

令和 7 年度厚生労働科学研究費補助金(地域医療基盤開発推進研究事業)
細野班「放射線診療の発展に対応する放射線防護の基準策定のための研究」

分担研究報告書

分担研究課題

放射線診療の国際基準とのハーモナイゼーションに関する研究

分担研究者	奥山 智緒	滋賀県立総合病院 臨床研究センター 上席専門研究員
研究協力者	對間 博之	神戸常盤大学 保健科学部 診療放射線学科 教授
研究協力者	河野由美子	関西医科大学放射線科学講座 講師

令和 7 年度 研究

核医学診療における患者の被ばく線量の評価における国際基準と国内状況の検討

<背景>

厚生労働科学研究費補助金(地域医療基盤開発推進研究事業) 細野班「放射線診療の発展に対応する放射線防護の基準策定のための研究」の分担研究『放射線診療の国際基準とのハーモナイゼーションに関する研究』では、令和 4 年度には、防護線量の取り扱いと考え方の変遷を、国際放射線防護委員会(International Commission on Radiological Protection)の刊行物をもとに、Publ.147(Use of dose quantities in radiological protection¹⁾, 2021 刊行)に示される現在の防護線量に至る概念と考え方を紐解いた。Publ.154(Optimisation of Radiological Protection in Digital Radiology Techniques for Medical Imaging²⁾, 2023 刊行)に示された医療放射線被ばくに関する行為の正当化と最適化のための診療体制と、我が国における放射線診療の現場における現状について、令和 5 年度には全国の大規模施設を代表しがん診療連携拠点病院等を対象に(X 線一般撮影、X 線透視検査、IVR、CT、核医学検査、放射線治療装置に関する)、令和 6 年度には 4 府県(滋賀県、京都府、高知県、兵庫県)の 200 床未満の医療機関を対象に(X 線一般撮影、CT 検査に関する)実態調査を Google Forms のアンケートにて施行しそれぞれ、202 施設、32 施設より回答を得た。これらの中で、我が国においては行為の正当化が概ね主治医にゆだねられている事、その正当化のための説明に使う資料が十分ではない事が明らかとなった。

また、2025 年度は、我が国でも転移性去勢抵抗性前立腺癌に対する Lu-177-PSMA 治療が承認された。前立腺癌は我が国の男性の癌罹患率1位を占める疾患であり³⁾、我が国の核医学治療にとって転機となると思われる。今世紀に入り、世界では爆発的に研究が進んでいるセラノスティックスの潮流の中で、核医学治療における環境や線量管理の実態には世界的にも、地域、国による差異がある。

これらのことをふまえ、今年度は、以下の 2 つの課題に取り組んだ

I. 核医学診療における被ばくの最適化に関する実態調査

II. 国連加盟国の核医学治療の実態調査のアンケート作成

I. 核医学診療における被ばくの最適化に関する実態調査

2025 年に、ICRP より核医学診断に関する患者線量に関する新たな刊行物の draft (Radiation Dose to Patients in diagnostic nuclear medicine. ICRP ref: 4930-4697-1719)⁴⁾ が公開された。過去の刊行物および、今回の draft の内容をもとに昨年度までの研究結果も踏まえて、今年度、日本の核医学施設における実態調査を行うとともに、国内の核医学施設の現場において被ばくの最適化や正当化、説明などのために必要とされるものを探った。

1 調査依頼方法

1.1 調査対象

日本アイソトープ協会に令和 7 年 4 月～8 月の間に放射性医薬品の購入実績のある日本全国の施設のリストを、本研究用に作成依頼した。

院内合成の PET 製剤のみを使用する施設や、同協会を介した販売形態をとらない特定の薬剤のみを購入する医療機関、機器更新等の理由により同期間には購入実績がなかった施設など、国内には本リストに含まれない核医学検査実施施設がある可能性もあるが、令和 7 年 10 月上旬にまとめられたリストに掲載される施設を調査依頼対象として国内の核医学診療の概要を把握することに問題はないと判断した。

1.2 調査依頼

令和 7 年 10 月上旬に作成されたリストに掲載の 1164 施設の医療放射線安全管

理責任者/核医学検査担当者宛に、封書による調査依頼を10月下旬に郵送した。各施設の中で、適任と思われる担当者に回答をしていただくよう依頼し、封書内には、調査依頼状(添付資料①)、調査内容項目を印刷したものを同封したが、調査依頼状に同封したQRコード(URL)により Google forms で回答していただくこととした。

調査依頼状には11月1日から23日を調査期間とすると記載したが、実際は10月下旬に依頼状が郵送されたため、10月24日から11月30日正午までの間 Google forms による調査の回答を可能とし同期間に回答されたものをすべて回答として解析した。2025年11月13日～15日に開催された第65回日本核医学会学術総会/第45回核医学技術学会総会(於 京都 みやこめっせ)の中でも、本研究の調査についても紹介し回答依頼を促した。

2 調査内容

調査内容大項目は以下の通りであり、具体的な調査内容は本報告書の巻末に示す。

各設問内容により、一択選択のもの、複数選択のもの、自由記載欄を設け、可能な限り各施設の実態を回答いただける工夫を施した。

- 2.1 施設の概要:施設の規模、特徴と核医学検査体制等
- 2.2 Single photon 検査について;検査件数、成人検査のRI投与量の設定、小児投与量の設定、薬剤調整や投与に関与する職種について
- 2.3 PET 検査について:薬剤投与方法、成人投与量の設定、小児投与量の設定、分注方法、アミロイドPETについて
- 2.4 線量管理について: 線量管理記録方法、記録線量、残量測定の有無について
- 2.5 患者への説明について:説明文書や同意文書に記載の内容、患者の被ばくに関する説明、問い合わせに対する対応方法、患者周囲の人の被ばくに関する説明事項、授乳中の患者に対する対応の他、患者からの質問事項としてどのようなものが多いか、検査室での説明でどのような点に苦労しているか、必要と考えられるデータやツール、あれば便利であると思うものなどについて自由記載

3 調査結果概要

以下に、各設問に対する結果を示すとともに、異なる設問の結果との関連については適宜解析結果を併せて記す。

3.1 調査期間(回答期間)

2025 年 10 月 25 日 ～ 2025 年 11 月 30 日正午

3.2 調査回答施設数

1164 施設に調査用紙を送付し、611 施設からの回答を得た(回収率:52.5%)

回答期間中の、特定の設問に関して選択肢が選択できないなどの一時的なシステム不調があり、設問により有効回答数が異なるが、以下に、それぞれの設問に対して有効な回答が得られたものの結果を示す。

また、結果に関連する可能性が推察される別の設問項目との関連性について、適宜解析を行い、その結果についても合わせて記載する。

4 調査結果と考察

それぞれの設問の結果とそれに関連する考察を併せて記載する。さらに、当該結果に関連する可能性が推察される別の設問項目との関連性については適宜解析を行い、その結果についても記す。結果については、一部、考察上の事由により、アンケートの設問の順と異なる順序で以下に記す。

4.1 施設の特徴

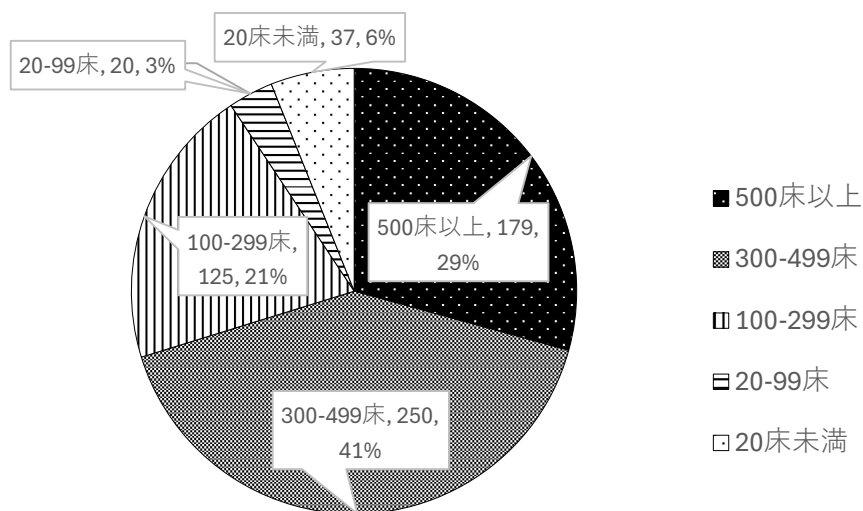
4.1.1 施設の存在する地域(有効回答数:599)

地方	回答数	割合	地方	回答数	割合
北海道	36	6.0%	近畿地方	102	17.0%
東北地方	52	8.7%	中国地方	42	7.0%
関東地方	145	24.2%	四国地方	20	3.3%
中部地方	126	21.0%	九州地方	76	12.7%

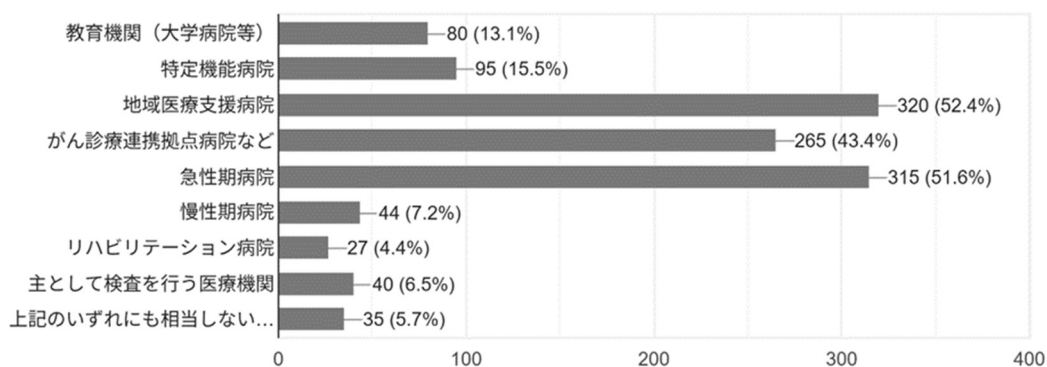
4.1.2 病床数(有効回答数:611)

病床数については、300 床以上の医療施設が 7 割強を占めているが、100 床未満の施設も 1 割を占め、20 床未満の施設も 6%存在した※。

※ 病床数が 20 床未満と特に少ない医療機関の多くは、後述の設問にて主として画像検査のみを行っている施設であると回答する施設であった。



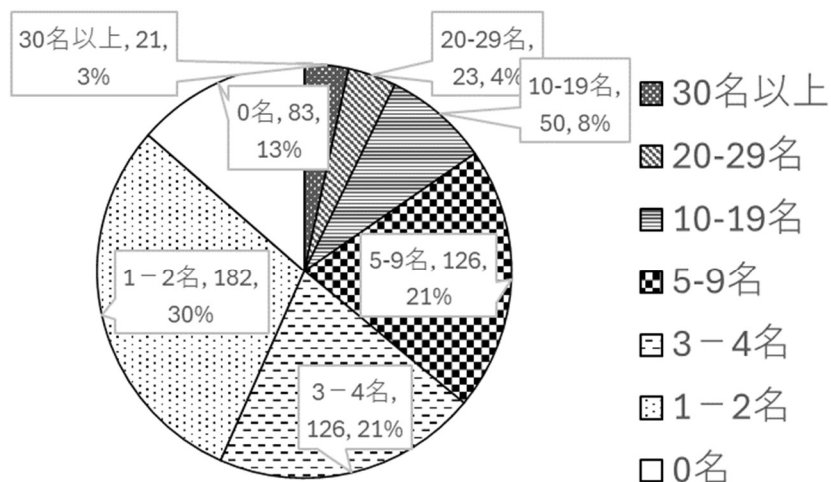
4.1.3 施設の特徴(有効回答数:611) 複数回答可能



大学病院などの教育機関からの回答は 80 施設(13.1%)、地域医療支援病院や、がん診療連携拠点病院、急性期病院などに該当すると回答した施設がいずれも 50%程度であった。一方で、主として検査を行う医療機関であると答えた施設も 40 施設(6.5%)あった。

本調査対象としては、核医学検査実施施設の中でも、さまざまな規模と性質を有する施設が含まれている。

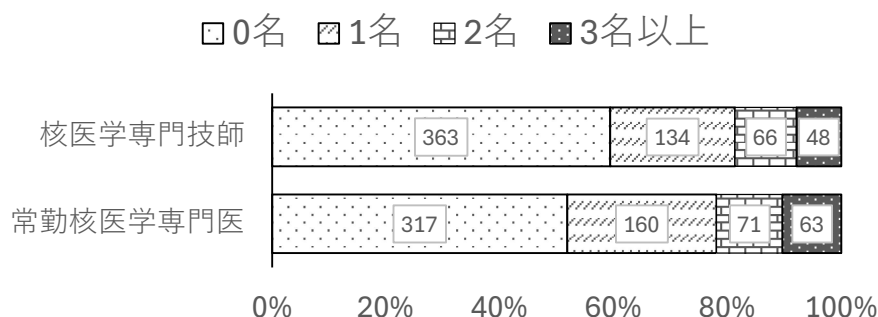
4.1.4 放射線科常勤医師数(有効回答数:611)



放射線科の常勤医師が10名以上いると答えた施設は94施設(全体の15.3%)あり、4.1.3の設問で教育機関と答えた施設の多くが該当した。一方、2名以下の施設が265施設と全体の4割以上を占め、常勤放射線科医師がいない施設83施設(全体の13%)中、36施設(全体の5.9%)の施設には非常勤医師として放射線科医が勤務、残りの47施設(全体の7.7%)の施設においては、放射線科非常勤医師の勤務もないと回答していた。

4.1.5 常勤核医学専門医数 および 核医学専門技師数(有効回答数:611)

常勤の核医学専門医師および、核医学専門技師が3名以上在籍する施設は、それぞれ、10.3%、7.9%であった。一方、0人であると答えた施設がそれぞれ51.9%、59.1%と半数以上を占めており、半数以上の施設においては専門医や専門技師の在籍しない施設であった。

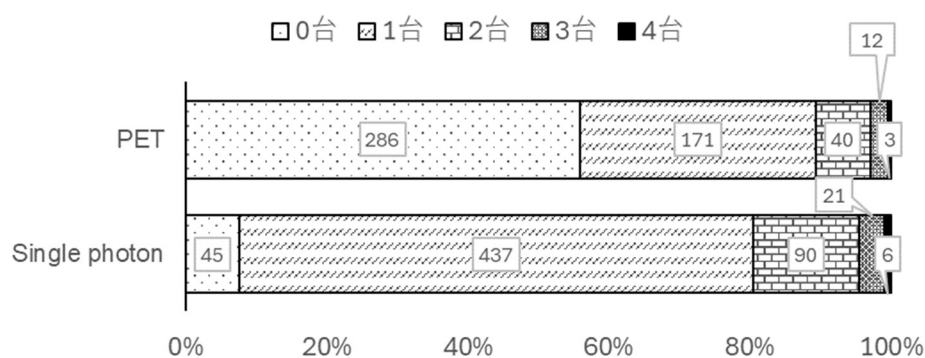


下表に、常勤核医学専門医師数と、核医学専門技師数の関係を示す。常勤の核医学専門医、核医学専門技師ともに不在の施設は、4割弱見られるが、核医学専門医師数

が多い施設ほど、核医学専門技師数も有意に多かった（ $p < 0.0001$ ）

		核医学専門技師数				N (%)
		0 名	1 名	2 名	3 名以上	
核医学専門医数	0 名	228 (37.3)	57 (9.3)	18 (3.0)	14 (2.3)	317 (51.9)
	1 名	95 (15.6)	39 (6.4)	16 (2.6)	10 (1.6)	160 (26.2)
	2 名	28 (4.6)	23 (3.8)	14 (2.3)	6 (1.0)	71 (11.6)
	3 名以上	12 (2.0)	15 (2.5)	18 (3.0)	18 (3.0)	63 (10.3)
N (%)		363 (59.4)	134 (21.9)	66 (10.8)	48 (7.9)	611 (100)

4.1.6 核医学検査装置の台数（回答施設数 Single photon: 600, PET:513）



		Single photon 撮像装置台数						PET 装置台数					
		0	1	2	3	4	≥5	0	1	2	3	4	≥5
病床数	<20	25	8	0	0	0	0	5	12	13	3	3	0
	20-99	1	18	0	0	0	0	12	2	0	0	0	0
	100-299	10	113	0	0	0	0	82	17	4	2	0	0
	300-499	7	218	22	1	0	0	140	53	4	1	0	0
	≥500	2	80	68	20	6	1	47	87	19	6	0	1
		45	437	90	21	6	1	286	171	40	12	3	1

PET の撮像装置を持たない施設（Single photon 検査のみ施行）は 286 施設、Single photon の撮像装置を有さない施設は 45 施設（PET のみ施行）見られた。

<それぞれの撮像装置の台数と、病床数との関係>

いずれの核医学核医学撮像装置も、病床数との間には有意な関連性が認められていた($p < 0.0001$)が、Single photon 撮像装置は、病床数が 100 床未満の施設では 1 台か 0 台であるのに対し、PET の撮像装置台数は、病床数 20 床未満の施設の中に 2-4 台の複数台数を備えている施設が複数見られ、検査に特化した施設にて PET 撮像装置のみを備えている傾向がうかがわれた。一方で、500 床以上を有する大規模病院においても PET 撮像装置が 0 台の施設も多く存在しており、両検査の実施環境は異なる傾向がある。

4.1.7 Single photon (ガンマカメラ、SPECT 装置) 装置の内訳 (有効回答数 608-611)

Single photon 撮像装置の内訳を調べるべく、①SPECT 機能のないシンチスキャナ、②SPECT 装置、③SPECT 専用機、④SPECT/CT 装置、⑤半導体装置の台数を尋ねた。

装置種類	0 台	1 台	2 台	3 台
SPECT 機能のないシンチスキャナ	604	6	1	0
SPECT 装置	246	336	28	1
SPECT 専用機	585	25	1	0
SPECT/CT 装置	369	207	30	2
半導体装置	582	28	1	0

多くの施設が保有しているのは、SPECT 装置あるいは SPECT/CT 装置である。4.1.6 の問の回答結果に基づくと、全回答施設の Single photon 装置の総計は、 $709 + \alpha$ (5 台以上と回答した 1 施設の台数を 5 台と想定すると 709 台)となるが、本設問の回答を合計数 (733 台)との整合性が取れない結果であった。個別の回答を確認すると、4.1.6 の設問にて 1 台と回答している中で、シンチスキャナと SPECT 装置を 1 台ずつ回答している施設や、シンチスキャナと SPECT 専用機に 1 台ずつと回答している施設、1 台と回答して、SPECT 装置に 2 台とするような回答が複数認められた。また、1 台と回答して、半導体装置と SPECT 装置にチェックをしている施設も多く、本設問にあいまいな点があった影響が複数施設の重複回答の原因と思われるが、結果は、回答の通り記した。

<Single photon 装置設置台数と、その内訳の関係>

(上述の通り2つの設問で一部、数に整合性の取れない点もあるが、両者の関係を見た)

Single photon 検査の装置の設置が1台であると回答された437施設におけるそれぞれの設置台数については、シンチカメラ(SPECT機能のないもの)が4(0.9%)、SPECT装置(SPECT機能付きのガンマカメラ)が261(59.7%)、SPECT専用機が8(1.8%)、SPECT/CT装置153(35.0%)、であり、半導体装置を置いている施設は5施設あった。装置の設置が2台であると回答した90施設の中で、同様の性質の装置を2台設置している施設が43施設あり、SPECT装置(SPECT機能付きのガンマカメラ)22(51.2%)とSPECT/CT装置18(41.2%)がその大半を占め、シンチカメラ(SPECT機能のないもの)、SPECT専用機、半導体装置と回答された施設が1施設ずつあった。

SPECT/CT装置を保有している施設は、既述の通り、設置台数1台の施設では35%であったが、2台以上の装置設置がある118施設の中では71.2%の施設であった。3台以上の設置がある28施設の中では27施設(96.4%)において保有し、そのうち16施設(59.2%)では2台以上がSPECT/CT装置であると回答しており、装置数の多い施設では、SPECT/CT装置が標準整備となっているようである。

4.1.8 PET装置の内訳(有効回答数609-611)

装置種類	0台	1台	2台	3台	4台
PET装置	595*	13*	2*	0	1*
従来型PET/CT装置	443	144	23	0	1
半導体PET/CT装置	521	81	9	0	0
PET/MRI	606	3	1	0	1
Mammo-PET	592	15	1	0	1

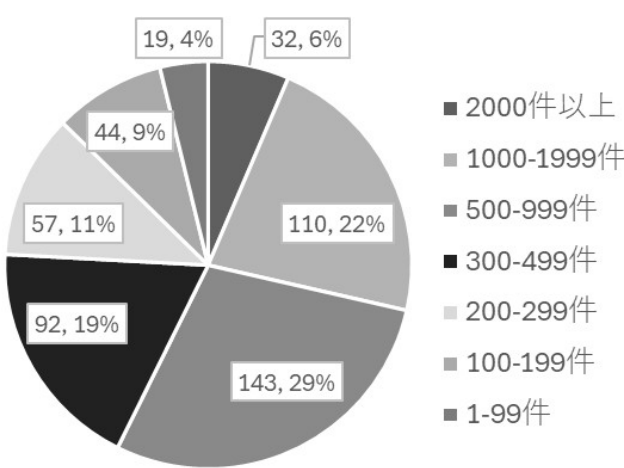
今回の調査においては、『PET装置』の数は、寄せられた回答のみを見ると1台が13施設、2台が1施設あった。本選択肢はX線CTやMRIの機能を有さない装置を指しての設問であったが、PETを撮像できる装置としてPET/CTやPET/MRI装置なども合わせた台数を尋ねる設問であると判断してPET/CT装置の台数を回答した施設が含まれていた。そのため、PET装置の台数については上記設問4.1.6での装置台数と本設問の各装置の台数の合計に整合性が取れない場合には、PET/CT装置の台数を(PET検

査装置の総数として)PET 装置数に回答されたと判断し、回答の結果を修正したところ、CT 機能のない PET 装置の保有は 2 施設と考えられ*、その 2 施設は両者とも、ほかの PET 撮像装置は有していなかった。

4.2 Single photon 検査における最適化について

4.2.1 2024 年度の Single photon 検査件数 (有効回答数 538 件)

- a. 0 件 41
- b. 1-99 件 19
- c. 100-199 件 44
- d. 200-299 件 57
- e. 300-499 件 92
- f. 500-999 件 143
- g. 1000-1999 件 110
- h. 2000 件以上 32



回答期間の一過性のシステム

エラーにより回答できていない

施設があり、全ての回答施設の状況を反映できていない。 右上グラフには、0 件と回答した施設を除く 497 件の内訳を示す。SPECT 検査施行施設の約半数施設の 1 年間の検査件数は 500 から 1999 件に含まれた。

< 医療施設規模と、検査件数の関係 >

(各枠内の上段は数値、下段はその病床数の施設に占める割合 (%) を示す)

		2024 年度検査件数								合計
		0	1-99	100-199	200-299	300-499	500-999	1000-1999	2000-	
病床数	<20	24 70.59	0 0	1 2.94	1 2.94	2 5.88	3 8.82	1 2.94	2 5.88	34
	20-99	2 11.11	4 22.22	2 11.11	3 16.67	3 16.67	2 11.11	1 5.56	1 5.56	18
	100-	9	11	28	20	23	13	2	0	106

	299	8.49	10.38	26.42	18.87	21.70	12.26	1.89	0	
	300— 499	5 2.33	3 1.40	12 5.58	32 14.88	57 26.51	73 33.95	30 13.95	3 1.40	215
	500≦	1 0.61	1 0.61	1 0.61	1 0.61	7 4.24	52 31.52	76 46.06	26 15.76	165
合計		41 7.62	19 3.53	44 8.18	57 10.59	92 17.10	143 26.58	110 20.45	32 5.95	538

4.2.2 成人の検査の RI の投与量の調整について(有効回答数※568)

※ Single photon 検査を施行していない、あるいは(小児病院であるため)成人の検査を施行していないと回答した施設の回答を除く。

検査項目ごとに実投与量が一律となるように減衰を考慮して、投与毎に調整	39 (6.9%)
検査項目ごとに体重に応じた投与量を設定し、患者毎に実投与量を調整	34 (6.0%)
シリンジ製剤は原則全量投与、バイアル製剤や院内標識の製剤は投与前に調整	341 (60.0%)
シリンジ製剤の場合も、バイアル製剤の場合も原則全量投与を行っており、投与時刻によって実投与量が異なる	141 (24.8%)
その他 (() 内 は回答 数)	・小児病院であり、成人であっても小児用のコンセンサスガイドラインに則って投与量を決定している。 ・検査毎に診断参考レベルを超えないようにしている(2) ・シリンジは基本全量投与が多いが、DRLs 参考に減量調整もある。院内標識も投与前調整している ・原則シリンジ製剤は全量投与。骨シンチのみ 60 キロを境に 555MBq と 740MBq を使い分けている。 ・^{99m}Tc 製剤は朝の早い時間は 8 割投与。その他は原則全量投与 ・TICI のみ体表面積によって調整。他はシリンジ全量投与 ・MIBG,DAT は全量投与。IMP は体重別で 111, 148, 167, 185MBq の使い分け

供給剤形の異なる Single photon 製剤においては、シリンジ製剤の場合には、投与時にその全量を投与する(投与時刻によって実投与量は異なる)と答えた施設が多かった。バイアル製剤においても投与時にその全量を投与すると答えた施設は 25%で、投

与時に調整を行うとする施設が多かった。シリンジ製剤については投与時に調整を行う施設よりも、全量投与とする施設が多かったのは、シリンジ製剤を調整することの手間や薬剤調整者の(手指)被ばくを低減する狙いがあると推察される。なお、薬剤調整者の手指被ばくを低減するための簡易減衰表を参考にすることは有用である⁵⁾。少数の施設ではあるが、体重や投与時刻によって投与量を変更したり、放射エネルギーの異なる剤形を選択したりするなどにより患者毎の投与量の調整を行っているという施設があった。事前の準備における手順を加えることは、検査室の負担にはなるが、投与量の最適化には各施設の状況に応じた工夫を検討できることを示した結果であると思われる。

4.2.3 小児検査の RI の投与量の設定について(有効回答数 569※)

※ Single photon を施行していないという回答を除外。

小児の検査を行うことはない、と回答した施設が 163 施設あったため、施設の割合(%)については、小児の検査を施行していると思われる 406 施設中の割合を示す。

91.2%の施設においては日本核医学会の小児核医学検査適正施行検討委員会が策定した『小児核医学検査適正施行のコンセンサスガイドライン』の適正投与量になるよう調整していると答えており、その他の施設においても独自で定めた年齢や体格に基づく小児用の投与量設定に従っていると回答している。小児投与量については、各施設において最適化に特に注意を払っていることがうかがえる。

調整時に『小児核医学検査適正施行のコンセンサスガイドライン』の適正投与量になるように調整	133 (32.8%)
投与時に『小児核医学検査適正施行のコンセンサスガイドライン』の適正投与量になるように調整	237 (58.4%)
成人投与量に対する割合を施設において年齢によって決めた小児投与量を設定	23 (5.7%)
成人投与量に対する割合を施設において体重や体表面積によって決めた小児投与量を設定	13 (3.2%)
成人の場合と同様の投与量の設定	0

※※ 1 施設より、その他、として「アイソトープ協会のガイドラインに従う」と記載された施設があったが、該当する「アイソトープ協会のガイドライン」は不明であり、多くの施設と

同様、核医学会の発刊している『小児核医学検査適正施行のコンセンサスガイドライン』のことを指していると思われる。

小児の投与量については、1990年に欧州核医学会が標準化を示し⁶⁾、さらに2007年に詳しく分類して「Pediatric Dosage Card」と名付けた新たな投与量算出の指針を出した⁷⁾ことに始まり、米国核医学会による適正投与量の発表^{8,9)}に次いで、我が国でも、日本核医学会により『小児核医学検査適正施行のコンセンサスガイドライン 2013』¹⁰⁾が公表された。その後、日本核医学技術学会と連携して新たなガイドライン投与量での画質の検証と読影実験を進め、実臨床の現場からの意見を募って、改訂版『小児核医学検査適正施行のコンセンサスガイドライン 2020』¹¹⁾が発刊された。

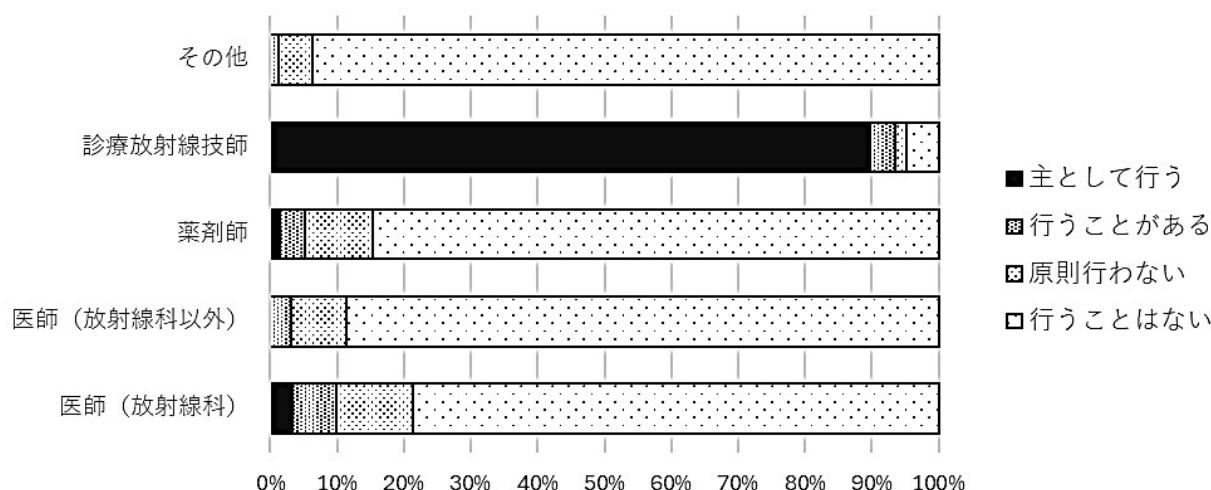
尚、本設問の選択肢では、『小児核医学検査適正施行のコンセンサスガイドライン』と記したのみであり、2013年の初版¹⁰⁾と、2020年の改訂版¹¹⁾の区別を記していないため、各施設が改訂版の発刊に合わせて、使用するガイドラインをアップデートしたか否かについては、判断できない。

4.2.4 同一の製剤を用いる場合でも検査目的によって投与量を変更することがありますか？（有効回答数 570）

例えば、胆道シンチなどで、術後の胆汁排泄の確認のため数時間の検査で終了することが可能な場合と、24時間後の追跡撮像が必要となることが事前に想定される場合があることを考慮し、検査目的によって投与量を変更することがあるかどうかを尋ねた設問であった。『ある』と回答されたのは147施設(26%)であり、その他の多くの施設においては、検査目的によって投与量を変更することはないと回答された。『ある』と回答された施設における具体的な内容については、問えていないため、詳細は不明である。

4.2.5 分注作業や、薬剤標識作業を行う職種（有効回答数 570、放射線科以外の医師についてのみ有効回答数 567）

（主として行う、行うことがある、原則行わない、行うことはない）より選択



本設問では、89.4%の施設で、診療放射線技師が主として行うと回答され、放射線科医師、薬剤師が主として行うと回答されたのはそれぞれ 19(3.3%)、8(1.4%)施設あり、放射線科以外の医師が主として行うと回答した施設はみられなかった。複数のものがそれぞれ行うことがある、と回答された施設もあったが、多くの施設で、Single photon 製剤の分注や標識作業は、特定の職種が主として行っており、その多くは診療放射線技師が担っている。

我が国においては、核医学における放射性医薬品の調整や品質管理、薬物動態評価などをはじめとして放射性医薬品・放射性物質の取り扱いに習熟した薬剤師を要請し、診療の安全性を向上して社会に貢献することを目的に、2018年に日本核医学会による核医学認定薬剤師制度が発足されたが、2025年8月時点で認定薬剤師は59名であり¹²⁾核医学施行施設の数と比較すると全く不足している。また、放射性医薬品取り扱いガイドライン¹³⁾上、核医学診療の安全性向上のために、放射性医薬品の調整、品質管理、保管、廃棄までの一連のプロセスを管理する専門薬剤師(放射性医薬品取り扱い薬剤師)の配置が求められており、各施設において、放射性医薬品取り扱い薬剤師が任命されていると思われるが、診療現場の実態としては、Single photon 製剤の分注や調整に薬剤師がかかわっているのは、わずかな施設に限定されているようである。

4.2.6 薬剤の投与を行う職種(有効回答数 569※) (複数回答可能)

※Single photonを施行していないという回答を除外

本設問については、以下の7選択肢を設定した。

- a. 80% 以上を医師が行っている
- b. 80%以上を診療放射線技師が行っている
- c. 80%以上を看護師が行っている
- d. 医師と診療放射線技師で担当している
- e. 医師と看護師で担当している
- f. 看護師と診療放射線技師で担当している
- g. その他(自由記載)

本設問では、Single photon 薬剤の投与におけるタスク・シフトがどの程度取り入れられているかを問うものであった。ほぼ 100%が医師である場合には、選択肢 a. に該当すると意図して作成した設問であったが、a.を選択することなく「その他」の中に「100%を医師が担当」「殆どを医師」とした形で回答された施設が複数あったため、これらの回答については“80% 以上を行う”の回答に含め、備考に追加記載した。ただし、80%以上と回答された施設の中には、他にも、ほぼ 100%が医師である施設があると推察されるが、その数については、不明である。

80%以上を医師が行っている	160 (28.1%)	その他で医師が100%と回答した施設(9 回答)を含む
80%以上を診療放射線技師が行っている	130 (23.0%)	
80%以上を看護師が行っている	148 (26.0%)	看護師が 100%と回答した施設(5 回答)を含む
医師と診療放射線技師で担当	59 (10.4%)	
医師と看護師で担当	54 (9.5%)	
看護師と診療放射線技師で担当	63 (11.1%)	
その他コメント (() 内は回答数)	・心臓や脳の負荷検査、脳槽検査の場合のみ医師が施行 ・検査や薬剤によって3 者が分担している(2)	

医師の働き方改革を目的として放射線科医師から診療放射線技師へのタスク・シフト/シェアについての検討がなされて、2021 年 10 月 1 日に施行された改正診療放射線技師法¹⁴⁾では、従来認められていなかった放射性同位元素を人体に挿入して放射線を人体に照射することが追加され、放射性医薬品の人体への投与が、医師または歯科医師の指示のもと、診療放射線技師の業務として認められた。

本法改正で診療放射線技師が行うことが認められるようになった核医学検査における行為は、①核医学検査のために静脈路を確保する行為、②放射性医薬品を注入するための装置を接続し、当該装置を操作する行為、③放射性医薬品の投与が終了した後に抜針及び止血する行為、④核医学検査のためにヨウ化ナトリウムカプセルを服用させる、⑤ガス状の放射性医薬品を吸入させる行為の 5 つである¹⁵⁾が、その中で、実際の投与に関し、各施設の実態を調査した。

その結果、医師が多くの核医学検査における投与を行わない施設が半数程度あることが示された。 負荷検査や、脳槽シンチ検査など、医師でなければできない手技があるものに限り医師が行うがその他は、看護師と診療放射線技師で担当するなど検査項目によって異なる手技に合わせた対応をとっている施設も多くみられた。

また、複数の選択肢を選択された回答としては

- ・80%以上を医師が行う＋医師と看護師で担当している
- ・80%以上を看護師が行う＋医師と看護師で担当している
- ・80%以上を診療放射線技師が行う＋医師と看護師で担当している
- ・医師と看護師で担当している＋看護師と診療放射線技師で担当している
- ・医師と診療放射線技師で担当している＋医師と看護師で担当している

など、さまざまな組み合わせが認められ、施設の状況に合わせた柔軟な対応を選択されているものと推察された。

なお、また、今回の設問では、『薬剤の投与』の担当者という問であったが、静脈ルートの確保と薬剤投与の担当者を分けている施設の場合に、両者の担当を答えた施設と、実際の放射性医薬品の注入手法を行う担当者のみを回答した施設が含まれるなど、少しあいまいな結果を含んでいる可能性もあるが、Single photon の検査においては、タスク・シフトが多くの施設で浸透しつつあると思われた。

<放射線科常勤医師の数と医師の薬剤投与割合の関係>

		80%以上が医師と回答した施設*	総施設数
放射線科 医師数	0(非常勤もなし)	9 (20.0%)	45
	0(非常勤あり)	4 (12.1%)	33
	1-2(常勤医師数)	41 (25.9%)	158
	3-4(常勤医師数)	28 (24.1%)	116
	5-9(常勤医師数)	36 (29.3%)	123
	10-19(常勤医師数)	24 (48.0%)	50
	20-29(常勤医師数)	6 (26.1%)	23
	30人以上(常勤医師数)	9 (42.9%)	21

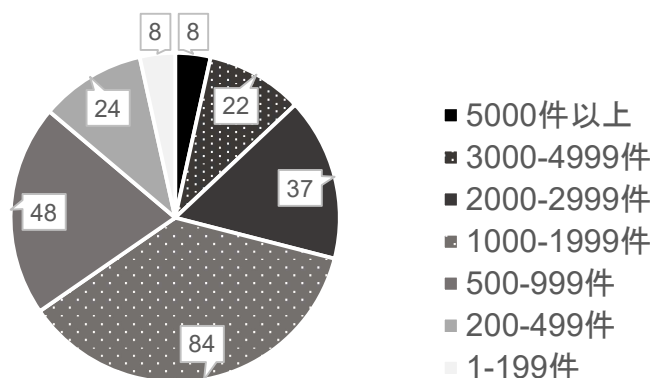
* 「その他」と回答して 100%医師が注射と記載した施設を含む

常勤放射線科医師の数が多い施設において 80%以上を医師が行うと回答した施設が多い傾向にあった。常勤放射線科医師の数が多い施設では、診療放射線技師の数も多いが、医師数が多いために投薬を医師が行っても負担が多くなりすぎている事が予測される他、これらの施設は教育機関が多く含まれるため、医師の教育を目的として継続して医師が投薬を行っている可能性もある。

4.3 PET 検査における最適化について

4.3.1 2024 年度の PET 検査件数（有効回答数 611）

- a. 0 件 380 (62.2%) (→4.4 に進むように誘導)
- b. 1-199 件 8 (1.3%)
- c. 200-499 件 24 (3.9%)
- d. 500-999 件 48 (7.9%)
- e. 1000-1999 件 84 (13.7%)
- f. 2000-2999 件 37 (6.1%)
- g. 3000-4999 件 22 (3.6%)
- h. 5000 件以上 8 (1.3%)



PET 検査を行っていない a. の施設を除いた内訳を右図に示す。(図中の割合は a を除いたものとして再計算している。)

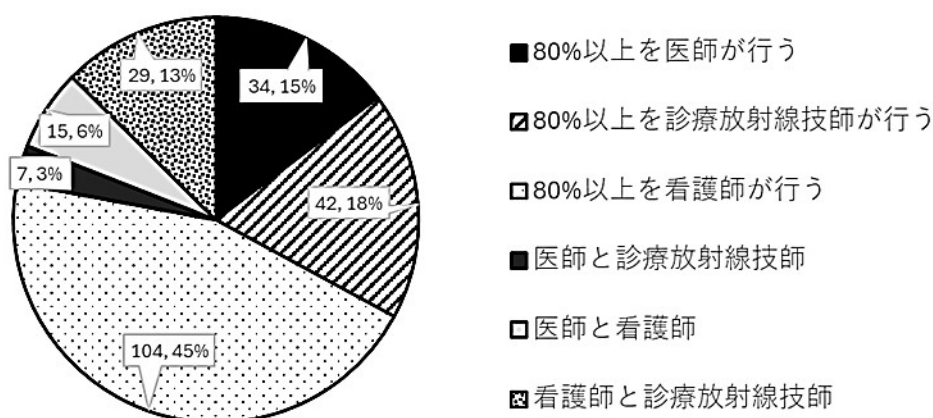
< 医療施設規模と、検査件数の関係 >

(各枠内の上段は数値、下段はその病床数の施設に占める割合 (%) を示す)

		2024 年度検査件数								合計
		0	1-199	200-499	500-999	1000-1999	2000-2999	3000-4999	5000-	
病床数	<20	5 13.51	1 2.70	2 5.41	2 5.41	6 16.22	4 10.81	12 32.43	5 13.51	37
	20-99	18 90.00	0 0	1 5.00	0 0	0 0	1 5.00	0 0	0 0	20
	100-299	104 83.20	2 1.60	4 3.20	6 4.80	4 3.20	4 3.20	1 0.80	0 0	125
	300-499	189 75.60	4 1.60	12 4.80	19 7.60	22 8.80	2 0.80	2 0.80	0 0	250
	500≦	64 35.75	1 0.56	5 2.79	21 11.73	52 29.05	26 14.53	7 3.91	3 1.68	179
合計		380 62.19	8 1.31	24 3.93	48 7.86	84 13.75	37 6.06	22 3.60	8 1.31	611

病床数と件数には有意な関係 ($p < 0.0001$) が見られるが、500 床以上の大病院でも 0 台の施設が多いことや 3000 件以上の施設の中には、大病院よりも 20 床未満の施設 (画像検査に特化した施設) が多いことが、Single photon と異なる特徴と思われる。

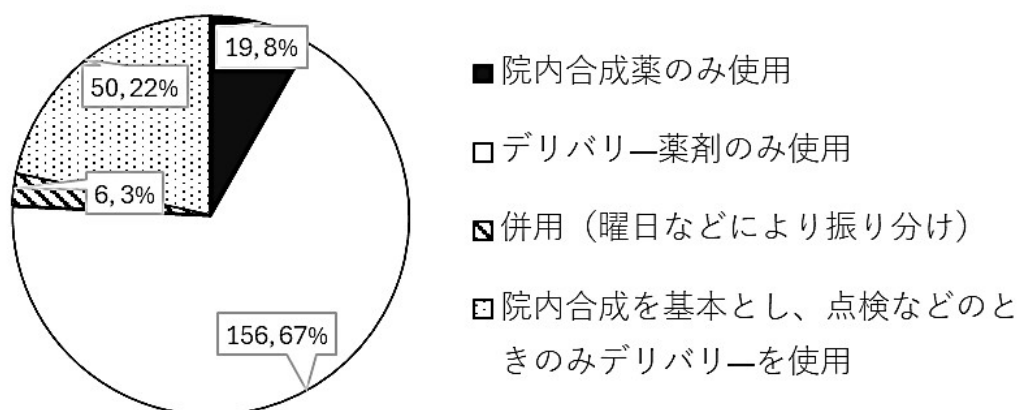
4.3.2 薬剤投与を行う職種(有効回答数 231)



80%以上の検査に対して、医師、診療放射線技師、看護師が行うとする施設はそれぞれ、15%、18%、45%あり、看護師が担っている施設が半分近くを占めていた。

Single photon 製剤の検査による投与の分担者とは必ずしも同じではないが、薬剤の種類が少なく、投与方法が画一的であることが多いこと、検査のプロトコールもシンプルであることも影響し、技師によるタスク・シフト制が導入される以前から看護師による投薬を取り入れている施設が多く存在してきたことも影響している可能性がある。

4.3.3 使用する FDG-PET 検査の薬剤(有効回答数 231)



回答した 231 施設の中で、デリバリー製剤のみを使用すると答えたのは約 2/3 の 156 施設であり、残りの施設は、院内合成薬を使用していると回答された。院内合成を行う 75 施設の内、56 施設においては、院内合成薬に加えてデリバリー製剤を使用することもあると回答された。

4.3.4 成人の FDG の投与量の設定（有効回答施設 231）（複数選択可）

上述(4.3.3)の設問では院内合成の薬剤を用いる施設は 75 施設であったが、本設問で院内合成についての回答をした施設は合計 77 施設であり整合性がとれなかった。また、院内合成薬のみを使用と答えた施設を除く合計 212 施設ではデリバリー製剤を使用していると思われたが、デリバリー製剤の投与量についての回答が得られたのは 200 施設であり、どちらも前問の回答と整合性が取れないが、回答結果をそのまま記す。

院内合成の場合 (回数数 77)	体重ごとに調整	73 (94.8%)
	すべての人にほぼ一律の投与量	4 (5.2%)
デリバリー製剤の場合 (回答数 200)	体重に合わせた量を調整して投与	115 (57.5%)
	バイアルを体重に関係なく全量投与	85 (42.5%)

体重に合わせた量を調整していると答えた施設は、院内合成の薬剤を用いる場合には約 95%の施設、デリバリー製剤の場合には 57.5%であった。

4.3.5 FDG の分注作業について（複数回答可）（有効回答施設 231）

分注作業は行わない	51 (22.1%)
院内合成薬;自動分注装置(自動分注投与装置を含む)を使用	72 (31.2%)
院内合成薬:用手分注	10 (4.3%)
デリバリー製剤:自動分注装置(自動分注投与装置を含む)を使用	89 (38.5%)
デリバリー製剤:用手分注	49 (21.2%)
デリバリー製剤:flexible dose 製剤を使用して自動分注装置を用いて全量投与	21 (9.1%)

前述の設問(4.3.3)では院内合成の薬剤を用いる施設は 75 施設、デリバリー製剤の使用施設は合計 212 施設であり、両者を使用されている場合に、院内合成薬、デリバリー製剤の使用に大きな偏りがある施設などの理由により、片方にのみ回答した施設が複数ある一方で、同様の製剤(院内合成薬、デリバリー製剤)を用いるときにでも、複数の方法で分注することがあると回答した施設もあるため、上記表の回答数の右側に示す割合は 231 施設に対する割合とした。

院内合成薬を使用の 75 施設中、72 施設(96%)では自動分注装置を使用していると回答したが、用手分注を行うこともあり、デリバリー製剤の場合も、複数の製剤を用いる

ために複数の回答を選択していると推察される施設が見られた。

4.3.6 成人の FDG の投与量の目安(自由記載)

本設問に対してはかなり多様な回答が見られた。デリバリー製剤を用いているのか(その中でも Flexible dose 製剤を用いるのか否か)、院内合成薬を用いるのか、自動分注投与装置を用いるのか用手分注を行うのか、自動投与装置の分注機能の仕組みなどにより影響を受けるとも思われたため、下記には、4.3.3 の回答結果に基づき、デリバリーのみを用いる施設と、院内合成を行っている施設(デリバリー製剤と併用も含む)に分けて、回答を分類した。

具体的な投与量として MBq/kg で回答した施設と、投与量(MBq)の範囲を回答した施設があった。 mBq/kg と記載されていた 2 施設の回答については MBq/kg の誤記であると判断して分類した。それ以外は、可能な限り、表記の表現を踏襲して記す。

	デリバリー製剤のみを用いる 施設(()内は回答数)	院内合成を行っている 施設(()内は回答数)
体重当たりで一定の 値に設定(設定量が 多い順に記す)	5 MBq/kg (1) 4.7MBq/kg (1) 4.0 MBq/kg (19) (内 1 施設は検診の場合 は 3.7MBq/kg と回答) 3.7 MBq/kg (30) 3.5 MBq/kg (6) 3.3 MBq/kg (1) 3.2 MBq/kg (1) 3.1 MBq/kg (1) 3.0 MBq/kg (4) 2.5 MBq/kg (1)	4.5 MBq/kg (1) 4.4 MBq/kg (1) 4.2 MBq/kg (1) 4. MBq/kg (11) 3.7 MBq/kg (25) max 300MBq に設定(1) 検診は 2.96MBq/kg (1) 3.5 MBq/kg (4) 3.4 MBq/kg (1) 3.2 MBq/kg (1) 3.0 MBq/kg (7) 2.8 MBq/kg (1) 2.5 MBq/kg (1) 2.0 MBq/kg (1)
投与量の幅を示した	4.0～8.0 MBq/kg	

回答(それぞれ1回答)	3.8～5.4 MBq/kg 3.7～5.0 MBq/kg 3～7 MBq/kg 3 MBq/kg 以上 2～2.5MBq/kg	
放射エネルギーで記載	250～350MBq(2) 200～300MBq(1) 185～300MBq(1) 185MBq(17) 185MBq 全量投与(5) 300MBq、290MBq、 280MBq、270MBq、 250MBq、240MBq、 230MBq、210MBq、 200MBq、111MBq(各々1) バイアル全量投与(18)	200MBq(1) 185MBq(1) 40MBq(1)

院内合成薬を用いている施設の大半の施設では体重当たりの投与量の目安を定めているが、その設定値には 2.0MBq/kg～4.5MBq/kg と開きが見られた。

デリバリー製剤のみを用いている施設の投与量の設定は、体重当たりの投与量の目安を決めている施設 (2.5MBq/kg～5.0MBq/kg)と、投与量に幅のある施設に分かれた。院内合成薬を用いる場合には、分注方法に関わらず設定値を定めて調整しやすい。一方、デリバリー製剤を使用の施設においては、用手分注を行う場合や、投与量の設定の可能な自動投与装置を用いる場合には体重当たりの投与量設定が可能であるが、バイアル内の薬液を全量投与する仕様の自動投与装置の場合には、投与時のバイアル全量投与になりやすく Flexible dose の製剤を用いなければ体重当たりの投与量設定が難しく、患者による開きが出やすいものと思われる。

一定の投与量として 185MBq と回答した施設が多いのは、投与時の実投与量ではなく検定時刻の投与量を記載された可能性がある。そのほか、特定の投与量を記載された施設については、その放射エネルギーを全例に投与しているのではなく、投与量の中央値や平均値を代表して記載されている可能性もあるが、詳細は不明である。

その他、投与量の上限(300MBq、333MBq)付きで体重当たりの投与量を設定している施設や、除脂肪体重当たりの投与量を設定していると回答された施設があった。デリバリー製剤のみを用いている施設において、投与量を最適化するために投与時刻などの調整をしているとのコメントが見られたが詳細は次設問の結果に合わせて記す。

4.3.7 成人の FDG の投与量の基準を変えることがあるか？ あるいは過去に変更したことがあるか？（どのような場合に変更をするか？）(有効回答数 231)(複数回答可)

投与量の基準を変更することはない	187(81%)
患者の容態によって変更する(容態が悪い時に増量して時間短縮収集とする、等)	20(8.7%)
装置の性能によって変更する (半導体装置の場合に減量する、等)	12(5.2%)

投与量の基準を変更することはないと答えた施設が 81%であったが、上記 2 理由以外に各施設において、“その他“に自由記載された投与量の調整/変更を行っている状況を分類すると大まかに以下のようなものになる。

① 日常の臨床検査以外の理由があり定められている場合(2)

- ・ 共同研究による投与基準
- ・ 治験等投与量に指示がある場合

② 日常的な投与量調整(体重/体格を考慮)

- ・ 極端に体重が多い場合には増量する。
- ・ 体重が 50kg 未満の場合には 200MBq(4～5MBq/kg の範囲)、100kg 以上の場合には 400MBq とする

③ 日常的な投与量の調整(体重以外の事項も考慮)

- ・ 半導体装置でかつ入院患者の場合には投与量を低減する
- ・ 検査時刻が遅い時間の場合の検査は体重を考慮する
- ・ 購入するバイアルの容量を 2 種類使い分けている
- ・ BMI に応じて、撮像時間を変更して対応している
- ・ 投与量の上限を定めている

- ・ 年齢や被検者の被ばく低減希望で投与量を減らすことがある(詳細の記載なし)
- ・ デリバリー製剤の全量投与→低体重の場合、時刻を調整して減衰を待って投与する
- ・ 同一時刻の製剤を用いる患者の中では、体重により順番を調整することがある

④投与量の設定を変更した/検討している

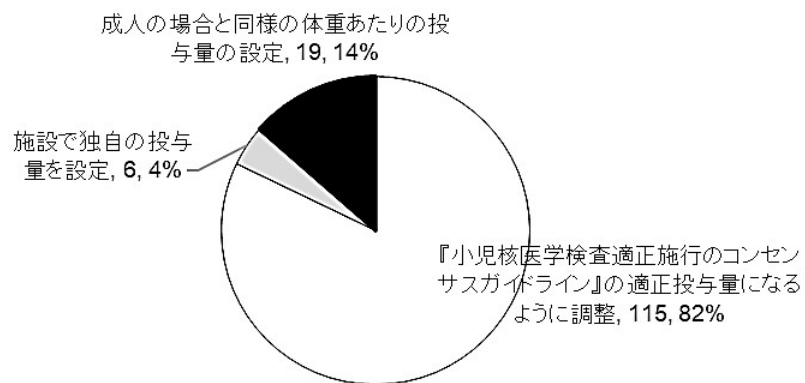
- ・ 以前は全量投与であったが、分注投与(3.7MBq/kg)に変更した(Japan DRLsを参照にして)
- ・ 全量投与から体重換算に変更した。
- ・ 投与装置を更新できれば体重ごとに調整する予定。
- ・ 新装置への入れ替え時に変更する予定。
- ・ 今までは、特に変更していないが、今後減量させる可能性がある。

デリバリー製剤を全量投与することを仕様とする自動投与装置を備えており、投与装置での調整が難しい施設においては、体重当たりの投与量の均霑化が難しいが、時間を調節するなどの工夫をしている施設がある。

高額な投与装置を頻回に更新をすることは現実的には難しいので、特に低体重の患者に対する投与量が過剰とまらない工夫については、各施設が様々な方法で取り組んでいるようであった。

4.3.8 小児の FDG の投与量の設定(有効回答数 231)

231 施設中、小児検査は施行していないと回答した 91 施設(39.4%)を除いた 140 施設の結果を示す。



尚、小児検査を施行していないと答えた施設の内 1 施設は、依頼があっても受けないと回答、1 施設は、単に依頼がないだけであると回答し、行う場合には成人の場合と同様の体重当たりの投与量とすると回答していた。

4.3.9 保険診療のアミロイド PET 検査について (有効回答数 231)

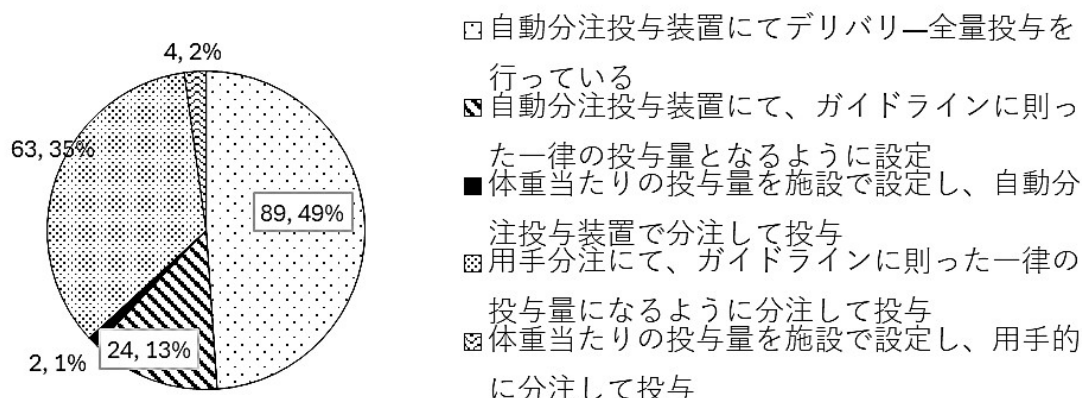
アミロイド PET 検査は施行していない	49 (21.2%)
院内合成薬のみを用いて検査している	1 (0.4%)
デリバリー薬剤のみを使用して検査している	175 (75.8%)
院内合成薬とデリバリー合成薬を併用 (曜日などで振り分け)	5 (2.2%)
院内合成薬を基本とし、点検などのときのみデリバリーを使用	1 (0.4%)

アミロイド PET を施行している 182 施設中 175 施設はデリバリー製剤のみを使用しており、院内合成薬を使用しているのは 7 施設のみであった。

4.3.10 アミロイド PET 検査と FDG-PET 検査の枠の設定について (有効回答数 182)

アミロイド PET 検査と FDG-PET 検査の枠を分けていると回答した施設は 147 施設であり、両検査の枠を分けずに運用している施設は 2 割程度であった。

4.3.11 アミロイド PET 検査の薬剤の分注について(有効回答数 182)



<4.3.10. のアミロイド PET 検査と FDG-PET 検査の枠設定との関係>

アミロイド PET のガイドラインでは、製剤ごとに一律の投与量が示されているが、ガイドラインに則っている施設は 48%であり、全量投与を行う施設が同程度(49%)認められた。また、FDG との検査枠を分けている 147 施設、分けていない 34 施設における、分注の方法については有意差を認めなかった($p=0.5287$)。FDG の投与とアミロイド製剤の投与のためには自動投与装置の投与ラインのセットを交換する必要があるため、検査枠の設定が投与方法に影響を及ぼすことを想定しての設問であったが、枠を分けていない 34 施設の内、24 施設においては、自動投与装置で投与されていると回答していた。これらの施設において、ライン交換の際のスタッフの被ばく低減や作業時間の短縮にどのような工夫をしているのかについては詳細不明ある。

4.4 核医学検査の線量管理について

4.4.1 線量管理/記録の方法(有効回答数 611) (複数選択可能)

手書き台帳による管理	89 (14.6%)
表計算ソフトによる管理	162 (26.5%)
RIS や HIS 上に個別に記録	347 (56.8%)
線量管理ソフトを用いた管理	287 (47.0%)
RI 使用記録簿で記録	189 (30.9%)
その他	ファイルメーカーや ACCESS 等のファイル管理ソフトを用いて管理-3 PACS に保管-2、今年度中に線量管理ソフトを導入予定-1

全体の6割近い施設でRISやHIS上で管理していると答え、線量管理/記録の方法としては、1種類の方法を答えた施設が最も多く288(47.1%)に見られ、次いで2種類を回答した施設が213(34.9%)であった。管理する方法の種類の数と、管理している方法の内訳を以下に示す。カッコ内は1種類の列のそれぞれの()の数は1種類と答えた288回答中のそれぞれの管理方法の占める割合(%)を示す。2-4種類の列のそれぞれの()の数も同様である。

1種類と答えた施設では施設により管理方法がさまざまであった。線量管理ソフトを導入している施設は線量管理ソフトのみで管理している施設から、ほかにも複数手段で管理している施設までさまざまであった。

	1種類	2種類	3種類	4種類	5種類以上
手書き台帳	21 (7.3)	33 (15.5)	19 (21.8)	12 (66.7)	5
表計算ソフト	46 (16.0)	52 (16.0)	39 (44.8)	15 (83.3)	5
RISやHIS上	98 (34.0)	153 (34.0)	78 (89.7)	15 (83.3)	5
線量管理ソフト	90 (31.3)	111 (31.3)	67 (73.6)	15 (83.3)	5
RI使用記録簿	31 (10.8)	77 (10.8)	61 (70.1)	15 (83.3)	5
ファイル管理ソフト	2 (0.7)	—	—	—	1 (20%)
	288	213	88	18	5

<各医療施設の特徴や検査数と 各管理方法の関係>

各医療施設の規模(病床数)と、放射線科医師の数、核医学専門医の数、核医学専門技師の数などと、管理の方法や、管理の種類の数との間には、いずれも有意な関連性は認められず、検査件数と管理方法との間にも関連性は認められなかった。

4.4.2 Single photon 検査について記録している線量 (→Single photon 検査を施行していない場合は 回答不要) (複数選択可) (有効回答数 562)

検定時刻の放射エネルギーを記録	115 (20.5%)
全例 検定量から、投与時刻の放射エネルギーを計算して記録	170 (30.2%)
シリンジ全量投与の場合は 検定量から投与時刻の放射エネルギーを計算して記録	308 (54.8%)

バイアル製剤や、投与量を調整した場合は、投与時刻での実測値(調整時刻での実測値からの減衰計算値も含む)を記録	301 (53.6%)
全例実測値を記載	103 (18.3%)
その他※	

その他として自由記載されたコメントのうち、上記選択肢に分類可能である回答については、上記回答数に含めた。そのほかには、具体的な記載のないものや、“必要に応じて”等のコメントが見られた。全例実測値を記載している施設が 103 施設(18.3%)、検定時刻の放射エネルギーを記録している施設は 115 施設(20.5%) 見られた。ただし、検定時刻の放射エネルギーを記録すると答えた 115 施設中、投与時刻の放射エネルギーの計算や、実測値の測定を行わずに検定時刻の検定量のみを記載しているとする施設は 34 施設のみであった。

<Single photon 検査において記録している線量と施設状況との関係>

上述のように全例実測値を記載している施設と、実測や計算をすることなく検定時刻の検定量のみを記載している施設の間に、医療施設の規模、核医学専門医数、核医学専門技師の数、検査件数などとの間には一定の関係は見いだせなかった。

また、これらの 2 グループの間には管理/記録方法(4.4.1)においても、有意な差は認められなかった。

4.4.3 PET 検査において記録している線量

(→PET 検査を施行していない場合は 回答不要)(複数回答可)

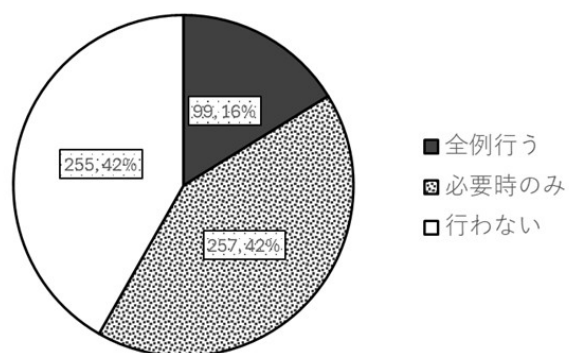
(244 施設より回答があったが、PET 実施なしとの回答 3、その他を選択し空欄とした 6 施設を除き有効回答数は 235 件)

デリバリー製剤の検定時刻の検定量を記録	29 (12.3%)
デリバリー製剤を分注した投与時の放射能を計算して記録(自動分注投与装置での計算も含む)	80 (34.0%)
デリバリー製剤を全量投与の場合は 検定量から、投与時刻の放射能量を計算して記録	67 (28.5%)
体重に合わせて設定した投与予定量を記録	19 (8.1%)
投与時刻での実測値(調整時刻での実測値からの減衰計算値も含む)を記録	10 (4.3%)

PET 製剤についてはデリバリー製剤を用いる施設、院内合成薬を用いる施設、および両者とも使用する施設があり、投与方法についても 4.3.4, 4.3.5.でみられたように複数のパターンがある。

PET 製剤については、投与者の被ばく低減のために自動分注投与装置を用いる施設も多く、その仕様は装置により違いがあるが、Single photon に比べると、検定時刻の検定量をそのまま記録しているという施設は少なく、投与時刻における投与量に近い値を管理している施設が多かった。

4.4.4 残量の測定の有無（有効回答数 611）



4.4.5 残量測定を行う状況(複数選択可) (有効回答数 352)

薬剤の投与を途中で中断した場合 (全量投与しない場合)		129 (36.6%) ※
小児検査の場合		123 (34.9%)
シリンジやルートに付着しやすい薬剤を投与する場合		125 (35.5%)
その他 (() 内は 回答数)	(自由記載項目) ・全例に残量測定をしている。 ・定量解析を行う場合: 摂取率、腎シンチ等 (5) ・半定量解析を行う場合; SUV 算出 (4) ・研究的な要素がある場合 ・SPECT 撮像時の解析上装置に入力が必要な場合 ・バイアル製剤の場合 ・院内調整/合成製剤の場合 (5) ・PET は全例	

※(その他)にコメントされた『投与に関するトラブルが生じたとき』の回答は、薬剤投与を途中で中断した場合(全量投与しない場合)に含まれると判断し、回答数に加えた。全例と回答している施設もあるが、各施設において必要時のみに限定していると回答した施設が比較的多く、全量投与できなかった場合でも残量測定が行われていない場合も少なくないことが明らかになった。

シリンジの残量測定について、公益社団法人日本放射線技術学会が2016年に公開した『診断参考レベル運用マニュアル』⁵⁾の Q and A には、残量測定することにより診療には不要な被ばくを伴うため、実投与量の算定においては誤差範囲と考えてよいと記されており、検査目的や定量性や解析の目的、薬剤の種類に応じて判断することが望ましいと思われる。

4.4.6 残量の測定を行うことにしているのはどのような薬剤か(自由記載)

薬剤を尋ねる問であったが、4.4.5.の問と同様に薬剤を問わない条件を記載している回答も数多くみられたため、薬剤を問わない回答と、薬剤別の回答を以下にまとめる(()内は回答数)。

薬剤不問	・全例 (16) ・シリンジの全量投与以外の場合/バイアル製剤時や用手分注を行う場合 (8) ・Single photon 検査は全例 ・PET 検査は全例 ・Dynamic 検査は全例 ・投与途中で漏れた場合	
薬剤別	製剤等 (回答の多い順に記載)	目的 (推察される目的も含む)
	^{99m} Tc-MAG3 (14)	定量評価のため
	^{99m} Tc-DMSA (11)	摂取率等定量評価のため
	アミロイド PET 製剤(11)	ルート付着残量が多いため
	^{99m} Tc-MAA (7)	ルート付着残量が多いため
	^{99m} Tc-pertechnetate (7)	甲状腺シンチ摂取率測定のため
	^{99m} Tc-HMDP/MDP (5)	SPECT での半定量評価のため
	^{99m} Tc-DTPA (4)	定量評価のため(推)
	¹⁸ F-fluciclovine (3)	
	^{99m} Tc-MIBI、 ^{99m} Tc-tetrofosmin、 ^{99m} Tc-ECD(それぞれ 2)	負荷のための 2 回投与で正確な投与量を測定することがある
	その他(2) センチネルシンチの場合 ¹⁸ F-FDG, ^{99m} Tc-PYP, ^{99m} Tc-PMT, ^{99m} Tc-phytate, ¹¹¹ In-pentetreotide, ²⁰¹ TlCl, ¹³¹ I-adosterol	明確な理由記載なし
	その他(1) ¹¹¹ InCl3, ¹²³ I-ioflupane, ⁶⁷ Ga citrate	
	治療の製剤の場合(4)	厳密な治療投与量の管理のため

4.5 核医学検査に関する患者への説明について

4.5.1 核医学の各検査の説明書や同意文書に記載されている内容(複数回答可)(有効回答数 611)

検査名	580(94.9%)	検査の被ばく	332 (54.3%)
検査ごとの検査目的	418(68.4%)	被ばく線量	198 (32.4%)
ほかの検査との違い	98(16.0%)	検査時の注意点	520 (85.1%)
検査の流れ	504(82.5%)	検査料金について	167 (27.3%)
検査の前処置	535(87.6%)	キャンセル関連	422 (69.1%)
検査所要時間	513(84.0%)		

※その他:自由記載回答に含まれたものを分類すると以下のようなものになる
(個々の検査に対する前処置を記載している件数は”前処置”の中に含めた)

1. 個々の検査に関する説明

- ・検査によらず RI 検査全般についての概要と目的
- ・検査に使用する核種名
- ・Q and A の URL
- ・副作用について

2. 検査の流れ、運用に関する事項の説明

- ・来院後の流れ、院内案内図、来院予約時間
- ・スリッパへの履き替えについて
- ・待機中の過ごし方について

3. その他

- ・検査後の問い合わせや連絡先、予約変更時の連絡先
- ・学会などへのデータ利用の可能性について、個人情報の取り扱いについて
- ・妊娠、授乳についての説明

核医学検査は他の検査と比べて検査項目による検査の流れなどに大きな違いがあり検査目的なども含めて、多くの説明が必要となるばかりでなく、放射性医薬品を投与することによる管理区域特有の注意や周囲への被ばくなども含め説明が必要な事項が多い。各施設とも多くの内容を説明書に含んでいる他、診療科によってさまざまである、料金については説明文書に記載はないが時に表を見せて説明しているというコメント等があった。

4.5.2 患者の被ばくについての質問について行うことが多い説明はどのようなものか。
(複数回答可)(有効回答数 611)

他のモダリティの被ばく線量との相対的な比較	287 (47.0%)
自然放射線を引き合いにした相対的な線量について	264 (43.2%)
DRLsに基づいた自施設の被ばく量の目安	109 (17.8%)
自施設における被ばく低減のために行っている工夫	55 (9%)
身体への影響は心配するには及ばないこと	521 (85.3%)
被ばくのデメリットよりも身体の状態を調べることによるメリットが上回ること	386 (63.2%)

※その他(自由記入回答)

- ・検査ごとに実効線量を説明している、添付文書記載の数値(Sv)-(2)
- ・投与量はガイドラインに基づいた量である
- ・検査室ではほとんど説明することがない/相談されたことがない -(4)
- ・被ばく低減施設を持っていて管理している -(1) (“被ばく低減施設？” については詳細不明)

4.5.3 被ばくに関する問い合わせに対応する者(複数回答可)(有効回答 611)

放射線科医師	157 (25.7%)
放射線科以外の医師	34 (5.6%)
診療放射線技師	597 (97.7%)
看護師	69 (11.3%)
薬剤師	0 (0%)
事務職員(受付など)	9 (1.5%)
原則、依頼医に尋ねてもらうため査室で答えることはない★	4 (0.7%)
その他	被ばく相談員※、第一種放射線取扱主任者、注射担当医、放射線管理士認定者の診療放射線技師

※被ばく相談員:2011年の福島第一原発事故後、自然環境の放射線被ばく、食物を通しての被ばくに関する質問も増えたことを受け、医療被ばくのみならず災害被ばくを含めた放射線被ばく全般の相談を担当する者(日本診療放射線技師会が2014年より育成)

4.5.4 RI 投与後や、検査終了後の患者の周囲の人への被ばくの影響についての説明
(複数選択可) (有効回答数 611)

原則、説明はしていない	337 (55.2%)
検査室から出ても体内から放射線が出ていることを説明	200 (32.7%)
半減期など(実効半減期の目安)	123 (20.1%)
同居の家族への影響を減らす工夫について説明	207 (33.9%)
その他 (自由記載)	※

本設問については、説明の形式や説明するタイミングについては特に問うていないため、原則説明していないとする施設の中においても、自由記載欄に必要な応じて設問に答えているとする施設も多くみられ、説明内容を答えた施設においても、全員に対して必ず説明をしているのか、あるいは、必要な応じて答えている説明であるのかは定かではない。

※その他(自由記載)欄の回答は以下のようなものに分類される

●必要に応じて説明を行っている。

- ☐ 質問を受けた場合
- ☐ 若年者が対象の場合
- ☐ 患者が乳幼児と同居している場合
- ☐ 患者が妊婦や乳幼児と接する場合
- ☐ 付き添いに妊娠可能女性や乳幼児がいる場合
- ☐ 家族や検査後に接する人に妊婦や乳幼児がいるか確認して必要な説明を行っている

ている

●検査 / 薬剤によって説明を追加している

- ☐ 尿や唾液に出る薬剤の場合
- ☐ 長半減期の薬剤を用いる場合
- ☐ PET 検査の場合のみ説明

●内用療法の場合には説明をしている(その場合は医師からの説明)

●被ばくに関する文書を渡している(同意書や予約票など含む)ので特に説明はしない

●待合室の掲示物として説明を準備している

●火災報知機の誤作動について説明している

4.5.5 RI 投与後の患者が妊婦や小児と接する場合の注意、配慮などで具体的に行っている説明について(自由記載)

同設問の回答欄が空欄であるか特に説明はしていないと答えた 4 施設を除き、262 施設から寄せられた回答は大まかに以下のものに分類された。

(患者が小児や妊婦、授乳婦である場合の回答をコメントした施設が数個見られたが、本設問に対する回答よりも次設問に対する回答に相当するものは 4.5.6 の回答にまわした)

1. 特定の状況の場合にのみ説明している (4 回答)

- ・RI 内用療法の場合のみガイドラインに沿った説明を行っている
- ・RI 内用療法と PET の患者に対してのみ説明している
- ・FDG-PET 検査における安全確保に関するガイドラインを参照し、投与後 2 時間以内は妊婦や小児との接触時間を短くし、距離をとることを指導する。

2. 説明はしているが、詳細の内容についてはコメントのないもの(5 回答)

- ・検査説明書に記載をしている(詳細の内容についてはコメントなし) (2 回答)
- ・被ばくにおける説明書を印刷している。その中で検査時に質問があれば改めて説明をする。

3. 被ばく軽減のための一般的説明をしている(3 回答)。

- ・特に問題となる線量ではないことを説明の上、被ばく低減の方法を説明(1 回答)
- ・被ばく三原則を説明(2 回答)

4. 被ばく三原則の“時間”に関連する説明 (時間に関する具体的な記載なし)(4 回答)

- ・接する時間を短くするよう説明
- ・体内から排泄される時間を半減期をもとに伝える
- ・短時間の接触とすること

5. 被ばく三原則の”距離“に関する説明(時間についての要素のない説明)(12 回答)

- ・密接な接触を避けること (6 回答)
- ・抱っこしないように (6 回答)

- ・可能な限り離れるように(2 回答)

6. 被ばく三原則の”時間”と”距離”を合わせた説明を行う

- ・時間を短く距離をとること(具体的な内容は不明) (15 回答)
- ・半減期をもとに説明する
- ・時間を短く距離をとること(具体的なコメントのあるもの)
- ・接触を避けること/密接な接触を避けること/長時間の接触を避けること(18 回答)
- ・12 時間 (2 回答)、14 時間(1 回答)、当日(14 回答)、核種により数日(1 回答)
 - ・そのほかの具体的なコメント
- ・抱っこを避けること (数時間-2 回答、当日-2 回答、12 時間-2 回答、1 日-1 回答)
- ・投与後 12 時間は未就学児との接触をできるだけ減らすこと
- ・投与後数日は妊婦との接触を避ける事
- ・密接な接触をしないように(24 時間)
- ・添い寝など密接な接触を避けること (14 時間)
- ・密接な接触を避けること(24 時間とするもの (1 回答)、^{99m}Tc-1 日、I-123-2 日)
- ・薬剤の減衰するまではできるだけ離れるように
- ・半減期を考慮して距離をとるように説明 (^{99m}Tc の場合は 24 時間)(3 回答)・小さい子供や小動物がいらないか確認している(どのように説明するのかは不明)

7. その他

- ・主治医判断で、小さなお子さんがおられる患者に対し、通常外来で行う内用療法を入院にて施行したことがある (1 回答)
- ・水分補給により体外排泄を促すこと (5 回答) (当日のみと記載されていたもの-1 回答))
- ・立位排尿を避け、トイレは 2 回流すように(1 回答)

小児や妊婦への接触については短時間の接触や距離をとることを説明している施設が多く、具体的には当日のみの制限としている施設が多いが、基本的には問題のない線量であることも説明した上で、心配を与えないように、被ばく低減の手段をお伝えするか、神経質になる必要はないことを付け加えて説明しているような施設も散見された。

4.5.6 授乳中の患者に対し、検査後の授乳についてどのような説明をしていますか？

(複数回答可) (有効回答数 611)

本設問については以下の選択肢を提示し、a-c の選択肢に回答されたのは表のとおりであった。

設問選択肢	回答数
a. 授乳中の患者には、検査は原則行わない	291 (47.6)
b. 断乳してもらうようにしている。	170 (27.8)
c. 検査毎に具体的な授乳休止期間を説明している (具体的な内容は『d. その他』に記載ください)	148 (24.2%)
d. その他	多数のコメントあり

本設問について、設問作成者は 投薬後一定期間の授乳休止期間を定める(一時的に授乳を休止する場合)と、断乳(授乳育児を検査を機に完全にやめること)を分けて尋ねる意図があったが、断乳してもらうと答えた殆どの回答施設の自由記載コメントからは、一時的な授乳休止を意図した回答が寄せられていたため、具体的なコメント内容もとに分析すると、以下の5つの回答がある(複数回答あり)。“断乳する”と選択され、具体的な授乳休止期間の記載のないものについては、断乳として判断して、全回答を再分類する(複数回答あり)と、以下の通りとなった。

(1)原則検査は行わない → 292 (47.8%)

(2)行う場合には一時的な授乳休止期間を設けている → 306 (50.1%)

(3)対象となる患者がいない(小児病院、高齢者を対象とする医療機関等) → 7 (1.1%)

(4)該当経験例はないがその時のためにマニュアルは作成している → 3 (0.5%)

(5)該当事例の経験はなく取り決めもない → 20 (3.3%)

(6)断乳する → 3 (0.5%)

(7)その他 → 2

- ・制限しない (気になる場合には一度搾乳して破棄すればよいと説明)
- ・医師による IC を前提として行う事、搾乳、断乳等その都度検討する

(2)を選択した回答の中で、具体的に自由記載コメント欄に、設定している一時的な授乳休止期間を記載されていた内容は薬剤毎にまとめると以下のようになっていた(()内は回答数)。

検査項目	授乳休止期間	備考
記載なし	帰宅後 2 時間 廃棄後授乳可 (2) 注射後 12～24 時間 24 時間 (4) 当日の授乳はやめる (3) 24 時間は避け 最初の母乳は搾乳廃棄(2) 短半減期の核種は 24 時間 48 時間 3 日以上 1 週間程度 4 半減期 検査毎に設定(1～3 日) (2) 半減期を考慮して決定、初乳は廃棄 10 半減期 (2)	トレーサの記載なく設定されている授乳休止期間である。 当日や 24 時間を漠然と設定している内容が多い。回答施設ごとの検査項目の偏りがあると思われる。
^{99m} Tc 製剤	不要(気になれば半日) <u>骨シンチ:4 時間 (2)</u> MIBI:4 時間 4～12 時間 <u>pertechnetate: 12 時間 (2)</u> 骨シンチ:12 時間 <u>MAA, RBC:12 時間</u> 検査当日 12 時間以上 24 時間 (7) 骨シンチ:24 時間 48 時間 骨シンチ:2 週間	不要とする回答から骨シンチで 2 週間とする回答まで幅広い
¹²³ I 製剤	検査当日のみ 1 日(24 時間) (4) 48 時間	

	MIBG:48 時間 3 日 (2) <u>BMIPP、NaI、MIBG:3 週間以上</u> IMP,IMZ:2 日	
²⁰¹ Tl	1 週間 <u>2 日</u> 3 週間 3	
⁶⁷ Ga	<u>3 週間以上 (4)</u>	
¹¹¹ In	InCl3、DTPA:3 週間以上	
¹³¹ I	<u>NaI :3 週間以上 (2)</u> Adosterol:禁忌 3 週間 (3)	
¹⁸ F-FDG	12 時間 当日 <u>24 時間 (9)※</u> 48 時間	※FDG-PET がん検診 ガイドライン(2019.6.3 第 3 版) ¹⁸⁾ に準拠か

※下線:ICRP128¹⁷⁾に基づく時間に相当

※太字下線:ICRP128¹⁷⁾および、発刊予定のICRPの基準⁴⁾に相当

※太字二重下線:発刊予定の ICRP の基準⁴⁾に相当

授乳中の女性が核医学診療を受けた場合の乳児への被ばくを防護するための授乳休止推奨期間については、乳汁中の放射能による内部被ばくと、母体からの外部被ばくを考慮する必要がある。各トレーサの半減期に加え、放射性医薬品ごとの動態から、乳汁中に移行する量を推定し、設定するのが望ましい。ICRP では、トレーサ毎の標準人体モデルを用いた動態解析に基づき、ICRP128¹⁷⁾に授乳休止推奨期間を定めているが、今回の国内調査においては、各施設において、さまざまな授乳休止期間を定めていたが、施設ごとに大きな開きがあり、ICRP の出す国際基準とはかけ離れているものも多いことが分かった。ICRP では FDG は母乳中への移行がないことがわかっているため 4 時間の制限としている⁴⁾が、国内の PET がん検診ガイドライン¹⁸⁾で 24 時間と定めているため、24 時間と説明している施設が多いようである。

4.5.7 患者から聞かれる質問や相談の内容で多いもの(自由記載)

自由記載で記入していただいた内容について、患者からの質問についてグループ分けをして下記に記す。

核医学検査全般について
・放射性同位元素とは何ですか/RIとは何ですか ・MRIとの違いは何でしょうか ・シンチとはどういう意味ですか ・どのようにして画像が作られるのですか？
RI 検査に関連する質問
・撮影体位、開始時間、撮像時間 ・どのくらい検査時間がありますか ・食事をしてもよいですか？ ・結果はいつわかりますか？ ・閉所恐怖症でも大丈夫ですか？ ・なぜ、待ち時間が長いのですか？
個々の検査に関連する質問
・何がわかるのですか？ ・注射をしてから何故すぐに検査をしないのですか？ ・ずっと待たないといけないのですか？ ・なぜ2回目の検査があるのですか？ なぜ午前と午後に分かれているのですか？ ・MIBG やイオフルパンに関する検査目的の質問が多い
被ばくに関する質問
・漠然とした不安への対応 / 被ばくは大丈夫ですか？ ・発がんや体への影響 ・他の検査も受けたばかりですが大丈夫ですか？ ・自分の体から放射線が出るのは大丈夫ですか？ ・いつになったら体の中から放射線がなくなるのか？ ・脱毛したり、気分が悪くなったりしないのか？ ・検査室のスタッフは被ばくをしてもよいのですか？

被ばくに関する質問(自分の周囲に対する影響について) ・子供や孫と接しても大丈夫ですか？(影響はありませんか) ・ペットとはどう接すればよいですか？ ・公共の乗り物に乗ってよいのか？ ・仕事に行ってもよいのか？ 帰りにどこかに立ち寄ってもよいのか？ ・洗濯物など、注意すべき点はあるか？ ・“核”という言葉が怖い ・被ばくしたら“がん”になるのではないですか？
薬剤に関する質問 ・どんな薬ですか、造影剤ですか？ ・アレルギーはおこりませんか？ 副作用はありますか？ ・造影剤アレルギーがありますが大丈夫ですか？ ・ヨードアレルギーがあっても大丈夫ですか？ ・体は熱くなりますか？
検査後の生活に関する質問 ・検査後に入浴してもよいですか？ ・アルコールを摂取してもよいですか？ ・車を運転してもよいですか？ ・なぜ水分を摂取したほうが良いのですか？
その他 ・オムツはどのように管理すればよいのですか ・(気象/交通などの状況で薬剤が遅延して日程変更が必要となった際)なぜ、前もって薬剤を準備しておかないのですか？

核医学検査においては、注射と撮像が分かれていたり、検査時間が長い、複数回にわたったり等、他の検査とは異なる点が多い。また、検査後も放射線が出ることに伴う患者からの不安は多く、質問内容は、各施設でこれらの周囲の人への被ばくに関する注意点などを説明していることの裏付けであるともいえるであろう。また、多くの場合、既に他の画像検査を受けたことのある患者が多く、他の検査との違いが多いこと、検査時間が長い事なども、付き添い者からも質問が増える原因にもなっていると思われる。検査スタッフは、患者/家族の質問には真摯に答える準備を備える必要がある。

4.5.8 患者への説明で苦慮した内容、検査室として「このようなデータやツールが手元にあれば便利だ」と思うもの（自由記載された内容をすべて記載）

検査について	
	・シンチとは何か ・何がわかるのか ・自宅でも確認できるような検査説明動画 ・体内の代謝や動態を画像にしているという仕組みを示すイラスト ・複数回の撮像がある際の理解が得られやすい説明 ・検査説明のアプリ ・どのくらいで放射線がなくなるかなどの説明ツール ・よくある質問に答える Q and A ・薬剤が高額な理由を示すような説明書 ・パンフレットや待合室掲示に貼れる説明書 (QR コードアクセス等) ・核医学検査の安全性
	・検査毎の検査の流れや被ばくに対する説明書様式 ・投与時間と検査時間の一覧の表 ・様々な説明の英語変換 ・カフェインを含む代表的な食品や飲料の一覧 ・検査後の生活上の注意 ・減衰時間表
被ばくに関して	
	・被ばくに関するわかりやすい説明書 ・周りの人が受ける線量についての資料 ・減衰時間表 ・被ばくによるリスク ・自然放射線、ロケットや宇宙ステーションや飛行機に乗った時の線量との比較。職業人の年間被ばく実効線量との比較等 ・小児の被ばくに関する資料 ・CTと核医学の被ばく線量を融合した説明のためのツール ・患者自身から放射線が出ていることを認識できる説明資料

	・患者さんが納得できる説明ツールがあるとよい ・患者さんからの線量マップ ・生物学的半減期も加味した実効半減期の表 ・臓器線量を計算できるアプリ ・組織ごとの被ばく線量、体内分布 ・患者さんに投与した MBq から Gy, Sv に変換するツール
患者さんの家族の被ばく低減のための説明のために	
	・授乳休止期間の目安がわかるツール ・小さい子供がいる場合の注意事項
前処置に関して	
	・併用禁止薬/注意薬、休薬必要なものなどの一覧
副作用に関して	
	・副作用事例
その他	
	・核医学に慣れていない医師からの質問に対して検査適応などがわかる資料があるとよい ・検査時の被ばくやそれに伴う不安に対する対応パンフレット ・よくある質問に答える Q and A

自由記載の内容を項目別に分類した。本設問の調査結果からは、最適化に関する内容はいずれの施設からも意見がなかったが、正当化も含め、各施設にて、患者への説明に難渋していることがうかがわれる記載が多く寄せられた。これらの中には、既に多数の資料が存在しているもの、各施設で備える必要があるものなども少なからず含まれていると思われる。また、かなり高度で専門的な内容を要し、シンプルには解決困難な内容も含まれるが、多くの施設で参考となる同一の資料があると説明しやすいものもあると思われる。Q and A の形での提供は、国内の核医学診療の質の底上げにもつながりうるとされる。

5. まとめ

国内 1164 の核医学検査施行施設にアンケートを送付し、611 施設より回答を得られた。さまざまな規模で、核医学診療に関わるスタッフ構成もさまざまな医療機関からの実態を調査することが可能な調査となった。

Single photon 検査に比べると PET 検査は、外注検査などに特化した医療機関が複数の装置を備えていたり、薬剤の供給形態も異なったりすることから、両検査における最適化を支える環境は分けて考えるのが適切であると思われた。

投与量の調整においては、診療放射線技師の関与が大きく、投与においてもタスク・シフト体制がとられている施設が多くみられた。小児検査に対する最適化については、国内のコンセンサスガイドラインに基づく投与を行っている施設が多くみられたが、成人の FDG の投与量に関しては、施設間の開きがあり、PET の場合には、院内合成薬/デリバリー製剤など用いる薬剤の違いや自動分注投与装置の仕様により、設定量についても施設間の違いが見られた。

本調査により、国内の核医学検査における最適化や線量管理の実態の全貌がつかめたとともに、各施設の検査室現場で患者対応や説明の際に抱える苦労や問題点も明らかになった。説明内容においては、ある程度、施設間で統一できる指針の作成が望ましいと考えられた。

6. 今後の計画

今年度の調査結果を総括し、次年度に向けて、国内の様々な背景を有する核医学診療施設における標準的な最適化のための手順や方法を示すとともに、正当化や患者への説明に対して国内の核医学診療現場で必要と考える資料を作成する。

核医学診療における行為の正当化、最適化に関する実態調査 ご協力をお願い

前略、滋賀県立総合病院臨床研究センターの奥山智緒と申します。厚生労働科学研究費補助金・厚生労働行政推進調査事業補助金 地域医療基盤開発推進研究事業の『放射線診療の発展に対応する放射線防護の基準策定のための研究(25IA1010) 細野班』の分担研究として『放射線診療の国際基準とのハーモナイゼーションに関する研究』に取り組んでいます。

本研究では、2022 年度より放射線診療に関する ICRP(国際放射線防護委員会)や IAEA(国際原子力機関)の示す国際基準を我が国の現状とすり合わせることを目的に、さまざまな検討を行ってきました。ICRP では医療放射線において、検査の正当化と最適化のプロセスの重要性を強調していますが、昨年までの調査にて、被ばく線量についての説明や、最適化のプロセスにおいて、依頼医一検査担当者一患者間での共通認識を得ることが必ずしも容易ではないと考えている施設が多いことがわかりました。また、ICRP では、核医学診断における患者線量に関する新たな刊行物の draft が公開されていますが、核医学検査の最適化においては、患者の体格/年齢、検査目的、装置の特性など多くの点を考慮する必要があると思われます。

本アンケートは、日本アイソトープ協会からのデータをもとに核医学検査の放射性医薬品の購入実績のある施設を対象に、医療機関の医療放射線安全管理責任者様、および核医学検査担当者様宛に送付させていただいております。各施設において回答者として適切なご担当者から、貴施設の現状についてお答えいただきますようお願い申し上げます。

本分担研究においては、アンケート結果を踏まえ、日本国内における核医学診療の現場で検査施行における説明や最適化を考慮する際の参考として活用いただける資料を作成することを目指しております。お忙しいところ大変恐縮ですが、本研究の主旨をご理解いただき、別紙のアンケート調査にご協力をたまわれますようよろしくお願い申し上げます。調査内容の確認のため、アンケート項目を添付しておりますが、回答は添付の QR コード(URL)より Google form をお願い申し上げます。

末筆ながら貴施設のますますのご発展を祈念しております。

草々

令和 7 年 11 月

厚労科研細野班『放射線診療の発展に対応する放射線防護の基準策定のための研究』

分担研究者 滋賀県立総合病院 臨床研究センター 上席専門研究員 奥山智緒

研究協力者 神戸常盤大学 保健科学部 診療放射線学科 教授 對間博之

関西医科大学放射線科学講座 講師 河野由美子

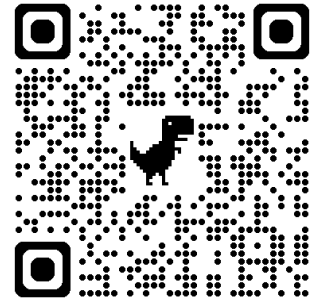
参考資料:送付した依頼状とアンケート

アンケート内容は、以下の通りですが、ご回答は Google form にてお願いします。

Google form には 右 QR コードあるいは以下 URL よりお入りください。

回答期日は 2025 年 11 月 23 日とします。

<https://forms.gle/CYrv3DA8scTZyqSz7>



I. 貴施設の特徴についてお答えください。

(1) 貴施設の存在する地域をお答えください

- a. 北海道
- b. 東北地方
- c. 関東地方
- d. 中部地方
- e. 近畿地方
- f. 中国地方
- g. 四国地方
- h. 九州地方

(2) 貴施設の病床数についてお答えください

- a. 20 床未満
- b. 20 床～99 床
- c. 100 床～299 床
- d. 300 床～499 床
- e. 500 床以上

(3) 貴施設に当てはまるものをお答えください(複数選択可能)

- a. 教育機関(大学病院等)
- b. 特定機能病院
- c. 地域医療支援病院
- d. がん診療拠点病院など

参考資料:送付した依頼状とアンケート

- e. 急性期病院
- f. 慢性期病院
- g. リハビリテーション病院
- h. 主として検査を行う医療機関
- i. 上記のいずれにも相当しない施設

(4) 放射線科常勤医師数(放射線治療医を含む)

- a. 0名(非常勤医師もない)
- b. 0名(非常勤医師のみ勤務)
- c. 1～2名
- d. 3～4名
- e. 5名～9名
- f. 10名～19名
- g. 20名～29名
- h. 30名以上

(5) 常勤核医学専門医数

- a. 0名
- b. 1名
- c. 2名
- d. 3名以上

(6) 核医学専門技師数

- a. 0名
- b. 1名
- c. 2名
- d. 3名以上

(7) 貴施設にある装置の台数をお答えください

- a. Single photon 検査装置 ()台
- b. PET 検査装置 ()台

(8) 貴施設にあるガンマカメラ/SPECT 装置台数をお答えください

1. シンチカメラ(SPECT 撮像不可能) ()台
2. SPECT 装置 ()台
3. SPECT 専用機()台
4. SPECT/CT 装置 ()台
5. 半導体装置 ()台
6. その他(mammo-PET など) ()台

(9) 貴施設にある PET 装置台数をお答えください

1. PET 装置 ()台
2. 従来型 PET/CT 装置 ()台
3. 半導体 PET/CT 装置()台
4. PET/MRI 装置 ()台

II. 貴施設に於ける Single photon 検査についてお答えください。

(1) 2024 年度の Single photon 検査件数をお答えください

- a. 0 件 → (問Ⅲ. にお進みください。)
- b. 1-99 件
- c. 100-199 件
- d. 200-299 件
- e. 300-499 件
- f. 500-999 件
- g. 1000-1999 件
- h. 2000 件以上

(2) 成人の検査の RI の投与量はどのように設定されていますか

- a. 検査項目毎に実投与量が一律となるように減衰を考慮して、投与毎に調整している
- b. 検査項目毎に体重に応じた投与量を設定し、患者毎に実投与量を調整している
- c. シリンジ製剤の場合は原則投与、バイアル製剤や院内標識の製剤は投与前に

調整している

- d. シリンジ製剤の場合も、バイアル製剤の場合も原則全量投与を行っており、投与時刻によって実投与量が異なる
- e. その他()

(3) 小児検査の RI の投与量はどのように設定されていますか？

- a. 調整時に『小児核医学検査適正施行のコンセンサスガイドライン』の適正投与量になるように調整を行っている。
- b. 投与時に『小児核医学検査適正施行のコンセンサスガイドライン』の適正投与量になるように調整を行っている。
- c. 成人投与量に対する割合を年齢によって決めた小児投与量を設定している。
- d. 成人投与量に対する割合を体重や体表面積によって決めた小児投与量を設定している。
- e. 成人の場合と同様の投与量の設定をしている。
- f. 小児検査は行うことがない。
- g. その他()

(4) 同一の製剤を用いる場合でも検査目的によって投与量を変更することがありますか？（例えば、胆道シンチなどで24時間後の追跡撮像を行うことが事前に想定される場合など）

- a. ある
- b. ない

(5) 分注作業や、薬剤標識作業を行う職種についてお答えください

(①主として行う、②行うことがある、③原則行わない、④行うことはない)より選択

- a. 医師(放射線科)
- b. 医師(放射線科以外)
- c. 薬剤師
- d. 診療放射線技師
- e. その他

(6) 薬剤の投与を行う職種についてお答えください

- a. 80%以上を医師が行っている
- b. 80%以上を診療放射線技師が行っている
- c. 80%以上を看護師が行っている
- d. 医師と診療放射線技師で担当している
- e. 医師と看護師で担当している
- f. 看護師と診療放射線技師で担当している
- g. その他()

III. 貴施設に於ける PET 検査についてお答えください。(PET 検査がなければⅣにお進みください)

(1) 2024 年度の PET 検査件数をお答えください

- a. 0 件 (→次の問やⅣへお進みください)
- b. 1-99 件
- c. 100-199 件
- d. 200-299 件
- e. 300-499 件
- f. 500-999 件
- g. 1000-1999 件
- h. 2000 件以上

(2) 薬剤の投与を行う職種についてお答えください

- a. 80%以上を医師が行っている
- b. 80%以上を診療放射線技師が行っている
- c. 80%以上を看護師が行っている
- d. 医師と診療放射線技師
- e. 医師と看護師
- f. 看護師と診療放射線技師

(3) FDG-PET 検査の薬剤について貴施設の状況をお答えください。

- a. 院内合成薬のみを使用
 - b. デリバリー薬剤のみ使用
 - c. 院内合成薬とデリバリー合成薬を併用(曜日などにより振り分けている)
 - d. 院内合成を基本とし、点検などの時にのみ限定してデリバリーを使用
- (4) 成人の FDG の投与量はどのように設定されていますか？(複数選択可)
- a. 院内合成薬:体重ごとに調整
 - b. 院内合成薬:すべての人にほぼ一律の投与量
 - c. デリバリー製剤:体重に合わせた量を調整して投与
 - d. デリバリー製剤:バイアルを体重に関係無く全量投与
- (5) 成人の FDG の投与量の目安を教えてください。
- 体重ごとに調整されている場合は 1 kgあたりの投与量、一律投与量の場合にはその量を記載ください
- ()
- (6) 成人の FDG の投与量の基準を変えることがありますか？あるいは、過去に変更したことがありますか？(複数回答可)
- a. 投与量の基準を変更することはない
 - b. 患者の容態によって変更する(例 投与量を増やして短時間収集を行う)
 - c. 装置の性能によって変更する(例 半導体装置の場合に投与量を減らす)
 - d. その他 ()
- (7) 貴施設に於ける FDG の分注作業についてお答えください。(複数選択可)
- a. 分注作業は行わない
 - b. 院内合成薬 → 自動分注装置(自動分注投与装置を含む)を使用
 - c. 院内合成薬 → 用手分注
 - d. デリバリー製剤 → 自動分注装置(自動分注投与装置を含む)を使用して分注
 - e. デリバリー製剤 → 用手分注
 - f. デリバリー製剤 → 体重に合わせたフレキシブルドーズ製剤を使用するので

原則として分注していない（分注を行うことがある場合には、d,eのいずれか1つも選択ください）

- (8) 小児検査の FDG の実投与量はどのように設定されていますか？
- a. 『小児核医学検査適正施行のコンセンサスガイドライン』の適正投与量になるように調整を行っている。
 - b. 施設で独自の投与量を設定し、調整を行っている。
 - c. 成人の場合と同様の体重あたりの投与量の設定をしている。
 - d. 小児検査は行っていない
 - e. その他()
- (9) 貴施設に於ける保険診療のアミロイド PET 検査についてお答えください
- a. アミロイド PET 検査は施行していない(→ 次は IV にお進みください)
 - b. サイクロロンでの院内合成薬のみを使用
 - c. デリバリー薬剤のみ使用
 - d. 院内合成薬とデリバリー合成薬を併用(曜日などにより振り分けている)
 - e. 院内合成を基本とし、点検などの時にのみ限定してデリバリーを使用
- (10) アミロイド PET 検査と FDG-PET 検査の枠設定についてお答えください
- a. アミロイド PET 検査と FDG-PET 検査の枠を分けている
 - b. アミロイド PET 検査と FDG-PET 検査の枠を分けていない
- (11) アミロイド PET 検査の薬剤の投与についてお答えください。
- a. 自動分注投与装置にて全量投与を行っている
 - b. 自動分注投与装置にて、ガイドラインに則った一律の投与量となるよう設定して投与している
 - c. 体重あたりの設定投与量となるよう自動分注投与装置にて、分注して投与している
 - d. 用手分注にてガイドラインに則った一律の投与量となるよう設定して投与している
 - e. 体重あたりに施設で設定した投与量となるよう手動的に分注して投与している

IV. 貴施設に於ける核医学検査の線量管理についてお答えください。

- (1) 線量管理／記録はどのような方法で行っていますか？（複数選択可能）
- a. 手書き台帳による管理
 - b. 表計算ソフトによる管理
 - c. RIS や HIS 上に個別に記録
 - d. 線量管理ソフトを用いた管理
 - e. RI 使用記録簿のみで記録している
- (2) Single photon 検査について記録している線量について（→Single photon 検査を施行していない場合は 回答せずに(3)へお進みください）（当てはまるものを複数選択ください）
- a. 検定時刻の放射エネルギーを記録
 - b. 全例 検定量から、投与時刻の放射エネルギーを計算して記録
 - c. シリンジ全量投与の場合は 検定量から、投与時刻の放射エネルギーを計算して記録
 - d. バイアル製剤や、投与量を調整した場合は、投与時刻での実測値(調整時刻での実測値からの減衰計算値も含む)を記録
 - e. 全例実測値を記録
- (3) PET 検査について記録している線量について（→PET 検査を施行していない場合は 回答せずに(4)へお進みください）
- a. デリバリー製剤の検定時刻の線量を記録
 - b. デリバリー製剤を分注した投与時の放射能を計算して記録(自動分注投与装置での計算も含む)
 - c. デリバリー製剤を全量投与の場合は 検定量から、投与時刻の放射エネルギーを計算して記録
 - d. 体重に合わせて設定した投与予定量を記録
 - e. 投与時刻での実測値(調整時刻での実測値からの減衰計算値も含む)を記録
 - f. その他()

- (4) 残量の測定を行うのはどのような場合ですか。
- a. 全例行う
 - b. 必要時のみ行う
 - c. 行っていない (→ V.にお進みください)
- (5) 残量の測定を行っておられるのはどのような場合ですか (複数選択可)
- a. 小児検査の場合
 - b. 薬剤投与途中で中断した場合
 - c. シリンジやルートに付着しやすいとされる薬剤を投与する場合
 - d. その他()
- (6) 残量の測定を行うことにしているのはどのような薬剤ですか。記載ください
(自由記載)

V. 貴施設に於ける核医学検査に関する患者への説明についてお答えください。

- (1) 核医学の各検査の検査説明書や同意文書に記載されている内容を選んでください
(複数選択可)
- a. 検査名
 - b. 検査ごとの検査目的
 - c. 他の検査との違い
 - d. 検査の流れ
 - e. 検査ごとの前処置
 - f. 検査所要時間
 - g. 検査の被ばくについて
 - h. 大まかな被ばく線量
 - i. 検査時の注意点
 - j. 検査にかかる料金

- k. キャンセルについて
- l. その他()

(2) 患者の被曝についての質問についてはどのような説明をしていますか？

検査室のスタッフが行うことの多い説明を選んでください(複数回答可)

- a. 他のモダリティの被ばく線量との相対的な比較
- b. 自然放射線を引き合いにした相対的な線量についての説明
- c. DRLs に基づいた自施設の被ばく量の目安
- d. 自施設における被ばく低減のために行っている工夫
- e. 身体への影響は心配するには及ばないこと
- f. 被ばくのデメリットよりも身体の状態を調べることによるメリットが上回ること
- g. その他()

(3) 検査室で被ばくに関する問い合わせには誰が答えますか？ (複数回答可)

- a. 放射線科医師
- b. 放射線科以外の医師
- c. 診療放射線技師
- d. 看護師
- e. 薬剤師
- f. 事務職員(受付など)
- g. 原則、主治医に尋ねてもらうようにし、検査室では答えないようにしている。
- h. その他()

(4) RI 投与後や、検査終了後の患者に対して、周囲の人への被ばくの影響について行っていますか？ (複数選択可)

- a. 原則、説明はしていない
- b. 検査室から出ても体内から放射線が出ていることを説明している
- c. 半減期など(実効半減期の目安)
- d. 同居の家族への影響を減らす工夫について説明している
- e. その他

- (5) RI 投与後の患者が妊婦や小児と接する場合の注意点など、配慮されていることや具体的に行っている説明があれば記載して下さい。(自由記載)
- (6) 授乳中の患者に対し、検査後の授乳についてどのような説明をしていますか？
- a. 授乳中の患者には、検査は原則行わない
 - b. 断乳してもらうようにしている
 - c. 検査毎に具体的な授乳休止期間を説明している(具体的には下記『そのほか』に記載ください)
 - d. その他()
- (7) 患者から聞かれる質問や相談の内容で多いものを自由に記載してください。
- (8) 患者への説明で苦慮した内容, もしくは「このようなデータやツールが手元にあれば便利だな」と思うものがあれば教えてください。

ご協力ありがとうございました

Ⅱ．国連加盟国の核医学治療の実態調査のアンケート作成

<背景>

放射性医薬品を用いた画像により治療適応を診断し(Diagnostics)、治療用核種(α 線放出核種、 β 線放出)を用いて治療(Therapeutics)する、核医学を用いたテーラーメイド医療(theranostics)は、今世紀に入り急速に注目が高まっており、多くの新しい治療薬の開発も進められている状況である。国際原子力機関(IAEA)では、核医学治療の広範な実施には、物流、財政、資源不足、政治的不安定、規制、教育など様々な障壁が存在し、世界各国の中所得国においても持続的に実施可能にしていくための啓発活動や国際的協力の重要性を強調している¹⁹⁾。

核医学治療を安全に施行する際には、患者の線量を正確に把握し、周囲環境への被ばく防護を適切に行うことは必須であり、欧州においては EANM(欧州核医学会)の主導のもと、核医学治療の治療計画時における患者の線量評価や介護者や一般公衆の被ばく低減のための線量制限や退出決定の基準、ガイドラインの存在などについての調査が施行され、dosimetry に関するガイドが作成されている²⁰⁾。

しかしながら、核医学治療における線量評価や被ばく防護に関する各国における取組についての実態は不明であり、2025 年の国際原子力機関(IAEA)の核医学における放射線防護に関する technical meeting (28-30, April, Vienna)の中で、各国の核医学治療における放射線防護や患者線量評価に関する取り組み状況に関する調査を行うことが重要な課題の一つとして掲げられた。

<今年度の取り組みおよび今後の予定>

IAEA 主導の、国連加盟国を対象にした核医学治療における線量評価、被ばく防護に関連する国際調査の調査票の作成に、IAEA の患者の被ばく防護の担当(Prof. Gershan V.)と共同で取り組んだ。

調査票の概要、内容は以下の図に示す通りである。今年度は本調査票の調査項目を確定した。現在、各国で使用可能な複数の種類の Web アンケートのフォームを作成中である。

本国際調査の調査対象は、国連加盟国の核医学治療に関連する各種学会団体、規制局、および医療機関とし、それぞれの調査対象別に、各国での実態を抽出し、核医学治療の普及の背景に存在する課題や問題点を明確にする。

国際調査の設問内容の概要

Questionnaire for { Academic society - (Sheet A)
Regulator - (Sheet B)
Institution (hospital) - (Sheet C)

Items

1. Radioisotopes used in NM therapy
2. Barriers to implementing NM therapy
3. How to determine the treatment dose (actual practice)?
4. Ideal method for dose determination
5. Barriers to dose optimization and verification
6. Dose constraints for carers and comforters
7. Dose constraints for members of public
8. Established criteria of patient discharge
9. Guidelines for each NM therapy
10. Guidelines to instruct reducing radiation exposure after the patients' discharge
11. The environment of each medical institution supporting NM therapy
12. The infrastructure equipped in each medical institution
13. Number of NM therapy performed
14. Barriers to perform dosimetry for each institution
15. Technologies considered in each institutions

Regarding #3,4, 6,7,8,9,10,13, following treatments were covered.

Graves' disease (^{131}I), thyroid cancer(^{131}I), pain palliation for bone metastasis for prostatic cancer (^{223}Ra), pheochromocytoma or paraganglioma (^{131}I -MIBG), neuroblastoma (^{131}I -MIBG), mCRPC (^{177}Lu -PSMA,-ligands, ^{225}Ac -PSMA-ligands), B-cell lymphoma (^{90}Y -iburitomab tiuxetan), liver tumors (^{90}Y -microspheres), pain palliation of joints (^{188}Er -citrate, ^{90}Y -silicate/citrate, ^{186}Re -sulphide)

Sheet A contains # 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,14,15

Sheet B contains # 1,4,5,6,7,8,9,10,15

Sheet C contains # 1,2,3,4,5,11,12,13,14,15

Most questions are in the form of choosing the appropriate answer from a range of options.

引用文献

- 1) Use of dose quantities in radiological protection. ICRP Publication 147, 2021
- 2) Optimisation of Radiological Protection in Digital Radiology Techniques for Medical Imaging. ICRP Publication 154, 2023
- 3) 全国がん登録罹患データ(がん情報サービス)
https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/summary.html (2026.2.7 access)
- 4) Radiation Dose to Patients in diagnostic nuclear medicine. ICRP ref: 4930-4697-1719
- 5) 診断参考レベル運用マニュアル(2016年10月1日)(公益社団法人日本放射線技術学会)
- 6) Piepsz A, et al. A radiopharmaceuticals schedule for imaging in paediatrics. Paediatric Task Group European Association Nuclear Medicine. Eur J Nucl Med. 17(3-4): 127-129, 1990
- 7) Lassmann M, et al. The new EANM paediatric dosage card. Eur J Nucl Med Mol Imaging.; 34(5): 796-798, 2007
- 8) Zanzonico P, et al. Virtual reality for dose optimization in pediatric nuclear medicine: better than the real thing. J Nucl Med 2011; 52(12):1845-1847
- 9) Lassmann M, et al. Paediatric radiopharmaceutical administration: harmonization of the 2007 EANM paediatric dosage card (version 1.5.2008) and the 2010 North American consensus guidelines. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 41(5): 1036-1041, 2014
- 10) 小児核医学検査適性施行のコンセンサスガイドライン 2013 (日本核医学会 小児核医学検査適性施行検討委員会).
- 11) 小児核医学検査適性施行のコンセンサスガイドライン 2020(日本核医学会 小児核医学検査適性施行検討委員会).
- 12) 一般社団法人 日本核医学会 核医学認定薬剤師名簿. (<https://jsnm.org/archives/4431/> 日本核医学会 HP 2026.2.8 access)
- 13) 放射性医薬品取り扱いガイドライン第4.0版(2026年1月改訂).
(<https://jsnm.org/archives/4431/> 日本核医学会 HP 2026.2.8 access)
- 14) 医政発 0709 第7号 厚生労働省医政局長通知「臨床検査技師等に関する法律施行令の一部を改正する政令等の公布について」(令和3年7月9日)
- 15) 業務拡大で変わる核医学検査を安全に行うための 診療放射線技師のための手引き. 放射線科医から 診療放射線技師へのタスク・シフト/シェアのためのガイドライン集. 日本医学放射線学会、日本医学放射線学会専門医会・医会、日本診療放射線技師会共同編集.
- 16) 三枝健二、他. 放射性医薬品静注後の注射器内残留放射能について. RADIOISOTOPES. 1980; 29(4): 208-214.

- 17) Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals: a Compendium of Current Information Related to Frequently Used Substances. ICRP Publication 128. 2015(a)
- 18) FDG-PET がん検診ガイドライン第3版(2019年6月3日). 日本核医学会 PET核医学分科会
- 19) Al-Ibraheem A, et al. Implementation of radiotheranostics: Challenges, Barriers, and IAEA-driven strategies for sustainable access. Semin Nucl Med 55: 1032-1044, 2025
- 20) Gear J, et al. EANM enabling guide: how to improve the accessibility of clinical dosimetry. Eur J Nucl Med Mol Imaging.50(7):1861-1868, 2023