100063288&amp;partnerID=40&amp;md5=de18a23067dd3d73b267df69408b45b9">https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85100063288&amp;partnerID=40&amp;md5=de18a23067dd3d73b267df69408b45b9</a>	英文(English)	出版済み (published)	Publication in top level journal in this field.
2020	Trung B. NGUYEN, Ripon C. PAUL, Yu OKUDA, Thu N. A. LE, Phuong T. K. PHAM, Kushaliye J. KAISSAR, Akhmedenov KAZHMURAT, Sarsenova BIBIGUL, Meirat BAKHTIN, Polat KAZYMBET, Suleimenov Zh MARATBEK, Alikhan MELDEBEKOV, Masahide NISHIBORI, Takayuki IBI, Takehito TSUJI, Tetsuo KUNIEDA Genetic characterization of Kushum horses in Kazakhstan based on haplotypes of mtDNA and Y chromosome, and genes associated with important traits of the horses // Journal of Equine Science, 2020, 31(3), p. 35-43	<a href="https://doi.org/10.1294/jes.31.35">https://doi.org/10.1294/jes.31.35</a>	英文(English)	出版済み (published)	Publication in top level journal in this field.



2020	Ilbekova K.B., Dzhanabayev D.D., Kazymbet P.K., Aumalikova M.N., Bakhtin M.M., Ibrayeva D.S. Risk management and prevalence of arterial hypertension in a cohort of people living in the affected area of radioactive waste storage // Nauka i Zdravookhranenie [Science & Healthcare]. 2020, (Vol.22) 5, pp. 109-115	Doi 10.34689/SH.2020.22.5.011	英文 (English)	出版済み (published)	
2020	M.N. Aumalikova, D.S. Ibrayeva, K. Ilbekova, P.K. Kazymbet, M.M. Bakhtin, D.D. Janabaev, N.Z. Altaeva Assessment of the dose burden and health status of the uranium processing workers of the Republic of Kazakhstan // Eurasian Journal of Physics and Functional Materials 2020, 4(4), 336-342	DOI: 10.29317/ejpfm.2020040407	英文 (English)	出版済み (published)	
2020	Assel Zhaxenayeva, Sergazy Duyssenbaev, Gulnara Saparova, Kabysheva Zhanar, Serikova Aynur, Radionuclide migration and organoleptic characteristics of beef in the adjacent areas to the former Semipalatinsk nuclear test site, J Anim Behav Biometeorol, vol.8, n.2, p.152-159, 2020	<a href="http://dx.doi.org/10.31893/jab.20020">http://dx.doi.org/10.31893/jab.20020</a>	英文 (English)	出版済み (published)	Publication in top level journal in this field.
2020	Shyngys Suleimenov, Sergazy Duyssenbaev, Ainur Serikova, Abdrakhman Baygazanov, Ainur Koygeldinova and Zhanibek Yessimbekov, Biochemical Indicators and Nutritional Value of Horsemeat Infected by Parascaris and Sampled from the Surrounding Areas of Semipalatinsk Nuclear Test Site, Kazakhstan. American Journal of Animal and Veterinary Sciences Volume 16, Issue 1, 2021, Pages 39-47	DOI: 10.3844/ajavsp.2021.39.47	英文 (English)	出版済み (published)	Publication in top level journal in this field.

10	初年度
0	2年度
10	合計論文数

### 1. 2. 1 その他の著作物(相手側研究チームとの共著のみ)(総説、書籍など)

Other Media, e.g. reviews, books (Co-authored with the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

### 1. 2. 2 その他の著作物(相手側研究チームを含まない日本側研究チームの総説、書籍など)

Other Media, e.g. reviews, books (by the Japanese Research Teams only, excluding the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)
2020	Masaharu Hoshi, Radiation exposure and health effects of the residents around the former Soviet Union nuclear test site in Kazakhstan -A new perspective: radioactive microparticles. Impact, Vol. 2020, Number 3, 2020, 70-72	<a href="https://doi.org/10.21820/23987073.2020.3.70">https://doi.org/10.21820/23987073.2020.3.70</a>	英文 (English)	出版済み (published)	Publication of article in top level journal in this field.
2020	Masaharu Hoshi, Radioactive microparticle effects found in animal experiments. The Innovation Platform ISSUE 5, Innovation News Network 2021	<a href="https://www.innovationnewsnetwork.com/effects-of-radioactive-microparticles-found-in-animal-experiments/9639/">https://www.innovationnewsnetwork.com/effects-of-radioactive-microparticles-found-in-animal-experiments/9639/</a>	英文 (English)	出版済み (published)	Publication of article in top level journal in this field.

2	初年度
0	2年度
2	合計論文数

### 1. 2. 3 その他の著作物(日本側研究チームを含まない相手側研究チームの総説、書籍など)

Other Media, e.g. reviews, books (by the Partner Research Teams only, excluding the Japanese Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

## 2 学会等発表(セミナー、ワークショップ、シンポジウム等) Presentations at Academic Conferences etc. (Seminars, Workshops, Symposia)

### 2.1 学会発表(相手側研究チームと連名の発表) Conference Presentations (Joint Presentations with Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	日本語／英語／その他 Language	発表者、「題目」、学会等名、場所、月日等 Speaker, "Title", Conference Name, Location, Date etc.	招待講演、口頭発表、ポスター発表の別 Type of Presentation

0	初年度
0	2年度
0	合計発表数

### 2.2 学会発表(相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表) Conference Presentations (by Japanese Research Teams, excluding Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	日本語／英語／その他 Language	発表者、「題目」、学会等名、場所、月日等 Speaker, "Title", Conference Name, Location, Date etc.	招待講演、口頭発表、ポスター発表の別 Type of Presentation
2020	日本語 (Japanese)	北山勇志、梶本剛、田中憲一、坂口綾、遠藤暁、「カザフスタンのウラン鉱山周辺における大気浮遊塵定量試験」、原子力学会中国・四国支部研究発表会、オンライン開催、令和2年12月12日(土)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	戸高安曇、豊田新、館萌々子、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、人の歯のエナメル質の標準試料作成に	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	星正治、坂口綾、恩田裕一、遠藤暁、藤本成明、七條和子、佐藤齊、Valeriy Stepanenko、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。放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点2020年度オンライン年次報告会(Annual Meeting ERAN FY2020) Session A, F-20-07, 2021年3月15日。	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	英語 (English)	Aya SAKAGUCHI, Accelerator mass spectrometry analyses of ultra-trace radionuclides in the environment - application to geoscience studies -, Forum for Nuclear Cooperation in Asia, 3-4/March/2021	招待講演 (Guest/Invited Speaker)

3	初年度
0	2年度
3	合計発表数

### 2.3 学会発表(日本側研究チームを含まない相手側研究チームの発表) Conference Presentations (by Partner Research Teams, excluding Japanese Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	日本語／英語／その他 Language	発表者、「題目」、学会等名、場所、月日等 Speaker, "Title", Conference Name, Location, Date etc.	招待講演、口頭発表、ポスター発表の別 Type of Presentation

0	初年度
0	2年度
0	合計発表数

**3 ワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催**  
**Workshops, Seminars, Symposia and Other Events**

**3.1. ワークショップ・セミナー・シンポジウム(日本側研究チームおよび/または相手側研究チーム主催)**  
**Workshops, Seminars, Symposia (Organized by the Japanese and/or Partner Research Teams)**

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	開催期間 Event duration	主催者名 Name of Organizer	名称 Title of the Event	場所(国名、都市名、会場名) Location (Country, City, Venue)	参加人数(チームメンバー含む) Number of Participants (Including Team Members)	概要 Overview
2020	2020/11/23-28	ユーラシア大・筑波大共同開催 (Zhumadilov, 坂口ら)	International Winter School -Approaches to Radioecology from Different Study Fields-	Japan, Kazakhstan, Russia (オンライン)	241	本プロジェクト参加研究者を始めとし、世界の放射線防護・影響評価関連の著名な研究者らによるWinter school (講義&実習)

1	初年度
0	2年度
1	合計開催数

**4 研究交流の実績**  
Record of Research Exchanges

**4.1 日本側の本プロジェクト関連海外出張**  
Record of Visits by the Japanese Side to Overseas

**4.1.1 日本側研究チームメンバーのみ**  
Only those by Japanese Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0
								0
								0

0 初年度	延べ出張者数(人)	0	初年度	0
0 2年度			2年度	0
			延べ出張日数(人・日)	0

**4.1.2 日本側研究チームメンバー以外**  
Excluding those by Japanese Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0
								0
								0

0 初年度	延べ出張者数(人)	0	初年度	0
0 2年度			2年度	0
			延べ出張日数(人・日)	0

**4.2 相手国側の本プロジェクト関連海外出張**  
Record of Visits by Partner Research Teams to Overseas including Japan

**4.2.1 相手側研究チームメンバーのみ**  
Only those by Partner Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0
								0
								0

0 初年度	延べ出張者数(人)	0	初年度	0
0 2年度			2年度	0
			延べ出張日数(人・日)	0

**4.2.2 相手側研究チームメンバー以外**  
Excluding those by Partner Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0
								0
								0

0 初年度	延べ出張者数(人)	0	初年度	0
0 2年度			2年度	0
			延べ出張日数(人・日)	0

**5 特許出願**  
**Patent Applications**

**5.1. 日本側の単独出願**  
**Independent Applications by Japanese Research Teams**

出願年度 (西暦を入れてください) Year of Application	出願番号 Application Number	発明の名称 Name of Patent/Patent Name	出願日 Application Date	出願人(全出願人を記載) Patent Applicants (Fill in All Members)	公開番号 (未公開は空欄) Publication Number (leave blank if unpublished)	発明者 Inventor	出願国 Country of Application	登録番号 (未登録は空欄) Registration Number (leave blank if unregistered)

0	初年度
0	2年度
0	合計出願数

0	初年度
0	2年度
0	合計出願数(登録番号)

**5.2. "相手国"側の単独出願**  
**Independent Applications by Partner Countries**

出願年度 (西暦を入れてください) Year of Application	出願番号 Application Number	発明の名称 Name of Patent/Patent Name	出願日 Application Date	出願人(全出願人を記載) Patent Applicants (Fill in All Members)	公開番号 (未公開は空欄) Publication Number (leave blank if unpublished)	発明者 Inventor	出願国 Country of Application	登録番号 (未登録は空欄) Registration Number (leave blank if unregistered)

0	初年度
0	2年度
0	合計出願数

0	初年度
0	2年度
0	合計出願数(登録番号)

**5.3. 共同出願**  
**Joint Applications**

出願年度 (西暦を入れてください) Year of Application	出願番号 Application Number	発明の名称 Name of Patent/Patent Name	出願日 Application Date	出願人(全出願人を記載) Patent Applicants (Fill in All Members)	公開番号 (未公開は空欄) Publication Number (leave blank if unpublished)	発明者 Inventor	出願国 Country of Application	登録番号 (未登録は空欄) Registration Number (leave blank if unregistered)

0	初年度
0	2年度
0	合計出願数

0	初年度
0	2年度
0	合計出願数(登録番号)



## 6 受賞等 Awards

### 6.1 受賞 Awards

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	賞の名称 Name of Award	受賞日 Date of Award	受賞者 Recipient	特記事項 Remarks

0	初年度
0	2年度
0	合計受賞数

### 6.2 新聞報道 Newspaper Reports

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	新聞名、記事のタイトル Name of Newspaper & Title of Article	掲載日 朝刊・夕刊の別 Date of Publication (Morning or Evening Edition)	掲載者 Publisher	特記事項 Remarks

0	初年度
0	2年度
0	合計掲載数

### 6.3 その他 Other

テレビ、雑誌等に取り上げられた場合などありましたらご記入ください。

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	テレビ:放送局、番組名/ 雑誌:雑誌名、巻号数、引用した箇所のページ Television: Broadcasting Station, Program Name/ Magazine: Name, Volume/Edition, Reference Page	テレビ:放映日/ 雑誌:発行年月 Television: Broadcasting Date Magazine: Date of Publication	出演者/掲載された人 Presenter/Person mentioned	特記事項 Remarks

0	初年度
0	2年度
0	合計出演・掲載数