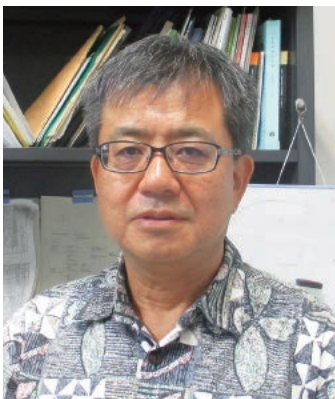


- トップコラム／京都大学大学院理学研究科 教授 谷森 達
- 2019年度 眼の水晶体の等価線量の集計・
頭頸部用ルミネスバジ着用者数推移
- お願い／登録内容の変更について
- お知らせ／日本放射線安全管理学会 第19回学術大会(web開催)
- お知らせ／令和2年度医療放射線防護連絡協議会年次大会
第31回「高橋信次記念講演・古賀佑彦記念シンポジウム」の開催



谷森 達

核ガンマ線完全可視化を目指して

私は元々素粒子実験屋であったが90年代からTeV γ 線天文学に従事、TeV γ 線が上空で作る粒子シャワーから出るチェレンコフ光を捉え画像化し γ 線の方向を捉える解像型望遠鏡の開発と観測を行った。これ以前は画像能力のない狭視野望遠鏡を用いたが強度が宇宙線の1/1000の γ 線を捉えられず風前の灯だった。しかし80年代に解像型が登場、かに星雲の γ 線検出に成功、しかし方向を決める2角度の1角度しか求まらないため2台以上の同時観測で他の1角も測定する手法が確立し、現在、数百天体が観測されている。イメージングは光学原理により光線の到来方向(2つの角度で決まる)の2次元平面への1対1写像であり、その写像精度はピントのボケにあたるPoint Spread Function (PSF)で評価出来、PSF内の光線数は距離に無関係に保存し、“照度”に当たる。照度は保存量であるため画像内の場所毎の光線の強度やスペクトルが正確に得られる(カラー化)。TeV γ 線はこの光学原理を満たすことで飛躍的に発展した。

核 γ 線はどうだろうか。核 γ 線はコンプトン散乱が主であり、散乱 γ 線と反跳電子の方向とエネルギーを測定し運動学から γ 線方向が決定できるが、この2つの物理量の3次元計測が必要となる。これを目指し70年代にはコンプトンカメラ(CC)が登場。しかし電子の方向が測定不可能なため γ 線方向の1角度しか得られず方向は数10度に広がる円環となる。そのため画像内の各場所の情報が常に混在しPSFが大きく広がり照度が決まらない。数個の点線源の画像化は可能だが、雑音以下の線源、広がった線源、定量的放射能測定などの“可視化”は原理的に困難である。

私はまた90年代から微細加工ガス検出器、Micro Pixel

gas detectorを開発、これを用い反跳電子の方向が測定可能な3次元粒子飛跡ガス検出器(TPC)と周囲に散乱 γ 線を捉えるシンチレーターを配置した電子飛跡検出型コンプトンカメラ(ETCC)を提案した。反跳電子のエネルギーは数10 keVと小さくガス中でもサブミリの飛跡の方向測定が必要なため、このTPCで物理的限界に近い電子方向を決定し画像能力の極限を実現し、核 γ 線天文学への利用を考えた。

核 γ 線天文学は超新星爆発など課題が豊富だが良い可視化技術が無く停滞していた。核 γ 線完全可視化により革新的飛躍が期待できる。またコンプトン散乱確率は電子数に比例、分子ガス(CF₄等)を用いることで同サイズの個体CCに近い検出効率を実現できた。CCと同じ検出効率でもPSFが1/10なら感度(効率の2乗)は10倍向上する。さらにコンプトン散乱の完全再構成により大半の雑音の除去を実現、CCより2桁以上高感度を実現、100度以上の視野内の100点以上の場所のスペクトルを一度に計測できる。すでに福島汚染地区での実証、粒子線治療の γ 線画像化も実現。現在は廃炉のための文科省事業で γ 線画像装置開発を行い、同時に18年にはJAXA豪州気球により銀河の観測を実施、欧米の γ 線衛星が測定困難だった銀河拡散と宇宙背景MeV γ 線の観測を1日で実現した。これらの成果は「 γ 線は見えない」という時代に終止符を打ち、画像解析が γ 線利用の主流になる動機となろう。例えば昨年当コラム執筆者2名が利用されている。

この研究は数年前までガスを用いるため γ 線専門分野では低評価であった。簡単な幾何光学とコンプトン散乱の知識があれば電子飛跡測定の重要さ、ガス利用の利点は理解できるはずだが、上の先入観が強く γ 線の専門家ほど理解され難かった。ただ利用する立場の医療関係からは当初から期待が寄せられた。今科学は飛躍的に進歩し、新しいことを行うには高度な技術開発が必要と考えられている。しかしこの「 γ 線可視化」は基本に帰り、忠実に要求を満たすことを行っただけである。真摯に基本に立ち返る重要性を感じた次第である。

たにもり とおる (京都大学大学院理学研究科教授)

プロフィール●富山県出身、1985年東大院理学系研究科修了、理学博士。KEK、東工大を経て2000年より現職。当初、加速器実験に従事したが研究を宇宙に広げ、現在は核 γ 線天文学が主な研究対象。装置開発で出た新技術応用も行い、ISS搭載用放散線モニター、中性子時分割画像装置(J-PARCで稼働)を実用化。現在、広帯域医療用 γ 線画像法、放射能定量画像化法を開発中。またNASA長時間気球を利用した銀河核 γ 線観測を推進。97年仁科賞。

2019年度

眼の水晶体の等価線量の集計

2019年度(2019年4月～2020年3月)の当社ルミネスバッジサービスによる眼の水晶体の等価線量(以下、水晶体等価線量)を機関別・職種別に集計し、また頭頸部用ルミネスバッジ(以下、頭頸部バッジ)の着用者数の推移も機関別にまとめましたので、報告いたします。水晶体等価線量の算出方法は、頭頸部バッジを着用している場合は頭頸部の、着用していない場合は胸部または腹部のルミネスバッジから得た1cm線量当量と70 μ m線量当量のうち、高い方の値を採用しています。詳しくは、弊紙No.449からNo.451の外部被ばく線量の算出方法の特集をご覧ください。なお、当社ウェブサイトのバックナンバーからでもご確認いただけます。

水晶体等価線量の集計

[水晶体等価線量の集計対象]

2019年度中に、当社の測定サービスを1回以上受けられた228,667名の方を対象とし、水晶体等価線量について集計しました。対象期間は、2019年4月1日から2020年3月31日までの着用分で、報告日が2020年6月30日までのルミネスバッジデータを使用しております。

なお、最小検出限界未満の線量を表す「検出せず」は、線量を0mSvとして計算しています。

[機関別年間水晶体等価線量の集計結果]

機関については、一般医療、歯科医療、獣医療、一般工業、非破壊検査、研究教育の6つに分類しました。

2019年度における各機関の年間水晶体等価線量の人数分布を表1に示します。全集計対象者の年間水晶体等価線量の平均は0.615mSvとなり、2018年度の0.620mSvよりわずかに低下しました。医療分野について見ますと、大多数を占める一般医療の集計対象人数は169,299名で平均は0.814mSvでした。また、歯科医療は3,542名で0.032mSv、獣医療は7,350名で0.034mSvで、いずれの平均も一般医療の5%未満でした。

また、年間の水晶体等価線量限度である150mSvを超えた方は1名で、一般医療の方でした。

図1は、機関別の年間水晶体等価線量の分布を示しています。集計対象者のうち、全体の74.8%は年間を通して「検出せず」でした。一般医療の67.8%および非破壊検査の60.6%以外の機関では90%以上が年間を通して「検出せず」でした。

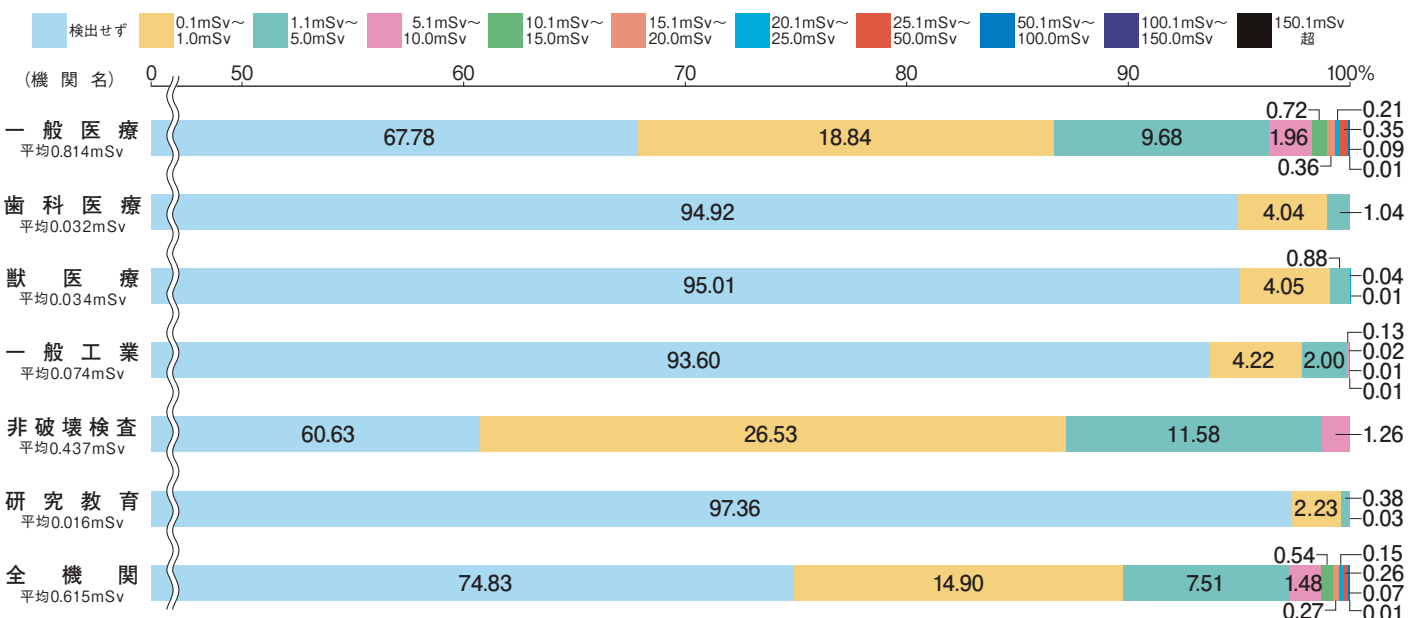
図2は、過去5年における機関別の年間平均水晶体等価線量の推移を表したものです。一般医療が最も高く、次いで非破壊検査、これら二つから大きく離れて一般工業、獣医療と歯科医療が同程度でそれに続き、研究教育が最も低くなりました。この順番は2016年度以降変わっていません。

全機関の平均線量は、表示期間中、下がり続けました。こ

表1 2019年度 機関別年間水晶体等価線量人数分布 (単位：人)

機関名	平均線量 (mSv)	検出せず	0.1mSv～1.0mSv	1.1mSv～5.0mSv	5.1mSv～10.0mSv	10.1mSv～15.0mSv	15.1mSv～20.0mSv	20.1mSv～25.0mSv	25.1mSv～50.0mSv	50.1mSv～100.0mSv	100.1mSv～150.0mSv	150.1mSv～	合計人数
一般医療	0.814	114,755	31,891	16,393	3,324	1,222	604	348	592	154	15	1	169,299
歯科医療	0.032	3,362	143	37	0	0	0	0	0	0	0	0	3,542
獣医療	0.034	6,983	298	65	3	0	0	1	0	0	0	0	7,350
一般工業	0.074	24,997	1,128	535	34	6	3	1	2	0	0	0	26,706
非破壊検査	0.437	288	126	55	6	0	0	0	0	0	0	0	475
研究教育	0.016	20,733	474	80	7	1	0	0	0	0	0	0	21,295
全機関	0.615	171,118	34,060	17,165	3,374	1,229	607	350	594	154	15	1	228,667

図1 2019年度 機関別年間水晶体等価線量分布 (単位：%)



頭頸部用ルミネスバジ着用者数推移

これは、全機関への寄与が大きい一般医療の平均線量が毎年下がったためです。2019年度の一般医療の年間集団等価線量(人数と年間平均線量の積)は、137,796人・mSvとなり全機関の年間集団等価線量140,687人・mSvの約98%を占めました。この割合は例年同程度です。

【職種別年間平均水晶体等価線量の集計結果】

図3は、職種別の年間平均水晶体等価線量です。また、それぞれの職種で頭頸部バジ着用者と非着用者に分けて集計しました。2019年度中に、1度でも頭頸部バジを着用された方は着用者として集計しています。

全平均の年間平均線量は、頭頸部バジ着用者では集計対象人数68,816名で1.66mSvでした。頭頸部バジ非着用者では159,851名で0.16mSvでしたので、その比はおおよそ10倍となりました。工を除くいずれの職種においても、頭頸部バジ着用者の年間平均線量が非着用者のそれよりも高く、その差は顕著でした。

全ての職種の中で放射線技師は、頭頸部バジ着用者、非着用者のいずれの年間平均線量においても最大の職種と

なりました。

頭頸部バジ着用者数推移

図4は、過去5年における機関別の頭頸部バジの着用者数の推移を表したものです。機関によって着用者数が大きく異なるため、縦軸は対数目盛で表示しました。なお、歯科医療と非破壊検査は着用された方がごくわずか、もしくはゼロでしたので表示は割愛しました。

一般医療の着用者数は、表示期間中、増加し続けました。それ以外の機関の2019年度の着用者数は、いずれも前年度と同程度でした。全機関における2019年度の前年度からの増加率は10.6%となり、この4年間で最も高いものとなりました。

*

2021年4月1日より水晶体等価線量の線量限度が変わります。現行の150mSv/年から100mSv/5年かつ50mSv/年へと、大幅に引き下げられます。弊社では、水晶体用線量計としてビジョンバジをご用意しておりますので、この機会に是非ご検討くださいますようお願いいたします。(技術室)

図2 機関別年間平均水晶体等価線量推移

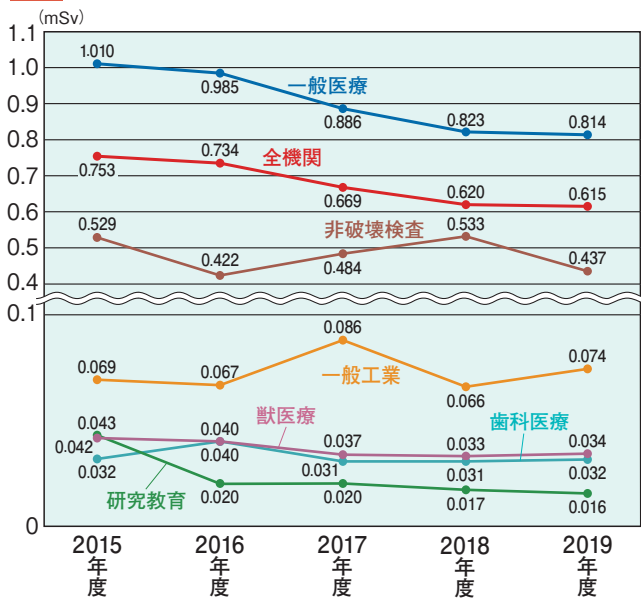


図4 機関別頭頸部バジ着用者数推移

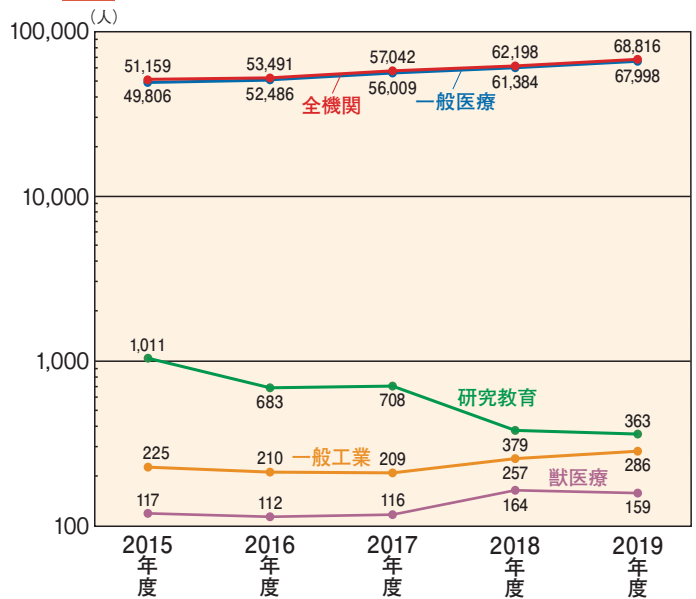
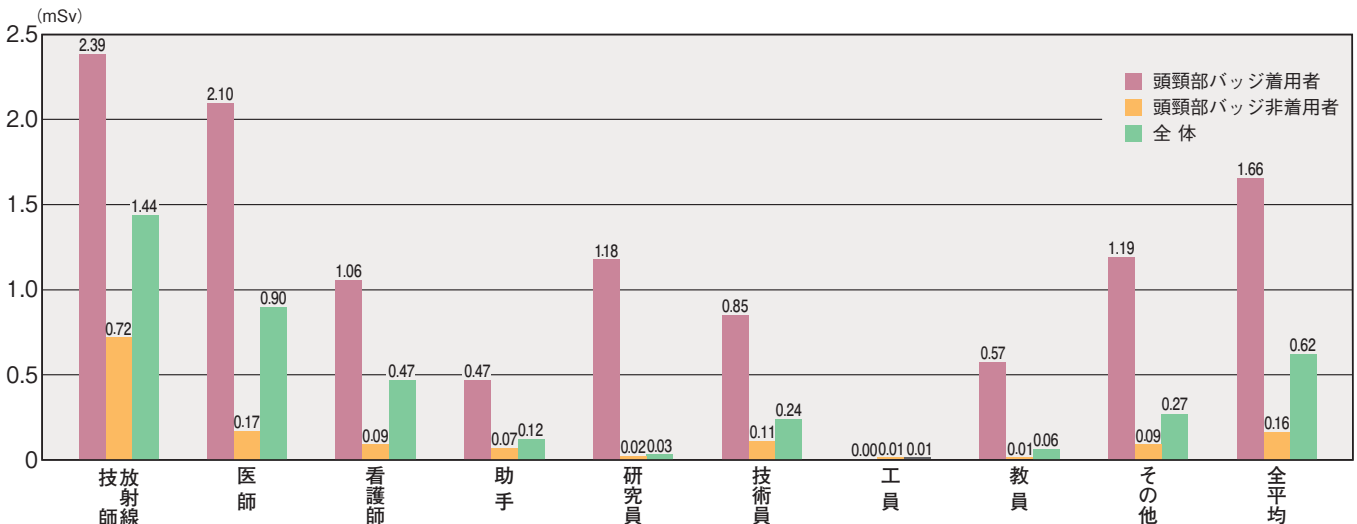


図3 2019年度 職種別および頭頸部バジ着用有無別年間平均水晶体等価線量



お願い

登録内容の変更について

(お問い合わせ: お客様サポートセンター)
Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440

バッジのご着用者に変更が生じましたら、「登録変更依頼書」にご記入の上、Fax(または電話)にてお早めにご連絡ください。その際、**お知らせに記載しております締切日時までにご連絡いただきますと**次回のバッジ発送分に反映させることができます。

締切日時を過ぎて、追加・取消のご連絡をいただいた場合、追加のバッジは別便にてお送りいたしますが、取消のバッジは発送されてしまいますのでご注意ください。
なお、バッジの追加や取消など、お電話でご連絡い

ただく場合には、**最初にお客様の事業所番号をお教え**くださいますとお待ちせずことなくスムーズにご依頼事項に対応できます。

お知らせ

日本放射線安全管理学会
第19回学術大会 (WEB開催)

大会長: 伊藤茂樹 実行委員長: 桧垣正吾

本大会は、那覇市で開催を予定しておりましたが、昨今の新型コロナウイルス感染の鎮静化について明確な見通しが立たず、大会を全面的にWeb開催することに決定いたしました。現在、開催準備中ですので、今後のご案内につきましては、大会HPをご確認ください。

ライブ開催: 2020年12月9日(水)~11日(金)を目指しております。

開催期間: 2020年12月9日より1ヶ月間視聴可能予定
参加費: 正会員7,000円、非会員9,000円、学生・無料
内容: 一般講演(口頭発表、ポスター発表)ほか

新型コロナウイルス感染症への放射線施設での対応に関するシンポジウム、放射線防護アンブレラ事業令和2年度受託事業中間報告、短寿命放射性核種の安全取扱いのための教育資料作成報告などを企画しております。

◆**連絡先:** 東京大学アイソトープ総合センター内
日本放射線安全管理学会
第19回学術大会実行委員会事務局
〒113-0032 東京都文京区弥生2-11-16
E-mail: office@2020web.jrsm.jp

*詳しくは大会ホームページをご覧ください。
<http://2020web.jrsm.jp/>

令和2年度
医療放射線防護連絡協議会年次大会第31回「高橋信次記念講演・
古賀佑彦記念シンポジウム」の開催

日時: 2020年12月12日(土) 10:00~16:00
場所: 東京都立大学荒川キャンパス大講堂
(大講堂+Web開催またはWebのみ)
プログラム10:00~16:00

- 1.教育講演: 翻訳委員
「医療分野におけるICRP日本語訳出版物の概略紹介」
- 2.高橋信次記念講演: 中村仁信
(彩都友誼会病院、当協議会監事)
「医療放射線利用における線量管理の意義
*IVRにおける患者・術者の被ばく~
これまでを振り返って*」
- 3.古賀佑彦記念シンポジウム
「今後の線量管理に向けた取組み」

◆**連絡先:** 医療放射線防護連絡協議会 事務局
〒451-0041 愛知県名古屋市中区西区幅下1-5-17 大野ビル1階
Fax: 052-526-5101 Tel: 052-526-5100
E-mail: jimusitu@jarpm.net
*詳しくは当協議会ホームページをご覧ください。
<http://jarpm.kenkyuukai.jp>

編集後記

今年も残りがあと1ヶ月余り。思い返してみると前半だけでも、新型コロナウイルスの大流行、東京オリンピック・パラリンピックの延期。7月の九州豪雨災害など大波乱の1年でした。来年は、オリンピックが無事に開催されて、テレビの前でビール

を飲みながら、家族と盛り上がりたいたいものです。そういえば私の大好きなA社のビールは、「TOKYO 2020」とオリンピック仕様になっています。2021年開催だと「TOKYO 2021」にラベルが変わるのか!?!と思いましたが、そんなことはないようです(笑)。(D.W.)

11月のバッジデザイン



秋の味覚の代表の一つである栗は昔から縁起物として扱われていました。とげとげしたイガグリは厄除け、お正月に食べる栗きんとんは金運アップ、「勝ち栗」という言葉の通り勝利を掴み取るものとしても重宝されていたようです。栄養価が高く、縁起物でもある栗に舌鼓を打ちつつ、コロナ禍を乗り切りたいものですね。

長瀬ランダウア(株)ホームページ・Eメール

<https://www.nagase-landauer.co.jp>
E-mail: mail@nagase-landauer.co.jp

■当社へのお問い合わせ、ご連絡は
本社 Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440
大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

NLだより No.515
2020年(11月号)

毎月1日発行 発行部数: 40,700部

発行 長瀬ランダウア株式会社
〒300-2686
茨城県つくば市諏訪 C22 街区 1
の場 洋明