

資 料

核医学検査における安全管理等に関する アンケート調査報告 第7報

社団法人 日本アイソトープ協会 医学・薬学部会
核医学イメージング・検査技術専門委員会

Reprinted from
RADIOISOTOPES, Vol.54, No.7
July 2005



Japan Radioisotope Association

<http://www.jrias.or.jp/>

資 料



核医学検査における安全管理等に関する アンケート調査報告 第7報[†]

社団法人 日本アイソトープ協会 医学・薬学部会 核医学イメージング・検査技術専門委員会^{††}

113-8941 東京都文京区本駒込 2-28-45

Key Words : safety control, nuclear medicine instrument, nuclear medicine facility,
questionnaire report

1. はじめに

日本アイソトープ協会医学・薬学部会核医学イメージング・検査技術専門委員会では、核医学検査時の事故発生の実態を把握し、安全を確保することにより被検者が安心できる検査を提供することを目的として、1986年に第1回調査を行って以来3年ごとにアンケートを実施し、

第2回調査(1989)、第3回調査(1992)、第4回調査(1995)、第5回調査(1998)、第6回調査(2001)を経て、今回第7回目の調査を行った。全国の950を超える施設の核医学担当者から、核医学従事者の現状、核医学検査機器の設置状況、核医学検査に関わる人身事故と、重大な機器の故障及び保守・管理の状況などについて回答いただいた。本調査は、核医学検査室における安全管理の調査が大きな目的であるが、過去の資料との比較をも視野に入れ前回と同様、人的資源の詳細とともに、核医学機器の開発・進歩に伴うガンマカメラのSPECTカメラへの移行、PET装置の増設など引き続いて、幅広い実態をつかむことを調査目的とした。

なお、第1回から第4回までの調査は「核医学検査室における機器等の安全管理に関するアンケート調査」、第5回、第6回調査は「核医学の安全管理等に関するアンケート」の名のもとに行われ、第7回調査は「核医学検査における安全管理等に関するアンケート」と改題して行った。

2. 調査の概要

2.1 調査対象と回収率

アンケート調査は核医学検査を実施している全ての医療機関1241施設(前回1216施設、以下()内は特に示さない限り前回のデータ)及び衛生検査所27施設(38施設)、研究機関7

[†] The 7th Questionnaire Report of Safety Control in Nuclear Medicine. Subcommittee for Radionuclide Imaging and Nuclear Medicine Technology, Medical Science and Pharmaceutical Committee, Japan Radioisotope Association : 2-28-45, Honkomagome, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8941, Japan.

^{††} 委員長 利波 紀久 金沢大学大学院
医学系研究科

副委員長 藤田 透 京都大学医学部附属病院
委員 阿部 欣二 参議院議員医務課
飯田 恭人 東京大学医学部附属病院
石原十三夫 群馬県立医療短期大学

名誉教授
福喜多博義 国立がんセンター中央病院
本田 憲業 埼玉医科大学

総合医療センター
松田 博史 埼玉医科大学病院
松平 正道 先端医学薬学研究センター
丸野 広大 虎の門病院
村山 秀雄 放射線医学総合研究所
山田 正人 金沢大学医学部附属病院
渡辺 俊明 公立昭和病院

施設の計1275施設(1254施設)を対象とし、2004年4月にアンケート用紙を発送し、同年7月末に回収した。対象とした調査期間は、2001年4月1日から2004年3月31日までの3年間である。アンケートの回収率は表1に示すとおり、医療機関77.3%(86.5%)、衛生検査所74.1%(76.3%)、研究機関71.4%、全体で77.2%(86.2%)であった。なお、今回から調査対象施設の区分に新たに研究機関施設欄を設けた。臨床機関と区分することにより各施設間のより詳細な現況を示すこととした。

2.2 アンケート調査項目

今回のアンケート項目についても前回同様、核医学検査の背景調査を含めて、(1)核医学従事者に関すること(性別、年齢、経験年数、業務内容、業務形態、資格等)、(2)核医学機器に関すること(機器の種類、台数等)、(3)核医学検査室内で発生した事故等、(4)事故につながると懸念される事項、(5)安全管理についての改善措置、(6)核医学機器・装置の重大な故障・破損、(7)機器メーカーに対する要望・その他について質問した。前回からアンケート記入者の電子メールアドレス記入欄と、核医学検査従事者の資格等欄に医師、薬剤師項目を付加した。今回はこの3年間にPET装置の新設又は増設を行った施設が全国的に顕著であったことから新たに開発されたPET/CT装置と付属機器の医療用サイクロトロン、自動合成装置の稼働状況調査を行った。更に、SPECT/CTの設置状況についても調査した。

また、アンケート回答方法をより簡易にするため電子メール利用を加えた。

3. 調査結果

3.1 核医学検査従事者の現状

表2に示したように、回答が得られた核医学検査従事者(従事者;医師、薬剤師、診療放射線技師、臨床・衛生検査技師等)の総数は4344人で、うち医療機関4036人、衛生検査所274人、研究機関34人であった。性別、年齢、経験年数について病院形態別に集計を行った。前回とはアンケート回収率も異なることから、一部では前回調査時データとは比較しない。

3.1.1 従事者の内訳

従事者の内訳を表2に示した。医療機関従事者4036人のうち、男性が3447人85.4%を占めた。病院形態別では、国・公立・民間病院の男性従事者が84%以上であるのに対し、大学病院では79.3%、女性が20.7%で、従来と同様に他の病院に比べて女性が多い傾向であった。一方、衛生検査所では女性が1.3倍と多い傾向は例年と同様であった。

年齢構成についてみると、医療機関全体では20歳代までが707人17.5%、30歳代が1498人37.1%で、合わせると2205人54.6%を占めている。50歳以上は588人14.6%と前回よりやや増加し、前回調査時に続いて高年齢化の傾向があらわれた。病院形態別では、民間病院で20歳～39歳が59.7%と特に多い結果であった。

また、核医学検査従事者の経験年数の内訳を見ると、医療機関では5年以下が1965人48.7%と多かった。16年以上の経験年数を持つ従事者の割合は、大学病院で21.8%と医療機関平均の16.0%より多かった。医療機関全

表1 調査対象と回収率

	大学病院	国立病院機構*	公立病院	民間病院	医療機関小計	衛生検査所	研究機関	合計
調査対象施設数	120	144	358	619	1,241	27	7	1,275
回答施設数	96	107	287	469	959	20	5	984
回収率(%)	80.0	74.3	80.2	75.8	77.3	74.1	71.4	77.2

* ナショナルセンターを含む

表2 核医学検査従事者数 (性別・年齢・経験年数)

	大学病院	国立病院機構*	公立病院	民間病院	医療機関小計	衛生検査所	研究機関	合 計
総 数 (人)	687	365	1, 100	1, 884	4, 036	274	34	4, 344
(1) 性 別 (人)								
男 性	545 (79.3%)	324 (88.8%)	979 (89.0%)	1, 599 (84.9%)	3, 447 (85.4%)	119 (43.4%)	31 (91.2%)	3, 597 (82.8%)
女 性	142 (20.7%)	41 (11.2%)	121 (11.0%)	280 (14.9%)	584 (14.5%)	155 (56.6%)	3 (8.8%)	742 (17.1%)
無回答	0	0	0	5 (0.3%)	5 (0.1%)	0	0	5 (0.1%)
(2) 年 齢 (人)								
20歳代	122 (17.8%)	63 (17.3%)	137 (12.5%)	385 (20.4%)	707 (17.5%)	94 (34.3%)	6 (17.6%)	807 (18.6%)
30歳代	229 (33.3%)	134 (36.7%)	395 (35.9%)	740 (39.3%)	1, 498 (37.1%)	115 (42.0%)	13 (38.2%)	1, 626 (37.4%)
40歳代	208 (30.3%)	108 (29.6%)	382 (34.7%)	531 (28.2%)	1, 229 (30.5%)	54 (19.7%)	12 (35.3%)	1, 295 (29.8%)
50歳代以上	127 (18.5%)	60 (16.4%)	174 (15.8%)	227 (12.0%)	588 (14.6%)	11 (4.0%)	2 (5.9%)	601 (13.8%)
無回答	1 (0.1%)	0	12 (1.1%)	1 (0.1%)	14 (0.3%)	0	1 (2.9%)	15 (0.3%)
(3) 経験年数 (人)								
0- 5年	330 (48.0%)	181 (49.6%)	535 (48.6%)	919 (48.8%)	1, 965 (48.7%)	141 (51.5%)	14 (41.2%)	2, 120 (48.8%)
6-10年	135 (19.7%)	89 (24.4%)	241 (21.9%)	434 (23.0%)	899 (22.3%)	55 (20.1%)	8 (23.5%)	962 (22.1%)
11-15年	71 (10.3%)	31 (8.5%)	125 (11.4%)	226 (12.0%)	453 (11.2%)	47 (17.2%)	5 (14.7%)	505 (11.6%)
16-20年	60 (8.7%)	33 (9.0%)	87 (7.9%)	148 (7.9%)	328 (8.1%)	20 (7.3%)	3 (8.8%)	351 (8.1%)
21年以上	90 (13.1%)	21 (5.8%)	76 (6.9%)	132 (7.0%)	319 (7.9%)	11 (4.0%)	4 (11.8%)	334 (7.7%)
無回答	1 (0.1%)	10 (2.7%)	36 (3.3%)	25 (1.3%)	72 (1.8%)	0	0	72 (1.7%)
平均経験年数 (年)	9.4	8.1	8.3	8.3	8.4	7.2	10.2	8.4

* ナショナルセンターを含む

表 3 核医学検査従事者の作業内容・資格等

	大学病院	国立病院機構*	公立病院	民間病院	医療機関小計	衛生検査所	研究機関	合 計
(1) 作業内容 (単位:人)								
インビボ検査	619 (90.1%)	351 (96.2%)	1,044 (94.9%)	1,825 (96.9%)	3,839 (95.1%)	0	31 (91.2%)	3,870 (89.1%)
インビトロ検査	39 (5.7%)	3 (0.8%)	19 (1.7%)	16 (0.8%)	77 (1.9%)	270 (98.5%)	0	347 (8.0%)
インビボ・インビトロ両方	11 (1.6%)	5 (1.4%)	20 (1.8%)	15 (0.8%)	51 (1.3%)	0	0	51 (1.2%)
その他	13 (1.9%)	1 (0.3%)	5 (0.5%)	27 (1.4%)	46 (1.1%)	4 (1.5%)	3 (8.8%)	53 (1.2%)
無回答	5 (0.7%)	5 (1.4%)	12 (1.1%)	1 (0.1%)	23 (0.6%)	0	0	23 (0.5%)
(2) 専従従事者 (単位:人)								
インビボ検査	340 (91.2%)	73 (94.8%)	188 (91.3%)	301 (98.7%)	902 (93.9%)	0	19 (100%)	921 (77.7%)
インビトロ検査	27 (7.2%)	1 (1.3%)	10 (4.9%)	1 (0.3%)	39 (4.1%)	205 (100%)	0	244 (20.6%)
インビボ・インビトロ両方	6 (1.6%)	3 (3.9%)	8 (3.9%)	3 (1.0%)	20 (2.1%)	0	0	20 (1.7%)
小 計	373	77	206	305	961	205	19	1,185
(3) 非専従従事者 (単位:人)								
インビボ検査	278 (94.2%)	278 (98.6%)	845 (97.6%)	1,522 (98.3%)	2,923 (97.7%)	0	12 (100%)	2,935 (95.6%)
インビトロ検査	12 (4.1%)	2 (0.7%)	9 (1.0%)	15 (1.0%)	38 (1.3%)	65 (100%)	0	103 (3.4%)
インビボ・インビトロ両方	5 (1.7%)	2 (0.7%)	12 (1.4%)	12 (0.8%)	31 (1.0%)	0	0	31 (1.0%)
小 計	295	282	866	1,549	2,992	65	12	3,069
(4) 非専従者の他業務平均作業割合 (単位: %)								
インビボ検査	63.1	67.0	71.1	70.4	69.6		68.8	69.5
インビトロ検査	45.0	50.0	74.9	74.1	63.8	71.0		68.3
インビボ・インビトロ両方	42.0	80.0	72.1	69.2	66.6			66.6
(5) 資格等 (単位:人)								
医師	229 (33.3%)	53 (14.5%)	197 (17.9%)	304 (16.1%)	783 (19.4%)	0	16 (47.1%)	799 (18.4%)
薬剤師	16 (2.3%)	6 (1.6%)	3 (0.3%)	17 (0.9%)	42 (1.0%)	3 (1.1%)	3 (8.8%)	48 (1.1%)
診療放射線技師	371 (54.0%)	292 (80.0%)	853 (77.5%)	1,473 (78.2%)	2,989 (74.1%)	1 (0.4%)	8 (23.5%)	2,998 (69.0%)
臨床検査技師又は衛生検査技師	27 (3.9%)	10 (2.7%)	24 (2.2%)	34 (1.8%)	95 (2.4%)	96 (35.0%)	0	191 (4.4%)
その他の資格	38 (5.5%)	4 (1.1%)	23 (2.1%)	56 (3.0%)	121 (3.0%)	169 (61.7%)	7 (20.6%)	297 (6.8%)
資格なし	6 (0.9%)	0	0	0	6 (0.1%)	4 (1.5%)	0	10 (0.2%)
無回答	0	0	0	0	0	1 (0.4%)	0	1 (0.0%)

* ナショナルセンターを含む

体の平均経験年数は8.4年であったが、大学病院では9.4年とより長い結果であった。なお、衛生検査所は7.2年、研究機関は10.2年であった。

3・1・2 作業内容の内訳

作業内容を「インビボ検査」、「インビトロ検査」及び「インビボ・インビトロ検査両方」の3種類に区分し、病院形態別に集計した結果を表3に示す。以下、()内は前回調査時のデータを示す。医療機関におけるインビボ検査従事者は3839人95.1% (3524人, 85.8%), インビトロ検査従事者は77人1.9% (129人, 3.1%), 両検査は51人1.3% (66人, 1.6%)であった。病院形態別にみると、インビボ検査従事者は大学病院が90.1% (78.6%)であるのに対し、他の病院では94.9～96.9% (86.2～88.1%)と高い比率を示した。インビトロ検査従事者は大学病院が5.7% (9.7%)であるのに対し、他の病院では0.8～1.7% (1.3～2.6%)と低く、ともに前回調査時より一層の減少を示した。また、両検査に従事している従事者は0.8～1.8% (0.4～4.0%)といずれも低率であった。

3・1・3 業務形態別従事者数

業務形態を、核医学検査に専従であるか、非専従であるかに分けて集計した結果を表3に示す。医療機関における専従者は961人24.3% (30.4%), 非専従者は2992人75.7% (69.6%)で、その比率は1:3.1 (1:2.3)と非専従者が前回調査に続いて更に増加の傾向を示していた。専従者の内訳は、インビボ検査22.8%, インビトロ検査1.0%, 両方0.5%で、非専従者ではインビボ検査73.9%, インビトロ検査1.0%, 両方0.8%であった。

3・1・4 非専従者の他業務従事率

非専従者の核医学検査以外の業務への従事率(業務時間の割合)は、医療機関ではインビボ非専従者が平均で69.6% (70.7%), インビトロ非専従者の平均は63.8% (68.1%)であった。インビボ・インビトロ両方の非専従者は平

均で66.6% (56.3%)であった。病院形態別では、インビボ非専従者が63.1～71.1% (68.6～71.5%), インビトロ非専従者の場合は45.0～74.9% (64.6～74.9%)で、ともに高い割合であり、特にインビトロ非専従者で差が大きかった。衛生検査所における非専従の平均他業務従事率は71.0% (69.8%), 研究機関では68.8%であった。

3・1・5 従事者の保有資格

医療機関において最も多かったのは、診療放射線技師の2989人74.1% (72.5%), 臨床・衛生検査技師は95人2.4% (4.0%)で、この両者を合わせると3084人76.5% (76.5%)であった。医師は783人19.4% (20.3%)で、薬剤師は42人1.0% (0.4%)であった。医療機関全体の1施設あたりの平均従事者数は4.21人 (3.90人)であった。内訳は、技術者(診療放射線技師, 臨床・衛生検査技師)が3.22人 (2.98人), 医師が0.82人 (0.79人), 薬剤師が0.04人 (0.02人)である。これを病院形態別にみると、1施設あたりの技術者数は大学病院4.15人 (4.08人), 民間病院3.21人 (2.97人), 公立病院3.06人 (2.84人), 国立病院機構(ナショナルセンターを含む; 以下, 同じ)2.82人 (2.55人)であり、医師数は大学病院2.39人 (1.96人), 公立病院0.69人 (0.65人), 民間病院0.65人 (0.64人), 国立病院機構0.50人 (0.79人)であった。一方、薬剤師数は大学病院0.17人 (0.12人), 国立病院機構0.06人 (0.01人), 民間病院0.04人 (0.00人), 公立病院0.01人 (0.01人)であった。

衛生検査所では臨床・衛生検査技師が96人35.0% (31.6%), その他の資格と資格なしの合計が173人63.2% (19.0%)で、無回答が1人0.4% (47.0%)であった。

研究機関では医師が16人47.1%, 診療放射線技師が8人23.5%, その他の資格が7人20.6%, 薬剤師が3人8.8%であった。

3・1・6 専従者の内訳

表4に業務内容別核医学検査従事者数と作業

内容をまとめた。有専従従事者施設率，すなわち施設が核医学検査に専従する従事者を有する割合は，397 施設 40.3% (47.5%) とやや低く，これを病院形態別でみると，大学病院 79.2% (86.1%)，国立病院機構 27.1% (41.0%)，公立病院 39.0% (47.2%)，民間病院 34.8% (40.6%) と大学病院で高い結果は前回と同様であったが，全てにおいて前回調査時より減少していた。衛生検査所においては有専従従事者施設率が 60.0% (65.5%)，研究機関では 100% であった。

3.2 核医学機器の保有状況

各施設が保有している核医学機器の状況を表 5.1 に示す。今回のアンケートに対する回収率が 77.2% (86.2%) であったので，アンガー型カメラ台数については再度追加の調査を行った。これにより最終回収率はインビボ施設 1 248

施設中 1 236 施設，99.0% (1 209 施設 99.8%) となり，前回の回収率と同等となった。今回の調査では PET 関連装置 (PET，サイクロトロン，自動合成装置) の保有状況についてもアンケートした。PET 施設についての回答は対象 58 施設中 47 施設で，回収率は 81.0% であった。

3.2.1 インビボ検査用機器

ガンマカメラの保有状況では，回答のあった 1 236 施設で使用されている全台数は 1 759 台 (1 818 台) で，1 施設あたり 1.42 台 (1.50 台) で，前回に続いて減少傾向にあった。一方，非 SPECT 装置 (固定型，全身型) と SPECT 装置 (SPECT，全身可能型) とを比較すると，非 SPECT 装置は 87 台 (154 台)，1 施設あたり 0.07 台 (0.13 台) と減少が進み，SPECT 装置が 1 672 台 (1 664 台)，1 施設あたり 1.35 台 (1.38 台) と，アンガー型カメラの 95.1%

表 4 業務内容別核医学検査従事者数と作業内容

作業内容	大学病院	国立病院 機構*	公立病院	民間病院	医療機関 小計	衛生検査所	研究機関	合 計
(1) インビボ検査								
従事者総数	619	351	1,044	1,825	3,839	0	31	3,870
専従従事者	340	73	188	301	902	0	19	921
専従率 (%)	54.9	20.8	18.0	16.5	23.5	0	61.3	23.8
専従従事者施設数	76	29	110	160	375	0	5	380
(2) インビトロ検査								
従事者総数	39	3	19	16	77	270	0	347
専従従事者	27	1	10	1	39	205	0	244
専従率 (%)	69.2	33.3	52.6	6.3	50.6	75.9	0	70.3
専従従事者施設数	14	1	4	1	20	12	0	32
(3) インビボ・インビトロ両方								
従事者総数	11	5	20	15	51	0	0	51
専従従事者	6	3	8	3	20	0	0	20
専従率 (%)	54.5	60.0	40.0	20.0	39.2	0	0	39.2
専従従事者施設数	5	2	3	3	13	0	0	13
(4) インビボ，インビトロ，インビボ・インビトロ両方の合計								
従事者総数	669	359	1,083	1,856	3,967	270	31	4,268
専従従事者	373	77	206	305	961	205	19	1,185
専従率 (%)	55.8	21.4	19.0	16.4	24.2	75.9	61.3	27.8
有専従従事者施設数	76	29	112	163	380	12	5	397
回答施設数	96	107	287	469	959	20	5	984
有専従従事者施設率 (%)	79.2	27.1	39.0	34.8	39.6	60.0	100	40.3

* ナショナルセンターを含む

表 5.1 核医学機器の保有状況 (インビボ検査用機器)

機器名	大学病院	国立病院機構*	公立病院	民間病院	研究機関	合 計
(1) アンガーカメラ						
固定型	13	6	6	8	0	33
全身カメラ (非SPECT)	17	3	16	18	0	54
小 計	30 (0.25)	9 (0.06)	22 (0.06)	26 (0.04)	0	87 (0.07)
SPECTカメラ (1 検出器)	64	41	95	225	0	425
SPECTカメラ (2 検出器)	155	115	284	415	1	970
SPECTカメラ (3 検出器)	86	8	76	67	0	237
SPECT専用カメラ (4 検出器又はリング型)	12	3	6	19	0	40
SPECTカメラ小計	317 (2.69)	167 (1.17)	461 (1.30)	726 (1.18)	1 (0.20)	1,672 (1.35)
カメラ合計	347 (2.94)	176 (1.23)	483 (1.36)	752 (1.22)	1 (0.20)	1,759 (1.42)
(2) PET装置						
PET専用装置**	21 (1.31)	13 (1.86)	6 (1.50)	40 (1.90)	9 (1.50)	89 (1.65)
サイクロトロン**	15 (1.07)	7 (1.40)	3 (1.00)	19 (0.95)	5 (0.83)	49 (1.02)
自動合成装置**	18 (1.29)	16 (3.20)	9 (3.00)	53 (2.65)	14 (2.33)	110 (2.29)
(3) データ処理装置						
カメラ一体型	138	51	150	229	7	575 (0.60)
ワークステーション型	178	72	227	317	22	816 (0.85)
データ処理装置合計	316 (3.29)	123 (1.17)	377 (1.31)	546 (1.17)	29 (5.80)	1,391 (1.45)
(4) ベンダー型カメラ(オートフルオロ)	3 (0.03)	0	1 (0.00)	2 (0.00)	0	6 (0.01)
(5) RI分注器	61 (0.64)	30 (0.29)	130 (0.45)	161 (0.35)	3 (0.60)	385 (0.40)
(6) キュリメータ	123 (1.28)	90 (0.86)	243 (0.85)	417 (0.90)	11 (2.20)	884 (0.92)
(7) 乾式処理型イメージャ	79 (0.82)	48 (0.46)	132 (0.46)	212 (0.46)	3 (0.60)	474 (0.49)
(8) その他	29 (0.30)	5 (0.05)	26 (0.09)	46 (0.10)	1 (0.20)	107 (0.11)
回答施設数	96	105	287	465	5	958
回答施設数(ガンマカメラ)	118	143	355	614	6	1,236

* ナショナルセンターを含む

() 内は、回答施設に対する所有台数、** はPET施設の回答施設数に対する所有台数。

機器名	台数
SPECT/PET装置	30
SPECT/CT装置	15
PET/CT装置	6

表 5・2 カメラの保守率と使用年数

機器名	回答台数*	保守台数	保守率	回答台数**	平均使用年数
アンガー型カメラ(固定型)	29	15	51.7	27	13.6
全身カメラ(非SPECT)	47	25	53.2	45	13.9
小 計	76	40	52.6	72	13.8
SPECTカメラ(1 検出器)	309	211	68.3	286	12.6
SPECTカメラ(2 検出器)	769	636	82.7	732	5.4
SPECTカメラ(3 検出器)	189	161	85.2	172	7.8
SPECT専用カメラ(4 検出器又はリング型)	30	25	83.3	28	10.2
小 計	1,297	1,033	79.6	1,218	7.5
PET専用装置	82	73	89.0	76	3.8
サイクロترون	49	45	91.8	45	6.3
自動合成装置	110	88	80.0	110	4.7
合 計	1,614	1,279	79.2	1,521	7.4

* 追加調査の台数を含まない

** 使用年数を未記入の台数を含まない

がSPECT装置となり、前回(91.5%)より一層SPECT装置への転換が進んでいた。また、SPECT装置において、1検出器型が25.4%(36.8%)、2検出器型が58.0%(42.7%)、3検出器型が14.2%(14.5%)、4検出器又はリング型が2.4%(4.0%)で、2検出器型の増加が前回調査に続いて目立った。病院形態別に1施設あたりの保有台数をみると、大学病院が2.94台(3.17台)、次いで公立病院1.36台(1.41台)、国立病院機構1.23台(1.23台)、民間病院1.22台(1.30台)と続く。いずれの施設でも減少傾向であった。

PET専用装置については、58施設中回答があったのは47施設で、追加調査を加えて54施設89台(22台)であった。前回調査時の35施設53台から大きく増加した。1施設あたりの保有台数は平均1.65台で、民間病院、国立病院機構で比較的高かった。また、サイクロترونは49台、自動合成装置は110台で、1施設あたりの保有台数はそれぞれ1.02台、2.29台であった。

また、今回併せて調査した複合装置の設置状況は、SPECT/PET装置が30台、SPECT/CT装置が15台、PET/CT装置が6台という状況であった。

データ処理装置は、SPECT装置台数に比較して少ない。1施設あたりの保有台数は1.45台(0.94台)で、大学病院3.29台(1.37台)、公立病院1.31台(0.92台)、民間病院1.17台(0.88台)、国立病院機構1.17台(0.84台)の順であった。実際にはワークステーション型データ処理装置がもっと多いものと思われる。

ベンダー型カメラは6台(4台)で、前回と同等であった。一方、RI分注器は385台(382台)で前回とは大差がなかった。キュリーメータは884台(853台)と前回調査に引き続きやや増加しており、大学病院での増加があった。乾式処理型イメージャは474台(278台)と大きく増加した。

ガンマカメラの保守点検の状況について表5・2に示す。メーカーによる1年に1回以上の保守点検率は、非SPECT装置の平均は52.6%(58.2%)、SPECT装置の平均は79.6%(81.5%)であり、SPECT装置の方が27.0ポイント高かった。最も高かったのは3検出器SPECTカメラの85.2%(87.4%)であったが、SPECT装置間での差は比較的少なかった。PET装置の保守点検率については89.0%(77.3%)とSPECT装置よりやや高い結果であった。サイクロترونについては91.8%、自動合成装置

表6 核医学機器の保有状況（インビトロ検査用機器）

機器名	大学病院	国立病院 機構*	公立病院	民間病院	衛生検査所	研究機関	合 計
(1) ガンマカウンタ							
1 検出器	36	7	20	28	9	1	101
2～10検出器	22	3	13	6	10	0	54
11検出器以上	2	2	1	4	9	1	19
小 計	60 (1.43)	12 (0.92)	34 (1.06)	38 (0.93)	28 (1.40)	2 (1.00)	174 (1.16)
(2) 自動分注器(オートピペッタ)	7 (0.17)	2 (0.15)	7 (0.22)	5 (0.12)	9 (0.45)	0	30 (0.20)
(3) その他	2	1	3	3	1	0	10
回答施設数	42	13	32	41	20	2	150

* ナショナルセンターを含む

() 内は、回答施設数に対する所有台数

は80.0%であった。

ガンマカメラの使用年数の状況について表5・2右欄に示す。非SPECT装置では、固定型カメラの平均が13.6年(14.0年)、全身カメラの平均が13.9年(13.1年)で、平均使用年数は13.8年(13.5年)であった。一方、SPECT装置では2検出器型の平均5.4年(4.2年)から1検出器SPECT装置の12.6年(10.6年)であった。SPECT装置の平均は7.5年(6.9年)で、非SPECT装置はSPECT装置の1.8倍という結果であった。また、ガンマカメラの使用年数は多くの装置で前回調査時より延長していることがわかった。PET装置については3.8年、サイクロトロンは6.3年、自動合成装置は4.7年という結果であった。

3・2・2 インビトロ検査用機器

インビトロ検査用機器についての調査結果を表6に示す。インビトロ検査実施施設からの回答は全医療機関68施設中61施設89.7%（回答数128施設）、全衛生検査所27施設中20施設74.1%、全体では95施設中81施設85.3%（回答数150施設）であった。以下のデータにはインビトロ検査用機器を保有するインビボ施設からの回答も含んでいる。なお、本項における()内は1施設あたりの保有台数を示す。

オートウェルガンマカウンタが回答施設全体で174台(1施設あたり1.16台)使用されており、医療機関144台(1.13台)に対し、衛

生検査所では28台(1.40台)、研究機関で2台(1.00台)であった。これは前回調査時の医療機関243台(1.09台)、衛生検査所41台(1.41台)と比較すると両者とも減少しており、検査法のnon-RI化が前回に続いて更に進んでいることを示す結果であった。

自動分注器(オートピペッタ)は、医療機関で21台(0.16台)、衛生検査所で9台(0.45台)で、前回調査と比較すると医療機関での減少が目立った。

3・3 核医学検査室内で発生した事故等

核医学検査室内での出来事で、被検者や技術者が実際に怪我をした事例（以下、事故例）と怪我をしそうになった事例（以下、未然例）に関して、その内容、原因及び対策等について表7～14にまとめた。第1回目の調査を除き、3年間隔の定期的調査となっている。今回の調査では事故例69件(51件)、未然例166件(238件)の計235件(289件)の報告があった。

3・3・1 事故例の内容

事故例の内容は従来どおり、事故の発生状況に応じて四つの群に分類した。第1群は「機器自体の状態・機能等に問題があったもの」、第2群は「術者の機器操作に問題があったもの」、第3群は「術者の被検者への対応に主な問題があったもの」、及び第4群は「被検者自身の行動・体調等に主に問題があったもの」の4群で

表7 事故の内容

区 分	事故の事例	被検者	術 者
第1群 (機器自体の 状態・機能に 関すること)	(1) MIBIの標識中、自動冷却が行われず高温になった。 標識終了時間が経過していたので終了と思い触れて しまい火傷した。	その他1	
	(2) エルゴメータの取っ手がゆるかったため、エルゴ メータの可動部に指を挟んだ。取っ手のネジを切り 直した。	その他1	
	(3) コリメータ交換時、ロックされたコリメータが落下 した。		打撲1
	(4) 検出器の固定レバーの固定があまく、検出器の重さ で反転してしまい患者の腕に当たった。	打撲1	
	小 計 4 (5.8%)	3 (5.6%)	1 (6.7%)
第2群 (術者の機器 操作に関する こと)	(1) 2 検出器のSPECTカメラでSPECT検査中、患者に足台 をしていたが、回転中カメラ支持部が膝の部分を押 迫した。	擦り傷1	
	(2) SPECT収集中に検出器が患者の身体に接触した。	擦り傷2	
	(3) カメラの位置モニタに頭をぶつけた。		打撲2
	(4) カメラヘッドを患者に近づけすぎ、寝台と検出器の 間に手を挟んでしまった。「警告音」は出ていたも のの、確認せずに検出器を動かした。	打撲1	
	(5) カメラを平行移動させようとして、ローテーショ ンスイッチを押してカメラが頭部に当たり鼻骨骨折し た。	骨折1	
	(6) コリメータ交換作業中、固定ネジを締め付ける際 に、直近にあるタッチセンサの端に手が触れて切り 傷を負った。		裂傷1
	(7) コリメータ交換作業中にアームが回転した。台車が 傾き、足を挟んで骨折した。		骨折1
	(8) コリメータ交換時、交換台に足を挟んだ。		裂傷1
	(9) コリメータ交換時に交換台車で左足趾を負傷した。		擦り傷1
	(10) 右肘の注射針を抜く際、抜いた針先を下に向けた まま引いたため、針先で前腕部皮膚を5cmほど切っ た。		擦り傷1
	(11) コリメータ交換中に台車を手前に引いた時、重量が あるので体重を後ろへかけた時に足が残っており、 台車と床の間に爪が引っ掛かりはげてしまった。		その他1
	(12) 検査後、ベッドを支える支柱を戻す時、支柱とカメ ラ部の間に手を挟んだ。	打撲1	
	(13) 検査終了後、ガンマカメラを移動させたところ、挙 上していた患者の指を挟んでしまった。	裂傷1	
	(14) 検査終了時、テーブルをスライドしたところ、患者 が手を出していてテーブルと支柱の間に指を挟ん だ。	擦り傷1	
	(15) 検査台が降下中、足台が検査台の下にあることに気 付かず、そのまま降下し検査台に挟まり、検査台が 外れた。その際に患者が床に手をつき、頭部を打撲 した。	打撲1	
	(16) 患者がベッドで来て寝台に移そうとした時、術者が シンチカメラ側にいた時に看護師が急にベッドを押 したので術者の指がベッドとカメラの間に挟まれ た。		裂傷1
	(17) トレッドミル装置での運動負荷時、患者が転倒しそ うになったため緊急停止ボタンを押した。走行台が 傾斜した位置から元の位置へ戻り術者の足が走行台 と床の間に挟まれた。		打撲1
	(18) 針刺し事故		その他4
	小 計 23 (33.3%)	9 (16.7%)	14 (93.3%)

(表7 続き)

区 分	事故の事例	被検者	術 者
第3群 (術者の被検者 への対応に 関すること)	(1) カメラ回転時、患者の左肘が接触した。	擦り傷1 裂傷1	
	(2) ガリウム注射終了後、医師と技師が他の患者の注射をするために後ろ向きになっている間に、患者が貧血で前向きに倒れてしまい頭を打った。		
	(3) ベッドから降りた時、バランスを崩し転倒した。	擦り傷2, 打撲5, 骨折3, 裂傷1, その他1	
	(4) トレッドミル負荷中に足がついていなくなり、膝をつくように転倒したため緊急停止したが、擦り傷を負った。	擦り傷1	
	(5) 自動最近接センサの角の部分(プラスチック)に皮膚が引っ掛かり、そのままベッドが移動し少量の出血を伴った。	擦り傷1	
	(6) 患者から目を離した瞬間に、検査台から落ちた。	擦り傷1, 裂傷2, 打撲2	
	(7) 検査終了後、患者が出口に向かおうと向きを変えた時に倒れ込んで骨折した。	骨折1	
	(8) 検査終了後、ベッドから起き上がろうとした時に転倒した。意識清明であった。	擦り傷1	
	(9) 検査終了後、患者を車椅子に移す時、患者の足に力が入らず転倒してしまった。	擦り傷1	
	(10) 検査前の患者の誘導中(歩行)に、患者から目を離した間に転倒した。	擦り傷1	
	(11) 検査用ベッドに自力で上がろうとした時に、踏み台から足を滑らせてしまいスネを擦りむいた。	擦り傷1	
	(12) 骨シンチの最中に患者が尿意をもよおし、一旦検査室を出てトイレに行こうとした時に廊下で滑って顎部を強打した。	裂傷1	
	(13) 骨転移の患者で、車椅子より検査ベッドへ移動した際に坐骨を骨折した(骨転移により脆くなっていたところに力が加わったためと考えられる)。	骨折1	
	(14) 患者の位置の確認不足により、寝台を動かす際、患者の顎がカメラヘッドにあたり唇を切った。	裂傷1	
	(15) 体の位置を頭方向に移動する時、検査台より踏み外す感じになり、下腿に擦り傷を負った。	擦り傷1	
	小 計 30 (43.5%)	30 (55.6%)	
第4群 (被検者自身の 行動・体調等 に関すること)	(1) 取集中、患児は鎮静剤で眠っていたが検査途中で覚醒してしまい、ベッドから転落した。	打撲1	
	(2) ベッドに寝ようとした際、ベッドに尻をついた時に自ら滑って尻もち的に床に落ち受傷した。	骨折1	
	(3) 患者が検査が終わったと勝手に判断して、撮影台から降りようとして一人で起き上がり、台から降りるとき階段を踏み外した。	打撲1	
	(4) 管理区域に入る時、管理区域から出る患者にドアがぶつかり転倒した。	打撲1	
	(5) 骨シンチ検査終了後、装置から車椅子に移る際、技師の制止を振りきって車椅子に移ろうとしたため転倒した。	骨折1	
	(6) 車椅子の患者が、目を離した時に立ち上がろうとして転倒した。	打撲1	
	(7) 手台から肘がはみ出したために落ちた。	擦り傷1	
	(8) 待合いで、患者が車椅子から降りようとして転倒した。	打撲2	
	(9) 検査時患者の突発性挙動により検査台から転落した。	裂傷1	
	(10) 入口で、履物を替えようとしたときに転倒した。	打撲1	
	(11) 心筋負荷検査中に急変した。	その他1	
	小 計 12 (17.4%)	12 (22.2%)	
	合 計 69 (100%)	54 (100%)	15 (100%)

表 8 事故の区分別件数の推移

区分	内容	事例	第3回 1992年	第4回 1995年	第5回 1998年	第6回 2001年	第7回 2004年
第1群	機器自体の状態・ 機能に関すること	事故例	2	6	0	1	4
		未然例	13	23	17	19	29
		計	15 (7.5%)	29 (14.1%)	17 (9.1%)	20 (6.9%)	33 (14.0%)
第2群	術者の機器操作に 関すること	事故例	15	11	13	18	23
		未然例	55	50	45	64	40
		計	70 (35.2%)	61 (29.8%)	58 (31.2%)	82 (28.4%)	63 (26.8%)
第3群	術者の被検者への 対応に関すること	事故例	17	9	20	21	30
		未然例	21	26	46	113	76
		計	38 (19.1%)	35 (17.1%)	66 (35.5%)	134 (46.4%)	106 (45.1%)
第4群	被検者自身の行動・ 体調等に関すること	事故例	11	18	7	11	12
		未然例	65	62	38	42	21
		計	76 (38.2%)	80 (39.0%)	45 (24.2%)	53 (18.3%)	33 (14.0%)
合 計		事故例	45	44	40	51	69
		未然例	154	161	146	238	166
		計	199 (100%)	205 (100%)	186 (100%)	289 (100%)	235 (100%)

表 9 怪我の種類と対象者別件数

内 容	対象者	第3回 1992年	第4回 1995年	第5回 1998年	第6回 2001年	第7回 2004年
(1) 打 撲	被検者	16	16	12	17	18
	技術者	2	3	1	2	4
	小 計	18 (39.1%)	19 (38.8%)	13 (32.5%)	19 (34.5%)	22 (31.9%)
(2) 擦り傷	被検者	9	11	6	11	16
	技術者	3	4	1	1	2
	小 計	12 (26.1%)	15 (30.6%)	7 (17.5%)	12 (21.8%)	18 (26.1%)
(3) 裂 傷	被検者	3	5	9	7	8
	技術者	2	3	2	2	3
	小 計	5 (10.9%)	8 (16.3%)	11 (27.5%)	9 (16.4%)	11 (15.9%)
(4) 骨 折	被検者	5	3	4	3	8
	技術者	1	1	1	1	1
	小 計	6 (13.0%)	4 (8.2%)	5 (12.5%)	4 (7.3%)	9 (13.0%)
(5) その他	被検者	5	2	1	4	4
	技術者	0	1	3	7	5
	小 計	5 (10.9%)	3 (6.1%)	4 (10.0%)	11 (20.0%)	9 (13.0%)
全 体	被検者	38	37	32	42	54
	技術者	8	12	8	13	15
	計	46 (100%)	49 (100%)	40 (100%)	55 (100%)	69 (100%)

ある。具体的な事故例を表7に、群別にまとめた結果を表8に、怪我の種類と対象者について表9に示した。第1群の機器自体による事故例は4件(1件)であった。2群は事故例23件(18

件), うち9件(5件)が被検者, 14件(13件)が術者であった。3群は被検者への配慮に問題があるとするものであるが, 事故例30件(21件)全てが被検者であった。特に検査用ベッド

に関わる怪我は30件中22件を数えた。4群の被検者自身の行動に関しては12件(11件)とほぼ同じだった。総数では69件(51件)で前回より増加した。怪我の種類について表9に示したが、打撲が22件(19件)と最も多く、次いで擦り傷18件(12件)、裂傷11件(9件)であった。また骨折9件(4件)が数えられた。

3・3・2 事故未然例の内容

事故未然例の具体例を表10に、群別を表8に示した。機器自体の状態・機能に関する事故未然例29件(19件)は増加したが、術者の機器操作に関する未然例40件(64件)、被検者の行動・体調等に関する未然例21件(42件)、第3群の術者の被検者への対応に関する未然例76件(113件)は減少した。全件数では166件(238件)と前回より30%減であった。全体でみると、検出器を被検者に近接しすぎたり接触したものが合計24件、検査用ベッドから転落しそうになった16件、検査中カメラとベッドに腕が挟まれそうになった8件などが目立った。

3・3・3 事故等の検査種類比率

検査の種類と事故等の発生との関係を見たものが表11である。事故例では骨シンチグラフィ、脳血流SPECTが各16件、次いで心筋SPECT15件、ガリウムシンチグラフィ7件と続くが、事故未然例では骨シンチグラフィ57件、心筋SPECT34件、脳血流SPECT26件、ガリウムシンチグラフィ7件と多くの未然例が目立った。

3・3・4 事故等の発生時点

事故等の発生時点を表12に示した。事故例、未然例含めて検査開始時が最も少なく17件(11件)、ついで検査終了後45件(64件)、検査準備中54件(81件)、検査中119件(133件)、総数では235件(289件)と減少した。前回より減少傾向であるが、個々についてみると検査開始時の件数は若干増加した。

3・3・5 事故等の原因

事故及び未然例の原因について表13に示した。全体数235件(289件)と、前回より20%

程度の減少がみられた。術者の不注意96件(123件)と、介助の不備62件(83件)を合わせると158件と全件数の70%程度を占めた。未然例だが、機器の作動不良6件(1件)が増加した。

3・3・6 事故防止の対策

事故防止の対策について回答結果を表14に示した。全件数235件(289件)は前回より20%程度減少した。対策としては、やはり「被検者への説明・介助」92件(98件)と「術者の再教育」94件(97件)が多く、医療環境全体の事故防止の認識が高まっているのがうかがえる。「機器の修理」は24件(33件)であった。

3・4 核医学技術者の不安

核医学技術者が感じた「事故への不安」、「人身事故につながると思われた危険性」について合計399件(587件)の回答が寄せられた。前回より188件減少した。これらをこれまでの対象と同様に五つに区分し表15に示した。「検出器関係」150件37.6%(164件27.9%)では「安全機構の誤作動・不完全作動」に関する51件(21件)と「移動・回転・上下動時の安全機構」に関する43件(44件)は「術者の不注意・不慣れ」27件(67件)を上回った。「検査用ベッド関係」は96件24.1%(191件32.5%)で、中でも「幅の狭すぎ」37件(84件)、「高さの高すぎ」36件(60件)の占める割合が大きかった。この2項目は、件数的には前回より減少した。「コリメータ関係」29件7.3%(42件7.2%)では、「脱落・落下」の不安が23件(31件)見られた。「ネジ疲労・過大重量」への不安は6件(8件)と若干減少した。「被検者の行動」75件18.8%(139件23.7%)では、「検査室での患者管理」27件(61件)及び「患者の転倒・転落」27件(51件)が目立っており、「患者の不意の動き」は16件(23件)と前回よりやや減少し、「体調・精神状態の急変」は5件(4件)とほぼ同数であった。「その他」49件12.3%(51件8.7%)では「地震時の対

表 10 事故未然例の内容

区 分	事故未然例の事例	件 数
第 1 群 (機器自体の 状態・機能に 関すること)	(1) ホールボディ収集カメラヘッドが動作不良を起こして患者に接触しそうになった.	2
	(2) 両膝を屈曲した状態で臥位でホールボディを行ったところ、カメラヘッドの自動感知できないところで両膝とカメラヘッドが接触した.	2
	(3) 装置が誤動作した.	2
	(4) 装置の誤動作により寝台とカメラが接触、寝台の一部が破損した.	1
	(5) ガントリーと寝台の間に腕が挟まってしまった.	1
	(6) SPECT装置操作時、テーブルと検出器の接触、患者に検出器が接触しそうになった.	1
	(7) ガントリーの角度を180° から120° に変更させている時、ガントリー内のカバーが外れて落ちた.	1
	(8) 検査中、患者上部にあるディテクタが少しずつ下がっていた。患者にディテクタが接触してセンサストップ後も下がった.	1
	(9) 骨スリット撮影後、検出器を退避させようとしたができず、患者を先に出し、検出器を回転させたら外れてはいないが重力で上側の検出器が下がった.	1
	(10) 別のコリメータに交換後、タッチセンサが不良で、カメラが動作しなくなった.	1
	(11) 検出器の回転動作中に患者ベッドを待機させていたが、ベッドの端と検出器の保持部が接触してベッドの脚を破損した.	1
	(12) エルゴメータにて運動負荷を施行中、ペダル部のボルトが破損した.	1
	(13) ガンマカメラ用ハンドセンサが患者側に落下した.	1
	(14) コリメータの接触センサの反応が鈍い.	1
	(15) 肺換気検査時、換気切換えコックの動作不良により呼吸ができなかった.	1
	(16) 検査寝台が自動下降した時に、ドレナージボトルを破損した.	1
	(17) 衣服が検出器ドームのカバーの隙間に挟まり、ベッドの移動で挟まった衣服が引っ張られた.	1
	(18) 検査終了後、ベッドから降りる際、ベッドの固定が不良のためベッドがスライドしてしまった.	1
	(19) ガンマカメラのベッドのロックがあまいので、患者を移動する時にベッドの可動部分が移動してバランスを崩した.	1
	(20) 骨プラナー撮影時にカメラ回転のロックが不十分のため回転し、患者の手に接触してしまった.	1
	(21) SPECT撮影をしていたら装置全体が動かなくなった.	1
	(22) 寝台の脇にあるガントリー用レールの段差で、患者がつまずいて転倒しそうになった.	1
	(23) その他	4
	小 計	29 (17.5%)
第 2 群 (術者の機器 操作に関す ること)	(1) カメラヘッドを患者に近づけすぎて接触した.	24
	(2) コリメータの交換中、コリメータが落下しそうになった.	4
	(3) 患者にアイソトープを注射後、注射器にキャップをする時に針を指に刺した.	3
	(4) 吊り下げ型のモニタに頭をぶつけた.	1
	(5) コリメータ台車の移動中にコリメータが落下した.	1
	(6) コリメータ脱着時、技術不足により破損した.	1
	(7) 患者ベッドを寝台に近づけすぎたため、寝台後部にある手すりを破損した.	1
	(8) 検査終了後、寝台を下ろそうとして踏み台と寝台がぶつかった.	1
	(9) 検出器近接ボタンと離反ボタンの押し間違いにより、検出器が患者に接触した.	1
	(10) ホールボディ終了後、ガントリー退避中に患者ベッドを壁とガントリーに挟み込みベッドを破損した.	1
	(11) SPECT撮影開始時、患者のセッティングポジショニングの時に間違ってもカメラ回転のボタンを押した.	1
	(12) その他	1
	小 計	40 (24.1%)

(表10 続き)

区 分	事故未然例の事例	件 数
第3群 (術者の被検者 への対応に 関すること)	(1) 検査用ベッドから転落しそうになった。	16
	(2) 検査中カメラとベッドに腕が挟まれそうになった。	8
	(3) 検査用ベッドから転落した。	5
	(4) 薬剤の不適切投与(ニアミス含む)。	5
	(5) 患者が検査中一人でベッドを降った。	4
	(6) 全身撮影実施時における点滴ルートの巻き込み。	4
	(7) 検査用ベッドに移動中転倒した。	4
	(8) 検査終了後、患者が検査用ベッドから降りる時に踏み台から落ちた。	3
	(9) 検査開始時ベッドに上がる際、階段を踏み外しかけて転びそうになった。	2
	(10) 検査ベッドへの移動の際、患者がバランスを崩し装置に頭をぶつけた。	2
	(11) 輸液ポンプや点滴ルートのついた点滴棒を倒しそうになった。	1
	(12) 検査台を動かす際、患者の点滴が引っ張られ点滴台が転倒した。	1
	(13) 点滴をつけた患者の撮影後、移動の介助時に点滴台を倒して点滴の機器を破損した。	1
	(14) 心筋SPECTのポジション後スタートしたら寝台が上昇し、患者の鼻がディテクタに接触した。	1
	(15) サイドストッパを持って起き上がろうとして指を挟んでしまいそうになった。	1
	(16) 覆いかぶさっていたタオルケット内で患者がベッドの縁を握っていたのに気づかず、指を挟んでしまった。	1
	(17) うたた寝をしていた患者に声をかけ名前を呼んだ時、返事をして頭部を持ち上げコリメータに頭部をぶつけた。	1
	(18) ベッドへ上がる時に患者が突然ぐらつき、介助していたが転倒した。	1
	(19) 患者が車椅子に座りそこなって転倒した。	1
	(20) 検査終了後、撮影台からベッドへ患者を戻す時、スライダーを使用しようとして患者を斜めに傾けたところ患者が看護師を下敷きにして撮影台より落ちた。	1
	(21) 検査用ベッドから降りる時、ステップに尻もちをついた。	1
	(22) 検査衣に着替え中に椅子から滑り転倒した。	1
	(23) 撮影台に患者を移動するのに、ぎっくり腰になりそうになって危うく落としそうになった。	1
	(24) 膝に装具を付けている患者で、検査が終わってベッドを引き出す時、膝がカメラヘッドにぶつかってしまった。	1
	(25) 管理区域入口に粘着マットを設置していたため、下肢の力が弱い高齢者はマットに足をとられて転倒しそうになった。	1
	(26) 骨SPECTを近接撮像しているつもりが非近接になっており、カメラヘッドが患者の鼻に接触してしまった。	1
	(27) スキャン部位の位置合わせのためベッドを動かした時、コリメータの端で患者の下顎を押し付けた。	1
	(28) 検査終了後、カメラヘッドが初期位置に戻る際、ストレッチャをテーブル脇に並べて固定したが、接近しすぎたためストレッチャがカメラヘッドに潰されかかった。	1
	(29) その他	5
	小 計	76 (45.8%)
第4群 (被検者自身の 行動・体調等 に関すること)	(1) 患者が不意に起き上がり、カメラに頭をぶつけた。	3
	(2) 検査後、検査台から患者が降りる際、立ちくらみが起こり意識がなくなり、介助したものの支えきれず転倒した。	2
	(3) 検査中気分が悪くなり寝台から転落しそうになった。	2
	(4) RI室への出入の時、バランスを崩し尻もちをついた。	2
	(5) 患者が頭を起こして検出器にぶつかりそうになった。	1
	(6) 肺機能検査時マスク装着により自発呼吸不全になった。	1
	(7) 検査終了時、ガンマカメラがホームポジションに戻る途中(回転中)に患者が起き上がろうとした。	1
	(8) レノグラム検査中患者が居眠りをして椅子から滑り落ちた。	1
	(9) 点滴をしていた患者が、点滴台ごと倒れた。	1
	(10) 脳血流SPECT施行中、患者が動いてしまっていて頭部の周りを回転撮影しているガンマカメラのヘッドに肩の部分が少し当たってしまった。	1
	(11) カメラを患者に近づけた検査の際、閉所恐怖症であったため検査中に暴れ出した。	1

(表10 続き)

区 分	事故未然例の事例	件 数
第4群 (被検者自身の 行動・体調等 に関する事)	(12) 検査終了前患者が暴れ出したため、なだめつつ寝台を下げ、事故にならなかった。	1
	(13) SPECT中に患者が飛び起きたが、幸いにもカメラが左右横にあったため無事であった。	1
	(14) 鎮静が必要な患者の脳血流検査を施行しようとしたところ急に動き出した。	1
	(15) トイレでつまずいて転んだ。	1
	(16) 検査終了後、降りようとしたが検査寝台の幅がかなり狭いため、バランスを崩し足の方から落下した。	1
	小 計	21 (12.7%)
	合 計	166 (100%)

処」が4件(2件)と増加した。術者が一人で行うために、被検者の容態を見きれない不安は10件(17件)と前回より7件下回った。

3・5 核医学検査を行う際の安全管理に関する改善措置

今回は341件(349件)の回答が寄せられた。改善措置を対象別にまとめたものが表16で、その具体例が表17に示してある。「検査用ベッド関係」63件18.5%(84件24.1%),「教育・保守管理」98件28.7%(83件23.8%),「被検者の行動関係」60件17.6%(78件22.3%),「検出器関係」20件5.9%(18件5.2%),「コリメータ関係」4件1.2%(5件1.4%)の改善措置が行われている。内容をみると、「検査用ベッド関係」では固定具等の改善や昇降台、その介助等が減少している。これらは安全検査の認識が確立されてきている現象と思われる。「教育・保守管理」ではマニュアル作成や事前点検等、これも安全検査の心がけが広まっているものと思われる。「被検者の行動関係」では依然として検査時の監視体制が多い。また、「その他」の項目で前回以上に増加しているのは医薬品の誤投与を防止するための改善で64件(54件)と大変多く、最近の医療事故防止対策と思われる。

3・6 核医学機器の故障、破損等

核医学機器の故障、破損等について410件の

回答が寄せられた。その内2件の内容が不明であったので除外し、408件について集計を行った。前回2001年の回答数と比較して、今回は1.54倍の回答が寄せられた。これは前回と比較して故障・破損頻度が多くなったわけではなく、各施設が医療事故防止に積極的に取り組むようになった影響と思われる。核医学検査でも医療事故が発生した場合の対応と報告、そして記録が徹底されるようになったと考えられる。

装置の故障、破損を内容別に分類して集計した結果を表18、表19に示す。その中で「回路系」が最も多く145件35.5%(90件34.0%)であった。次に、「コリメータ関係」51件12.5%(31件11.7%)が多かった。特にタッチセンサの故障によるものが17件と多く全体の3割以上を占めていた。また、安全スイッチの故障が3件報告された。最近のガンマカメラではほとんどタッチセンサなどの安全機構が備わっているが、この機能が故障することにより大きな事故につながるおそれがあるので、毎日の始業点検が必要である。今回「スキャン、回転関係」で41件10.0%(16件6.0%)の報告があり、例えばSPECTの回転ができないとか全身スキャンが不能となった事例があった。前回減少がみられた「光電子増倍管関係」が49件12.0%(21件7.9%)と増加した。一方「シンチレータ関係」が2件0.5%(11件4.2%)と少なく、その原因は不明である。その他、今回初めて報告されたSPECT/CTでのCTの故

表 11 検査の種類と事故の発生

検出器の種類	検査名	事故例	事故未然例	計
(1) 回転移動型	心筋SPECT	15	34	49 (20.9%)
	脳血流SPECT	16	26	42 (17.9%)
	骨SPECT	1	2	3 (1.3%)
	SPECT	0	5	5 (2.1%)
	小 計	32 (46.4%)	67 (40.4%)	99 (42.1%)
(2) 平面移動型	骨シンチグラフィ	16	57	73 (31.1%)
	ガリウムシンチグラフィ	7	7	14 (6.0%)
	全身シンチグラフィ	0	1	1 (0.4%)
	小 計	23 (33.3%)	65 (39.2%)	88 (37.4%)
(3) 固定型	肺シンチグラフィ	0	4	4 (1.7%)
	肝GSAシンチグラフィ	1	1	2 (0.9%)
	ベノグラフィ	1	1	2 (0.9%)
	心ブールシンチグラフィ	0	2	2 (0.9%)
	レノグラム	0	1	1 (0.4%)
	副腎シンチグラフィ	0	1	1 (0.4%)
	脳槽シンチグラフィ	0	1	1 (0.4%)
	消化管出血シンチグラフィ	0	1	1 (0.4%)
	小 計	2 (2.9%)	12 (7.2%)	14 (6.0%)
(4) 不 明	その他	12 (17.4%)	22 (13.3%)	34 (14.5%)
合 計		69 (100%)	166 (100%)	235 (100%)

表 12 事故等の発生時点

発生時点	事 例	第3回 1992年	第4回 1995年	第5回 1998年	第6回 2001年	第7回 2004年
(1) 検査準備中	事故例	16	9	10	20	23
	未然例	18	42	13	61	31
	計	34 (17.1%)	51 (24.9%)	23 (12.4%)	81 (28.0%)	54 (23.0%)
(2) 検査開始時	事故例	3	5	4	2	5
	未然例	12	12	28	9	12
	計	15 (7.5%)	17 (8.3%)	32 (17.2%)	11 (3.8%)	17 (7.2%)
(3) 検査中	事故例	13	13	6	13	20
	未然例	85	70	62	120	99
	計	98 (49.2%)	83 (40.5%)	68 (36.6%)	133 (46.0%)	119 (50.6%)
(4) 検査終了後	事故例	13	17	20	16	21
	未然例	39	37	43	48	24
	計	52 (26.1%)	54 (26.3%)	63 (33.9%)	64 (22.1%)	45 (19.1%)
合 計	事故例	45	44	40	51	69
	未然例	154	161	146	238	166
	計	199 (100%)	205 (100%)	186 (100%)	289 (100%)	235 (100%)

表 13 事故等の原因

原 因	事例	第 3 回 1992年	第 4 回 1995年	第 5 回 1998年	第 6 回 2001年	第 7 回 2004年
(1) 術者の不注意	事故例	21	19	15	18	24
	未然例	59	74	62	105	72
	計	80 (35.1%)	93 (39.2%)	77 (37.7%)	123 (42.6%)	96 (40.9%)
(2) 介助不備	事故例	16	14	16	22	25
	未然例	51	44	42	61	37
	計	67 (29.4%)	58 (24.5%)	58 (28.4%)	83 (28.7%)	62 (26.4%)
(3) 被検者の不注意	事故例	13	8	6	2	6
	未然例	27	29	13	18	10
	計	40 (17.5%)	37 (15.6%)	19 (9.3%)	20 (6.9%)	16 (6.8%)
(4) 部品の劣化	事故例	1	1	0	1	1
	未然例	7	7	8	13	8
	計	8 (3.5%)	8 (3.4%)	8 (3.9%)	14 (4.8%)	9 (3.8%)
(5) 機器の欠陥	事故例	0	3	0	1	0
	未然例	9	9	2	9	7
	計	9 (3.9%)	12 (5.1%)	2 (1.0%)	10 (3.5%)	7 (3.0%)
(6) 機器の調整不良	事故例	2	0	0	2	2
	未然例	11	0	7	8	6
	計	13 (5.7%)	0	7 (3.4%)	10 (3.5%)	8 (3.4%)
(7) 機器の作動不良	事故例	1	0	0	1	2
	未然例	2	4	8	1	6
	計	3 (1.3%)	4 (1.7%)	8 (3.9%)	2 (0.7%)	8 (3.4%)
(8) 機器の位置不良	事故例	0	1	0	1	3
	未然例	0	3	3	4	4
	計	0	4 (1.7%)	3 (1.5%)	5 (1.7%)	7 (3.0%)
(9) ベッドストッパの 不適	事故例	1	3	1	1	0
	未然例	3	4	3	1	1
	計	4 (1.8%)	7 (3.0%)	4 (2.0%)	2 (0.7%)	1 (0.4%)
(10) ストレッチャの 位置不適	事故例	0	1	0	0	0
	未然例	0	1	3	1	2
	計	0	2 (0.8%)	3 (1.5%)	1 (0.3%)	2 (0.9%)
(11) その他	事故例	0	2	2	2	6
	未然例	4	10	13	17	13
	計	4 (1.8%)	12 (5.1%)	15 (7.4%)	19 (6.6%)	19 (8.1%)
合 計	事故例	55	52	40	51	69
	未然例	173	185	164	238	166
	計	228 (100%)	237 (100%)	204 (100%)	289 (100%)	235 (100%)

障や合成装置の故障の報告など、今後は事故報告内容も多様化してくるものと思われる。

3・7 メーカーに対する要望・意見

メーカーに対する要望・意見等に関しては 299 件 (335 件) の回答があった。具体的な要望内容を表 20、種類別にまとめたものを表 21 に示した。種類別にみると、「保守・管理関係」106

件 35.5% (83 件 24.8%) のメンテナンス費用が高すぎることや、多くの施設にて装置が古くなってきていて、部品供給や迅速な対応に対する要望が増えている。またサービスマンのレベルアップに対する要望が著しく増加している。「装置の設計関係」85 件 28.4% (82 件 24.5%) では操作、処理の簡便化や性能の安定の要望が多くなっている。「検査用ベッド関係」は 30

表 14 事故防止の対策

対策	事例	第3回 1992年	第4回 1995年	第5回 1998年	第6回 2001年	第7回 2004年
(1) 被検者への説明・介助	事故例	27	23	20	21	30
	未然例	71	78	69	77	62
	計	98 (40.3%)	101 (41.6%)	89 (38.9%)	98 (33.9%)	92 (39.1%)
(2) 再教育等	事故例	21	16	18	18	26
	未然例	71	78	60	79	68
	計	92 (37.9%)	94 (38.7%)	78 (34.1%)	97 (33.6%)	94 (40.0%)
(3) 機器の修理等	事故例	5	8	0	5	5
	未然例	13	24	22	28	19
	計	18 (7.4%)	32 (13.2%)	22 (9.6%)	33 (11.4%)	24 (10.2%)
(4) 機器の点検等	事故例	5	1	1	1	1
	未然例	10	2	3	3	4
	計	15 (6.2%)	3 (1.2%)	4 (1.7%)	4 (1.4%)	5 (2.1%)
(5) その他	事故例	4	4	1	6	7
	未然例	16	9	35	51	13
	計	20 (8.2%)	13 (5.3%)	36 (15.7%)	57 (19.7%)	20 (8.5%)
合 計	事故例	62	52	40	51	69
	未然例	181	191	189	238	166
	計	243 (100%)	243 (100%)	229 (100%)	289 (100%)	235 (100%)

件 10.0% (65 件 19.4%) で大幅に減少した。「データ処理装置関係」28 件 9.4% (55 件 16.4%) や「コリメータ関係」8 件 2.7% (14 件 4.2%) , 「検出器関係」6 件 2.0% (7 件 2.1%) では全般的に減少している。その他ではコンピュータの故障に関するものが少なくなったのが印象的である。

4. 考 察

今回のアンケートは 2・1 項に記したように調査対象 1 275 施設に対して行い, 984 施設の回答を得た。その回収率は 77.2% であり前回の 86.2% には及ばなかったが, 大規模施設と考えられる大学病院及び公立病院は約 80% であり, 調査結果は我が国の現況をほぼ正確に反映しているものと考えた。アンケートは従前と同様の項目について行われ, PET 施設の増加に伴い PET/CT 装置, 医療用サイクロトン及びポジトロン製剤の自動合成装置の調査が加えられた。また対象施設の分類に新たに研究施設が設けられ臨床機関と区分された。

核医学従事者については, 医療機関全体での男性と女性の割合は男性が 85.4% (84.6% : 前回調査, 以下同様), 女性が 14.5% (15.2%) であり, 衛生検査所及び研究機関を含む全施設ではその割合は男性 82.8% (79.3%), 女性 17.1% (16.4%) であった。従事者数は調査対象施設全体では前回調査で 4 488 名, 今回調査で 4 344 名であり, 今回の回収率から類推すると前回調査時と同様かやや増加傾向にあると考えられる。しかし, 衛生検査所は前回 383 名から 274 名と前々回及び前回の調査と同様更に減少傾向が進んでおり, Immunoassay の non-RIA 化が更に進んでいることがうかがえる。これは対象施設としての衛生検査所の減少によっても明らかである。医療機関の従事者の年齢層は前回調査同様 30 歳代, 40 歳代が多くを占め, 次いで 20 歳代の順となっている。施設により多少の相違はあるものの, 50 歳代以上が 5 ~ 15%, 経験年数 16 年以上が 8 ~ 20% 程度従事している。やや高齢化の傾向は見受けられるが, これらの層をマネジメントあるいは指導的な立場

表 15 核医学技術者の不安

対 象	不安の内容	第3回 1992年	第4回 1995年	第5回 1998年	第6回 2001年	第7回 2004年
(1) 検出器関係	(1) 安全機構の誤動作・不完全作動	17	35	11	21	51
	(2) 移動・回転・上下動時の安全機構	129	61	36	44	43
	(3) 技術者の不注意・不慣れ	33	62	52	67	27
	(4) 落下・転倒	13	19	9	1	6
	(5) 多検出器SPECTによる検査時の患者確認不能	1	1	2	1	6
	(6) 支持部の疲労・摩耗	17	8	6	4	2
	(7) ケーブルの引っ掛かり、スイッチ機能	6	2	0	2	0
	(8) 停電時の対処	3	3	1	0	0
	(9) 辺縁部の鋭角さ	1	1	1	0	0
	(10) その他	1	5	3	24	15
	小 計	221 (37.6%)	197 (28.5%)	121 (29.0%)	164 (27.9%)	150 (37.6%)
(2) 検査用 ベッド関係	(1) 幅の狭すぎ	84	46	57	84	37
	(2) 高さの高すぎ	67	38	42	60	36
	(3) 被検者固定ベルト・サイドガードなし	14	11	7	3	9
	(4) 検査用ベッドとストレッチャ間の患者移動	2	9	7	4	5
	(5) 検査用ベッド固定の不完全性	8	7	5	14	2
	(6) 昇降台の安全性・軽量性	5	52	5	3	2
	(7) ガタ・堅牢性	9	3	3	4	1
	(8) 辺縁部分の鋭角さ	1	5	0	0	1
	(9) その他	1	8	1	19	3
	小 計	191 (32.5%)	179 (25.9%)	127 (30.5%)	191 (32.5%)	96 (24.1%)
(3) コリメータ 関係	(1) 脱落・落下	65	35	36	31	23
	(2) ネジ疲労・過大重量	23	21	4	8	6
	(3) 装着確認のしにくさ	3	7	2	3	0
	(4) 運搬中の落下	2	3	3	0	0
	小 計	93 (15.8%)	66 (9.6%)	45 (10.8%)	42 (7.2%)	29 (7.3%)
(4) 被検者の 行動	(1) 検査室での患者管理	5	66	39	61	27
	(2) 患者の転倒・転落	4	74	31	51	27
	(3) 不意の動き	41	47	17	23	16
	(4) 体調・精神状態の急変	19	16	2	4	5
	小 計	69 (11.7%)	203 (29.4%)	89 (21.3%)	139 (23.7%)	75 (18.8%)
(5) その他	(1) 点滴チューブ等への接触・絡み	2	2	4	8	12
	(2) 1人(少数)従事の患者介助・監視の不備	3	7	11	17	10
	(3) 検査用ベッドのスライドによる衣類の巻き込み	0	0	1	7	6
	(4) 地震時の対処	3	21	6	2	4
	(5) 機器、設備の点検の不備	0	0	4	1	3
	(6) 発生静電気(床とベッド・車椅子間など)	0	0	3	0	0
	(7) 心筋シンチにおける負荷時の転倒	2	1	1	0	1
	(8) 注射針による感染	0	1	0	0	1
	(9) その他	4	14	5	16	12
	小 計	14 (2.4%)	46 (6.7%)	35 (8.4%)	51 (8.7%)	49 (12.3%)
	合 計	588	691	417	587	399

表 16 対象別改善措置

対 象	第3回 1992年	第4回 1995年	第5回 1998年	第6回 2001年	第7回 2004年
(1) 検査用ベッド関係	86 (32.1%)	67 (28.8%)	53 (22.6%)	84 (24.1%)	63 (18.5%)
(2) 教育・保守管理	59 (22.0%)	41 (17.6%)	52 (22.2%)	83 (23.8%)	98 (28.7%)
(3) 被検者の行動関係	77 (28.7%)	86 (36.9%)	70 (29.9%)	78 (22.3%)	60 (17.6%)
(4) 検出器関係	22 (8.2%)	18 (7.7%)	25 (10.7%)	18 (5.2%)	20 (5.9%)
(5) コリメータ関係	8 (3.0%)	4 (1.7%)	5 (2.2%)	5 (1.4%)	4 (1.2%)
(6) その他	16 (6.0%)	17 (7.3%)	29 (12.4%)	81 (23.2%)	96 (28.2%)
合 計	268 (100%)	233 (100%)	234 (100%)	349 (100%)	341 (100%)

の人材と考えるなら、かなりバランスのとれた人員構成であるとも言えよう。

核医学検査従事者の保有資格及びその人員に関して、医師については大学病院以外は前回に比べほぼ同様かわずかに減少しており、特に国立病院機構で減少している。薬剤師は人員及びその比率ともに増加しているが、対象施設全体の絶対数は全従事者の約1%に過ぎない。技術者に関して、資格者及び従事者ともに診療放射線技師が圧倒的に多数を占めており、一方、全機関において「臨床検査技師又は衛生検査技師」、「その他の資格」、「資格なし」は前回調査より更に減少した。ただし、衛生検査所においてはほぼ全員が「臨床検査技師又は衛生検査技師」及び「その他の資格」であるという調査結果であった。研究機関における従事者の割合は医師、診療放射線技師、薬剤師の順であった。これらは各施設の特徴をよく現していると思われる。

作業内容をインビボ、インビトロで対比すると、医療機関の形態によらずインビトロ業務は更に減少している。インビボ検査で専従者と非専従者を比べると、大学病院では専従者が比較的高い割合を示している。しかし、いずれの医療形態においても専従者は減少傾向にある。今回調査においても公立病院及び民間病院で引き続きその傾向が大きい。

調査結果によるアンガー型カメラの全国の設置台数は1759台であり、前回調査に対してほとんど変動は認められなかったが、2検出器

SPECTカメラの割合が増加し、一方、非SPECTカメラと4検出器型やリング型等のSPECT専用カメラが半減し、特に固定型アンガーカメラは激減している。現有の固定型アンガーカメラ及び全身カメラ（非SPECT）の平均使用年数は13年間を超えており、1検出器SPECTカメラのそれも12.6年である。使用年数的には更新の必要があるものと考えられるが、固定型アンガーカメラ、非SPECT型全身カメラやSPECT専用カメラの装置更新はほとんど無いものと思われる。1検出器SPECTカメラも減少傾向にあり、現在までの調査結果からも今後2検出器SPECTカメラが主流となることは衆目の一致するところであろう。3検出器SPECTカメラの現有台数は現状維持の状況であり、捨て難い装置であるとも推察できる。2検出器型SPECTカメラに代表される処理能力が大きく向上した装置は、核医学検査のthroughputの改善にも寄与するため今後ますます普及するものと思われる。周辺機器では乾式処理型イメージャの普及が進んでいる。

前回調査で設定されていたSPECT/PET装置の項目名で分類されていたcoincidence機能を有するアンガーカメラ型SPECT/PET装置は今回はSPECTカメラ（2検出器）又はSPECTカメラ（3検出器）に含まれている。PET専用装置は調査終了時において明らかに増加し、また今回新たに調査項目に含めたサイクロトロン及び自動合成装置の設置が進んでおり、特に

表 17 安全管理に関する改善措置

対 象	改善措置の内容	第 5 回 1998年	第 6 回 2001年	第 7 回 2004年
(1) 検査用ベッド 関係	(1) 被検者用の固定具(マジックバンド等)を設け、固定	25	33	29
	(2) 検査用ベッドの昇降に看護師、技師が介助	14	19	9
	(3) 昇降台(踏台)を作成	3	10	6
	(4) 検査用ベッドを低床化	2	4	5
	(5) 隙間に指が入らないようなカバーをした.	1	1	3
	(6) 移動時のベッドとストッパの衝撃吸収用スポンジの貼付け	1	0	3
	(7) 乳児、小児用固定具及び補助具の作製	2	1	1
	(8) 固定具の幅を広げた.	0	7	0
	(9) SPECT用ベッドに補助具を取り付け、ベッドの幅を広げた (一般撮像時).	1	2	0
	(10) 寝たきり患者を検査用ベッドに移すとき、大勢で介助して 行う.	1	2	0
	(11) ホールボディ用寝台のストッパ止金具を患者乗降位置にも 増やして固定を図った.	1	1	0
	(12) 検査用ベッドのロックの再点検	1	0	0
	(13) その他	1	4	7
小 計		53	84	63
(2) 教育・保守 管理	(1) 毎日始業時に事前点検を行っている.	14	15	37
	(2) 機器管理項目及びマニュアルの作成	2	18	27
	(3) 技術者の安全教育を行っている.	10	15	8
	(4) 装置の定期点検及び異常時の点検を行うようにした.	7	6	7
	(5) 術者の注意を十分に行うようにした.	8	11	4
	(6) ポスターの掲示	6	5	4
	(7) メーカーの定期点検を受けるようにした.	2	7	0
	(8) 小さな異常に早く気づき、修理を早めに行う.	1	1	0
	(9) 複数担当者間のクロスチェックを可能な限り行う.	2	0	0
	(10) その他	0	5	11
小 計		52	83	98
(3) 被検者の行動 関係	(1) 被検者から目を離さぬように監視体制をとっている.	21	33	30
	(2) 被検者監視用のモニタ等を設置し監視した.	5	10	9
	(3) 検査前に被検者に対して必ず説明、注意を行っている.	13	19	8
	(4) 技術者の複数体制をとるようにした.	6	4	7
	(5) 検査用ベッドへの乗降時、特に降りる際は必ず話しかけ、 起立時のめまい等に注意し介助.	12	8	1
	(6) 被検者の状態チェック(心肺機能低下、意識レベル低下 患者)	3	2	0
	(7) 被検者監視ミラーを設置した.	1	0	0
	(8) 患者の状態に応じて2台のカメラを使い分ける.	1	0	0
	(9) 各検査室間(核医学検査室、X線室、MRI室等)の緊急連絡 用の押ボタン式表示ランプを設置.	1	0	0
	(10) 患者氏名等の確認時に被検者の反応を見て、当人に必要な 監視の程度を判断して対応する.	2	0	0
	(11) 乳児、小児の検査時の看護師、父母の立会.	2	0	0
	(12) 体動の激しい被検者に関しては抑制を促した.	1	0	0
	(13) その他	2	2	5
小 計		70	78	60

(表17 続き)

対 象	改善措置の内容	第5回 1998年	第6回 2001年	第7回 2004年
(4) 検出器関係	(1) カメラ回転, 移動範囲内を衝突等の危険区域として, 赤テープ等でその範囲を明示した.	5	7	7
	(2) 操作中の注意を強化する.	8	0	4
	(3) 非常用遮蔽スイッチを設置した.	0	0	2
	(4) スタート前に機器位置を再確認する.	2	0	1
	(5) コリメータ全面及び周囲に感触スイッチを使用し, 触れると駆動が停止するようにした(接触安全センサ).	4	4	0
	(6) 事前にカメラを移動(回転)させて, 被検者に接触しないことを確認する.	4	3	0
	(7) 逆回転防止機構等を設けた.	2	0	0
	(8) その他	0	4	6
	小 計	25	18	20
(5) コリメータ 関係	(1) コリメータ装着の二重チェックを行っている.	3	3	1
	(2) コリメータ架台の固定対策を行った(地震対策).	1	1	0
	(3) コリメータの金具の一部鋭利な部分を滑らかにカット.	1	0	0
	(4) その他	0	1	3
	小 計	5	5	4
(6) その他	(1) RI誤投与を防止するため患者確認の徹底, 容器ラベルの改良を行った.	2	54	64
	(2) スタッフが1人のため, 安全対策としての連絡システムを構築した(ロボコンセンサや連絡ブザーの設備).	2	0	4
	(3) 緊急用具, 緊急薬, 心電図モニタ, カウンタショック等の常備.	3	3	1
	(4) チェック表の作成	2	0	1
	(5) 防護衝立, 防護箱, 防護手袋等を作製した.	4	0	1
	(6) 地震対策として装置の固定対策を行った.	3	4	0
	(7) 安全マニュアルの作成	1	1	0
	(8) 床面に露出型レール等を設置しない(床面の平滑化).	1	0	0
	(9) 静電気防止のためのアース設置.	1	0	0
	(10) CRT画面安定のための電磁波防止金属板設置.	1	0	0
	(11) キセノンガスコントロールシステムの検査前点検.	1	0	0
	(12) RI投与時の針刺防止器具の作成や対策を行った.	3	0	0
	(13) その他	5	19	25
	小 計	29	81	96
合 計		234	349	341

民間病院で顕著である。時代の趨勢に従って今後これらの設置台数は増えるものと考えられる。

核医学画像機器の保守について, 調査の範囲内ではメーカーによる保守点検率は平均 79.6% (PET 専用装置, サイクロトロン, 自動合成装置を除く) であったが, 機種によりかなりの相違がある。2 検出器型 SPECT カメラや 3 検出器型 SPECT カメラなど, 比較的使用年数の浅い新しい機種の保守点検率が高いが, 固定型アンガーカメラや全身カメラ (非 SPECT) の保

守点検率は低い。自主的な点検の状況は把握できていないが, 核医学画像データの信頼性の向上のためには, メーカーによる保守率は 100% であるべきであろう。また, メーカーによる点検のみでは常時の状況を把握するのに限度があるため, 自主的な性能検査なども必要である。

ガンマカメラの使用年数については, 多くの装置でメーカーが推奨する使用年数を大きく超えていた。特に, 固定型カメラ, 全身カメラについてはそれが顕著で, SPECT 装置においても

表 18 核医学機器の故障・破損等

故障・破損箇所	故障・破損の内容	第5回 1998年	第6回 2001年	第7回 2004年
(1) 回路系	(1) カメラ回路動作不良, 故障	8	33	67
	(2) データ処理装置動作不良, 故障	28	26	34
	(3) カメラ, データ処理装置の回路電源故障	12	16	24
	(4) 高圧電源故障	8	7	12
	(5) 波高分析ウィンドウにエネルギーピークを設定できない.	4	5	2
	(6) その他	6	3	6
	小 計	66	90	145
(2) コリメータ関係	(1) タッチセンサの故障	—	5	17
	(2) 操作ミスによるコリメータの破損(コリメータの落下等)	5	6	8
	(3) 操作ミスによるコリメータの固定具破損	2	0	7
	(4) コリメータ固定用ボルトの破損	2	5	3
	(5) コリメータ自動交換時の誤動作	5	2	1
	(6) その他	2	13	15
	小 計	16	31	51
(3) 画像及びCRT	(1) シンチ画像が映らなかった	4	6	10
	(2) 画像歪み, アーチファクト	16	10	8
	(3) イメージングモニタの故障でモニタ表示がなかった.	4	6	7
	(4) CRT劣化	1	1	2
	(5) カラーディスプレイモニタの故障	5	1	1
	(6) その他	1	0	0
	小 計	31	24	28
(4) 光電子増倍管 関係	(1) 光電子増倍管の性能不良, 劣化	26	17	38
	(2) ゲイン調整	6	3	6
	(3) その他	2	1	5
	小 計	34	21	49
(5) 検出器駆動関係	(1) カメラヘッドの上下動作の不能	5	5	12
	(2) カメラヘッド駆動モータのギアシャフトの破損	5	5	5
	(3) 検出器駆動部分のベルトが切断	0	0	1
	(4) その他	3	10	5
	小 計	13	20	23
(6) 磁気ディスク, 磁気テープ関係	(1) 磁気ディスク回転軸, ヘッドの破損等	9	16	23
	(2) 磁気テープ動作不良	2	1	1
	(3) その他	1	2	1
	小 計	12	19	25
(7) スキャン, 回転 関係	(1) SPECTの回転不能(回転軸ギア歯こぼれ, クラッチ及びバランサー不良, スピードコントロールネジのゆるみ, 回路動作不良等)	6	8	21
	(2) 回路的動作不良, モータ故障によるスキャン不良あるいはスキャン不能	6	4	17
	(3) ホールボディイメージングでスタート位置が取れない.	5	2	1
	(4) その他	5	2	2
	小 計	22	16	41
(8) スイッチ, ケーブル関係	(1) ケーブルの断線	5	11	13
	(2) スイッチの故障, リード線接触不良	3	4	3
	(3) 安全スイッチの故障	1	1	3
	小 計	9	16	19
(9) シンチレータ 関係	(1) シンチレータの破損, ひび割れ	4	4	2
	(2) シンチレータの変色, 微小斑点	1	4	0
	(3) ライトガイドのシリコングリース気泡, 乾燥	0	1	0
	(4) その他	3	2	0
	小 計	8	11	2
(10) 検査用ベッド 関係	(1) 検査用ベッドの動作不良	3	3	5
	(2) キャスタ取り付け部の破損	2	1	0
	(3) その他	1	4	5
	小 計	6	8	10

(表18 続き)

故障・破損箇所	故障・破損の内容	第5回 1998年	第6回 2001年	第7回 2004年
(11) 施設	(1) 落雷によるハード及びソフトのダウン	1	0	4
	(2) 地震により動作不良	1	2	3
	(3) 天井からの漏水のため装置故障	2	0	1
	小 計	4	2	8
(12) その他	(1) RI自動分注器	1	1	1
	(2) 老朽化のため部品が入手できない。	4	1	0
	(3) レノグラム(ペンレコーダ)	2	0	0
	(4) キセノンガスコントローラ	1	0	0
	(5) オートウェルカウンタ	1	0	0
	(6) その他	-	5	6
	小 計	9	7	7
合 計		230	265	408

表 19 核医学機器の故障・破損等

故障・破損箇所	第3回 1992年	第4回 1995年	第5回 1998年	第6回 2001年	第7回 2004年
(1) 回路系	59 (28.5%)	70 (31.3%)	66 (28.7%)	90 (34.0%)	145 (35.5%)
(2) コリメータ関係	9 (4.3%)	11 (4.9%)	16 (7.0%)	31 (11.7%)	51 (12.5%)
(3) 画像及びCRT	15 (7.2%)	21 (9.4%)	31 (13.5%)	24 (9.1%)	28 (6.9%)
(4) 光電子増倍管関係	35 (16.9%)	37 (16.5%)	34 (14.8%)	21 (7.9%)	49 (12.0%)
(5) 検出器駆動関係	10 (4.8%)	8 (3.6%)	13 (5.7%)	20 (7.5%)	23 (5.6%)
(6) 磁気ディスク、磁気テープ関係	7 (3.4%)	6 (2.7%)	12 (5.2%)	19 (7.2%)	25 (6.1%)
(7) スキャン、回転関係	22 (10.6%)	23 (10.3%)	22 (9.6%)	16 (6.0%)	41 (10.0%)
(8) スイッチ、ケーブル関係	22 (10.6%)	19 (8.5%)	9 (3.9%)	16 (6.0%)	19 (4.7%)
(9) シンチレータ関係	24 (11.6%)	19 (8.5%)	8 (3.5%)	11 (4.2%)	2 (0.5%)
(10) 検査用ベッド関係	0	8 (3.6%)	6 (2.6%)	8 (3.0%)	10 (2.5%)
(11) 施 設	4 (1.9%)	2 (0.9%)	4 (1.7%)	2 (0.8%)	8 (2.0%)
(12) その他	0	0	9 (3.9%)	7 (2.6%)	7 (1.7%)
合 計	207 (100%)	224 (100%)	230 (100%)	265 (100%)	408 (100%)

その傾向にあった。診断精度の向上、安全担保の意味からも機器更新のことも含めてこれらの改善が望まれる。

事故及び事故未然例に関しては、過去第1回から第5回調査までは漸減あるいは横ばい傾向であったが、第6回調査ではいずれの事故内容においても増加していた。今回(第7回)調査では事故例と未然例を合計した全体的な件数は減少している。しかし発生してしまった事故は何れの区分の事故例においても増加しており、特に術者側に起因する「第2群；術者の機器操

作に関する事」、第3群；術者の被検者への対応に関する事」の件数が多い。第1群の機器自体に原因すると思われる事故に固定されていたコリメータが交換時に落下した事例があり、幸いにも被検者がその下に滞在せず人的被害は起こらなかったものの重大事故に類するものであり嚴重な調査点検が必要である。死亡事故など重大事故は皆無であった一方、骨折を含む打撲や裂傷などの事故が発生している。事故の内容が第1群、第2群、第3群、第4群に分類されているが、各群とも術者の対応、注意判断や

表 20 メーカーへの要望等

要望等の種類	要望等の内容	第5回 1998年	第6回 2001年	第7回 2004年
(1) 保守・管理 関係	(1) 機器の修理、部品交換等への対応が遅い(迅速な対応を)。	14	17	27
	(2) 年間のメンテナンス費用が高すぎる。無料又は実費で。	6	18	20
	(3) 定期点検の内容充実とサービスマンのレベルアップを。	2	1	18
	(4) 古い装置、製造中止の装置の部品供給を確実に。	6	10	15
	(5) メンテナンスの充実を(人材、部品の確保、迅速な対応等)。	10	14	9
	(6) メンテナンス後のトラブル多発	0	4	4
	(7) 部品交換やその必要性などのメンテナンス内容を明確に。	1	1	4
	(8) アフターサービスが悪い。	3	4	3
	(9) ECT装置の精度の定期的な点検の充実を。	1	1	1
	(10) 故障時の緊急対策に関するマニュアル作成(部品等の点検項目の一覧表など)	3	1	1
	(11) 定期点検の必要性を施設の部局長などにPRするように。	3	1	0
	(12) その他	3	11	4
	小 計	52	83	106
(2) 装置の設計	(1) 性能の安定した装置の供給	0	2	14
	(2) 安全性に対する十分な対応	10	14	13
	(3) 操作・処理の簡便化	3	7	12
	(4) 安全機構の強化(タッチセンサの数、範囲、感度等)	8	18	8
	(5) 装置の感度上昇、検査時間の短縮化	11	7	6
	(6) メーカー担当者は現場の声をもっと積極的に聞く姿勢を持ってほしい。	0	7	3
	(7) 分解能の向上	2	2	3
	(8) 人間工学面を考慮した設計	7	1	2
	(9) 半導体検出器によるガンマカメラの開発	5	1	2
	(10) 機器のコンパクト化及び軽量化	6	2	1
	(11) 輸入機器についてディスプレイ表示が英語の場合が多く、日本語バージョンに変更を。	1	1	1
	(12) 被ばく量低減のために患者の位置合わせを遠隔操作でできるように。	2	0	1
	(13) ホールボディ装置の大視野化(腕も視野に入るように)	2	0	1
	(14) 駆動部の強化	1	0	1
	(15) タッチセンサや安全機構が作業の非効率化の原因とならないように。	4	2	0
	(16) 小児への対応	2	1	0
	(17) モデルチェンジを行っても旧型に対して継続性を持たせた対応ができるように。	0	1	0
	(18) 床施設レール等の改善	2	0	0
	(19) その他	21	16	17
	小 計	87	82	85
(3) 検査用ベッド 関係	(1) 検査用ベッドがX線CTのように床近くまで下がるように。	30	22	12
	(2) 被検者の確実な固定具の開発、改良	13	18	7
	(3) SPECT検査用ベッドは回転半径を小さくするために幅が狭く設計されているが、安全性に工夫、改善が必要。	6	8	6
	(4) SPECT検査用ベッドに患者の苦痛を和らげるための改善を(材質、寝心地、不安感等)。	3	3	4
	(5) 被検者が苦痛を訴えないベッドの開発、改良を(クッション、材質等)。	3	3	1
	(6) SPECT時における被検者の両腕の置き場の確保を。	4	7	0
	(7) ストレッチャーから検査テーブルへの患者の移動を容易に(移動具の開発)。	1	1	0
	(8) 検査用ベッド駆動の改善	2	1	0
	(9) 寝台スライドをロックするところなど、パッキン等の消耗品は定期的に交換してもらいたい。	1	0	0
	(10) 検査用ベッドのストッパは確実なものを。	2	0	0
	(11) 検査用ベッド等のキャスタに足を挟むことがあるので、その対策を。	2	0	0
	(12) その他	1	2	0
	小 計	68	65	30

(表20 続き)

要望等の種類	要望等の内容	第5回 1998年	第6回 2001年	第7回 2004年
(4) データ処理 装置関係	(1) ソフトのバージョンアップの際、対応をしっかりと、無償で提供を.	3	7	6
	(2) ソフトの開発、改良、バージョンアップをもう少し早く.	13	11	4
	(3) 各社コンピュータ間の互換性を.	6	9	3
	(4) ソフト、言語の簡素化を.	1	2	3
	(5) ユーザの要望する臨床ソフトの開発に力を入れるように.	5	9	2
	(6) ソフトの企画化、標準化が必要	2	5	2
	(7) ソフトのバグが多すぎる.	2	2	2
	(8) コンピュータの大容量化、計算速度の高速化が必要.	2	0	2
	(9) データ処理用のマニュアルが不備である.	5	2	1
	(10) ソフトのバージョンアップは全ユーザに情報提供を(有償、無償にかかわらず).	1	2	1
	(11) 停電時、収集中のデータのバックアップは何とかならないか.	0	1	0
	(12) その他	1	5	2
	小 計	41	55	28
(5) コリメータ 関係	(1) 交換を簡単にしかも安全にできるようにしてほしい.	6	6	2
	(2) 軽量化してほしい.	2	3	1
	(3) 装着に時間がかかるので、交換しなくてもよいものを開発してほしい.	1	1	1
	(4) ネジ等の突起物の除去など改善してほしい.	1	0	1
	(5) その他	6	4	3
	小 計	16	14	8
(6) 検出器関係	(1) 検出器部分の上下動が手動でも可能なように(電動式のため、停電時に被検者を動かさなくなるおそれがある).	1	2	0
	(2) 光電子増倍管の安定性が悪い(SOLの出現→誤診につながる).	2	0	0
	(3) 検出器固定法の改善	1	0	0
	(4) SPECT検出器の角のカット	1	0	0
	(5) その他	1	5	6
	小 計	6	7	6
(7) その他	(1) マニュアルの記載に難解なもの、説明不足の箇所が多い(説明書をもっと詳しく).	4	2	8
	(2) 現状で満足している.	7	2	4
	(3) 外国製品の販売にあたっては、完全な日本語の説明書を.	1	3	3
	(4) 設計者、メーカーサービスマン、ユーザ間のコミュニケーションが十分でないところがある.	2	0	3
	(5) 価格を下げてほしい.	2	4	2
	(6) データ処理用コンピュータも含め、故障が多すぎる.	2	8	0
	(7) 経年劣化の少ない装置希望	2	2	0
	(8) メーカー販売担当者の研修、レベルアップを望む.	1	0	0
	(9) メーカーのユーザズミーティングは有用である.	1	0	0
	(10) 2核種専用のカメラ、データ処理装置の開発を.	1	0	0
	(11) 機器操作時の音、アラーム音をもっと小さく、アラームは止めて点滅式等にしてほしい(音に敏感な被検者、入眠中の被検者のために).	2	0	0
	(12) 脳血流測定機器への ¹³³ Xeガス供給の簡略化、確実化を.	2	0	0
	(13) その他	26	8	16
	小 計	53	29	36
合 計		323	335	299

監視体制の状態が直接、間接的に関与している事例が多いように見受けられた。また、機器操作に関することで術者側が受けた裂傷や打撲などの事故がかなり存在しており、見逃せない留

意点である。

事故未然例は第1群を除き前回調査より明らかに減少している。これは術者が事故を未然に防ぐ判断、処置を行ったことを意味しているも

表 21 種類別メーカへの要望等

要望等の種類	第3回 1992年	第4回 1995年	第5回 1998年	第6回 2001年	第7回 2004年
(1) 保守・管理関係	58 (15.0%)	81 (21.8%)	52 (16.1%)	83 (24.8%)	106 (35.5%)
(2) 装置の設計関係	95 (24.6%)	96 (25.9%)	87 (26.9%)	82 (24.5%)	85 (28.4%)
(3) 検査用ベッド関係	91 (23.6%)	69 (18.6%)	68 (21.1%)	65 (19.4%)	30 (10.0%)
(4) データ処理装置関係	49 (12.7%)	55 (14.8%)	41 (12.7%)	55 (16.4%)	28 (9.4%)
(5) コリメータ関係	33 (8.5%)	29 (7.8%)	16 (5.0%)	14 (4.2%)	8 (2.7%)
(6) 検出器関係	25 (6.5%)	14 (3.8%)	6 (1.9%)	7 (2.1%)	6 (2.0%)
(7) その他	35 (9.1%)	27 (7.3%)	53 (16.4%)	29 (8.7%)	36 (12.0%)
合 計	386 (100%)	371 (100%)	323 (100%)	335 (100%)	299 (100%)

のと考えられ、各医療施設における事故防止のための対処法の向上が認められる。一方で、検査ベッドからの転落事故未然など患者乗降や移動時に関連するトラブルが依然として多く、術者の一層の注意が望まれる。また前回同様、事故未然例の中に重大事故につながる事例が含まれている。メーカ及び使用者は、重量物である検出器の作動及び落下防止機構並びに動作センサや安全スイッチ類の確実性と安全点検を怠ってはならない。事故防止のための対処法が各施設において行われており、その状況が調査結果から読み取れる。その内容は、機器及び安全に対するマニュアルの作成、毎日の始業点検、被検者に対する監視体制と説明、固定具の工夫などが目立っていた。特に機器管理とマニュアル作成が充実されつつあるように見受けられる。

術者の不注意による事故、事故未然例等も多いが、その対応策は次のように総括できる。

検査用ベッド関係

- (1) 検査の種類や方法に対応した適切な固定具等の設備（マジックバンドの利用や補助具等）。固く縛り付けるような固定のみでは不適切
- (2) ベッドの低床化や適切な幅
- (3) ベッドへの昇降や搬送用ベッドからの移動等の安全化
- (4) ベッドの固定及びその確認
- (5) 怪我等危険に対する安全対策

教育、保守管理

- (1) 安全対策や機器管理に対するマニュアルの作成及び教育訓練の励行

被検者に対して

- (1) 監視カメラ、ミラー、インターホン、連絡プザー等の監視用機器の整備
- (2) 術者の監視体制の確立や状況に応じた複数術者の体制強化
- (3) 適切な患者対応

検出器関係

- (1) 検出器の回転、移動等に対する安全対策
- (2) センサや安全スイッチ等、危険防止システムの設備及び点検
- (3) 術者による安全確認

また、核医学診療における事故防止については日本核医学会の「核医学診療事故防止指針」^[7]が示されており、診療に活かすべきである。

核医学機器の故障・破損では、回路系及びデータ記憶装置などのデータ処理装置関係が前回より大きく増加し、コリメータ関係や検出器上下動作不良も増加している。機器がますますコンピュータ化されたことに起因し、またコリメータ交換系の自動化が進みつつあることに原因しているのかも知れない。今回はタッチセンサの故障の報告が多かったが、事故に直接つながるので日常の点検が必要であろう。光電子増倍管の性能劣化の報告が再び増加し、反面シンチレータ関係の劣化等は少なかった。表 18 その

他の項に分類されている PET 装置関係では校正用線源の収納故障の報告があり、線源管理に関わるトラブルの発生に注意する必要がある。

メーカーへの要望としては、多岐にわたり多くの意見が寄せられている。保守管理に関する要望が多く、メンテナンス費用の適正化やサービスエンジニアの技術向上、安定した部品供給や性能の安定した装置の開発を希望する意見が多数を占め、装置の操作や処理操作の簡易化を望む声も多かった。前述のタッチセンサの故障に関する報告とは相反し、装置の設計関係では前回調査で多かったタッチセンサを含めた安全機構の強化に関することへの要望が減り、設計的にはその考え方が普及したものと思われる。検査ベッド関係では低床化と固定具の改良に関する要望は件数的には多いが、毎回の調査毎に減少しつつあり改良が行われていることがうかがえる。以前に比較的多かった「装置の人間工学面への考慮」が2件と減り、要望は達成されつつあるようだ。データ処理装置関係についてはソフトウェアの開発・改良の対応や迅速性、コンピュータ間の互換性への要望が減少した。ソフトウェアの開発、利用法等が安定し完成の方向に成熟しつつあるものと考えられる。表20に掲げられているように、内容においてその傾向は多少異なるが、全体的には毎回の調査で同程度の件数の要望が示されている。核医学の発展と安全確保のために、「メーカーへの要望」を参考にしていただければ幸いである。

本アンケートに参加していただいた会員及び各施設の方々に深く感謝申し上げます。

5. ま と め

- (1) 調査対象施設数は1275施設であり、その回収率は77.2%であった。このうち大規模施設と考えられる大学病院及び公立病院の回収率は80%であった。
- (2) 従事者の調査項目を医師、薬剤師、診療放射線技師、臨床・衛生検査技師、その他の資格及び資格なしに分類して行った。
- (3) 保有資格別による核医学検査従事者数は全体では診療放射線技師が約70%であり、次いで医師が20%弱であった。ただし大学病院では医師が33%で比較的多数であった。臨床・衛生検査技師は業態別の全ての施設において漸減した。研究機関は医師の割合が最も多かった。衛生検査所ではその他の資格者が約60%であった。
- (4) RIインビトロ検査に携わる従事者は前回調査より更に減少傾向が認められた。
- (5) 2検出器型SPECTカメラは増加、3検出器型SPECTカメラはほとんど増減なし、1検出器SPECTカメラは明らかに減少した。PET専用装置は激増し、今回調査対象に加えたサイクロトロン及び自動合成装置の設置が増加している。
- (6) 核医学画像機器の保守点検率は約80%以上であったが、使用年数の長い古い機種(1検出器型アンガー型カメラや1検出器SPECTカメラ等)の点検率は低い。
- (7) ガンマカメラの使用年数はメーカーが推奨する使用年数を大きく超えており、診断精度の向上、安全担保の意味からも改善が望まれる。
- (8) 核医学検査時の事故及び事故未然例は過去調査では減少傾向にあったが、事故例は増加した。死亡事故のような重大事故は発生していない。
- (9) 事故及び事故未然例のなかに重大事故につながる事例が内在していた。
- (10) 機器操作の安全センサなどの機構の確実性と誤動作を防ぐ更なる改善が必要である。
- (11) 核医学検査従事者の事故防止に対する改善が認められるが、更なる意識の向上は必要である。
- (12) メーカーへの要望は多岐にわたっているが、装置供給者としての適正、迅速な対応とサービスエンジニアのレベルアップ、安定性の高い装置を望む使用者側の意見が多かった。

文 献

- 1) 日本アイソトープ協会医学・薬学部会核医学技術専門委員会, 核医学検査室における機器および施設等の安全管理に関するアンケート調査結果, *RADIOISOTOPES*, **36**(9), 484-499(1987)
 - 2) 日本アイソトープ協会医学・薬学部会核医学技術専門委員会, 核医学検査室における機器および施設等の安全管理に関するアンケート調査報告(第2報), *RADIOISOTOPES*, **39**(11), 521-535(1990)
 - 3) 日本アイソトープ協会医学・薬学部会核医学技術専門委員会, 核医学検査室における機器等の安全管理に関するアンケート調査報告(第3報), *RADIOISOTOPES*, **43**(3), i-xxvii (1994)
 - 4) 日本アイソトープ協会医学・薬学部会核医学イメージング専門委員会核医学技術小委員会, 核医学検査室における機器等の安全管理に関するアンケート調査報告(第4報), *RADIOISOTOPES*, **45**(12), i-xxxix(1996)
 - 5) 日本アイソトープ協会医学・薬学部会核医学イメージング検査技術専門委員会, 核医学の安全管理等に関するアンケート調査報告(第5報), *RADIOISOTOPES*, **48**(8), i-xxviii (1999)
 - 6) 日本アイソトープ協会医学・薬学部会核医学イメージング検査技術専門委員会, 核医学検査における安全管理等に関するアンケート調査報告(第6報), *RADIOISOTOPES*, **51**(8), 307-334(2002)
 - 7) 核医学診療事故防止指針, 核医学, **41**(1), i-xxiv (2004)
-