



Photo H. Fukuda

Index

ミュオン科学の最前線	三宅 康博	1
温暖化ガス排出25%削減へのアプローチ「大きい原子力の役割」	町 末男	6
「第3回アジア・オセアニア放射線防護会議」について	金子 正人	7
平成21年度 個人線量の実態		9
〔テクノルコーナー〕		
ヨウ素捕集剤開発のご紹介		17
エックス線作業主任者試験受験対策講座のご案内		18
平成22年度主任者部会年次大会（第51回放射線管理研修会）のお知らせ		18
〔サービス部門からのお願い〕		
～専用ダイヤルでスムーズな集荷を！～		19



ミュオン科学の最前線



三宅 康博*



1. はじめに



ミュオン（ミュー粒子； μ ）という言葉聞いたのは初めてだという読者も、中にはおられるかもしれません。まずは一度、手の掌を空に向けてみてください。信じられないかもしれませんが、1秒間に1個という結構な頻度で、その掌に宇宙からミュオンが降り注いでいます。地表に到達する宇宙線のおよそ7割をミュオンが占めるほど、身近な素粒子なんです。1937年、ニードマイヤー達が霧箱を使って宇宙線を観測していた時のことです。電子より重い、陽子（ p^+ ）より軽い新たな素粒子を発見した^[1]のがミュオン研究の始まりでした。直前の1935年には、湯川秀樹先生が強い相互作用という核力を担う素粒子として、湯川メソン＝パイオン（ π ）の存在を予言されました^[2]。発見された素粒子がパイオンではないかと、当初考えられましたが、核子を強く束縛しないとの疑問が呈せられました。その後、パウエル等が、アンデス山中で、原子核乾板を用いて、パイオン並びにミュオンへの崩壊現象の観測に成功し、やっと決着を迎えました^[3]。偉大な理論研究が実証されるに至るまでの紆余曲折には、感慨深いものがあります。湯川秀樹博士が予言し、その功績でノーベル物理学賞を受賞されたパイオンの子供がミュオンです。この日本に馴染み深い素粒子、ミュオンに、少しでも“親しみ”を持って頂けた

ら幸いです。

パイオンやミュオンは、1950年代から世界各地で建設された高エネルギー陽子加速器の誕生と共に、人工的に作ることが可能になり、より身近な存在になってきました。その最先端の施設が東海村に建設されたJ-PARC ミュオン施設（愛称；MUSE）です。本稿では、ミュオンとは何か、J-PARC MUSEとはどんなところで、どのようなサイエンスが展開されるのかについて紹介させていただきます。

2. ミュオンとは何か？



パイオン（ π^+ 、 π^- 、 π^0 ）は、陽子を光速近くまで加速し、黒鉛などの標的にぶつけることで人工的に造り出すことができます。 π^+ 並びに、 π^- が崩壊（平均寿命は26ns）してニュートリノとともにミュオン（ μ^\pm ）が生まれます。 π^+ 崩壊の際に、 μ^+ と反対方向に放出されるニュートリノは生まれつき、進行方向と逆向きにスピンを持っています。運動量が保存されるので、生まれつき完全スピン偏極した μ^+ が得られることとなります。

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu \text{ 崩壊}$$

$$\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu \text{ 崩壊}$$

ミュオンは、電子（ e^\pm ）と同じレプトン（軽粒子）の仲間属する不安定素粒子です。重さは、およそ陽子の1/9、電子の200倍程度です。正の電荷をもつミュオン（ μ^+ ）は、揃ったスピンを持つ軽い陽子

* Yasuhiro MIYAKE 高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 教授、J-PARC 物質生命科学施設 ミュオンセクション長

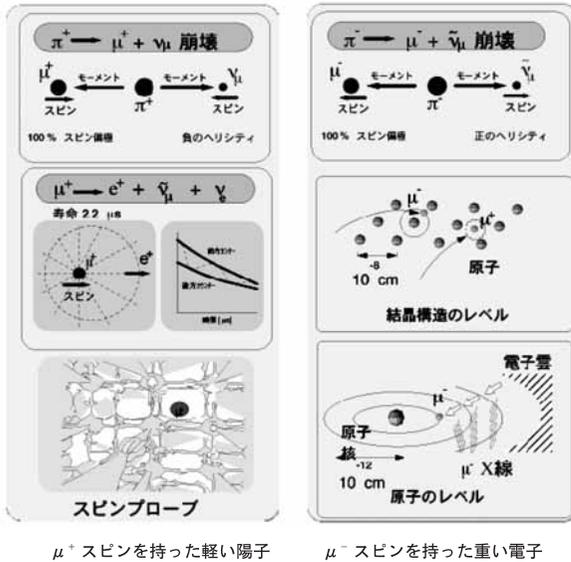


図1 正ミュオン、負ミュオンの基本的な性質、物質の中での振る舞いを示した模式図。物質の中で、正ミュオンはあたかも1/9の重さの陽子のように振る舞い、負ミュオンは、あたかも200倍重い電子のように振る舞う。

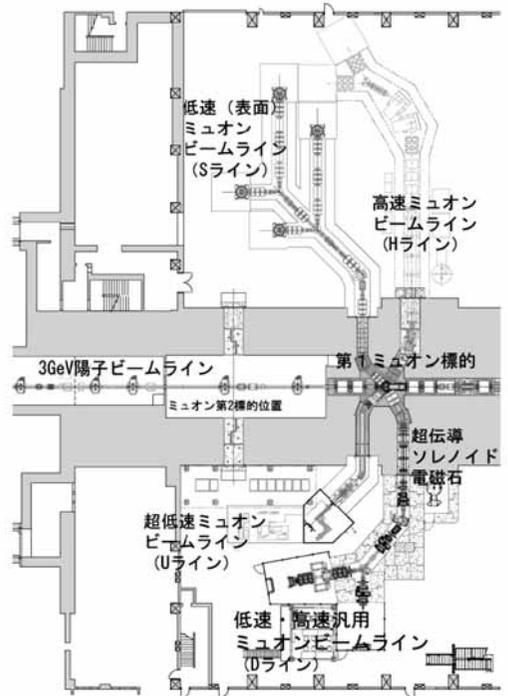


図2 MUSE 施設レイアウト

と考えると分かり易いかもしれません。一方、負の電荷をもつミュオン (μ^-) は、物質に注入した際に、 e^- の軌道より1/200も原子核に近い軌道を周回し、あたかもスピンの揃った重い e^- のように振る舞います。図1は、 μ^+ 、 μ^- の基本的な性質を示した模式図です。

3. 低速・高速汎用ミュオンビームライン：D-ライン



図2にMUSE施設のレイアウトを示します。2004年、1,000トンの鉄遮蔽体を建家躯体に埋込む事を皮切りに、MUSEの建設がスタートしました。MUSE第1期には、何ととしてでも、世界最高・最良のパルスミュオン源を日本の地に誕生させる事を“錦の御旗”に、低速・高速汎用ミュオンビームライン(D-ライン)建設を推し進めてきました^[4]。パルスミュオンビー

ム取り出しに漕ぎ着けたのは、2008年9月のことです。D-ラインでは、超伝導ソレノイド中で閉じ込められた π^+ が崩壊して得られる μ^+ ビーム、通称、高速(崩壊) μ^+ 並びに、生成標的に一旦止まった π^+ から生まれる、低速(表面) μ^+ (4MeV)の2種類のミュオンビームが得られます。当初は、20kWの陽子ビーム出力でしたが、加速器の性能向上により2009年11月以降には120kW、12月10日には、300kWの陽子ビーム強度に到達しました。それに伴って、ミュオンビーム強度も改善され、120kWでの定常運転の際に1パルス当たり7万2千個、また300kW運転時には、その約3倍(18万個)のミュオンを取り出している事を確認できました。これまで最強を誇った英国の理研RALミュオン施設で得られる1パルス当たりミュオン数は、約3万個です。目標としていた、世界最高強度のパルスミュオン発生がMUSEで達成された次第です^[5]。

4. 超低速ミュオンビームライン：U-ライン



MUSE では、次期最優先計画として、大強度超低速 μ^+ (0.05–30keV 可変) ビームライン (U-ライン) を建設中です。超低速 μ^+ ビームを得るためには、第1ステップとして、ミュオン標的から引き出された大強度低速 μ^+ (4MeV) を、大口径ソレノイド磁石系によって捕獲し、2,000度に熱したタングステン箔に効率よく打ち込みます^[6]。第2ステップでは、熱エネルギーのミュオニウム (Mu: μ^+e^-) を、タングステン表面から真空中に蒸発させます。打ち込んだ低速 μ^+ の4%が真空中に熱エネルギー Mu (0.2eV) として蒸発します。この段階で、4MeV 低速 μ^+ から、0.2eV Mu へと7桁も冷却されます。第3ステップでは、Mu から e^- をはぎとるのに、パルス状レーザーを用いた共鳴イオン化 (1s-2p- 非束縛状態) 法を用います。その結果、0.2eV の超低速 μ^+ が生まれます^[7]。理研 RAL での開発研究では、1秒当たり 1×10^6 個の低速 μ^+ から20個の超低速 μ^+ を生み出す事に成功しています^[8]。諸条件を考慮すると J-PARC では、1秒当たり 1×10^8 個の大強度超低速 μ^+ ビームが誕生する事になります。

5. MUSE で展開されるサイエンス



MUSE では、今や世界最高強度を誇るパルスミュオンビームを用いて、物質材料研究、ミュオン触媒核融合等の先端的な研究を始め、素粒子物理学、原子核物理学、原子分子物理等の基礎的研究、化学、生物学、医学、産業への応用と幅広い学際領域にわたる科学研究が展開されます。

5.1 凝集系研究のためのミュオンスピン探針

ミュオンビームは100%スピン偏極しています。物質中に注入された時、ミュオンは、100万分の2秒で崩壊し、ミュオンの

スピンの方向に選択的に e^+/e^- を放出します。ミュオンのスピンは、止まった場所の微視的な磁場を感じて、独楽のように首振り運動 (ラーマー歳差運動) を始めます。スピンの向きに非対称に放出される e^+/e^- の時間発展を測定することにより、微視的な磁場によってスピンの向きが回転する振る舞いを観測することができます。これが“原子スケールの方角磁石”の性質を利用した μ SR 法と呼ばれる研究手法の原理です。局所磁場とその揺らぎを研究する為の鋭敏なプローブであり、1ボーア磁子の常磁性スピンの揺らぎを観測する典型的な時間スケールは $10^{-9} \sim 10^{-5}$ 秒程度です。この測定レンジは中性子散乱 (10^{-9} 秒<) と核磁気共鳴 (NMR) (10^{-5} 秒>) の間に位置しています。補完的でユニークな時間スケールの情報を得る事ができる微視的プローブとして、 μ SR 法は磁性、高温超伝導、臨界現象における揺らぎ等、様々な研究分野に応用されてきました。特に、MUSE では、パルス状の大強度ミュオン (25Hz) が得られるので、海外の他のミュオン施設では難しい、ゆっくりとした緩和や、より微少な磁場の観測、更には微少な試料での実験が短時間で可能になります。

2009年1月からは、ミュオン科学共同利用実験が開始され、これまでに15課題を越える国内外のユーザー実験研究が行われてきました。その中で、竹下等は、コバルト置換した鉄系の超伝導体の研究で、コバルトの周りに島状に超伝導が成長する現象を見いだしました^[9]。超伝導相と磁性相が共存していても、その割合を μ SR 法で知ることができるという特徴を生かした実験です。J-PARC 発の論文第一号を、MUSE から産み出すことができたという意味でも特筆すべき研究でした。

5.2 水素の同位体としてのプローブ

μ^+ は、物質の中では、ユニークな電子状態、 μ^+ が e^- と結合した Mu を形成することがあります。水素の軽い同位体ともいえる Mu の、物質中での挙動を研究することにより、ミクロな視点で、孤立した水素のダイナミクスを調べる事ができます。

その代表的な研究例が、半導体試料中に含まれる水素不純物の電子状態の研究です。ZnO や GaN などの III-V および II-VI 半導体は、経験的に n 型電導を示すことが知られていました。その起源が、浅い準位の水素であることが、初めてミュオンの研究で明らかにされました^[10]。

物質中の μ^+ によって引き起こされるいくつかの化学的な現象に目を転ずると、有機物の中では Mu、 μ^+ が分子に結合して出来るミュオンラジカルというエキゾチックな化学種ができることがあります。ポリアセチレンのような導電性高分子では、シスポリアセチレンの場合にはミュオンラジカルを形成するにもかかわらず、トランスポリアセチレンの場合には、生成された常磁性電子がソリトンのように、分子上を並進運動することが捕えられました^[11]。これまではミュオン強度が弱く、グラムオーダーの大量の試料が必要でしたが、MUSE では大強度のパルスミュオンビームを用いて、少量の蛋白質や DNA 試料における、高速電子伝達の研究への展開が期待されます。

5.3 超低速 μ^+ ビーム源とその応用

侵入深さが非常に浅く、パルス幅も短いため時間分解能に優れ、低いエミッタンス（ビームの拡がり小さい）で、単色性に優れているという数々の特徴を持っています。これらの特徴を生かして、以下のような研究の展開が期待されています^[12]。

5.3.1 表面・界面におけるスピンプローブとして

超低速 μ^+ は、深さ 1nm の極々、表面近傍から深さ 200–300nm に至る物質内部（バルク）まで、任意の深さに打ち込むことができます。表面近傍から固体内部まで連続的に電子状態を調べるスピンプローブとして、表面近傍の磁性や、超伝導体の磁場侵入長等を調べることができます。しかも、スピンの向きをスピンローテータで任意の向きに揃わせる事ができるので、スピントロニクス研究にも多大の貢献が期待されています。

5.3.2 表面近傍の孤立水素原子のプロープとして

表面近傍に於ける孤立水素原子だけでな

く、深さ方向に存在する水素の電子状態をシミュレートすることにより、水素が関係する触媒反応や水素貯蔵メカニズムを解明できます。

5.3.3 微少試料のプロープとして

エミッタンスが極めて小さい故に、ビームサイズも原理上、20kV の加速で、0.5 mm ϕ 、10MV の加速で、1 μ m ϕ くらいまでは絞ることができます。これまでは、 μ SR 法では調べえなかったマイクログラム程度の微小単結晶試料も研究対象となります。また、試料をピンポイントで調べる顕微鏡的な使い方も期待されます。

5.3.4 高時間分解能・パルス同期可能性を利用して

MUSE 施設で通常得られるミュオンビームの時間分解能は、元々の陽子ビームの時間幅によって決定され、100–150ns にも及びます。一方、超低速 μ^+ のビームの時間分解能はレーザーのパルス幅（1ns 以下）で決定されるので、サブナノ秒の超高時間分解能を実現する事ができます。パルスミュオン施設において、これまでなしえなかった、速い緩和の測定が可能になり、 μ SR 法の適用範囲を大幅に拡張することができます。また、パルスという特徴を生かして、極端条件であるパルスレーザーや、パルス高周波をミュオンビームのパルスと同期させ、サブナノ秒から数十マイクロ秒の過渡現象を探る為の研究手段としても期待されています。

5.3.5 基礎物理、素粒子物理研究への展開

大強度の超低速 μ^+ を創り出すステップ 2 の過程で、大強度の熱 Mu が得られます。Mu は、 μ^+ 、 e^- のレプトンペアであり、精密な QED（量子電磁気学）理論の検証を行う最も単純な系です。また、Mu から反 Mu への変換現象の探索は、標準モデルの破れを知る手がかりを与えてくれます。また、エミッタンスの優れた超低速 μ^+ ビームをイオン源として GeV まで加速して、ミュオン–原子核の弾性散乱実験、更に TeV にまで加速して $\mu^+ \cdot \mu^-$ の衝突実験の提案もなされています。MUSE 施設でしかできないユニークな基礎物理研究

の展開が期待されています。

5.4 負の電荷を持ったミュオンによる研究

μ^- は、 e^- より200倍も重いので、原子に捕獲・束縛される過程で、 e^- の場合に比べて200倍もの高いエネルギーの特性X線を出します。物質の奥深くで発生した場合でも、透過力が高く、外部で検出し易いという特徴があります。蛍光分析では感度が悪いNaより軽い元素も容易に検出することができるのであります。本手法の第1の特徴は、軽い元素から重い元素に至るまで、非破壊で同時計測が可能であるという事です。第2の特徴は、 μ^- の入射エネルギーの調節によって、深さ方向の3次元的元素分析ができるということです^[13]。MUSEでは、ミュオン原子X線法の非破壊分析手法としての性能を調べる為に、天保小判や青銅銭の非破壊元素分析の試験研究などを始めています。隕石や、考古学上、壊すことができない貴重な遺物の非破壊検査法として期待されています。

高エネルギーの p^+ や e^- を物質に打ち込むと、 p^+ は核反応を起こし、 e^- は放射光を放出します。しかし、高エネルギーのミュオンの場合には、電磁気的な相互作用で減衰するだけです。この性質を利用して、火山や溶鉱炉のレントゲン写真を宇宙線ミュオンで撮る事ができます^[14]。MUSEで得られるミュオン強度は、宇宙線のミュオンに比べると100万倍にもものぼります。短い測定時間で、中性子でも透過できないような肉厚の容器の中に格納された物体の元素分析などのへの応用研究や、肉厚のラジオグラフィという新たな産業利用としての新たな展開が期待されます。

他のミュオン施設に比べて、格段に高いエネルギーである3GeV陽子ビームを用いているMUSEでは、 π^- の生成収率が大きく、大強度の負ミュオン実験を行うのに向いています。通常、 μ^+ と比べて1桁程度小さい収量しか得られない、 μ^- の研究がMUSEにおいて初めて実用化されると云って過言ではないかもしれません。

6. まとめ



日本の地に世界最高強度の Pulsミュオン施設 J-PARC MUSE が誕生しました。永嶺謙忠先生がその礎を築かれた日本のミュオン科学研究が大きく羽ばたき、世界の中心となる事が期待されます。

文献

- [1] S.H. Neddermeyer et al., Phys. Rev. 51, (1937) 884
- [2] H.Yukawa, Proc.Phys. Math. Soc. Japan17 (1935) 48
- [3] C.M.G. Lattes, C.F. Powell et al., Nature 159 (1947) 694
- [4] Y. Miyake, et al., Physica B 404 (2009) 957-961
- [5] プレスリリース (平成22年3月12日) J-PARC (MLF) にて1パルス当たり世界最高強度のミュオン発生を確認
- [6] K. Nakahara et al., Nucl. Instr. Meth. A 600 (2009) 132-134.
- [7] K. Nagamine, Y. Miyake, K. Shimomura, et al., Phys. Rev. Lett. 74,4811 (1995)
- [8] P. Bakule et al., Nucl. Instr. Meth. B 266 (2008) 335-346.
- [9] S. Takeshita, et al. Phys. Rev. Lett. 103, 027002 (2009)
- [10] K. Shimomura, et al. Phys. Rev. Lett. 92 (2004) 135505.
- [11] K. Nagamine, et al. Phys. Rev. Lett. 55, 2209 (1984)
- [12] 三宅康博、松田恭幸、西田信彦, 固体物理 vol.44, No.11 (2009) 855-863 (139-147)
- [13] M.K. Kubo et al., 2008 J. Radioanal. Nucl. Chem. 278, 777
- [14] H.K.M. Tanaka, et al., Amer.J.Science 308 (2008b) 843.

◆ ◆ ◆ プロフィール ◆ ◆ ◆

昭和54年3月 東京大学原子力工学科卒業
 昭和59年3月 東京大学大学院工学系研究科博士課程修了・工学博士
 昭和59年3月 ブリティッシュコロンビア大学/トライアムフ研究所 ポストドク
 昭和60年4月 日本原子力研究所高崎研究所 研究員
 昭和61年10月 東京大学理学部附属中間子科学研究施設 助手
 平成9年4月 高エネルギー加速器研究機構 中間子科学研究施設 助手
 平成10年10月 高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 助教授
 平成16年10月 高エネルギー加速器研究機構 J-PARC 推進部 教授
 平成21年4月 J-PARC 物質生命科学研究所 ミュオンセクション長、高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 教授

受賞 平成21年加速器奨励会特別賞

温暖化ガス排出25%削減へのアプローチ 「大きい原子力の役割」

前・原子力委員 町末男



温暖化ガス25%削減とコスト

5月、2020年の温暖化ガス（炭酸ガス）排出量を1990年比で25%削減する目標を明記した法案が採決された。前政権の目標8%削減、アメリカの7%削減の約3倍である。これを実現するためには排出炭酸ガス削減1トン当たり5万円から9万円もかかるという試算もある。

そのためエネルギーコストが大幅に上昇し、国民の経済的負担が増え、産業の国際競争力が低下するのではないかと懸念も指摘されている。エネルギーコストの安い海外に工場を移転する事が助長される可能性もある。

もちろん、高い削減目標が技術革新を刺激し、経済成長をもたらす事も期待されるが、これには技術、人材、資金の裏付けが必要である。



地球温暖化による海面上昇で浸水するツバル島の道

原子力発電の拡大で炭酸ガス削減コストを下げる

このような懸念されるエネルギーコストの増加を出来るだけ抑えるのは「原子力発電利用」の拡大が最も現実的経済的である。100万kWの火力発電を原子力発電で置き

換えれば年間約600万トンの炭酸ガスが削減できる。現在54基の日本の原子力発電の稼働率は65%程度に低迷しているが、これを欧米・韓国並に85%に高める事により、年間約5,000万トン（90年比4.0%）の炭酸ガスが削減される。また、20年までに計画されている原子力発電プランと9基が運転されれば6,000万トン（90年比4.6%）が削減される。合計は8.6%で目標値の約3分の1に達し、その効果は極めて大きいので、この計画の実現に最大限努力する必要がある。残りの16.4%削減は大変高いハードルであり、省エネルギーを含めあらゆる方法で対応する必要がある。

地球規模での削減が不可欠

高い削減目標は地球と人類を守るために必要である。IPCCなどによれば、深刻な気候変動を防止するには50年までに50%の温暖化ガス排出削減が不可欠であるという。

この地球規模の温暖化ガス排出量削減の達成は、排出量の多い中国、インドなどの新興国を含めた国際的な削減努力なしには不可能である。日本の現在の排出量は世界の4%に過ぎず、GDP当たりの排出量は最も少ない模範的な国の一つである。

日本の可能な国際貢献

いま日本の出来るもう一つの重要な貢献は優れた日本の省エネルギーの技術を新興国に移転することである。途上国は知的所有権を尊重した上で、積極的にエネルギー効率の高い技術を導入し温暖化ガス排出削減を目指すべきである。

(2010年5月29日稿)

平成21年度

個人線量の実態

1. はじめに

本資料は平成21年度の個人線量の実態の報告です。個人モニタで測定した、1 cm線量当量、70 μm線量当量から算定した実効線量と等価線量が集計してあります。

2. 用語の定義

- (1) 年実効線量 1個人が、4月1日から翌年3月31日までに夫々のカテゴリ内で受けた実効線量の合計 (単位 mSv)
- (2) 年等価線量 1個人が、4月1日から翌年3月31日までに夫々のカテゴリ内で受けた等価線量の合計 (単位 mSv)
- (3) 集団線量 集団を構成する全員の年実効線量、或いは年等価線量の総和 (単位 manmSv)
- (4) 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)
- (5) 等価線量の実効線量に対する比の平均 集団等価線量を集団実効線量で除した値

3. 実効線量・等価線量の求め方

測定した線量当量から実効線量・等価線量を算定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_L : 水晶体の等価線量

H_S : 皮ふの等価線量

H_{*P} : *…深さ1 cmまたは70 μm の線量当量

P…下記の部位を表します

基: 基本部位 (男性は胸部、女性は腹部)

頭: 頭部

胸: 胸部

腹: 腹部

大: 体幹部の中で最大値を示した部位

MAX (.,.): (.,) 内のいくつかの線量当量のうちの最大のもの

3. 1 均等被ばくとしてモニタリングをしている場合

$$H_E = H_{1cm \text{ 基}}$$

$$H_L = \text{MAX} (H_{1cm \text{ 基}}, H_{70\mu m \text{ 基}})$$

$$H_S = H_{70\mu m \text{ 基}}$$

3. 2 不均等被ばくとしてモニタリングをしている場合

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

$$H_L = \text{MAX} (H_{1\text{cm}} \text{ 頭}, H_{70\mu\text{m}} \text{ 頭})$$

$$H_S = \text{MAX}(H_{70\mu\text{m}} \text{ 頭}, H_{70\mu\text{m}} \text{ 胸}, H_{70\mu\text{m}} \text{ 腹})$$

3. 3 末端部被ばくのモニタリングをしている場合

皮ふの等価線量のみが、次のようにかわります。

$$H_S = \text{MAX}(H_{70\mu\text{m}} \text{ 頭}, H_{70\mu\text{m}} \text{ 胸}, H_{70\mu\text{m}} \text{ 腹}) + H_{70\mu\text{m}} \text{ 末端部}$$

4. 対象とするデータ

弊社のモニタリングサービスの申し込みをされており、平成21年4月1日から平成22年3月31日までの間で1回以上個人モニタを使用した人の年実効線量及び年等価線量を、集計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し出のあったものは、除外しております。

注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。

5. 集計方法

(1) 集計

各表の左欄に示すように1年間の実効線量の区分を設け、その区分に入る人数とその集団線量並びにそれぞれの百分率を表の同一の欄の内に示しました。ただし、「X(検出限界未満)」は、線量ゼロとして処理しました。測定上限は、個人モニタによって変わりますが、例えば「100超」は、100mSvとして集計してあります。

(2) 業種・業態の区分

医療関係の業態区分は、施設の名称により判断し、区分しました。ただし、「歯科」には、歯科医院と、その旨連絡のあった総合病院の歯科が含まれています。

「診療所」には、一般開業医、診療所および養護施設などが含まれています。

工業関係では、社名から非破壊検査業務と判別できる事業所またはその旨連絡のあった事業所のみ「非破壊検査」に分類し、他の事業所は、「一般工業」としました。

1個人が複数の業種・業態に属している場合、それぞれの業種・業態毎に集計しています。

例えば、Aさんが、4月に大学医学部で0.1mSv、5月から翌年3月の間に病院で0.5mSvの実効線量を受けた場合には、「研究教育」で0.1mSv：1人、「医療」で0.5mSv：1人、かつ「全体」では0.6mSv：1人となっています。(Table 1 a)

同様に、Bさんが大学病院で0.2mSv、一般病

院で0.7mSvの実効線量を受けた場合には、「大学病院」で0.2mSv：1人、「一般病院」で0.7mSv：1人、かつ「医療」では0.9mSv：1人となっています。(Table 2 a, Table 1 a)

(3) 職種の区分

職種区分は、申込書に記載された職名等により区分しました。

6. 集計結果

集計結果は、それぞれ以下の表に示します。

a表は、個人の年実効線量の分布及び各線量区分における集団実効線量を示し、b表は年実効線量の平均値、年等価線量の集団の合計値を示しています。

年実効線量が50mSvを超えた人は、1人でした。

Table 1 a, 1 b 業種別の個人年実効線量の分布と各線量区分における集団実効線量、等

Table 2 a, 2 b 医療関係の業態別の個人年実効線量の分布と各線量区分における集団実効線量、等

Table 3 a, 3 b 医療関係の職種別の個人年実効線量の分布と各線量区分における集団実効線量、等(歯科を除く)

Table 4 a, 4 b 工業関係の業態別の個人年実効線量の分布と各線量区分における集団実効線量、等

Table 5 モニタリング区分別の年実効線量過剰被ばく人数と年実効線量、等価線量の平均値並びに等価線量の実効線量に対する比の平均

Table 6 最近5年間の個人線量の年度推移(平成20年度より、獣医療を含んでいます)

Fig. 1 過去5年間の平均年実効線量(業種別)

Fig. 2 過去5年間の平均年実効線量(医療関係)

Fig. 3 過去5年間の平均年実効線量(医療関係の職種別)

Table 6の線量区分は、放射線同位元素等による放射線障害の防止に関する法律(障防法)の「放射線管理状況報告書」と電離放射線障害防止規則(電離則)の「電離放射線健康診断結果報告書」の線量分布の区分に合わせました。

Table 1a
業種別の個人年実効線量の分布と各線量区分における集団実効線量

人数(人)	人数(%)
集団実効線量(manmSv)	線量(%)

(H21.4.1~H22.3.31)

年実効線量(mSv)	医 療		工 業		研究教育		獣 医 療		全 体	
X	122,302	74.60	37,159	93.55	45,803	96.65	4,879	95.97	198,987	81.54
	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
0.10以下	9,792	5.97	747	1.88	703	1.48	78	1.53	10,839	4.44
	979.20	2.04	74.70	2.84	70.30	6.64	7.80	5.50	1083.90	2.09
0.11~0.20	4,962	3.03	332	0.84	182	0.38	28	0.55	5,353	2.19
	992.39	2.07	66.40	2.53	36.40	3.44	5.60	3.95	1070.59	2.07
0.21~0.30	3,272	2.00	190	0.48	120	0.25	12	0.24	3,535	1.45
	981.60	2.05	57.00	2.17	36.00	3.40	3.60	2.54	1060.50	2.05
0.31~0.40	2,471	1.51	173	0.44	80	0.17	13	0.26	2,658	1.09
	988.40	2.06	69.20	2.64	32.00	3.02	5.20	3.67	1063.20	2.05
0.41~0.50	2,051	1.25	107	0.27	56	0.12	9	0.18	2,151	0.88
	1025.45	2.14	53.50	2.04	28.00	2.65	4.50	3.17	1075.45	2.08
0.51~0.60	1,676	1.02	91	0.23	41	0.09	4	0.08	1,766	0.72
	1005.59	2.10	54.60	2.08	24.60	2.32	2.40	1.69	1059.59	2.05
0.61~0.70	1,415	0.86	70	0.18	41	0.09	7	0.14	1,511	0.62
	990.50	2.06	49.00	1.87	28.70	2.71	4.90	3.46	1057.70	2.04
0.71~0.80	1,255	0.77	47	0.12	32	0.07	7	0.14	1,321	0.54
	1004.00	2.09	37.60	1.43	25.60	2.42	5.60	3.95	1056.80	2.04
0.81~0.90	1,146	0.70	59	0.15	19	0.04	4	0.08	1,225	0.50
	1031.40	2.15	53.10	2.02	17.10	1.62	3.60	2.54	1102.50	2.13
0.91~1.00	1,017	0.62	54	0.14	20	0.04	6	0.12	1,092	0.45
	1017.00	2.12	54.00	2.06	20.00	1.89	6.00	4.23	1092.00	2.11
1.01~2.00	6,277	3.83	370	0.93	159	0.34	21	0.41	6,747	2.76
	9,189.94	19.15	541.50	20.62	234.60	22.16	29.20	20.59	9885.84	19.08
2.01~3.00	2,645	1.61	139	0.35	67	0.14	8	0.16	2,882	1.18
	6,568.70	13.69	344.90	13.13	167.40	15.81	18.60	13.12	7157.20	13.81
3.01~4.00	1,324	0.81	70	0.18	24	0.05	3	0.06	1,427	0.58
	4,633.10	9.65	240.90	9.17	81.60	7.71	10.10	7.12	4983.50	9.62
4.01~5.00	741	0.45	25	0.06	28	0.06	1	0.02	805	0.33
	3,342.30	6.96	112.70	4.29	126.10	11.91	4.40	3.10	3629.20	7.00
5.01~6.00	409	0.25	26	0.07	6	0.01	1	0.02	460	0.19
	2,261.30	4.71	145.90	5.56	33.30	3.15	6.00	4.23	2544.60	4.91
6.01~7.00	332	0.20	18	0.05	5	0.01	1	0.02	353	0.14
	2,167.70	4.52	117.50	4.47	32.30	3.05	7.00	4.94	2305.40	4.45
7.01~8.00	225	0.14	13	0.03	2	0.00	1	0.02	240	0.10
	1690.90	3.52	99.60	3.79	14.40	1.36	7.30	5.15	1804.20	3.48
8.01~9.00	136	0.08	5	0.01	0	0.00	0	0.00	140	0.06
	1160.70	2.42	43.00	1.64	0.00	0.00	0.00	0.00	1194.20	2.30
9.01~10.00	105	0.06	5	0.01	0	0.00	1	0.02	113	0.05
	1000.00	2.08	47.80	1.82	0.00	0.00	10.00	7.05	1077.50	2.08
10.01~15.00	259	0.16	15	0.04	2	0.00	0	0.00	283	0.12
	3,116.90	6.49	174.10	6.63	25.60	2.42	0.00	0.00	3398.70	6.56
15.01~20.00	72	0.04	0	0.00	0	0.00	0	0.00	73	0.03
	1,239.10	2.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1263.30	2.44
20.01~25.00	20	0.01	3	0.01	1	0.00	0	0.00	25	0.01
	446.00	0.93	65.80	2.51	24.60	2.32	0.00	0.00	557.00	1.08
25.01~30.00	17	0.01	1	0.00	0	0.00	0	0.00	18	0.01
	472.70	0.98	28.10	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	501.70	0.97
30.01~40.00	16	0.01	1	0.00	0	0.00	0	0.00	17	0.01
	561.30	1.17	34.50	1.31	0.00	0.00	0.00	0.00	595.80	1.15
40.01~50.00	3	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	0.00
	129.70	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129.70	0.25
50.00超過	0	0.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.00
	0.00	0.00	60.70	2.31	0.00	0.00	0.00	0.00	60.70	0.12
合 計	163,940	100.00	39,721	100.00	47,391	100.00	5,084	100.00	244,025	100.00
	47,995.87	100.00	2,626.10	100.00	1,058.60	100.00	141.80	100.00	51,810.77	100.00

Table 1b

		医 療	工 業	研究教育	獣 医 療	合 計
平均年実効線量 (mSv)		0.29	0.06	0.02	0.02	0.21
水 晶 体	年集団等価線量 (manmSv)	98,400.54	2,862.00	1,346.50	237.30	102,846.34
	平均年等価線量 (mSv)	0.60	0.07	0.02	0.04	0.42
皮 膚	年集団等価線量 (manmSv)	129,038.05	5,939.50	3,369.90	389.50	138,736.95
	平均年等価線量 (mSv)	0.78	0.14	0.07	0.07	0.56

Table 2a

医療関係の業態別の個人年実効線量の分布と各線量区分における集団実効線量

人数(人)	人数(%)
集団実効線量(manmSv)	線量(%)
(H21.4.1~H22.3.31)	

年実効線量(mSv)	大学病院		一般病院		保健所		歯科		診療所・その他	
X	23,101	78.76	56,791	67.07	581	93.71	11,590	95.52	30,239	81.33
	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
0.10以下	1,788	6.10	6,217	7.34	9	1.45	146	1.20	1,632	4.39
	178.80	3.28	621.70	1.83	0.90	3.75	14.60	3.11	163.20	2.01
0.11~0.20	824	2.81	3,236	3.82	4	0.65	66	0.54	832	2.24
	164.80	3.03	647.20	1.91	0.80	3.33	13.20	2.81	166.39	2.05
0.21~0.30	549	1.87	2,103	2.48	3	0.48	48	0.40	569	1.53
	164.70	3.03	630.90	1.86	0.90	3.75	14.40	3.07	170.70	2.10
0.31~0.40	375	1.28	1,640	1.94	3	0.48	35	0.29	418	1.12
	150.00	2.76	656.00	1.93	1.20	5.00	14.00	2.98	167.20	2.06
0.41~0.50	308	1.05	1,369	1.62	3	0.48	26	0.21	345	0.93
	154.00	2.83	684.50	2.02	1.50	6.25	13.00	2.77	172.45	2.12
0.51~0.60	226	0.77	1,158	1.37	3	0.48	26	0.21	263	0.71
	135.60	2.49	694.80	2.05	1.80	7.50	15.60	3.32	157.79	1.94
0.61~0.70	204	0.70	942	1.11	3	0.48	21	0.17	245	0.66
	142.80	2.62	659.40	1.94	2.10	8.75	14.70	3.13	171.50	2.11
0.71~0.80	166	0.57	859	1.01	1	0.16	17	0.14	212	0.57
	132.80	2.44	687.20	2.03	0.80	3.33	13.60	2.90	169.60	2.09
0.81~0.90	179	0.61	769	0.91	0	0.00	18	0.15	180	0.48
	161.10	2.96	692.10	2.04	0.00	0.00	16.20	3.45	162.00	1.99
0.91~1.00	150	0.51	705	0.83	1	0.16	23	0.19	138	0.37
	150.00	2.76	705.00	2.08	1.00	4.17	23.00	4.90	138.00	1.70
1.01~2.00	815	2.78	4,319	5.10	8	1.29	81	0.67	1,054	2.83
	1184.80	21.77	6,356.40	18.73	10.50	43.75	114.30	24.35	1523.94	18.75
2.01~3.00	313	1.07	1,891	2.23	1	0.16	14	0.12	426	1.15
	775.30	14.24	4,704.10	13.86	2.50	10.42	35.30	7.52	1051.50	12.94
3.01~4.00	135	0.46	962	1.14	0	0.00	8	0.07	219	0.59
	469.60	8.63	3,371.00	9.93	0.00	0.00	27.60	5.88	764.90	9.41
4.01~5.00	65	0.22	544	0.64	0	0.00	2	0.02	130	0.35
	289.50	5.32	2,459.10	7.25	0.00	0.00	9.50	2.02	584.20	7.19
5.01~6.00	37	0.13	310	0.37	0	0.00	4	0.03	58	0.16
	203.10	3.73	1,712.60	5.05	0.00	0.00	22.50	4.79	323.10	3.98
6.01~7.00	24	0.08	240	0.28	0	0.00	1	0.01	67	0.18
	157.50	2.89	1565.80	4.61	0.00	0.00	6.70	1.43	437.70	5.39
7.01~8.00	22	0.08	170	0.20	0	0.00	0	0.00	33	0.09
	165.60	3.04	1276.30	3.76	0.00	0.00	0.00	0.00	249.00	3.06
8.01~9.00	11	0.04	98	0.12	0	0.00	0	0.00	27	0.07
	94.30	1.73	834.80	2.46	0.00	0.00	0.00	0.00	231.60	2.85
9.01~10.00	9	0.03	73	0.09	0	0.00	1	0.01	22	0.06
	86.20	1.58	694.40	2.05	0.00	0.00	9.20	1.96	210.20	2.59
10.01~15.00	22	0.08	189	0.22	0	0.00	5	0.04	43	0.12
	276.10	5.07	2,258.10	6.65	0.00	0.00	60.90	12.97	521.80	6.42
15.01~20.00	4	0.01	53	0.06	0	0.00	0	0.00	15	0.04
	67.00	1.23	918.80	2.71	0.00	0.00	0.00	0.00	253.30	3.12
20.01~25.00	2	0.01	10	0.01	0	0.00	0	0.00	8	0.02
	42.30	0.78	229.50	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	174.20	2.14
25.01~30.00	1	0.00	13	0.02	0	0.00	0	0.00	3	0.01
	25.60	0.47	362.40	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	84.70	1.04
30.01~40.00	2	0.01	12	0.01	0	0.00	1	0.01	1	0.00
	71.70	1.32	427.80	1.26	0.00	0.00	31.20	6.65	30.60	0.38
40.01~50.00	0	0.00	2	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.00
	0.00	0.00	83.70	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	46.00	0.57
50.00超過	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合計	29,332	100.00	84,675	100.00	620	100.00	12,133	100.00	37,180	100.00
	5,443.20	100.00	33,933.60	100.00	24.00	100.00	469.50	100.00	8,125.57	100.00

Table 2b

		大学病院	一般病院	保健所	歯科	診療所・その他
平均年実効線量(mSv)		0.18	0.40	0.03	0.03	0.21
水晶体	年集団等価線量(manmSv)	13,189.20	70,887.70	34.10	607.90	13,681.64
	平均年等価線量(mSv)	0.44	0.83	0.05	0.05	0.36
皮膚	年集団等価線量(manmSv)	17,529.10	91,228.70	43.00	701.00	19,536.25
	平均年等価線量(mSv)	0.59	1.07	0.06	0.05	0.52

Table 3a

医療関係の職種別の個人年実効線量の分布と各線量区分における集団実効線量（歯科を除く）

人数(人)	人数(%)
集団実効線量(manmSv)	線量(%)

(H21.4.1～H22.3.31)

年実効線量(mSv)	医 師		技 師		看 護 師		そ の 他	
X	42,540 0.00	74.88	10,717 0.00	42.24	32,160 0.00	79.06	19,848 0.00	87.26
0.10以下	3,845 384.50	6.77 2.27	1,982 198.20	7.81 0.92	2,599 259.90	6.39 4.01	855 85.50	3.76 3.31
0.11～0.20	1,962 392.40	3.45 2.32	1,220 243.99	4.81 1.13	1,182 236.40	2.91 3.65	409 81.80	1.80 3.17
0.21～0.30	1,239 371.70	2.18 2.20	929 278.70	3.66 1.29	735 220.50	1.81 3.40	270 81.00	1.19 3.14
0.31～0.40	873 349.20	1.54 2.07	810 324.00	3.19 1.50	550 220.00	1.35 3.39	148 59.20	0.65 2.29
0.41～0.50	715 357.45	1.26 2.11	706 353.00	2.78 1.64	403 201.50	0.99 3.11	144 72.00	0.63 2.79
0.51～0.60	547 328.20	0.96 1.94	597 358.19	2.35 1.66	361 216.60	0.89 3.34	104 62.40	0.46 2.42
0.61～0.70	440 308.00	0.77 1.82	583 408.10	2.30 1.89	279 195.30	0.69 3.01	76 53.20	0.33 2.06
0.71～0.80	405 324.00	0.71 1.92	497 397.60	1.96 1.84	248 198.40	0.61 3.06	67 53.60	0.29 2.08
0.81～0.90	336 302.40	0.59 1.79	523 470.70	2.06 2.18	207 186.30	0.51 2.87	61 54.90	0.27 2.13
0.91～1.00	293 293.00	0.52 1.73	469 469.00	1.85 2.17	175 175.00	0.43 2.70	51 51.00	0.22 1.98
1.01～2.00	1,590 2,353.80	2.80 13.93	3,180 4,662.74	12.53 21.62	969 1399.80	2.38 21.60	388 565.40	1.71 21.91
2.01～3.00	698 1,742.70	1.23 10.31	1,406 3,490.10	5.54 16.18	392 965.60	0.96 14.90	148 367.10	0.65 14.23
3.01～4.00	395 1384.60	0.70 8.19	675 2357.50	2.66 10.93	184 643.70	0.45 9.93	72 252.70	0.32 9.79
4.01～5.00	238 1072.00	0.42 6.34	363 1637.00	1.43 7.59	106 477.40	0.26 7.37	36 163.80	0.16 6.35
5.01～6.00	151 832.50	0.27 4.93	213 1180.10	0.84 5.47	41 225.60	0.10 3.48	16 88.00	0.07 3.41
6.01～7.00	126 822.40	0.22 4.87	145 949.30	0.57 4.40	43 278.50	0.11 4.30	14 91.70	0.06 3.55
7.01～8.00	92 688.40	0.16 4.07	109 822.20	0.43 3.81	13 96.90	0.03 1.50	10 75.30	0.04 2.92
8.01～9.00	61 522.00	0.11 3.09	52 441.40	0.20 2.05	14 118.40	0.03 1.83	8 69.40	0.04 2.69
9.01～10.00	42 399.90	0.07 2.37	46 439.30	0.18 2.04	9 84.90	0.02 1.31	9 86.40	0.04 3.35
10.01～15.00	134 1,632.70	0.24 9.66	109 1295.20	0.43 6.01	7 79.50	0.02 1.23	11 130.30	0.05 5.05
15.01～20.00	43 744.40	0.08 4.40	28 483.30	0.11 2.24	0 0.00	0.00 0.00	2 35.60	0.01 1.38
20.01～25.00	17 378.50	0.03 2.24	4 88.10	0.02 0.41	0 0.00	0.00 0.00	0 0.00	0.00 0.00
25.01～30.00	13 365.50	0.02 2.16	4 108.10	0.02 0.50	0 0.00	0.00 0.00	0 0.00	0.00 0.00
30.01～40.00	13 465.10	0.02 2.75	2 65.00	0.01 0.30	0 0.00	0.00 0.00	0 0.00	0.00 0.00
40.01～50.00	2 86.30	0.00 0.51	1 43.40	0.00 0.20	0 0.00	0.00 0.00	0 0.00	0.00 0.00
50.00超過	0 0.00	0.00 0.00	0 0.00	0.00 0.00	0 0.00	0.00 0.00	0 0.00	0.00 0.00
合 計	56,810 16,901.65	100.00 100.00	25,370 21,564.22	100.00 100.00	40,677 6,480.20	100.00 100.00	22,747 2,580.30	100.00 100.00

Table 3b

		医 師	技 師	看 護 師	そ の 他
平均年実効線量 (mSv)		0.29	0.84	0.15	0.11
水 晶 体	年集団等価線量 (manmSv)	38,878.43	30,827.31	23,194.50	4,892.40
	平均年等価線量 (mSv)	0.68	1.21	0.57	0.21
皮 膚	年集団等価線量 (manmSv)	57,234.55	36,739.30	26,688.20	7,675.00
	平均年等価線量 (mSv)	1.00	1.44	0.65	0.33

Table 4 a
工業関係の業態別の個人年実効線量の分布と各線量区分における集団実効線量

人数(人)	人数(%)
集団実効線量(manmSv)	線量(%)
(H21.4.1~H22.3.31)	

年実効線量 (mSv)	一般工業用		非破壊検査	
X	34,831	95.14	2,328	74.81
	0.00		0.00	
0.10以下	585	1.60	162	5.21
	58.50	3.38	16.20	1.81
0.11~0.20	232	0.63	100	3.21
	46.40	2.68	20.00	2.23
0.21~0.30	127	0.35	63	2.02
	38.10	2.20	18.90	2.11
0.31~0.40	129	0.35	44	1.41
	51.60	2.98	17.60	1.97
0.41~0.50	71	0.19	36	1.16
	35.50	2.05	18.00	2.01
0.51~0.60	58	0.16	33	1.06
	34.80	2.01	19.80	2.21
0.61~0.70	43	0.12	27	0.87
	30.10	1.74	18.90	2.11
0.71~0.80	26	0.07	21	0.67
	20.80	1.20	16.80	1.88
0.81~0.90	34	0.09	25	0.80
	30.60	1.77	22.50	2.51
0.91~1.00	34	0.09	20	0.64
	34.00	1.96	20.00	2.23
1.01~2.00	235	0.64	135	4.34
	343.40	19.84	198.10	22.13
2.01~3.00	83	0.23	56	1.80
	206.50	11.93	138.40	15.46
3.01~4.00	42	0.11	28	0.90
	147.20	8.50	93.70	10.47
4.01~5.00	17	0.05	8	0.26
	77.30	4.47	35.40	3.95
5.01~6.00	18	0.05	8	0.26
	101.30	5.85	44.60	4.98
6.01~7.00	13	0.04	5	0.16
	84.80	4.90	32.70	3.65
7.01~8.00	10	0.03	3	0.10
	76.90	4.44	22.70	2.54
8.01~9.00	5	0.01	0	0.00
	43.00	2.48	0.00	0.00
9.01~10.00	2	0.01	3	0.10
	19.20	1.11	28.60	3.19
10.01~15.00	11	0.03	4	0.13
	130.70	7.55	43.40	4.85
15.01~20.00	0	0.00	0	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
20.01~25.00	1	0.00	2	0.06
	25.00	1.44	40.80	4.56
25.01~30.00	0	0.00	1	0.03
	0.00	0.00	28.10	3.14
30.01~40.00	1	0.00	0	0.00
	34.50	1.99	0.00	0.00
40.01~50.00	0	0.00	0	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
50.00超過	1	0.00	0	0.00
	60.70	3.51	0.00	0.00
合計	36,609	100.00	3,112	100.00
	1,730.90	100.00	895.20	100.00

Table 4 b

		一般工業用	非破壊検査
平均年実効線量 (mSv)		0.04	0.28
水 晶 体	年集団等価線量 (manmSv)	1,964.90	897.10
	平均年等価線量 (mSv)	0.05	0.28
皮 膚	年集団等価線量 (manmSv)	5,076.10	863.40
	平均年等価線量 (mSv)	0.13	0.27

Table 5 モニタリング区分別の年実効線量過剰被ばく人数と年実効線量、等価線量の平均値並びに等価線量の実効線量に対する比の平均

		均 等	均等末端	不 均 等	不均等末端
人 数 比 率		83%	2%	14%	1%
実効線量で50mSvを超えた人数		1	0	0	0
平均年実効線量 (mSv)		0.12	0.60	0.54	0.77
水 晶 体	平均年等価線量 (mSv)	0.13	0.62	1.83	1.95
	実効線量に対する比の平均	1.08	1.03	3.39	2.53
皮 膚	平均年等価線量 (mSv)	0.13	5.93	1.89	5.88
	実効線量に対する比の平均	1.08	9.88	3.50	7.64

注)
均等：体幹部均等被ばくとして個人モニタリングを行っている集団
均等・末端：体幹部均等被ばくとしてモニタリングを行い、さらに末端部被ばくのモニタリングも併用している集団
不均等：体幹部不均等被ばくとして個人モニタリングを行っている集団
不均等・末端：体幹部不均等被ばくとしてモニタリングを行い、さらに末端部被ばくのモニタリングも併用している集団

Table 6 最近5年間の個人線量の年度推移 (平成20年度より、獣医療を含んでいます) 人数(人) 人数(%)

年実効線量(mSv)	平成17年度		平成18年度		平成19年度		平成20年度		平成21年度	
X	183,096	82.35	187,152	82.30	188,925	81.88	200,429	82.31	198,987	81.54
0.10以下	10,505	4.72	10,232	4.50	10,558	4.58	10,420	4.28	10,839	4.44
0.11~0.20	5,154	2.32	5,120	2.25	5,143	2.23	5,253	2.16	5,353	2.19
0.21~0.30	3,114	1.40	3,205	1.41	3,382	1.47	3,565	1.46	3,535	1.45
0.31~0.40	2,348	1.06	2,354	1.04	2,472	1.07	2,537	1.04	2,658	1.09
0.41~0.50	1,856	0.83	1,966	0.86	1,908	0.83	2,000	0.82	2,151	0.88
0.51~0.60	1,571	0.71	1,528	0.67	1,574	0.68	1,714	0.70	1,766	0.72
0.61~0.70	1,292	0.58	1,363	0.60	1,351	0.59	1,458	0.60	1,511	0.62
0.71~0.80	1,124	0.51	1,164	0.51	1,164	0.50	1,277	0.52	1,321	0.54
0.81~0.90	996	0.45	1,076	0.47	1,094	0.47	1,196	0.49	1,225	0.50
0.91~1.00	923	0.42	914	0.40	1,022	0.44	1,012	0.42	1,092	0.45
1.01~2.00	5,371	2.42	5,755	2.53	6,221	2.70	6,313	2.59	6,747	2.76
2.01~3.00	2,126	0.96	2,291	1.01	2,384	1.03	2,653	1.09	2,882	1.18
3.01~4.00	1,032	0.46	1,192	0.52	1,245	0.54	1,317	0.54	1,427	0.58
4.01~5.00	611	0.27	670	0.29	733	0.32	742	0.30	805	0.33
5.01~6.00	370	0.17	407	0.18	469	0.20	461	0.19	460	0.19
6.01~7.00	224	0.10	286	0.13	320	0.14	304	0.12	353	0.14
7.01~8.00	181	0.08	176	0.08	200	0.09	219	0.09	240	0.10
8.01~9.00	113	0.05	121	0.05	127	0.06	143	0.06	140	0.06
9.01~10.00	77	0.03	86	0.04	97	0.04	100	0.04	113	0.05
10.01~15.00	157	0.07	199	0.09	206	0.09	256	0.11	283	0.12
15.01~20.00	49	0.02	66	0.03	79	0.03	65	0.03	73	0.03
20.01~25.00	29	0.01	36	0.02	30	0.01	24	0.01	25	0.01
25.01~30.00	9	0.00	19	0.01	9	0.00	18	0.01	18	0.01
30.01~40.00	10	0.00	10	0.00	8	0.00	14	0.01	17	0.01
40.01~50.00	3	0.00	3	0.00	3	0.00	3	0.00	3	0.00
50.00超過	2	0.00	1	0.00	4	0.00	3	0.00	1	0.00
合 計 (人)	222,343	100.00	227,392	100.00	230,728	100.00	243,496	100.00	244,025	100.00
集団線量 (manmSv)	39,681.60		43,644.70		46,171.71		48,499.54		51,810.77	
平均年線量 (mSv)	0.17		0.19		0.20		0.19		0.21	

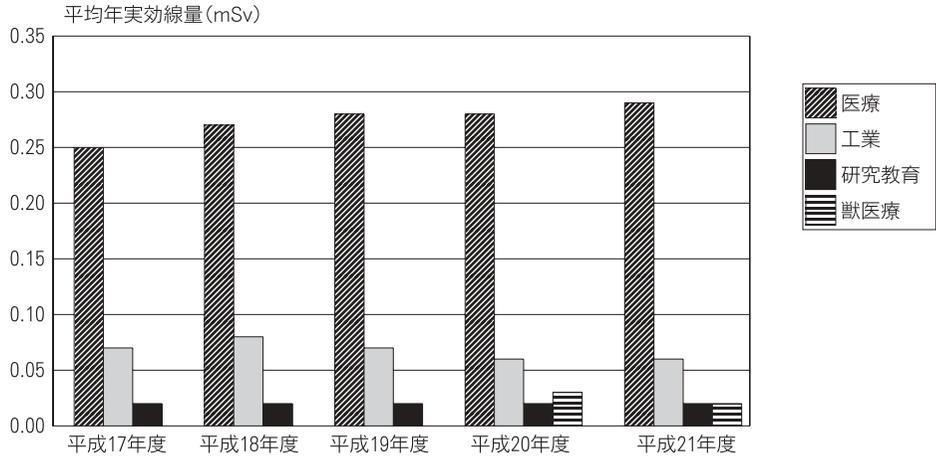


Fig. 1 過去5年間の平均年実効線量 (業種別)

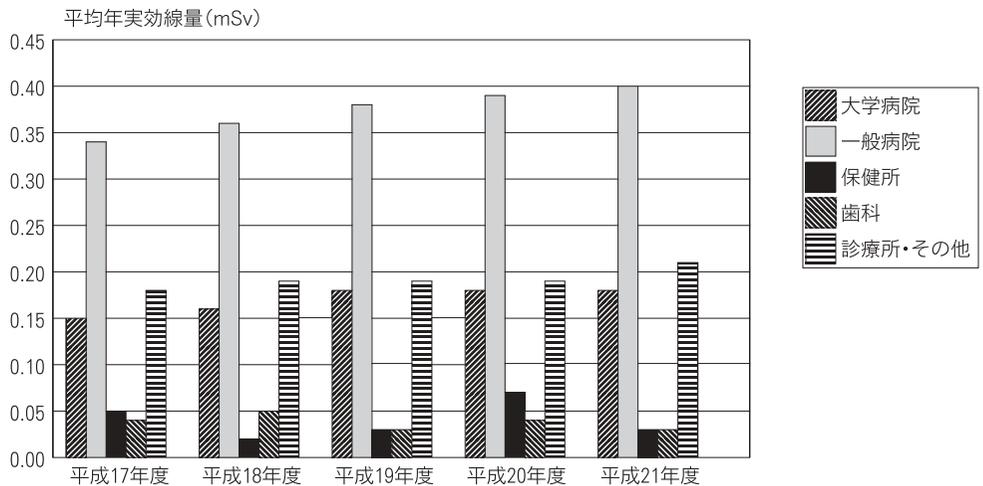


Fig. 2 過去5年間の平均年実効線量 (医療関係)

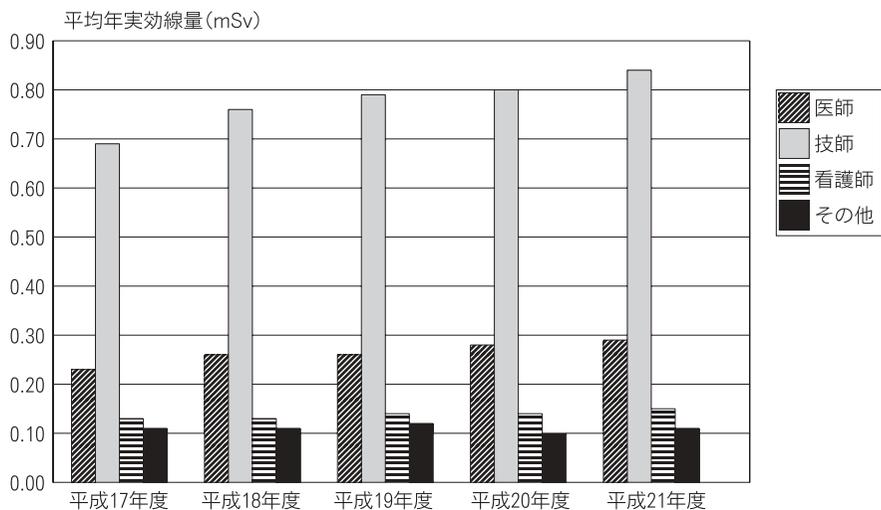


Fig. 3 過去5年間の平均年実効線量 (医療関係の職種別)

テクニカルコーナー

ヨウ素捕集剤開発のご紹介

原子力技術部 亀田周二

原子力施設や放射性同位元素を取扱う研究室および病院等の中には、放射性ヨウ素が使用され、また、副次的に発生する施設があります。それらの施設で発生した廃液・廃ガスは、イオン交換樹脂や活性炭を用いたチャコールフィルタ等が装備された排水・排気処理設備等で処理することにより、放射性ヨウ素の除去が行われています。

弊社では(株)化研と共同で新たなヨウ素捕集剤の開発を行っておりますので、ご紹介させていただきます。

一般的に、有機ヨウ素は無機ヨウ素と比べ、活性炭に吸着除去されにくい性質があり、通常、ヨウ素捕集剤として広く用いられているものは、同位体交換反応型のヨウ素添着活性炭と呼ばれるものです。また、ヨウ素捕集剤に限らず、使用していく上で捕集効率の劣化、短寿命、目詰まり等の問題があります。

現在開発を行っていますヨウ素捕集剤は、活性炭に過臭素イオンを添着させたものです。これは、ヨウ素化合物の無機化反応を利用した化学反応型添着活性炭です。

従来の同位体交換反応型のヨウ素添着活性炭と違い、有機ヨウ素化合物中の有機ヨウ素を、活性炭に添着させた臭素とのハロゲン置換反応によって、無機ヨウ素（元素状ヨウ素）へと化学形態を変換します。有機ヨウ素より活性炭に吸着除去されやすい無機ヨウ素に変換することで捕集効率の向上を図っています。

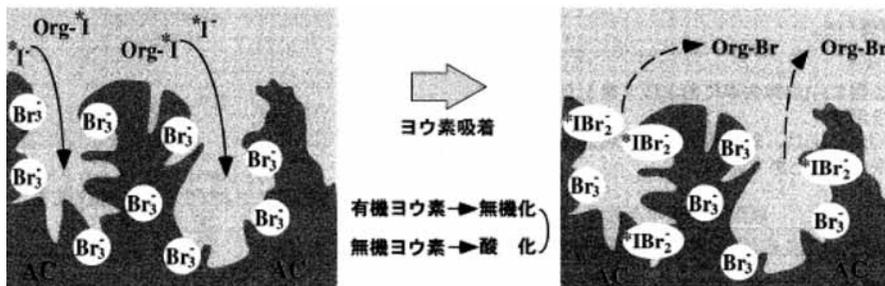
基礎試験データにおいては、ヨウ素添着活性炭やイオン交換樹脂と比較し、捕集効率や捕集容量に優れている結果が得られています。現在、非放射性有機ヨウ素を用いた性能試験を終え、放射性有機ヨウ素を用いて既存のヨウ素捕集剤との比較試験を行っております。

従来のヨウ素捕集剤と比べ

- ・捕集効率の向上
- ・捕集材寿命の向上
- ・コストダウン

を実現した商品となるよう、これからも開発を続けてまいります。

最終的には、ヨウ素捕集剤の形状を工夫することにより、排水・排気中のヨウ素捕集フィルタ、エアサンプラー用のヨウ素捕集フィルタ等の商品化を目指しています。



有機ヨウ素の除去原理

エックス線作業主任者試験受験対策講座のご案内

社団法人日本保安用品協会

当協会は、業務の一環として、放射線に関する資格として放射線取扱主任者と同様に産業界で重要視されており、「労働安全衛生法」に定められております「エックス線作業主任者試験」の受験対策講座を開設することと致しました。

講座は、毎年奇数月に実施される資格試験を受験する方々のために開催する受験対策講座と、既に一定知識を有する方のための直前模擬試験のみの2通りを用意しております。

講座受講料（税込金額）

コース	講座名	受講料金		
		非会員	会員 ^{*1}	
A	エックス線作業主任者試験 受験対策講座 [3日間講習]	30,000円	27,000円	(テキスト、例題集込み)
B	エックス線作業主任者試験 模擬試験のみ	8,000円	7,200円	(テキスト、例題集別途)
C	エックス線作業主任者試験 模擬試験（自宅受験）	5,000円	4,500円	(テキスト、例題集別途)

*1 「会員」は社団法人日本保安用品協会の会員の個人及び法人が対象です。

開催日程

開催回数	区分	開催日時	会場
第1回	講習会	平成22年11月9日(火)～11日(木) 各日 9:00～16:50	東京都鉄二健保会館 5階第2会議室 東京都文京区湯島3-21-10
	模擬試験	平成22年11月25日(木) 10:00～16:50	千代田お茶の水ビル2階 会議室 東京都文区湯島1-7-12
第2回	講習会	平成23年2月15日(月)～17日(水) 各日 9:00～16:50	東京都鉄二健保会館 5階第2会議室 東京都文京区湯島3-21-10
	模擬試験	平成23年2月24日(木) 10:00～16:50	千代田お茶の水ビル2階 会議室 東京都文区湯島1-7-12

お問い合わせは下記までお願い致します。

社団法人日本保安用品協会 エックス線作業主任者講習会 係 担当：田辺富士夫

電話番号 03-5804-3125 ファクス番号 03-5804-3126

ホームページアドレス：<http://www5e.biglobe.ne.jp/~savoy/>

平成22年度主任者部会年次大会 (第51回放射線管理研修会)のお知らせ

平成22年度主任者部会年次大会実行委員会

平成22年度主任者部会年次大会は、近畿支部が担当し京都で開催いたします。今回で51回を迎える年次大会も、京都で開催されるのは初めてで、また、記念大会後の新たな半世紀に向けての最初の大会でもあります。そこで、それにふさわしい内容にすべく、検討を進め、メインテーマを「歴史と維新の都、京都から新しい半世紀への発進」としました。特別講演Ⅱを市民参加型とし、狂言師の茂山千之丞氏の講演を予定しております。

★年次大会概要

☞開催日：平成22年11月4日(木)、5日(金)

☞会場：京都テルサ(交流会会場も同じ)

京都市南区東九条下殿田町70
(JR 京都駅八条西口より徒歩15分)

☞メインテーマ：「歴史と維新の都、京都から新しい半世紀への発進」

☞参加費：10,000円(交流会参加費込み)
5,000円(年次大会のみ参加)

★プログラム概要(予定)

☞11月4日(1日目)

10:00～11:00 開会・部会総会
11:00～12:00 特別講演Ⅰ(文部科学省)
13:15～15:00 シンポジウムⅠ(主任者の社会貢献に関する話題)
15:10～16:10 特別講演Ⅱ(市民参加型)
16:20～17:45 ポスター発表
18:00～ 交流会(テルサホール)

☞11月5日(2日目)

9:20～12:20 特別(基調)講演・シンポジウムⅡ(クライシスマネジメントに関する話題)
13:35～15:00 シンポジウムⅢ(放射線利用)

【連絡先】

☞放射線取扱主任者部会事務局

日本アイソトープ協会学術課

〒113-8941 東京都文京区本駒込2-28-45

Tel 03-5395-8081 Fax 03-5395-8053

E-mail gakujutsu@jrias.or.jp

サービス部門からのお願い

～専用ダイヤルでスムーズな集荷を！～



平素は弊社のモニタリング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。
今年の7月より JP エクスプレス(株) (ペリカン便) と郵便事業(株) (ゆうパック) が事業統合されました。これに伴いまして宅配伝票の表示を「ペリカン便」から「ゆうパック」に変更させていただいております。



集荷依頼の際には、下記の GB キャリーバッグ専用集荷フリーダイヤルへお電話くださいますよう、お願いいたします。(番号の変更はございません) 弊社契約の宅配業者がお荷物をお預かりにうかがいます。

集荷フリーダイヤル(千代田テクノル専用番号)
0120-229080(全国一律)

なお、この集荷フリーダイヤルは、千代田テクノル GB キャリーバッグ専用の番号です。お掛け間違いのないよう、よろしくお願い申し上げます。



編集後記

●今年の夏は、集中豪雨による被害が各地で発生しています。編集子が本原稿を執筆しているのは7月20日ですが、先日のニュースによりますと、ニューヨーク、北京などで気温が40度を越え、記録的な高温になっています。また、今日のニュースでは、ロシア全土で記録的な猛暑が続き、干ばつや山火事の被害が拡大し、17地域に非常事態宣言が発令されたとのこと。亡くなった方も多数おられるようです。
また、雨が降らない高温地域や、集中豪雨で大きな被害が出ている地域が、地球規模で発生しています。かつて異常気象と呼ばれましたが、それが異常でなくなっているように思える昨今には、一種の恐怖心を煽られます。
●今週の東京の気温は、連日35度を越えると予報されています。本誌が皆様のお手元に届くころはいかがでしょう

か。今のところ台風の発生は少ないようですが、無事に夏を過ごせることを祈念しております。
●今回は、高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 教授、J-PARC 物質生命科学研究所 ミュオンセクション長 である三宅康博先生に「ミュオン科学の最前線」と題してご執筆頂きました。編集子にとっては難解な内容ですが、興味のある読者にはとてもエキサイティングな記事が満載されていると思います。世界最高強度のブルスミュオン施設 J-PARC MUSE の今後の活躍に大いに期待したいと思います。
●例年9月号で個人線量の実態を掲載しています。私たち(株)千代田テクノルの願いは、年間50mSv を超える方が0人になることです。平成21年度は、50mSv を超えた方が1名おられました。(福田光道)

FBNews No.405

発行日/平成22年9月1日

発行人/細田敏和

編集委員/竹内宣博 安田豊 中村尚司 金子正人 加藤和明 小迫智昭 福田光道 壽藤紀道

藤崎三郎 寺中朋文 丸山百合子 亀田周二 金澤恵梨子 酒井美保子

発行所/株式会社千代田テクノル 線量計測事業本部

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4階

電話/03-3816-5210 FAX/03-5803-4890

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

印刷/株式会社テクノルサポートシステム

—禁無断転載— 定価400円(本体381円)