# 資 料

# PET 用放射性医薬品の合成,分注,品質管理に 携わる作業者の被ばく線量調査報告

日本アイソトープ協会 医学·薬学部会 ポジトロン核医学利用専門委員会

### はじめに

日本アイソトープ協会医学・薬学部会ポジトロン核医学利用専門委員会では、我が国におけるPET検査従事者の被ばく状況を把握するため、PET検査に従事する医療従事者被ばく線量についてアンケート調査を行った。アンケートは、ISF-FDG調製に携わる従事者の被ばく状況とPET検査全体に携わる従事者の被ばく状況の2種類について調査した。調査対象期間は、平成19年1月~12月の1年間とした。

# 1. アンケート回収率

PET 検査を実施している 170 施設を対象とし、平成 19 年 12 月に調査票を送付した。90 施設から回答を得た。回収率は 52.9%であった。

## 2. 調査項目と回答の集計結果

FDG の調製に携わる従事者の被ばく状況に関するアンケート及び PET 検査施設 FDG 被ばく状況アンケートの 2 種類の調査について、各調査項目と集計結果を以下に示す。

# **2.1 FDG** 調製に係わる被ばく状況に関するアン ケート

## 2.1.1 各施設の使用状況

各施設における FDG 製造回数, 1回の合成量, 1か月の検査件数の回答結果を表1~3に示す。

2.1.2 FDG 調製に携わる従事者の被ばく線量 FDG 調製に携わる従事者のガラス線量計とポケ ット線量計による被ばく線量(月間平均)を調査した。また、全RI取扱作業時間におけるFDG調製作業への寄与率からFDGの全調製作業を1人で行ったと仮定した場合の推定被ばく線量と、RI製造、薬剤合成、品質管理、分注の各作業への従事状況についても調査した。FDGの全調製作業を1人で行

表1 1か月の FDG 製造回数

1か月の製造回数(平均)	施設数
1~5回	10
$6\sim 10$ $\square$	1
11~15回	7
16~20回	26
21~25 回	16
26 回以上	5

表2 1回の合成量

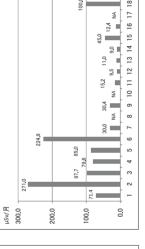
1回の合成量(平均)	施設数
$1\sim 10\mathrm{GBq}$	14
$11 \sim 20  \text{GBq}$	18
$21 \sim 30 \text{ GBq}$	15
$31 \sim 40  \mathrm{GBq}$	9
$41 \sim 50  \mathrm{GBq}$	5
50 GBq 以上	4

表3 1か月の検査件数

検査件数 (平均)	施設数
1~ 30件	18
31~ 60件	5
61~ 90件	5
91~120件	9
121~150件	5
151 件以上	32

表 4 FDG 調製作業従事状況別の平均被ばく線量

157		継	務内	绞		ガラ	ガラス線量計	(mSv/月)		ポケッ	ト線量計	∄/ <b>v</b> Sπ) ↓		推定被	推定被ばく線量	∃(/ <b>vS</b> π) ∃	
MU	RI製造	薬剤合成	品質管理	分注	分注方法	平均值	最大値	標準偏差	и	平均值	最大値	標準偏差	и	平均值	最大値	標準偏差	и
1	従事	従事	従事	従事	自動	0.10	0.50	0.13	34	71.4	250.0	72.5	22	161.4	511.0	125.7	27
2	従事	従事	従事	従事	手動	0.24	0.50	0.23	3	271.0	500.0	323.9	2	271.0	500.0	323.9	2
3	従事	従事	従事	非従事	1	0.14	0.30	0.11	14	7.76	218.0	84.8	6	114.3	250.0	86.7	13
4	従事	従事	非従事	従事	自動	0.22	0.80	0.26	32	9.62	220.0	62.1	19	79.0	175.5	54.7	24
5	従事	従事	非従事	従事	手動	0.15	0.20	0.07	2	85.0	85.0		-	142.5	200.0	81.3	2
9	従事	従事	非従事	非従事		0.15	0.70	0.22	11	224.9	750.0	268.3	7	143.2	550.0	153.6	=
7	従事	非従事	非従事	従事	自動	0.10	0.10		-	30.0	30.0		-				0
8	従事	非従事	非従事	非従事	ı	0.17	0.18	0.01	2			1	0	180.0	180.0		-
6	非従事	従事	従事	従事	自動	0.05	0.40	0.12	14	30.4	60.1	17.9	5	77.5	300.0	122.0	14
10	非従事	従事	従事	従事	手動	0.10	0.10		1				0	200.0	200.0	1	1
11	非従事	従事	従事	非従事		0.03	0.10	0.05	9	15.2	20.0	4.4	5	84.0	200.0	6.69	5
12	非従事	従事	非従事	従事	自動	0.00	0.00	0.00	2	9.5	12.0	3.5	2	20.0	20.0	0.0	2
13	非従事	従事	非従事	従事	手動	0.00	0.00		1	11.0	11.0		1	50.0	50.0		1
14	非従事	従事	非従事	非従事		0.00	0.00	0.00	2	0.6	0.6		1	25.0	50.0	35.4	2
15	非従事	非従事	従事	従事	自動	0.10	0.20	0.10	3	45.0	0.09	21.2	2	36.7	0.09	20.8	3
16	非従事	非従事	従事	非従事		0.01	0.10	0.02	32	12.4	110.0	25.6	18	42.0	250.0	0.99	21
17	非従事	非従事	非従事	従事	自動	0.00	0.00		1			1	0	0.0	0.0		1
18	非従事	非従事	非従事	非従事	I	0.16	0.28	0.14	4	100.0	200.0	141.4	2	237.5	400.0	169.0	4



9.16

0.22

0.20

mSv/月 0.30 <u>-</u>4 ■ 0.10

0.10

0.00

0.01

0.03 0.00

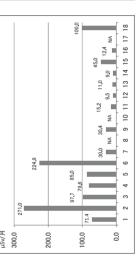
0.00



42.0

20.0 20.0

図1 FDG調製作業従事状況別の平均被ばく線量 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 (ガラス線量計)



237.5

200.0 180,0

µSv/∄

300.0

42.5

200.0

100.0

た場合の推定被ばく線量 図 2 FDG 調製作業従事状況別の平均被ばく線量 (ポケット線量計)

0.0

ったと仮定した場合の被ばく線量をできるだけ正確に推定するには、FDGの調製作業にある程度従事している人からのデータが有効と考え、FDGの調製作業時間の全 RI 取扱作業時間に占める割合が 20%以上と回答された従事者について、前記作業への従事状況別に集計した平均被ばく線量と推定被ばく線量をまとめることとした(表 4、図  $1 \sim 3$ )。

各作業への従事状況の人数分布は、RI 製造、薬剤合成、品質管理、分注の全調製作業に従事する群が最も多く、次いで、RI 製造、薬剤合成、分注に従事する群と、品質管理のみに従事する群が多かった。全調製作業に従事する群の推定被ばく線量の平均値は、1 か月当たり約 160  $\mu$ Sv であった。また、表4の業務条件と被ばくの関係から、① RI 製造が最も被ばくする作業であり、約 60  $\sim$  90  $\mu$ Sv/月程度の被ばく線量であること、②他の作業についてはいずれもあまり差がなく、RI 製造に比べて被ばく線量は低いものであること、③分注作業においては、手動の場合は自動分注の場合に比べて約 60  $\sim$  100  $\mu$ Sv/月程度被ばく線量が増加することが推測される。

#### 2.1.3 被ばく低減のための工夫

被ばく低減のための工夫については,ローテーションにより1人当たりの作業時間を短縮する,十分

表 5 1 か月当たりの PET 検査被検 者数

被検者数(人/月)	施設数
1~ 50人	18
51~100人	11
101~150人	16
151 ~ 200 人	9
201 ~ 300 人	20
301 人以上	11

な遮へいを行うとの回答が多かった。

# 2.2 PET 検査施設 FDG 被ばく状況アンケート2.2.1 FDG の入手

今回調査の回答施設の約半数で FDG の購入実績があるが、それらの施設のうちの約6割では1か月当たり50本未満であり、購入品と院内で製造されているものとを併用している施設の多いことが推測される。

#### 2.2.2 被検者数

1 か月当たりの PET 検査の被検者数を表5 に示す。被検者数50 人未満の施設から300 人を超える施設まで、様々な規模の PET 検査施設が見られた。

### 2.2.3 職種別被ばく線量

職種別(常勤医師、非常勤医師、放射線技師、薬剤師、サイクロトロンオペレータ、合成技術者、看護師、受付、その他)に見た、ポケット線量計による被ばく線量分布を図 4 に示す。いずれの職種においても、8 割以上は  $200~\mu Sv/$ 月以下の被ばく線量であった。

また、職種別の各作業への従事状況の分布は職種により大きく異なっていた。PET 施設の常勤医師及び非常勤医師の場合はPET 検査への関与の大部分はFDG の投与と患者への説明であった。したがって、図4に示されている常勤医師及び非常勤医師の被ばく線量はこれらの作業によるもの、すなわちFDG の投与と患者への説明による被ばくは25~40 µSv/月と評価される。同様に、放射線技師は患者誘導、患者セッティング、PET 操作、装置の管理、薬剤師は薬剤合成、装置の管理、品質検査、分注(PET 施設では50%程度がこれらの作業に従事)、サイクロトロンオペレータはRI製造、装置の管理(ほぼ100%がこれらの業務に従事)、合成技術者はRI製造、薬剤合成、装置の管理(80%程度がこれ

表 6 各職種の主な従事業務と平均被ばく線量

職種	主な従事業務	被ばく線量 (μSv/月)
常勤・非常勤医師	投与, 患者説明	25 ~ 40
放射線技師	患者誘導,患者セッティング,PET 操作, 装置管理	110
薬剤師	薬剤合成,装置管理,品質検査,分注	25
サイクロトロンオペレータ	RI 製造,装置管理	100
合成技術者	RI 製造, 薬剤合成, 装置管理	35
看護師	患者誘導	100

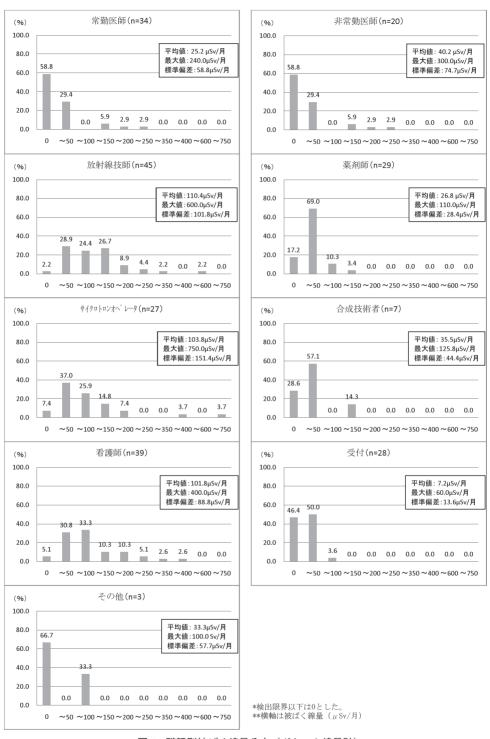


図4 職種別被ばく線量分布(ポケット線量計)

らの業務に従事),看護師は患者誘導が主な作業となっており,それぞれ平均被ばく線量は約110  $\mu$ Sv/月,25  $\mu$ Sv/月,100  $\mu$ Sv/月,35  $\mu$ Sv/月,100  $\mu$ Sv/月であったことから(表6),RI 製造が最も被ばくする作業であり,また,RI 製造に比べれば,他の作業はいずれもそれよりも被ばく線量は低いものであった。

# **3.** まとめ

現在、PET 検査は日常的に行われている。この 状況の中、今回、全国的にPET 検査における作業 者の被ばく状況を調査した。

FDG 調製作業への寄与率から FDG の全調製作業 (分注作業は自動分注) を 1 人で行ったと仮定した 場合の平均推定被ばく線量は, 1 か月当たり約 160  $\mu$ Sv であった。また, 医師, 放射線技師, 薬剤師, サイクロトロンオペレータ, 合成技術者, 看護師は 平均 25 ~ 40  $\mu$ Sv/月, 110  $\mu$ Sv/月, 25  $\mu$ Sv/月, 100  $\mu$ Sv/月, 35  $\mu$ Sv/月, 100  $\mu$ Sv/月, 700  $\mu$ Sv/月, 35  $\mu$ Sv/月, 100  $\mu$ Sv/月, 25  $\mu$ Sv/月, 100  $\mu$ Sv/月, 35  $\mu$ Sv/月, 100  $\mu$ Sv/月であった。

個人被ばく線量測定サービス会社の公表している

報告書<sup>1,2)</sup>では,医師,放射線技師,看護師の平均 被ばく線量はそれぞれ  $22 \sim 28~\mu Sv/$ 月  $(260 \sim 330~\mu Sv/$ 年), $63 \sim 87~\mu Sv/$ 月  $(760 \sim 1,040~\mu Sv/$ 年), $11 \sim 14~\mu Sv/$ 月  $(130 \sim 170~\mu Sv/$ 年)と報告されていることから,いずれの職種においても,今回の調査結果の PET 検査に従事する場合とほぼ同等であった。このことから,被ばく線量については、PET 検査に従事した場合でも,一般に RI を取り扱う場合と相違しないものと推測される。

またPET検査の作業においては、患者誘導やサイクロトロンによるRI製造の被ばく線量が高く、その他の作業の場合の被ばく線量はいずれもそれよりも低いことが示された。

# 参考文献

- 1) 個人被ばく線量の集計および医療機関における 不均等被ばく統計, NL だより, **358**, 2-3 (2007), http://www.nagase-landauer.co.jp/dlfiles/no358. pdf
- 2) 平成 18 年度 個人線量の実態, FB News, **369**, 9-16 (2007), http://www.c-technol.co.jp/pdf/369FBN.pdf