

内部被曝線量その場評価法の開発

(課題番号 10558088)

平成10～12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13年 3月

研究代表者： 高 田 純

(広島大学原爆放射能医学研究所 助教授)

内部被曝線量その場評価法の開発

(課題番号 10558088)

平成 10~12 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 13 年 3 月

研究代表者： 高田 純

(広島大学原爆放射能医学研究所 助教授)

内部被曝線量その場評価法の開発

目次

はしがき	1
研究組織	3
研究経費	3
研究発表	4
研究成果	13
謝辞	24
研究開発資料	25
発表論文、その他	26

はしがき

現在わが国は、21世紀の安定したエネルギー確保のための原子力開発として、核燃料サイクル施策の推進をはかっている。この場合、工学技術論的課題の克服は勿論、周辺住民の放射線防護・衛生学的課題の取り組みが如何に重要かは、国民世論からも明白である。本開発研究課題・「内部被曝線量その場評価法の開発」は、この後者のテーマに関わっている。他方、この方法の開発は同時に、海外の核被災地の線量調査に有効である。研究代表者の所属する国際放射線情報センターでは、海外の核汚染地における住民の被曝調査はひとつの研究の柱である。しかし海外調査では土や食品等のサンプルを日本へ持ち帰ることや、とりわけ被曝者を日本へ呼び検診することは容易ではない。また設備の無い汚染地へ大がかりな装置を一早く持ち込むことも容易ではない。本研究で開発する携帯型の体内放射能測定器は、海外の核被災地に暮らす住民の内部被曝線量をその場で評価することを可能にする。また土壌、食品そして人体放射能汚染の食物連鎖の調査を、このひとつの検出器で行える特徴がある。

核施設で比較的大きな事故・レベル4以上が発生した場合、公衆の被曝医療としては、放射線防護による急性放射線障害の予防が先決である。このためには、線量の調査と予測が緊急かつ重要課題となる。それを迅速かつ効果的に実施しなくてはならない。この際、線量マップの作成が段階的に行われ、それに応じて、介入処置が決定される。このことを、旧ソ連チェルノブイリ原子力発電所事故や東海村臨界事故が、経験的に教えている。1986年4月26日午前1時24分に発生したチェルノブイリ事故では被災地において、広範囲にわたり公衆の放射線防護のための線量測定が実施された。旧ソ連では事故後、被曝線量評価のための、空間線量率測定、Cs-137, Sr-90, Pu-239,240のマップ作成が行われた。内部被曝線量評価のため、事故2週間後から5月末にかけて、ウクライナの子ども11万人の甲状腺内の放射性ヨード測定が実施された。これには、サンクトペテルスブルグのResearch Institute for Marine Medicineの指導のもとに、50のグループがこの測定に参加した。事故後8台の椅子型輸送可能な全身放射能測定器・ホールボディーカウンターを作製し、ヨード減衰後放射性セシウム測定が実施された。その後、これら広範囲な線量評価の結果に基づき、食品に関する介入や、遠方住民の移住処置の決定がなされた。

本課題研究では、直径76.2mm長さ76.2mmのNaI(Tl)シンチレーター検出器を製作し、小型マルチチャンネルアナライザー、ノート型コンピューターからなるポータブルホ

ールボディーカウンターの開発に取り組んだ。この検出器を、放射線医学総合研究所の Cs-137 人体ファントムおよび I-131 模擬甲状腺ファントムを利用して、校正した。国内機関における Cs-137 全身量測定相互比較の結果、バイアスは 10%以内と良好であった。ビキニ水爆により汚染したロンゲラップ島の再建工事に従事する労働者、チェルノブイリ原発事故で汚染したベラルーシ・ホイニキライオンの甲状腺ガンになった住民、ロシア・チェリャビンスクの前爆プルトニウム製造施設マヤーク周辺核汚染地に暮らす住民等の体内放射能測定を実施し、本測定システムの試験を行なった。その結果、汚染地のバックグランドスペクトルの差し引きなど重要な方法を確立できた。さらに、地表、食品などの環境核汚染密度も、本器で測定でき、迅速にその場解析ができることを実証した。これらにより、汚染地に暮らす住民へ結果を効果的に知らせることが可能となり、当初の目的を達成できた。

研究組織

研究代表者：	高田 純	(広島大学原爆放射能医学研究所 助教授)
研究分担者：	星 正治	(広島大学原爆放射能医学研究所 教授)
	遠藤 暁	(広島大学工学部 助教授)
	森 祐二	(浜松ホトニクス・インキュベーター部・部員)
研究協力者：	石川徹夫	(放射線医学総合研究所)
	内山正史	(放射線医学総合研究所)
	V. F. Stepanenko	(オブニンスク放射線医学研究センター)
	E. Kondrashov	(オブニンスク放射線医学研究センター)
	V. E. Stepanov	(ヤクート州立大学)
	V. Sharov	(ウラル医学アカデミー追加教育)
	M. Degteva	(ウラル放射線医学研究センター)
	Yu. Konstantinov	(ロシア連邦放射線衛生学研究所)

研究費

平成 10年度	2,300 千円
平成 11年度	1,000 千円
平成 12年度	1,000 千円
計	4,300 千円

(1) 学会誌等

- 1 佐藤健一, 大瀧 慈, 新田由美子, 高田 純, 星 正治: 繰り返し測定データに基づく生物学的効果比の区間推定. 広島医学, 51, 439-441, 1998.
- 2 星 正治, 岩谷和夫, 岡 隆光, 遠藤 暁, 静間 清, 高田 純, 藤田正一郎, 葉佐井博巳: 広島原爆の中性子およびガンマ線の輸送計算. JAERI-Review, 98-010, 210-222, 1998.
- 3 Yoshikawa, I., Takatsuji, M., Hoshi, M., Takada, J., Kanai, T., Furusawa, Y., Nikjoo, H., Ikenaga, M. : The relative biological effectiveness of accelerated carbon ions with different LET for inducing mitotic crossing over and intragenic reversion of the white-ivory allele in *Drosophila* larvae. *Int. J. Radiat. Biol.*, 74, 239-248, 1998.
- 4 Hoshi, M., Takada, J., Endo, S., Shizuma, K., Iwatani, K., Oka, T., Fujita, S., Hasai, H: Problems of radiation dose evaluation in Hiroshima and Nagasaki and their explanation. *Radiation Protection Dosimetry*, 77, 15-23, 1998.
- 5 星 正治, 遠藤 暁, 高田 純, 高辻俊宏: 軟X線照射装置を用いた放射線の細胞への物理作用の検討. 京都大学放射線生物研究センター年報 1997, 48-49, 1998.
- 6 Shizuma, K., Iwatani, K., Hasai, H., Oka, T., Endo, S., Takada, J., Hoshi, M., Fujita, S., Watanabe, T., Imanaka, T. Residual ^{60}Co activity in steel samples exposed to the Hiroshima atomic-bomb neutrons. *Health Phys.*, 75, 278-284, 1998.
- 7 Endo, S., Nitta, Y., Ohtaki, M., Takada, J., Stepanenko, V., Komatsu, K., Tauchi, H., Matsuura, S., Iaskova, E., Hoshi, M.: Estimation of dose absorbed fraction for ^{131}I -beta rays in rat thyroid. *J. Radiat. Res.*, 39, 223-230, 1998.
- 8 高田 純, 保木本彰, 荻野由紀子, 谷 省蔵, 遠藤 暁, 新田由美子, 星 正治, 葉佐井博巳, 佐藤 斉, 高辻俊宏, 吉川 勲: 広島市内の Cs-137 放射能密度 “その場” 測定. 広島医学, 51, 437-438, 1998.
- 9 高田 純, 遠藤 暁, 星 正治, 高辻俊宏: 放射線生物研究センターに導入された低線量ガンマ線照射装置の線量評価. 京都大学放射線生物研究センター年報 1997, 56, 1998.
- 10 新田由美子, 遠藤 暁, 藤本成明, 神谷研二, 大瀧 慈, 早川式彦, 高田 純, 星 正治: 放射線による甲状腺癌誘発機構の解析. ^{131}I を内部被曝したラット甲状腺および全身の吸収線量推計とその年齢依存性. 広島医学, 51, 379-384, 1998.
- 11 高田 純, 星 正治: [FIELD NOTE] セミパラチンスク核実験と住民の放射線被曝. サイアス, 3, 34-35, 1998.
- 12 Endo, S., Iwatani, K., Oka, T., Hoshi, M., Shizuma, K., Imanaka, T., Takada,

- J., Fujita, S., Hasai, H. : DS86 neutron dose: Monte Carlo analysis for depth profile of ^{152}Eu activity in a large stone sample. *J. Radiat. Res.*, 40, 169-181, 1999.
- 13 山本政儀, 星 正治, 高田 純, 塚谷恒雄, Sekerbaev, A. Kh., Gusev, B. I. : 旧ソ連セミパラチンスク核実験場及びその周辺地域における Pu 同位体と ^{137}Cs の分布. クロスオーバー研究シンポジウム「放射性物質の環境移行研究の新たな展開」報告集 1998, JAERI-Conf, 99-001, 59-80, 1999.
- 14 星 正治, 高田 純, 遠藤 暁, 静間 清 : 軟X線の線量測定. *医用標準線量*, 4, 17-22, 1999.
- 15 遠藤 暁, 星 正治, 菅 真治, 高田 純, 静間 清 : C-CO₂ 電離箱(IC17G)の中性子感度の測定. *医用標準線量*, 4, 29-33, 1999.
- 16 Yoshikawa, I., Takatsuji, T., Nagano, M., Hoshi, M., Takada, J., Endo, S. : The induction of somatic mutations by high-LET radiation observed using the Drosophila assay system. *Proceedings of the International Workshop on Responses to Heavy Particle Radiation, Chiba, July 9-10, 1998, Risk Evaluation of Cosmic-Ray Exposure in Long-Term Manned Space Mission.* Edited by Fujitaka, K., Majima, H., Ando, K., Yasuda, H., Suzuki, M., Kodansha Scientific LTD., 89-99, 1999.
- 17 Yamamoto, M., Hoshi, M., Takada, J., Sekerbaev, A. Kh, Gusev, B. I. : Pu isotopes and ^{137}Cs in the surrounding areas of the former Soviet Union's Semipalatinsk nuclear test site. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 242, 63-74, 1999.
- 18 Endo, S., Hoshi, M., Takada, J., Tauchi, H., Matsuura, S., Takeoka, S., Kitagawa, K., Suga, S., Komatsu, K. : Neutron generator (HIRRAC) and dosimetry study. *J. Radiat. Res.*, 40 (Supl.), 14-20, 1999.
- 19 Yoshikawa, I., Takatsuji, T., Nagano, M., Takada, J., Endo, S., Hoshi, M. : RBE-LET relationships of high-LET radiations in drosophila mutations. *J. Radiat. Res.*, 40 (Supl.), 106-116, 1999.
- 20 Hoshi, M., Endo, S., Takada, J., Ishikawa, M., Nitta, Y., Iwatani, K., Oka, T., Fujita, S., Shizuma, K., Hasai, H. : A crack model of the Hiroshima atomic bomb: Explanation of the contradiction of "dosimetry system 1986". *J. Radiat. Res.*, 40 (Supl.), 145-154, 1999.
- 21 Endo, S., Shizuma, K., Fujita, S., Umehara, N., Harima, T., Takada, J., Hoshi, M. : Study of burst height and neutron emission height of the Hiroshima atomic bomb. *広大原医研年報*, 40, 183-194, 1999.
- 22 高田 純 : ロシア高放射能汚染地区へのフィールドミッション. *電気学会誌*, 119, 367-370, 1999.
- 23 Takada, J., Stepanov, V. E., Yefremov, D. P., Shintani, T., Akiyama, A., Fukuda, M., Hoshi, M. : Radiological states around the Kraton-4 underground

- nuclear explosion site in Sakha. *J. Radiat. Res.*, 40, 223-228, 1999.
- 24 Takada, J., Hoshi, M., Nagatomo, T., Yamamoto, M., Endo, S., Takatsuji, T., Yoshikawa, I., Gusev, B. I., Sakerbaev, A. K., Tchajjunusova, N. J. : External doses of residents near Semipalatinsk nuclear test site. *J. Radiat. Res.*, 40, 337-344, 1999.
- 25 高田 純, Stepanov, V. E., Yafremov, D. P., 新谷貴洋, 秋山明胤, 福田正己 : サハ共和国における地下核爆発 : クラトン4周辺とテヤ村の調査. *広島医学*, 53, 281-283, 2000.
- 26 新田由美子, 遠藤 暁, 藤本成明, 神谷研二, 伊藤明弘, 高田 純, 星 正治 : [内部被ばく発がんとその修飾] 131I 内部被ばくによる甲状腺発がんモデルの開発. *放射線科学*, 42 (Supl.), 140-144, 1999.
- 27 Zhumadilov, Z., Gusev, B. I., Takada, J., Hoshi, M., Kimura, A., Hayakawa, N., Takeichi, N. : Thyroid abnormality trend over time in northeastern regions of Kazakhstan, adjacent to the Semipalatinsk nuclear test site : A case review of pathological findings for 7271 patients. *J. Radiat. Res.*, 41, 35-44, 2000.
- 28 Takatsuji, T., Sato, H., Takada, J., Endo, S., Hoshi, M., Sharifov, V. F., Veselkina, I. I., Pilenko, I. V., Kalimullin, W. A. F., Masyakin, V. B., Kovalev, A. I., Yoshikawa, I., Okajima, S. : Relationship between the 137Cs whole-body counting results and soil and food contamination in farms near Chernobyl. *Health Phys.*, 78, 86-89, 2000.
- 29 Endo, S., Hoshi, M., Shizuma, K., Takada, J., Goodhead, D. T. : Calculation of the neutron W value for neutron dosimetry below the MeV energy region. *Phys. Med. Biol.*, 45, 947-953, 2000.
- 30 Komura, K., Yamamoto, M., Muroyama, T., Murata, Y., Nakanishi, T., Hoshi, M., Takada, J., Ishikawa, M., Takeoka, S., Kitagawa, K., Suga, S., Endo, S., Tosaki, N., Mitsugashira, T., Hara, M., Hashimoto, T., Takano, M., Yanagawa, Y., Tsuboi, T., Ichimasa, M., Ichimasa, Y., Imura, H., Sasajima, E., Seki, R., Saito, Y., Kondo, M., Kojima, S., Muramatsu, Y., Yoshida, S., Shibata, S., Yonehara, H., Watanabe, Y., Kimura, S., Shiraishi, K., Ban-nai, T., Sahoo, S. K., Igarashi, Y., Aoyama, M., Hirose, K., Uehiro, T., Doi, T., Tanaka, A., Matsuzawa, T. : The JCO criticality accident at Tokai-mura, Japan : an overview of the sampling campaign and preliminary results. *Journal of Environmental Radioactivity*, 50, 3-14, 2000.
- 31 Endo, S., Tosaki, N., Hoshi, M., Shizuma, K. : Neutron dose equivalent estimation from the specific activity of 51Cr. *Journal of Environmental Radioactivity*, 50, 89-96, 2000.
- 32 Endo, S., Tosaki, N., Shizuma, K., Ishikawa, M., Takada, J., Suga, S., Kitagawa, K., Hoshi, M. : Radioactivity of 51Cr in stainless steel

- collected from residences in the JCO neighborhood. *Journal of Environmental Radioactivity*, 50, 83-88, 2000.
- 33 Hoshi, M., Konstantinov, Y. O., Evdeeva, T. Y., Kovalev, A. I., Aksenov, A. S., Koulikova, N. V., Sato, H., Takatsuji, T., Takada, J., Endo, S., Shibata, Y., Yamashita, S. : Radiocesium in children residing in the western districts of the Bryansk Oblast from 1991-1996. *Health Phys.*, 79, 182-186, 2000.
- 34 Takada, J., Hoshi, M., Endo, S., Stepanenko, V. F., Kondrashov, A. E., Petin, D., Skvortsov, V., Ivannikov, A., Tikounov, D., Gavrilin, Y., Snykov, V. P. : Dosimetry studies in Zaborie village. *Applied Radiation and Isotopes*, 52, 1165-1169, 2000.
- 35 Takada, J., Hoshi, M. : External doses to 350m zone residents around the Tokai-mura criticality accident site. *Journal of Environmental Radioactivity*, 50, 43-48, 2000.
- 36 高田 純 : ロシア連邦でのプルトニウム製造過程における周辺住民に対する放射線防護・衛生学上の課題. *放射線科学*, 43, 334-341, 2000.
- 37 高田 純, 星 正治, 山本政儀, 長友恒人, 高辻俊宏, 吉川 勲, Gusev, B. I., Sakerbaev, A. K. : セミパラチンスク核実験場周辺住民の外部被曝線量. *長崎医誌*, 75, 190-194, 2000.
- 38 Shiraishi, K., Kimura, S., Yonehara, H., Takada, J., Ishikawa, M., Igarashi, Y., Aoyama, M., Komura, K., Nakajima, T. : Survey of external dose around the JCO facility using sugar samples and ESR method. *Adv. ESR Appl.*, 16, 9-14, 2000.
- 39 Takada, J., Sharov, V., Konstantinov, Yu. O. , Ramzaev, P. V., Moroz, G., Kovtun, A., Hoshi, M., Bougrov, N. G. *4, Shishkina, H. A., Premyslova, L., Shagina, N., Degteva, M. O. : Mission for the study of radiation protection and hygiene for residents around Mayak plutonium production facilities in Russia 2000. *Distribution and Speciation of Radionuclides in the Environment, Proceedings The International Workshop on Distribution and Speciation of Radionuclides in the Environment*, Edt.by J. Inaba, S. Hisamatsu & Y. Ohtsuka, Institute for Environmental Sciences, 233-238, 2000.
- 40 Takada, J., Suga, S., Kitagawa, K., Ishikawa, M., Takeoka, S., Hoshi, M., Watanabe, H., Ito, A., Hayakawa, N. : Directional distribution of radiation around an accident at a uranium fuel factory in Tokai-mura, 1999. *J. Radiat. Res.*, 42, 47-50, 2001.

(2) 口頭発表

- 1 高田 純, 星 正治, 遠藤 暁, 山本政儀, 高辻俊宏, 吉川 勲, 岩谷和夫, Gusev, B. I., Sekerbaef, A., Tchaijunusova, N. J. : セミパラチンスク核実験場周辺都市の外部被曝線量. 日本放射線影響学会第41回大会, 長崎, 1998. (J. Radiat. Res., 39, 354, 1998)
- 2 山本政儀, 星 正治, 高田 純, 吉川 勲, 高辻俊宏, 及川真司, Gusev. B. I., Sekerbaef, A. : セミパラチンスク核実験場周辺の残留放射能(2). 日本放射線影響学会第41回大会, 長崎, 1998. (J. Radiat. Res., 39, 354, 1998)
- 3 高田 純, 竹岡清二, 遠藤 暁, 星 正治, 谷口金吾, 伊藤勝陽, ステパネンコ, V. F., コンドラシヨウ, A. E. : Cs-137 汚染茸を摂取した日本人の体内半減期の測定例. 第75回日本医学放射線物理学会, 神戸, 1998. (放射線医学物理, Suppl., 56, 69, 1998.)
- 4 Takada, J., Hoshi, M., Nagatomo, T., Yamamoto, M., Takatsuji, T., Yoshikawa, I., Iwatani, K., Endo, S., Gusev, B., Sekerbaef, A., Apsalikov, K., Tchaijunusova, N. : Thermoluminescence dosimetry study in Semipalatinsk. The 2nd International Conference on "Ecology-Radiation-Health", Semipalatinsk, 1998.
- 5 Takada, J., Hoshi, M., Endo, S., Stepanenko, V., Kondrashov, S., Skvortsov, V., Gavrilin, Y., Snykov, V. : Dosimetry studies in Zaborie Village, Bryansk region. International Conference on Biodosimetry and 5th International Symposium on ESR Dosimetry and Applications. Obninsk, Russia, 1998.
- 6 新田由美子, 遠藤 暁*1, 藤本成明*2, 神谷研二*3, 伊藤明弘*2, 高田 純, 星 正治 (*1 放射線基礎, *2 予防腫瘍, *3 分子生体制御) : I-131 内部ひばくによる甲状腺発がんモデルの開発. 第30回放医研シンポジウム, 千葉, 1998.
- 7 Yamamoto, M., Hoshi, M., Takada, J., Oikawa, S., Yoshikawa, I., Takatsuji, T., Sekerbaev, A. K., Gusev, B. I. : Some aspects of local fallout plutonium at the former Semipalatinsk nuclear test site and its surrounding areas. Fifth Hiroshima International Symposium - Radiation Effects on the Residents near Semipalatinsk Nuclear Test Sites -, Hiroshima, 1999.
- 8 Takada, J., Hoshi, M., Nagatomo, T., Yamamoto, M., Endo, S., Takatsuji, T., Yoshikawa, I., Ishikawa, M., Gusev, B. I., Sakerbaev, A. K., Tchaijunusova, N. J. : External exposure on residents due to Semipalatinsk nuclear tests. Fifth Hiroshima International Symposium - Radiation Effects on the Residents near Semipalatinsk Nuclear Test Sites -, Hiroshima, 1999.
- 9 高田 純, 星 正治, 遠藤 暁, Stepanenko, V. F., Kondrashov, A. E., Snykov, V. P. : ロシアザボリエ村における被曝線量調査. 第34回日本保健物理学会, 大分, 1999.
- 10 高田 純, 星 正治, 山本政儀, 高辻俊宏, 吉川 勲, グジェフ, B. I., サ

- ケルバエフ, A. K., チャイジュンヌソバ, N. J. : セミパラチンスク核実験場近郊住民の被曝線量. 日本放射線影響学会第42回大会, 広島, 1999.
- 11 高田 純, 遠藤 暁, 竹岡清二, 北川和英, 菅 慎治, 星 正治 : 原医研におけるWBCの現状及び比較校正結果. 日本放射線影響学会第42回大会, 広島, 1999.
- 12 高田 純 : セミパラチンスク近郊住民の外部被曝線量推定. 第24回日本医学放射線学会医療標準線量研究会, 広島, 1999.
- 13 Nitta, Y., Endo, S., Fujimoto, N., Kamiya, K., Ito, A., Takada, J., Hoshi, M. : Internal exposure to ¹³¹I and thyroid carcinogenesis. Eleventh International Congress of Radiation Research, Dublin, Ireland, 1999.
- 14 高田 純, Stepanov, V. E., Yafremov, D. P., 新谷貴洋, 秋山明胤, 福田正己 : サハ共和国における地下核爆発 : クラトン4周辺とテヤ村の調査. 第40回原子爆弾後障害研究会, 広島, 1999.
- 15 鬼塚昌彦, 遠藤 暁, 古林 徹, 櫻井良憲, 星 正治, 高田 純, 上原周三, 高辻俊宏, 内海博司, 山口 寛, 高田真志, 藤川和男, 前田直子, 早瀬尚文 : 頭部ファントム (A150) 内における熱外中性子線の線質・線量の変化. 第79回日本医学物理学会, 横浜, 2000.
- 16 Shizuma, K., Endo, S., Hoshi, M., Takada, J., Ishikawa, M., Hasai, H., Iwatani, K., Oka, T., Fujita, S., Imanaka, T. : Residual radioactivity measurement in Hiroshima and Nagasaki for the evaluation of DS86 neutron fluence. The 10th International Congress of the International Radiation Protection Association. "Harmonization of Radiation, Human Life and the Ecosystem", Hiroshima, 2000. (Proc., IRPA-10, P-3b-153)
- 17 Suzuki, A., Iida, T., Kameyama, Y., Sakuma, Y., Takada, J., Yamasaki, K., Yoshimoto, Y. : Quantitative measurements of microelements with large activation cross section for concrete materials in Japan. 10th International Congress of the International Radiation Protection Association. "Harmonization of Radiation, Human Life and the Ecosystem", Hiroshima, 2000. (Proc., IRPA-10, P-5-325)
- 18 Hoshi, M., Endo, S., Takada, J., Nitta, Y., Ishikawa, M., Iwatani, K., Oka, T., Fujita, S., Shizuma, K., Hasasai, H. : A crack model of the Hiroshima atomic bomb: Explanation of the contradiction of "Dosimetry system 1986". The 10th International Congress of the International Radiation Protection Association. "Harmonization of Radiation, Human Life and the Ecosystem", Hiroshima, 2000. (Proc., IRPA-10, P-3b-151)
- 19 Yamamoto, M., Hoshi, M., Takada, J., Oikawa, S., Yoshikawa, T., Takatsuji, T., Sekerbaev, A. K., Gusev, B. I. : Some aspects of environmental radioactivity at the former Soviet Union's Semipalatinsk nuclear test site. Low-level Measurements of Actinides and Long-lived Radionuclides in

- Biological and Environmental Samples, Oarai, 2000.
- 20 高辻俊宏, 吉川 勲, 星 正治, 高田 純, 遠藤 暁: 過重力の突然変異に対する乗数効果. 第43回日本放射線影響学会, 東京, 2000. (J. Radiat. Res., 41, 452, 2000)
 - 21 高田 純, 星 正治, 長友恒人, 山本政儀, 高辻俊宏, 吉川 勲, Gusev, B. I., Sakerbaev, A. K. : セミパラチンスク核実験場周辺住民の外部被曝線量. 第41回原子爆弾後障害研究会, 長崎, 2000.
 - 22 Takada, J., Hoshi, M., Nagatomo, T., Yamamoto, M., Endo, S., Takatsuji, T., Ishikawa, M., Gusev, B. I., Sakerbaev, A. K., Tchajunusova, N. J. : Radiation exposure on residents due to Semipalatinsk nuclear tests. The 10th International Congress of the International Radiation Protection Association. "Harmonization of Radiation, Human Life and the Ecosystem", Hiroshima, 2000. (Proc., IRPA-10, P-3b-210)
 - 23 高田 純, 菅 真治, 北川和英, 石川正純, 星 正治: 東海村 JCO 臨界事故 350m 避難区域住民の被曝線量. 第43回日本放射線影響学会, 東京, 2000. (J. Radiat. Res., 41, 378, 2000)
 - 24 白石久二雄, 木村真三, 米原英典, 高田 純, 石川正純, 五十嵐康人, 青山道夫, 中島敏行, 小村和久: 砂糖を用いた ESR 法による JCO 事故の被ばく線量調査結果. 第43回日本放射線影響学会, 東京, 2000. (J. Radiat. Res., 41, 491, 2000)
 - 25 Takada, J., Yamamoto, M., Hoshi, M. : Radiological states in Rongelap Island 1999. Low-level Measurements of Actinides and Long-lived Radionuclides in Biological and Environmental Samples, Oarai, 2000.
 - 26 高田 純, 菅 真治, 北川和英, 石川正純, 星 正治: JCO 臨界事故における漏えい中性子の方向分布. 第37回理工学における同位元素研究発表会, 東京, 2000.
 - 27 高田 純: (パネルディスカッション) 事故被曝時の医療のあり方. 第4回放射線事故医療研究会・緊急被ばく医療フォーラム, 神戸, 2000.
 - 28 高田 純: セミパラチンスクでの旧ソ連核実験による住民の被曝. 日本放射化学会, 神戸, 2000.
 - 29 高田 純: 漏えい放射線の異方性と 350m 避難区域住民の被ばく線量. 第28回放医研環境セミナー -ウラン加工工場臨界事故に対する環境測定・線量推定-, 千葉, 2000.
 - 30 Takada, J., Sharov, V., Konstantinov, Yu. O. , Ramzaev, P. V., Moroz, G., Kovtun, A., Hoshi, M., Bougrov, N. G., Shishkina, H. A., Premyslova, L., Shagina, N., Degteva, M. O. : Mission for the study of radiation protection and hygiene for residents around Mayak plutonium production facilities in Russia 2000. The International Workshop on Distribution and Speciation of Radionuclides in the Environment, Rokkasho, Aomori, 2000.

(3) 出版物

- 1 高田 純：セミパラチンスク旧核実験場近郊住民の外部被曝線量評価. 平成 8-10 年度科学研究費補助金（基盤研究(C)）研究成果報告書. 1998.
- 2 高田 純：科学者からの報告. 「サハ共和国地下核実験の放射能汚染調査」事業 第 1 回調査団報告書, 12-17, 1998.
- 3 高田 純：科学者からの報告. 「サハ共和国地下核実験の放射能汚染調査」事業 第 2 回調査団報告書, 16-22, 1998.
- 4 高田 純：核災害時, 我々専門家は如何に働くかー第 2 回環境放射能・放射線夏の学校・ワークショップからの報告ー. 第 2 回環境放射能・放射線夏の学校・ワークショップ報告書ー核災害時における専門家のとりくみ (JCO 臨界事故における文部省緊急調査班の活動を中心に) ー, 高田 純, 三頭聰明(編), 1, 2000.
- 5 高田 純：被災者との係わり, 広島大学原爆放射能医学研究所の場合. 第 2 回環境放射能・放射線夏の学校・ワークショップ報告書ー核災害時における専門家のとりくみ (JCO 臨界事故における文部省緊急調査班の活動を中心に) ー, 高田 純, 三頭聰明(編), 17-19, 2000.
- 6 Takada, J. : Radilological Investigations in Rongelap Island 1999 -The First Report-. 2000.
- 7 高田 純：1. 放射線被害に関する基礎情報. 1-12p., 3-4. 各大学・研究機関：広島大学原爆放射能医学研究所 43p., 6-1. セミパラチンスク核実験場周辺住民の被ばく状況. 87-90p., Appendix 1-2. 放射線線量測定に関わる国際協力のあり方. 117p., (外務省委託) 放射線被ばく者支援に関する調査, (財) 国際開発センター, 2000, 3.
- 8 高田 純：世界の放射線被災地. エルネットオープンカレッジ；公開講座 放射線と放射能放射線四方話, 高等教育推進課協会 (制作), 90 分ビデオ, 2000.

研究成果

内部被曝線量その場評価法の開発

高田 純

1 研究の背景と目的

原子力発電所や核燃料再処理工場などの大規模核施設の事故や核爆発により多量の放射性物質が環境へ放出した場合、広域にわたった環境放射線のモニタリングや放射能汚染の評価は緊急課題となる。チェルノブイリ原子力発電所事故後、放射能汚染地図が作成された。また汚染地の住民の体内放射能の測定と被曝線量評価は医療検診上不可欠である。このため、事故後当地の検診所に設置された固定式、および検診車の放射能ホールボディカウンターがこの目的のため活用された。

原爆放射能医学研究所の当国際放射線情報センターでは海外の核被災による住民の被曝を調査している。しかし海外調査では土や食品等のサンプルを日本へ持ち帰ることや、被曝者を日本へ呼び検診することは容易ではない。また設備の無い汚染地へ大がかりな装置を一早く持ち込むことも容易ではない。本研究では、ポータブルスペクトロメータを用いて体内放射能および内部被曝線量を迅速にその場評価する方法を開発することを目的とする。

2 本研究の独創性・先駆性

このポータブルホールボディカウンターの開発により、世界のいかなる地域の緊急時の対応や、装置の無い地域でも人体放射能汚染の迅速な調査が可能になる。この試みはこれまでになされていない方法である。また土壌、食品そして人体放射能汚染の食物連鎖の調査をこのひとつの検出器で行える特徴がある。

3 開発方法の概要

本開発研究は3インチφ x 3インチサイズのNaI検出器の作製を含む小型多重波高分析器(MCA)および接続するノートタイプ小型コンピュータの解析ソフトの開発、Cs-137全身ファントムおよびI-131(Ba-133, Cs-137模擬)甲状腺ファントムを用いた検出器の校正、海外核被災地での試験および解析法の改良そして測定の相互比較試験からなる。但し、従来から所有する1インチφ x 2インチサイズNaI検出器に関しても校正し、特に海外での試験を行なう。

3-1 主要設備とデータ処理

1 C3475MCA用新規シンチレーションプローブの作製 浜松ホトニクス

仕様：ヨウ化ナトリウム（タリウム活性）シンチレータ $\phi 76.2 \times 76.2$ mm、2.5kg
既存のシンチレーションプローブ $\phi 25 \times 50$ mm、0.3 kg

2 マルチチャンネルアナライザ 浜松ホトニクス C3475

128 チャンネル、電源単三アルカリ電池 4 本 6 時間連続使用可能、0.9kg

3 ノートパソコン SONY VAIO PCG-808 および PCG-SR1C/BP

MCA との接続は、プリンター出力端子からパソコン USB 端子。ただし RS232C から USB への変換ケーブル(URS-02)を使用。

MCA からソフト PDQComm を利用しパソコンへデータを転送し、Microsoft・Excel ファイルへ取込む。

4 Cs-137 全身放射能測定の校正

$\phi 76.2 \times 76.2$ mm NaI プローブの校正

これについては、放射線医学総合研究所にて、その所有の人体形状ファントム成人 (64kg, 4950Bq) および小児 11 歳 (35kg, 5000Bq) を利用した。

結果 校正定数

$$\text{Cs-137 (Bq/kg/cps)} = -0.0241 \text{ Body Weight (kg)} + 17.87$$

詳細は研究開発資料参照

$\phi 25 \times 50$ mm NaI プローブの校正

これについては、ロシア・オブニンスク放射線医学研究センターにて、その所有の人体ブロック形ファントム成人 (63kg, 20.6kBq) および小児 (21kg, 7.07 kBq) を利用した。このファントムはサンクトペテルブルグの産業海洋医学研究所・放射線防護研究センターの A. N. コフツム等の開発した良く知られた製品である。

結果 校正定数

$$\text{Cs-137 (Bq/kg/cps)} = 0.00118 \text{ Body Weight (kg)} + 0.238$$

詳細は研究開発資料参照

5 I-131 甲状腺放射能測定 of 校正

これについては、放射線医学総合研究所所有の I-131 模擬甲状腺首ファントム成人 ($\phi 120\text{mm}$, 13530 Bq) および小児 11 歳 ($\phi 100\text{mm}$, 10050Bq) を利用した。これは Ba-133 および Cs-137 で I-131 を模擬している。解析には、I-131 の 364 keV のガンマ線 (81.7%) を想定している。

結果 校正定数

首の直径を D (mm) とし、

NIRS ファントム D (mm) 成人 : 120 6 歳 100

$\phi 76.2 \times 76.2 \text{ mm}$ NaI プローブの校正

	成人	6 歳
I-131 (Bq/cps)	114	110

$$\text{I-131 (Bq)} = 0.20 \text{ D (mm)} + 90$$

$\phi 25 \times 50 \text{ mm}$ NaI プローブの校正

	成人	6 歳
I-131 (Bq/cps)	81	50

$$\text{I-131 (Bq)} = 1.55 \text{ D (mm)} - 105$$

詳細は研究開発資料参照

6 世界の核被災地での試験的適用

核汚染地で体内被曝している住民の体内放射能を測定する場合の最大の問題点は、被検者を測定する場所のバックグラウンド放射能の取り扱いである。現実には、1) 被験者を比較的汚染レベルの低い場所へ輸送し、そこで測定する。降雨フォールアウトで汚染した村の場合、数キロメートルの距離の差でも汚染度で、数分の一と低い場所を探すことは、差ほど難しいことではないことがある。2) 被験者を移動できない場合には、体内汚染の無い人物の WBC を実施し、そのスペクトルを BG とするか、もしくは通常の BG スペクトルを測定し、その値の 0.5 倍を WBC の BG スペクトルとする方法である。これらの試験をロシア ブリアンスク州ザボリエ村 (1 の例) やベラルーシ ゴメリ州ホイニキ郡 (2 の例) で実施した。

試験的適用として世界の 4 核被災地で住民の体内および環境の Cs-137 量の測定を実

施した。ビキニ水爆により汚染したロンゲラップ島では、再建工事に従事する労働者および島の環境測定を実施し、線量評価をおこなった。(1999年7月) その結果は、各人に文書で知らせた。低い線量値を知った労働者達はみな胸をなでおろし、この検査と告知に感謝された。これまで、米国の調査はあったが、一度も結果を知らされなかったと言う。チェルノブイリ原発事故で汚染したベラルーシ・ホイニキ郡の甲状腺ガンになった住民および環境測定を実施した。(1999年9月) ロシア・チェリャビンスクの前爆プルトニウム製造施設マヤーク周辺核汚染地に暮らす住民の体内放射能および環境測定を実施した。(2000年4-5月)

これら試験の結果、汚染地のバックグランドスペクトルの差し引きなど重要な方法を確立できた。さらに、地表、食品などの環境核汚染密度も、本器で測定でき、迅速にその場解析ができることを実証した。これらにより、汚染地に暮らす住民へ結果を効果的に知らせることが可能となり、当初の目的を達成できた。

7 測定の相互比較試験

放医研の人体形状ファントム(成人および小児)を用いた相互比較試験が、1997年および1998年に実施され、本ポータブル器も参加した。Cs-137 全身量測定の相互比較の結果、バイアスは10%以内と良好であった。

Portable $\phi 25 \times 50\text{mm}$ NaI(Tl)プローブ WBC, Stationary 広島大学病院設備
相互比較結果(Cs-137)

プログラム	Stationary	Portable
放医研 97 年	0.97	0.93
放医研 98 年	0.91	1.08

8 まとめ

本ポータブルホールボディーカウンターの開発研究から以下の事項が実証できた。

- 1 人手により持ち運び可能なコンパクトサイズかつ軽重量 2.5-5kg。
- 2 従来のものに比べ極めて安価。150万円以下で作製できる。
- 3 本ポータブルホールボディーカウンターは世界各地の施設のホールボディーカウンターとの相互比較が容易。
- 4 土壌、食品そして人体放射能汚染の食物連鎖の調査をこのひとつの検出器で行える。
- 6 本ポータブルホールボディーカウンターの開発により、世界のいかなる地域の緊急時対応や、既存装置の無い地域でも人体放射能汚染の迅速な調査が可能である。

**Metabolism for Japanese who ate mushrooms in highly contaminated
territory by Cs-137 due to the Chernobyl accident**

J. Takada, S. Takeoka, S. Endo, and M. Hoshi,

Research Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University.

7348553 Hiroshima, Japan, e-mail: jtakada@

V. F. Stepanenko, A.E. Kondrashov, and A. F. Tsyb

Medical Radiological Research Center of Russian Academy of Medical Sciences

249020 Obninsk, Russia

INTRODUCTION

Study on human biokinetics of radioactivity using contaminated food is very important in order to evaluate internal dose for inhabitants after the nuclear accident. Especially Cs-137 is main radioactivity in the widely spread radioactive fallout area, where is far from the accidental site, as long term exposure due to the physical half-life of 30 years.¹⁾

Under these circumstance metabolism of cesium has been intensively studied by many groups. The previous research are done in the following categories, retention of cesium after oral or intravenous administration,²⁻⁵⁾ accidental inhalation,⁶⁾ daily intake of food contaminated by worldwide fallout due to the atmospheric nuclear weapon test.⁷⁾ However data on food chain are not sufficient. The reports of ICRP for cesium were not based on food.^{8,9)}

Here we report the first full data on biokinetics of Cs-137 for a Japanese adult who ate food produced in highly contaminated territory due to the Chernobyl nuclear accident.

MATERIALS AND METHODS

The subject was Japanese adult male (age of 43 years, weight 67 kg, height 171cm) who was free from Cs-137 before this experiment, in good health and free from illness during the period of measurements. The intake of radiocesium was done through mushrooms of about 100g from Zaborie in Bryansk oblast in July 1997.¹⁰⁾ The place was highly contaminated territory where the surface density of Cs-137 was 1~6MBq/m². It is known that mushrooms well absorb radiocesium from the surface of ground where cesium of radioactive fallout is trapped. One piece of mushroom contained

about 1 kBq of Cs-137 which was measured by NaI spectrometer installed in mobile laboratory of MRRC.

The whole-body (WB) measurements have been carried out by the 3 spectrometers in Bryansk and in Hiroshima Japan. One is a notebook-size portable spectrometer (Hamamatsu C-3475) which has an NaI scintillator (2.5cm ϕ x 5.1cm) and a multi-channel analyzer with 128 channels. This has been calibrated for Cs-137 whole-body counting by using phantoms. (Takada 1997) The first data was taken in hotel room of Klincy just 8 hours after intake by this note-size system. The second data was taken by a whole-body facility (Aloka WBC101) of Chernobyl Sasakawa Project in Klincy City Children's Hospital 2.4 days after the intake. The spectrometer has an NaI scintillator (7.6cm ϕ x 7.6cm) with 5-cm-thick lead shield and a multi-channel analyzer with 240 channels. Whole-body facility(Shimazu KHS-2) of Hiroshima University has been applied for measurements since his returning to Japan. This facility consist of spectrometer with an NaI scintillator (20cm ϕ x 10cm), a multi-channel analyzer with 240 channels and a shield room with wall of 3mm-thick lead/20cm-thick-iron double-layer. Intercomparison among all the whole-body systems was done by using real human and phantom. Values were well consistent within 5%.

(Table1)

RESULTS AND DISCUSSION

The activity of Cs-137 in the body decreased to half within 10 days. The initial amount of 3.8 kBq became 0.6 kBq 175 days after the intake. The fullset of data on radiocesium retention was

analyzed by the following mathematical function $A(t)$, $A(t)/A(0) = a_1 \exp(-0.693t/T_1) + a_2 \exp(-0.693t/T_2)$ (1)

We get the values of parameter as,

$$A(0) = 3.8 \text{ kBq,}$$

$$a_1 = 0.49 \pm 0.02, \quad a_2 = 0.51 \pm 0.01$$

$$T_1 = 3.8 + 0.4 \text{ d,} \quad T_2 = 104.2 + 2.4 \text{ d}$$

The value of longer half-time T_2 is in good agreement with the previously reported values for adults. However other parameters are quite different from them. Especially prefactor a_1 of 0.49 is much larger than previous values of 0.1~0.2. (Table 2)

The difference may come from the source of cesium. That in the present work is mushroom. Other is not food, some chemicals. The former is harder to digest than the later. On the other hand, we should notice the difficulty for whole-body measurements in the early period after intake due to the locality of the foodstuff in the abdomen. The distance between the detector and the abdomen is relatively close. This means larger detection efficiency for gamma ray. Therefore larger estimation may be done. This will be a future work.

CONCLUSIONS

Biokinetics of Cesium for a Japanese adult who ate contaminated mushrooms has been studied by whole-body counting. Parameter $a_1 = 0.49$ in $A(t)/A(0) = a_1 \exp(-0.693t/T_1) + a_2 \exp(-0.693t/T_2)$ was quite different from values obtained from artificial source materials.

Dr. M. Uchiyama of National Institute of Radiological Sciences should be acknowledged for useful discussions.

Reference

- 1, The International Chernobyl Project, Surface Contamination Maps, IAEA, 1991.
- 2, Richmond, C. R. Furchner, J. E. and Langham, W. H., Health Physics 8, 201, 1962.
- 3, Stanton, H. C., Rosoff, B., Gusmano, E. A. and Spencer, H., Radiation Research, 19, 655, 1963.
- 4, Iinuma, T., Watari, K., Nagai, T., Iwashima, K. and Yamagata, N., J. Radiation Research, 8, 100, 1967.
- 5, Lloyd, R. D., Mays, C. W., Church, B. W., Pendleton, R. C. and Mays, S. F., Health Physics, 18, 623, 1970.
- 6, Miller, C. E., Health Physics, 10, 1065, 1964.
- 7, Uchiyama, M., J. Radiation Research, 19, 246, 1978.
- 8, ICRP Publication 30, Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, Pergamon Press, Oxford (1979).
- 9, ICRP Publication 56, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides, Pergamon Press, Oxford (1989).

Figure caption

- 1, Retention of Cs-137 in the whole-body after intake through mushrooms. A half of activity decreased in the early periode.

Table caption

- 1, Intercomparison of whole-body counting.
- 2, Reported values of cesium metabolism.

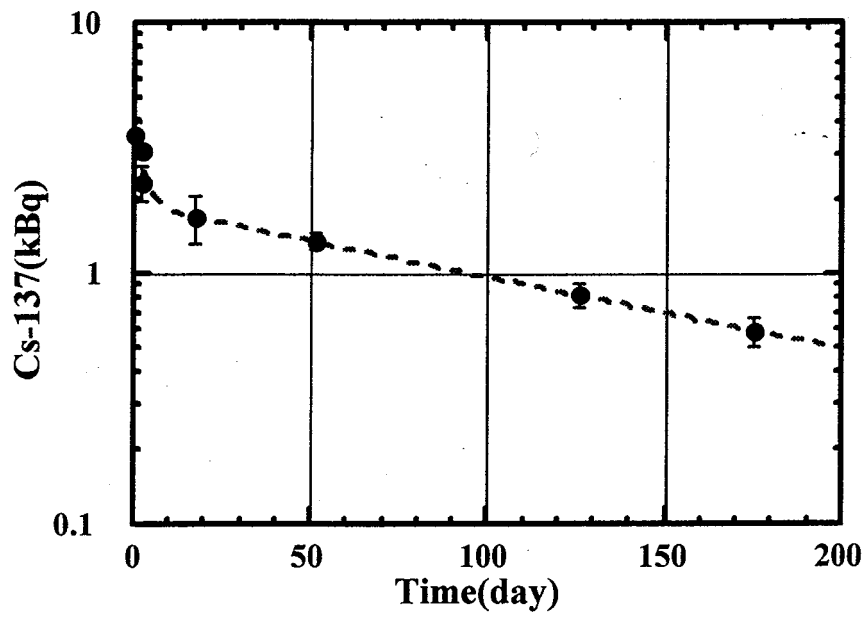


Fig.1

Table 1. Intercomparison of whole-body counting

	Mr A	
	p-HU	s-Sasakawa
Cs-137 (kBq)	10.7 +- 0.8	10.3 +- 0.9
Cs-137 (relative)	1.05	1.00

	Phantom	
	p-HU	s-HU
Cs-137 (kBq)	2.8 +- 0.6	2.91 +- 0.11
Cs-137 (relative)	0.96	1.00

p-HU Portable Spectrometer of Hiroshima University
s-HU Spectrometer in Hiroshima University
s-Sasakawa Spectrometer in Kinsty Sasakawa Center

March 29, 1998 Jun Takada

Table 2 Reported Values of Cesium Metabolism

Research	Subject	Weight (kg)	Source	Material	a1	T1(d)	a2	T2(d)
Richmond 1962	USA	71	AR Cs-134,137	UN	0.13	1.4	0.87	134
Lloyd 1970	USA	79	AR Cs-137	UN	0.08	1.5	0.92	140
Iinuma 1965	Japanese	58	AR Cs-132	Chloride	0.11	1.1	0.89	70
Iinuma 1965	Japanese	68	AR Cs-132	Chloride	0.12	1.8	0.88	82
Present 1998	Japanese	67	CH Cs-137	Mushroom	0.49	3.9	0.51	104

AR: Artificial

CH: Chernobyl Accident

UN: Unknown

謝辞

本研究は、国内外の共同研究者である、星 正治、遠藤 暁、森 祐二、石川徹夫、内山正史、V. F. Stepanenko、E. Kondrashov、V. E. Stepanov、V. Sharov、M. Degteva、Yu. Konstantinov の各先生とともに実施された。

また、海外核被災地での試験では、次の団体の支援や協力を受けた。

笹川記念保健協力財団
文部科学省海外研究開発動向調査
ブンブンプロジェクト
オブニンスク放射線医学研究センター
ロシア連邦放射線衛生学研究所
チェリャビンスク州アドミニストレーション 放射線環境安全課


研究開発資料

スペクトロ・サーベイメータ C3475用

シンチレーション プローブ

仕様書

HAMAMATSU

 浜松ホトニクス株式会社

この仕様書は、スペクトロ・サーベイメータ C3475の本体に接続して使用可能な、シンチレーション・プローブのものです。

◇仕様

検出器 : ヨウ化ナトリウム (タリウム活性)
シンチレータ $\phi 76.2 \times 76.2$ mm

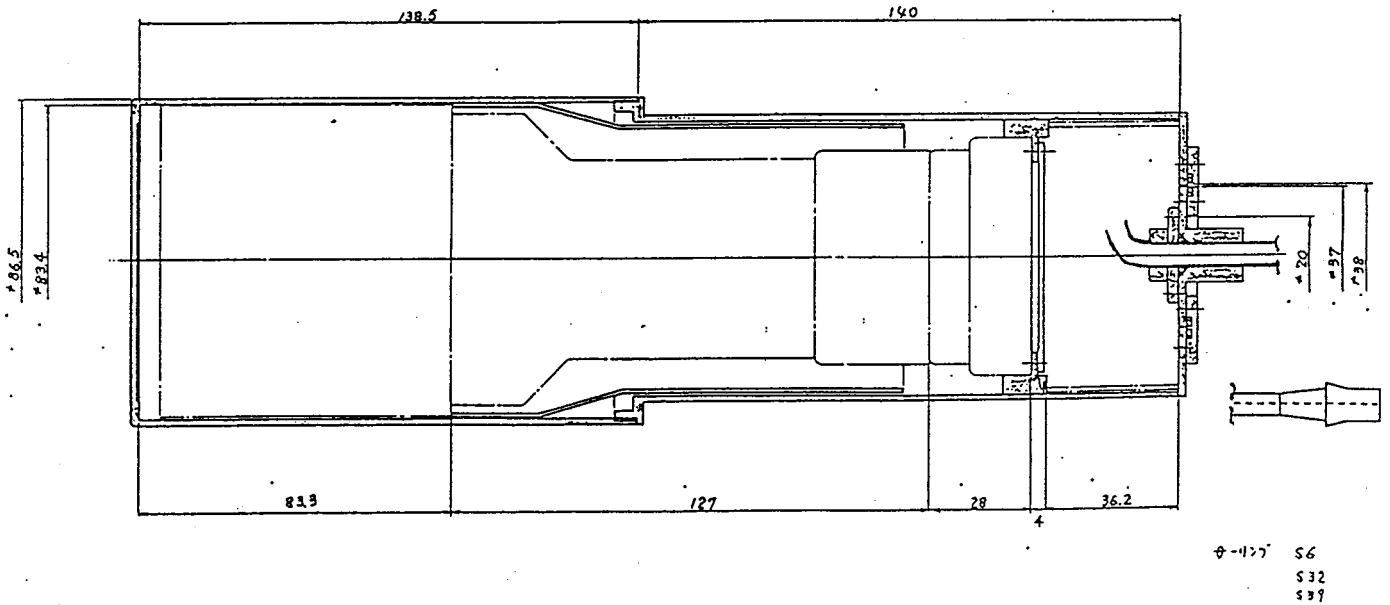
測定線種 : ガンマ線

電源供給 : C3475本体より供給

外形寸法 : $\phi 92 \times 260$ mm
86.5 285

◇測定値は、カウント数の表示のみになります。

◇外形寸法図 (mm)




試験成績表

1998 年 12 月 24 日

納入先 インキュベータ セキリュティ 殿

品名 光電子増倍管： R1307-07

 **浜松ホトニクス株式会社**

受注文番号

納入本数 完納 1 本

受注方法	1	1. 受注品
		2. 代替品
		3. サンプル品
		4. 貸与品

電子管事業本部

〒438-01 静岡県磐田郡豊岡村下神増314-5

☎ (0539) 62-5245

ファックス (0539) 62-2205

1-0008


NOTES

1, 2, 4 光源は、2856K標準タングステンランプ。
 2, 3 印加電圧：1000 [V]
 電極電圧配分比は、浜松ホトニクス光電子増倍管
 カタログに準ずる。
 4 使用フィルタ：コーニング CS 5-58 (1/2厚)

標準規格：EIAJ・ET61A 光電管及び光電子増倍管試験方法

Serial Number	(1) 陰極感度 (Sk) $\mu A/lm$	(2) 陽極感度 (Sp) A/lm	(3) 陽極暗電流 (Idb) nA	(4) 陰極青感度 (Skb) $\mu A/lm$ Blue			
MA1993	124.0	63.2	3.60	11.50			

試験 1998 年 12 月 23 日 25 ℃ 30 %

検査印 

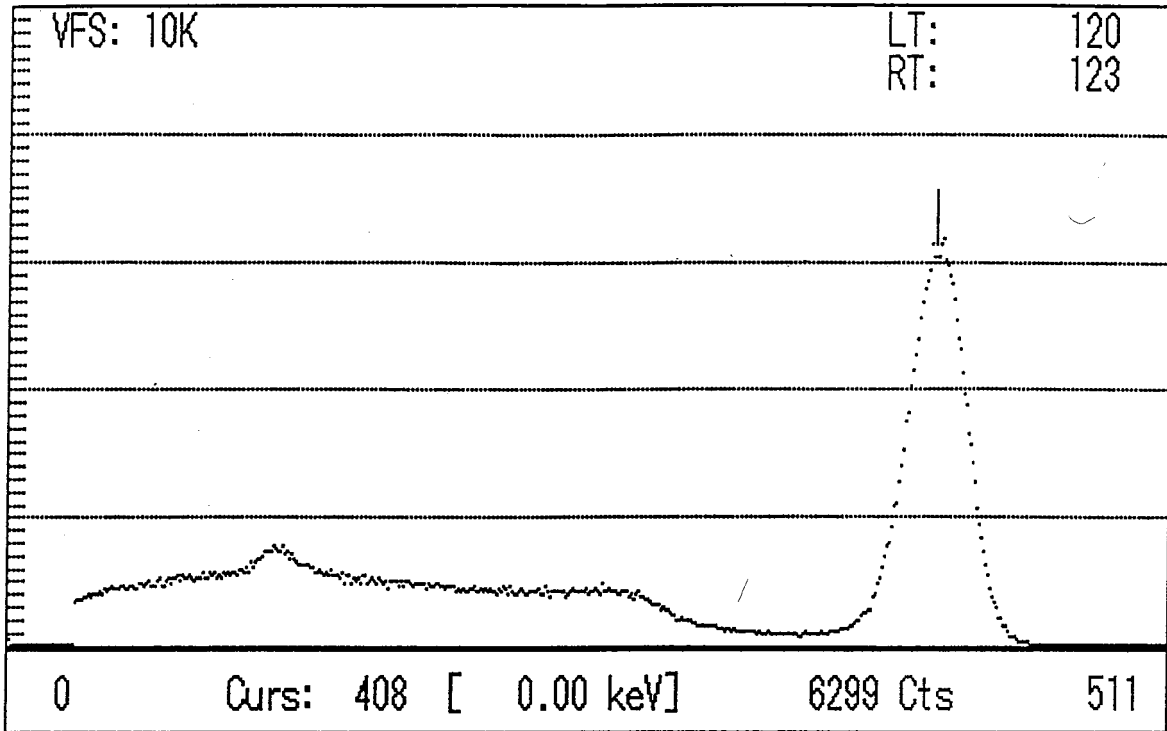
Memory Size: 1024

File Name: MCA #01

Preset Time: 120

Acq. Mode : PHA

Comment : 12 B 12



Base 0 RoiNo. 1 Left 0 Right 0 Gross 0 Net 0

TYPE : 12 B 12

SERIAL NO. : 981208-1

HIGH VOLTAGE : 800 [V]

PHOTO TUBE : R 594

AMP GAIN : (OKEN 704-2) 8-3-55

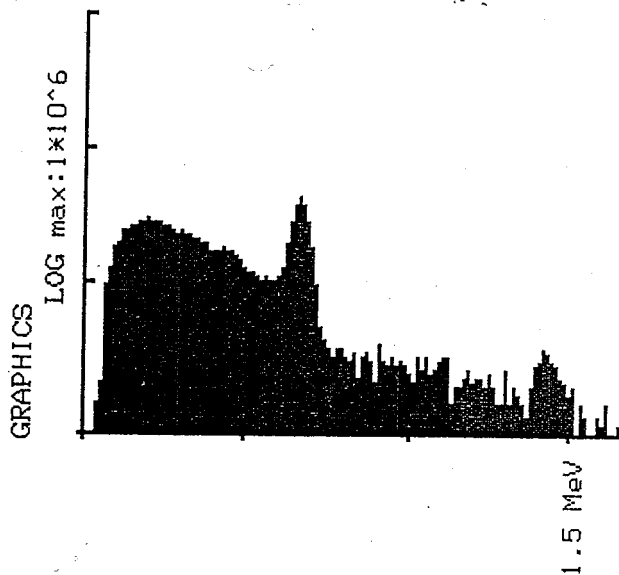
[SOURCE] : 137Cs

[RESOLUTION] : 7.2 [%]

動作確認

(1) ^{137}Cs による動作

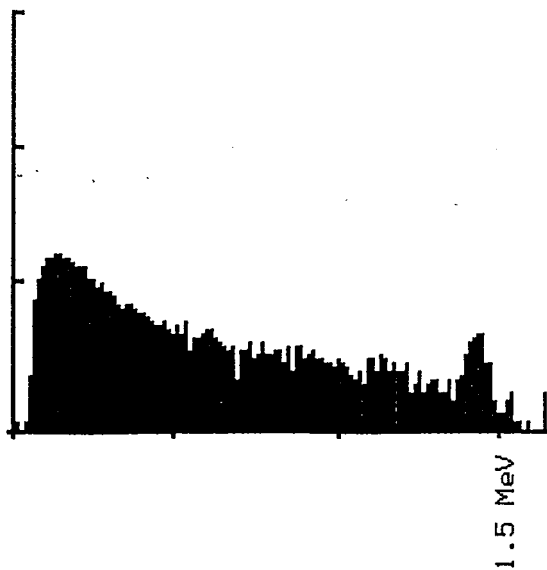
DATE 99/01/26 11:39
DATA
TIME 60 sec
TOTAL 46547 c
2.50 $\mu\text{Sv/h}$



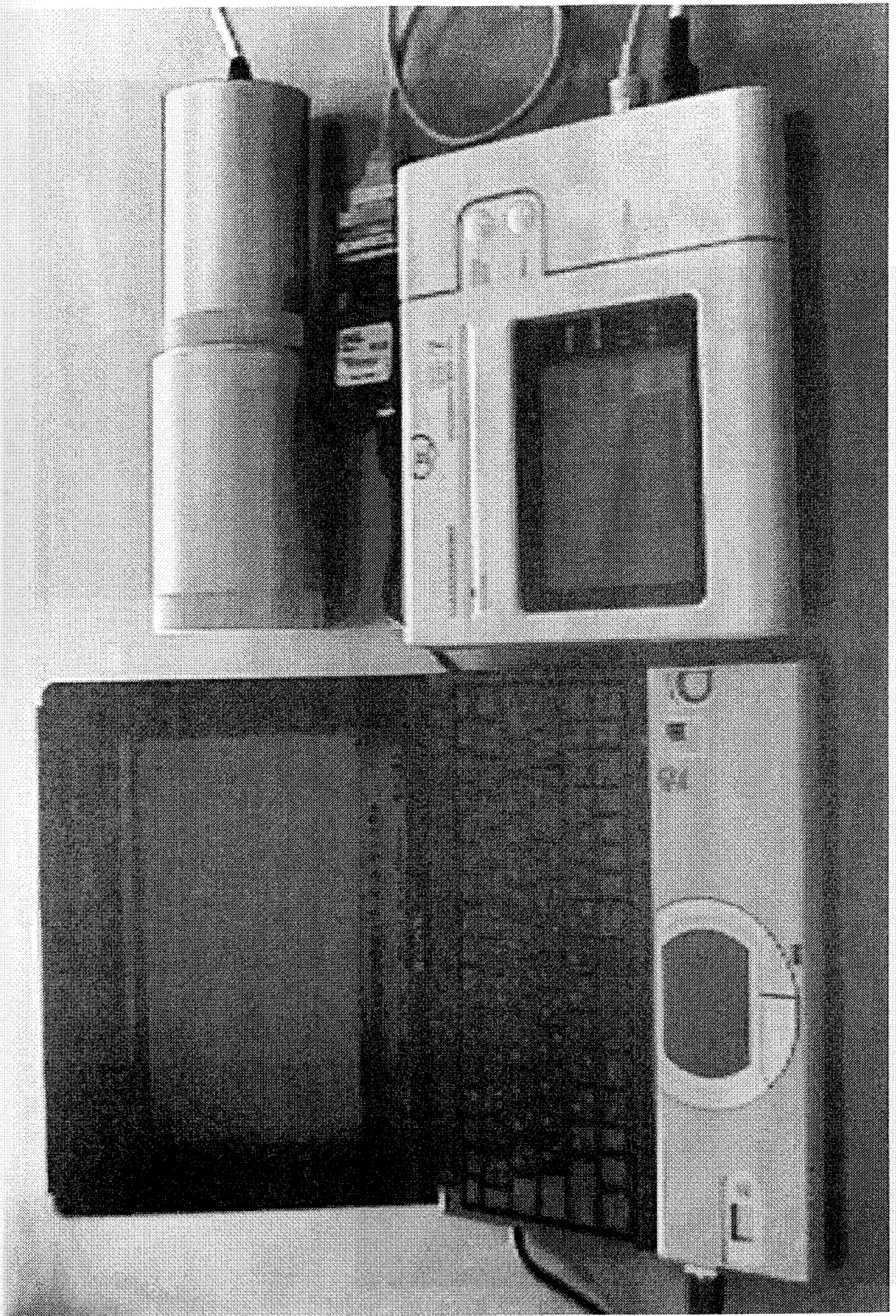
(2) ^{40}K による動作

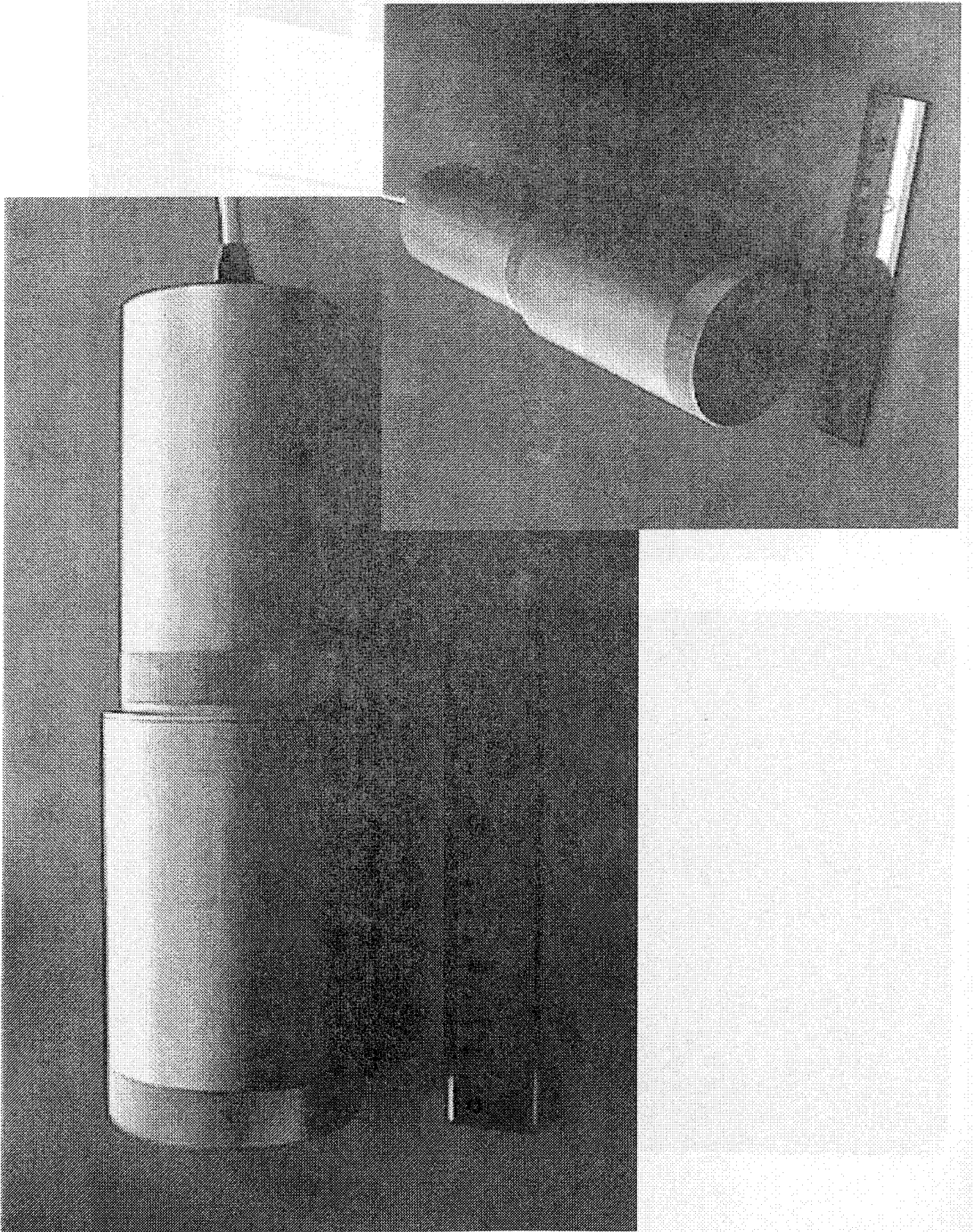
DATE 99/01/26 11:51
DATA
TIME 60 sec
TOTAL 7429 c

GRAPHICS LOG max: 1×10^6

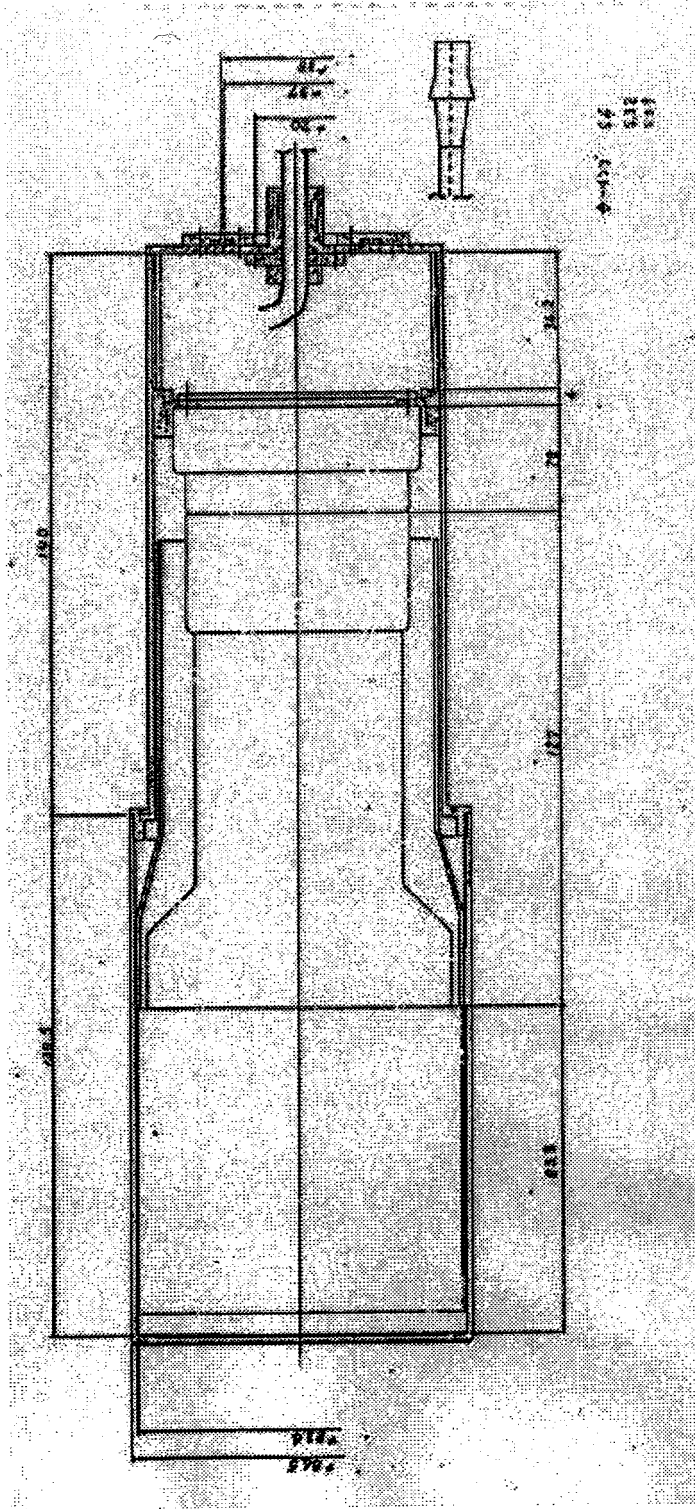


Calibration
Using NIRS Phantom with Cs-137

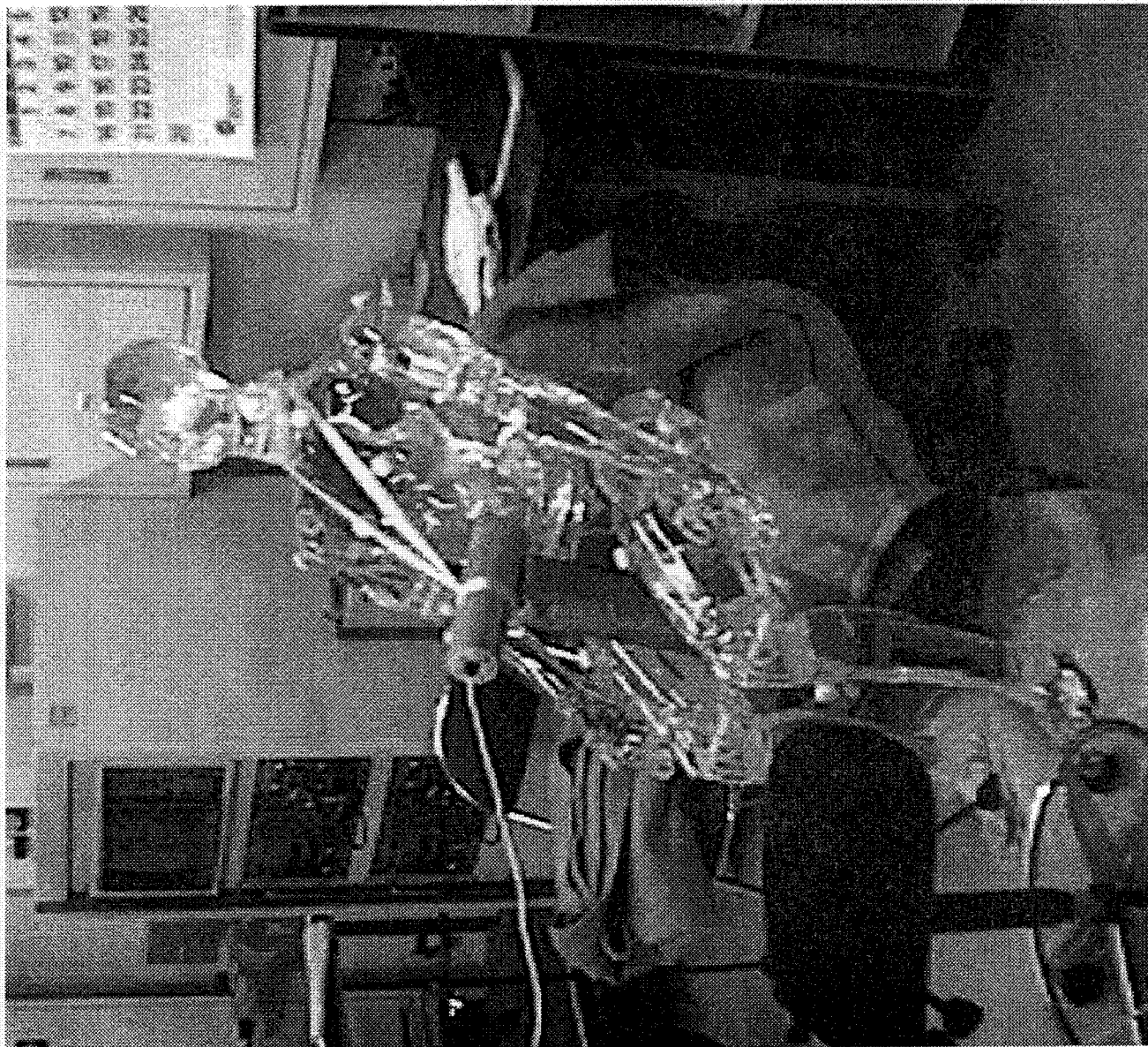


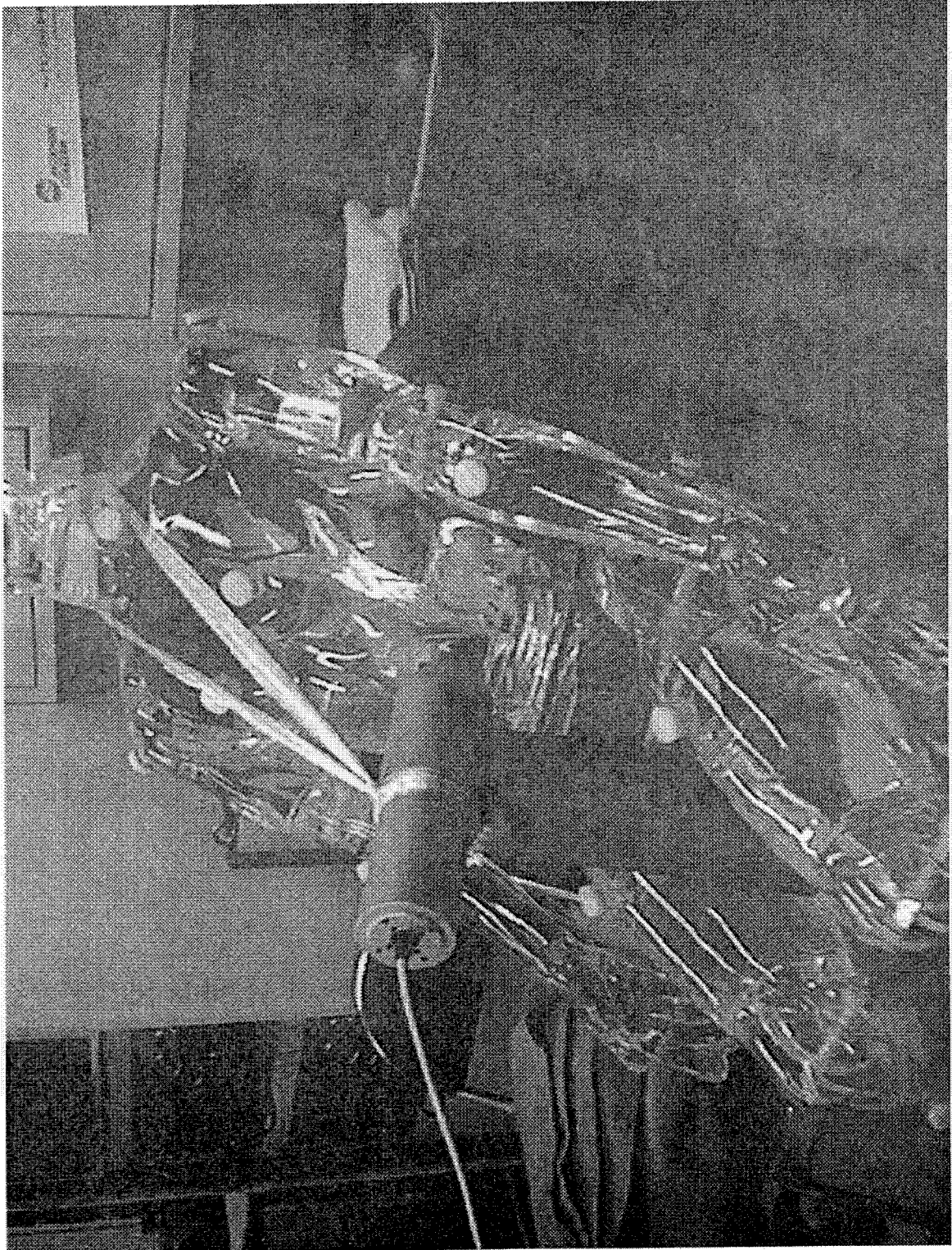


NaI Detector $\phi 76.2 \times 76.2$ mm
Photomultitube R10307-07
HAMAMATSU

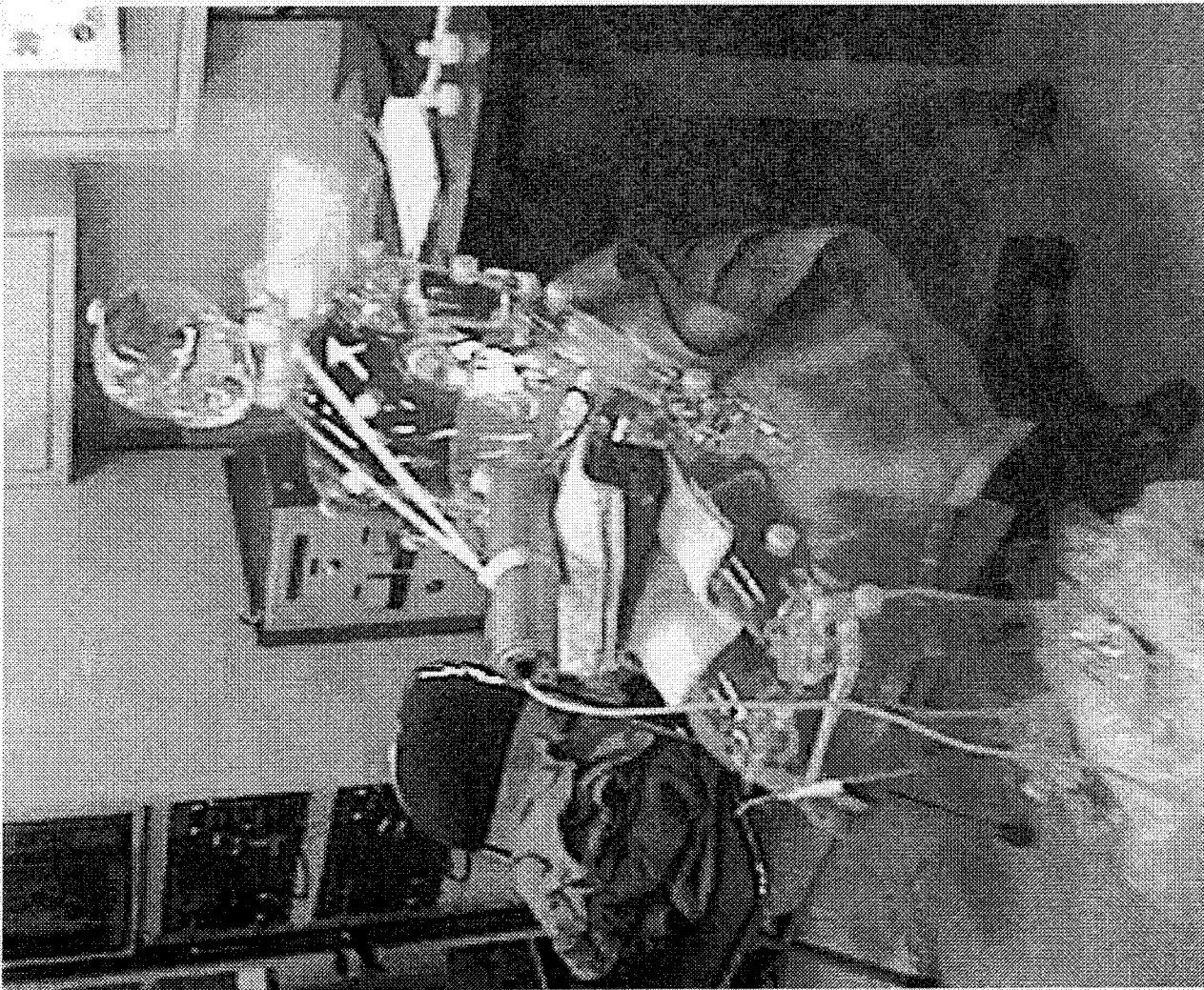


Adult

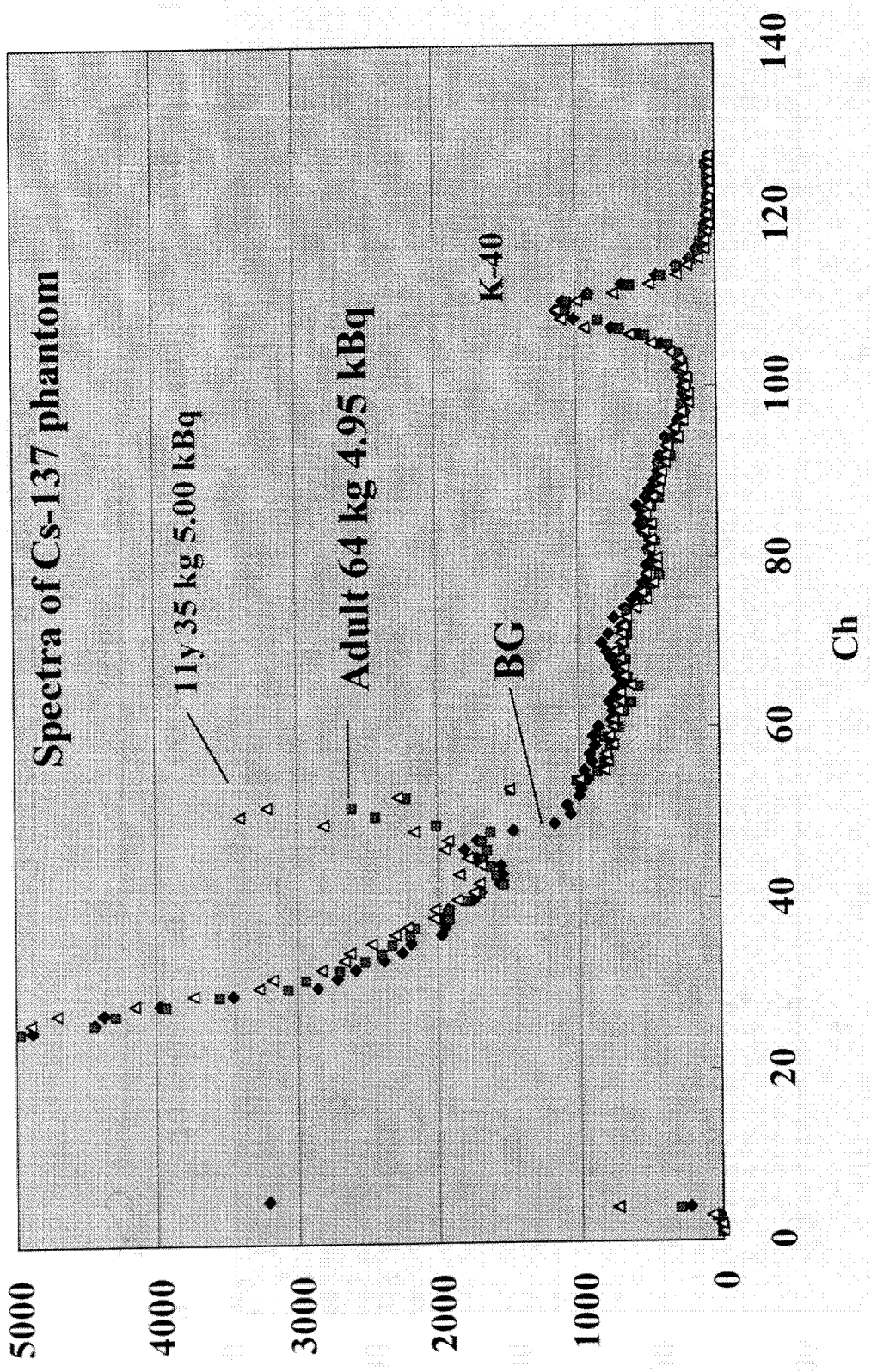


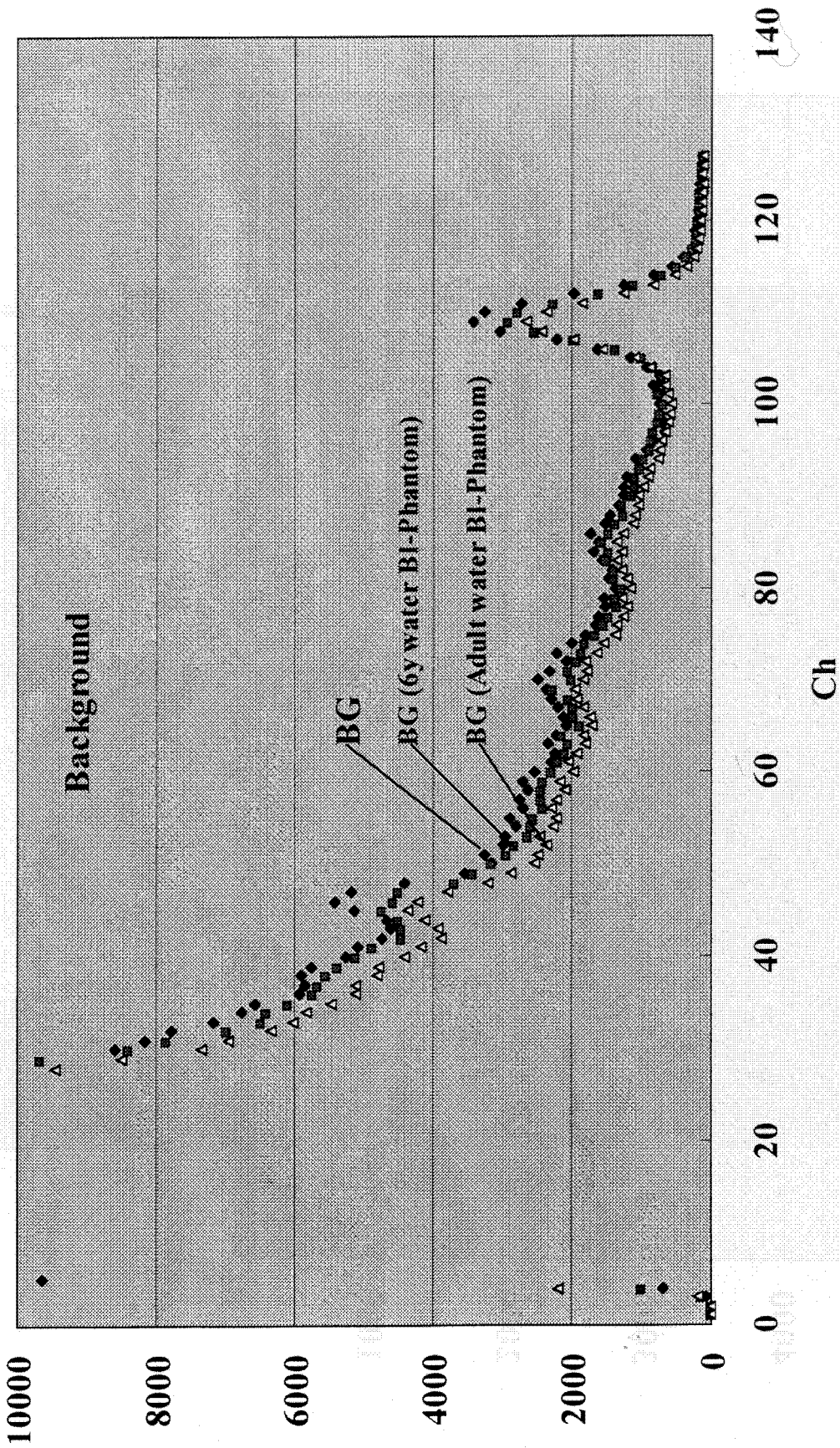


Age 11y



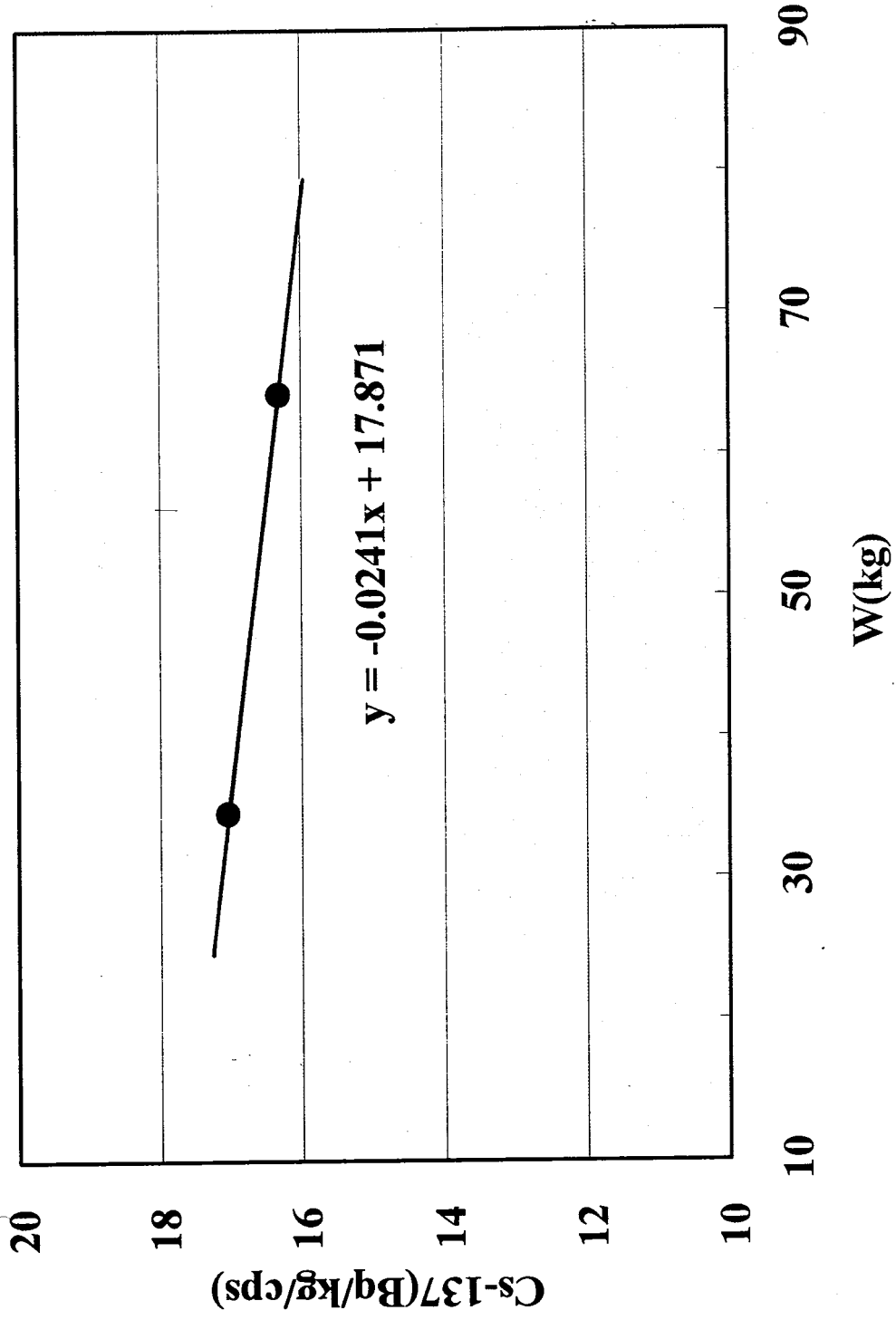
Calibration Function for Cs-137 WBC





Calibration Function for Cs-137 WBC

3 inch ϕ x 3 inch NaI WBC

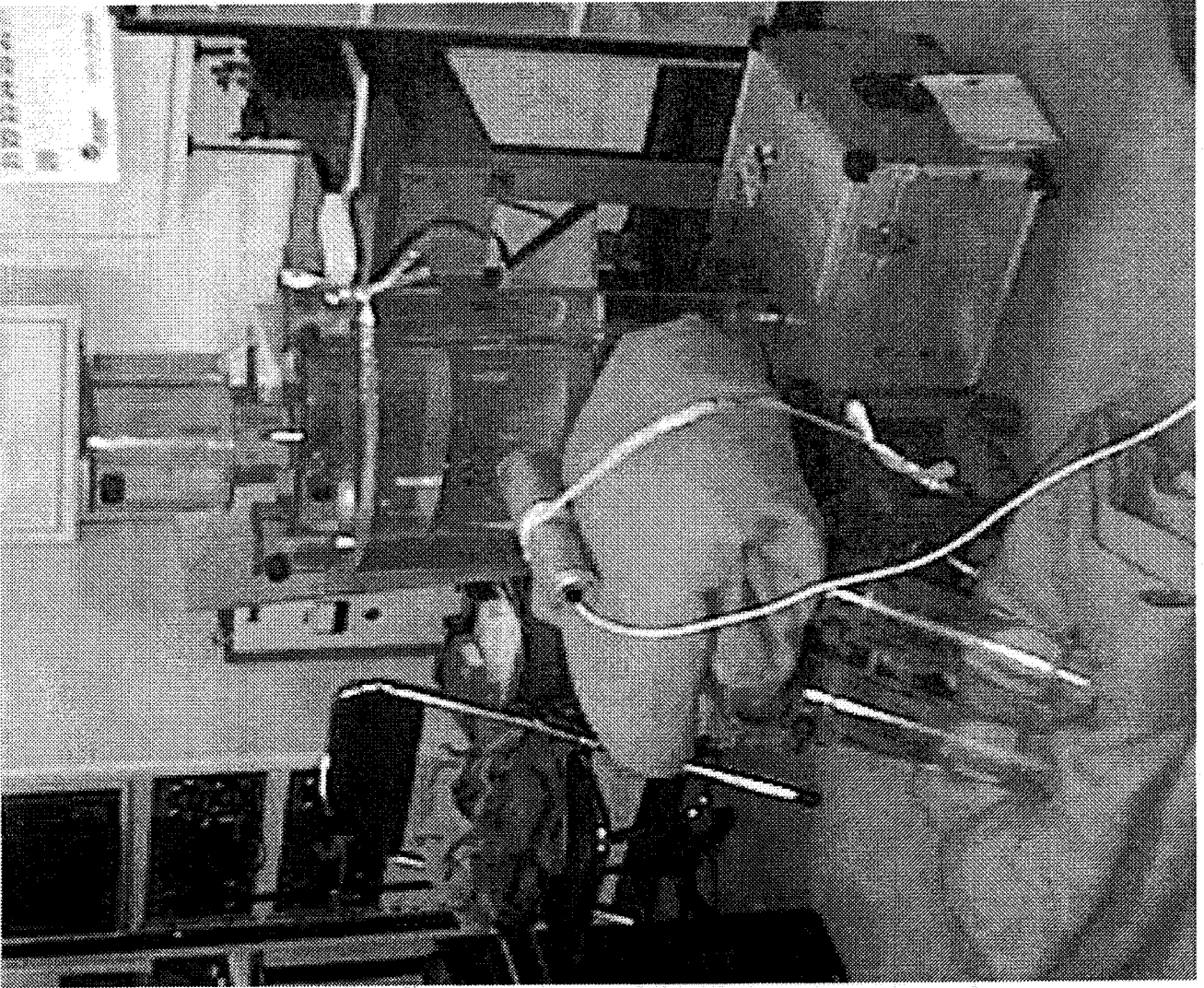


W(kg)	Cs-137(Bq)	Cs-137(Bq/kg)	cps	dcps	Bq/cps/kg	誤差%
64.4	4950	76.86	4.71	0.11	16.32	3.07
34.6	5000	144.51	8.482	0.019	17.04	2.01

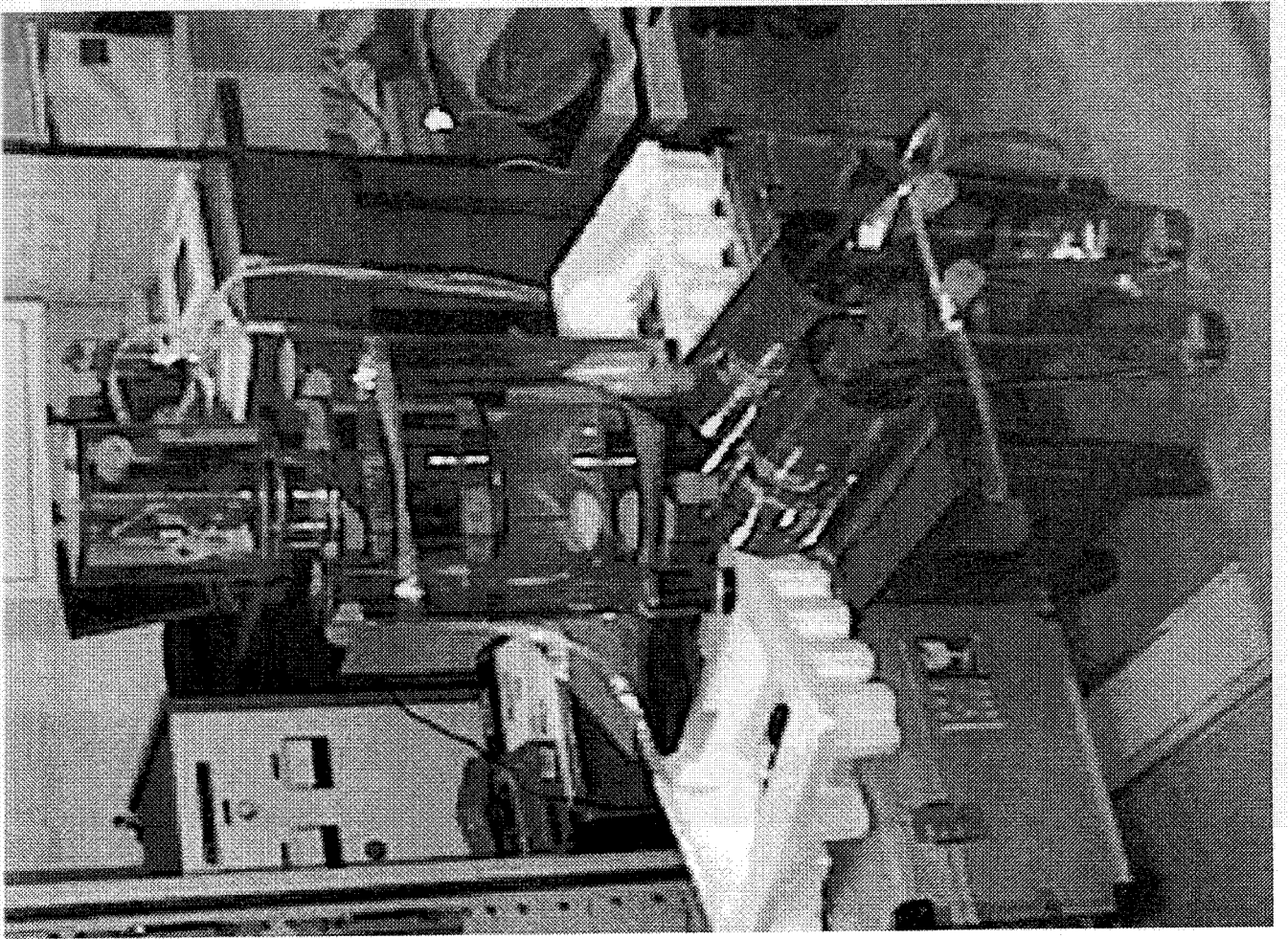
WBC Test

	Block Phantom		
Age	6y	11y	Adult
W(kg)	26	42.8	67.2
Hight (cm)	119	146	162
West Thickness (cm)	15	17.5	20
Cs-137(kBq)	Des.	1.333	1.380
Cs-137(Bq/kg)	Des.	31.1	20.5

Adult

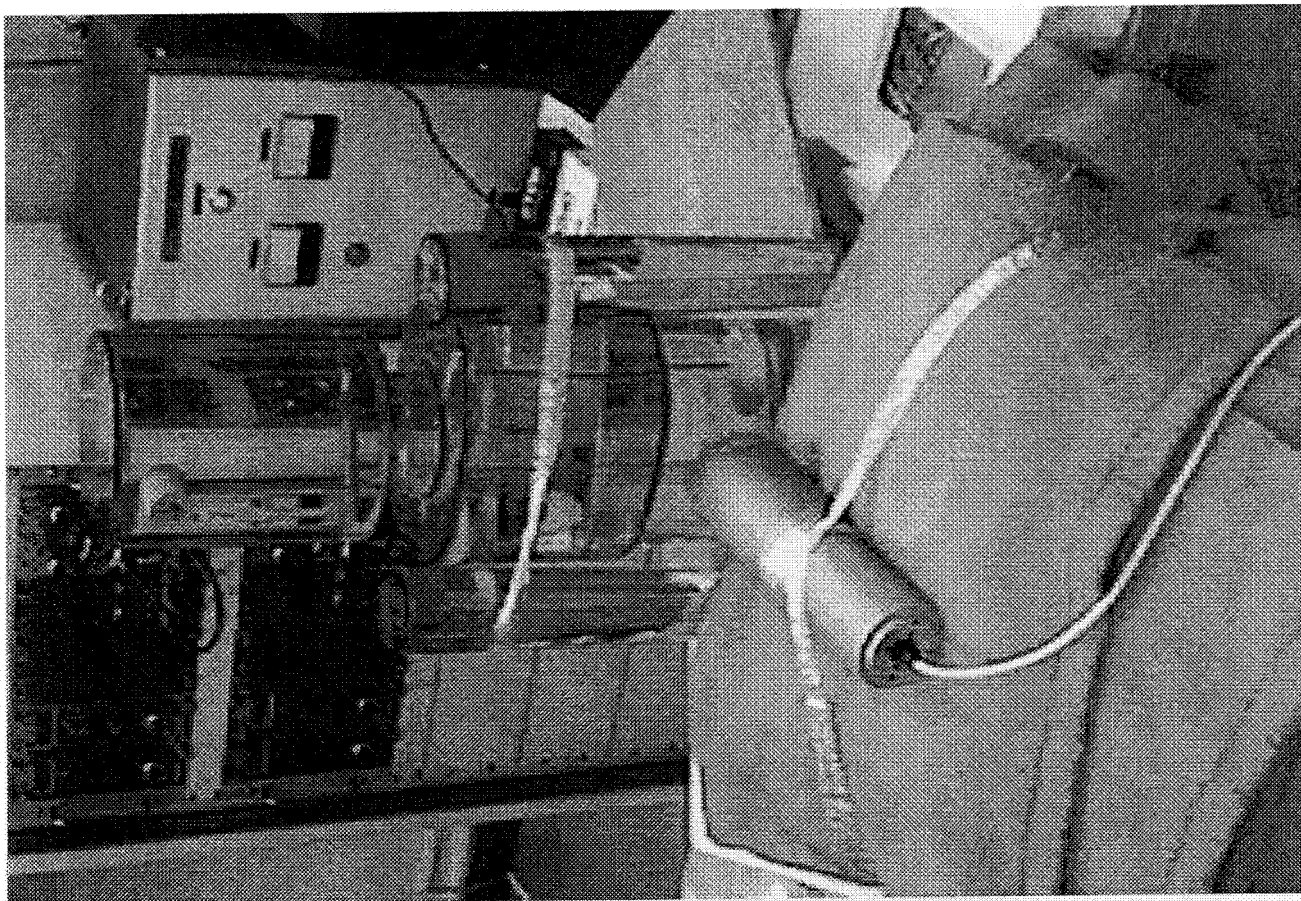


Age 11y

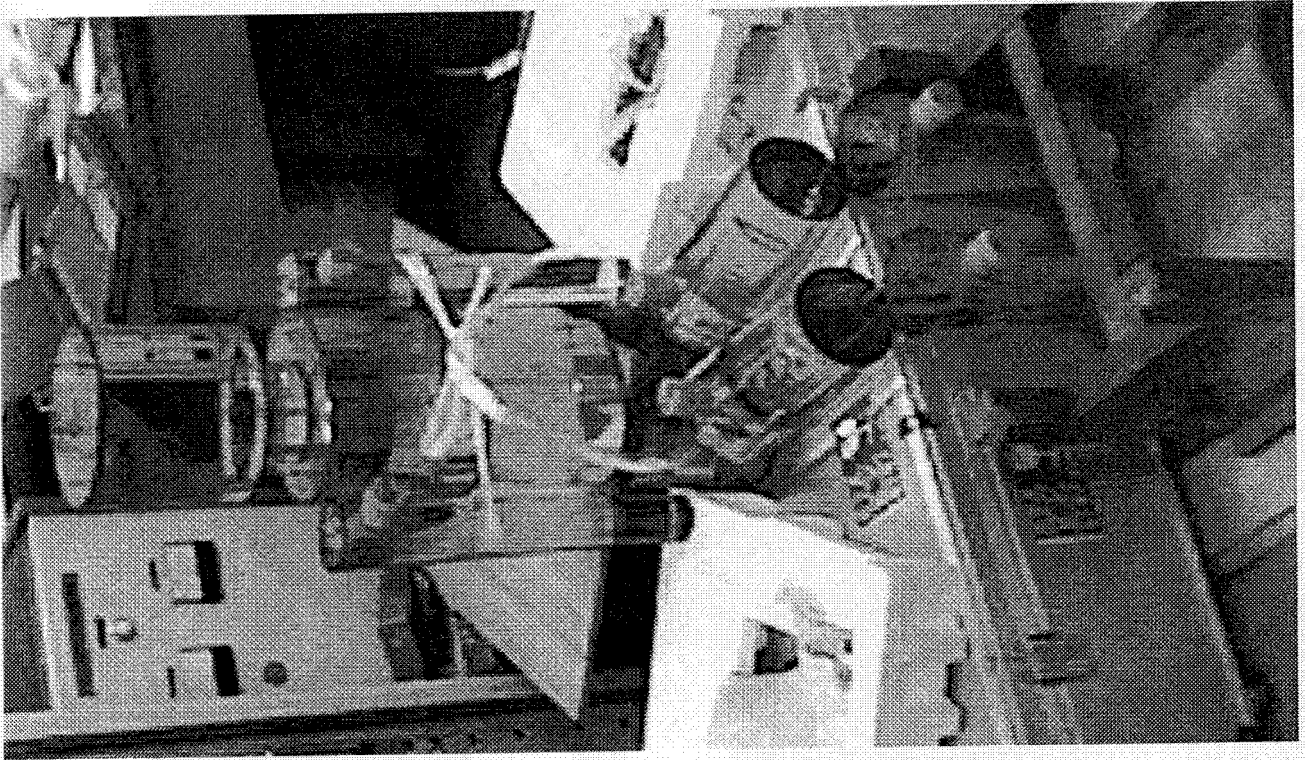


Age 11y

Age 11y

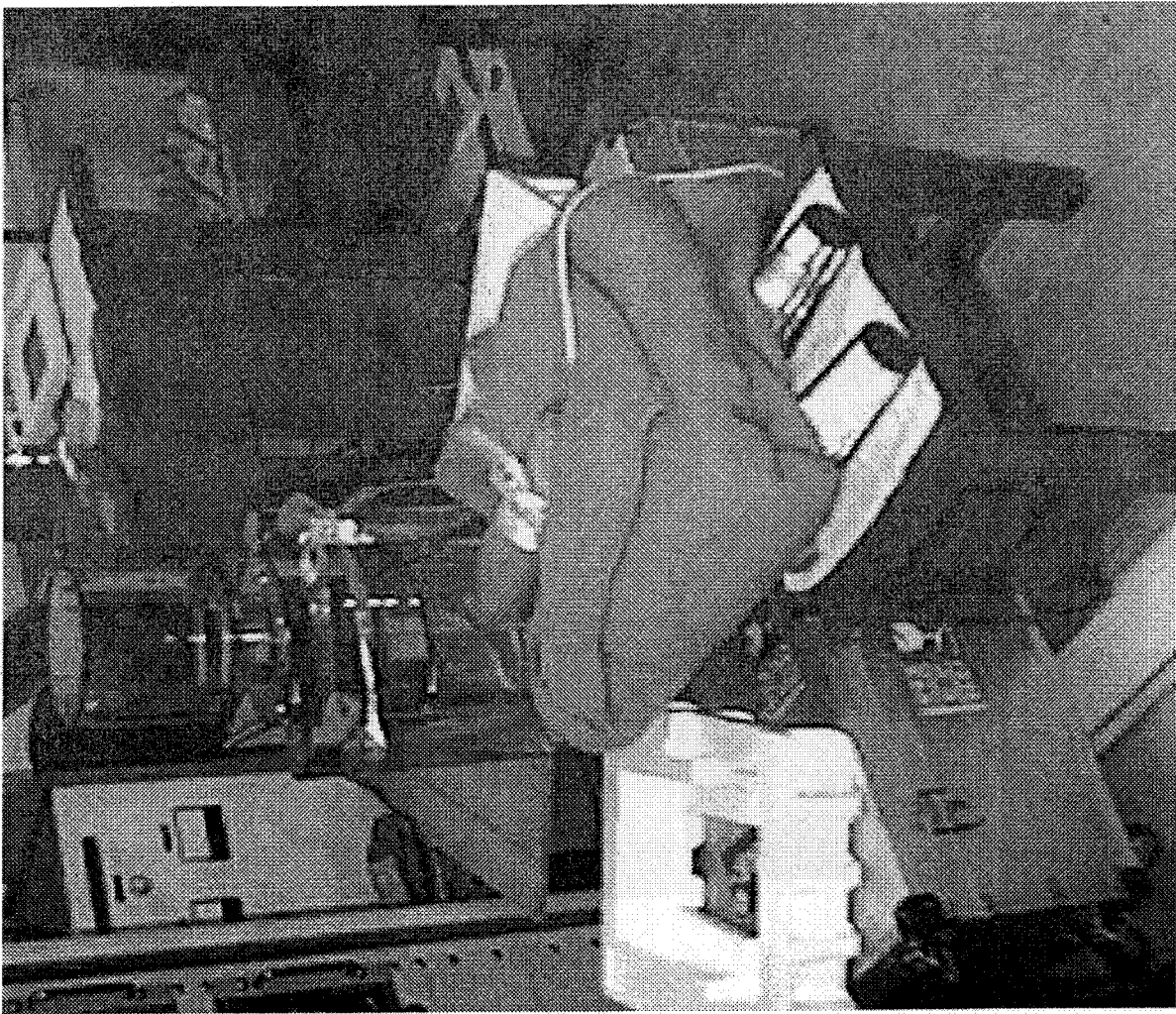


Age 6y

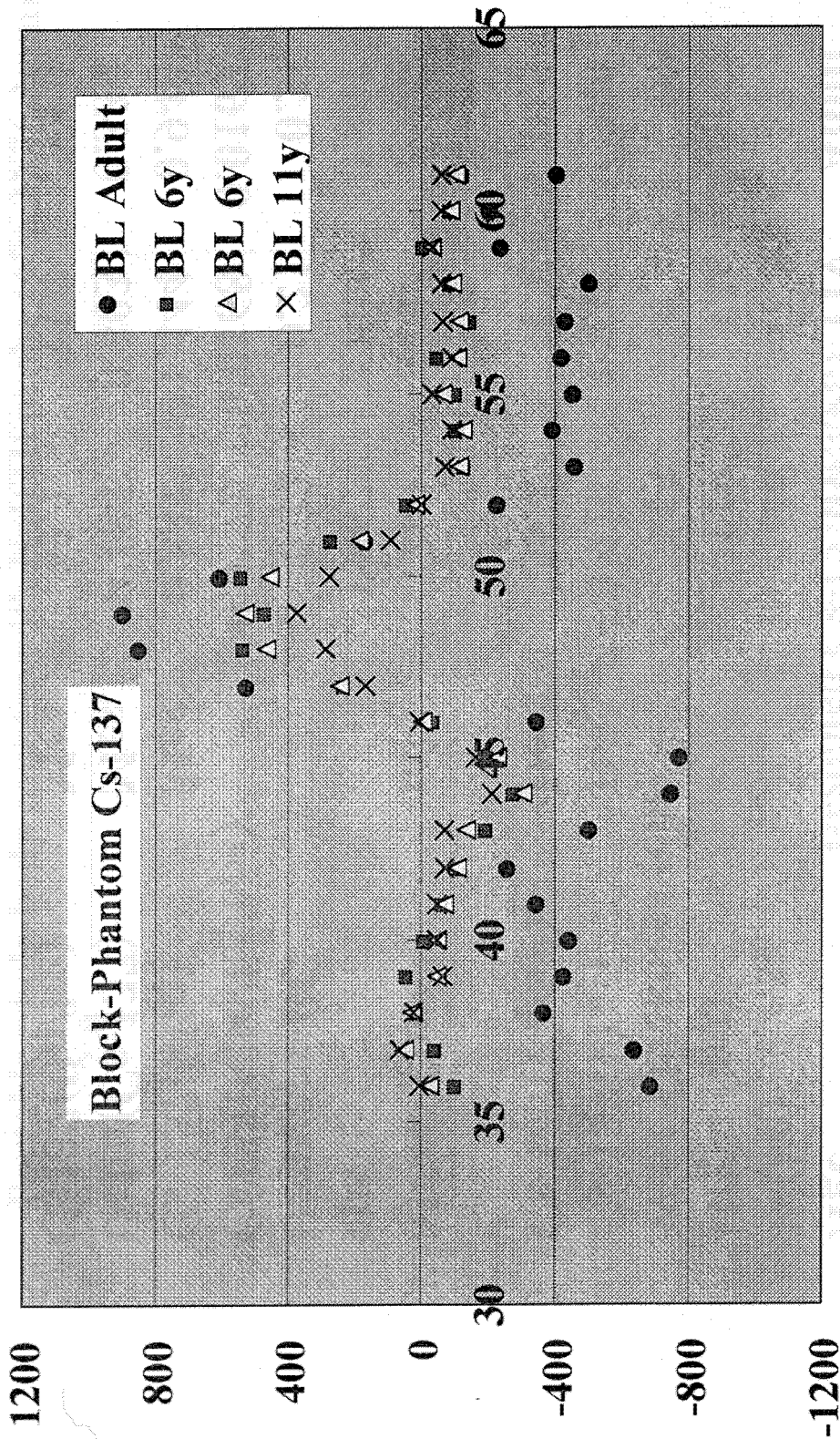


Age 6y

Age 6y



Cs-137 Spectra for Block Phantom - BG



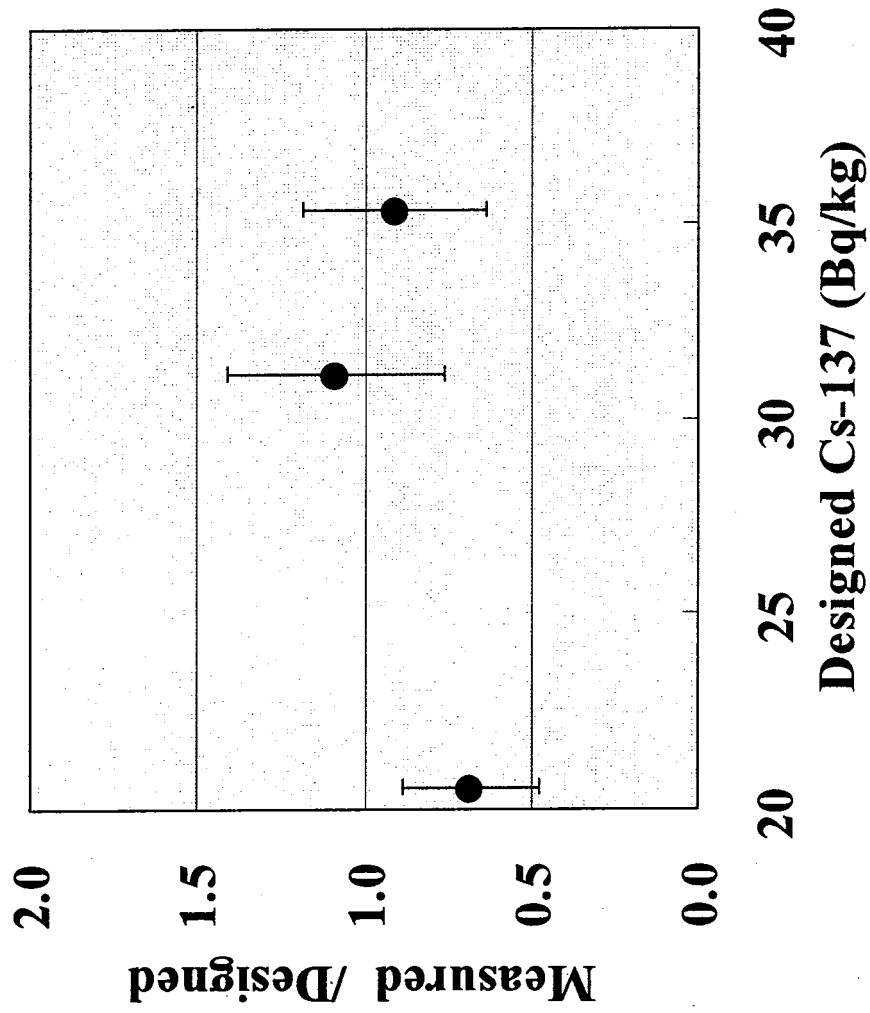
Ch

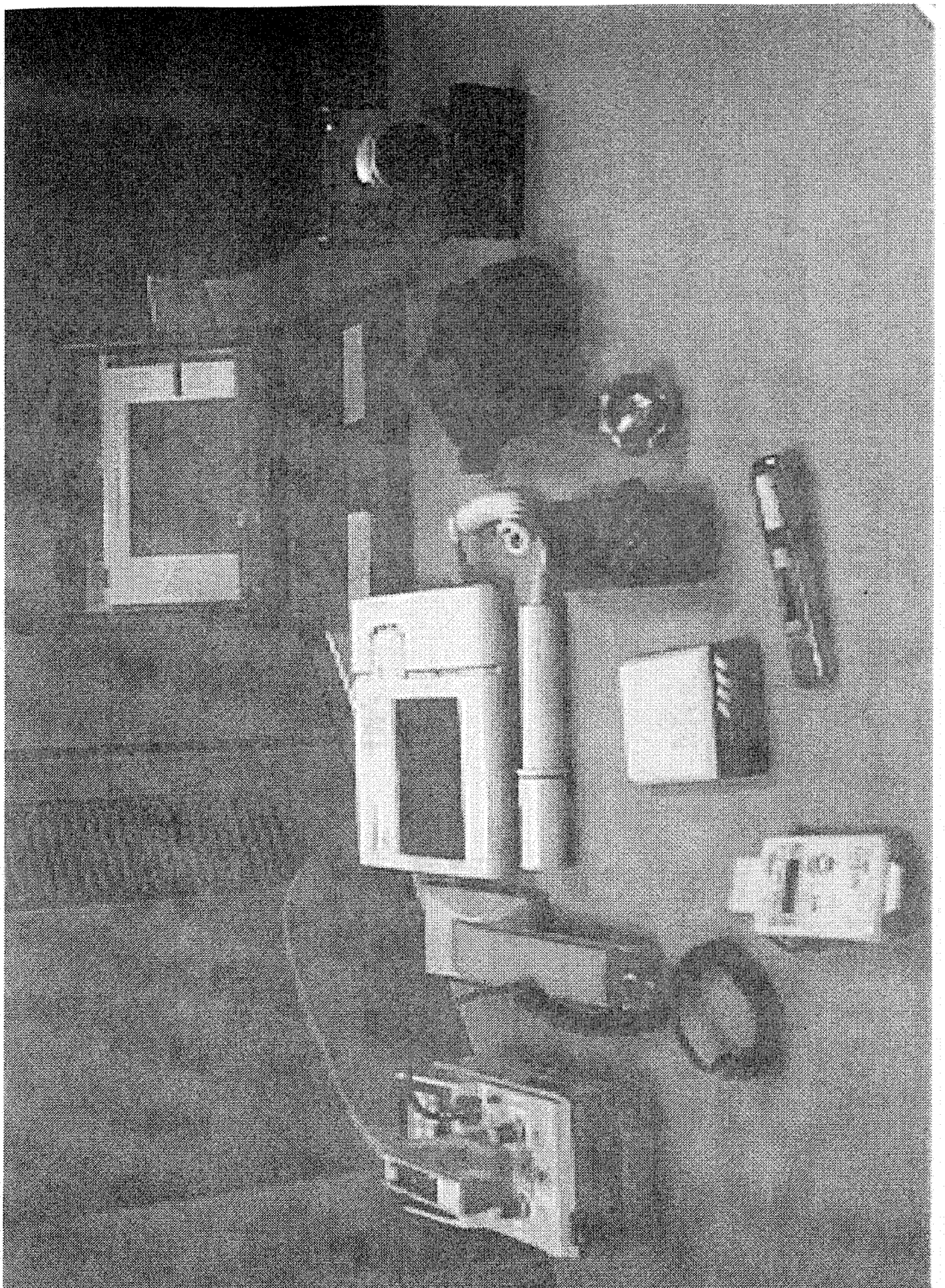
V06

Results of Test

	Block Phantom		
	6y	11y	Adult
Age			
W(kg)	26	42.8	67.2
Hight (cm)	119	146	162
West Thickness (cm)	15	17.5	20
Cs-137(kBq)	Des. 0.920	1.333	1.380
Cs-137(Bq/kg)	Des. 35.4	31.1	20.5
Meas. Time	1200	1200	3600
cps	1.867	2.004	0.861
Dcps/cps-BG	0.22	0.21	0.36
Cs137(kBq/kg/cps)	0.0172	0.0168	0.0163
Cs-137(kBq)	Mes. 0.837	1.444	0.940
Delta(Cs-137)	Mes. 0.184	0.303	0.339
Cs137(Bq/kg)	Mes. 32.2	33.7	14.0
Cs-137(Mes./Des.)	0.910	1.083	0.681

**Test Measurements on Block Phantom
for
Portable whole-body counter with NaI(Tl) probe (ϕ 76.2X76.2mm)**





Boğaz Ağızlı (kg)

100

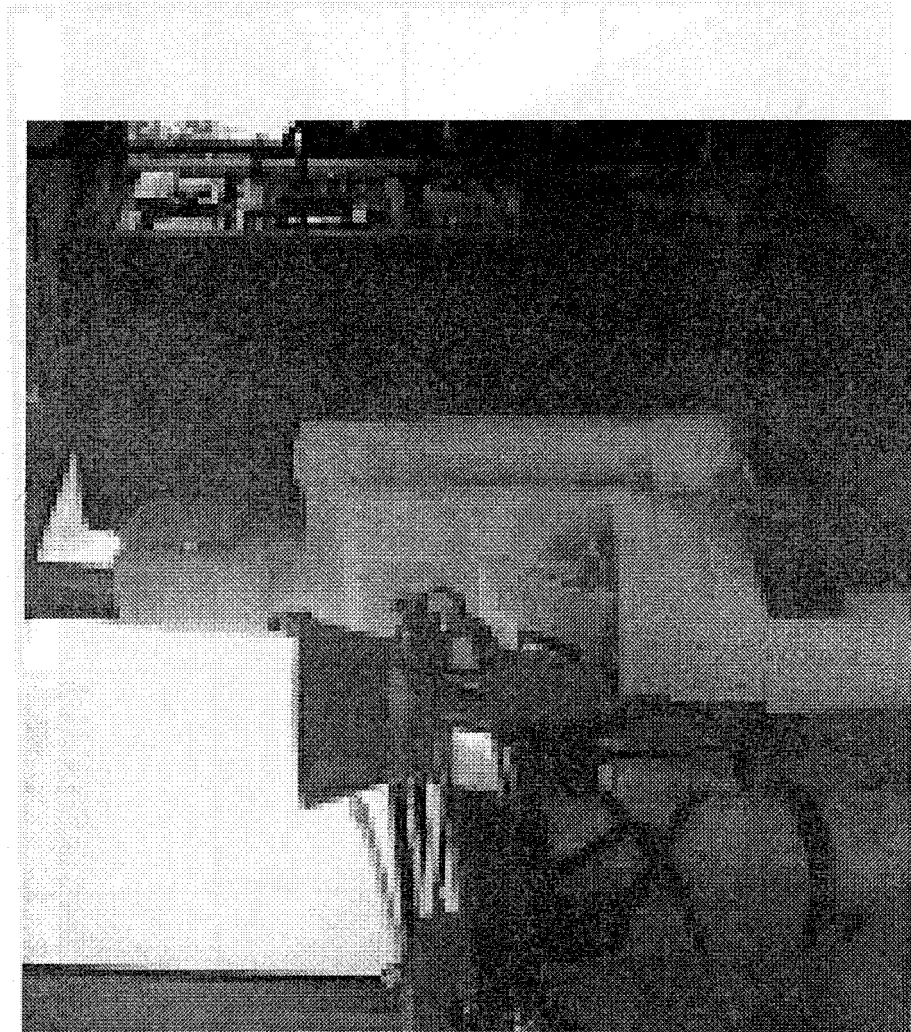
80

60

40

20

0



0.25

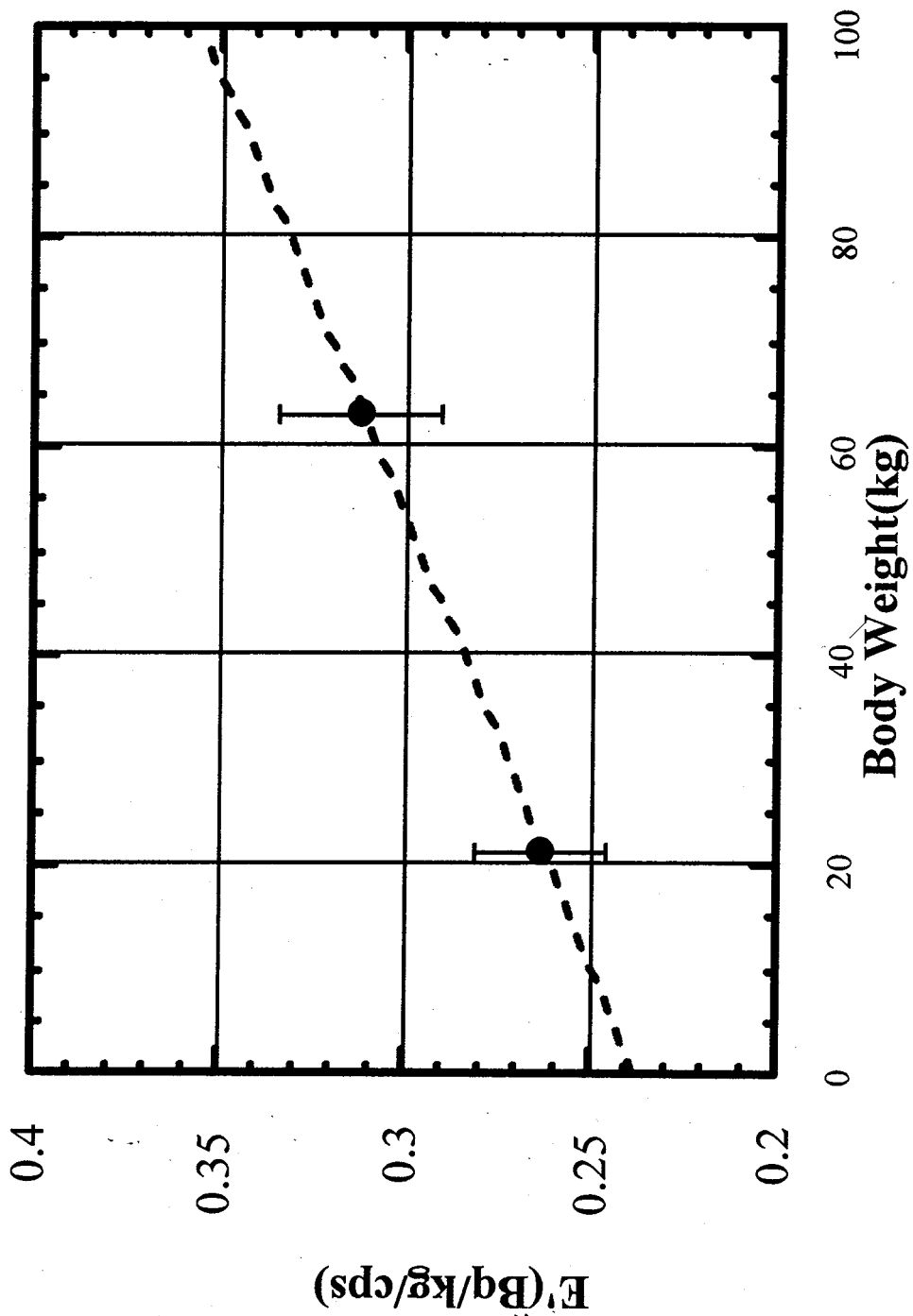
K. (Bd) (F8) (cha)

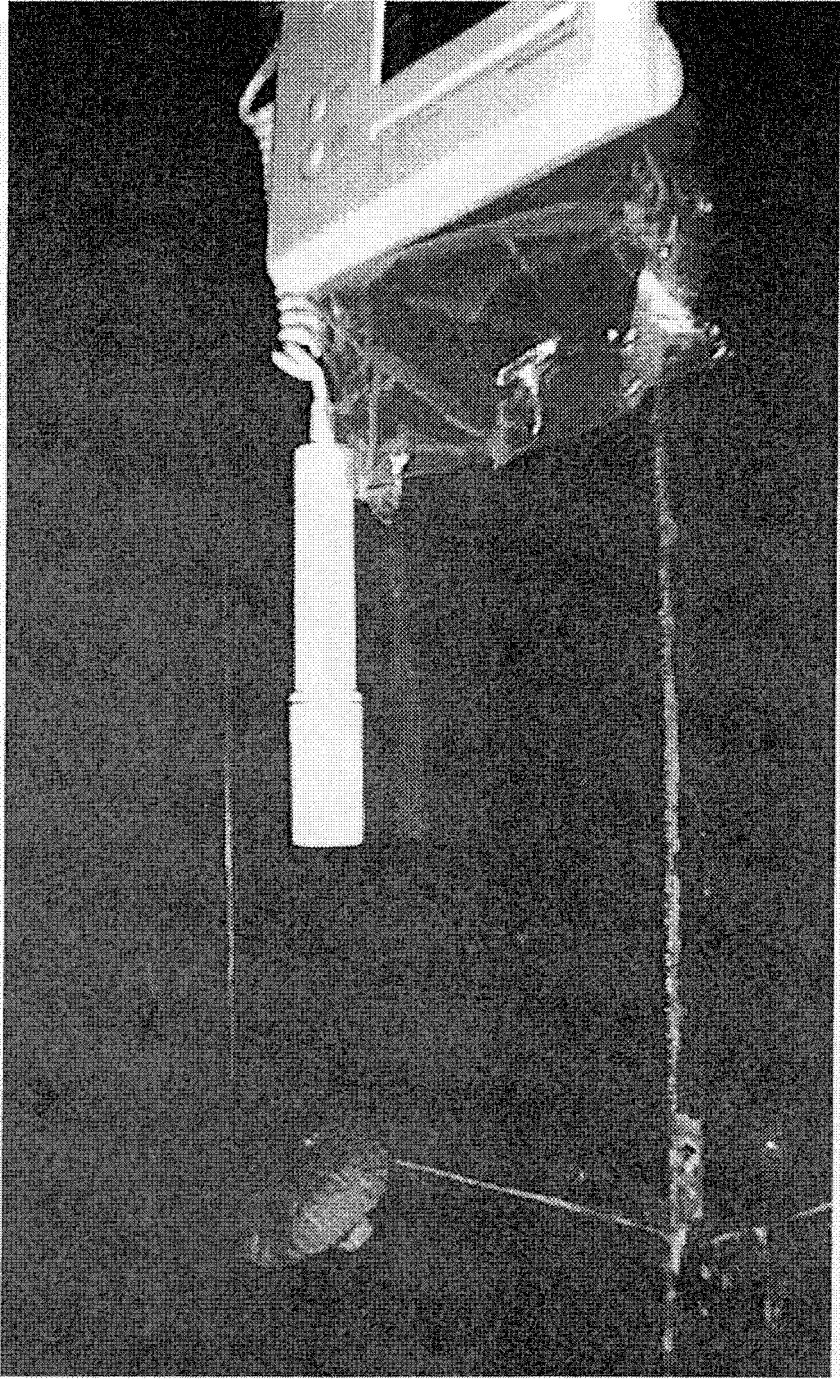
100 + 100 + 100 = 300

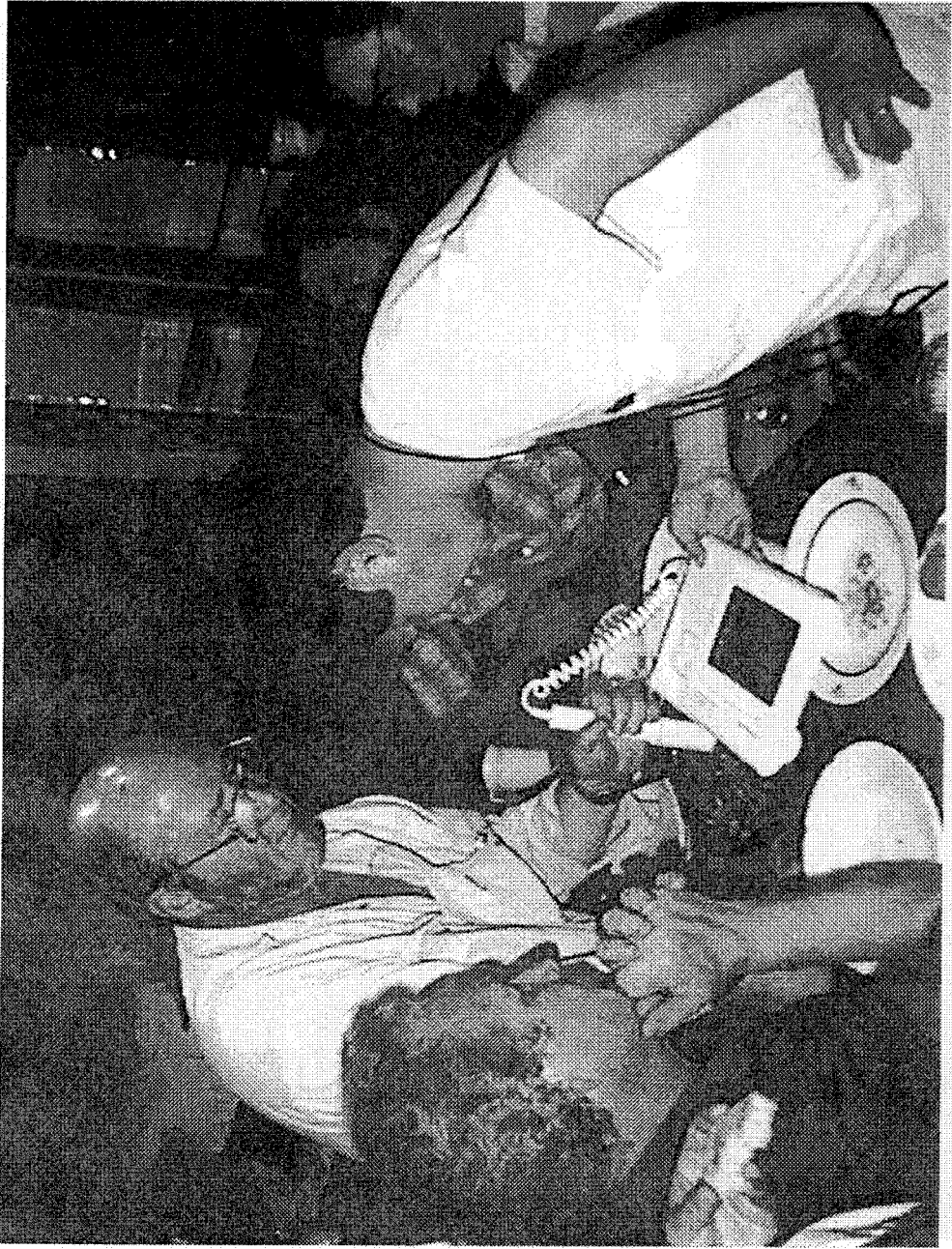
100 + 100 + 100 = 300

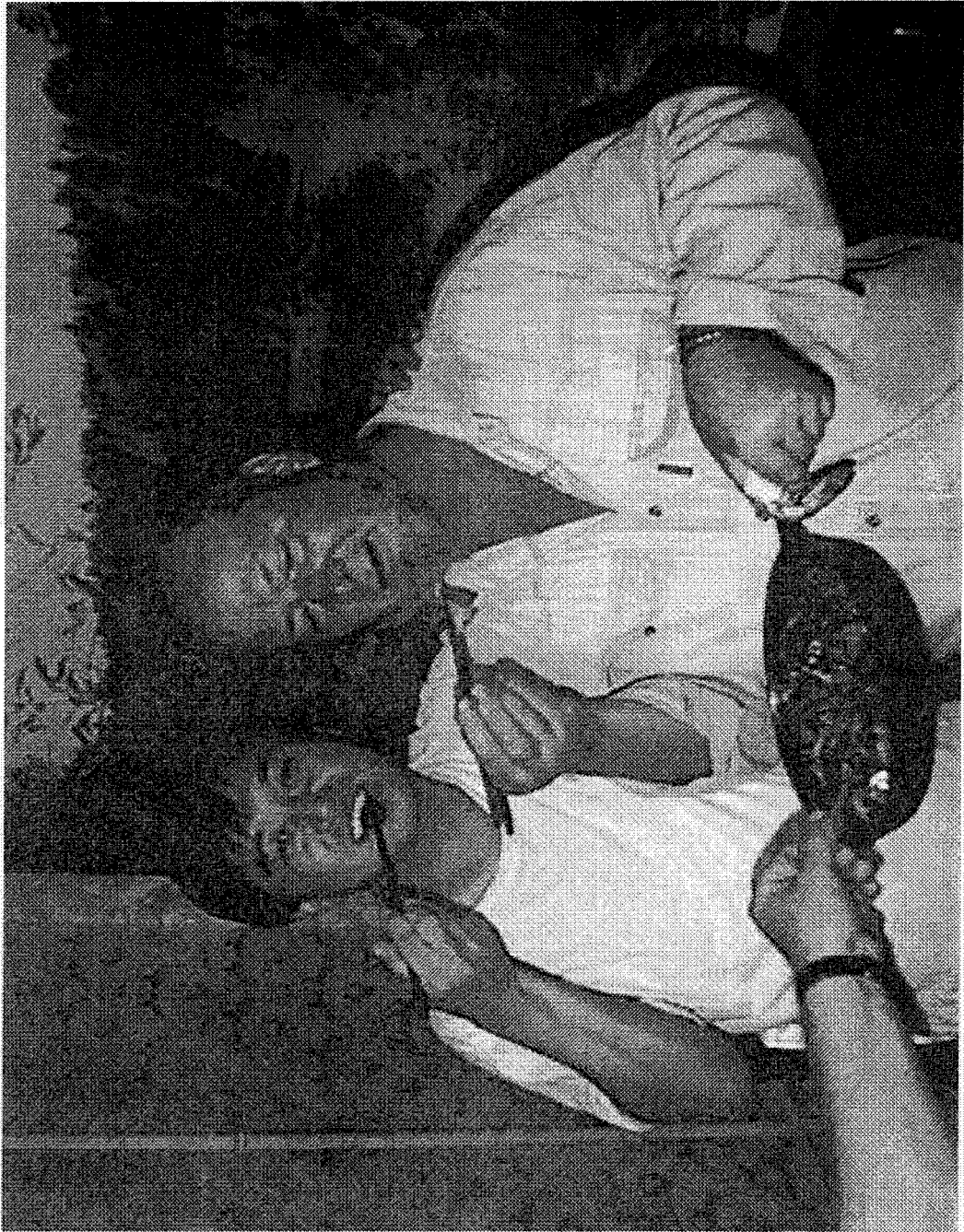
$\phi 25 \times 50 \text{ mm } N_{\alpha} I(TL) 7^{\circ} 0-7^{\circ}$

$$E' = 0.238 + 0.00118BW$$









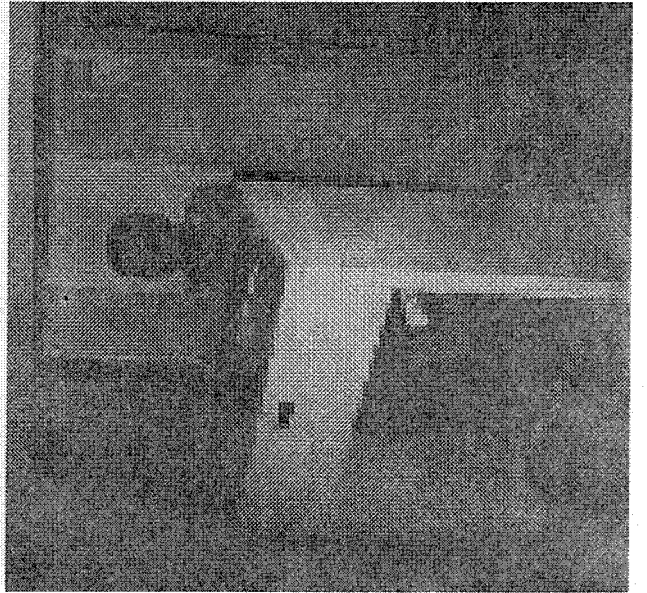
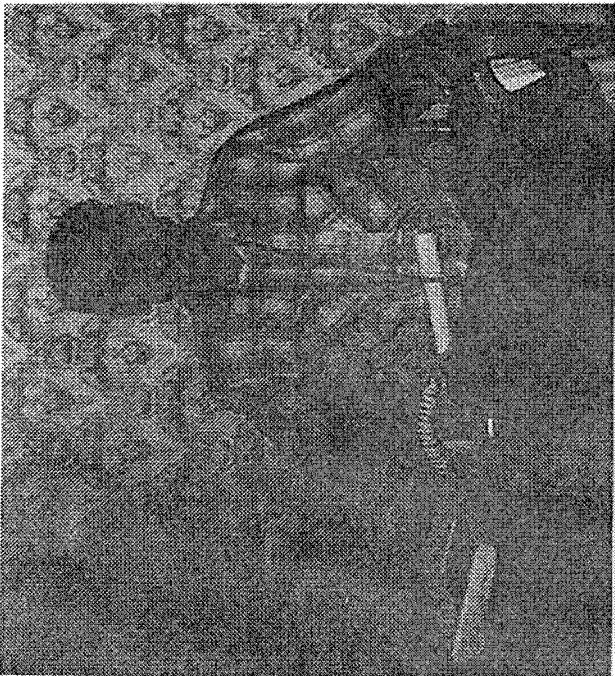
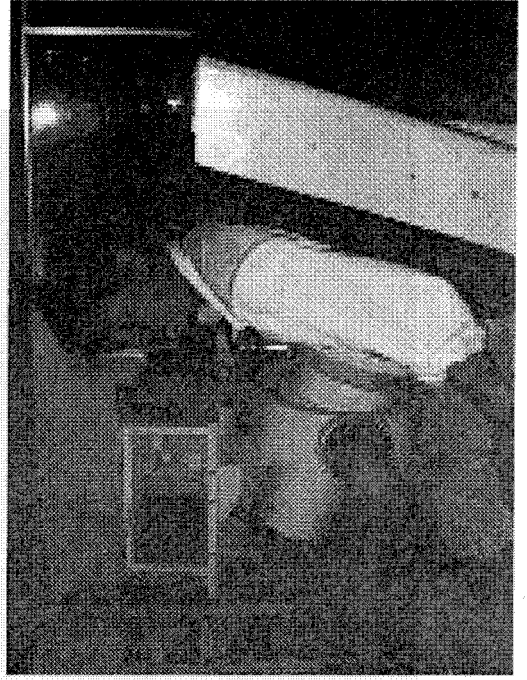
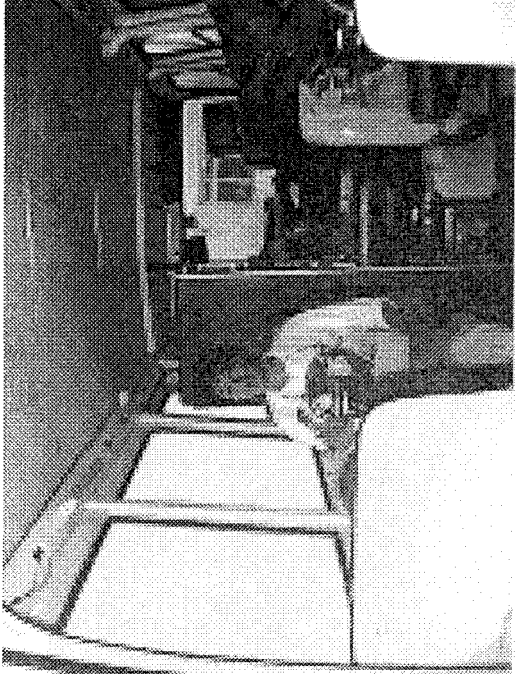


Table 1. Intercomparison of whole-body counting

Mr A	
	p-HU / s-Sasakawa
Cs-137 (kBq)	10.7 +- 0.8 10.3 +- 0.9
Cs-137 (relative)	1.05 1.00

Phantom	
	p-HU s-HU
Cs-137 (kBq)	2.8 +- 0.6 2.91 +- 0.11
Cs-137 (relative)	0.96 1.00

p-HU	Portable Spectrometer of Hiroshima University
s-HU	Spectrometer in Hiroshima University
s-Sasakawa	Spectrometer in Kinsty Sasakawa Center

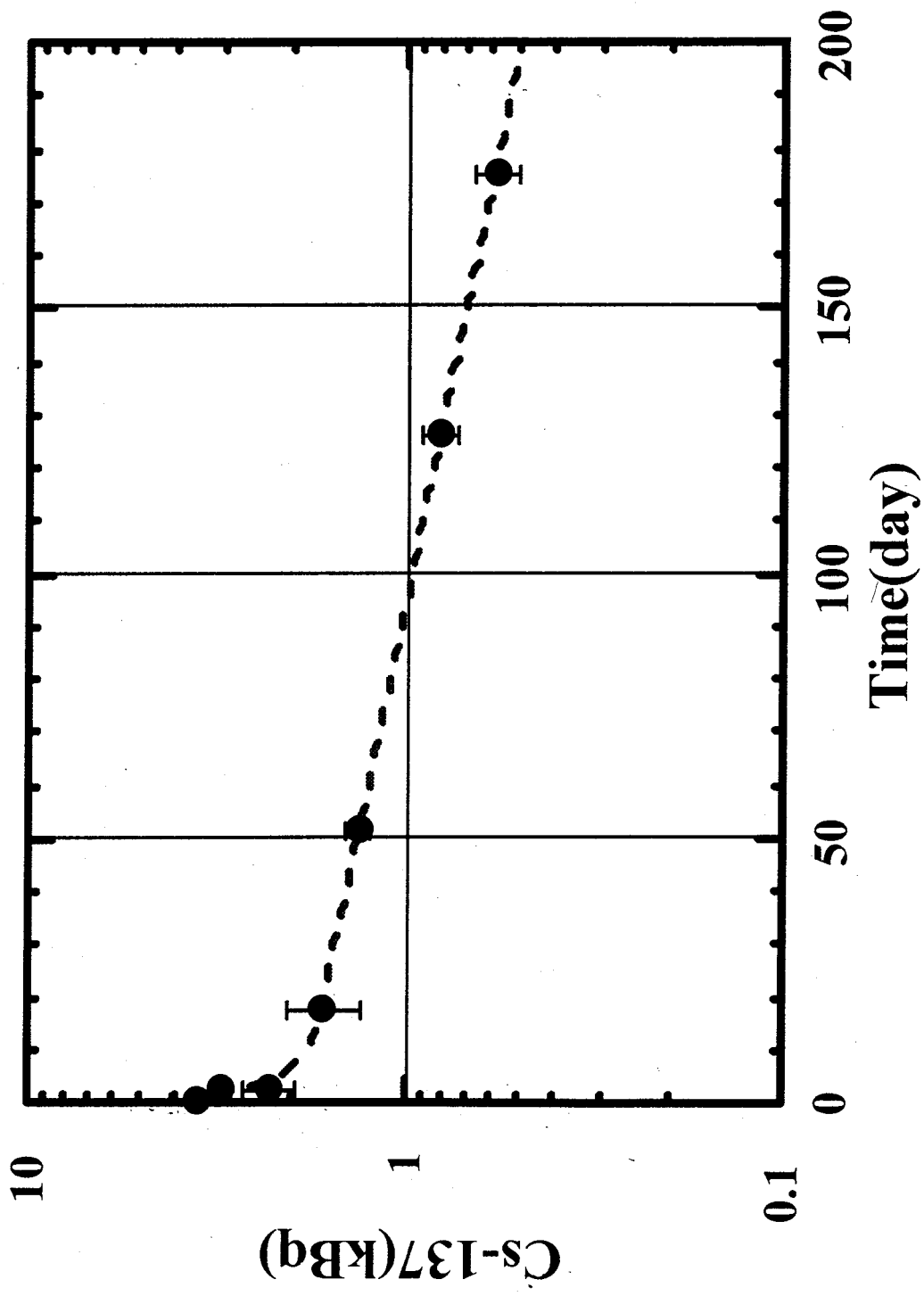


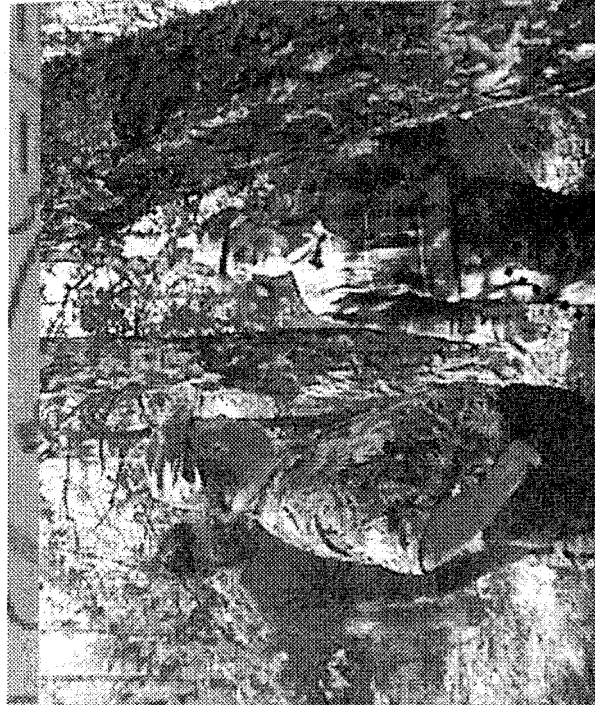
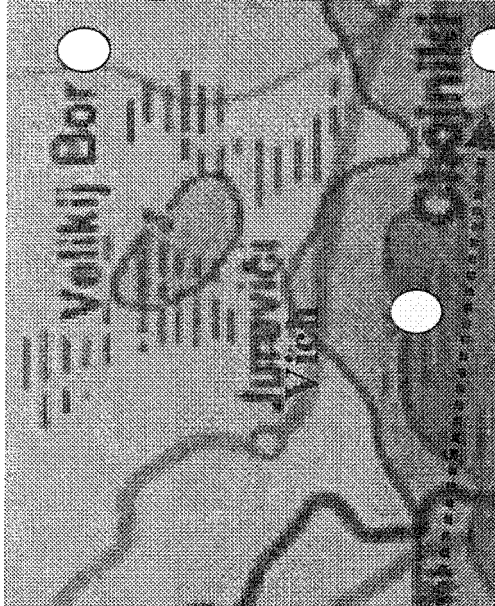
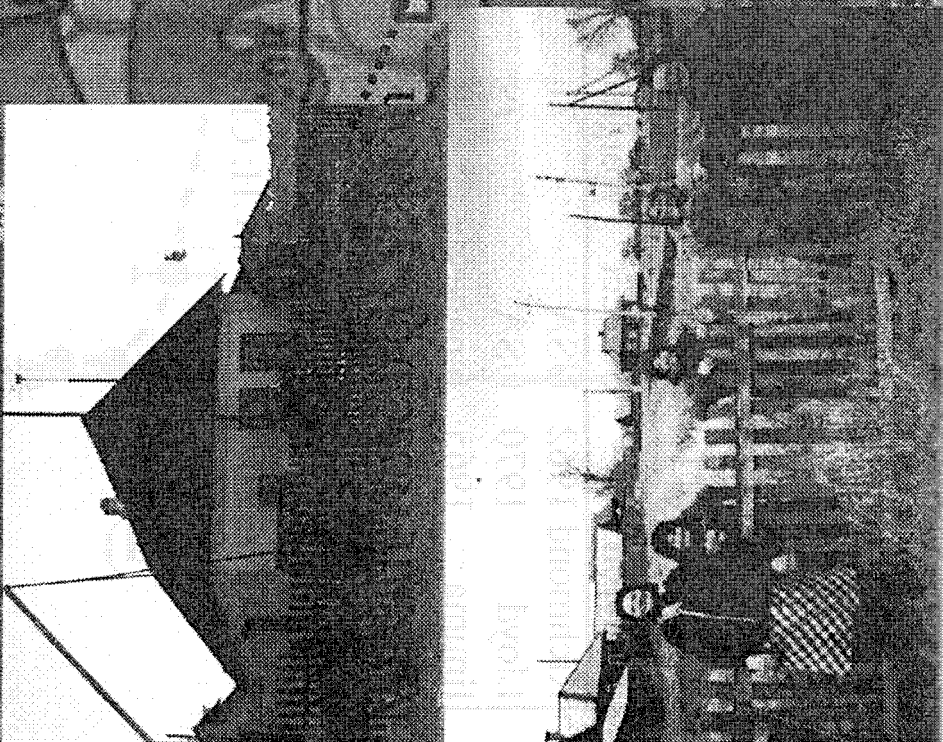
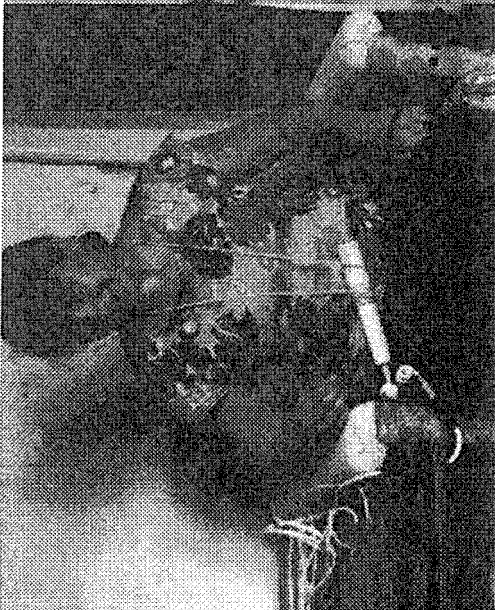
Table 2 Reported Values of Cesium Metabolism

Research	Subject	Weight (kg)	Source	Material	a1	T1(d)	a2	T2(d)
Richmond 1962	USA	71	AR Cs-134,137	UN	0.13	1.4	0.87	134
Lloyd 1970	USA	79	AR Cs-137	UN	0.08	1.5	0.92	140
Iinuma 1965	Japanese	58	AR Cs-132	Chloride	0.11	1.1	0.89	70
Iinuma 1965	Japanese	68	AR Cs-132	Chloride	0.12	1.8	0.88	82
Present 1998	Japanese	67	CH Cs-137	Mushroom	0.49	3.9	0.51	104

AR: Artificial

CH: Chernobyl Accident

UN: Unknown



Malozin

Obchinniki

Valikij Bor

Juravichi Viet

Nizozhita

Drotyki

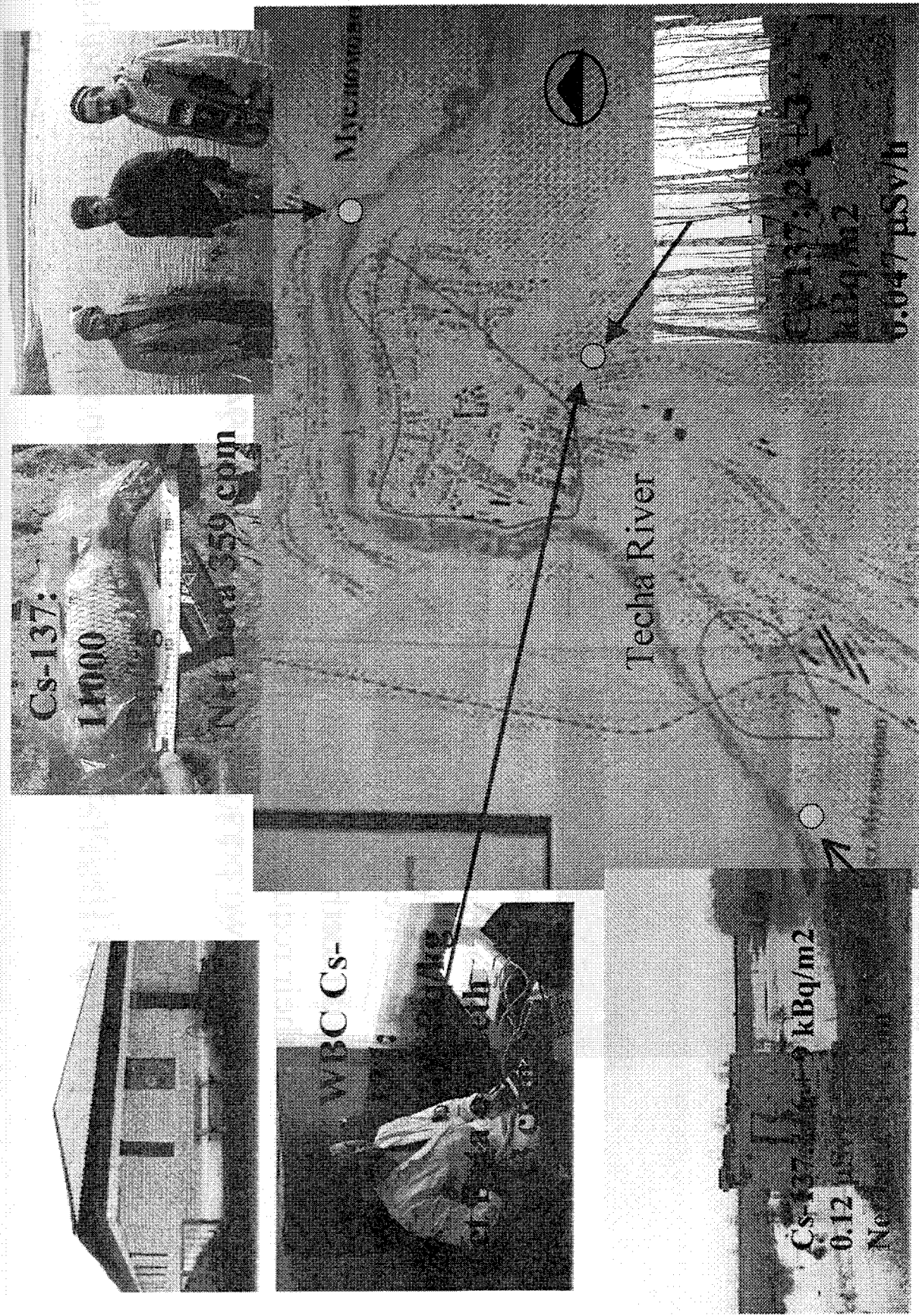
Danzhok

Savio

Derevny

Kombin

Kombin



Average external dose rate was 0.071 $\mu\text{Sv/h}$ between 10:01 and 16:50. Net beta 29 cpm

MUSLYUMOVO (TECHA RIVER 1949-1956)



Photo 1. Beta counting on teeth (left) and WBC of ^{137}Cs

The radiological contamination was localized in the Techa River. The radiation level (Cs-137 of 0.6 MBq/m^2 and Dose rate of $1 \mu\text{Sv/h}$) on floodplain was ten times higher than that on the grass field far from the river edge.

Beta counting on teeth, and forehead were carried out for 9 villagers as volunteer or their request. Remarkable counts of 733 and 467 cpm on teeth were observed for two persons who were bone in 1946 and 1950 respectively.

Body burden of ^{137}Cs for 3 residents was less than detectable limit (20Bq/kg).

Intercomparison of whole body counting

Results (Cs-137) of Hiroshima Univ

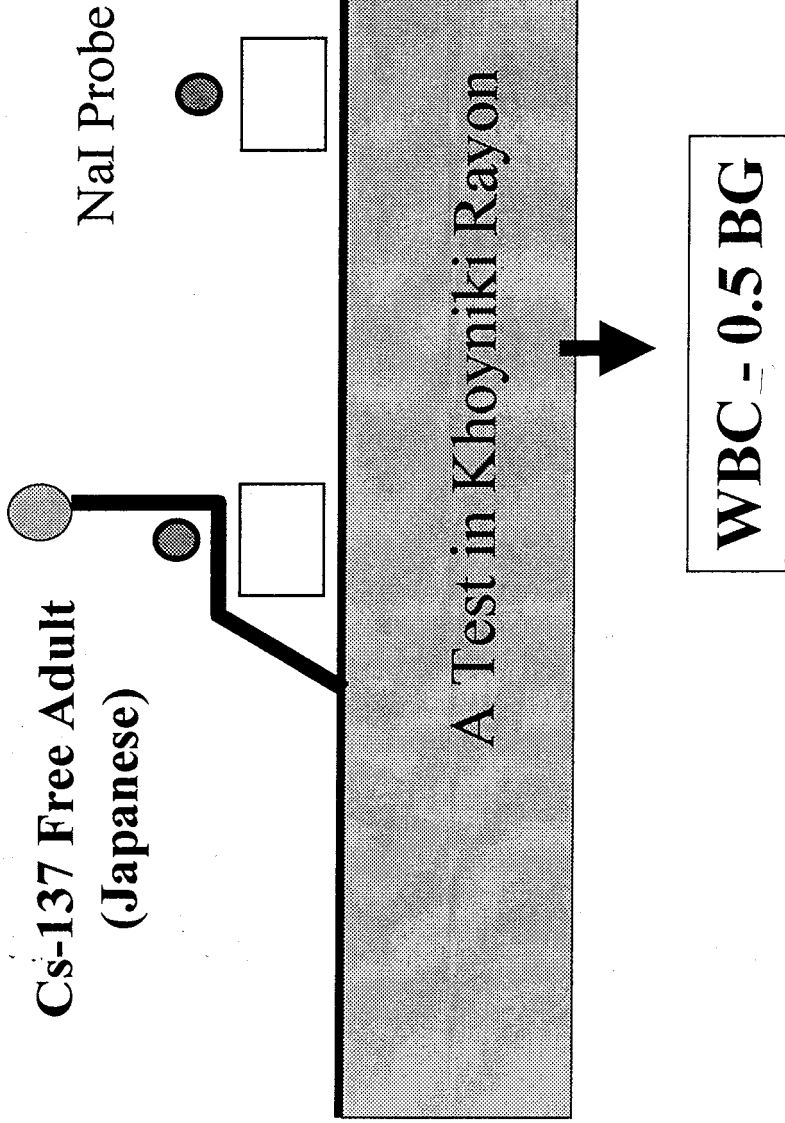
Program	Stationary	Portable
Canada 1993	0.95	-
Canada 1996	0.92	-
NIRS 1997	0.97	0.93
NIRS 1998	0.91	1.08

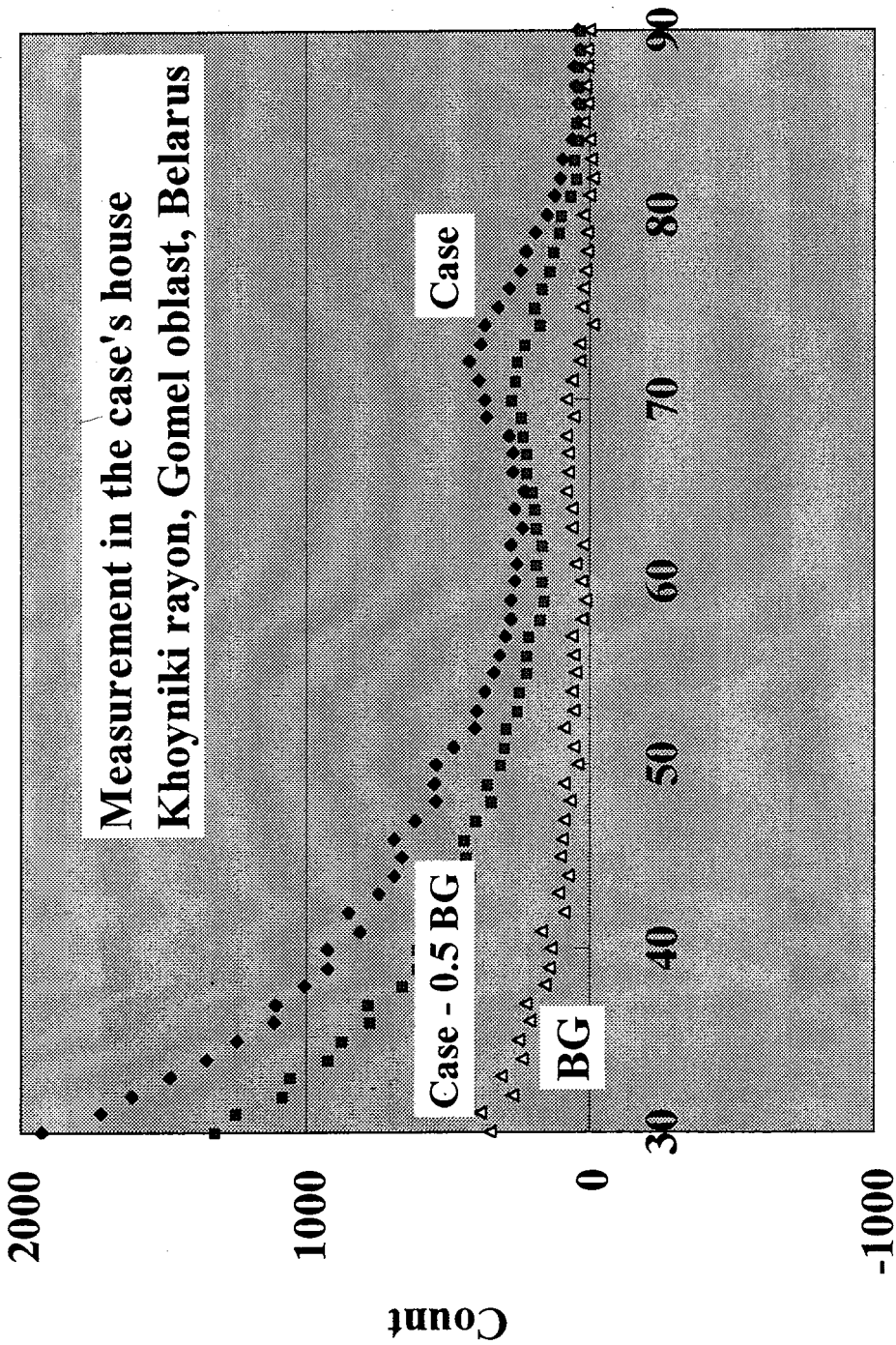
WBC Background in the Contaminated Field

Cs-137 (kBq/m²)

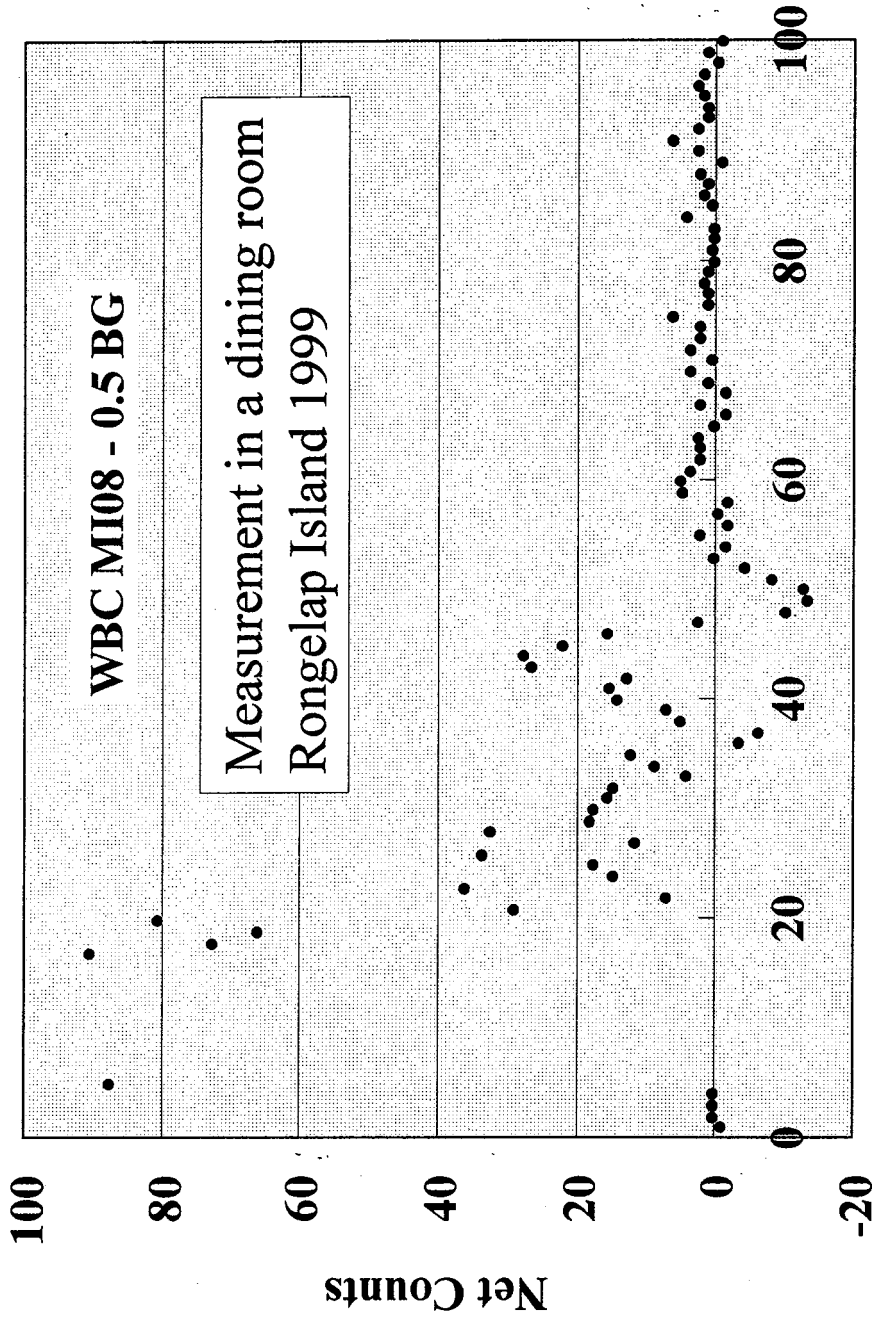
32

63



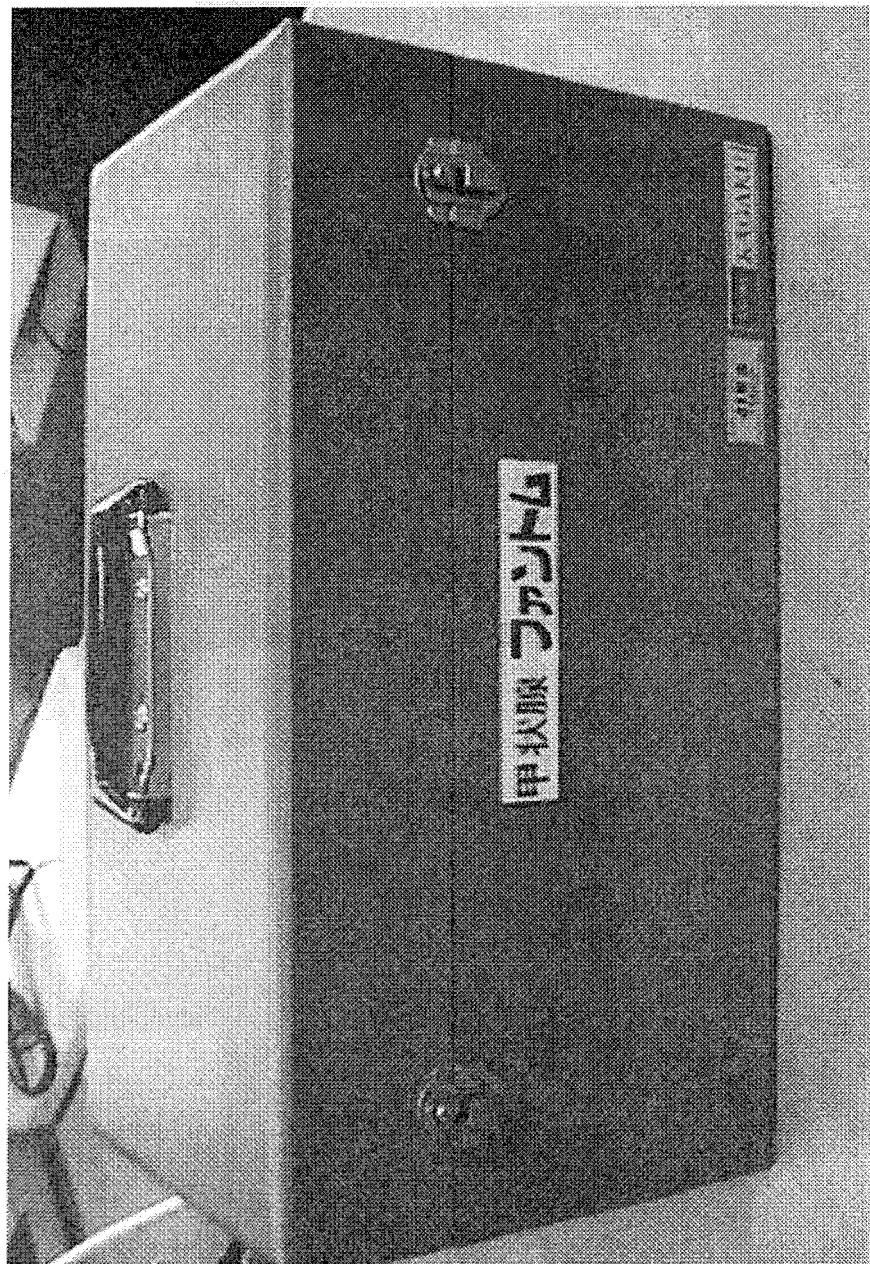


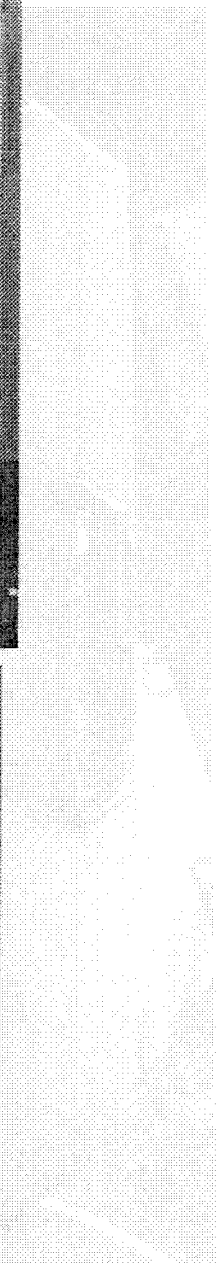
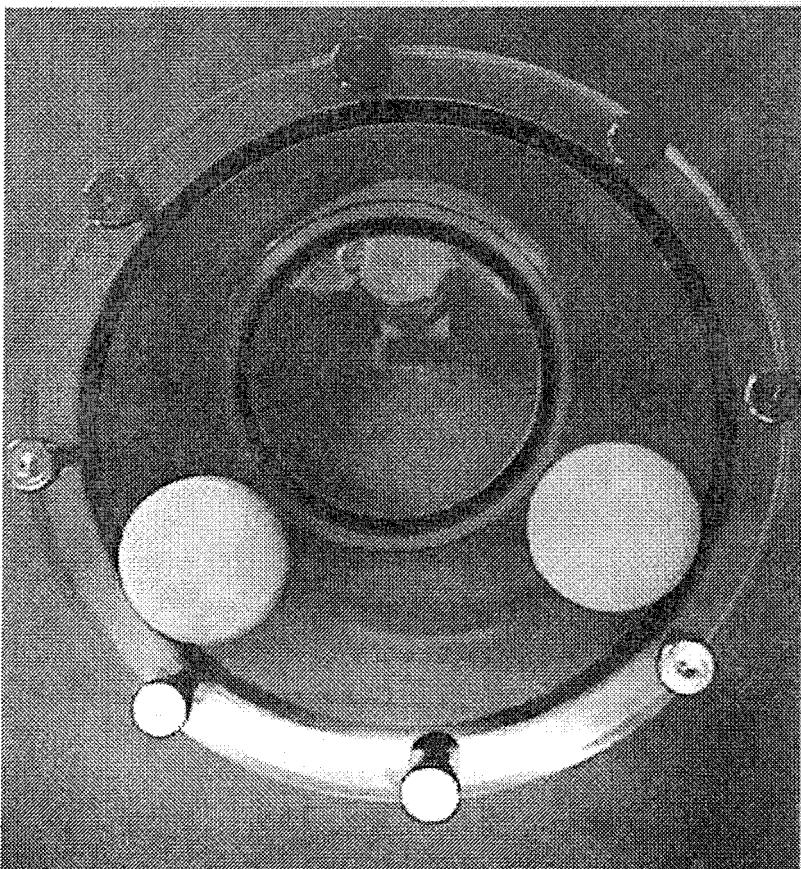
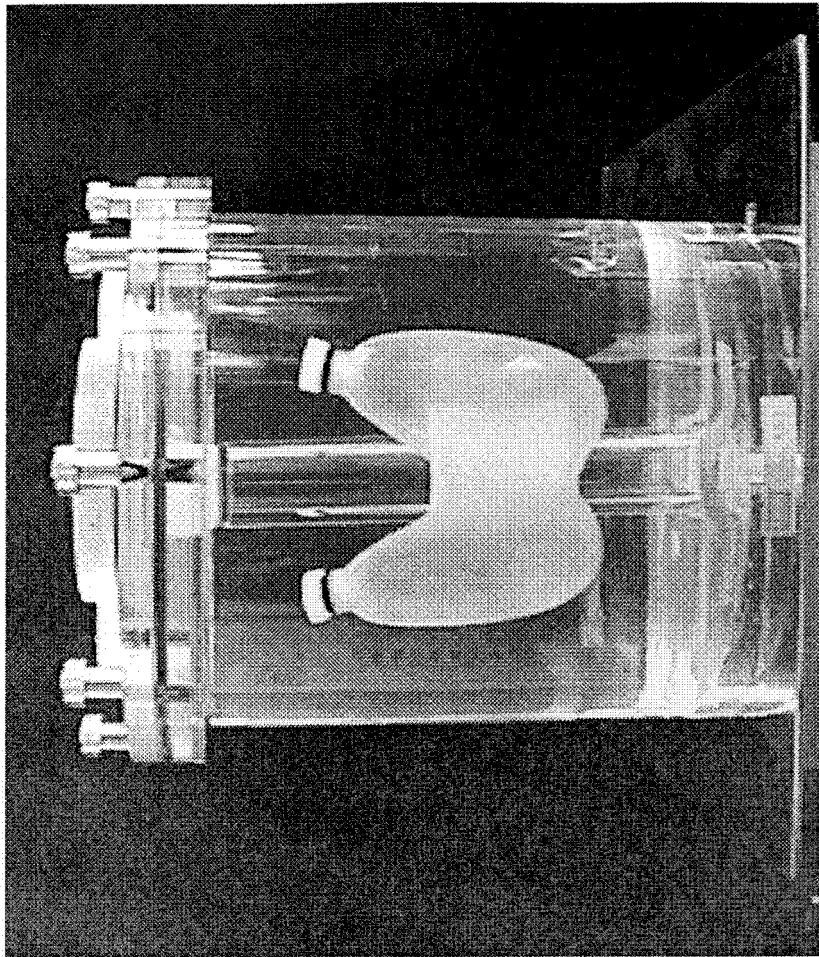
Ch



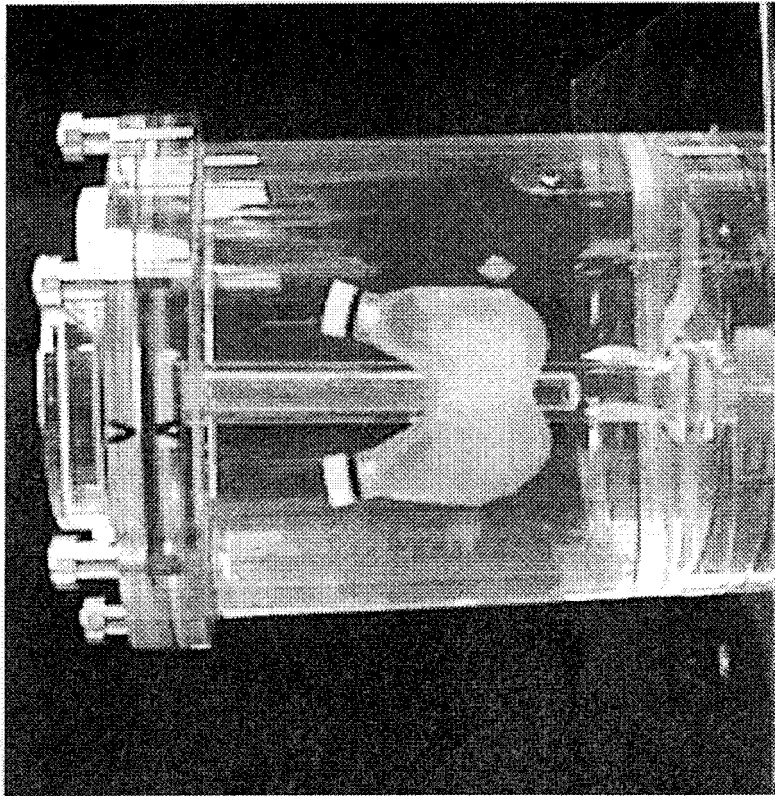
Ch

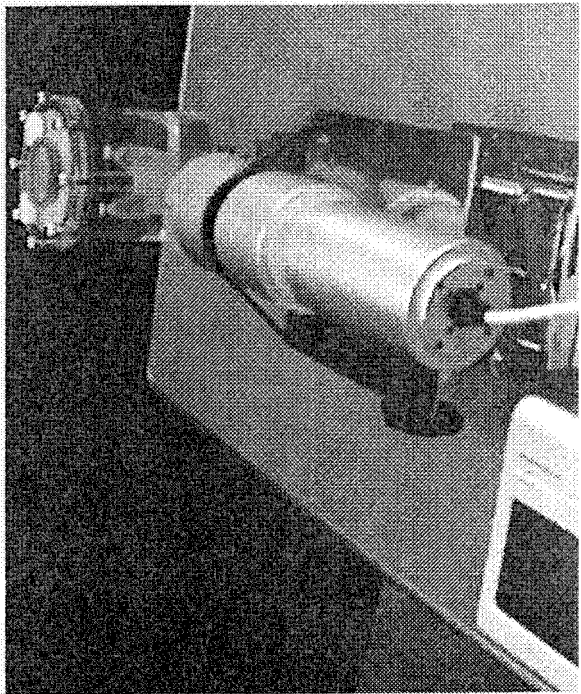
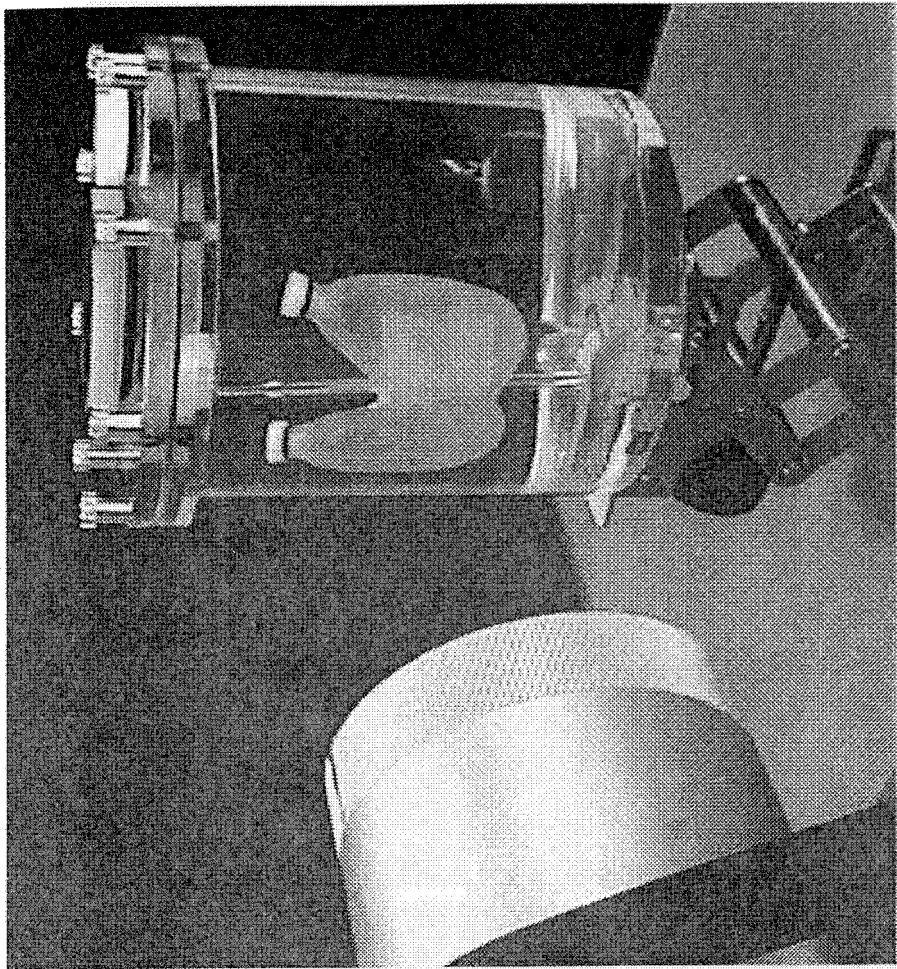
NIRS 甲状腺ファントム

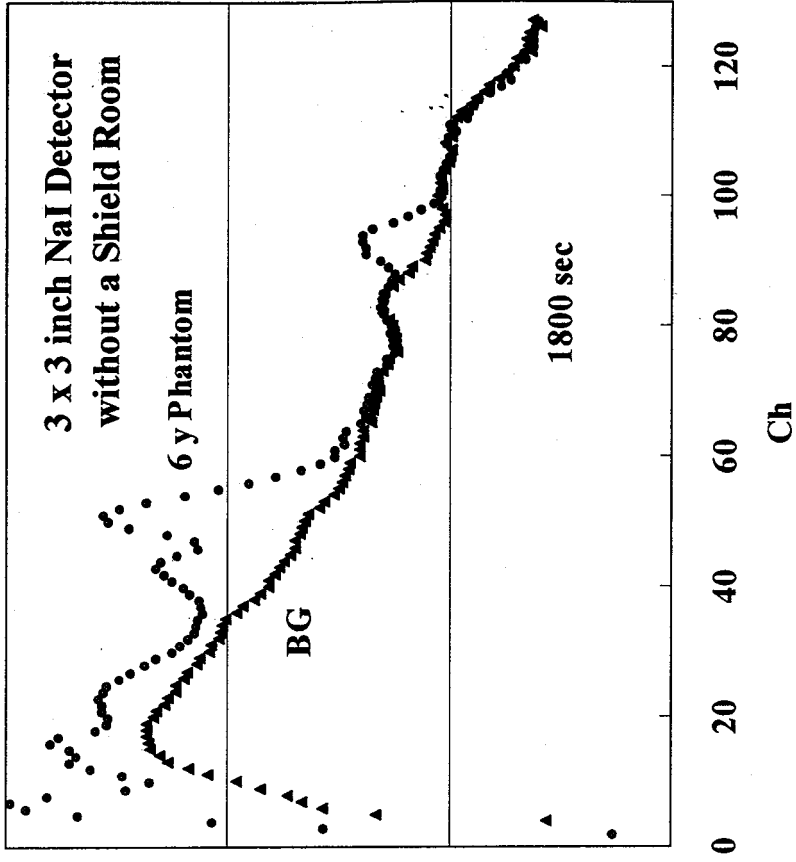
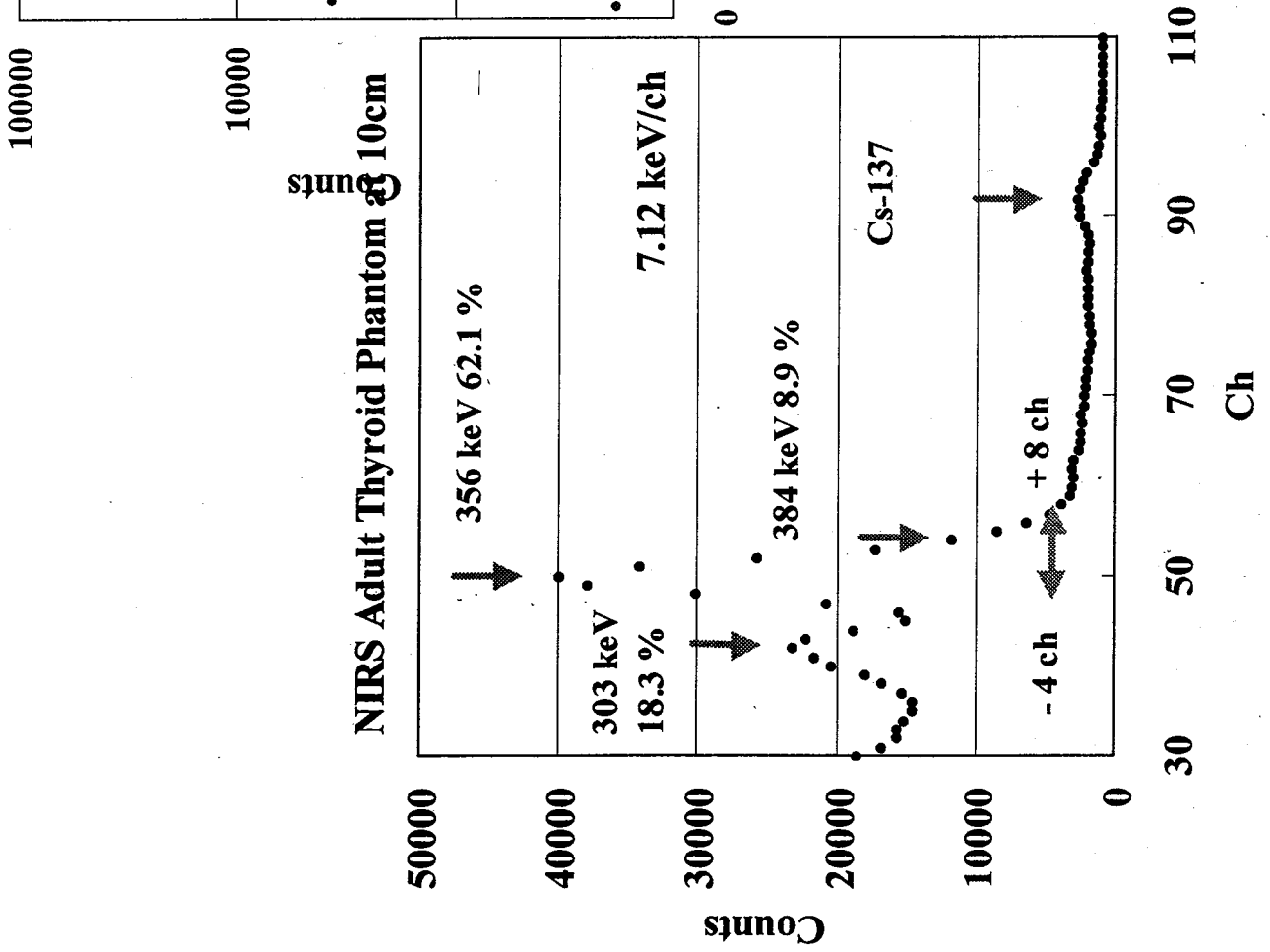




△トクヤク製鉄中291W







校正 NIRS 甲状腺ファントム ポータブル 3x3 インチ NaI 検出器

成人	Net Count	133.6 cps	Ba-133 gamma (%)	17505 Bq
	sigma(%)	0.22		71.0
Ba-133	Bq/cps	131.0	I-131 gamma (%)	81.7
	error(%)	11	Ba/I	0.869
I-131	Bq/cps	113.8		
	error(%)	12		
Z (mm)	50	100	110	90
cps(%)	207.7	100.0	89.3	111.3
X(mm)	0	10	20	30
cps(%)	100.0	99.5	98.9	97.3
Y(mm)	0	10	20	30
%	100.0	97.9	96.9	94.2
			100.8	100.7
deg	0	15	30	-30
	100.0	97	87	97.8

被検者の姿勢による測定誤差を11%と見積もる

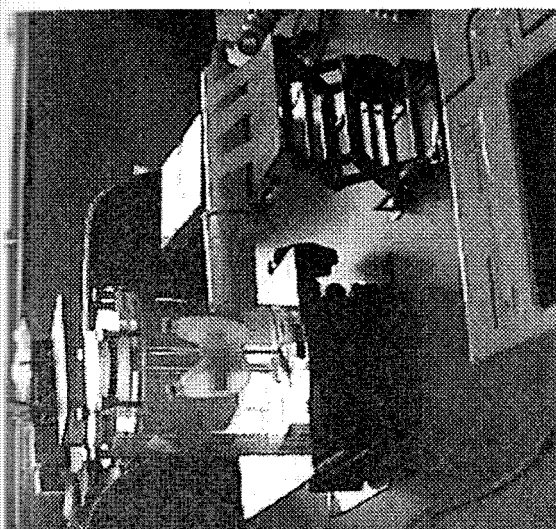
6歳	Net Count	102.8 cps	Ba-133 gamma (%)	13000 Bq
	sigma(%)	0.31		71.0
Ba-133	Bq/cps	126.4	I-131 gamma (%)	81.7
	error(%)	10	Ba/I	0.869
I-131	Bq/cps	109.9		
	error(%)	11		
Z (mm)	100	110	90	
%	100	90	113	
X(mm)	0	10	20	30
%	100.0	99.3	96.7	93.6
Y (mm)	0	10	20	30
%	100.0	97.7	94.5	91.0
			95.4	92.9
deg	0	15	30	-30
%	100.0	92	85	89.0

被検者の姿勢による測定誤差を10%と見積もる

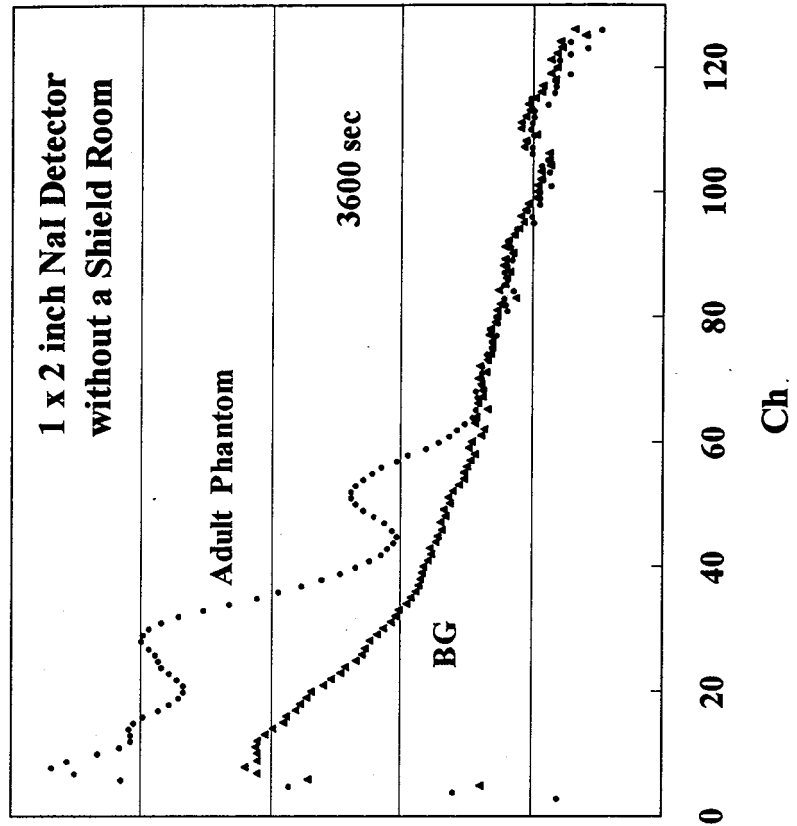
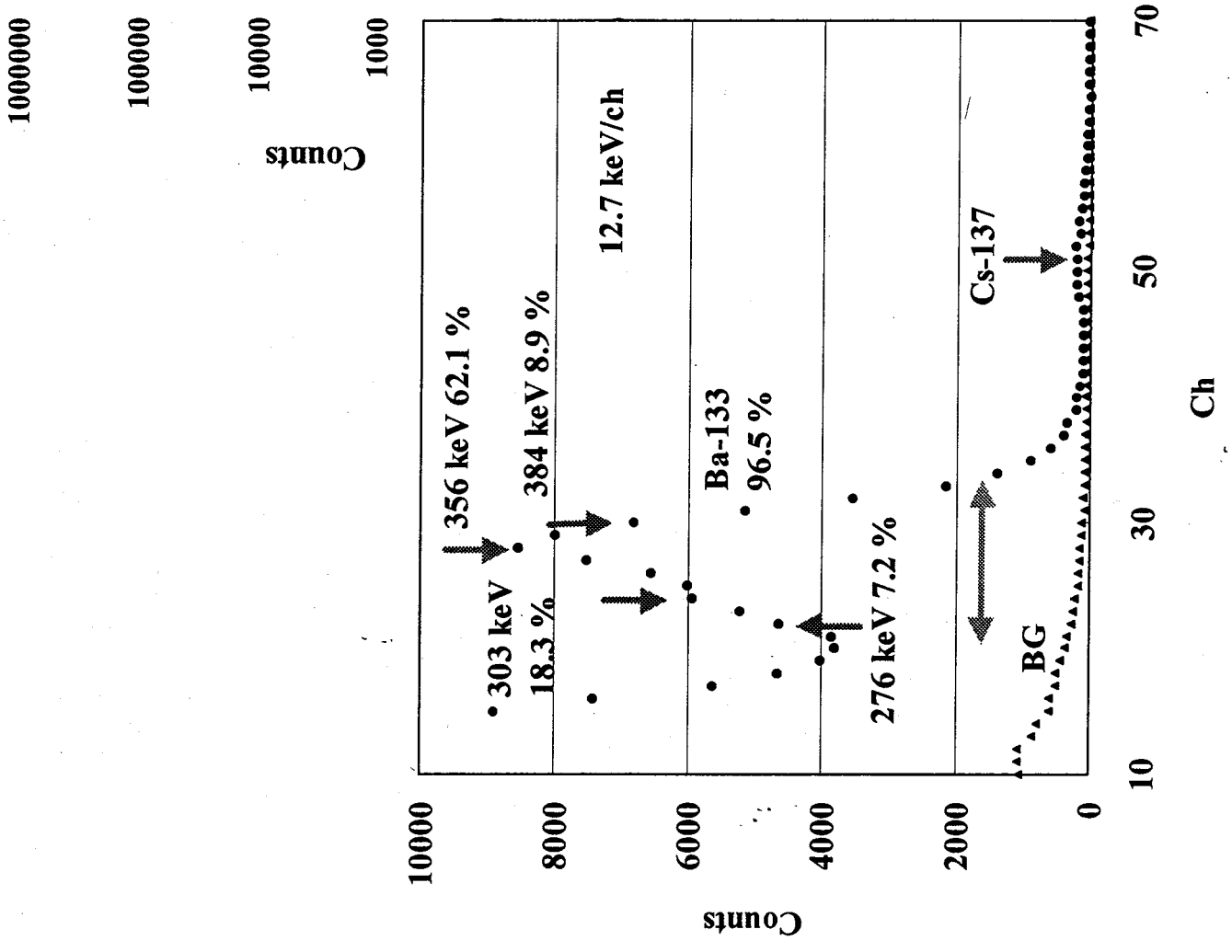
Subject: [Illegible]

Date: [Illegible]

[Illegible text]



[Illegible text]



校正

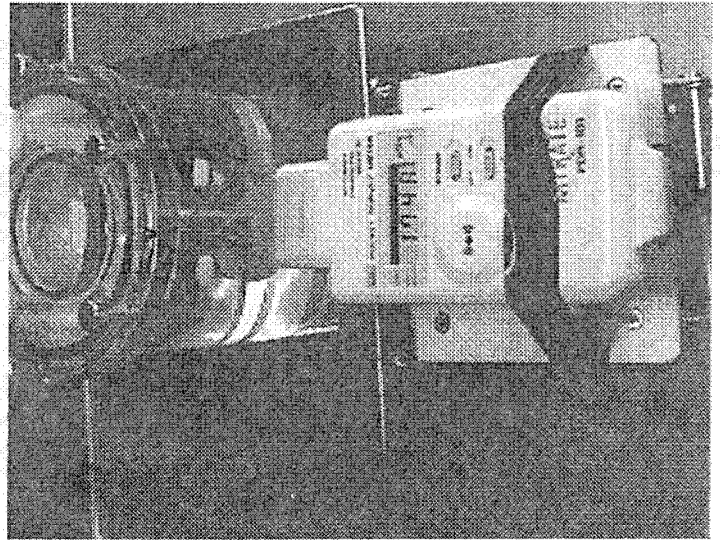
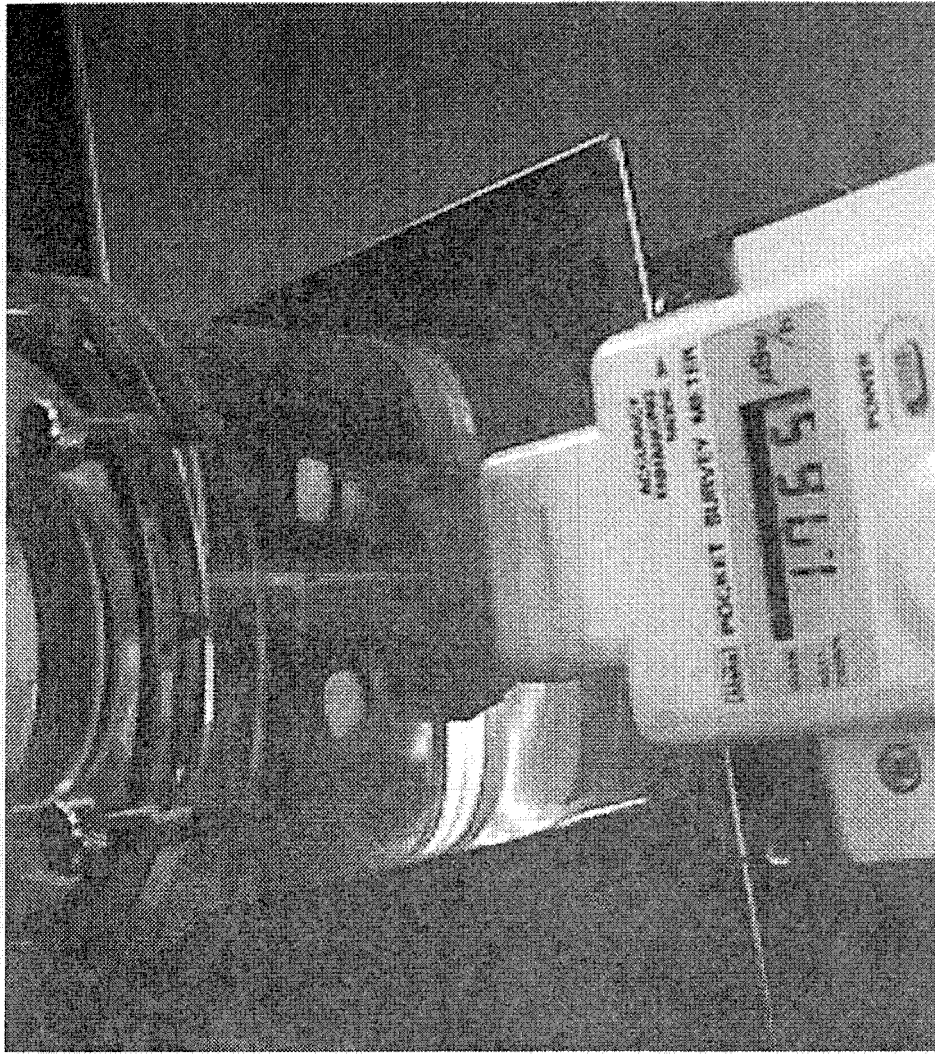
NIRS 甲状腺ファントム ポータブル 1x2 インチ NaI 検出器

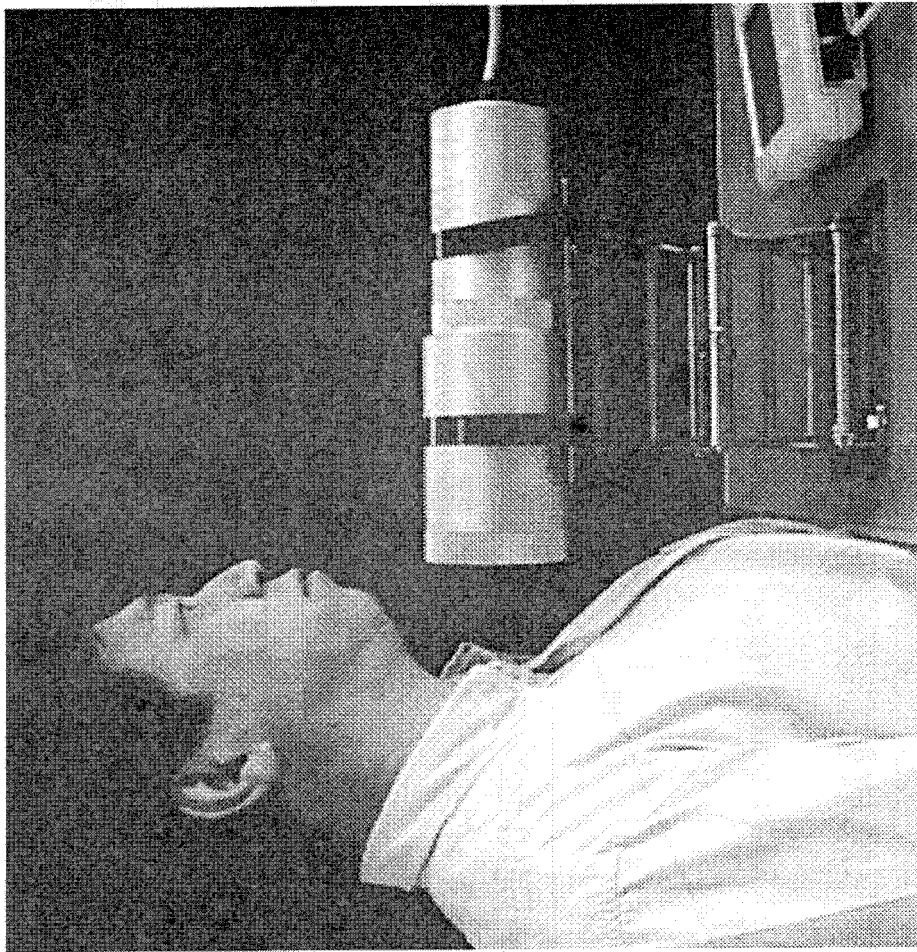
成人	Net Count	254.7 cps	Ba-133 gamma (%)	17502 Bq
Ba-133	sigma(%)	0.37		96.5
	Bq/cps	68.7		
	error(%)	9		
I-131	Bq/cps	81.2	I-131 gamma (%)	81.7
	error(%)	10	Ba/I	1.181
X(mm)	0	10		
cps (%)	100.0	93.6		
		82.3		
				30
				67.5
Y(mm)	0	10		
cps (%)	100.0	90.9		
		82.7		
				30
				77.0
				95.0
				-20
				80.9
				66.9

被検者の姿勢による測定誤差を9%と見積もる

6歳	Net Count	305.1 cps	Ba-133 gamma (%)	13021 Bq
Ba-133	sigma(%)	0.24		96.5
	Bq/cps	42.7		
	error(%)	8		
I-131	Bq/cps	50.4	I-131 gamma (%)	81.7
	error(%)	9	Ba/I	1.181
X(mm)	0	10		
%	100	92		
		79		
				30
				63
Y(mm)	0	10		
%	100.0	98.9		
		86.8		
				-20
				93.8
				78.1

被検者の姿勢による測定誤差を8%と見積もる





藤安正樹の致滅菌療法による口腔炎

甲状腺内I-131放射能測定の校正定数

広島大学原爆放射能医学研究所 国際放射線情報センター

I-131 Bq/cps

成人 6歳

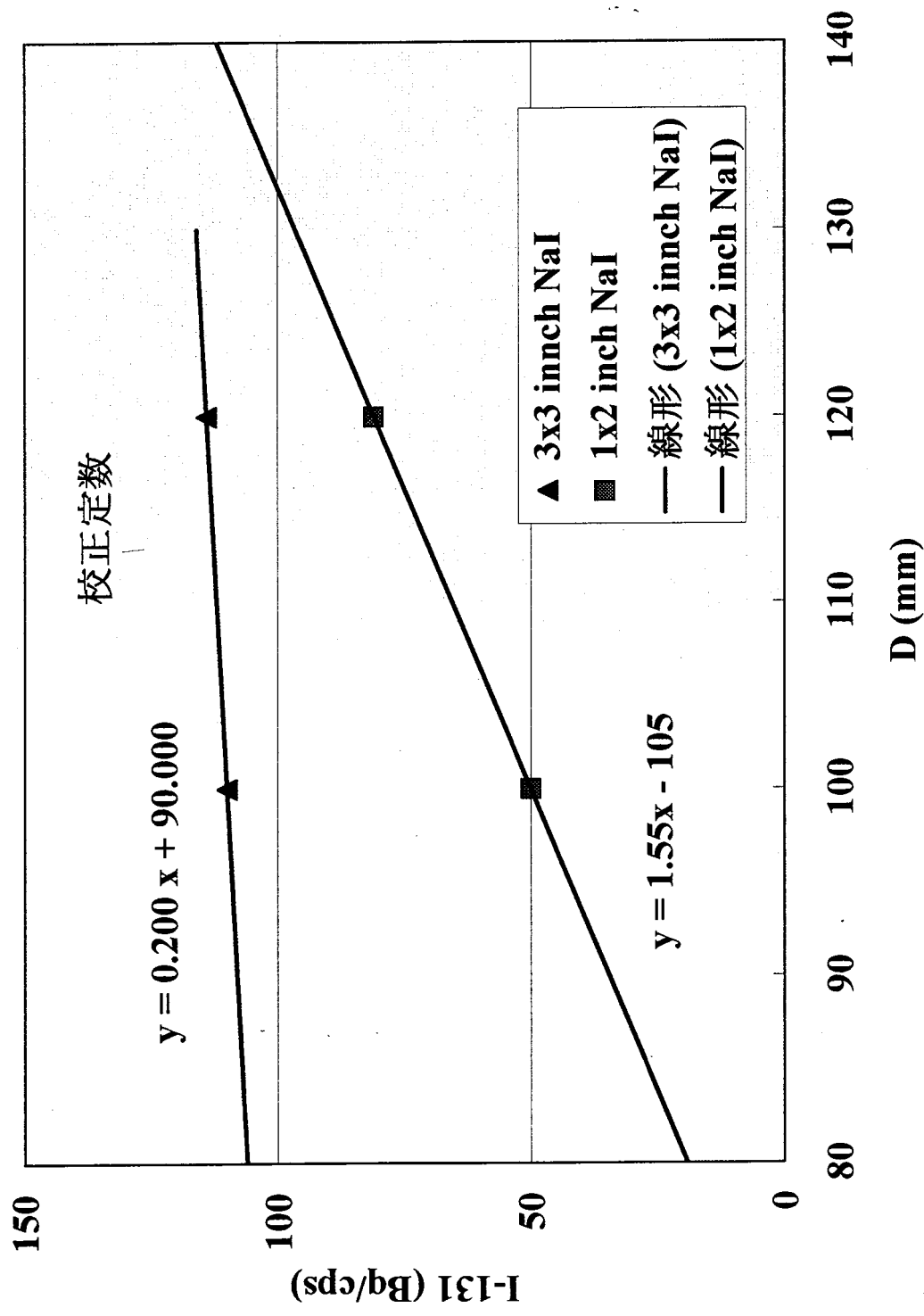
広島大学病院RIセンターWBC装置

8 x 4 インチ NaI 検出器 137 (6) 120 (9)

携帯型 3 x 3 インチ NaI 検出器 114 (12) 110 (11)

携帯型 1 x 2 インチ NaI 検出器 81 (10) 50 (9)

()内の数値は被検者の姿勢のずれによる誤差を含む誤差%



発表論文、その他