

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 31 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23406002

研究課題名(和文) カザフスタンのセミパラチンスク核実験場やウラン鉱山地域の被ばく線量評価と健康影響

研究課題名(英文) Radiation dosimetry and health effects of the residents living in the area of the Semipalatinsk nuclear test site and uranium mines

研究代表者

星 正治 (HOSHI, Masaharu)

広島大学・原爆放射線医科学研究所・名誉教授

研究者番号：50099090

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,700,000円、(間接経費) 4,410,000円

研究成果の概要(和文)：放射線の危険度(リスク)はほぼ広島・長崎の被ばく者の調査を元に決められてきた。そして国際放射線防護委員会(ICRP)での議論を経て放射線障害防止法で規定され、被ばくの限度を定めてきた。原爆の放射線は一瞬の被ばくである。セミパラチンスクやウラン鉱山の被曝は長時間被曝である。そのリスクは異なっていると考えられ本研究を推進した。内容は線量評価と共同研究によるリスク評価である。測定や調査は以下である。1. 土壌中のセシウムやプルトニウム、2. 煉瓦による被曝線量、3. 歯から被曝線量、4. 血液の染色体異常、5. 聞き取り調査による心理的影響、6. データベースの整備とリスクなどであり、被曝の実態を解明した。

研究成果の概要(英文)：Radiation risks have been obtained basically from the Hiroshima and Nagasaki studies and, through the discussion at International Commission on Radiological Protection (ICRP), used in the Japanese law of radiation protection. Exposures by the atomic bomb were very short time. That of the Semipalatinsk and uranium mines were long time exposure. Therefore we think radiation risks are different and began this project. The studies are radiation dosimetry and risk analysis on the basis of international collaboration. Measurements. Results obtained are 1. Cs-137 and Pu isotopes in soil samples, 2. radiation doses using brick samples, 3. those from tooth enamels 4. chromosome aberration rates of blood, 5. psychological effects by hearing from residents, 6. data base of measurements, examinations and risks. From these studies we learned what was happened in Semipalatinsk.

研究分野：放射線生物・物理学

科研費の分科・細目：放射線・化学物質影響科学

キーワード：放射線 セミパラチンスク 線量評価 健康影響 内部被曝 放射線のリスク ウラン鉱山

1. 研究開始当初の背景

平成6年よりセミパラチンスクでの被曝とその健康影響に関する研究を開始した。その年、本研究代表者は広島大学・原爆放射線医科学研究所に新しく新設された講座の責任者に任命された。その講座の研究課題は、セミパラチンスクでの放射線の被曝とその影響調査であった。セメイ市(旧セミパラチンスク市)は旧ソ連のセミパラチンスク核実験場があり、400回以上の核実験が実行され、四国くらいの面積の核実験場周辺の広大な地域に放射能が降り注いだ。数十万人が被曝したとされ、20年にわたって研究を続けてきた。その間、広大な地域の土壌を集め持ち帰り放射能の汚染を測定し、煉瓦や歯を収集し、外部被曝線量を測定した。血液の染色体異常の検査や、甲状腺の検診を行った。歯の検診も行った。また聞き取り調査による、心的影響も調査した。これらの結果はデータベースに入力し被曝線量の推定や、リスク計算に使用した。20年を経過して全体像が掴めてきた。アメリカ、ロシア、ヨーロッパのグループとの共同研究も進めてきた。さらなるデータ収集による放射線の被曝とその影響調査が必要となった。

2. 研究の目的

放射線の人体への危険度(リスク)はこれまではほとんど広島・長崎の被ばく者の疫学調査を元に決定されてきた。そして国際放射線防護委員会(ICRP)での議論を経て国内法である放射線障害防止法で規定され、放射線を使った作業をする人や一般人の被ばくの限度を定めてきた。広島・長崎の原爆からの放射線は一瞬の被ばくである。通常、工場などでの放射線を使った被ばくは長い時間をかけた被ばくであって、そのリスクはまだ分かっていない。そしてそのリスクは格段に減少するとの考えもある。そうすれば放射線障害防止法で定められている被ばくの限度など変更する必要が出てくる。この低線量・低線量率被ばくのリスクについてセミパラチンスク核実験場周辺住民の調査およびカザフスタンのウラン鉱山の労働者や住民の調査で求めることが本研究の目的である。リスクが変われば放射線作業の被ばくの限度が変更される。

3. 研究の方法

調査研究の実施国はカザフスタン共和国で、放射能の被ばくの可能性がある2カ所の地域について調査研究を行った。一つは20年間継続して研究を行ってきたセミパラチンスク旧ソ連核実験場近郊住民の被ばく線量評価と健康影響調査である。もう一つはアスタナ市近郊ステパナゴルスク市周辺に存在するウラン鉱山やその精錬所が原因で起こる被ばくの調査である。現地に行き土壌を採取したり、歯を収集したり、食品や飲料水など、外部被ばくと内部被ばくについて調査研究

を行った。また健康影響調査についても研究を進めた。

研究の中心地はカザフスタン共和国のセメイ市およびアスタナ市で、そこを起点として調査した。

(1)セメイ市は旧ソ連セミパラチンスク核実験場から最短で約110km離れた場所にあり、この地域で最大の市で人口は約35万人である。核実験場は日本の四国くらいの広大な面積の場所で、この中で実験が行われた。第1回目は1949年8月で、大気中核実験が長崎



図1. 1949年8月、第1回目の核実験が行われ放射能を含む雲が通過した。村々と河川の衛星写真。ドロン村は右端。(山本,今中ら)

型の原爆を使って行われた。この実験ではキノコ雲が上空に立ち上がりそれから水平に数百キロに渡って核の雲が村々を通過した。その村の一つがドロン村でセミパラチンスク旧ソ連核実験場では、最大の被ばくを引き起こした(図1, 図2)。その他、大きな被ばくはサルジャル、カイナル、カラウル、ズナ

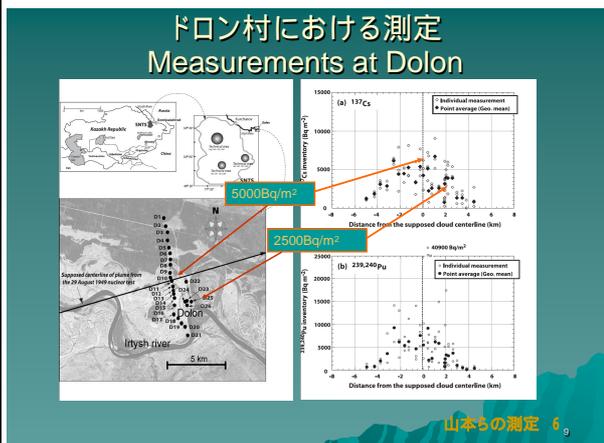


図2. ドロン村での風向きに垂直に10kmに渡って500m単位で試料採取しPu同位体と、Cs137を測定した結果。中心にピークが明瞭に見える。ドロン村で約400mGyの被ばくがあった。

メンカ各村などで認められた。これらの村を調査対象とする。セメイ市には、これまでの主たるカウンターパートのカザフ放射線医学環境研究所(以下研究所とする:アブサリ

コフ所長)に加え国立セメイ医科大学、国立シャカリム大学、がんセンターなどを中心とした。

調査は、セメイ市の研究所を基点に地方へ出かけた。移動方法は車でサルジャル、カラ

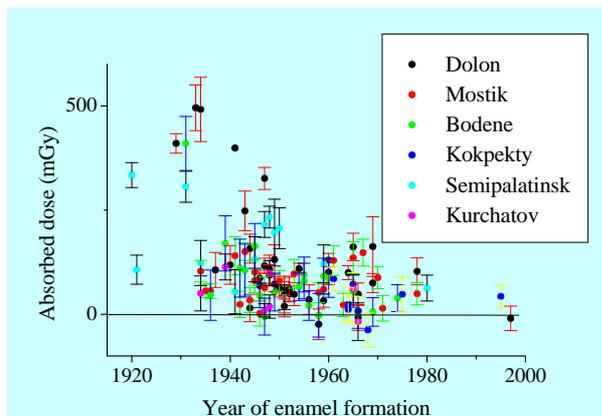


図 3. セミパラチンスク旧ソ連核実験場周辺の村での歯の測定結果。横軸はエナメル形成年。バックグラウンドは 10 年で 8mGy 程度であるが、差し引いていない。核実験は 1949 年以降に行われた。そのためそれ以前の歯ではバックグラウンドより高い測定結果が見られる。最大で 500mGy 程で大きい。さらなる資料収集と測定、実験が必要である。

ウル、カイナール、ドロン、マカンチ、ズナメンカ、パプロダール等へ出向いた。原則日帰り、遠方の場合現地にて宿泊する。

(2)同様にアスタナ市では、カウンターパートとしてアスタナ医科大学(カジンベツト教授)と研究を進めた。調査対象のウラン鉱山の中心地はステプナゴルスク市でアスタナ市から約 200km 北にあり車で現地に行った。

(3)現地までの経路は、国内の空港からソウル、アルマトイ経由でセメイ市またはアスタナ市に入った。

(4)平成 25 年まで広島国際シンポジウムを開催し、関係の研究者を招待し、これまでの結果を持ち寄り検討し、毎年今後について議論した。

(5)現地で採取できた試料(土壌、歯など)については、日本に持ち帰り測定した。歯の測定については同様に持ち帰り測定した(図 3)。

(6)甲状腺の検診や血液の染色体異常、白血病の細胞の病理学的検査を行った。

(7)被ばく者の心的影響、証言等を集め被ばくの影響を検討した。

(8)国際共同研究の一環として上記のデータのコンピューター入力について、方法の計画、検討を行い入力を進めている。

4. 研究成果

これまで述べた、研究の方針に従って研究を進めてきた。以下にその内容を述べる。

(1)煉瓦、歯、土壌のサンプリングを行った。それらの測定結果は論文発表や学会発表を行った。まだ計測中のサンプルもある。これ

らは、研究分担者だけでなく、モスクワの Medical Radiological Research Centre of the Russian Academy of Medical Sciences (MRRC: Obnink, Russia)の V. Stepanenko 氏(研究協力者)によっても計測されたりして、一部測定中である。

(2)これらのデータをまとめ旧ソ連セミパラチンスク核実験場周辺の被曝した村の線量推定を行った。まだ現在もさらに良い推定のため進行中である。これらは、主に Federal Medical Biological Agency (FMBA) (Russian Federation)の S. Shinkarev 氏(研究協力者)の共同研究によって進められている。2013 年フランスのリヨンでの会議でこれらの線量データによる解析が議論された。予備的なセミパラチンスクでのリスクについて議論された。

(3)また関連の福島や広島・長崎の同様な研究についても行き、解析に役立てた。引き続き学会発表と論文発表の準備を進めている。

(4)甲状腺の検診を行った。その結果を学会や著書で発表した。(研究協力者:野宗義博、武市宣雄)またそのデータベース化と解析について現在進めている。

(5)血液を採取させていただき、検査を行った。検査については解析中であるが一部結果を学会で発表した。

(6)被曝者の心的影響についてアンケート調査を行った。その結果を学会で発表し論文を作成中である。

(7)平成 25 年まで広島国際シンポジウムを開催し、関係の研究者を招待し、これまでの結果を持ち寄り検討した。毎年、今後について議論した。

(8)研究は現在も継続している。平成 25 年度からは島根大学(医学部)もセメイ医科大学と研究協力協定を締結し、共同研究を推進している。本研究代表者も参加している。また今年度新たな科学研究費を受領したため、研究の解析や発表だけでなく新たな発展的な研究についても推進していく。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 33 件)

1. 星正治, 福島における原子力発電所の事故の経過と今後, Japanese J. Med. Phys. 32, 197-201, 査読無、2013.

2. 星正治, 福島での系統的な土壌試料採取と測定のはじまりと意義, RADIOISOTOPES 62, 705-708, 査読無、2013.

3. 星正治, 福島における原子力発電所の事故の経過と今後, 広島医学 65, 2012. 170-172, 査読無、2013.

4. K. Zhumadilov, A. Ivannikov, V. Stepanenko, D. Zharlyganova, S. Toyoda, Z. Zhumadilov, M. Hoshi, ESR dosimetry study of population in the vicinity of The

- Semipalatinsk Nuclear Test Site, J. Radiat. Res. 54, 775-779, 査読有, 2013.
5. M. Yamamoto, M. Hoshi, K. Zhumadilov, S. Endo, A. Sakaguchi, T. Imanaka, Y. Miyamoto, Estimation of close-in fallout ¹³⁷Cs deposition level due to the Hiroshima atomic bomb from soil samples under houses built 1-4 years after the explosion, Revisit the Hiroshima A-bomb with a Database Vol. 2, Hiroshima City 2013, ISBN: 978-4-9905935-1-3, 35-43, 査読有, 2013.
6. G. D. Kerr, S. Endo, M. Hoshi, T. Imanaka, A. Sakaguchi, (Endo6 番目、Hoshi7 番目、Imanaka8 番目、Sakaguchi13 番目他 15 名), Workshop report on atomic bomb dosimetry/residual radiation exposure, Recent research and suggestions for future studies, Health Phys. 105, 140-149, 査読有, 2013.
DOI: 10.1097/HP.0b013e31828ca73a.
7. S. Endo, Y. Taguchi, T. Imanaka, S. Fukutani, E. Granovskaya, M. Hoshi, K. Shiraishi, T. Kajimoto, K. Shizuma, Neutron activation analysis for soils of Hiroshima City and Plaster under roof-tiles of Old Hiroshima House, Revisit the Hiroshima A-bomb with a Database Vol. 2, Hiroshima City 査読有, 2013, ISBN: 978-4-9905935-1-3, 9-14, 2013.
8. A. Sakaguchi, M. Hoshi, M. Aoyama, H. Kato, Y. Onda, Soil particle size measurements for the calculation of the spread of dusts blown up by the explosion of the Hiroshima atomic bomb - For radiation dose estimation from neutron activated dusts of soils used in traditional Japanese houses and those of the ground surface -, Revisit The Hiroshima A-bomb with a Database-Last scientific view on local fallout and Black Rain, ISBN 978-4-9905935-1-3, 15-24, 査読有, 2013.
9. S. Endo, Y. Taguchi, T. Imanaka, S. Fukutani, E. Granovskaya, M. Hoshi, K. Shiraishi, T. Kajimoto, K. Shizuma, Neutron activation analysis for soils of Hiroshima City and Plaster under roof-tiles of Old Hiroshima House, Revisit the Hiroshima A-bomb with a Database Vol. 2, Hiroshima City 査読有, 2013, ISBN: 978-4-9905935-1-3, 9-14, 2013.
10. M. Yamamoto, M. Hoshi, K. Zhumadilov, S. Endo, A. Sakaguchi, T. Imanaka, Y. Miyamoto, Estimation of close-in fallout ¹³⁷Cs deposition level due to the Hiroshima atomic bomb from soil samples under houses built 1-4 years after the explosion, Revisit the Hiroshima A-bomb with a Database Vol. 2, Hiroshima City, ISBN: 978-4-9905935-1-3, 35-43, 査読有, 2013.
11. S. Endo, K. Tanaka, K. Shizuma, M. Hoshi and T. Imanaka, Estimation of beta-ray skin dose from exposure to fission fallout from the Hiroshima atomic bomb, Radiat. Prot. Dos. 149, 84-90, 査読有, 2012.
12. J. Gasparro, M. Hult, G. Marissens, M. Hoshi, K. Tanaka, S. Endo, M. Laubenstein, H. Dombrowski, D. Arnold, Measurements of ⁶⁰Co in massive steel samples exposed to the Hiroshima atomic bomb explosion, Health Phys. 102, 400-409; 査読有, 2012. doi: 10.1097/HP.0b013e31823a172e
13. M. Hult, G. Marissens, N. Sahin, M. Hoshi, H. Hasai, K. Shizuma, K. Tanaka, S. Endo, Distribution of ⁶⁰Co in steel samples from Hiroshima, Appl. Radiat. Isot. 70, 1974-1976, 査読有, 2012.
14. M. Yamamoto, T. Takada, S. Nagao, T. Koike, K. Shimada, M. Hoshi, K. Zhumadilov, T. Shima, M. Fukuoka, T. Imanaka, S. Endo, A. Sakaguchi, S. Kimura, Early survey of radioactive contamination in soil due to the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident: with emphasis on Pu analysis, Geochim. J., 46, 341-353, 査読有, 2012.
15. 星正治, 放射線の被ばく線量測定とその意義 - 広島・長崎、セミパラチンスク、チェルノブイリ、福島での放射線被曝の調査から -, 広島県獣医学会雑誌, 65, 1-6, 査読無, 2012.
16. T. Tonda, K. Satoh, K. Otani, Y. Sato, H. Maruyama, H. Kawakami, S. Tashiro, M. Hoshi, M. Ohtaki, Investigation on circular asymmetry of geographical distribution in cancer mortality of Hiroshima atomic bomb survivors based on risk maps: analysis of spatial survival data, Radiat Environ Biophys, 51, 133-141, 査読有, 2012. DOI 10.1007/s00411-012-0402-4.
17. 星正治, 福島における原子力発電所の事故の経過と今後 広島医学 65 巻 3 号, 170-172, 査読無, 2012.
18. A. Sakaguchi, A. Kadokura, P. Steier, Y. Takahashi, K. Shizuma, M. Hoshi, T. Nakakuki, M. Yamamoto, Uranium-236 as a new oceanic tracer: a first depth profile in the Japan Sea and comparison with caesium-137, Earth and Planetary Science Letters, 333-334, 165-170, 査読有, 2012.
19. M. Yamamoto, T. Takada, S. Nagao, T. Koike, K. Shimada, M. Hoshi, K. Zhumadilov, T. Shima, M. Fukuoka, T. Imanaka, A. Sakaguchi, S. Kimura, An early survey of the radioactive contamination of soil due to the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, with emphasis on plutonium

analysis, *Geochemical Journal*, 46 341-353, 査読有, 2012.

20. K. Zhumadilov, A. Ivannikov, D. Zharlyganova, V. Stepanenko, Z. Zhumadilov, K. Apsalikov, S. Toyoda, S. Endo, K. Tanaka, C. Miyazawa, T. Okamoto, M. Hoshi, The Influence of the Lop Nor Nuclear Weapons Test Base to the population of the Republic of Kazakhstan. *Radiation Measurements*, 46, 425-429, 査読有, 2011.

21. M. Rodzi, K. Zhumadilov, M. Ohtaki, A. Ivannikov, D. Bhattacharjee, A. Fukumura, M. Hoshi, Estimation of Background Radiation Doses for the Peninsular Malaysia Population by ESR Dosimetry of Tooth Enamel. *Radiation and Environmental Biophysics*, 50, 451-458, 査読有, 2011.

22. S. Toyoda, A. Kondo, K. Zhumadilov, M. Hoshi, C. Miyazawa, A. Ivannikov, ESR measurements of background doses in teeth of Japanese residents. *Radiation Measurements*, 46, 797-800, 査読有, 2011.

23. A. Sakaguchi, H. Chiga, K. Shizuma, M. Hoshi, M. Yamamoto, Preliminary results on ¹³⁷Cs in soil core samples collected from the under-floors of houses built within 1-4 years after the Hiroshima Atomic Bomb, Revisit The Hiroshima A-bomb with a Database-Last scientific view on local fallout and Black Rain, ISBN 978-4-9905935-0-6, 93-96, 査読有, 2011.

24. K. Zhumadilov, A. Ivannikov, D. Zharlyganova, Z. Zhumadilov, V. Stepanenko, S. Abralina, L. Sadvokasova, A. Zhumadilova, S. Toyoda, S. Endo, T. Okamoto, M. Hosh, ESR dosimetry study for the residents of Kazakhstan exposed to radioactive fallout on 24, August 1956. *Radiat. Meas.* 46: 793-796, 査読有, 2011.

25. P. Fattibene, A. Wieser, M. Hoshi, S. Toyoda, K. Zhumadilov, (他 33 名, Hoshi 13 番目, Toyoda 35 番目, Zhumadilov 38 番目), The 4th International Comparison on EPR Dosimetry with Tooth Enamel. Part 1: Report on the results. *Radiat. Meas.* 46, 765-771, 査読有, 2011.

26. S. Endo, K. Tanaka, K. Shizuma, M. Hoshi, T. Imanaka, Estimation of Beta-Ray Skin Dose From Exposure to Fission Fallout from The Hiroshima Atomic Bomb, *Radiation Protection Dosimetry*, 1-7, 査読有, 2011. doi:10.1093/rpd/ncr407.

27. S. Toyoda, A. Kondo, K. Zhumadilov, M. Hoshi, C. Miyazawa, A. Ivannikov, ESR measurements of background doses in teeth of Japanese residents, *Radiation Measurements*, Elsevier, 46, 797-800, DOI:10.1016/j.radmeas. 2011. 05. 008. 査読有, 2011.

28. A. Sakaguchi, H. Chiga, K. Shizuma, M. Hoshi, M. Yamamoto, Preliminary results on ¹³⁷Cs in soil core samples collected from the under-floors of houses built within 1-4 years after the Hiroshima Atomic Bomb, Revisit The Hiroshima A-bomb with a Database-Last scientific view on local fallout and Black Rain, ISBN 978-4-9905935-0-6, 93-96, 査読有, 2011.

[学会発表](計 35 件)

1. K. Zhumadilov, P. Kazymbet, A. Ivannikov, M. Bakhtin, S. Toyoda, Z. Zhumadilov, M. Hoshi, ESR dosimetry study of population residing in the vicinity of the uranium mine and uranium processing plants. The Joint International Symposia on EPR Dosimetry and Dating and the International Conference on Biological Dosimetry. 24-28 March 2013, Leiden - The Netherlands.

2. M. Hoshi, Over view of our Semipalatinsk study from 1994, Prospective cohort study of residents near the Semipalatinsk nuclear test site - Feasibility SEMI-NUC study. International Agency for Research on Cancer (IARC) meeting, 7-8 May, 2013 Lyon, France.

3. K. Zhumadilov, P. Kazymbet, A. Ivannikov, M. Bakhtin, K. Kadyrzhanov, A. Morzabayev, A. Akylbekov, M. Hoshi, Results of EPR dosimetry study of population residing in the vicinity of the uranium mines and uranium processing plant. International Conference on Biology. Istanbul, Turkey, December, 5-6, 2013.

4. N. Takeichi, Y. Noso, M. Hoshi, M. Yokozecki, Thyroid functions while pregnancy and postpartum situations, The IX International scientific-practical conference <Ecologyn, radiation, Health> Aug. 28-29, 2013, Semei, Kazakhstan.

5. T. Tonda, K. Satoh, K. Otani, Y. Sato, H. Maruyama, H. Kawakami, S. Tashiro, M. Hoshi, M. Ohtaki, Investigation on circular asymmetry of geographical distribution of mortality risk in Hiroshima atomic bomb survivors, The 57th Annual Meeting of the Health Physics Society, July 27, 2012, Sacramento, CA, USA.

6. M. Hoshi, Radiation dosimetry study in Hiroshima, The 57th Annual Meeting of the Health Physics Society, July 27, 2012, Sacramento, CA, USA.

7. A. Sakaguchi, H. Chiga, P. Steier, K.

Shizuma, M., Hoshi, Y., Takahashi, M., Yamamoto, Preliminary Results of Uranium-236, Plutonium-239, 240 and Cesium-137 Measurements in Samples Related With 'Black Rain' after the Hiroshima Atomic Bomb, Health Physics Society 57th annual meeting, July 7-11, 2012, Sacramento, USA.

8. 星正治, 福島における原子力発電所の事故の経過と今後. 第 64 回広島医学会総会, 11月13日, 2011, 広島.

9. S. Toyoda, A. Kondo, K. Zhumadilov, M. Hoshi, C. Miyazawa, Background radiation dose obtained for Japanese residents using ESR signals in tooth enamel, 8th International Conference, Nuclear and Radiation Physics, Institute of Nuclear Physics, September 20-23, 2011, Almaty, Kazakhstan.

〔図書〕(計 1件)

1. (監修)佐渡敏彦, (著者)武市宣雄, 星正治, 安井弥: 放射線被曝と甲状腺がん - 広島、チェルノブイリ、セミパラチンスク - (甲状腺がん発生、甲状腺検診結果、福島原発事故を含めて). 141 ページ, 溪水社 2011年8月20日.

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕(計 1件)

1. セミパラ研究成果紹介 - 星正治広島大名誉教授 出雲で講演 - 「放射線量の助意識確立」 中国新聞 2月4日, 2013年

6. 研究組織

(1) 研究代表者

星 正治 (HOSHI MASAHARU)
広島大学・原爆放射線医科学研究所・
名誉教授
研究者番号: 50099090

(2) 研究分担者

山本 政儀 (YAMAMOTO MASAYOSHI)
金沢大学・環日本海域環境研究センター・
教授
研究者番号: 10121295

坂口 綾 (SAKAGUCHI AYA)
広島大学・理学(系)研究科(研究院)・准教
授
研究者番号: 00526254

大瀧 慈 (OHTAKI MEGU)
広島大学・原爆放射線医科学研究所・教授
研究者番号: 20110463

岡本 哲治 (OKAMOTO TETSUJI)
広島大学・医歯薬保健学研究院・教授
研究者番号: 00169153

川野 徳幸 (KAWANO NORIYUKI)
広島大学・平和科学研究センター・教授
研究者番号: 30304463

豊田 新 (TOYODA SHIN)
岡山理科大学・理学部・教授
研究者番号: 40207650

今中 哲二 (IMANAKA TETSUJI)
京都大学・原子炉実験所・助教
研究者番号: 90109083

遠藤 暁 (ENDO SATORU)
広島大学・工学(系)研究科(研究院)・
教授
研究者番号: 90243609

木村 昭郎 (KIMURA AKIRO)
広島大学・原爆放射線医科学研究所・
名誉教授
研究者番号: 70127645

片山 博昭 (KATAYAMA HIROAKI)
公益財団法人放射線影響研究所・
情報技術部・部長
研究者番号: 20360852

ズマジーロフ カシム (ZHUMADILOV KASSYM)
広島大学・原爆放射線医科学研究所・特任
准教授
研究者番号: 40530770
(カザフスタン共和国に帰国のため資格喪失。そのため2012年より分担者から除外、研究協力者として共同研究は継続)

(3) 連携研究者

(4) 研究協力者

ステパネンコ ヴァレリー
(STEPANENKO VALERIY)
Medical Radiological Research Centre of
the Russian Academy of Medical Sciences,
Obninsk, Russia・教授

シンカレフ セルゲイ (SHINKAREV SERGEY)
Federal Medical Biological Agency,
Moscow, Russia・教授

武市 宣雄 (TAKEICHI NOBUO)
武市甲状腺クリニック・院長

野宗 義博 (NOSO YOSHIHIRO)
島根大学・医学部・教授