



日米による DS86 に換わる原爆線量評価システムの構築と 人の放射線影響解析

(課題番号：13480169)

平成13～15年度科学研究費補助金（基盤研究（B）（2））
研究成果報告書

平成16年3月



研究代表者：星 正治
広島大学原爆放射線医科学研究所 教授)

日米による DS86 に換わる原爆線量評価システムの構築と
人の放射線影響解析

(課題番号：13480169)

平成13～15年度科学研究費補助金（基盤研究（B）（2））
研究成果報告書



平成16年3月

研究代表者： 星 正 治
(広島大学原爆放射線医科学研究所 教授)

日米による DS86 に換わる原爆線量評価システムの構築と 人の放射線影響解析

目次

はしがき	.....	1
研究組織	.....	3
研究経費	.....	4
研究発表	.....	5
研究成果	.....	21
発表論文, および資料	.....	55

はしがき

原爆被爆者の放射線の線量を推定するシステムを放射線量評価体系 (Dosimetry System 1986 (DS86)) とよんでいる。1989年頃、このシステムに関し被曝した試料の測定値とDS86の間に矛盾があることを見だし、その原因を考察してきた。データにはユーロピウム 152、コバルト 60、塩素 36 などの熱中性子の放射化によるデータと隣 32 の速中性子のデータとがある。特徴は全てのデータに対してDS86の計算が近距離で高く、1000m以上の遠距離で低いというものである。

たとえば、1500mで3-10倍データが高く、このことがもし被曝線量に直接関係するならばDS86が大きく改訂されなければならない。

その後、問題点をより明確にするための実験や計算をいろいろ試みながら繰り返してきた。実験的には、(1) 原爆の爆発地点から中性子の輸送計算が正しかったかどうかのベンチマークテスト、(2) その計算に使った空気や水分の密度の検証、(3) ユーロピウムやコバルトの測定に関する実験値の検証、などである。これらに対して10年近くの研究を重ねても全て問題はないとの結論であった。

そこで残された問題の一つとして、広島原爆の中性子の線源項 (スペクトルなど) を考察した。計算を開始して10年弱の時間が経過したが、(1) 原爆が割れたと仮定しそこから速中性子が外に漏れ出たとした、さらに(2) 中性子の発生地点を90mひきあげ、その後90m落下した後火球が形成されたとした。そうすると遠距離でまだ少しデータが高い傾向があったが、全体がほぼ説明できた。

アメリカ側はこれらの計算については全く納得しなかった。それで、いつまでも同じ議論を繰り返しても先に進まないので、2001年11月に広島で開催されたワークショップで約1.2km以内のユーロピウム 152 のデータ (塩素 36 は1.4km以内) のデータだけで説明を試みることでコンセンサスが得られた。遠距離データは誤差も大きくこれをいつまでも議論しているのは仕方がないという雰囲気であった。特に近距離のデータは確実に測定が出来ているので、その範囲での説明を得ることにした。ここで重要なのはデータが近距離でDS86よりも低いことである。

その際、同時にいくつかの花崗岩の試料を使ってユーロピウム 152 と塩素 36 の相互比較測定を行い、これらとDS86を比較することも決定された。これには広島大学原爆放射線医科学研究所に所蔵されている被曝試料を使用した。これまではユーロピウム 152 のチェックの意味の測定は、岩石を溶解して抽出する作業が必要で、これが大変であったため全く再測定が行われていなかった。今回は日本分析センターがその作業を行って頂くことで了解が取れ、今までの10倍の1kgの試料を溶解しユーロピウムを抽出してもらった。さらに金沢大学の小村教授がトンネル内での、強力な遮蔽中での低バックグラウンド測定のシステムを使ってユーロピウム 152 の測定を行った。

結局この測定でユーロピウムの遠距離問題（データが DS86 より高い事）はデータが低くなり DS86 と一致することで解消した。思いがけない結果であった。確かにユーロピウム 152 のデータだけはダブルチェックできていなかった。また最終的にアメリカ側は近距離でデータが低い問題は爆発点を 20m 引き上げることで計算値を合わせてきた。これらにも理由はあるので本文中で説明する。ともかく、この相互比較実験が基で中性子の問題が解消した。結果としてガンマ線が広島、長崎とも 10%増加し、これが新しい線量評価体系 DS02 の主たる変更点となった。

今後、これらの結果は広島長崎の被爆者の疫学調査の結果と共に解析され、人の放射線に対するリスクが決定される。前回のまとめの時、「被曝後 50 年以上経過し、ちゃんとした線量評価体系を作る最後のチャンスとなると思われる。」と書いたが、満足できる結果となった。

研究組織

研究代表者： 星 正 治 (広島大学原爆放射線医科学研究所 教授)

研究分担者： 大 瀧 慈 (広島大学原爆放射線医科学研究所 教授)
高 田 純 (札幌医科大学医学部 教授)
遠 藤 暁 (広島大学大学院工学研究科 助教授)

研究協力者： 葉佐井博巳 (広島国際学院大学工学部)
岩谷 和夫 (広島県立保健福祉大学放射線学科)
静 間 清 (広島大学大学院工学研究科)
藤田正一郎 (放射線影響研究所統計部)
今中 哲二 (京都大学原子炉実験所)
小村 和久 (金沢大学自然計測応用研究センター)
柴田 徳思 (高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター)
柴田 誠一 (京都大学原子炉実験所)
野川 憲夫 (東京大学アイソトープ総合センター)
長島 泰夫 (筑波大学医療技術短期大学部)
関 李 紀 (筑波大学アイソトープセンター)
片山 博昭 (放射線影響研究所情報技術部)
長友 恒人 (奈良教育大学教育学部)
岡 隆 光 (呉大学社会情報学部)
石川 正純 (東京大学原子力研究総合センター)
田中 憲一 (広島大学原爆放射線医科学研究所)
隅田 治行 (広島大学原爆放射線医科学研究所)
平岡 正行 (広島大学原爆放射線医科学研究所)

研究経費

交付決定額（配分額）

（金額単位：千円）

	直接経費	間接経費	合計
平成13年度	2,800	0	2,800
平成14年度	2,600	0	2,600
平成15年度	2,700	0	2,700
総計	8,100	0	8,100

研究発表

(1) 学会誌等

1. Hoshi, M.: Radiation Exposure Caused by Nuclear Tests by the Former Soviet Union and China, and Its Effect on Health. Hiroshima Research News, 3(3), 2-4, 2001.
2. Takada, J., Suga, S., Kitagawa, K., Ishikawa, M., Takeoka, S., Hoshi, M., Watanabe, H., Ito, A. and Hayakawa, N.: Directional Distribution of Radiation around an Accident at a Uranium Fuel Factory in Tokai-mura, 1999. J. Radiat. Res., 42, 47-55, 2001.
3. Nitta, Y., Endo, S., Fujimoto, N., Kamiya, K. and Hoshi, M.: Age-dependent Exposure to Radioactive Iodine (^{131}I) in the Thyroid and Total Body of Newborn, Pubertal and Adult Fischer 344 Rats. J. Radiat. Res., 42, 143-155, 2001.
4. Ivannikov, A.I., Skvortsov, V.G., Stepenenko, V.F., Tikunov, D.D., Takada, J., Hoshi, M. ESR tooth enamel dosimetry: optimization of the automated spectra deconvolution routine. Health Physics, 81(2), 124-137, 2001.
5. Khamidova, L. G., Ivannikov, A. I., Kondrashov, A. E., Tikounov, D. D., Skvortsov, V. G., Stepanenko, V. F. and Hoshi, M.: Possibility of using porcelain samples of high-voltage line insulators for radiation dose reconstruction by EPR spectroscopy. Applied Radiation and Isotope, 55(6), 843-848, 2001.
6. Tanaka, K., Kobayashi, T., Sakurai, Y., Nakagawa, Y., Endo, S. and Hoshi, M.: Dose distribution in a human head phantom for neutron capture therapy using moderated neutrons from the 2.5 MeV proton- ^7Li reaction or from fission of ^{235}U . Phys. Med. Biol. 46 (10), October, 2681-2695, 2001.
7. Fleisher, R. L., Fujita, S. and Hoshi, M.: Hiroshima neutron fluence on a glass button from near ground zero. Health Physics, 81(6):720-723, 2001.
8. 星 正治 : 広島大原医研調査報告. セミパラチンスク核実験場近郊住民の放射線による被曝調査とその意義. 月刊新医療, 317, 87-91, 2001.
9. Endo, S., Yoshida, E., Yoshitake, Y., Zhang, W., Fujikawa, K., Itoh, T., Ishikawa, M. Hoshi, M. and Shizuma, K.: Neural Networks for the Neutron Spectrum Determination Based on the Foil Activation Method. Jpn. J. Appl. Phys., 41, 2191-2194, 2002.
10. Yamamoto, M., Hoshi, M., Takada, J., Kusumi, S., Sekerbaev, A. Kh. and Gusev, B. I.: Plutonium fallout in the environment around the former Soviet Union's Semipalatinsk nuclear test site. Workshop on dosimetry of the population living in the proximity of the

Semipalatinsk atomic weapons test site. STUK-A187(eds by Lindholm C., Simon S., Makar B., Baverstock E.), 17-27, February 2002.

11. Takada, J., Hoshi M. and Yamamoto, M.: External doses in residential areas around Semipalatinsk nuclear test site. STUK-A187, 69-77, February 2002.
12. Nitta, Y., Tanaka, H., Masuda, Y. and Hoshi, M.: The Quality of DNA Recovered from the Archival Tissues of Atomic Bomb Survivors is Good Enough for the Single Nucleotide Polymorphism Analysis in Spite of the Decade-long Preservation in Formalin. *J. Radiat. Res.*, 43, 65-75, 2002.
13. Katayama, H., Matsuura, M., Endo, S., Hoshi, M., Ohtaki, M. and Hayakawa, N.: Reassessment of the Cancer Mortality Risk among Hiroshima Atomic-Bomb Survivors Using a New Dosimetry System, ABS2000D, Compared with ABS93D. *J. Radiat. Res.*, 43, 53-63, 2002.
14. Ishikawa, T., Uchiyama, M., Hoshi, M., Takada, J., Endo, S., Sugiura, N., Kosako, T. and Shimizu, I.: New in-vivo calibration phantoms and their performance. *Health Phys.*, 82(3):348-357, 2002.
15. Yamamoto, M., Hoshi, M., Takada, J., Oikawa, S., Yoshikawa, I., Takatsuji, T., Sekerbaev, A. Kh., Gusev, B. I.: Some aspects of environmental radioactivity around the former Soviet Union's Semipalatinsk nuclear test site: Local fallout Pu in Ust'-Kamenogorsk district. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 252(2), 373-394, 2002.
16. Sato, H., Takatsuji, T., Takada, J., Endo, S., Hoshi, M., Sharifov, V. F., Veselkina, I. I., Pilenko, I. V., Kalimullin, W. A. F., Masyakin, V. B., Yoshikawa, I., Nagatomo, T. and Okajima, S.: Measuring the External Exposure Dose in the Contaminated Area near the Chernobyl Nuclear Power Station Using the Thermoluminescence of Quartz in Bricks. *Health Physics*, 83(2), 227-236, 2002.
17. Ivannikov, A. I., Zhumadilov, Zh. Gusev, B. I., Miyazawa, Ch., Jiao, L., Skvortsov, V. G., Stepanenko, V. F., Takada, J. and Hoshi, M.: Individual Dose Reconstruction among Residents Living in the Vicinity of the Semipalatinsk Nuclear Test Site Using EPR Spectroscopy of Tooth Enamel. *Health Physics*, 83(2), 183-196, 2002.
18. Endo, S., Takada, M., Ishikawa, M., Hoshi, M., Uehara, S., Yamaguchi, H., Kanai, T., Matsufuji, N., Shizuma K. and Onizuka, Y.: Characterization of an Ultra-Miniature Counter for Microdosimetric Measurements in a Therapeutic 400 MeV/A Carbon Beam.

Radiation Protection Dosimetry, 99 (1-4), 421-424, 2002.

19. Onizuka, Y., Endo, S., Ishikawa, M., Hoshi, M., Takada, M., Kobayashi, T., Sakurai, Y., Utsumi, H., Uehara, S., Hayabuchi, N., Maeda, N., Takatsuji, T. and Fujikawa, K.: Microdosimetry of Epithermal Neutron Field at the Kyoto University Reactor. Radiation Protection Dosimetry, 99(1-4), 383-385, 2002.
20. Tanaka, K., Kobayashi, T., Sakurai, Y., Nakagawa, Y., Ishikawa, M. and Hoshi, M.: Irradiation characteristics of BNCT using near-threshold ${}^7\text{Li} (p, n){}^7\text{Be}$ direct neutrons: application to intra-operative BNCT for malignant brain tumors. Phys. Med. Biol., 47, 3011-3032, 2002.
21. Ishikawa, M., Unesaki, N., Kobayashi, T., Sakurai, Y., Tanaka, K., Endo S. and Hoshi, M.: Real-time Estimation of Neutron Flux during BNCT Treatment using Plastic Scintillation Detector with Optical Fiber.: Research and Development in Neutron Capture Therapy. Essen, Germany, September 8-13, 2002. Editors, Wolfgang Sauerwein, Raymond Moss, Andrea Wittig, 443-447, Monduzzi Editore, 2002.
22. Hoshi, M., Stepanenko, V. F., Gavrilin, Yu. I., Volkov, Yu. M., Makarenkova, I. K., Takada, J., Shevchuk, V. E., Skvortsov, V. G., Penin, D.V., Iaskova, E. K., Kondrashov, A. E., Ivannikov, A. I., Ermakova, N. M., Chunikhin, L. N.: I-129 and I-131 ground deposition densities are correlated in Belorussian settlements contaminated following the Chernobyl accident. Chernobyl: Message for the 21st Century. Proceedings of the Sixth Chernobyl Sasakawa Medical Cooperation Symposium, Moscow, Russia, 30-31 May 2001, eds. by Yamashita, S., Shibata, Y., Hoshi, M., Fujimura, K. Elsevier, 115-120, 2002.
23. Stepanenko, V. F., Gavrilin, Yu. I., Khrouch, V. T., Shinkarev, S. M., Hoshi, M., Iaskova, E. K., Kondrashov, A. E., Penin, D. V., Moskovko, L. I., Takada, J., Skvortsov, V. G., Orlov, M. Yu., Ivannikov, A. I., Ermakova, A. F., Tsyb, A. F., Proshin, A. D., Rivkind, N. B.: Re-evaluation of thyroid doses in Russia after the Chernobyl accident. Chernobyl: Message for the 21st Century. Proceedings of the Sixth Chernobyl Sasakawa Medical Cooperation Symposium, Moscow, Russia, 30-31 May 2001, eds. by Yamashita, S., Shibata, Y., Hoshi, M., Fujimura, K. Elsevier, 321-328, 2002.
24. Endo, S., Yoshida, E., Nikjoo, H., Uehara, S., Hoshi, M., Ishikawa, M., Shizuma, K.: A Monte Carlo track structure code for low energy protons. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 194, 123-131, 2002.
25. Zhang, W., Endo, S., Ishikawa, M., Ikeda, H. and Hoshi, M.: Relative Biological

- Effectiveness of Fission Neutrons for Producing Micronuclei in the Root-tip Cells of Onion Seedlings after Irradiation as Dry Seeds. *J. Radiat. Res.*, 43, 397-403, 2002.
26. Shizuma, K., Endo, S., Hoshi, M., Takada, J., Iwatani, K., Hasai, H., Oka, T., Shimazaki, T., Okumura, Y., Fujita, S., Watanabe, T. and Imanaka, T.: Measurement of Residual ^{60}Co Activity Induced by Atomic-bomb Neutron in Nagasaki and Background Contribution by Environmental Neutrons. *J. Radiat. Res.*, 43, 387-396, 2002.
 27. Endo, S., Yoshida, E., Yoshitake, Y., Horiguchi, T., Zhang, W., Fujikawa, K., Hoshi, M., Itoh, T., Ishikawa, M. and Shizuma, K.: Dosimetry of Fission Neutrons in a 1-W Reactor, UTR-KINKI. *J. Radiat. Res.*, 43, 381-386, 2002.
 28. Chernobyl: Message for the 21st Century. Proceedings of the Sixth Chernobyl Sasakawa Medical Cooperation Symposium, Moscow, Russia, 30-31 May 2001, eds. by Yamashita, S., Shibata, Y., Hoshi, M., Fujimura, K. Elsevier, 2002.
 29. Zhumadilov, Zh., 星 正治, 木村昭郎, Gusev, B., 武市宣雄, Zhigitaev, T., 浅原利正, 神谷研二: Thyroid Cancer in the Semipalatinsk Region of Kazakstan. *広島医学*, 55(3), 196-197, 2002.
 30. 高田 純, 星 正治, 山本政儀, 高辻俊宏, 吉川 勲, 岩谷和夫, Sekerbaev, A. K. : ウスチカメノゴルスク市の外部被曝線量評価. *広島医学*, 55(3), 147-148, 2002.
 31. 武市宣雄, 星 正治, 田中公夫, ザクシバ ズマジーロフ, 早川式彦, 岡本哲治, 安井 弥, 前田 亮, 清水一雄: 広島原爆被爆者甲状腺細胞にみられた微小核-放射線による影響か. セミパラチンスクの症例も加えて-. *広島医学*, 55(3), 108-201, 2002.
 32. 川野徳幸, 平林今日子, 星 正治, 松尾雅嗣: セミパラチンスク核実験場近郊被曝証言の日本語版全文データベース化. *広島平和科学*, 25, 31-51, 2002.
 33. Huber, T., Ruhm, W., Hoshi, M., Egbert, S. D., Nolte, E.: ^{36}Cl measurements in Hiroshima granite samples as part of an international intercomparison study. *Radiation Environmental Biophysics*, 42, 27-32, 2003.
 34. Nitta, Y. and Hoshi, M.: Relationship between oocyte apoptosis and ovarian tumours induced by high and low LET radiations in mice. *Int. J. Radiat. Biol.*, Vol. 79(4), 241-250, April, 2003.
 35. Shizuma, K., Endo, S., Hoshi, M., Takada, J., Ishikawa, M., Iwatani, K., Hasai, H., Oka,

- T., Fujita, S., Watanabe, T., Yamashita, T. and Imanaka, T.: Measurement of Residual ^{152}Eu Activity Induced by Atomic-bomb Neutron in Nagasaki and the Contribution of Environmental Neutrons to This Activity. *J. Radiat. Res.*, 44, 133-139, 2003.
36. Zhang, W., Fujikawa, K., Endo, S., Ishikawa, M., Ohtaki, M., Ikeda, H. and Hoshi, M.: Energy-dependent RBE of Neutrons to Induce Micronuclei in Root-tip Cells of *Allium cepa* Onion Irradiated as Dry Dormant Seeds and Seedlings. *J. Radiat. Res.*, 44, 171-177, 2003.
37. Orlov, M. Yu., Stepanenko, V. F., Hoshi, M., Takada, J.: The accuracy of dose estimations for cohort radiation epidemiological studies. *Atomnaya Energiya (Atomic Energy)*, 94(4), 331-333, 2003 (in Russian).
38. Orlov, M. Yu., Stepanenko, V. F., Hoshi, M., Takada, J.: Estimate of Natural Irradiation Dose for the Retrospective Luminescence Dosimetry. *Atomnaya Energiya (Atomic Energy)*, 94(5), 413-415, 2003(in Russian).
39. Orlov M. Yu., Stepanenko V. F., Kolyzhenkov T. V., Hoshi M., Takada J.: Monte-Carlo calculation of gamma-dose distribution inside brick wall and in air. *Atomnaya Energiya (Atomic Energy)*. 94(6), 479-483, June 2003.(in Russian)
40. Toyoda, S. Tanizawa, H., Romanyukha, A. A., Miyazawa, Ch., Hoshi, M., Ueda, Y., Nitta, Y.: Gamma-ray dose response of ESR signals in tooth enamel of cows and mice in comparison with human teeth. *Radiation Measurements*, 37, 341-346, 2003.
41. MacDonald, J., Fleischer, R. L., Fujita, S. and Hoshi, M.: Use of glazes on porcelain from near ground zero to measure Hiroshima neutron fluence. *Health Physics*. 85(4):428-432, 2003.
42. Bratilova, A. A., Zvonova, I. A., Balonov, M. I., Shishkanov, N. G., Trushin, V. I. and Hoshi, M.: ^{131}I content in the human thyroid estimated from direct measurements of the inhabitants of Russian areas contaminated due to the Chernobyl accident. *Radiation Protection Dosimetry*, 105(1-4), 623-626, 2003.
43. 星 正治. :放射線診療からの放射線影響. 平成14年度公開シンポジウム「放射線診療における被ばくと対策—国民の不安に答える—」, 第9回松山会場パネルディスカッション「女性の放射線被ばくを考える」, 医療放射線防護Newsletter, 36, 78-80, 2003.
44. 星 正治: 「もんじゅ裁判」への疑問と思うこと. エネルギー政策研究—もんじゅ

- ゆ裁判についての学識経験者の意見一，特別号，43-44，6月，2003.
45. 星 正治:セミパラチンスク被曝実態調査の今. NLだより, No.310, pp1, 2003.
 46. Zhunussova, T., Matsuura, M., Suenaga, M., Ikeuchi, M., Takesaki, Y., Yoshida, S., Hoshi, M., Hayakawa, N.: Analysis of Pancreas Cancer Mortality Among Atomic Bomb Survivors in Hiroshima, 1968-1997. 長崎医学会雑誌, 第43回原子爆弾後障害研究会講演集, 77巻特集号, 262-265, 2003.
 47. 新田由美子, 谷 省蔵, 星 正治:原爆被爆者の長期ホルマリン固定臓器材料に新たな利用価値. 一遺伝子一塩基多型 (SNT) 解析のリソースとして一. 長崎医学会雑誌, 第43回原子爆弾後障害研究会講演集, 77巻特集号, 308-310, 2003.
 48. 峠岡康幸, 川野徳幸, 武市宣雄, Zhumadilov Zhaxybay, 星 正治:カザフスタン共和国セミパラチンスク在住の核実験被曝者に対する健康状態聞き取り調査結果に関する検討. 広島医学, 56(3), 189-192, 2003.
 49. Zhumadilov, Zh., Hoshi, M., Takeichi, N., Abisheva, G., Taooka, Y., Bhattarcharjee, D. and Kamiya, K.: Some approaches to treatment of patients with thyroid nodular diseased in the Semipalatinsk region of Kazakhstan. Hiroshima J. Med. Sci. 52(4), 81-89, 2003.
 50. Kawano, N., Taooka, Y., Takeichi, N, Kobatake, Ch., Noso, Y., and Hoshi, M.: International Medical Cooperation for the Radiation Exposed Population (Hibakusha): in Semipalatinsk, Kazakhstan: A Challenge from Hiroshima, The City of the World's First Atomic bombing. J. Internatl. Development and Cooperation 9(2), 89-100, 2003.
 51. 石川正純, 宇根崎博信, 古林 徹, 櫻井良憲, 田中憲一, 遠藤 暁, 星 正治: ホウ素中性子捕捉療法用リアルタイム熱中性子束モニターの開発. 医学物理, 23 (Sup.2), 174-176, 2003.
 52. 田中憲一, 古林 徹, Bengua, G., 中川義信, 星 正治: しきい値近傍 ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ 反応直接中性子による BNCT における治療可能深さの ${}^{10}\text{B}$ 濃度依存性. 医学物理, 23 (Sup.3), 288-291, 2003.

(2) 口頭発表

1. 星 正治 : JCO 事故と放射線の測定. 第 81 回日本医学物理学会大会特別講演, 神戸, 4 月, 2001.
2. 田中憲一, 古林 徹, 桜井良憲, 中川義信, 石川正純, 星 正治 : 中性子捕捉療法におけるしきい値近傍の ${}^7\text{Li} (p,n) {}^7\text{Be}$ 反応の模擬計算の有効性の確認. 第 81 回日本医学物理学会大会, 神戸, 4 月, 2001.
3. 遠藤 暁, 高田真志, 石川正純, 星 正治, 上原周三, 山口 寛, 金井達明, 松藤成弘, 静間 清, 早渕尚史, 鬼塚昌彦 : ウルトラミニチュアカウンターを用いた 400MeV/A 炭素ビームのマイクロドシメトリックな線質評価. 第 81 回日本医学物理学会大会, 神戸, 4 月, 2001.
4. Zhumadilova, A., Sakamoto, A., Hashido, Y., Toratani, Sh., Sasahara, H., Bolenbaev, A., Zhumadilov, Zh., Takeichi, N., Hoshi, M. and Okamoto, T.: Epidemiological Study of Cranio-Maxillofacial Disorders Among Residents of the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area. The 55th Annual Meeting of the Japanese Stomatological Society. April 26, 2001.
5. Yamamoto, M., Hoshi, M., Takada, J., Kusumi, S., Sekerbaev, A. Kh., and Gusev, B. I.: Plutonium fallout in the environment around the former Soviet union's Semipalatinsk nuclear test site. セミパラチンスク核実験場周辺住民の線量調査ワークショップ, ヘルシンキ, フィンランド, 5 月, 2001.
6. Takada, J., Hoshi, M. and Yamamoto, M.: External dose residential areas around Semipalatinsk nuclear test site. セミパラチンスク核実験場周辺住民の線量調査ワークショップ, ヘルシンキ, フィンランド, 5 月, 2001.
7. Onizuka, Y., Endo, S., Ishikawa, M., Takada, M., Hoshi, M., Uehara, S., Sakurai, S. And Kobayashi, T.: Microdosimetry of Kur Epithermal Neutron Beam, 13th Symposium On Microdosimetry, 5.27 – 6.1, Italy, 2001.
8. Zhumadilov, Zh., Hoshi M., Kimura, A., Gusev, B., Takeichi, N., Zhigitaev, T., Asahara, T. and Kamiya, K.: Thyroid cancer in the Semipalatinsk region of Kazakhstan. 42nd Hiroshima-Nagasaki Symposium. June 10, 2001. Hiroshima, Japan.
9. Nitta, Y., Hoshi, M. and Kamiya, K.: Thyroid susceptibility to radioactive iodine (I-131) in newborn, pubertal and adult rats. 2nd International Conference on the effects of low and very low doses of ionizing radiation on human health, 27-29 June, Dublin, 2001.

10. Nitta, Y., Endo, S., Fujimoto, N. and Hoshi, M.: Susceptibility to radioactive iodine (I-131) in rats of newborn, pubertal and adult. International Symposium on Radiation and Homeostasis, Kyoto, 13-16 July, 2001.
11. Zhumadilov, Zh., Land, C., Hoshi, M., Kimura, A., Takeichi, N., Zhigitaev, T., Abisheva, G. and Kamiya, K.: Fallout Exposure in the Semipalatinsk Nuclear Test Site and The Induction of Thyroid Nodules Diseases. International Symposium on Radiation and Homeostasis, Kyoto, July 13-16, 2001.
12. 石川 正純, 濱 聖司, 山崎文之, 矢原快太, 梶原佳則, 中川義信, 星 正治: 加速器中性子源を用いたラットに対する BNCT. 第 3 回中性子捕捉療法夏のワークショップ, 9 月 22-23 日, 香川, 2001.
13. 星 正治: 原爆線量再評価の最近の動向. 第 9 回中国・四国支部主任者研修会, 広島, 10 月, 2001.
14. 星 正治: 高度被曝環境における線量評価 (原爆, チェルノブイリ・セミパラチンスクにおける国際共同研究). 日本放射線影響学会第 44 回大会, 大阪, 10 月, 2001.
15. 新田由美子, 吉田和子, 星 正治: マウス急性骨髄性白血病と染色体 2 番中間部を欠失との関係. 日本放射線影響学会第 44 回大会, 東京, 2001.
16. Ivannikov, A., Zhumadilov, Zh., Gusev, B., Takada, J. and Hoshi, M.: Individual dose reconstruction by tooth enamel EPR spectroscopy for population of the areas close to Semipalatinsk Nuclear Test Site. International Symposium on New Prospects of ESR Dosimetry and Dating. October 25-27, 2001. Osaka, Japan.
17. Takada, J., Ishikawa, M. and Hoshi, M. : Dosimetry study for population around Semipalatinsk Nuclear Test Site by thermoluminescence technique. Int. Natl. Symposium on New Prospects of ESR Dosimetry and Dating, Osaka, 2001.
18. 岩谷和夫, 葉佐井博巳, 静間 清, 星 正治, 岡 隆光, 今中哲二: 岩石中の水分量をはかるー原爆中性子線量の再評価に関連してー. 第 7 回放射線計測研究会, 宮崎, 11 月 18 日, 2001.
19. 高田 純, V. Sharof, V., Degteva, M., Bougrov, N., Shishkina, E., Peremyslova, L., Kostyuchenko, V., 星 正治: C-15 原爆プルトニウム製造施設・マヤーク周辺住民に対する 2000 年放射線調査, 第 35 回日本保健物理学会, 仙台, 2001.
20. 田中憲一, 古林 徹, 櫻井良憲, 中川義信, 石川正純, 星 正治: しきい値近

傍の ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ 反応中性子を直接利用した術中照射 BNCT の検討. 第 36 回京都大学原子炉実験所学術講演会, 大阪, 1 月 30-31 日, 2002.

21. 岡本哲治, ズマジローバ・アナラ, 坂本哲彦, 平石佳子, 林堂安貴, 虎谷茂昭, 笹原妃佐子, 武市宣雄, アザット・ボレンバエフ, ズマジロフ・ザクシバ, 星 正治: セミパラチンスク核実験場周辺住民における顎・顔面・口腔疾患の分子疫学的調査 第 2 報. 第 7 回広島国際シンポジウム, セミパラチンスクにおける放射線影響研究とその展望, 広島, 2 月 15 日, 2002.
22. Zhumadilov, Zh., Hoshi, M., Kimura, A., Takeichi, N., Zhigitaev, T., Abisheva, G., Mir, Kh., Bhattarcharjee, D. and Kamiya, K.: Radiogenic Thyroid Dysfunction, Iodine Deficiency and Rehabilitation Program among Residents in the Area Surrounding the Semipalatinsk Nuclear Test Site. The Seventh Hiroshima International Symposium, "The Research on the Effects of Radiation in Semipalatinsk and Future Prospects of the Research", Hiroshima, February 15, 2002. (Abst.p8-9)
23. Orlov, M., Stepanenko, V. F., Hoshi, M. and Takada, J.: Contemporary radioactive contamination of Altai region (Russia) territory after atmospheric nuclear explosions at the Semipalatinsk test site. The Seventh Hiroshima International Symposium, "The Research on the Effects of Radiation in Semipalatinsk and Future Prospects of the Research", Hiroshima, February 15, 2002. (Abst.p10-12)
24. Orlov, M. Y., Stepanenko, V. F., Hoshi, M. and Takada, J.: Estimation of background dose value for TL-dosimetry technique 2.1 and 2.2. The Seventh Hiroshima International Symposium, "The Research on the Effects of Radiation in Semipalatinsk and Future Prospects of the Research", February 15, 2002, Hiroshima, Japan. (Abst.p13)
25. 高田 純, 星 正治, 高辻俊宏, 吉川 勲, 山本政儀, 大塚良仁, 今中哲二, ズマジロフ Z. Sh., ステパノフ V. E.: 爆心地の放射線調査 (第 3 回「環境放射能」研究会, 平成 14 年 3 月 5-7 日, つくば, 第 3 回「環境放射能」研究会要旨論文集, 31 頁, 2002.
26. 石川正純, 古林 徹, 櫻井良憲, 神田啓治, 星 正治: BNCTにおける新しい吸収線量評価システムPG-SPECTの進捗状況について. 平成13年度京都大学原子炉実験所専門研究会, 大阪, 2月19-20日, 大阪, 2002.
27. Orlov, M. Y., Stepanenko, V. F., Takada, J. and Hoshi M.: Necessary accuracy of dose estimation. The Second International Workshop on Space Radiation Research (IWSSRR-2), March 11 - 15, 2002, Nara, Japan. (Report #D19 Published in Workshop

28. 山内光利, 富永孝宏, 中村 修, 上田亮治, 星 正治: 汎用イメージスキャナを用いた Gafchromic film MD-55 の被曝線量測定と Leksell ガンマナイフ放射線治療装置の QA・QC への応用. 日本医学物理学会第 83 回学術大会, 神戸, 4 月 4-6 日, 2002.
29. 遠藤 暁, 吉本一紀, 小島康明, 星 正治, 静間 清: Si・ β 線検出器を用いた電子輸送計算コードのベンチマーク. 日本医学物理学会第 83 回学術大会, 神戸, 4 月 4-6 日, 2002.
30. 鬼塚昌彦, 遠藤 暁, 高田真志, 石川正純, 星 正治, 上原周三, 松藤成弘, 金井達明, 山口 寛, 前田直子, 早渕尚文: マイクロドジメトリ法による HIMAC 炭素治療ビームの RBE の推定. 日本医学物理学会第 83 回学術大会, 神戸, 4 月 4-6 日, 2002.
31. 田中憲一, 古林 徹, 櫻井良憲, 中川義信, 石川正純, 星 正治: しきい値近傍 ${}^7\text{Li}(p, n){}^7\text{Be}$ 反応直接中性子を用いた術中 BNCT の実現性の検討. 日本医学物理学会第 83 回学術大会, 神戸, 4 月 4-6 日, 2002.
32. 新田由美子, 星 正治: 原爆被爆者の長期ホルマリン固定臓器材料に新たな利用価値—遺伝子—塩基多型(SNP)解析のリソースとして—. 第 43 回原子爆弾後障害研究会, 長崎, 6 月 2 日, 2002.
33. Zhunussova, T., Matsuura, M., Suenaga, M., Ikeuchi, M., Takesaki, Y., Yoshida, S., Hoshi, M. and Hayakawa, N.: Analyses of pancreas cancer mortality among atomic bomb survivors in Hiroshima, 1968-1997. 第 43 回原子爆弾後障害研究会, 長崎, June 2, 2002.
34. M. Ishikawa, N. Unesaki, T. Kobayashi, Y. Sakurai, K. Tanaka, S. Endo and M. Hoshi. Real-time Estimation of Neutron Flux during BNCT Treatment using Plastic Scintillation Detector with Optical Fiber. Research and Development in Neutron Capture Therapy. Essen, Germany, September 8-13, 2002.
35. 星 正治: 広島長崎の原爆被爆者の新しい線量評価体系 DS02 と旧 DS86. 日本放射線影響学会第 45 回大会特別講演, 9 月 18-20 日, 2002.
36. Hoshi, M.: Radiation dosimetry and influence of radiation on population residing around Semipalatinsk Nuclear test site Polygon. The 3rd International Conference: "Ecology, Radiation, Health", Semipalatinsk, Kazakhstan, September 22-23, 2002.

37. Takeichi, N., Hoshi, M., Abisheva, G., Zhumadilov, Zh.: Comparative analysis of pathology of the thyroid gland in Chernobyl, Hiroshima and Semipalatinsk. The 3rd International Conference: "Ecology, Radiation, Health", Semipalatinsk, Kazakhstan, September 22-23, 2002.
38. Hoshi, M.: Radiation dosimetry studies in the Regions Adjacent to the Semipalatinsk Nuclear Test Site. Radiation Dosimetry Workshop: "Current Status of Radiation Dosimetry at the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area", Semipalatinsk, Kazakhstan, September 24-25, 2002.
39. 佐々木正夫, 遠藤 暁, 星 正治, 高田 純, 高辻俊宏, 三枝 新, 江島洋介, 立花 章) : 京都大学放射線生物研究センターの特性 X 線装置による超軟 X 線の生物学的効果. 日本放射線影響学会第 45 回大会, 仙台, 9 月 18-20 日, 2002.
40. 遠藤 暁, 星 正治, 静間 清 : Si 中の電子トラックコードの断面積. 日本放射線影響学会第 45 回大会, 仙台, 9 月 18-20 日, 2002.
41. Tanaka, K., Kobayashi, T., Nakagawa, Y., Sakurai, Y., Ishikawa, M. and Hoshi, M.: Feasibility study for accelerator-based intra-operative BNCT using near-threshold ${}^7\text{Li}(p, n){}^7\text{Be}$ direct neutrons. 10th International Symposium on Neutron Capture Therapy for Cancer, Essen, Germany, September 8-13, 2002.
42. Tanaka, K., Kobayashi, T., Nakagawa, Y., Sakurai, Y., Ishikawa, M. and Hoshi, M.: Feasibility of Intra-Operative BNCT Using Accelerator-Based Near-Threshold ${}^7\text{Li}(p, n){}^7\text{Be}$ Direct Neutrons. 3rd Japan-Korea Joint Meeting on Medical Physic, Gyeongju, Korea, September 26-28, 2002.
43. Onizuka, Y., Endo, S., Takada, M., Ishikawa, M., Hoshi, M., Uehara, S., Hayabuchi, N., Maeda, N., Shizuma, K., Yamaguchi, H.: Estimation of Relative biological effectiveness for carbon beam. 3rd Japan-Korea Joint Meeting on Medical Physic, Gyeongju, Korea, September 26-28, 2002.
44. 高田 純, Zhumadilov, K.Sh., 高辻俊宏, 山本政儀, 今中哲二, 星 正治 : 旧ソ連地上核爆発地点調査. 第 45 回日本放射線影響学会大会, 仙台, 9 月, 2002.
45. 星 正治 : 放射線診療からの放射線影響. 平成 14 年度公開シンポジウム「放射線診療における被ばくと対策」—国民の不安に答える—. 松山, 10 月 5 日, 2002.
46. Nitta, Y., Hoshi, M. and Kamiya, K.: Thyroid susceptibility to radioactive Iodine (I-131) in newborn, pubertal and adult rats. 1st Asian and Oceanic Congress for

Radiation Protection (AOCRP-1), 20-24 October, Seoul, 2002.

47. 新田由美子, 星 正治: 高および低 LET 放射線の発がん性における質的差としてのアポトーシスと顆粒膜細胞腫. 日本放射線影響学会第45回大会, 仙台, 2002.
48. Toyoda, S., Tanizawa, H., Tielweuhan, E., Hoshi, M., Miyazawa, C., Romanyukha, A. A.: Electron Spin Resonance (ESR) Dosimetry of Human Tooth Enamel of Low Dose Region Using a Numerical Method with Matrices. Radiation Safety Aspects of Homeland Security and Emergency Response, Proceedings of the 36th midyear topical meeting, San Antonio, Texas, January 26-29, 2003.
49. 石川正純, 宇根崎博信, 古林 徹, 櫻井良憲, 田中憲一, 遠藤 暁, 星 正治: ホウ素中性子捕捉療法における光ファイバーを用いた熱中性子束モニターの開発, 第37回京都大学原子炉実験所学術講演会, 大阪, 1月29-30日, 2003.
50. Gordeev, K., Shinkarev, S., Ilyin, L., Bouville, A., Hoshi, M., Luckyanov, N., Simon, S. L. and Sudakov, V.: General characteristics of the most significant events conducted at the Semipalatinsk test site with respect to exposure to the populations of the Republic of Kazakhstan. The 8th Hiroshima International Symposium, Hiroshima, February 28, 2003.
51. 川野徳幸, 峠岡康幸, 平岡 敬, 松尾雅嗣, Apsalikov Kazbek Nigmatovich, Zhumadilov Zhaxybay Shaimardanovich, 星 正治: セミパラチンスクの被曝実態調査報告: 核実験場近郊住人を対象とする被曝証言調査を通して. 第8回広島国際シンポジウム, 広島大学広仁会館, 2月28日, 2003.
52. 峠岡康幸, 川野徳幸, 武市宣雄, Apsalikov Nigmatovich, Zhumadilov Zhaxbay, 星 正治: セミパラチンスク核実験周辺地域住民に対する健康状態聞き取り調査の結果に対する検討. 第8回広島国際シンポジウム, 広島, 広島大学広仁会館, 2月28日, 2003.
53. 石川正純, 小野公二, 宇根崎博信, 古林 徹, 櫻井良憲, 田中憲一, 遠藤 暁, 星 正治: SOF 検出器による BNCT 治療中のリアルタイム熱中性子束評価, 第8回京都大学原子炉実験所専門研究会, 大阪, 3月4-5日, 2003.
54. 星 正治: 広島・長崎の新しい被曝線量評価体系 DS02 とその意味. 「被曝体験証言者交流の集い」研修会. 広島, 3月17日, 2003.
55. 遠藤 暁, 鬼塚昌彦, 石川正純, 高田真志, 櫻井良憲, 古林 徹, 星 正治, 静間 清: マイクロドシメトリー手法による京大原子炉 BNCT 治療場の線質の測定. 日本医学物理学会第85回学術大会, 4月11-13日, 横浜, 2003.

56. 石川正純, 宇根崎博信, 古林 徹, 櫻井良憲, 田中憲一, 遠藤 暁, 星 正治 : ホウ素中性子捕捉療法用リアルタイム熱中性子束モニターの開発. 日本医学物理学学会第 85 回学術大会, 4 月 11-13 日, 横浜, 2003.
57. 佐方周防, 星 正治, 佐野正子, 福村明史, 平岡 武, 辻井博彦 : 日医放学会医療用線量標準センターによる線量計校正数の年次変化. 日本医学物理学学会第 85 回学術大会, 4 月 11-13 日, 横浜, 2003.
58. 川野徳幸, 峠岡康幸, 平岡 敬, 松尾雅嗣, Apsalikov Kazbek Negmatovich, Zhumadilov Zhaxybay Shaimardanovich, 星 正治 : カザフスタン共和国セミパラチンスク核実験場近郊の被曝実態調査研究報告 : 被曝証言調査を通して (招待講演) 国際学術会議 : 中央アジア研究報告会, 韓国慶熙大学, 国立民族学博物館地域研究企画交流センター, トヨタ財団共催, 韓国ソウル慶熙大学, 4 月 11 日-12 日, 2003.
59. 星 正治 : 新しい原爆線量評価体系 2002(DS02). 第 44 回原子爆弾後障害研究会, シンポジウム「新世紀の緊急被ばく医学」, 広島国際会議場, 6 月 1 日, 2003.
60. 川野徳幸, 峠岡康幸, 平岡敬, 松尾雅嗣, Apsalikov Kazbek Neigmatovich, Zhumadilov Zhaxybay Shaimardanovich, 星 正治 : セミパラチンスク核実験場近郊被曝証言の内容分析. 第 44 回原子爆弾後障害研究会, 広島, 6 月 1 日, 2003.
61. 川野徳幸, 峠岡康幸, 平岡 敬, 松尾雅嗣, Apsalikov Kazbek Nigmatovich, Zhumadilov Zhaxybay Shaimardonovich, 星 正治 : セミパラチンスク核実験場近郊被曝証言の内容分析. 第 44 回原子爆弾後障害研究会, 広島, 6 月 1 日, 2003.
62. 新田由美子, 星 正治 : マウス染色体 2 番中間部欠失ミュータントの発がん機構の解析. 第 44 回原子爆弾後障害研究会, 広島, 6 月 1 日, 2003.
63. 遊佐圭介, 遠藤 暁, 静間 清, 星 正治 : イメージインテンシファイヤーを用いた X 線カメラの製作. 第 28 回中国地区放射線影響研究会, 広島, 7 月 31 日, 2003.
64. 星 正治 : いつまで続く広島・長崎の原爆線量評価. 第 5 回「環境放射能・放射線夏の学校」, 長崎, 8 月 6-8 日, 2003.
65. 焦 玲, 高田 純, 星 正治 : Effect of sunlight irradiation on ESR signals of human tooth enamel. 第 5 回夏の学校「環境放射能・放射線ワークショップ」, 長崎, 8 月 6-8 日, 2003.

66. Hoshi, M., Endo, S., Straume T., Komura, K., Ruehm, W., Nagashima, Y., and Fukushima H.: Intercomparison study of Eu-152 and Cl-36 measurements. 12th International Congress of Radiation Research, Brisbane Australia, August 17, 2003.
67. Nitta, Y., Hoshi, M., Yoshida, K., Yamate, J., Josephine, P. and Bruce, M. Cattanach: Radiation susceptibility of the mouse small eye mutants, Del(2):Sey3Hpax6 and Del(2):Sey4Hpax6, which delete the chromosome 2 middle regions. 12th International Congress of Radiation Research, Brisbane Australia, 17-22 August, 2003.
68. Kobayashi, T., Tanaka, K., Sakurai, Y., Nakagawa, Y., Endo, S. and Hoshi, M.: Depth-dose characteristics for BNCT using direct neutrons from near-threshold ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ reaction and moderated neutrons from research reactor. World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Sydney, Australia, 24-29 August, 2003.
69. Tanaka, K., Kobayashi, T., Gerard, B., Nakagawa, Y. and Hoshi, M.: Protocol Dependence of Treatable Depth in Intra Operative BNCT Using Near-Threshold ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ Direct Neutrons. World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Sydney, Australia, 24-29 August, 2003.
70. 田中憲一, 古林 徹, Bengua, G., 中川義信, 星 正治: しきい値近傍 ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ 反応直接中性子による BNCT における治療可能深さの ${}^{10}\text{B}$ 濃度依存性. 第 1 回日本中性子捕捉療法研究会, 京都, 8 月, 2003.
71. 新田由美子, 吉田和子, 田中公夫, 星 正治: 小腸腺癌を自然発症するマウスミュータント Del(2):Sey3H Pax6, Del(2):Sey4HPax6 の特徴. 第 62 回日本癌学会, 名古屋, 9 月 25-27 日, 2003.
72. 田中憲一, 古林 徹, Bengua, G., 中川義信, 星 正治: しきい値近傍 ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ 反応直接中性子による BNCT における治療可能深さの ${}^{10}\text{B}$ 濃度依存性. 第 86 回日本医学物理学会大会, 金沢, 9 月 25-26 日, 2003.
73. 丸山隆司, 星 正治, 長友恒人, 藤田正一郎, カリングス・ハリー: レンガなどの熱ルミネセンス測定による γ 線量の推定. 第 46 回日本放射線影響学会, 京都, 10 月 6-8 日, 2003.
74. 星 正治: Eu-152 と Cl-36 の相互比較の結果. 新しい原爆線量評価体系 2002(DS02). 第 46 回日本放射線影響学会, 京都, 10 月 6-8 日, 2003.

75. カリングス・ハリー, エグバート・ステファン, 丸山隆司, 星 正治: DS02 Evaluation of Sample-specific Calculated Doses for Thermo-luminescent Dosimetry Measurements. 第46回日本放射線影響学会, 京都, 10月6-8日, 2003.
76. 田中公夫, モハンクマー・メアリー, 遠藤 暁, 星 正治: 単色中性子の染色体異常形成立とエネルギースペクトル依存性. 第46回日本放射線影響学会, 京都, 10月6-8日, 2003.
77. 新田由美子, 吉田和子, 田中公夫, 星 正治: Radiation susceptibility of the mouse small eye mutants, which delete the chromosome 2 middle regions. 第46回日本放射線影響学会, 京都, 10月6-8日, 2003.
78. 山内光利, 星 正治: 日本人標準人体における頭部数学ファントムの作成. 放射線技術学会秋季大会, 10月17-19日, 秋田, 2003.
79. 峠岡康幸, 好川基大, 村上 功, 星 正治: 各種刺激による好中球上の $\alpha 9 \beta 1$ integrin の発現増強効果に関する検討. 第53回日本アレルギー学会総会, 岐阜, 10月23日-25日, 2003.
80. Nitta, Y., Yoshida, K., Nakagata N. and Hoshi, M.: Pancreas anomaly and intestinal tumors in the mouse small eye mutants. *Pax6*^{Sey3H} and *Pax6*^{Sey4H}. 17th International Mouse Genome Conference, Braunschweig, Germany, Nov. 9-12, 2003.
81. 星 正治: 広島大学・カザフスタンの放射線量共同研究について. HICARE・広島大学講演会, 鯉城会館, 1月6日, 2004.
82. Toyoda, S., Tanizawa, H., Tielieuehan, E., Hoshi, M., Miyazawa, C., and Romanyukha, A. A.: Electron Spin Resonance(ESR): dosimetry of Human Tooth Enamel of Low Dose Region Using a Numerical Method with Matrices. The 36th Midyear Topical Meeting, San Antonio, Texas, January 26-29, 2004.
83. Nitta, Y., Yoshida, K., Tanaka, K. and Hoshi, M.: Pancreas anomaly and intestinal tumors in the mouse small eye mutants. *Pax6*^{Sey3H} and *Pax6*^{Sey4H}. 5th International Congress of Toxicologic Pathology, Kobe, Feb. 15-18, 2004.
84. 田中憲一, 古林 徹, Bengua, G., 中川義信, 星 正治: しきい値近傍の ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ 反応直接中性子による BNCT の検討—陽子ビーム径依存性—. 第9回京都大学原子炉実験所専門研究会, 大阪, 2月18-19日, 2004.

(3) 出版物

1. 川野徳幸, 峠岡康幸, 平岡 敬, 松尾雅嗣, Apsalikov Kazbek Nigmatovich, Zhumadilov Zhaxybay Shaimardanovich, 星 正治編著 (川野徳幸責任編集): 『カザフスタン共和国セミパラチンスク被曝実態調査報告書』(広島大学発行), 2003.
2. Kawano, N., Taooka, Y., Matsuo, M., Hiraoka, T., Apsalikov K. N., Zhumadilov Zh. S., Hirabayashi, K., Hoshi, M.: Report on the Actual Conditions of the Radiation Exposed Residents near the Former Semipalatinsk Nuclear Test Site. Research Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University, Hiroshima Peace Consortium, Hiroshima University. January 2004.

研究成果

広島原爆の被曝線量評価の問題点

星 正 治 (広島大学原爆放射線医科学研究所)

遠 藤 暁 (広島大学大学院工学研究科)

1. はじめに

1986年に広島・長崎原爆の放射線量見直し作業が日米の共同研究で行われた。この被爆者個人の線量を評価するシステムのことを線量評価体系(Dosimetry System 1986(DS86))と呼んでいる。⁽¹⁾ 日本側は被爆試料を使って実測しデータを得た。アメリカ側はスーパーコンピュータを使って計算により被爆者個人個人の線量推定を行った。日本側の測定データとアメリカ側の計算と比較され、最終的に日米で検討しDS86が決定された。日本側はまず花崗岩、コンクリートなどの原爆の被爆試料を収集し中性子で誘導され生成した放射能(コバルト 60、ユーロピウム 152、その後になって塩素 36)を測定した。⁽³⁻¹²⁾ これらは中性子の線量評価に使うためである。またガンマ線に対しては屋根瓦やレンガ、タイルを収集し、熱蛍光法により線量を評価した。問題点として中性子の線量評価が上げられる。ガンマ線は熱蛍光法での線量測定により直接ガンマ線の線量が評価できる。しかしながら、中性子においては岩石などへ中性子が吸収され、放射化により生成される放射能を測定することによって中性子の数(フルエンス)を評価する。その後被曝線量を見積もる。そこで1つの問題が生じる、人体への被曝は数100keV以上の中性子が主な役割を果たすが、これらの放射化を行う中性子はエネルギーの最も低い熱中性子による。従ってこの放射化の測定は熱中性子の評価とはなるが、直接速中性子の被曝線量を評価するデータとならない。従って被爆者の線量を決定する上ではこの熱中性子の量から速中性子の線量評価が不可欠となるのであるが、これが単純ではない。

またアメリカ側は当時のスーパーコンピュータを使った計算を行った。それらは、1. 原爆の爆発地点での中性子やガンマ線のスペクトルの計算(線源項)、2. 爆発地点から地表までの輸送計算、3. 地面、日本家屋での透過計算、4. 被爆者の計算モデルを使った各臓器の線量計算、である。これらには、過去のネバダでのデータなどが参考にされ、日本家屋も集合体としていろいろなタイプが試された、膨大な仕事であった。

このDS86が出来上がった後、我々広島グループや金沢、長崎のグループ、放射線影響研究所、などで引き続き被爆試料の測定を行ってきた。データがある程度集まってくると、ユーロピウムの測定とDS86に基づいた計算との間に系統的なずれが見出された。⁽⁶⁾ 図1に比較を示す。その後原因を解明するためMCNPによる計算を行うことにした。原因解明の上で、問題となるのは爆発地点のガンマ線や中性子のスペクトルのチェックが基本的にできないことである。すなわち核爆弾の構造を調べたりす

ることは我々の仕事ではない。したがって他の原因を一つ一つチェックし正しいかどうかつぶしてゆく方法で進めることにした。^(23,25,26,27) まず計算精度を確かめる作業を行った。1. ベンチマークテストを MCNP コード⁽²⁴⁾を使っておこないその精度を確認した。その後原爆本体から出た中性子のスペクトルに問題があるとの確信を得たので、2. いろいろなスペクトルや放射線の放出方法を考えて輸送計算を行いどのようなスペクトルでどのような放出方法を考えたら良いかを検討した。これら1、2について報告する。

この作業全体において使用したコードは MCNP3A、MCNP4A、MCNP4B、MCNP4C である。主として使用した核データは ENDF/B-IV、V、VI であり、その他の MCNP につけてあるデータ及び JENDL3⁽²⁸⁾も必要に応じて使った。

その後の経過等、本文中に述べるが、付録1は、これまでの日米の研究会の開催された日程についてまとめた表である。長い時間がかかった。全体で16回開催されている。2003年(平成15年)の1月で日米の会議は終了した。その後3月に東京で上級委員会が開催されワーキンググループの提案が承認された。現在(2004年(平成16年)4月)、本としてまとめるDS02の執筆中であるが、大変遅れている。これらには、以下に示すネーチャー問題、新たに起こった長崎の中性子スペクトルなどの問題があったからである。長崎問題については詳しい報告はまだ聞いていないが結論が出る方向であるとのことである。多分、責任者のヤング氏や、ホエーレン氏に日本に来てもらって説明を聞く必要がある。アメリカ側も了承している。

2. ベンチマークテスト

原爆の放射線源からの地表、そして放射化までの過程の計算を行う上で MCNP がどこまでどれくらいの精度で計算できるのかチェックするため、ベンチマークテストを行った。^(25,26) 計算で使った中性子の放出数は 10^5 から 5×10^6 個である。

広島大学原爆放射能医学研究所には2Ciのカリフォルニウム252核分裂中性子線源がある。これはもともと原爆放射線と同様な線源での生物影響を調べる目的で導入された。

この装置で核分裂中性子の物質中での透過、放射化の実験を行い、MCNPの計算と比較検討をした。図2がその実験系である。中心には5cmの厚さで25cmx25cmの広さを持つ板を65cmの厚さになるようならべた。その周りは0.5mmのカドミウムの板で覆った。中性子の入口以外はボロン3.7%入りのポリエチレン(商品名ニューライト)で実質の厚さが15cm以上になるようならべた。

中心の吸収体はいろいろな成分を持った材質を試した。ナイロン、アクリライト、水、塩化アンモニウムの粉末、花崗岩、ニューライトなどである。それぞれの板の中心に放射化のための金属箔などを貼り付け5cm毎の放射化量を測定した。これにより空気や材質中での輸送計算放射化の計算精度の検討を行った。相対的な厚みとし

ては、空気中の透過としてみると、65cmの厚さは大体爆心から1500mくらいに相当する。放射化箔には熱中性子や熱外中性子の検出を行うためのものと、速中性子を検出するためのものを用意した。前者には中性子を吸収する金、ユーロピウム、コバルトを使い、後者には(n,p)や(n,n')反応をみる、ニッケルやインジウムを使った。照射した金属箔をゲルマニウム検出器で測定し放射能の生成量を求めた。

この実験系の問題は散乱して横から入射する速中性子があることであり、入口から入射した中性子のエネルギースペクトルに追加されることであった。目的は入射した中性子の変化であり、横から入射する中性子の遮蔽を効果的に行う必要があった。この遮蔽のため15cm厚のニューライト中の、ポリエチレンの成分で速中性子を減速し同時にボロンで熱中性子を吸収した。速中性子がほぼなくなったところでカドミウムにより熱中性子を吸収する。これらにより横からの入射を徹底的になくした。そうして入射の時と比べて100分の1から10000分の1近くまでの減衰するところまで測定と計算とを比較した。これらの結果は星ら、岩谷らに示している。^(25,26)

次に大きな問題は金属箔の自己吸収の問題であった。これには最終的には実験で求めた。放射化の実験には50ミクロン程度の厚さの金などを使った。自己吸収の見積もりには1ミクロンまでの各種の厚さの箔を放射化しゼロの厚さの場合を外挿して求めた。この自己吸収の解決は2-3倍の自己吸収があるので重要であった。詳しくは星らに示す。⁽²⁵⁾

図3、図4に一部の例を示す。結果として減衰しても全体として30%ぐらい以内で合っていることがわかった。これは驚くほど合ったといった印象である。実験の方だけでも手続きとして多くの事柄がある。まずカリフォルニウム線源のフラックスの実験的な決定がある。これは電離箱の測定を基に決定した。次に減衰体のジオメトリの精度、放射化箔のゲルマニウムの測定による生成放射能の絶対値の決定、等々である。またMCNP計算では何回も散乱する際使用される核データの精度の問題、計算の精度の問題、結果の統計精度の問題、等々がある。これらをすべて含めて大体30%以内で合った。

これらのベンチマークテストによりMCNPで輸送計算を行い放射化の計算をする上で十分な精度があると結論した。

3. 広島原爆の中性子の輸送計算と中性子の吸収に伴うガンマ線の計算

中性子の輸送計算に使ったジオメトリを図5に示す。空気や土壌の成分にはDS86 (RERF 1987)でまとめられた値を使用した。この空気の密度についてもチェックをした。原爆投下の気象状態に近いときを選んで上空まで実測した。この結果使用した空気の密度のデータは正しいことが分かった。⁽³⁰⁾

原爆の中心には核分裂中性子を置き、その周りに5cm厚の球殻状のタングステン、その外側に20cm厚の球殻状の鉄をおいた。これらはDS86のスペクトルを再現する

事を星ら⁽²⁷⁾が示している。全体は 2km の高さで半径 2km の円筒形の空気を考える。原爆の高さは DS86 で使われているものが 580m で爆発の中心とした。仮説を考える場合は 670m の高さも試した。土壌は 2m の厚さとし 200m 毎の半径の円筒を考えその中での中性子のエネルギースペクトルを計算した。(100m メッシュの場合も試したが、200m メッシュでも問題無かった。) 計算結果はそれぞれの同心円の間 100m、300m、500m、700m、.....、2100m を計算点としプロットした。ガンマ線の場合は地表 1m の点でも計算を出した。

図 1 にはこの球状の模式的原爆で計算したユーロピウムの生成量と、DS86 で計算したユーロピウムの生成量との計算の比較が示されている。図 1 のように模式的原爆で計算しても DS86 と良く一致する。⁽²⁷⁾

中性子の空気や、土壌による捕獲に伴って発生する 2 次ガンマ線の計算についても同様に DS86 と比較した。ガンマ線の種類は 4 通りに分類されていて、それらは 1. 即発ガンマ線、2. 即発 2 次ガンマ線、3. 遅発ガンマ線、4. 遅発 2 次ガンマ線である。しかしながら主な成分はそのうち遅発ガンマ線と、即発 2 次ガンマ線である。遅発ガンマ線は分裂後の核子から出るガンマ線が主でファイアボールやきのご雲から放出される。即発 2 次ガンマ線は核分裂の際発生する即発中性子が空気や土壌の成分と作用して発生する 2 次ガンマ線である。他の 2 成分はこれらの 10 分の 1 以下である。ここでは即発 2 次ガンマ線について DS86 との比較を図 6 に示す。これらもよい一致を示している。

4. 広島原爆の系統的なずれの問題

図 1 に示すように、DS86 で計算した広島原爆の中性子はユーロピウムの生成量を説明できない。それだけでなくコバルト 60 の測定結果もうまく説明していない。以上は熱及び熱外中性子による反応である。その他のデータとして最近加速器質量分析法(AMS)で測定した塩素 36 もある。^(13,14,15) これも熱中性子で生成したもので同様な系統的ずれを示している。

広島原爆の中性子により生成した放射能には当時電柱の碍子に使われていた硫黄との(n,p)反応で生成した、燐 32 もある。この反応は速中性子によっておこされるので今までの反応と違う。また被爆者への被曝線量はこの速中性子によって主として決まり熱中性子の影響は小さい。この放射能燐 32 の半減期は短くもう存在していないが、当時のデータは残っていて、DS86 の際には再評価された。そしてこのデータは DS86 と合っていた。測定により求められた値と計算値との比を取ると、熱中性子の結果は一致して系統的なずれがある事が分かる。近距離でデータが計算より小さく遠距離で大きい。このことは図 8 の上に示されている。もし実験値と計算値が一致していたらこの比は 1 になるはずである。

そこで問題を検討していたが、解決のための良い方法がなかなか見付からなかつ

た。1996年および1997年に日米の再検討のための会議が開かれたがアメリカ側も原因は分かっていなかった。問題点は何らかのパラメータを変更し、熱中性子のデータを合わせると、速中性子が合わなくなることである。両者を同時に合わすことが困難であった。そうしているうちに球形のシンプルな原爆にそこが割れたと考えがうかんだ。広島原爆はガンタイプといわれ、出口をふさいだ大砲の出口側と砲弾の入口側に2つのウラン235を配置し火薬で2つを出口側で合体させ臨界に達して爆発させたものである。そこでDS86では中性子の発生は厚い鉄がそのままの状態で（壊れる前に）発生したとしている。中性子は鉄と(n,n')反応で非弾性散乱し、エネルギーを失った。そこで2つのウランの塊が衝突する際、原爆の底が抜けたように割れたと仮定した。この隙間から連鎖反応の終わりの時期に裸の核分裂中性子が放出されたと考えた。⁽²⁷⁾ 計算ではそれぞれDS86の中性子フルエンスを仮定して計算した。このときは割れた時間が最後の5%とした。こうしてさらに中性子が発生した高度を90m引き上げた。この仮定は燐32のデータがDS86と合っているので一つのパラメータを変えただけでは、ずれてしまうので必要である。もちろんこれらの仮定については承認されているわけではない。ここでの努力は可能性として示しアメリカ側に検討をせまるためのものである。

こうすると確かに1km以内では全てのデータが一致してくる。⁽²⁷⁾ しかしながら1kmより以遠ではまだ計算と一致させることができない。このモデルは単純なモデルであるが、最近より厳密に広島原爆の形を再現してみた。図7にその模式図を示す。⁽³¹⁾ こうして平行に割れたモデルを考え、その隙間を図7左のように3cmとすると、遠距離まで比較的再現できることが分かった。さらに図7右のように割れ方が等方的でなく4分の1だけ割れたとするとさらによくあうことが示せる。⁽³¹⁾ この場合について計算との比較を示すと、図8のようになる。これでだいたい合ってきたともいえる。

以上、クラックモデルを仮定するとデータと計算とを合わせることが可能であることを示したといえる。ただこういったことが起こりうるのかアメリカ側が検討する必要がある。

この計算モデル以外にも考えられることとして遠距離の測定値にはバックグラウンドの中性子が含まれている場合などの可能性も残されている。そのほかにも解答はあるかもしれない。まだ総合的に検討しなければならない。

5. 2000年（平成12年）3月と12月に放射線影響研究所で開催された日米のワークショップ。

2000年（平成12年）3月に放射線影響研究所で日米のほとんどの研究者が参加してワークショップが開催された。この時のアジェンダを資料に示す。アメリカ側はDOEが予算を認め新しい線量を1年以内に発表する必要があるとの事でかなり

急いでいる様子であった。しかしそんなに早く解決するとも思えなかった。発表の主な内容は以下の通りである。

- ① 銅のサンプルに生じたニッケル63の測定。これは測中性子の測定結果が半減期の短い隣32の過去のデータしかなかったが、加速器質量分析法(AMS)とよばれる新たな測定技術の進歩で測定ができるようになった。この途中経過であるが測定結果が発表された。アメリカのストローメのグループを中心として、ドイツのリュームさんのグループが発表した。日本の柴田徳思、柴田誠一さんのグループはニッケル63の β 線測定の方法による実験の途中経過の発表があった。これは日米ともその結果がどのようなものになるか大変期待している。
- ② 実験データと計算の矛盾に関する発表。このことでは筆者はクラックモデルを発表してきている。1. クラックが横方向に生じ速中性子はその方向に放出された。2. 中性子の発生地点の高さを90m引き上げその後90m落下しファイアボールとなった。3. 原爆の出力を20%増やす。この3点が仮説であるが、これ以外に実験データと計算とを説明するモデルはなかったのも事実である。筆者は4. で説明したモデルを発表した。アメリカ側は出力を20%増加させること以外は認めてこなかったが、今回DS86を計算したカウルがそうする以外に説明はできないことを認める発表を行った。ただ1と2の仮説を認めたわけではない。
- ③ 1999年(平成11年)の9月30日に東海村のJCOで臨界事故があった。そのときの熱中性子の放射化データや、モニタリングポストの測定結果が発表された。これらは原爆線量で問題にしている2kmの遠距離までの結果が出ていて、計算と結果と矛盾は存在していなかった。すなわち計算は非常に正確で2kmの距離まで結果を説明していた。このことは今までトランスポート計算か広島原爆の線源としての原爆の中性子スペクトルかの問題に対し、『計算は正しいこと』を証明した。そうすると後者の、広島原爆の中性子スペクトルの問題となる。この結果は金沢大学の小村和久や京都大学の今中哲二および筆者が発表した。
- ④ バックグラウンドとしての宇宙線由来の中性子による放射化。ユーロピウムなどの測定結果が遠距離で高いのはなぜなのかという問題に対し、バックグラウンド中性子の放射化はどのくらいあるのかは常に問題となってきた。今回はヘリウム3カウンターによる熱中性子の実測の結果を広島大学原医研の石川正純が発表し、金による放射化のデータを金沢大学の小村和久が発表した。いずれもその値は小さく問題にならないというものであった。このことも今までの疑問に対して結論を出すものとなった。
- ⑤ その他。ストローメのグループによる塩素36の測定などその他の発表もあっ

たが、これらには新しい展開となる内容はこれらの中には含まれていなかった。

以上の様にこのワークショップは日米の関係者がほとんど集まっただけでなく、今までの疑問に対して回答を出す結果がいくつか含まれていた。重要な会議となった。この際年内にもう一度関係者だけで集まってワークショップを開催することになった。

2000年（平成12年）12月開催のワークショップ。関係者だけが集まってこれまでの結果を出して発表した。アメリカ側はロバート・ヤングが代表者となってまとめることが決まった。日本側は葉佐井博巳が代表となる。筆者は全ての会議に出席できなかったので一部は後で報告を聞いたことも含まれる。アメリカ側は特に新しい結果を持ってきていなかった。代表者のヤングが、アメリカ側は2001年（平成13年）中に線量を何らかの形で計算すると明言した。その際、日本側に筆者（星正治）をメンバーとして入れたいと申し入れてきた。そして日本側の納得が得られることを条件として線量を出すと約束した。このことは我々の10年以上にわたる努力をアメリカ側が正式に認めた結果と考える。

筆者は、ユーロピウムのデータとDS86とを比較するグラフを示して、1. まず近距離のデータは確実であり、データが計算値より小さいことを説明する必要がある。2. 遠距離でデータが計算値より大きいことは従来より問題でこのことを説明する必要がある。これらを指摘した。またクラックから即発ガンマが漏れたとするとガンマ線のデータで1.5km以遠が計算より高いことを説明する可能性があることを示した。ジョージ・カーは中性子のバックグラウンドが高いとき熱中性子の遠距離問題が解決することを示した。

2001年（平成13年）3月に再度日米の会議が広島で開催された。このワークショップでは新しい計算結果は広島原爆からでた中性子などのソースタームとそれを使ったトランスポート計算、そしてそれを基にしたユーロピウムの生成結果などが発表されたがまだ計算途中として確たる結果ではなかった。

ここでは、クリスティなどが、ユーロピウムのバックグラウンドをちゃんと（塩素の場合にはバックが大きいのははっきりしているが）見積もるように繰り返し要求していた事が印象に残っている。

2001年6月にクリーブランドでのアメリカのHealth Physics Societyの学会に合わせて会議がもたれた。この学会ではこの原爆線量のシンポジウムが持たれた。それに引き続いてのワークショップではじめてドイツ側（リューム）の塩素36のデータがきちっと発表された。その際1.4km付近までバックを考えてもDS86とあっていることが示された。それまでドイツ側のデータはワークショップでは断片的であったが、ここまできちっとした発表はなかった。ところがすでに1

年以上前にドイツ側は研究所の年報に発表していたことが分かった。それで肝心な結果を隠していたとの悪い印象はぬぐい去れず参加者（星、静間、今中、藤田）は米、独のメンバーに強く抗議をした。

2001年11月には6月の結果を受けて議論が進められた。付録2に示すように遠距離のデータを説明しようとする、日米で結論は出ず堂々巡りであることは明らかになった。遠距離のデータはわずかな量を見積もっているのもどうしても見積もりの誤差は大きくなる。そこでユーロピウムは1.2km以内、塩素は1.4km以内だけで議論し、遠距離データは議論には入れずに議論していくことで合意がなされた。そうすると、1km付近はDS86と一致することになるので、爆心付近でデータが計算より小さいことを説明しなければならない。それからこの際重要なことは、今回考慮から外された遠距離では塩素はより遠方までDS86と一致が良いのにユーロピウムは塩素より早くデータが大きくなることである。これはデータ同士の矛盾であるのでデータをきっちり取る必要がある。相互比較とし、広島大学原爆放射線医科学研究所の試料とバックグラウンドを見るためのずっと遠距離の花崗岩の墓石を収集したものとユーロピウムと塩素のデータを相互比較することとした。この試料を表1に示す。

このワークショップでは遠距離データは誤差も大きくこれを一までも議論しては仕方がないという雰囲気であった。特に近距離のデータは確実に測定が出来ているので、その範囲での説明を得ることにした。繰り返すが、ここで重要なのはデータが近距離でDS86よりも低いことである。

表1に示す、花崗岩の試料を使ってユーロピウム152と塩素36の相互比較測定を行いこれらとDS86を比較することも決定され実行に移されたが、これまではユーロピウム152の確認の測定は、岩石を溶解して抽出する作業が必要で、これが大変であったため全く再測定が行われていなかった。今回は日本分析センターがその作業を行って頂くことで了解が取れ、今までの10倍の1kgの試料を溶解しユーロピウムを抽出してもらった。さらに金沢大学の小村教授がトンネル内での、強力な遮蔽中での低バックグラウンド測定のシステムを使ってユーロピウム152の測定を行った。

2002年9月広島で開催された日米のワークショップの開催中に小村からユーロピウム152の結果が回覧された。その結果は驚くべき物であった。結局この測定でユーロピウムの遠距離問題（データがDS86より高い事）はデータが低くなりDS86と一致することで解消した。誰にとっても思いがけない結果であった。

また近距離でデータが計算より低くなる問題に関しては、最終的にアメリカ側は爆発点を20m引き上げることで計算値を合わせてきた。爆発点は被爆地で観測されたデータである。従って、変更は通常容易ではない。これらは以前の爆発点の見積もりは墓石などについて熱線の陰をいくつかたどって爆発の地上での

中心（爆心）と爆発の立体的な中心（曝央）を決めた物である。これらにはいくつかのデータが Hubble et al.⁽³²⁾にまとめているが、それを詳しく見ると爆発点は 580m と 600m くらいに存在している。これらの内で 600m のデータにも信頼性の高い物があるのでそれを採用することとした、これがアメリカ側の言い分であった。それに対しては我々も特に異論はなかった。

ともかく、この相互比較実験が基で中性子の問題が解消した。結果としてガンマ線が広島、長崎とも 10%増加しこれが新しい線量評価体系 DS02 の主たる変更点となった。

図 9 には、ユーロピウム 152 と塩素 36 のデータを新しい DS02 と比較した図である。これを見ると近距離から遠距離まで計算値と良く一致していることが示されている。表 2 には広島における DS86 と DS02 との変更点の比較が示されている。爆発の出力、高さ、地図上の爆心などの変更があり、中性子で 10%以下の増加を示し、ガンマ線で 10%弱の増加となった。表 3 には長崎の変更が示されていて、出力、高さに変更はない。地図上の爆心は 2m だけの変更となった。線量はガンマ線が 10%の増加、中性子線が、10-30%の減少となった。表 4 には DS02 の広島・長崎における被曝線量が示されている。結果として中性子線量はガンマ線に比べて小さいので、ガンマ線の被曝が主となる。そのガンマ線は、広島・長崎とも約 10%増加することとなった。

これらの結果は 2003 年 1 月、カリフォルニアのラホイヤ(La Jolla)で開催されたワーキンググループで討議し承認され、引き続いてパサデナ(Pasadena)で開催された、上級委員会へのワーキンググループの報告で承認された。その後 3 月に東京で上級委員会が改めて開催され最終的な合意に達した。その後結果を本として出版することで合意されていた。また全体を短くまとめ全体の共著者を入れサイエンスなどに投稿し、詳しくはアメリカの保健物理学会誌である Health Physics の特集号としてそれぞれを詳しく書いた物を出そうとほぼ合意がなされていた。

ところが、2003 年 7 月 31 日付の Nature⁽³³⁾に突然日米の共同研究で提供された被曝した銅のサンプルを使って、(n,p)反応で生成したニッケル 63 の結果が発表された。この結果は速中性子を直接見積もるデータとして重要ではある。しかしながら、日米の共同研究の場に出された、広島の我々のサンプルを了解無く発表したことでひどく我々を傷つけ失望させる物であった。これについては、付録 3 には、2003 年 7 月 31 日付で日米のグループ内に出した抗議文を示す。付録 4 に示すようにアメリカ側責任者のヤング氏は驚きの意見を示した。アメリカ側も全てのメンバーが驚きまた日本側に深く謝っていた。

以下はそのとき書かれた私たちの抗議の意味を示す文章である。

=====
本年 7 月 3 1 日発行の貴志及び letter to nature の論文 Straume et al. Measuring fast neutrons in Hiroshima at distances relevant to atomic-bomb survivors は大変遺憾に思っております。

この Ni-63 の論文は日米の原爆線量再評価の一環として提供された被爆試料を元にした測定結果についての発表であります。しかしながらほとんどの被爆試料を提供したわれわれの了解なしに発表された物です。私たちはこれに強く抗議します。

これらの被爆試料は私たちが 20 年以上に亘って収集した広島 of 被爆試料です。広島 of 財産であり私たちの収集物です。たとえば言えば、貴志に発表されている考古学的な論文で例に取ります。もし発掘された古い人骨があり、それをだれかが測定したとして、その結果を発掘者の了解なしに貴志に発表された場合、貴志はどのような対応を取られますか。このことには回答を要求します。被爆試料などどうでもいいつまらない物でしょうか。

また表紙に使われているのは、広島 of 原爆ドームです。この無神経さにも驚きます。これは戦争の結果でありこの戦争についてわれわれは深く反省しています。しかし、この周辺でどれだけ多くの人々が亡くなり、現在もどれだけ多くの人々が放射線障害で苦しんでいることがおわかりですか。日本側ワーキンググループ代表の葉佐井博巳教授は被爆者です。またわれわれのグループの多くの家族、親戚、友人に被爆の犠牲者や被爆者がいます。平和を願う広島 of 心、被爆者をひどく傷つけているのがおわかりになりませんか。貴志の無神経さ人間性のなさに驚いております。これにも強く抗議します。

さらに DS86 を改訂し DS02 を構築する作業は 5 ヶ月前に終了しました。その際に払われた費用、努力、結果は幅広く膨大な物です、Ni-63 の測定はその中の一部です。ジャーナルへの発表をワーキンググループの了解なしに発表したことは無断盗用です。Mark P. Little 氏の "news and views" にも全く紹介がありません。いずれもアンフェアだと抗議します。

=====
その後、Science⁽³⁴⁾にも今回のネーチャー問題の経緯など問題が掲載された。その後、ネーチャーにアデンダムを出し本論文を修正することで、ネーチャーの著者と 2003 年 12 月まで日米で検討を重ねてきた。問題は 2 点あり、一つは日本側を共著者にすること、もう一つは、ニッケル 63 の仕事は日米の共同研究の一

部でありこれだけでは全てを言ったわけではないことを追加すること、である。基本的に共著者の問題は、著者側、日米、ネイチャーも了解されたことを聞いている。しかし本論文の修正部分は表現のニュアンスで著者側とアメリカ側で合意が得られなかった。その結果 12 月のはじめに著者側、アメリカ側で別々のアデンダムがネイチャーに送られた。約 4 ヶ月後の 2004 年 3 月末になってネイチャーは返事を出してきた。基本的にネイチャーは著者とコンタクトを取るのがあるが、著者側のアデンダムに 4 名のレフェリーを付けそれ回答してきた。そしてヤング氏側に著者がレフェリーのコメントを参考にし、アデンダムの修正を行うが、それに対して同意しない場合は、そのアデンダムに対して異なる意見を提出することで連絡があったとのことである。内容的には出版前なのでここに記述することはできない。今 4 月下旬であるが結果を待っている。

6. おわりに

原爆線量の問題について述べた。この問題は原因を考えるとといった興味だけではなく、被爆者の線量評価が放射線影響研究所で進められてきた疫学調査と合わせた、放射線の人への危険度を求めることに直結しているため大切である。⁽²⁾

ネイチャー問題など新たな問題も発生し、昨年 2003 年は大変な年であった。しかし遠距離問題等納得のいく形で解決し、確かな線量評価ができたことに満足している。本科研費は本研究推進のための重要な資金となった、心から感謝する。今後、全体をまとめたサイエンスなどへの投稿、各パートを Health Physics への特集号としての投稿。DS02 の出版など全てを解決しなければならない。ただネイチャー問題が最終的に解決すればこれらは技術的な問題にすぎない。

謝辞 原爆線量再評価の研究は、広島原爆線量評価グループである葉佐井博巳（広島国際学院大学）、岩谷和夫（広島県立医療保健福祉大学）、岡隆光（呉大学）、静間清（広島大学大学院工学研究科）、高田純（札幌医科大学）、藤田正一郎（放射線影響研究所）の方々、その他付録 5 に示すの方々、研究所や大学との共同研究である。原医研国際放射線情報センターの平岡正行氏には MCNP の計算機へのインストールの際に援助していただいた。お礼申し上げます。

参考文献

REFERENCES

1. Radiation Effects Research Foundation. In, Roesch, W. C., ed. US-Japan joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki, final report. Hiroshima, Radiation Effects Research Foundation, Vol. 1 and 2. (1987).

2. International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Oxford, Pergamon Press, ICRP Publication 60, Ann. ICRP 21(1-3) (1991).
3. Hasai, H., Iwatani, K., Shizuma, K., Hoshi, M., Yokoro, K., Sawada, S., Kosako, T., Morishima H. Europium-152 depth profile of a stone bridge pillar exposed to the Hiroshima atomic bomb, ^{152}Eu activities for analysis of the neutron spectrum. Health Phys. 53, 227-239 (1987).
4. Hoshi, M., Kato, K. Data on neutrons in Hiroshima. In, Roesch, W. C., ed. US-Japan joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki, final report. Hiroshima, Radiation Effects Research Foundation, Vol. 2, 252-255 (1987).
5. Hoshi, M., Hasai, H. and Yokoro, K. Studies of radioactivity produced by the Hiroshima atomic bomb: 1. Neutron-induced radioactivity measurements for dose evaluation. J. Radiat. Res. Suppl., 20-31 (1991).
6. Hoshi, M., Yokoro, K. Sawada, S., Shizuma, K., Hasai, H., Oka, T., Morishima, H., Brenner, D. J. Europium-152 activity induced by Hiroshima atomic bomb neutrons, Comparison with the ^{32}P , ^{60}Co , and ^{152}Eu activities in dosimetry system 1986(DS86). Health Phys. 57, 831- 837 (1989).
7. Shizuma, K., Iwatani, K., Hasai, H., Oka, T., Morishima, H. and Hoshi, M. Specific activities of ^{60}Co and ^{152}Eu in samples collected from the atomic-bomb dome in Hiroshima. J. Radiat. Res. 33, 151-162 (1992).
8. Shizuma, K., Iwatani, K., Hasai, H., Hoshi, M., Oka, T. and Morishima, H. Residual ^{152}Eu and ^{60}Co activities induced by neutrons from the Hiroshima atomic bomb. Health Phys. 65, 272-282 (1993).
9. Shizuma, K., Iwatani, K., Hasai, H., Oka, T., Hoshi, M., Shibata, S., Imamura, M. and Shibata, T. Identification of ^{63}Ni and ^{60}Co produced in a steel sample by thermal neutrons from the Hiroshima atomic bomb. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 384, 375-379 (1997).
10. Shizuma, K., Iwatani, K., Hasai, H., Hoshi, M. and Oka, T. ^{152}Eu depth profiles in granite and concrete cores exposed to the Hiroshima atomic bomb. Health Phys. 72, 848-855 (1997)
11. Nakanishi, T., Morimoto, T., Komura, T. and Sakanoue, M. Europium-152 in samples exposed to the nuclear explosions at Hiroshima and Nagasaki. Nature 302, 132-134 (1983).
12. Nakanishi, T., Ohtani, H., Mizuochi, R., Miyaji, K., Yamamoto, T., Kobayashi, K., Imanaka, T. J. Residual neutron-induced radionuclei in samples exposed to the nuclear explosion over Hiroshima, Comparison of the measured values with the calculated values.

- J. Radiat. Res. Suppl. 32, 69-82, (1991).
13. Straume, T., Finkel, R. C., Eddy, D., Kubik, P. W., Gove, H. E., Sharma, P., Fujita, S., Hoshi, M. Use of accelerator mass spectroscopy in the dosimetry of Hiroshima neutrons. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B52, 552-556, (1990).
 14. Straume, T., Egbert, S. D., Woolson, W. A., Finkel, R. C., Kubik, P. W., Gove, H. E., Sharma, P., Hoshi, M. Neutron discrepancies in the new (DS86) Hiroshima dosimetry. Health Phys. 63, 421-426, (1992).
 15. Straume, T., Harris, L. J., Marchetti, A. A., Egbert, S. D. Neutrons confirmed in Nagasaki and at the army pulsed radiation facility, Implications for Hiroshima. Radiat. Res. 138, 193-200, (1994).
 16. Arakatsu, F., Kimura, K., Shimizu, S., Hanatani, T., Ueda, R., Ishiwari, R., Takagi, I., Kondo, S., Takase, H., Aoki, K., Ishizaki, K., Ueda, R., Hondo, E., Nishikawa, Y., Takai, S., Horishige, T., Murao, M. Report on survey of radioactivity in Hiroshima several days after the atomic bomb explosion. In the Science Council of Japan, Collection of Investigation Reports on the Investigation of Atomic Bomb Casualties. ed. Committee for Publication of Investigation Reports on the Atomic Bomb Disaster. Japan Science Promotion Society. Tokyo. pp.5-10, (1953).
 17. Yamasaki, F., Sugimoto, A. Radioactive ^{32}P produced in sulfur in Hiroshima. In the Science Council of Japan, 1953, Collection of Investigation Reports on the Investigation of Atomic Bomb Casualties. ed. Committee for Publication of Investigation Reports on the Atomic Bomb Disaster. Japan Science Promotion Society, Tokyo, pp. 16-18, (1953).
 18. Yamasaki, F., Sugimoto, A. Radioactive ^{32}P produced in sulfur in Hiroshima. In, Roesch, W. C., ed. US-Japan joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki. final report. Hiroshima, Radiation Effects Research Foundation, Vol. 2, 246-247, (1987).
 19. Shimizu, S., Saigusa, T. Estimation of ^{32}P induced in sulfur in utility-pole insulators at the time of the Hiroshima atomic bomb. In, Roesch, W. C., ed. US-Japan joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki, final report. Hiroshima, Radiation Effects Research Foundation, Vol. 2, 266-268, (1987).
 20. Hamada, T. Measurements of ^{32}P in sulfur. In, Roesch, W. C., ed. US Japan Joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki, final report. Hiroshima, Radiation Effects Research Foundation, Vol. 2, 272-279, (1987).
 21. Hashizume, T., Maruyama, T., Shiragai, A., Tanaka, S. Estimation of the air dose from the atomic bombs in Hiroshima and Nagasaki. Health Phys. 13, 149-169, (1967).
 22. Kerr, G. D., Dyer, F. F., Emery, J. F., Pace III, J. V., Brodzinski, R. L., Marcum, J. Activation of cobalt by neutrons from the Hiroshima bomb. Oak Ridge, TN, Oak Ridge

- National Laboratory, Report No. ORNL-6590, (1990).
23. Hoshi, M., Sawada, S., Nagatomo, T., Neyama, Y., Marumoto, K., Kanemaru, T. Meteorological observations at Hiroshima on days with weather similar to that of the atomic bombing, Validity of the estimated atmospheric data in DS86 for neutron dose calculations. *Health Physics* 63, 656-664, (1992).
 24. Briesmeister, J. F. MCNP-A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, version 4A. LA-12625-M, Manual UC-705 and 700, (1993).
 25. Hoshi, M., Hiraoka, M., Hayakawa, N., Sawada, S., Munaka, M., Kuramoto, A., Oka, T., Iwatani, K., Shizuma, K., Hasai, H., Kobayashi, T. Benchmark test of transport calculations of gold and nickel activation with implications for neutron kerma at Hiroshima. *Health Physics* 63, 532-542, (1992).
 26. Iwatani, K., Hoshi, M., Shizuma, K., Hiraoka, M., Hayakawa, N., Oka, T., Hasai, H. Benchmark test of neutron transport calculations, II. Indium, nickel, gold, europium and cobalt activation with and without energy moderated fission neutrons by iron simulating the Hiroshima A-bomb casing, *Health Physics* 67, 354-362, (1994).
 27. Hoshi, M., Takada, J., Oka, T., Iwatani, K., Shizuma, K. and Hasai, H. A possible explanation for the DS86 discrepancy between the data and calculation in Hiroshima. In, Nagataki, S. and Yamashita, S. ed. Nagasaki symposium radiation and human health. Elsevier Science B. V. 175-191 (1996).
 28. Shibata, K., Nakagawa, T., Asami, T., Fukahori, T., Narita, T., Chiba, S., Mizumoto, M., Hasegawa, A., Kikuchi, Y., Nakajima, Y. and Igarashi, S. Japanese Evaluated Nuclear Data Library, Version-3 -JENDL3-. Japan Atomic Energy Research Institute, JAERI-13 19, (1990).
 29. Gritzner, M. L., Woolson, W. A. Sulfur activation at Hiroshima. In, Roesch, W. C. ed. US-Japan joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki, final report. Hiroshima, Radiation Effects Research Foundation, Vol. 2, 283-292 (1987).
 30. Hoshi, M., Sawada, S., Nagatomo, T., Neyama, Y., Marumoto, K. and Kanemaru, T. Meteorological observations at Hiroshima on days with weather similar to that of the atomic bombing. *Health Phys.* 63, 656, (1992).
 31. Hoshi, M., Endo, S., Takada, J., Nitta, Y., Ishikawa, M., Iwatani, K., Oka, T., Fujita, S., Shizuma, K. and Hasai, H. A crack model of the Hiroshima atomic bomb: explanation of the contradiction of "Dosimetry system 1986". *J. Radiat. Res.* 40 suppl., 145-154, (1999).
 32. Hubbell, H. H. Jr, Jones, T. D. And Cheka, J. S. The epicenters of the atomic bombs 2. Reevaluation of all available physical data with recommended values. ABCC TR 3-69.
 33. Straume, T., Rugel, G., Marchetti, A. A., Ruhm, W., Korschinek, G., McAninch, J. E.,

Carroll, K., Egbert, S., Faestermann, T., Knie, K., Martinelli, R., Wallner, A. and Wallner, C. Measuring fast neutrons in Hiroshima at distances relevant to atomic-bomb survivors. *Nature* 424, 539-542.

34. Normile, D. Sparks fly over new report on Hiroshima bomb radiation. *Science* 301, 742, (2003).

表 1. 相互比較に使用した花崗岩の試料。

Table 1. Samples used for intercomparison of Eu and Cl measurements. All of the stone type is granite including exposed samples and background samples.

No	Sample	Measurement	Stone type	Original weight (g)	Extracted weight (g)	Ground range (m)
1	Motoyasu Bridge. Railing	Eu, Cl		1000	22.1	135
2	Shirakami Shrine Fence	Eu, Cl		340	5.47	504
3	Honkeiji Temple	Eu, Cl		500	10.7	896
4	Myochoji Temple 7	Eu, Cl		800	26.3	639
5	Old Prefectural office	Eu, Cl		1000	19.7	877
6	Enryuuji Temple 5-1	Eu, Cl		440	16.5	925
7	Shingyoji Temple 1	Eu, Cl		600	19.4	915
8	City Office pavement	Eu, Cl		1000	17.2	1022
9	Kozenji Temple 6-1	Eu, Cl		1000	23.1	1177
10	Senngyoji temple	Eu, Cl	Iyo stone	1000	27.8	
11	Kannonji Temple	Eu, Cl		1000	21.0	
12	Senzoubo	Cl	Iyo or Oshima stone			8790*
13	Senzoubo	Cl	local stone			8790*
14	Senzoubo	Eu, Cl	local stone	962.1	20.8	8790*
15	Myokenji Temple	Eu, Cl	local stone	914.6	14.6	7610*
16	Myokenji Temple	Cl	local stone			7610*
17	Kikkawa Ryokan	Eu, Cl		1300	40.4	1424
18	Surface core of Old Faculty of Hiroshima University (E-building)	Eu, Cl	0cm-5cm depth			1385
	Deeper core of Old Faculty of Hiroshima University (E-building)	Eu, Cl	5cm-15cm depth			1385

* Ground ranges were shown in original values.

表 2. DS86 と DS02 の広島における変更点の比較

	DS86	DS02
Yield	15kt	16kt
Height of burst	580m	600m
Hypocenter location		Moved 15m to the west
Dose		
Gamma ray		About 7% high within 2km
Neutron		At 1km about 10% high and decrease by distance. At 1.8 km agree with DS86

表 3. DS86 と DS02 の長崎における変更点の比較

	DS86	DS02
Yield	21kt	No change
Height of burst	503m	No change
Hypocenter location		Moved 2m to west
Dose		
Gamma ray		10% high (1-2km)
Neutron		10-30% low (1-2 km)

表 4. DS02 における地表 1m 地点での放射線量

Dose	Distance (km)	Hiroshima (mGy)	Nagasaki (mGy)
Gamma Rays	0.5	35700	83000
	1.0	4220	8620
	1.5	549	983
	2.0	81	138
Neutrons	0.5	6480	2970
	1.0	260	125
	1.5	9	5
	2.0	0.4	0.2

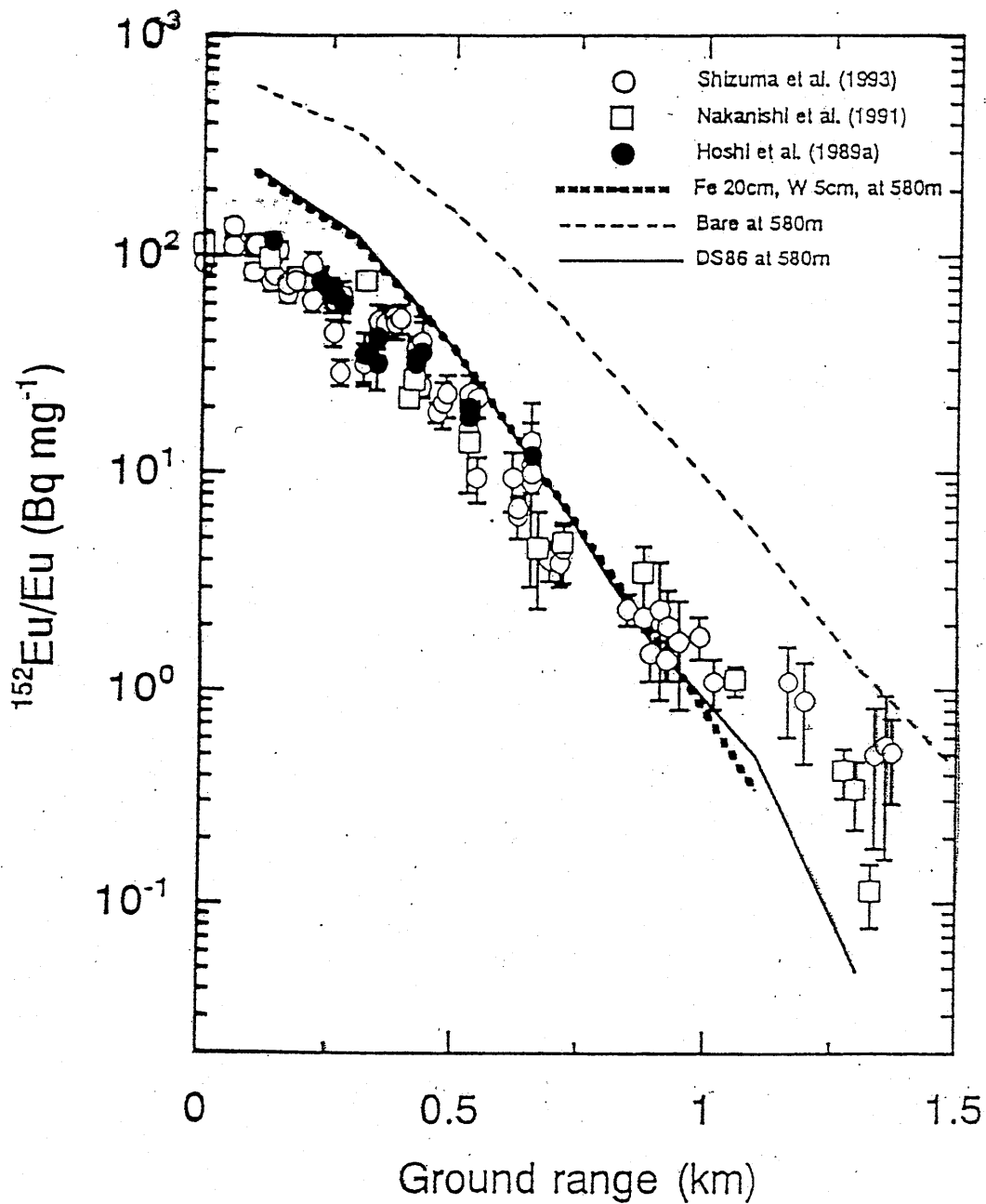


図1. 広島のエウロピウム 152 の比放射能の測定結果と計算。太い点線は内側にタングステン 5cm 外側に鉄 20cm の球殻を考え、中心にウラン 235 の核分裂中性子を考えた場合のモデルによる計算。実線は DS86。太い実線と DS86 が一致している。球形のモデルでも DS86 の計算として使えることを示している。細い点線（一番上）は DS86 のフルエンスで裸の核分裂中性子を考えた場合。⁽²⁷⁾

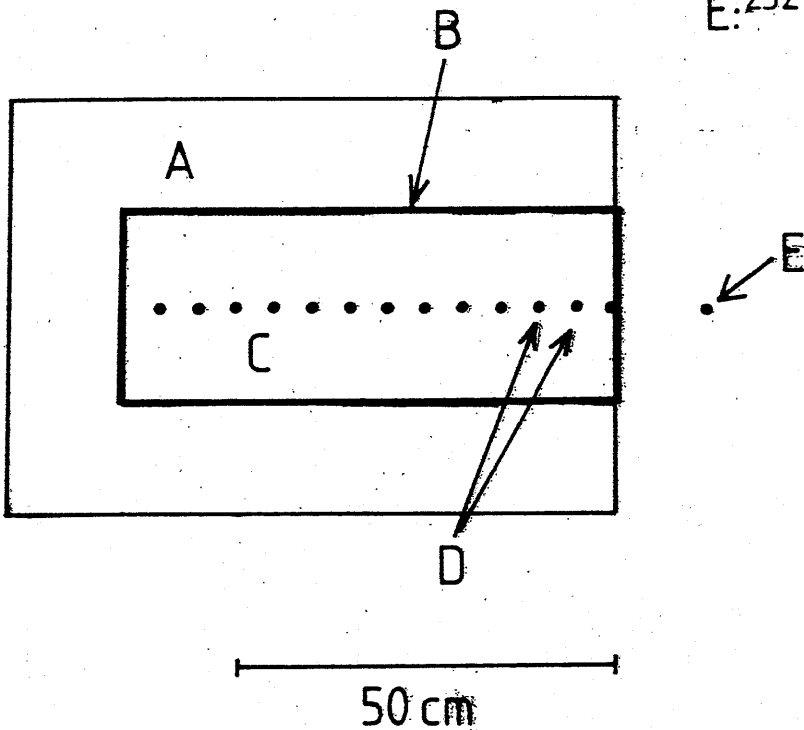
A: polyethylene + B(3.7%)

B: Cd

C: water, granite, A

D: Ni, Au

E: ^{252}Cf



Cross sectional view of the bench mark test

図2. ベンチマークテストに使ったシステムの断面図。Aはカリフォルニウム252線源 (^{252}Cf)。Bは中性子スペクトルを計算した場所を示す。Cは中性子の検出に使った金属箔の位置。Dはいろいろな材質を使った吸収体(モデレータ)。Eは0.5mmの厚さのカドミウム板。Fはボロン(3.7%)入りのポリエチレン(商品名ニューライト)。

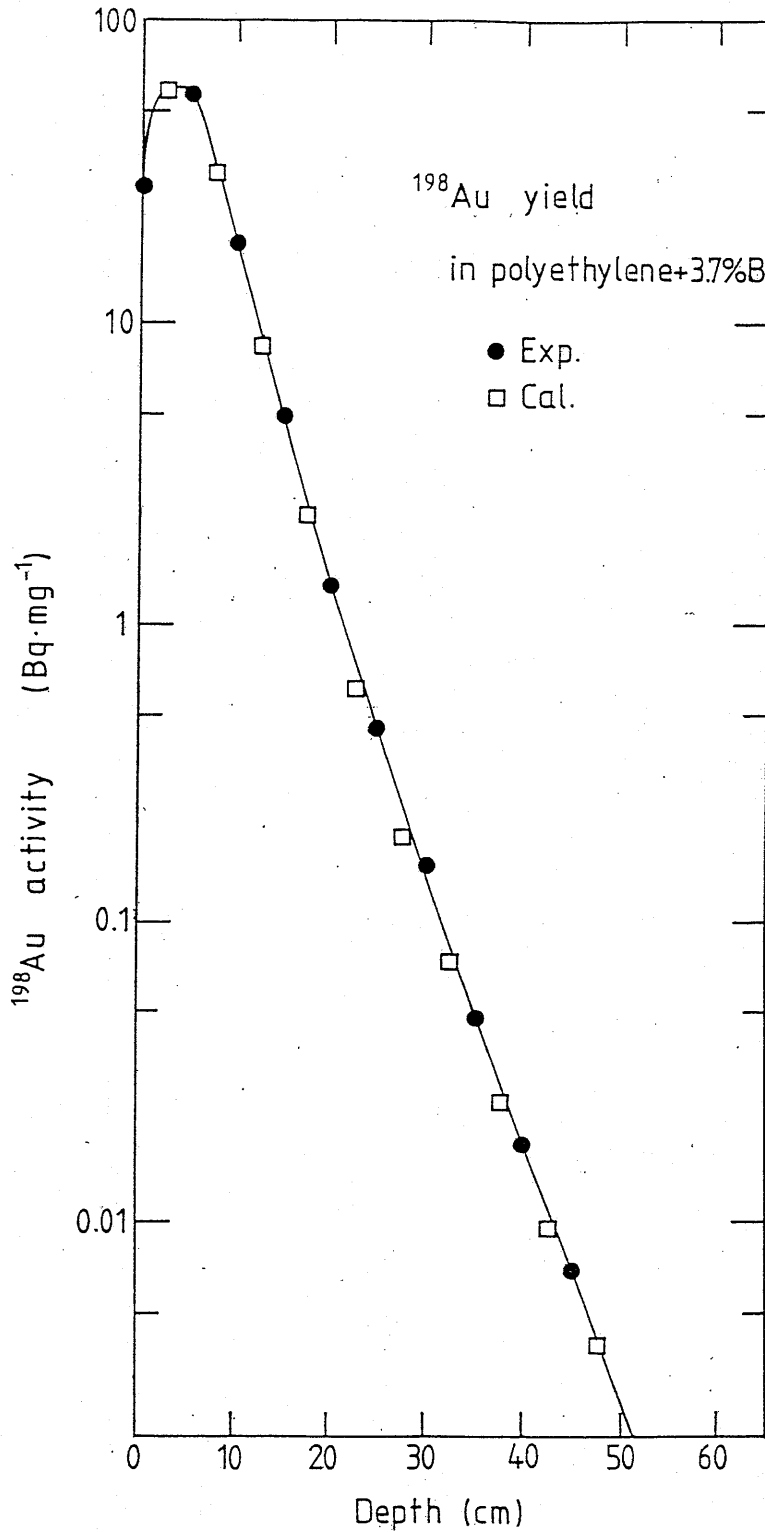


図3. ボロン入りのポリエチレン（ニューライト）を使った場合の計算と実験値の比較。放射化箔は金で熱、熱外中性子を検出した。これ以外の水、岩石、塩化アンモニウムなど各種の材質においてもよい一致を示す。⁽²⁵⁾

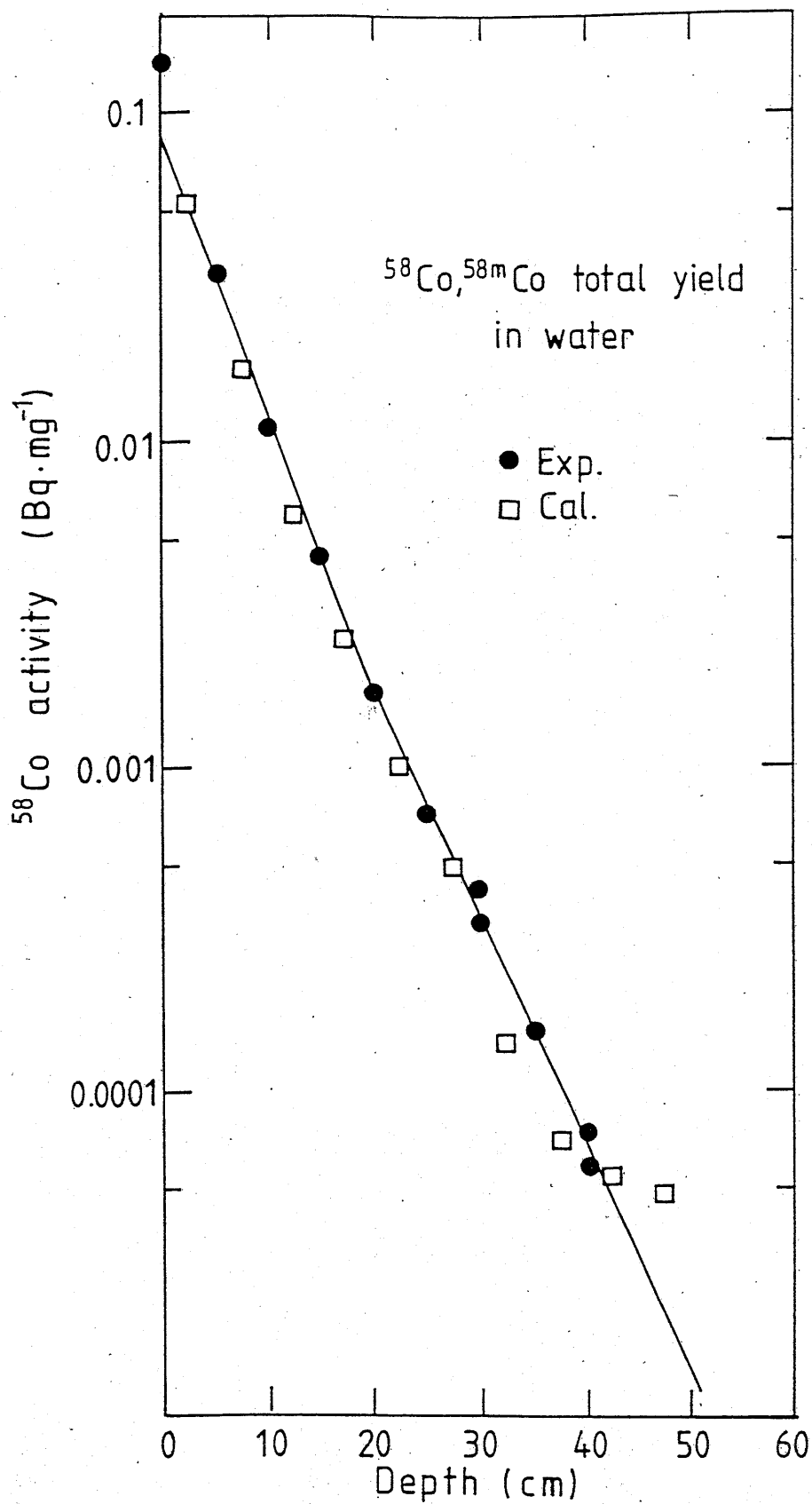


図4. 図3と同様な比較。Ni(n,p)反応による速中性子を検出した。これは水の場合であるが、いろいろな材質においてもよい一致を示した。⁽²⁵⁾

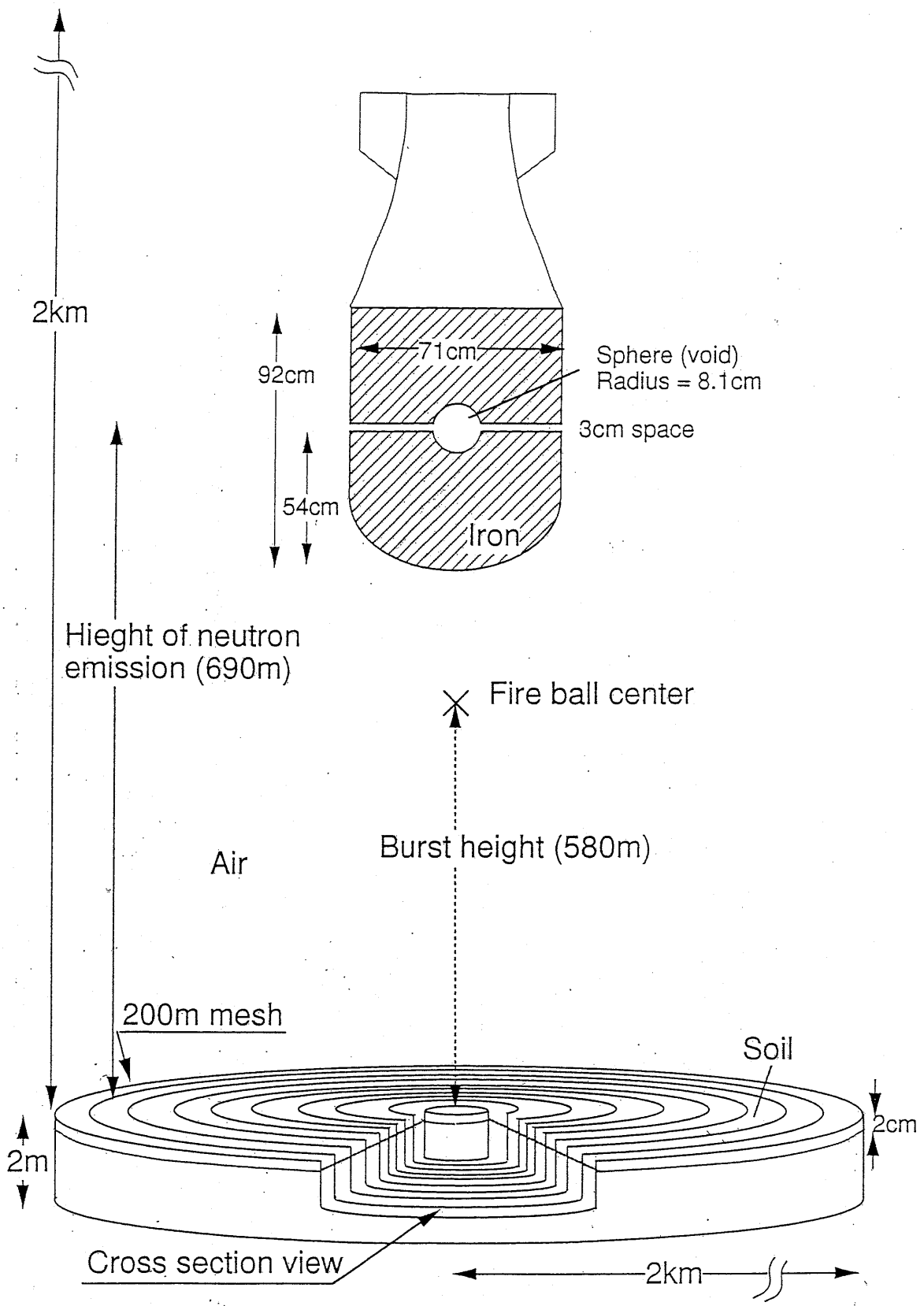


図5. 広島原爆の輸送計算に使ったジオメトリー。ユーロピウムの生成量計算に使う中性子のスペクトルは地表から地面の中に2cm入ったところまで、すなわち2cmの厚さの部分の計算結果を使った。ガンマ線の場合は地表1mの位置を使った。爆発点の高さはDS86では580mである。90m引き上げた場合の670mの位置での計算も行った。

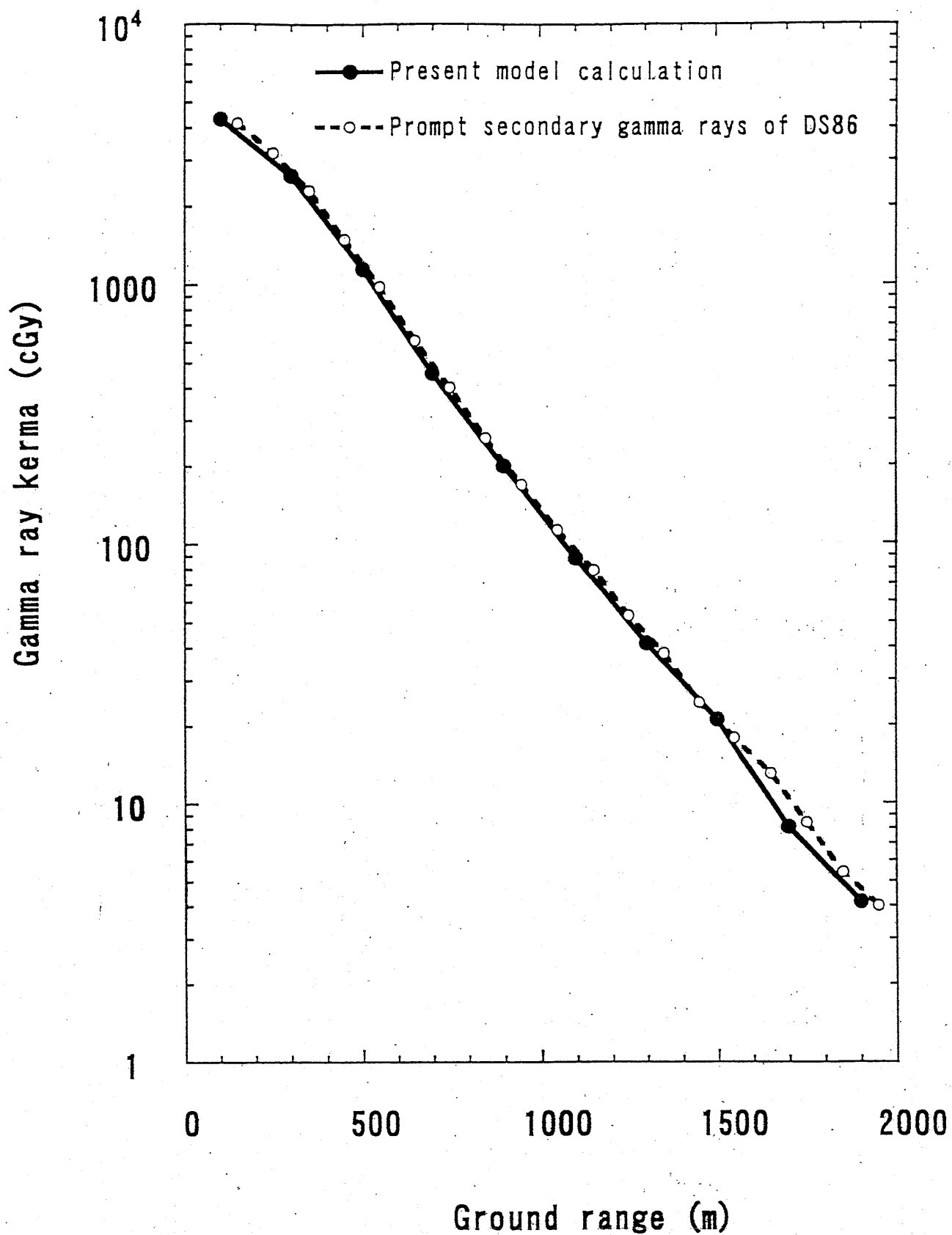


図6. 即発中性子が空気や土と反応して発生した2次ガンマ線（即発2次ガンマ線）のDS86との比較。DS86と一致している。そのほかの成分についてもDS86の計算と矛盾はない。

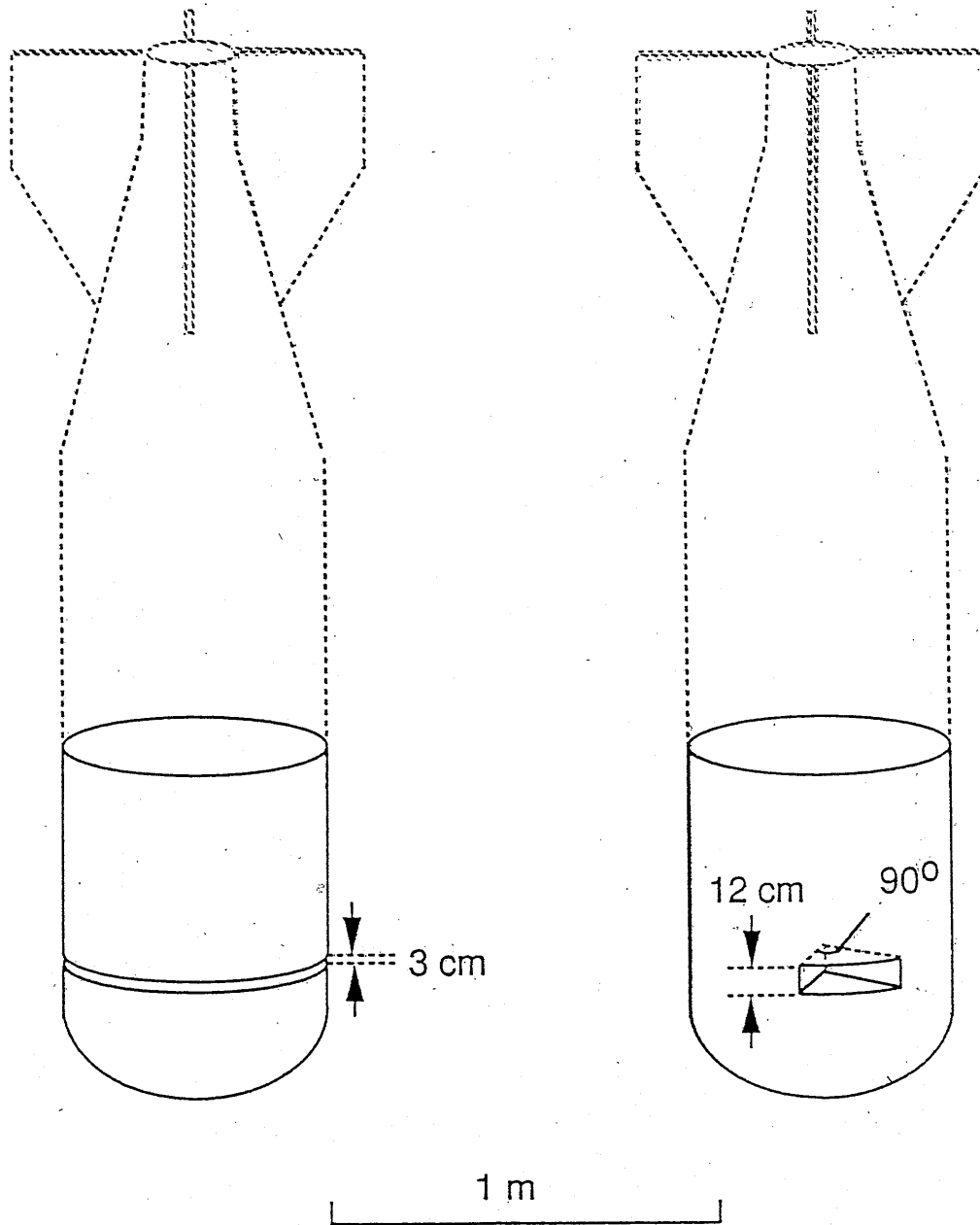


図7. より詳細な広島原爆の形を再現した場合の、クラックの仮定。左側はウランの位置を含む形で水平に割れた場合。割れ目の幅は 3cm ぐらいで計算とデータが合ってくる。右側は 90 度方向のみにクラックができた場合。文献 30 を参考に改変。

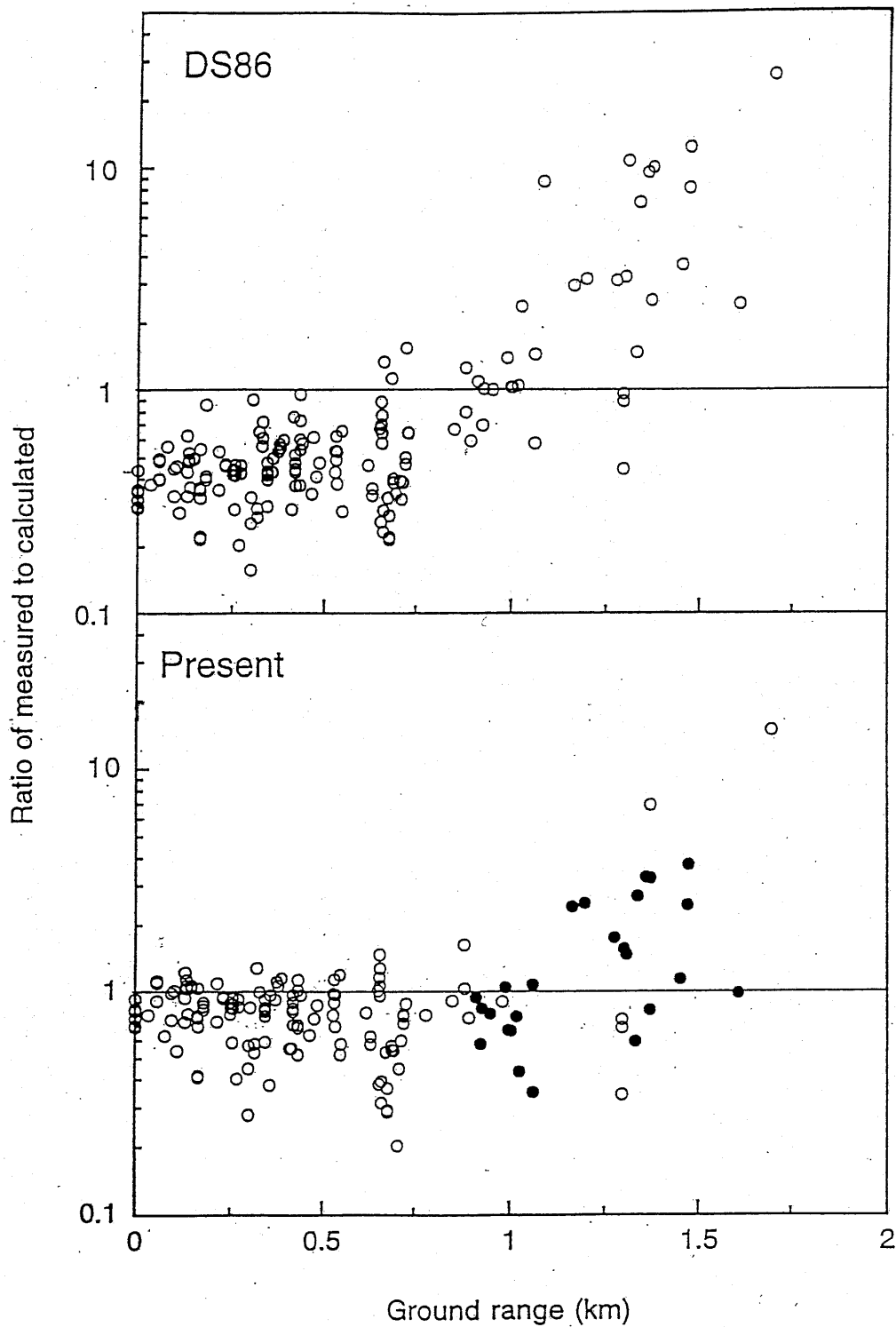


図 8. 実験値と計算値との比。上の図は DS86 との比較で、系統的なずれがある事が分かる。下の図は図7のようなクラックを仮定した場合。白丸が図7左の等方的な割れ方の場合。黒丸は非等方で、割れた中心を南東方向に向けた場合の計算。非等方の計算は遠距離をよく合わせるが、そのほかの方向で 10 倍前後高いデータも存在する。文献 30 より引用。

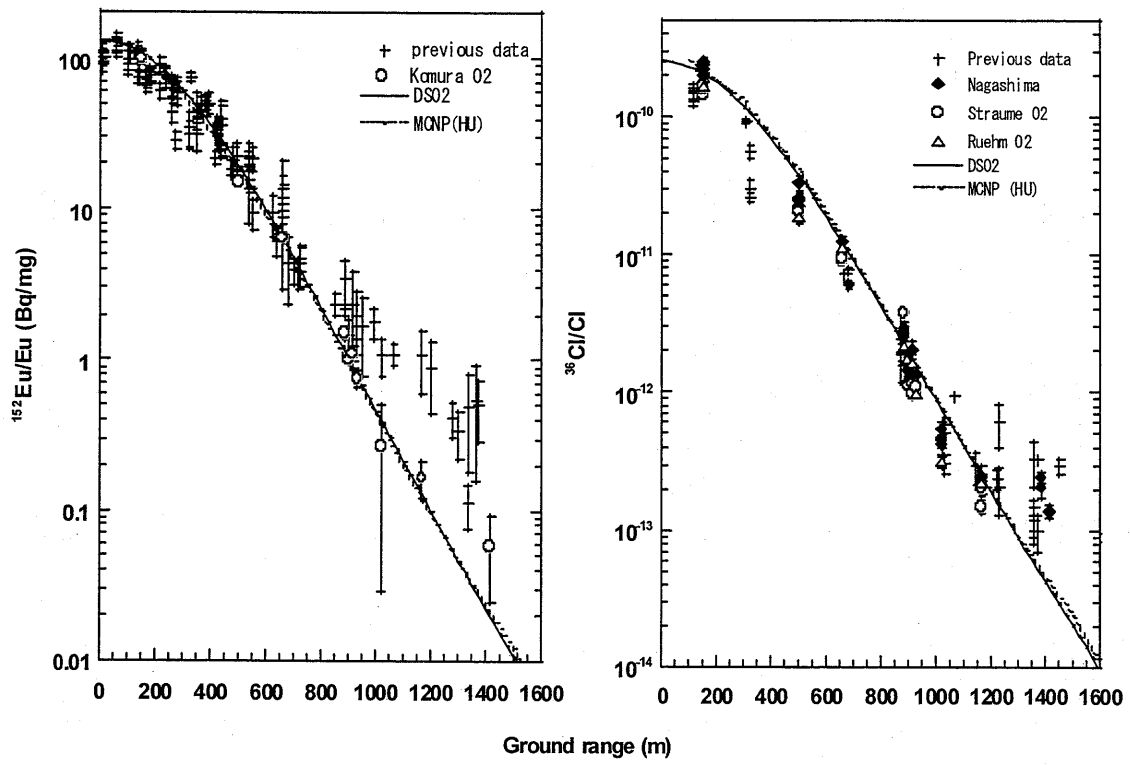


図9. 相互比較の測定結果。ユーロピウム 152、塩素 36 の結果とも、遠距離まで新しい DS02 と良く一致している。

付録1. 日米で開催されたワークショップの全リスト

1.	August 2-3,	1994, RERF, Hiroshima
2.	July 26-27,	1995, RERF, Hiroshima
3.	July 26-27,	1996, RERF, Hiroshima
4.	May 21-26,	1996, Irvine, California, USA
5.	October 20-21,	1997, RERF, Hiroshima
6.	January 20-21,	1999, Irvine, California, USA
7.	January 10,	2000, Irvine, California, USA
8.	March 13-14,	2000, RERF, Hiroshima
9.	March 21-23,	2001, RERF, Hiroshima
10.	June 11-14,	2001, Cleveland, USA
11.	November 14-15,	2001, RERF, Hiroshima
12.	December 4-5,	2001, RERF, Hiroshima
13.	March 1,	2002, La Jolla, California, USA
14.	April 3-4,	2002, RERF, Hiroshima
15.	September 11-12,	2002, RERF, Hiroshima
16.	January 19-23	2003, La Jolla, Pasadena, California, USA

付録2. 2001年11月に広島で開催されたワークショップで決められたコンセンサス。

Consensus for the A-bomb Dosimetry Meeting
RERF, Japan, Nov. 14-15, 2001

1. There is little problem with the measurement data at short distances in terms of both Eu-152 (less than 1.2 km SR) and Cl-36 (less than 1.4 km SR). These measurements are lower than the corresponding DS86 data at short distances, but agree with the DS86 data at distances around 1 km SR. The slope is different from that of the DS86 data. The new dosimetry system should provide explanations for these points.
2. The Eu-152 measurements seem to be higher than the Cl-36 measurements by no more than 50% within 1 km. The ongoing comparative analyses will clarify whether this comes from differences in materials themselves or from other differences such as the nuclear data used.
3. As for the data from greater distances than the above, the amount of activity due to neutrons is similar to that of the background. Therefore, it is difficult, at the present stage, to clearly demonstrate differences from the DS86 data. Additional measurements are required. Differences from the DS86 data would be discussed when new data are available.
4. The Ni-63 measurement at 380 m GR is lower than DS86 and Ni-63 measurements between 1 and 1.5 km SR seem to agree with DS86 if preliminary background data are used. However, the short-distance measurement was obtained only from one sample, and additional new samples are desired. In addition, because the background measurements are at present only from two large distance samples (at ground ranges of 1880 m and 5000 m), it is necessary to perform additional background measurements using large-distance copper samples now available from both Hiroshima and Nagasaki.
5. Additional comparisons between ^{152}Eu and ^{36}Cl in background granite samples are necessary, to provide an answer to the present large distance discrepancies. Granite core samples and copper samples have been collected from many locations in Hiroshima and distributed to the measurement laboratories for analysis and subsequent intercomparison. It is also necessary to determine the depth distribution of Eu in the Faculty of Science building.
6. We recommend that a workshop be held in February 2002 to consider the

intercomparison data that will then be available and to conclude the interpretation of all measurement results before the final dosimetry reevaluation meeting.

付録3. 日米のワーキンググループなどのメンバーに出したネーチャーの抗議文。
2003年7月31日ネーチャー発表時点で送付。

For the members of the atomic bomb dosimetry

We were very much surprised and disappointed that many journalists asked our comments on the publication for Nature concerning the Ni-63 measurement, which was published on July 31, 2003.

This paper had published without any acceptance of our group. We must state that these samples are (1) Hiroshima's samples "not these author's ones" and (2) offered for the measurement groups under the collaboration of DS02 construction from our collection more than 20 years.

Please consider that this kind of study is close to archeology. These are collected, for example, from the display of the peace museum which was not accepted before and finally get and, for example, Hiroshima University's samples were collected long before, thinking possibility of the Ni-63 measurements at that time no one can measure Ni-63 and etc. etc. Many efforts for such as scientific, emotional things have been included. If these samples are ancient bones and potteries and if these data are published without acceptance of the sample collector, they will not survive in the scientific community. This was told by late Professor Ichikawa who was a member at the time of DS86 and also engaged in luminescence dating of archaeological materials.

I note that the methodology of the Ni-63 measurement for the fast neutron evaluation is originally proposed by Dr. Shibata. The authors should at least refer their work.

We strongly protest for these authors and refuse for these authors to publish any data taken from our samples without our acceptance.

This is our strong objection from Hiroshima.

Hiromi Hasai

Chief of Japanese Dosimetry working group in Hiroshima and Nagasaki

President

Hiroshima Kokusai Gakuin University

Kiyoshi Shizuma

Member of Japanese Dosimetry working group

Professor

Faculty of Engineering, Hiroshima University

Shoichiro Fujita
Department of statistics
Radiation Effects Research Foundation

Masaharu Hoshi
Member of Japanese Dosimetry working group
Professor
Research Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University

付録4. アメリカ側代表者ヤング氏のネーチャー論文に対する驚きの意見。

From: "Robert Young" <robertwyong@worldnet.att.net>
To: "Hiromi Hasai" <hasai@elec.hkg.ac.jp>, "Masahara Hoshi" <mhoshi@hiroshima-u.ac.jp>, "Shoichiro Fujita" <fujita@rerf.or.jp>, "Kiyoshi Shizuma" <shizuma@hiroshima-u.ac.jp>
Date: Mon, 4 Aug 2003 00:40:23 -0400
Subject: Nature Nickel article

Gentlemen/Colleagues,

I came back to my office on Friday to find the Nature article and the hard feeling that it has created. Except for the authors, this paper has been a surprise for everyone in the US as well.

I have carefully read and understand all of your concerns about the paper. I have spent the entire weekend talking to and emailing the members of the US Working Group. I have talked to Dr. Straume several times and he is talking with his co-author on the paper.

This evening Dr. Bennett and I talked about this as well.

Dr Bennett had a reporter from Science magazine in Tokyo [Dennis Normile] call me and talk to me about this matter. I tried to emphasize the overall Joint US-Japan DS02 effort and get him to understand that the Nickel measurements were only a portion of the overall measurement and recalculation effort that went into the reassessment. Tore Straume has also prepared answers to questions about this matter. When I have a copy of Straume's final comments I will sent them to you. As far as recognition of efforts in sample collection, Dr. Strarume has been trying to contact his co-authors to discuss this matter. This has been very difficult because it has occurred over the week, and some of the German authors are on vacation. He has not resolved this yet. Overall, I had a very wide ranging conversation about DS02 and the Joint US-Japan Working Group with the reporter from Science. I have no way of knowing what he will write until I see it in print.

Tomorrow I am going to try to organize a conference call to discuss this will the US Working

Group. I do not know if this will succeed.

I tried to call Dr. Hoshi to discuss this during most of your Monday morning. I could not get through on the phone line. I spoke briefly to Dr. Fujita to tell him some of this. I will try to be in touch by phone or email on Tuesday morning in Japan, after I have had an opportunity to talk to all of the US members, some of which have not yet seen the issue of Nature in which the article appeared.

It is 12:40 AM on Monday morning here. It have been a long weekend and a long day. I am trying to find a solution and I will keep you informed.

My best regards,

Bob Young

付録5. 日米の共同研究で参加した研究所と研究者のリスト。このほかにも研究の一環で参加した方々もおられますが、全てを把握したリストではありません。全ての方々に感謝します。

Organizations

Hiroshima University, Kanazawa University, Tsukuba University, Kyoto University, Nagasaki University,
KEK, Hiroshima Kokusai Gakuin University, Kure University, Nara University of Education,
Radiation Effects Research Foundation, Radiation Effects Association, Japan Analysis Center (Japan)
Utah University, SAIC, ORNL, LLNL, Los Alamos (USA)
Ludwig Maximilians Universitaet Muenchen (Germany)
Others

Participants

Drs. S. Endo, T. Oka, K. Iwatani, T. Takatsuji, J. Takada, T. Imanaka, S. Shibata, T. Shibata, K. Komura,
K. Shizuma, M. Ishikawa, S. Fujita, H. Hasai, T. Nakanishi, Y. Nagashima, R. Seki, T. Komatsubara,
T. Nagatomo, T. Maruyama
Drs. T. Straume, D. Kaul, S. Egbert, R. Young, G. Kerr, H. Cullings, P. Whalen, S. White, A. Heath,
R. Christy, A. Heath, R. Santoro
Dr. W. Ruehm
Many others
