



Photo Kiranori Kirano

Index

医学物理士認定制度について……………	福士 政広	1
平成30年度 一人平均年間被ばく実効線量0.19ミリシーベルト ……	中村 尚司	6
平成30年度 年齢・性別個人線量の実態 ……		9
〔コラム〕 11th Column 【家族性腫瘍】 ……	中川 恵一	12
令和元年度 医療放射線防護連絡協議会年次大会 第30回「高橋信次記念講演・古賀佑彦記念シンポジウム」の開催 ……		13
公益財団法人原子力安全技術センターからのお知らせ……………		14
第2回日本放射線安全管理学会・ 日本保健物理学会合同大会のご案内……………		14
図説 量子ビーム・放射線利用 ー第5回 多彩な透視術ー ……	岡田 漱平	15
〔サービス部門からのお願い〕 「ご使用者変更連絡票」の「処理区分」をご記入ください!! ……		19

医学物理士認定制度について



福士 政広*

1. 医学物理士について

医学物理士とは、病院、学校および研究所に所属し、理工学の面から医学および医療に貢献し、かつ医学物理士認定機構が毎年実施する医学物理士の試験を受けて合格した人をいいます。2019年8月末現在で1,179名が認定されております。また、医学物理士は放射線医学の物理的・技術的課題に携わり、その遂行に先導的役割を担う者の質の向上と維持を図り、もって医学および医療の発展に貢献することを目的・理念としております。

国際労働機関（ILO）の国際標準職分類ISCO-08において、Medical Physicist「理工学に関連する科学的知識を医療の分野、特に放射線医学に応用する職業」と規定されております。「放射線治療医」、「診療放射線技師」と異なる職域（図1）として明確に分類さ

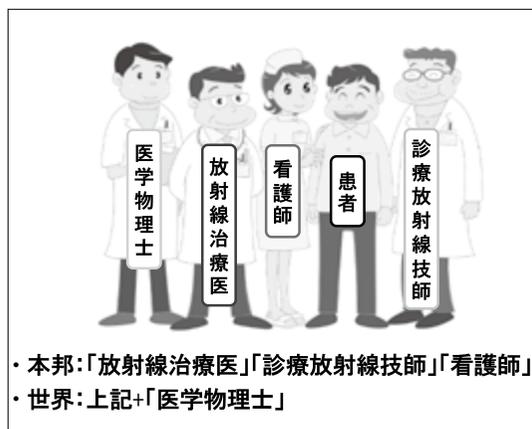


図1 放射線治療に関わる職種

れております。

さて、医学物理士を志す方は、原則として、以下の4つのいずれかを旨すと良いと思います。

1. 医学物理士認定機構が認定する医学物理教育コースを修了する。
2. 理工学系の修士もしくは博士の学位を取得する。
3. 放射線技術系の修士もしくは博士の学位を取得する。
4. 1以外の医学物理教育コースで修士もしくは博士の学位を取得する。

実は、医学物理士認定機構が認定する医学物理教育コースの修了者は新規認定において優遇措置を受けられます。

認定組織は、財団法人医学物理士認定機構です。また、医学物理士認定試験（毎年秋に実施）に合格した者で、機構が規定する臨床研修と所定の業績点を取得し、医学物理士認定を申請した者に対して「医学物理士」の認定証が授与されます。

医学物理士は更新制度であり一定期間内（5年間）に所定の単位（60単位）を取得する必要があります。更新制度により医学物理士の高い知識・技能の維持と向上を図っております。

2. 主な業務内容と役割

医学物理士の歴史的な背景としては、欧米において1920年代から原子物理学や原子核物理学の知識を持った物理学者が、主に電離放

* Masahiro FUKUSHI 首都大学東京大学院 教授

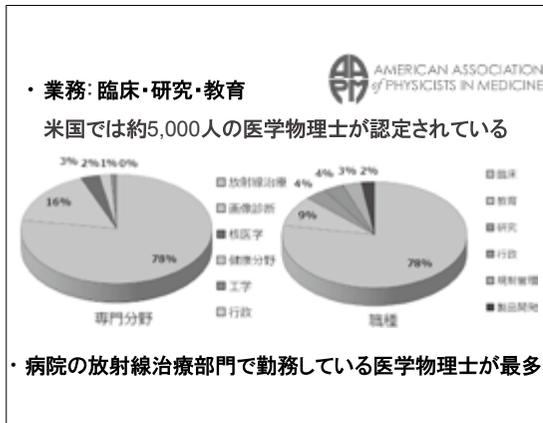
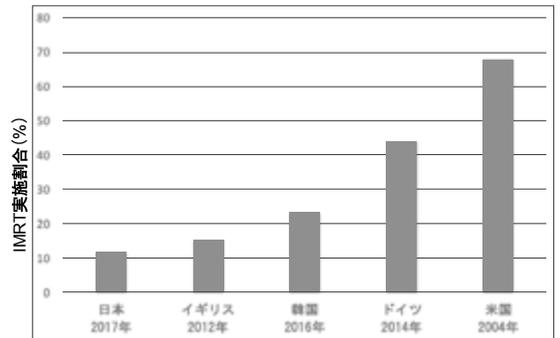


図2 米国における医学物理士

放射線の医療応用における問題点を解決することを目的に医療業務に携わったのが始まり¹⁾であります。現在では欧州連合18カ国に約3,000人、米国 (AAPM²⁾: American Association of Physicists in Medicine) に約5,000人が従事しています(図2)。

欧米での放射線治療は、放射線治療医 (Radiation Oncologist)、医学物理士 (Radiation Oncology Physicist)、放射線治療技師 (Radiation Therapist) および線量測定士 (Medical Radiation Dosimetrist) から成るチームが構成され、明確な役割分担の上に連携が図られています³⁾。そのチーム内での医学物理士の役割は「放射線の最適な利用を確保し、明確に公認され得る診断上もしくは治療上の成果を実現する」ことでもあります。米国における医学物理士は、放射線治療の評価、放射線治療の実施およびその最適化の中心的な役割を担う専門職で、かつ実践者であり、臨床・研究・教育において重要な役割を果たし、高水準の臨床物理学的なサービスと監督技能を提供することを主要な業務としています。因みに強度変調放射線治療 (IMRT) の国際比較を図3に示します。諸外国と比較して日本は実施割合が顕著に少ないことが分かります。

さて、日本ではがん診療連携拠点病院等の整備に関する指針で、医学物理士は「がん診療連携拠点病院等の整備について」において「専門的な知識及び技能を有する医師以外の診療従事者の配置」として、「専任の放射線



高精度治療を実施している割合は、諸外国と比べて低い

Mell, et al., Cancer, 104, 2005
 Mayles, et al., Clin Oncol, 24, 2012
 Rim, et al., J Korean Med Sci, 26, 2018

図3 IMRT実施割合：国際比較

治療における機器の精度管理、照射計画の検証、照射計画補助作業等に携わる常勤の技術者等を1人以上配置すること、なお、当該技術者は医学物理学に関する専門資格を有する者であることが望ましい。」と明記されております。また、診療報酬においても、遠隔放射線治療計画加算、強度変調放射線治療 (IMRT)、画像誘導放射線治療加算、体外照射呼吸性移動対策加算、定位放射線治療、定位放射線治療呼吸性移動対策加算、粒子線治療、画像誘導密閉小線源治療加算の施設基準に掲げる「その他の技術者」とあり、その他の技術者とは平成30年3月30日付の厚生労働省保険局医療課からの疑義解釈資料の送付について、(その1)によると問116に(答)医学物理士等を指す、と明記されております。

漸く日本においても、先端技術の導入とその対応、独自技術の自らの開発と発信、医療事故に結びつきかねない高度化と複雑化への迅速な対応などに応えられる体制が整いつつあり、日本での医学物理士の役割がクローズアップされてきています。今後の発展に大いに期待するものであります。

3. 医学物理士認定試験の出願資格

出願資格としては、先ず日本医学物理学会の正会員であることが必要となります。次に出願できる者は、医学物理士認定制度規定第9条に定める者(表1)であります。

表 1 資格番号と資格内容

資格番号	資格内容
1-1	機構認定の医学物理教育コースに1年以上在籍または修了した者 (認定教育コースの確認 http://www.ibmp.org/course_educational/decisio/)
1-2	理工学系修士以上の学位を有し(取得見込みを含む)、医学物理士認定制度施行細則(以下、「細則」という)に定める業績評価点5単位以上を有する者
1-3	放射線技術系修士以上の学位を有し(取得見込みを含む)、細則に定める業績評価点5単位以上を有する者
1-4	医学系研究科に設置された医学物理に関する課程の修士以上の学位を有し(取得見込みを含む)、細則に定める業績評価点5単位以上を有する者
1-5	学歴によらず医学物理の発展に寄与したと特に認められる者

2 特例措置として前項に加え、次の各号のいずれかを満たす者に受験資格を与える。

2-1	平成24年度までに理工学系学士の学位を取得し、医学における経験年数3年以上の者
2-2	平成24年度までに放射線技術系学士の学位を取得し、医学における経験年数2年以上の者
2-3	平成22年度までに診療放射線技師免許を取得し、医学における経験年数5年以上の者
2-4	平成22年度までに、医師又は歯科医師以外で医学または歯学博士の学位を取得し、医学における経験年数1年以上の者

4. 医学物理士認定試験

認定試験は、医学物理士として必要な基礎物理学、放射線物理学、統計学、保健物理学／放射線防護学、放射線診断物理学、核医学物理学、放射線治療物理学、放射線計測学、医療・画像情報学、放射線関連法規および勧告／医療倫理、基礎医学、放射線診断学、核医学、放射線腫瘍学、放射線生物学について行います。また、客観試験(マークシート方式)と記述式があります。

試験の実施は、毎年1回秋に実施されます。なお、試験の期日、その他受験に必要な事項は、機構ホームページ、関連学会等を通じて公示されます。さらに、過去に出題された問題は機構ホームページに掲載されておりますので参照されると良いと思います。

5. 医学物理士の認定

医学物理士の認定には、新規認定と更新認定があります。新規認定は、認定試験合格後5年以内で、日本医学物理学会または日本医学放射線学会の正会員で、細則に定める業績評価点を有し、かつ次の各号のいずれかを満たす者を医学物理士として認定します。

- 1) 機構認定の医学物理教育コースに在籍または修了し、次のいずれかを満たす者
 - (1) 修士の学位を有し、医学物理に関わる経験年数2年以上の者
 - (2) 修士の学位を有し、博士課程または博士後期課程(以下、「博士課程」という)に2年以上在籍する者
 - (3) 博士の学位を有する者
 - (4) 臨床研修生課程を修了した者(修了見込みを含む)

- 2) 理工学系、放射線技術系修士以上の学位、または医学系研究科に設置された医学物理に関する課程の修士以上の学位を有し、次のいずれかを満たす者
 - (1) 医学物理に関わる経験年数3年以上の者
 - (2) 博士の学位を有し、医学物理に関わる経験年数1年以上の者
- 3) 学歴によらず、医学物理における経験年数を有し、特に認められた者
- 4) 特例措置として前項に加え、次のいずれかを満たす者

- (1) 平成24年度までに理工農薬学士の学位を取得し、医学における経験年数5年以上の者
- (2) 平成24年度までに放射線技術系学士の学位を取得し、医学における経験年数4年以上の者
- (3) 平成22年度までに診療放射線技師免許を取得し、医学における経験年数7年以上の者
- (4) 平成22年度までに、医師または歯科医師以外で医学または歯学博士の学位を取得し、医学における経験年数3年以上の者

となります。

更新認定では、医学物理士の認定は5年毎に更新するものとし、日本医学物理学会または日本医学放射線学会の正会員で、細則に定める必要事項を満たす者の更新を認定します。

また、機構が定める更新認定期間内に更新認定申請書を提出し5年間における業績評価点の合計60単位以上が必要となります。業績評価点は、別表の 카테고리 0、I、II

別表 第3条、第4条および第6条に関わる業績評価点

カテゴリ0：認定医学物理教育コースにおける臨床研修受講実績			
教育コースの種類	コード	期間	単位数
認定医学物理教育コースの博士または臨床研修生課程	X1	2年間	25
	X2	1年間	10
短期臨床研修教育コース	Y	100時間以上	5
カテゴリI：医学物理士としての業務実績			
実績の種類	コード	期間	単位数
臨床における業務実績 (診療報酬上の施設基準で「専ら担当する者」に該当する者)	A1	5年間	25
	A2	1年以上	10
上記以外の臨床における業務実績	B1	5年間	10
	B2	1年以上	5
医学物理分野の常勤の教員としての業務実績	C1	5年間	25
	C2	1年以上	10
カテゴリII：医学物理士業務に関する講習会等への参加			
講習会等の種類	コード	参加形態	単位数
機構が主催する講習会、日本医学物理学会サマーセミナー、 日本医学物理士会ミニマム講習会および実務講習会、 機構が認定した研修課程	D1	講師	5
	D2	出席 (一日以上)	10
	D3	出席(半日)	5
上記以外の日本医学物理学会および日本医学物理士会主催の講習会、 放射線治療品質管理機構主催の放射線治療品質管理講習会	E1	講師	3
	E2	出席	5
認定医学物理教育コースが主催し、かつ機構が認定した講習会、 日本医学物理学会学術大会の教育講演	F1	講師	2
	F2	出席	3
機構が認定した講習会	G1	講師	1
	G2	出席	2
カテゴリIII(1)：医学物理学に関する学術大会等への参加			
学術集会の種類	コード	参加形態	単位数
日本医学物理学会(日韓合同学術大会含む)、日本医学放射線学会、 日本放射線腫瘍学会、日本核医学会の学術大会	I1	特別講演、 講師等	5
	I2	筆頭演者	3
	I3	共同演者	1
	I4	出席	3
American Association of Physicists in Medicine、American Society for Radiation Oncology、Asian & Oceanian Congress of Medical Physics、 European Association of Nuclear Medicine、European Congress of Medical Physics、European Society for Radiotherapy and Oncology、European Society of Radiology、International Radiation Protection Association、Particle Therapy Co-Operative Group、Radiological Society of North America、Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging、World Congress on Medical Physics & Biomedical Engineering、International Conference on Medical Physics の学術大会	J1	特別講演、 講師等	5
	J2	筆頭演者	3
	J3	共同演者	1
	J4	出席	3
上記以外の学術集会	K1	特別講演、 講師等	3
	K2	筆頭演者	2
	K3	共同演者	1
	K4	出席	1

カテゴリーⅢ(2)：医学物理学に関する学術論文・著書

対象学術誌	コード	著者形態	単位数
医学物理、Annals of Nuclear Medicine、British Journal of Radiology、European Journal of Nuclear Medicine、European Journal of Radiology、International Journal of Radiation Oncology・Biology・Physics、Japanese Journal of Radiology、Journal of Applied Clinical Medical Physics、Journal of Nuclear Medicine、Journal of Radiation Research、Magnetic Resonance in Biological Sciences、Medical Physics、Physica Medica、Physics in Medicine and Biology、Radiation Oncology、Radiation Protection Dosimetry、Radiological Physics and Technology、Radiology、Radiotherapy & Oncology に掲載された論文	L1	筆頭著者	10
	L2	第二著者以降	5
上記学術誌を除く、査読のある学術誌に掲載された論文	M1	筆頭著者	7
	M2	第二著者以降	3
査読のない論文	N1	筆頭著者	4
	N2	第二著者以降	2
報文集等	O1	筆頭著者	2
	O2	第二著者以降	1
医学物理学に関する著書	P1	単著・共著	7
	P2	分担執筆	3

およびⅢの項目について加算します。ただし、カテゴリーⅡについては1単位以上を必須とします。カテゴリーⅡを受講していない方が見受けられるので注意するポイントであります。以下詳細については、医学物理士認定制度規定および医学物理士認定制度施行細則を参照してください。認定機構のホームページに記載されております。

なお、カテゴリーⅡの講習会については機構や日本医学物理士会および関係団体が主催する講習会が頻繁に実施されております。これらの講習会の情報も機構ホームページや日本医学物理士会のホームページで確認できます。

6. 医学物理士の現状

前述しましたが2019年8月末現在、医学物理士は1,179名で年間の大体の合格者数は80名程度であり、30%程度の合格率となっております。首都圏や近畿圏の大学病院やがんセンター、地方自治体病院などにおいては医学物理士としての採用も年々増加しております。

さらに、2019年度から治療専門医学物理士認定制度が開始されました。治療専門医学物理士は、医学物理士資格取得後、医学物理士として治療分野において3年以上の臨床経験を有し、その間放射線治療システムの品質管

理・治療計画等の経験について治療専門医学物理士認定制度規程第5条の要件を満たした後、治療専門医学物理士認定試験に合格した医学物理士を治療専門医学物理士として認定いたします。

今後ますます高度化と多様化する放射線治療に対応する人材育成が図られております。

参考文献

- 1) The Roles, Responsibilities and Status of the Clinical Medical Physicist, EFOMP policy statement Nr.1,1984
- 2) The MEDICAL PHYSICIST, AAPM pamphlet
- 3) Comprehensive QA for radiation oncology, Report of AAPM Radiation Therapy Committee TA-40, Medical Physics 21, 581-618,1994

著者プロフィール

1956年3月31日 秋田県生まれ。
 1998年 東京都立保健科学大学放射線科 助教授
 2002年 東京都立保健科学大学放射線科 教授
 2005年 首都大学東京健康福祉学部 教授
 同 大学院 教授

現在に至る

【主な社会活動】

日本医学物理士会 代表理事
 日本医学物理士認定機構 理事（医学物理士認定委員長）
 日本保健科学学会 理事
 など

平成30年度

一人平均年間被ばく実効線量 0.19ミリシーベルト



中村 尚司

弊社の測定・算定による、平成30年度（平成30年4月～31年3月）の個人線量当量の集計の詳細については、「個人線量当量の実態」（FBNews No.513（令和元年9月1日））に報告されていますが、ここでは同実効線量について、より簡略に見やすい形にして報告いたします。

集計方法

平成30年4月から平成31年3月までの間に、1回以上弊社の個人線量計を使用された294,284名（前年度は289,776名なので、4,508名と昨年度に続いての増加で、一昨年と比べると、9,666名増加しています。）を対象としました。

業種別の年実効線量は、全事業所を医療、研究教育、非破壊検査、一般工業、獣医療の5グループに分けて集計しました。

職業別の年実効線量は、医療関係についてのみ職種を医師、技師、看護師に分けました。

最小検出限界未満を示す「X」は、実効線量“ゼロ”として計算してあります。

集計結果

一人平均の年実効線量は、表1に示されているように0.19mSvで、前年度（0.20mSv）と比べてわずかに（0.01mSv）減少しています。表1の業種別に見ると、医療が0.25mSv（前年度0.27mSv）、研究教育が0.02mSv（前年度0.02mSv）、非破壊検査が0.23mSv（前年度0.25mSv）、一般工業が0.06mSv（前年度0.07mSv）、獣医療が0.03mSv（前年度0.03mSv）となっており、業種別一人平均の年実効線量も前年度からわずかに減少しています。その結果、全業種での平均年実効線量も前年度よりわずかに減少しています。

表1 平成30年度業種別年実効線量人数分布表（単位：人）（カッコ内の数字は%）

業種	集団線量 (manmSv)	平均線量 (mSv)	X (検出せず)	~0.10 (mSv)	0.11~ 1.00 (mSv)	1.01~ 5.00 (mSv)	5.01~ 10.00 (mSv)	10.01~ 15.00 (mSv)	15.01~ 20.00 (mSv)	20.01~ 50.00 (mSv)	50超過 (mSv)	合計人数
医療	52,690.36	0.25	159,226 (76.99)	10,777 (5.21)	22,295 (10.78)	12,910 (6.24)	1,261 (0.61)	240 (0.12)	74 (0.04)	39 (0.02)	0 (0.00)	206,822 (100.00)
研究教育	995.10	0.02	39,753 (96.84)	503 (1.23)	503 (1.23)	270 (0.66)	20 (0.05)	1 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	41,050 (100.00)
非破壊検査	607.00	0.23	2,023 (77.30)	135 (5.16)	263 (10.05)	186 (7.11)	10 (0.38)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	2,617 (100.00)
一般工業	2,195.10	0.06	33,064 (93.63)	623 (1.76)	1,015 (2.87)	551 (1.56)	52 (0.15)	1 (0.00)	3 (0.01)	3 (0.01)	0 (0.00)	35,312 (100.00)
獣医療	267.60	0.03	9,113 (96.43)	115 (1.22)	169 (1.79)	50 (0.53)	2 (0.02)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.01)	9,450 (100.00)
全体	56,755.16	0.19	242,251 (82.32)	12,123 (4.12)	24,234 (8.23)	13,969 (4.75)	1,345 (0.46)	242 (0.08)	77 (0.03)	42 (0.01)	1 (0.00)	294,284 (100.00)

注：矢印より左が分布（Ⅰ）に記載されています。
矢印より右が分布（Ⅱ）に記載されています。

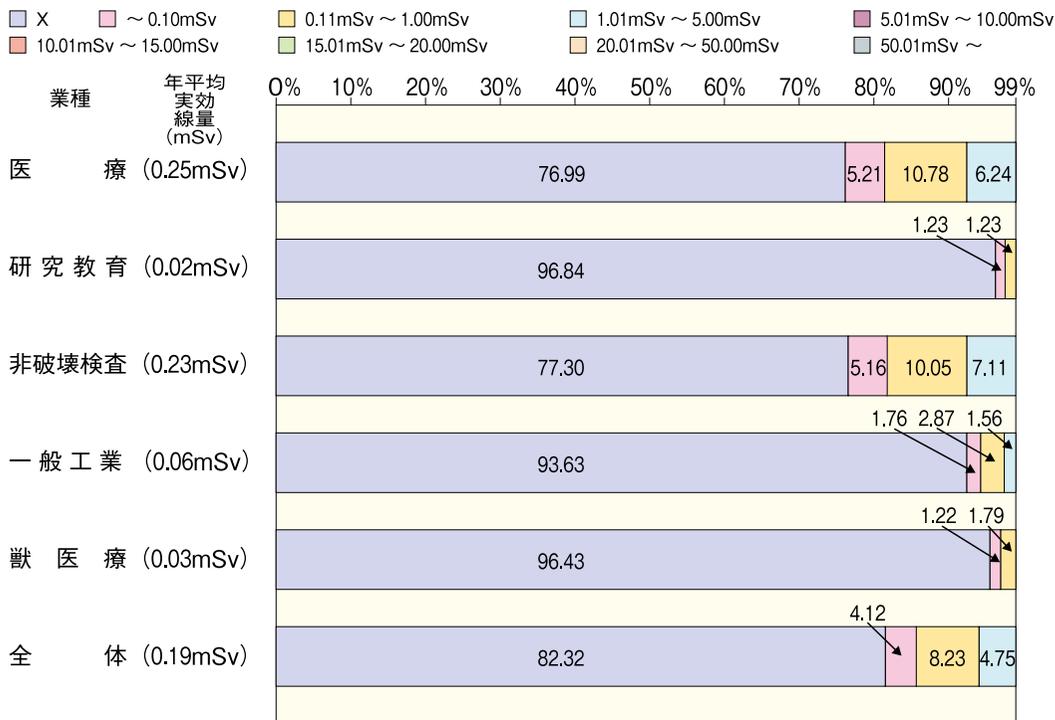


図1(a) 平成30年度業種別平均年実効線量の分布 (I)

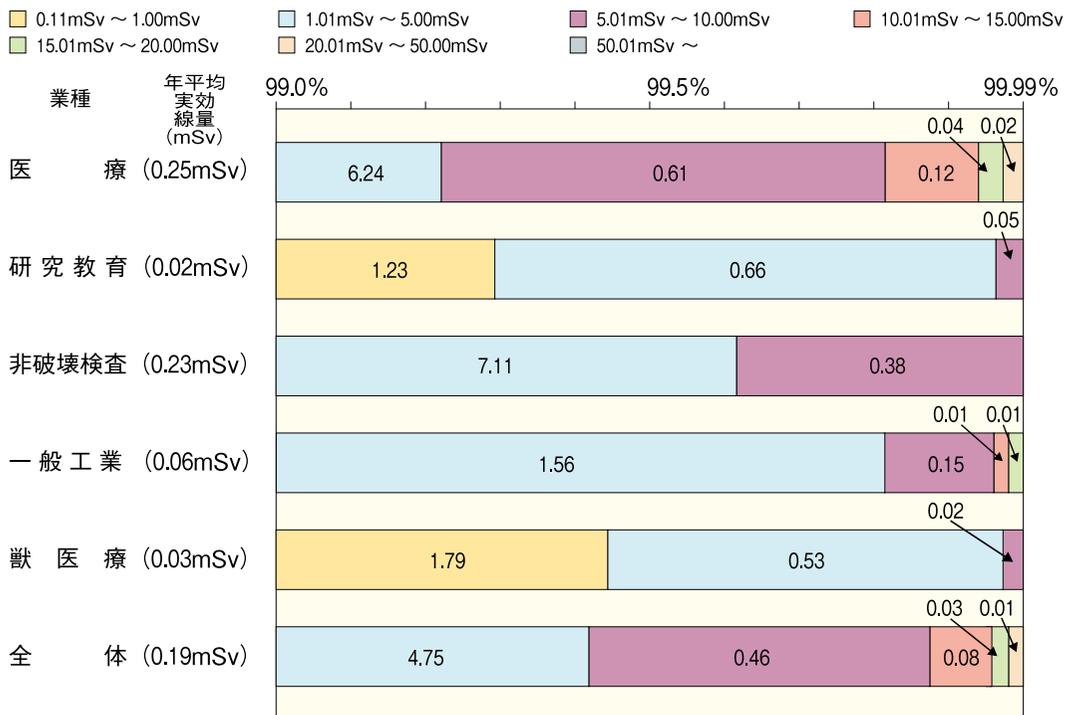


図1(b) 平成30年度業種別平均年実効線量の分布 (II)
(図1(a)の右端部の詳細を表す)

平成30年度を通して検出限界未満の人は、**図1**に示すように全体の82.32%(前年度81.89%)で、年間1.0 mSv以下の人が、全体の94.67%(前年度94.43%)と、低線量当量の人の割合は、前年度と比べてほんのわずか増えています。また、業種別に見ると非破壊検査関係と医療関係では、その他の業種に比べて実効線量値が高い人の割合が多くなっているのも例年の傾向通りです。

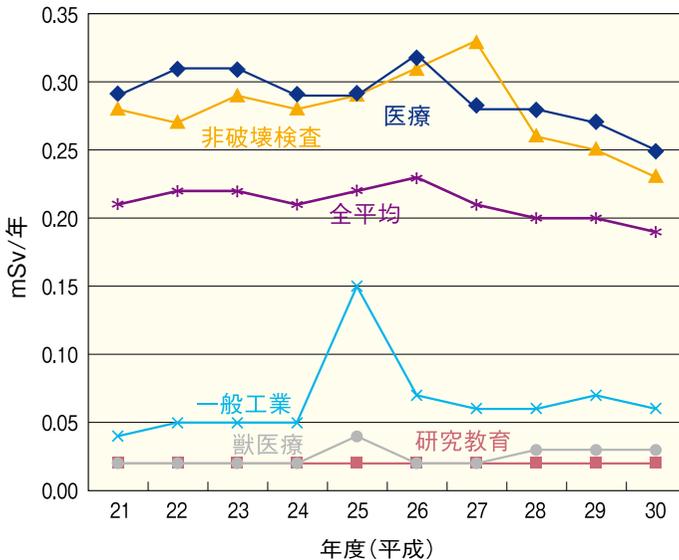


図2 過去10年間の業種別平均年実効線量の推移

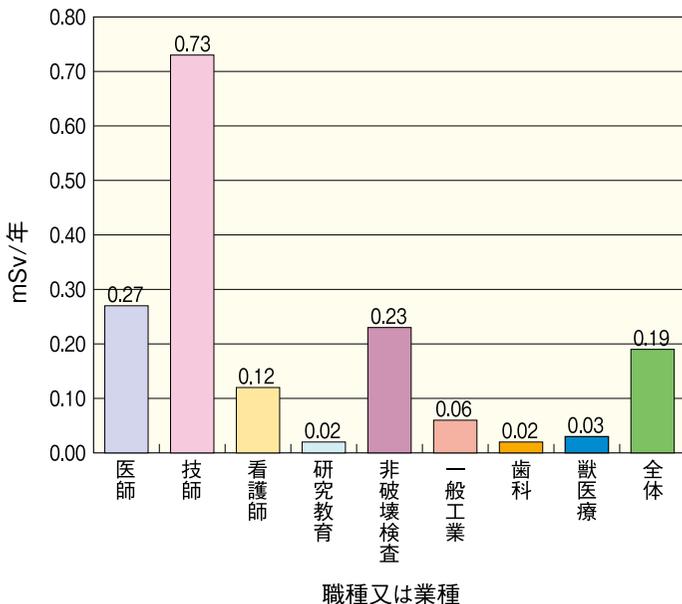


図3 平成30年度職種又は業種別平均年実効線量

表1と**図1**で実効線量の多い方を見ると、年間50 mSvを超えた人は、前年度は医療で1名ありましたが、今年は獣医療で1名ありました。また、年間20 mSv~50 mSvの人は全体の0.01%で、実数では前年度の55名と比べて、42名(医療39名、一般工業3名)となっていて、前年度と比べて医療関係は53名から39名となり14名減少しています。年間5 mSv~20 mSvの人は全体の0.57%(前年度は0.63%)で、実数では1,664名(前年度1,814名)で、内訳は医療1,575名(前年度1,680名)、研究教育21名(前年度19名)、非破壊10名(前年度19名)、一般工業56名(前年度91名)、獣医療2名(前年度5名)です。前年度と比べると、医療が105名、非破壊が9名、一般工業が35名、獣医療が3名減少していますが、研究教育が2名増加しています。特に医療と一般工業の減少が大きくなっています。

業種別の過去10年間の推移を見ると、**図2**に示すように、ここ10年間は、医療がやや微増の傾向にありましたが、ここ4年間は減少して10年前の値より低くなっています。非破壊検査はここ数年間やや微増の傾向にありましたが、この3年間は減少に転じました。一般工業は25年度だけ増加しましたが、翌年からはもとに戻っています。

職種別・業種別の一人平均年実効線量は、**図3**に示しますが、前年度と同じく、医療関係の職種別では技師が0.73 mSv(前年度0.77 mSv)と最も高く、ついで医師が0.27 mSv(前年度0.29 mSv)、看護師0.12 mSv(前年度0.13 mSv)の順に低くなっています。なお、歯科は最も低く0.02 mSv(前年度0.03 mSv)で、獣医師も0.03 mSv(昨年度0.03 mSv)と低い値です。医療以外では非破壊検査が最も高く0.23 mSv(前年度0.25 mSv)です。なお、一般工業は0.06 mSv(前年度0.06 mSv)とそれに次いで高くなっています。

平成30年度

年齢・性別個人線量の実態

1. まえがき

本資料は平成30年度の、年齢・性別の個人線量の実態の報告です。個人線量計で測定した1cm線量当量から算定した、実効線量を年齢・性別に集計して報告いたします。

2. 用語の定義

- (1) 年実効線量 一個人が、4月1日から翌年3月31日までの間に受けた実効線量の合計 (単位 mSv)
- (2) 集団線量 集団を構成する個人の年実効線量の総和 (単位 manmSv)
- (3) 平均年線量 集団線量を集団を構成する人数で除した値 (単位 mSv)

3. 実効線量の求め方

測定した1cm線量当量から実効線量を算出する方法の概略を示します。

なお、記号の意味は、次のとおりです。

H_E : 実効線量

$H_{1\text{cm}}\square$: 装着部位が□の1cm線量当量

基 : 基本部位 (男性は胸、女性は腹)

頭 : 頭部

腹 : 腹部

大 : 体幹部の中で最大値を示した部位

3.1 均等被ばくとしてモニタリングした場合

$$H_E = H_{1\text{cm}}\text{基}$$

3.2 不均等被ばくとしてモニタリングした場合

$$H_E = 0.08H_{1\text{cm}}\text{頭} + 0.44H_{1\text{cm}}\text{胸} + 0.45H_{1\text{cm}}\text{腹} + 0.03H_{1\text{cm}}\text{大}$$

4. 対象とするデータ

弊社のガラスバッジサービスの申し込みをされ、平成30年4月1日から平成31年3月31

日までの間で1回以上個人線量計を使用された人の年実効線量を、対象データとしております。

- 注1) 個人が受けた線量でないと申し出のあったものは、含まれておりません。
- 2) 個人が受けた線量でないにもかかわらず、お申し出のないものは含んでおります。
- 3) 性別が不明のものは除外しました。
- 4) 年齢は、平成31年3月31日現在です。

5. 集計方法

(1) 集計

Table 1 の左欄に示すように年齢の区分を設け、その区分に入る個人の数と集団線量並びにそれらの百分率を集計の同一の欄の内に示しました。ただし、「X (検出限界未満)」は、ゼロとして、また測定上限は、個人線量計によって異なりますが、上限を超えたものは、その上限の値 (例えば、「100mSv 超」は、100mSv) として集計しました。

(2) パラメータ

パラメータは、医療・獣医療、工業、研究教育および男性、女性としました。性別は、利用者からの申し出の内容としました。

6. 集計結果

集計結果を、以下の図表に示します。

Table 1 年齢・性別集団実効線量および平均年実効線量

Fig. 1 年齢・性別平均年実効線量分布

Fig. 2 放射線業務従事者の年齢・性別構成

Table 1 (a) 年齢・性別集団実効線量および平均年実効線量(男性)

年齢	医療・獣医療		工業		研究教育		全体		平均年実効線量(mSv)
	人数(人)	集団線量(manmSv)	人数(人)	集団線量(manmSv)	人数(人)	集団線量(manmSv)	人数(人)	集団線量(manmSv)	
	(H30.4.1~H31.3.31)								
18~19	396	0.33	746	2.15	3,471	11.15	4,605	2.48	0.04
	119.90	0.28	34.80	1.30	9.60	1.12	164.30	0.36	
20~24	10,702	8.87	3,091	8.90	9,543	30.65	23,214	12.50	0.22
	4,597.00	10.90	287.10	10.70	112.30	13.10	4,996.40	10.93	
25~29	16,130	13.37	4,671	13.45	3,243	10.41	23,914	12.88	0.29
	6,399.70	15.17	359.40	13.39	141.00	16.45	6,900.10	15.09	
30~34	15,790	13.09	4,899	14.11	2,883	9.26	23,468	12.64	0.30
	6,570.49	15.58	375.70	14.00	107.50	12.54	7,053.69	15.43	
35~39	15,060	12.49	5,014	14.44	2,505	8.04	22,477	12.10	0.29
	5,913.00	14.02	447.50	16.68	143.60	16.75	6,504.10	14.23	
40~44	14,057	11.66	5,544	15.97	2,416	7.76	21,932	11.81	0.28
	5,633.60	13.36	398.70	14.86	106.60	12.44	6,138.90	13.43	
45~49	12,682	10.52	4,018	11.57	2,145	6.89	18,776	10.11	0.27
	4,727.70	11.21	236.70	8.82	83.50	9.74	5,047.90	11.04	
50~59	22,588	18.73	4,847	13.96	3,047	9.79	30,371	16.36	0.22
	6,266.38	14.86	347.40	12.95	113.90	13.29	6,727.68	14.71	
60~69	10,521	8.72	1,240	3.57	974	3.13	12,708	6.84	0.14
	1,593.50	3.78	164.60	6.13	29.20	3.41	1,787.30	3.91	
70以上	2,491	2.07	599	1.73	891	2.86	3,974	2.14	0.08
	287.90	0.68	18.50	0.69	9.90	1.16	316.30	0.69	
年齢不明	184	0.15	52	0.15	21	0.07	257	0.14	0.33
	71.90	0.17	13.10	0.49	0.00	0.00	85.00	0.19	
合計	120,601	100.00	34,721	100.00	31,139	100.00	185,696	100.00	
	42,181.07	100.00	2,683.50	100.00	857.10	100.00	45,721.67	100.00	

Table 1 (b) 年齢・性別集団実効線量および平均年実効線量(女性)

年齢	医療・獣医療		工業		研究教育		全体		平均年実効線量(mSv)
	人数(人)	集団線量(manmSv)	人数(人)	集団線量(manmSv)	人数(人)	集団線量(manmSv)	人数(人)	集団線量(manmSv)	
	(H30.4.1~H31.3.31)								
18~19	1,731	1.81	283	8.86	2,093	21.12	4,104	3.78	0.02
	73.00	0.68	0.80	0.67	5.30	3.84	79.10	0.72	
20~24	15,469	16.17	506	15.85	2,851	28.77	18,768	17.28	0.08
	1,483.50	13.77	30.30	25.55	39.20	28.41	1,553.00	14.08	
25~29	13,953	14.59	436	13.65	1,046	10.55	15,385	14.17	0.09
	1,358.50	12.61	14.10	11.89	10.30	7.46	1,382.90	12.53	
30~34	13,890	14.52	399	12.50	760	7.67	15,027	13.84	0.09
	1,318.17	12.23	22.30	18.80	17.50	12.68	1,357.97	12.31	
35~39	14,686	15.35	396	12.40	716	7.22	15,788	14.54	0.11
	1,726.60	16.02	20.90	17.62	21.70	15.72	1,769.20	16.03	
40~44	13,049	13.64	429	13.44	630	6.36	14,095	12.98	0.12
	1,686.70	15.65	15.50	13.07	21.60	15.65	1,723.80	15.62	
45~49	9,430	9.86	296	9.27	448	4.52	10,164	9.36	0.13
	1,288.80	11.96	4.60	3.88	7.60	5.51	1,301.00	11.79	
50~59	10,835	11.33	311	9.74	522	5.27	11,658	10.74	0.13
	1,540.62	14.30	10.10	8.52	14.20	10.29	1,564.92	14.18	
60~69	2,164	2.26	48	1.50	87	0.88	2,299	2.12	0.12
	278.60	2.59	0.00	0.00	0.40	0.29	279.00	2.53	
70以上	376	0.39	82	2.57	747	7.54	1,203	1.11	0.01
	17.80	0.17	0.00	0.00	0.20	0.14	18.00	0.16	
年齢不明	80	0.08	7	0.22	11	0.11	98	0.09	0.05
	4.60	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60	0.04	
合計	95,663	100.00	3,193	100.00	9,911	100.00	108,589	100.00	
	10,776.89	100.00	118.60	100.00	138.00	100.00	11,033.49	100.00	

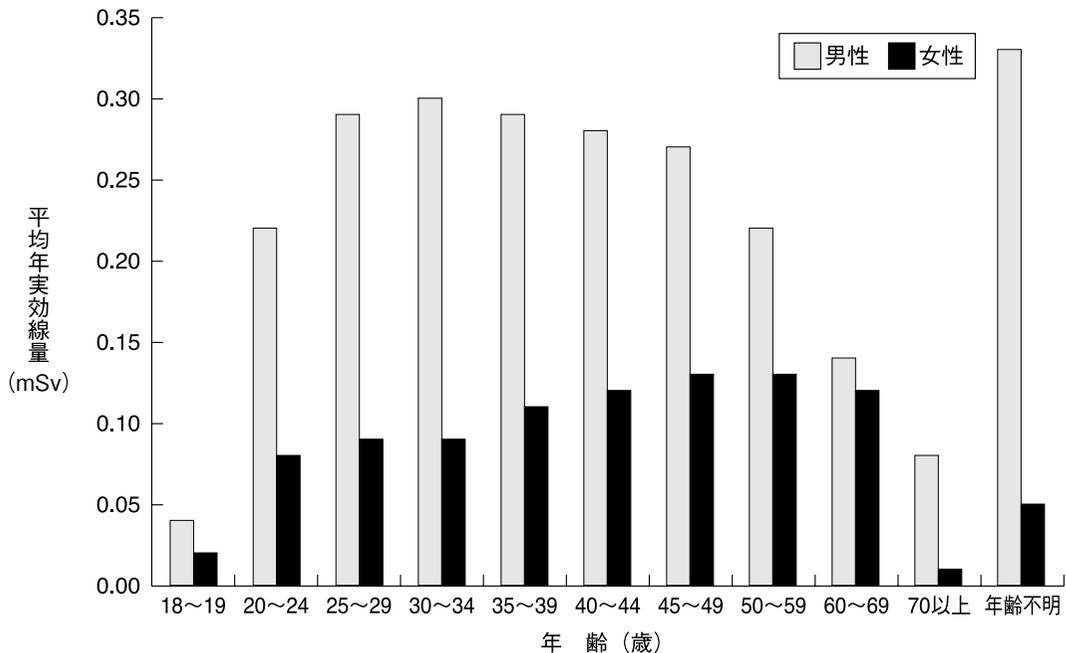


Fig. 1 年齢・性別平均年実効線量分布

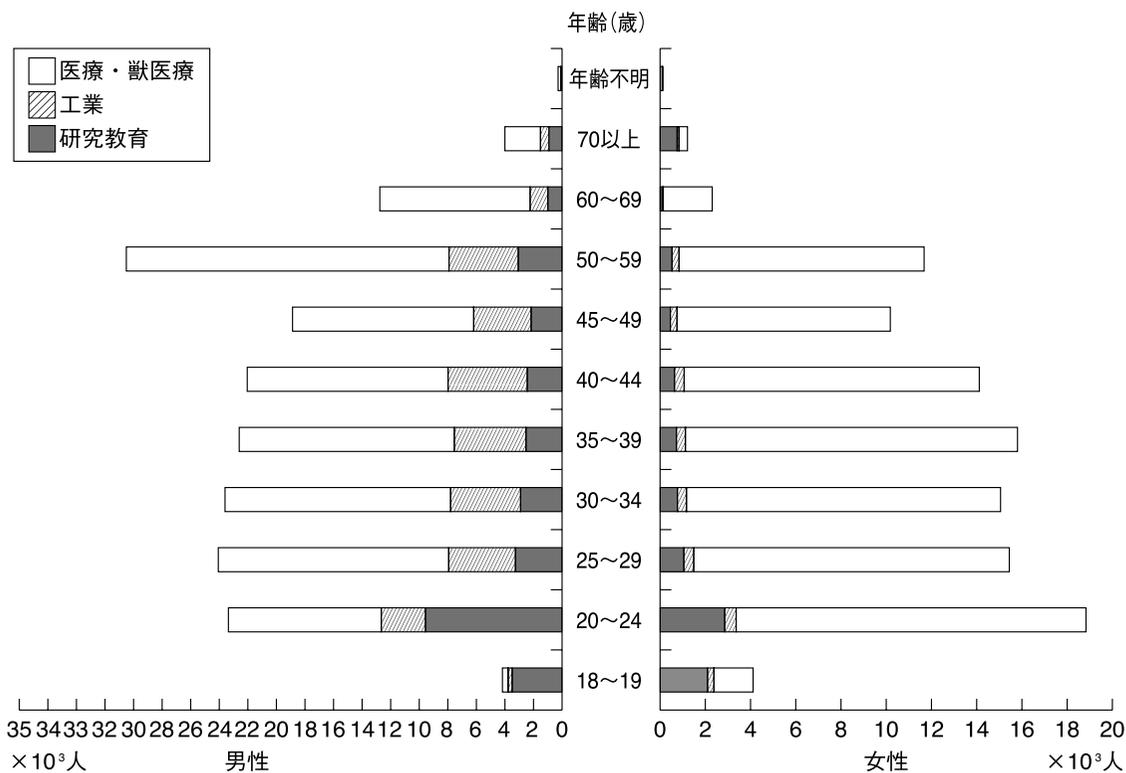


Fig. 2 放射線業務従事者の年齢・性別構成



中川 恵一

東京大学医学部附属病院

家族性腫瘍

がんまつわる迷信はたくさんありますが、「遺伝病」という誤解もその一つです。「がん家系だから心配」などと言う人もいますが、がんの原因のうち遺伝が占める割合は5%程度にすぎません。

現在、日本人男性の3人に2人が、女性でも2人に1人が生涯に何らかのがんに罹患します。「うちは父も母もがんになった」などという「がん家系」という印象を与えますが、両親ともがんになる確率は $2/3 \times 1/2 = 1/3$ ですから、けっして珍しくはないわけです。

がんは遺伝子が傷ついてできる病気ですが、基本的には遺伝する病気ではないのです。ただし、わずかですが、遺伝性のがんも存在し、「家族性腫瘍」と呼ばれます。

2013年5月、ハリウッド女優のアンジェリーナ・ジョリーさん(当時39歳)が家族性腫瘍の予防のために両方の乳腺組織を切除したと発表しました。彼女は実際に乳がんを発症したわけではありません。BRCA1と呼ばれる「がん抑制遺伝子」に生まれつき異常があることが分かったため、健康な乳腺組織を予防的に掻き出してシリコンで置き換えたのです。

さらに、乳腺切除より2年後の2015年3月、ジョリーさんは卵巣と卵管の予防的な切除を公表しました。

彼女のようにBRCA1に変異がある場合、発がんリスクは非常に高くなり、とくに、乳がんと卵巣がんの発生確率はそれぞれ約65%、40%に上ります。このため、予防的な乳腺、卵巣の摘出を決めたわけです。

BRCA1の異常は血液検査で簡単に分かります。すべての遺伝子は父母から1つずつ受け取りますが、彼女の場合、母親からのBRCA1

に異常を持っていました。

異常なBRCA1遺伝子を持った卵子と正常な精子が合体した受精卵から彼女のすべての細胞は作られましたから、血液を採るだけで、BRCA1の異常が分かったのです。

BRCA1のようながん抑制遺伝子には細胞のがん化を防ぐ働きがあります。遺伝子は両親から1つずつ受け取りますが、家族性腫瘍の患者さんでは、片方のがん抑制遺伝子に生まれつき異常があるのです。ジョリーさんの場合、母親も若くして卵巣がんと乳がんを発症していますから、母方の家系から異常なBRCA1遺伝子を受け継いだと思われます。なお、彼女には、パートナーだったブラッド・ピットさん(現在は離婚)との間に3人の実子がいますが、異常なBRCA1遺伝子はこの子供にも50%の確率で遺伝することになります。男性に変異型のBRCA1遺伝子が受け継がれると若年性前立腺がんや男性乳がんを発症しやすくなるため、欧米では、予防的な前立腺全摘まで行われています。

がん抑制遺伝子の一方が生まれつき働かなくなっていると、残るもう一方の遺伝子に傷がつくだけでがんが発生しやすくなります。これは、坂道を下る自転車の前輪のブレーキが最初から壊れているようなものです。後輪のブレーキが効いているうちは一見何の問題もないように見えますが、もし、後輪のブレーキも壊れば大怪我につながります。両方のブレーキが壊れるまでには時間がかかりますが、ジョリーさんのようにどちらかがもともと壊れているケースでは発症までの時間が短くなります。家族性腫瘍が若い人に多いのはこのためです。

ただし、遺伝はがんの原因の5%ですから、家族性腫瘍はあくまで例外的。生活習慣の方がずっと大事です。がんで死なないためには、生活習慣と早期発見のためのがん検診がなにより大切です。

令和元年度 医療放射線防護連絡協議会年次大会 第30回「高橋信次記念講演・古賀佑彦記念シンポジウム」の開催

主 催：医療放射線防護連絡協議会

当協議会は平成2年に設立し令和元年で30周年を迎えます。第30回の年次大会として、高橋信次先生と古賀佑彦先生の名前を冠した、「高橋信次記念講演・古賀佑彦記念シンポジウム」を開催します。

医療における放射線の利用と同時期に放射線影響とその防護が芽生えました。しかし、医療放射線利用がめざましく進展する一方で、わが国の医療放射線防護・放射線安全管理の整備は遅れていました。このため、日本医学放射線学会の呼びかけで、当連絡協議会を設立し、多くの関連学会・団体・協会が加盟し、30年間活動してきました。今回は、この30年間の活動を踏まえ「当協議会設立30周年から－医療放射線防護の課題と今後－」をテーマに、講演とシンポジウムを開催します。

高橋信次記念講演は、協議会設立に向けて尽力し医療放射線防護に半世紀におよび精力的に活動している菊地透総務理事から、「医療放射線防護の今昔と未来」と題して行います。教育講演は、黒澤忠弘先生から「医療分野における実用と防護量－X線診断領域を中心に－」と題して、ご講演を頂きます。午後の古賀佑彦記念シンポジウムは、3人のシンポジストに「医療放射線防護の課題と今後の対応」をお願いしており、総合討論において「医療放射線防護の今後の発展に向けた提言」を皆様と検討します。

日 時：令和元年12月13日(金) 10時～16時30分

場 所：島津ビル イベントホール：東京都千代田区神田錦町1-3

JR山手線神田駅西口から徒歩10分、地下鉄：新御茶ノ水(千代田線)[B7出口](4分)、小川町(都営新宿線)[A6](6分) 淡路町(丸ノ内線)[C2](6分) 神田(銀座線)[1](10分)

(プログラム)

開催の挨拶：佐々木康人(医療放射線防護連絡協議会会長)

1. 教育講演 10:10～11:00

座 長：大野 和子(当協議会企画委員長)

演 題：医療分野における実用量と防護量－X線診断領域を中心に－

講 演 者：黒澤 忠弘(国立研究開発法人産業技術総合研究所)

2. 高橋信次記念講演 11:00～12:00

座 長：佐々木康人(当協議会会長)

演 題：医療放射線防護の今昔と未来

講 演 者：菊地 透(当協議会総務理事)

昼休憩(12:00～13:15)

3. 古賀佑彦記念シンポジウム 13:15～15:00(講演時間各30分)

テ ー マ：「医療放射線防護の課題と今後の対応」

座 長：福士 政広(首都大学東京)

1) 日本医学放射線学会より

2) 日本放射線技術学会より

3) 打診中

休憩 15:00～15:15

4. 総合討論：15:15～16:25

座 長：赤羽 正章(国際医療福祉大学)

テ ー マ：「医療放射線防護の今後の発展に向けた提言」

指定発言：佐々木康人(当協議会会長)

5. 閉会の挨拶：菊地 透(当協議会総務理事)

◆参加費：5,000円

◆申込方法：FAXまたはE-mailでお申し込みください。
(定員50名)

◆申 込 先：医療放射線防護連絡協議会 事務局

〒451-0041 愛知県名古屋市区西區幅下1-5-17 大野ビル1階

Fax：052-526-5101 ☎：052-526-5100

E-mail：jimusitu@jarpm.net HP：http://jarpm.kenkyuukai.jp



公益財団法人原子力安全技術センターからのお知らせ

★講習会について★ (令和元年9月2日現在)

※○印は計画中。最新の情報についてはHPをご覧ください。

講習名/月	11月	12月	1月	2月	3月
放射線取扱主任者定期講習※1		9：東京 10：大阪		14：大阪 (医療)	3：東京 5：大阪 7：東京 (医療)
医療機関の放射線業務従事者のための放射線障害防止法講習会		○：東京		○：大阪 ○：東京	
放射線安全管理講習会※2	6：大阪 18：福岡 25：名古屋				
医療機関のための放射線安全管理講習会※2	19：岡山				
核燃料物質の安全管理講習会				○：東京	

※1「放射線取扱主任者定期講習」について

- ・時間を増やし、事故等の報告義務の強化、放射線障害予防規程及び特定放射性同位元素の防護など放射線取扱主任者が理解すべき主な改正点について詳細に解説します。
- ・テキストは項目ごとに整理、待望のカラー版となり、よりわかり易くなりました。

※2「放射線安全管理講習会」及び「医療機関のための放射線安全管理講習会」について

- ・放射線安全管理の情報提供及び知識普及を目的としています。
- ・この講習会は、事業所における教育訓練の一環としてお役立て頂けるよう、受講者には受講証を発行し、放射線業務従事者の教育訓練の証明に使えるようにしております。

★講習・出版物のお申込み等最新情報については、公益財団法人原子力安全技術センターのHPをご参照ください。

URL： <https://www.nustec.or.jp/> メールアドレス： kosyu@nustec.or.jp 電話：03-3814-5746

第2回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会のご案内

大会長 渡部 浩司 (東北大学サイクロトロンラジオアイソトープセンター)

大会長 吉田 浩子 (東北大学薬学研究所)

第2回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会を下記要領で開催いたします。両学会の最新の研究に触れ、交流を図れる絶好の機会です。皆様のご参加をお待ちしております。

大会ホームページ： <http://www.2019sendai.jrsm.jp/>

会期：2019年12月4日(水)～12月7日(土)

なお12月4日(水)は国際ワークショップです。詳細はホームページをご覧ください。

会場：東北大学青葉山新キャンパス 青葉山 commons および災害科学国際研究所多目的ホール
〒980-8572 仙台市青葉区荒巻字青葉468-1

主催：一般社団法人 日本放射線安全管理学会

一般社団法人 日本保健物理学会

参加費：正会員 事前 ¥7,000 正会員 当日 ¥8,000

非会員 事前 ¥9,000 非会員 当日 ¥10,000

学生会員 事前 ¥2,000 学生会員 当日 ¥2,000

事前参加申込期限は10月31日(木) 17:00です。

なお12月4日(水)の国際ワークショップは参加費無料です。また最終日のみの参加者は正会員・非会員、事前・当日とも¥3,000、学生会員については事前・当日とも¥1,000です。

懇親会：12月5日(木) 18:40～20:30 川内キッチンテラスクルール

事前 ¥5,500 当日 ¥6,500

学生会員 事前 ¥1,500 学生会員 当日 ¥2,000

【連絡先】〒980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-3

東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

第2回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会実行委員会事務局

Tel：022-795-7808 Fax：022-795-7997 E-mail：jrsm-jhps@grp.tohoku.ac.jp

図説 量子ビーム・放射線利用

—第5回 多彩な透視術—

大洗研究所 特別研究員 岡田 漱平

1. はじめに

本シリーズの第1回目で、量子ビームには「観る」「創る」「治す」という働きがあるということを述べた。そして、前回までに半導体とポリマーを「創る」のに、量子ビームがどのように使われるのかを解説してきた。

そこで今回は、「観る」機能に話を移して、人体から火山のような大きなものまで、量子ビームを使って中味を透視する方法について解説する。

2. 「観る」ということ —緑の狸は緑が嫌い—

量子ビームを使ってものを「観る（観察する）」ということを考える前に、そもそも我々が普通にものを観察する（眼を使って「見る」）というのはどういうことか、**図1**を使って考えてみよう。

いま、テントの中に何か紛れ込んだとしよう。近くで狸が一匹逃げたという話なので狸かもしれないが、よくわからない。テントの中は真っ暗である。そこでテントをめくりあげて太陽の光の中に入れる。何物かを確かめるには、光（**A**：観察するための刺激）をその何物か（**B**：観察される対象物）に当てることが必要である。

この**B**は実は緑色の狸なの

だが、それは後になってわかることであって、この段階では何物なのかはわからない。太陽の光を受けた**B**は、次の段階（**C**：中間状態）で緑以外の色の光を吸収してしまう。

そして最終段階で、**B**から緑色の光（**A'**：観察対象からの応答）だけが反射される。緑の狸は緑色が嫌いなのだ。一方、**B**はどうなったかということ、緑色以外の色の光を吸収している（**B'**：観察された対象物）。しかし、ほんのちょっと暖まっているだけで、もとの形や性質は変化を受けていない。これは「観察」の重要なポイントである。たとえば、『水で造ったミッキーマウスをよく見ようと太陽光を当て続けたら溶けちゃった』などというのは、観察とは言わない。

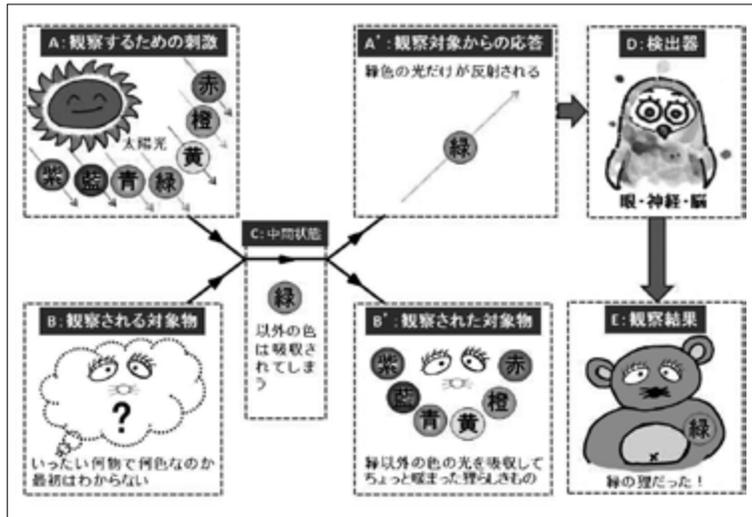


図1 「観る（観察する）」ということのファインマン図形 —眼で見る場合—

3. 観察には検出器が必要

さて、観察はこれで完了かという、そうではない。道半ばである。A'：観察対象からの応答（いまの場合、緑色の光）を、我々が理解できる情報に変換する仕組み、あるいは装置（D：検出器）が必要である。図1の例では、それは光を受ける「眼」と、網膜に写る像を電気信号にして伝える「神経」と、電気信号を理解可能な情報に整理する「脳」から成るシステムである。

この検出器を経由してはじめて、観察された対象物は『緑の狸だった』（E：観察結果）ということがわかるのである。

4. 量子ビームを使った透視術の原理

図1の太陽光を量子ビームに置き換え、透視に使う場合を説明したのが図2である。量子ビーム（A：観察するための刺激）を人体・材料・構造物など（B：観察される対象物）に入射する。Bは量子ビームをよく通す物質、少し通す物質、全く通さない物質から構成されている。このため、量子ビームの一部はBに吸収され（C：中間状態）、透過した量子ビームだけが再び物質外に飛び出してくる（A'：観察対象からの応答）。このとき、B'：観察された対象物は、もとのBからほとんど変化していない。「非破壊」観察である。

透過した量子ビームはD：検出器に入ると、感光したり、光らせたり、電流を流したり、なんらかの変化を起こす。対象物に吸収されて量子ビームが透過して来ない位置に置かれた検出器には何の変化も起こらない。このため、E：観察結果として、

観察対象内部の物質分布に応じたコントラスト像が得られるのである。

5. どのような量子ビームで何を透視するのか

量子ビームを使った透視には種々の方法があるが、代表的なものを以下に紹介する。ここで、AやBは図2に示したものに相当する。

- (1) レントゲン撮影・X線イメージング
 - A：X線、B：(例) 人体
 - E：皮膚、肺の中の空気、筋肉、軟骨（透過度が高い）や骨、石灰化した病変、結石、消化管や血管中のバリウムなどの造影剤（透過度が低い）などのコントラスト像
- (2) 中性子イメージング・ラジオグラフィ
 - A：中性子線
 - B：(例) 作動中のリチウム電池内部
 - E：電池内部の水の挙動（中性子は水素などの軽い原子に敏感）
- (3) ミュオグラフィ
 - A：宇宙線からのミュオン
 - B：(例) 事故後の原発内部（宇宙線ミュオンは高エネルギーで透過度が高いため、大きな構造物でも透過する）
 - E：核燃料デブリ（溶融した核燃料・被覆管・

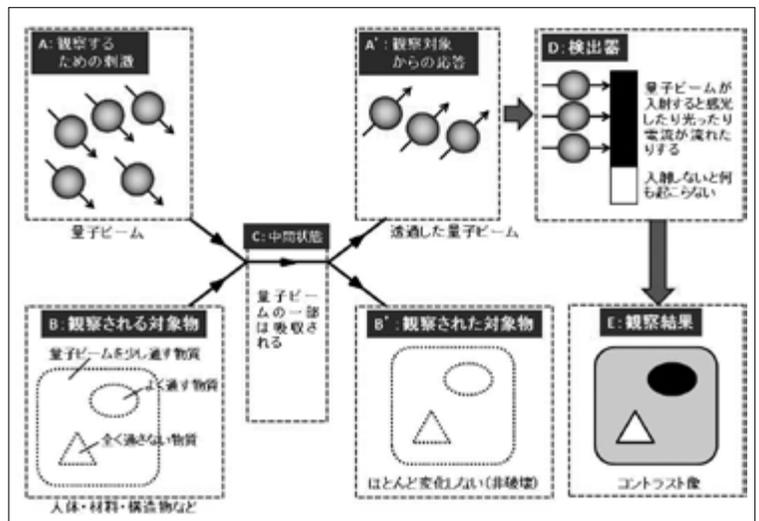


図2 量子ビームを使った透視術の原理

構造物などが冷えて固まったもの)の位置(密度が大きくミュオンを通しにくい)

6. 透視用量子ビームの発生

代表的な例を図3のファインマン図形で説明する。

(1) X線

X線管を用い、フィラメントから放出される熱電子を高電圧で加速してタングステン、モリブデン、銅などのターゲットにぶつける。電子はターゲット物質の原子核のクーロン場から電磁相互作用(光子が伝える)を受けブレーキをかけられて減速する。減速した分のエネルギーは光子として放出される。制動X線である。

電子によって励起されたターゲット原子から放出される単一エネルギーの特性X線もあるが、X線管から得られるのはほとんど制動X線である。

(2) 中性子

最も広く使われているのは原子炉からの中性子であるが、最近では、図に示すような加速器からの陽子をベリリウムなどのターゲットに照射して発生させる方法も利用されるようになっている。

(3) ミュオン

地球の大気上層部で大気中の物質の原子核に宇宙線が当たると正負のパイオン(パイ中間子) π^+, π^- が発生する。これらはすぐに崩壊し、

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu \text{ (ミューニュートリノ)}$$

$$\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu \text{ (反ミューニュートリノ)}$$

によって正負のミュオン μ^+, μ^- が発生する。これらを宇宙線ミュオンと呼ぶが、このうち

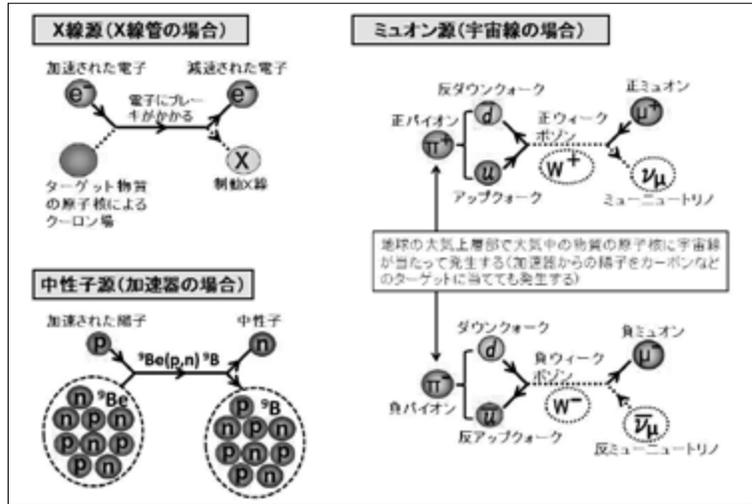


図3 透視用量子ビームの発生のファインマン図形(反粒子は過去と未来が逆転するので、矢印の向きが反対になっている)

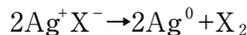
水平方向に飛来する成分が地上の大型構造物の透視に用いられる。

パイオンの崩壊はニュートリノが関係する弱い相互作用と呼ばれるものなので、本シリーズの第3回目で述べたように、厳密にファインマン図形を描くと、図に示すようにウィークボゾンなどが登場する難しいものになるが、ここでは深くは立ち入らないで置く。

7. 量子ビーム透視用の検出器

7.1 フィルム・プレート

ハロゲン化銀 (AgX) を感光乳剤に含ませて塗布した写真フィルムに、X線やミュオンなどの電磁相互作用を起こす量子ビームが入射すると、



という反応が起こる。その結果、銀の細かな粒子 (Ag⁰) が黒く見えるようになり、現像によって、光が入ったところと入らなかったところとのコントラスト像が得られる。

中性子の場合は電磁相互作用を起こさないので、酸化ガドリニウムなどの中性子吸収体

をコンバータとして用いて二次放射線を発生させ、これと蛍光体を反応させる。すると、中性子強度に応じた密度で電子が蛍光体中にトラップされる。これに読み出し用のレーザーを照射すると、電子が解放されて発光するので、この光を計測する。これをイメージングプレート (IP) と呼んでいる。

8. まとめ

上記で語り切れなかった内容を補うため、量子ビームを用いた透視法の用途などを表1にまとめた。

7.2 その場観察

あとから現像したり読み出しをしたりする必要のないその場観察による透視用検出器の代表的な基本構成を図4に示す。平面状の発光体からの光子を2次元配列の光電変換部で電子に変換し、発生した電流をA/D変換部で2次元のデジタル情報に変換するという基本原理は、どの量子ビームでも同じである。

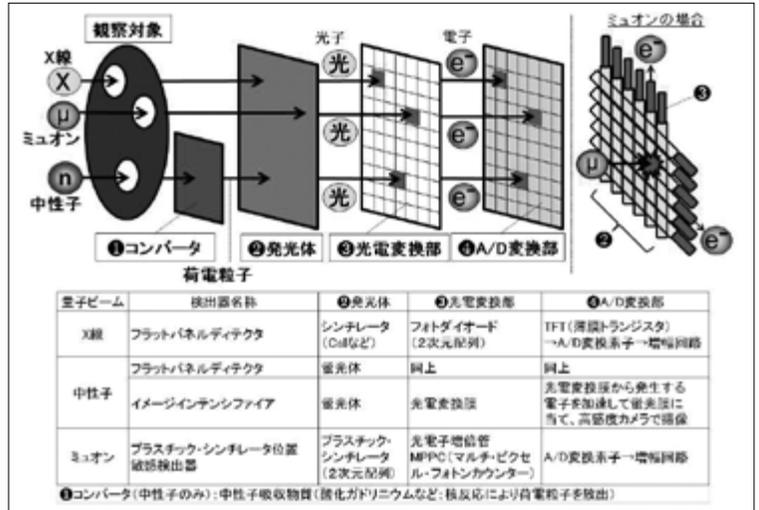


図4 その場観察量子ビーム透視用検出器の代表的な構成

表1 量子ビーム透視法の対象・原理・用途の一覧(A、Bなどは図1、2に対応)

A: 観察するための刺激	B: 観察される対象物	D: 検出器	E: 観察結果・用途
X線 ・ X線管から	①人体 ②荷物・貨物 ③機器 ④産業インフラ ⑤社会インフラ ⑥その他	・写真乾板 ・X線フィルム ・フラットパネルディテクタ	①病変の発見 ②空港や港湾でのセキュリティ・チェック ③エンジン、タービン、モーターなどの欠陥 ④石油化学・原子力プラントなどの検査 ⑤橋梁、橋脚、トンネルなどの検査 ⑥化石・美術品・考古学的遺物などの調査や科学捜査
中性子 ・原子炉や加速器から ・他に、 ²⁴¹ Am/Beの (α, n) 反応、 ¹²⁴ Sb/Beの (γ, n) 反応、 ²⁵² Cfの自発核分裂などから	①植物 ②デバイス ③機器 ④構造物 ⑤その他 (※)	・IP (イメージングプレート) ・フラットパネル ・イメージンテンシファイア ・他にSIT管、HARP管などの撮像管やCCD、CMOSなどの固体撮像素子	①花卉や土壌中の根の水分移行、樹木の病変 ②リチウムイオン電池などの水の挙動 ③航空機構造物の腐食、宇宙用機器や自動車部品の内部観察 ④コンクリート中の水分移行 ⑤美術品や史跡出土品の検査
ミュオン ・宇宙線のパイオン π [±] の崩壊から ・他に加速器のターゲットで発生する π [±] の崩壊から	①火山 ②溶鉱炉 ③ピラミッド ④事故後の原発	・写真乾板 ・プラスチックシンチレータ位置感型検出器 (2基を間隔をあけて設置)	①マグマ、噴霧流、気泡、ガスなどの分布 ②鉄の密度分布、レンガの厚さ変化 ③玄室 (ミイラが安置されている部屋) の位置 ④核燃料デブリの位置

C (中間状態): 量子ビームの一部が吸収される A' (観察対象からの応答): 透過した量子ビーム
 B' (観察された対象物): Bからほとんど変化しない (非破壊)
 (※) 中性子は水など軽い元素から成る物質を透過しにくいので、重い元素から成る物質を透過しにくいX線と相補的

サービス部門からのお願い

「ご使用者変更連絡票」の「処理区分」をご記入ください！！

平素より弊社のガラスバッジサービスをご利用くださりまして誠にありがとうございます。
「ご使用者変更連絡票」をご記入の際は、「処理区分」のいずれかの項目に○印をつけてください。「ご使用者変更連絡票」裏面に記入例、**処理区分早見表**を記載しておりますので、ご参照のうえ、ご記入をよろしく
お願いいたします。



処理区分	氏名	性別	生年月日(西暦)	職種	測定	測定日(西暦)	測定時間	測定場所
○追加	千代田 太郎	男	1960年11月10日	医師	FS	2019年11月1日	20	測定
○変更								
○中止・休止								
○訂正・名義変更								

*「ご使用者変更連絡票」はこちらまで…測定センター フリーダイヤルFAX: **0120-506-984**

編集後記

- 今年の夏は暑かったが、世界で記録的な猛暑が続いていた。6、7月の気温は史上最高となり、欧州各地で摂氏40度を超え、記録を更新した。北極圏では、氷河の融解や熱帯の山火事が相次いだ。強い台風15号は、9月9日千葉市付近に上陸、送電鉄塔等を倒壊し、停電、断水等を引き起こし、千葉県民に重大な被害を与えた。
- 首都大学東京の福土政広先生には、医学物理士認定制度について解説をお願いした。放射線治療に関わる職種に占める医学物理士の役割、資格認定の諸条件について詳しく解説いただいた。
- 編集委員の中村尚司先生には、平成30年度「一人平均年間被ばく実効線量0.19ミリシーベルト」、

前年度0.20mSvと比べてわずかに減少している。業種別の過去10年間の推移でも、この4年間は減少して10年前の値より低くなっている。また、年齢、性別の個人線量の実態として、実効線量を報告している。

- 中川恵一先生には、コラムで、家族性腫瘍について解説していただいた。がんの原因のうち遺伝が占める割合は5%程度に過ぎないので、がんで死なないためには、生活習慣と早期発見のためのがん健診がなにより大切です、と言われていた。
- 弊社大洗研究所の岡田漱平アドバイザーには、5回目の図説で、量子ビーム透視法の対象、原理、用途の一覧で、X線、中性子、ミュオン別に記載されている。(M.K.)

FBNews No.515

発行日/2019年11月1日

発行人/細田敏和

編集委員/新田浩 小口靖弘 中村尚司 金子正人 加藤和明 青山伸 河村弘

谷口和史 岩井淳 高橋英典 中本由季 廣田盛一 四方田章裕

発行所/株式会社千代田テクノ

所在地/〒113-8681 東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル

電話/03-3816-5210 FAX/03-5803-4890

http://www.c-technol.co.jp/

印刷/株式会社テクノサポートシステム

—禁無断転載— 定価400円(本体364円)