



Photo Masaki Abe

Index

放射線発生装置廃止のための放射化測定評価マニュアル…松村 宏	1
「2021年改訂版循環器診療における放射線被ばくに関するガイドライン」の紹介……………天野 英夫	6
〔コラム〕 38th Column 【横浜市立医大早期がん減少】……………中川 恵一	11
公益財団法人原子力安全技術センターからのお知らせ……………	12
FBNews 新編集委員のご紹介……………	12
東京工業大学とのネーミングライツ契約締結について……………	13
〔テクノルコーナー〕 眼の水晶体用線量計 DOSIRISのご紹介……………	15
ガラスリング形状変更・ラベルシール変更のご案内……………	17
〔サービス部門からのお願い〕 ガラスバッジの「休止」処理について……………	19

放射線発生装置廃止のための 放射化測定評価マニュアル



松村 宏*

1. はじめに

【研究の動機】

放射線発生装置の廃止をするにあたっては、あらかじめ放射線発生装置の使用に伴って放射化するとところと、放射化しないところを区分するための測定及び判断方法を明らかにしておくことが必要であるが、標準化されたものは存在していなかった。そこで、私を研究代表者とする高エネルギー加速器研究機構のグループでは、2017年度からの4か年、原子力規制委員会の放射線安全規制研究戦略的推進事業において「加速器施設の廃止措置に係わる放射化物の測定、評価の手法の確立」に取り組んだ。

【研究の進め方と成果物】

本事業は、理化学研究所の上菟義朋先生をはじめとする関連分野の多くの専門家に研究検討委員会の委員となっただき、委員会で議論しながら推進した。調査研究においては、多くの対象施設の方々に快くご協力いただき実施することができた。最終的な研究成果は、研究検討委員会及び原子力規制庁と議論しつつ、「放射線発生装置廃止のための放射化測定評価マニュアル－静電加速器施設、放射光実験施設、陽子線治療施設、重粒子線治療施設、陽電子断層撮影（PET）核種製造用サイクロトロン施設－」としてまとめた。同

マニュアルは、本事業の令和2年度成果報告書¹⁾に別紙として添付されている。これは今後の放射線発生装置の廃止措置の標準となる重要なものとなるであろう。現在は文言の修正を行っており、改訂版を出版する準備中である。英文化も計画しており、加速器施設の廃止措置に関連する多くの方々の手に届くようにしたい。ここでは、簡単にマニュアルの構成を紹介した後、各施設が廃止措置を実際に行うにあたり特に重要な部分であり、関心の高いであろう第2章と第3章を中心に要点を解説する。

2. マニュアルの構成

【第1章】

本マニュアルは5章からなる。図1に「放射線発生装置廃止のための放射化測定評価マニュアル」の内容を示す。第1章では、本マニュアルの目的と構成について記した。

【第2章及び第3章】

これに続く第2章と第3章が、このマニュアルの中核となる。第2章では、加速器施設での実地放射化調査の結果を基に、加速器施設の放射化／非放射化区分を示した。第3章では、実施施設の測定研究を通して確立した放射化量の測定と放射化の有無の判定の方法を示した。今後、日本で廃止措置を実施する際

* Hiroshi MATSUMURA 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構 放射線科学センター 教授

にはこれら第2章と第3章が基となり、廃止措置計画が立てられることになるだろう。

【第4章及び第5章】

第4章では、調査情報として、これまでに進められた国外の放射線発生装置施設の廃止事例や標準化事例を紹介した。さらに、第5章では、放射線発生装置施設の廃止措置にお

第1章 はじめに

- 1.1 本書の目的
- 1.2 本書の構成

第2章 放射線発生装置の放射化／非放射化区分のための測定と結果

- 2.1 放射化の観点による放射線発生装置及び建屋の区分
- 2.2 放射線発生装置の使用による放射化要因
- 2.3 放射化／非放射化の区分を明らかにするための調査項目
- 2.4 放射化量推定のための測定方法
- 2.5 放射化量推定のための計算方法
- 2.6 加速器の種類による放射化／非放射化区分のための調査結果

第3章 廃止措置時の測定と放射化評価方法（PETサイクロトロンを具体例として）

- 3.1 用語の定義
- 3.2 コンクリート構造物の測定と放射化評価方法
- 3.3 PETサイクロトロンの金属の測定と放射化評価方法

第4章 海外の廃止措置の事例

- 4.1 加速器施設のクリアランス実施例
- 4.2 加速器施設に関する廃止措置の標準化事例

第5章 RI規制法下でのクリアランス制度の実施に対する課題

- 5.1 放射線発生装置の現状とクリアランス制度の運用
- 5.2 小規模事業所におけるクリアランスの進め方
- 5.3 放射化物の取扱に対する課題

図1 「放射線発生装置廃止のための放射化測定評価マニュアル」の内容

けるクリアランス制度への取り組み方について提案した。

3. 第2章 放射線発生装置の放射化／非放射化区分のための測定と結果

【放射化／非放射化区分のメリット】

第2章は、これまで放射化について国からの判断が示されていない4種類の加速器施設について放射化／非放射化区分を行うことが最終目的である。放射化していないと判断される領域があらかじめ明確になっていれば、廃止措置計画に役立ち、作業量やコストを大幅に減らす効果が期待できる。放射化／非放射化区分は、多くの加速器施設で放射化の実地調査を積み上げることで達成した。

【放射化量推定のための測定】

実地放射化調査に先立って、放射化量推定のための測定方法を複数準備した。ここでは、運転中の熱中性子フルエンス率の測定値を放射化量を推定する基本データとした。中性子フルエンス率の測定方法として、

- (1) 金箔を用いる放射化検出器、
- (2) 固体飛跡検出器 CR-39、
- (3) 熱中性子検出用TLD、
- (4) 施設コンクリート中の生成 ^{24}Na

を検討し、マニュアルでは原理、特徴、手順を詳細に記載した。これらの方法を活用する場合は、それぞれの利点・欠点の両面を記載してあるので理解した上で選択したい。測定結果と運転履歴等から、廃止の際の放射化を推定し、各施設の放射化／非放射化を判断した。

また、残留放射能の γ 線を測定する方法があり、サーベイメータによるもの、 γ 線スペクトロメータによるもの、 γ 線イメージング装置によるものを取り上げた。

【放射化量推定のためのモンテカルロ計算】

一方で、コンピュータによるモンテカルロ

計算により放射化量を推定する方法もある。バーチャルな空間に加速器室を再現し、その一次・二次粒子の分布及びそれらによって引き起こされる放射化を予測することができる。再現性を高めるには運転履歴やビーム損失の量等の様々なパラメータが正確に必要なってくるが、現実には容易ではなく、前節で記した実測による結果と比較することにより、評価結果を補正することができる。

【実地放射化調査した加速器施設】

第2章での最大の成果は、放射化量推定のための測定を、これまで放射化について国からの判断が示されていない種類の加速器施設において行い、放射化／非放射化の区分を行ったことである。表1に本事業で実地調査した加速器施設を示す。静電加速器施設、放射光実験施設、陽子線治療施設、重粒子線治療施設を対象に、4年間で15施設もの放射化実地調査を行った。

静電加速器施設では、全国の施設にCR-39付き線量計を配布し、加速器本体表面などに約1～3か月間設置して、中性子発生が検出された4施設を実地調査施設として選んだ。放射光実験施設では、エネルギーや加速器構成が様々な施設が存在するが、一般化できる

よう一通りをカバーできるように選択した。陽子線治療施設では、使われている3種類のタイプの全ての種類を調査した。これで、施設の種類ごとに放射化の区分の一般化を行うのに十分なデータを得ることができた。

表1 実地調査した加速器施設

施設の種類		実地調査施設
静電加速器施設		東北大学
		神戸大学
		筑波大学
		JAEA-東海
放射光実験施設		立命館大学 SRセンター
		広島大学HiSOR
		分子科学研究所 UVSOR
		高エネルギー加速器 研究機構PF
		理化学研究所 SPring-8
陽子線治療施設	シンクロトロンタイプ	筑波大学陽子線 医学利用研究センター メディポリス国際 陽子線治療センター
	サイクロトロンタイプ	国立がん研究センター 東病院 相澤病院陽子線 治療センター
	シンクロサイクロトロンタイプ	北海道大野記念病院
重粒子線治療施設		群馬大学重粒子線 医学研究センター

表2 静電加速器施設、放射光施設及び粒子線治療施設の放射化区分

種類	建屋コンクリート	ビームの直撃を受ける金属	ビームの直撃を受けない金属
静電加速器施設 (中性子発生なし)	放射化していないと判断される	放射化していないと判断される	放射化していないと判断される
静電加速器施設 (中性子発生あり)	放射化していないと判断される	放射化物	放射化していないと判断される
放射光実験施設	放射化していないと判断される	放射化物	放射化していないと判断される
重粒子線治療施設	放射化していないと判断される	放射化物	放射化していないと判断される
陽子線治療施設 (シンクロトロン)	放射化していないと判断される	放射化物	放射化していないと判断される
陽子線治療施設 (サイクロトロン及び シンクロサイクロトロン)	加速器室：放射化のおそれがある その他：放射化していないと判断される	放射化物	放射化していないと判断される

【放射化／非放射化区分の調査結果】

ここでは調査データの詳細は紙面の都合上省略し、最重要結論である各施設の放射化区分を表2に示す。放射化区分は、建屋コンクリート及び加速器構成金属に対して行った。この表が完成したことで、多くの施設で放射化していないと判断される部位を特定することができた。

例えば建屋コンクリートでは、サイクロトロンやシンクロサイクロトロンを使った陽子線治療施設の加速器室以外は、放射化していないと判断され、建屋に特別な処置が必要でないことができた。この表2は先述の通り廃止措置計画で非常に役立つと考えている。これに加え、マニュアルではこの表2に基づき、廃止措置時の放射化判定の流れを各加速器施設の種類に対して提示している。

4. 第3章 廃止措置時の測定と放射化評価方法 (PETサイクロトロンを具体例として)

【サーベイメータ法の確立】

第3章では、PET核種製造用のサイクロトロンでの廃止措置を具体例として、コンクリー

ト構造物や加速器金属の放射化量を測定する方法や放射化の有無を判定する方法を考案した。ここでは、最も扱いやすく簡単であるために採用障壁の低いシンチレーションサーベイメータを使い、現場で直接に対象物の表面線量率を測定する方法を軸にしたことが最大の特徴である。

【サーベイメータの新モデルの提案】

放射化測定に適したシンチレーションサーベイメータの新モデルを提案した。図2に我々が提案したCsIシンチレーションサーベイメータを示す。図2の左の写真で見られるように既存のサーベイメータとの違いはプローブ部の大きさで、提案のモデルでは非常に小さく作った。なぜなら、測定では対象物以外の周囲からの放射線の影響をカットする必要があり、鉛で遮蔽しやすくしたかったからである。現場での機動性を考えると、鉛遮蔽体はできるだけ小さく軽量であることが求められ、プローブの小型化により図2の右の写真の様に鉛遮蔽体も小型化されて実用のレベルに到達した。

【測定法の開発を行った施設】

測定法の開発は、廃止措置中の先端医学薬学研究センター、東京都健康長寿医療センター(住友重機との共同研究)、日本アイソトープ協

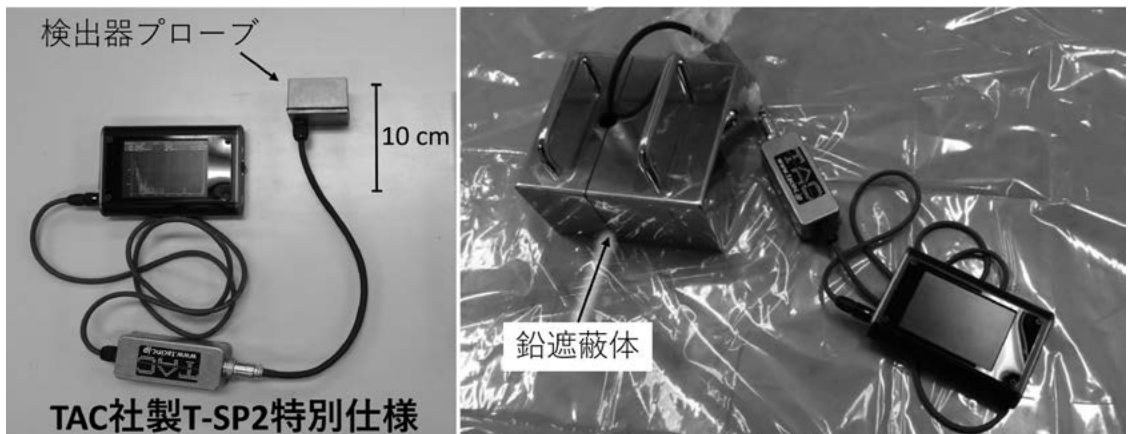


図2 放射化測定のためにデザインしたCsIサーベイメータの例(TAC社製T-SP2特別仕様)
(右は検出部を鉛遮蔽体で囲った様子)

会滝沢研究所の3つのPETサイクロトロン施設で行った。加速器室のコンクリート壁やサイクロトロン本体の鉄の放射能分布等の分析による放射化実態調査やサーベイメータの測定試行実験を行い、運転終了から2年程度経過した後に廃止措置を行う施設であることを想定した放射化評価方法を確立した。

【コンクリートの放射化測定】

PETサイクロトロン室全体に中性子が広がっていたことを示す放射化が見られた。また、コンクリート壁床のどこをとっても放射性核種の生成比は同じであることが分かった。 γ 線放出核種でありサーベイメータによる検出が容易である ^{152}Eu と ^{60}Co が主要核種であり、クリアランスレベルに対する放射能濃度の比の和の78%を占める。マニュアルでは ^{152}Eu と ^{60}Co の合算放射能濃度をサーベイメータで定量する方法を提案した。この時、線量率から放射能濃度への換算は、マニュアルで提示した検量線を使うことで可能である。しかしながら、線量率値は ^{152}Eu と ^{60}Co の放射能比に左右されるので、どこか一か所でのサンプリングや直接の γ 線スペクトロメータ測定を組み合わせることが望まれるが、比が不明な場合でも安全側の評価ができるような方法も提示した。

【サイクロトロン鉄の放射化測定】

サイクロトロン鉄において、ビームロスポイントに近く明らかに放射化物となる領域を除いた、廃止措置時に放射化測定が必要になる領域では、 ^{60}Co が主要放射性核種であり、他の核種の存在は基本的に無視できることが分かった。サーベイメータによる線量率から ^{60}Co 放射能濃度を求める換算係数を示し、簡単に放射能濃度を測定できるようにした。この時、サーベイメータで検出できる γ 線は表面からほんの数cm深さまでであるが問題はない。鉄内でビルドアップする放射化分布がないことを確認できており、そのままでも切断

しても必ずどこかの表面が最大放射能濃度になるからである。測定できない鉄塊の内側に高放射能濃度の部分が隠れている恐れがないことが、放射能濃度の定量及び放射化判定には重要である。

【放射化判定方法】

放射化の有無の判定では、クリアランスレベル以下を測定する能力があるサーベイメータでバックグラウンドと区別できないレベルである物を「IFB (Indistinguishable From Background, バックグラウンドと区別できない)」として定義し、IFBを一般物として取り扱いできるようにとした。このIFBの考え方を放射化判定に取り入れたことが重要である。実際にシンチレーションサーベイメータを用いて測定を行い、バックグラウンドの 3σ がクリアランスレベルより十分低いレベルであることを確認し、サーベイメータ法により放射化判定できることを実証した。

参考文献

- 1) 高エネルギー加速器研究機構、令和2年度放射線安全規制研究戦略的推進事業成果報告書、「加速器施設の廃止措置に係わる放射化物の測定、評価の手法の確立」、2021年3月

著者プロフィール

2000年、金沢大学大学院博士課程を修了し、中高エネルギーの光核反応の放射化学的研究で博士(理学)を取得した。2000年に日本大学文理学部化学科助手、2002年に高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター助手となる。その後、同助教、同准教授を経て、2020年から同教授となり現在に至る。2008年には一年間UCバークレーに留学した。専門は核化学・放射化学で、放射化学の手法を用いて放射能分析を行い、核現象や放射化現象の研究を行う。

高エネルギー加速器研究機構では放射線管理室に所属し、12GeV陽子加速器施設、FFAG、コンパクトERL、教育加速器の遮蔽設計や放射線管理を担当した。現在は放射線管理室長として高エネルギー加速器研究機構全体の放射線管理を統括する。

「2021年改訂版循環器診療における放射線被ばくに関するガイドライン」の紹介



天野 英夫*

2021年4月に日本循環器学会から「2021年改訂版循環器診療における放射線被ばくに関するガイドライン」が発行された¹⁾。

ガイドラインの中で、医療従事者における放射線被ばくに関して、人体の各部位の等価線量限度について記載されているが、2021年4月に水晶体の等価線量限度が引き下げとなっており、水晶体について重点的に紹介する。

I) 水晶体について

2021年4月に水晶体の等価線量限度が大幅に引き下げとなり、厳重な放射線防護が必要になるので、ガイドラインでは重点的に解説されている。放射線防護の推奨とエビデンスレベルの設定、その要因となったエビデンスについて示す。

1) 水晶体の等価線量限度引き下げのいきさつについて

- ・2011年4月国際放射線防護委員会 (ICRP) は「組織反応に関する声明」において、計画被ばく状況における職業被ばくに関する水晶体の等価線量限度について、「年間150mSvを超えないこと」から「定められた5年間の

平均で20mSv/年、かついずれの1年においても50mSvを超えない」ことを勧告した。

- ・欧米ではすでにICRPの水晶体の等価線量限度を法令に取り入れている国が複数ある。
- ・2018年3月に放射線審議会より、眼の水晶体に係る放射線防護の在り方について所要の措置を講ぜられるようにと関係行政機関に対し具申した。
- ・2021年4月から、水晶体の等価線量限度引き下げとなった。

以上のいきさつから、ガイドライン上の『放射線業務従事者の眼の水晶体防護のための推奨とエビデンスレベル』で、「水晶体の等価線量が5年間の平均で20mSv/年、かつ、いずれの1年においても50mSvを超えないように管理する」「不均等被ばく管理で年間20mSvを超えた従事者はその時点で5年間を管理の対象とし、その後、水晶体専用の線量計を使用して、5年間で100mSvを超えないように管理する」が推奨クラスI、エビデンスレベルAと設定された。

2) 水晶体の機能、構造及び特徴、放射線白内障についての説明

水晶体の被ばくのメカニズムについて解説

* Hideo AMANO 東邦大学医療センター大森病院 循環器内科 准教授

し、被ばく防護に対する意識を高めている。
「水晶体は、外から入ってきた光を屈折させ、網膜上に焦点を合わせるための凸レンズとしての機能を有している。

本来は透明な水晶体が何らかの原因で混濁した状態を白内障という。主たる原因は加齢であり、視力障害が進行すると手術の適応になる。水晶体は電離放射線への感受性の高い組織で、放射線の被ばくにより水晶体が混濁し、放射線白内障を来すことがある。」²⁾

3) 水晶体被ばくの現状について

水晶体被ばくが、特に循環器に多いことを解説し、危機感を持たせている。

以下にもとになった報告を示す。

- ・新基準を満たさない放射線業務従事者のほとんどが一般医療分野である。

わが国の業種別水晶体の等価線量分布を示す(表1)³⁾。

水晶体の等価線量が20mSv/年を超えた放射線業務従事者は、ほとんどが医療分野である。

医療分野において、水晶体の等価線量が20mSv/年を超えた人数は998人で、医療分野全体の約0.5%にのぼる。

- ・循環器内科、消化器内科ではかなりの水晶体被ばくがある。

医師の診療科別の等価線量分布を示す(表2)⁴⁾。

20mSvを超えるのは、循環器内科、消化器内科、消化器外科、放射線診断科、整形外科に多い。50mSvを超えるのは、循環器内科、消化器内科、整形外科、脳神経外科に多い。

循環器内科に限れば、20mSv超が15.4%、50mSv超が0.3%であり、新基準になった場

表1 わが国の業種別眼の水晶体の等価線量分布 単位：人

水晶体線量	医療	工業	研究教育	獣医療	全体
5 mSv以下	195499	38294	41798	8817	283480
5.01 - 10mSv	3389	113	25	7	3534
10.1 - 20 mSv	1722	22	7	3	1755
20.1 - 50mSv	859	0	5	0	864
50.01 mSv以上	139	0	2	0	141

*ガラスバッジサービスに基づく
出典：千代田テクノル、FBNews No501 (2018) を改変

表2 眼の水晶体の等価線量分布(医師、主な診療科別)

水晶体線量 (mSv/年)	循環器内科	消化器内科	消化器外科	放射線診断科	整形外科	泌尿器科	放射線科	脳神経外科
人数	318	301	73	137	143	103	105	131
20超 - 50	15.4%	11.0%	6.8%	5.8%	4.9%	3.9%	2.9%	2.3%
50超	0.3%	3.7%	0.0%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	0.8%

※眼の水晶体の等価線量は、頭頸部に装着した線量計の1cm又は70μm線量当量の適切な方で評価しているが、防護眼鏡等による遮蔽効果は考慮していない。

注：全国17か所の医療機関（国立病院機構関連施設）の医師2,207人を対象として調査した結果
出典：日本放射線技術学会学術調査研究班による調査 を改変

合に基準を超える割合が多く、早急な対応が必要である。

Ⅱ) 循環器領域の医療者放射線防護の方法

循環器領域の医療者被ばくに関して、手技上の特殊性があり、防護方法に特別な配慮が必要である。以下に具体例、および防護方法について示す。

循環器では、多くの透視下のカテーテル治療が行われている。心筋虚血領域では、虚血性心疾患に対する経カテーテル的冠動脈拡張術(PCI)、下肢動脈、頸動脈に対する血管内治療(EVT)、不整脈領域では心房細動などに対するカテーテルアブレーション、structure heart diseaseとして大動脈弁狭窄症に対する経カテーテル的大動脈弁植え込み術(TAVI)、心房中隔欠損に対する閉鎖術(AMPLATZER™)などが行われている。

特にPCIでは、慢性完全閉塞病変(CTO)などの複雑病変に対しては、手技時間：1-3時間、透視時間：30-60分、透視線量2Gyを超える場合がある。水晶体被ばく線量限度の引き下げに伴い、循環器領域では大幅な放射線防護が必要になる。以下に循環器領域の放射線防護について示す。

1) 術者側

- a. 防護眼鏡：今回の新基準は非常に厳格であり、必ず防護眼鏡着用が必要になってくる。
- ・レンズの放射線遮へい効果も最大で90%あり適切な利用は水晶体の被ばく低減に有効。
 - ・立ち位置の関係より右眼より左眼に被ばく



図1 防護眼鏡装着例
(株式会社千代田テクノロ 提供)
〔防護眼鏡〕型番：EC-10XRAY
製造販売元：(株)エリカオブチカル

が多く、X線管を2個備える装置やX線管の位置を細かく変える手技では、幅広く放射線を防護できる側面までレンズが広がるゴーグルタイプの物が効果的である(図1)。

- ・手技の際に透視台の近傍に立つ術者と医療スタッフ、患者の容体管理等の目的でカテーテル室内に残る医師等は、防護眼鏡の着用が必要。
- ・労働安全衛生規則第596条では、保護具は同時に作業をする従事者の人数と同数以上を備え、常時有効かつ清潔に保持することを事業者に求めている。

以上より、「防護眼鏡は医療スタッフを含め同時に作業する人数分を用意する」を推奨クラスⅠ、エビデンスレベルA、「正面と側面からの放射線防護が可能な防護眼鏡を着用することを考慮する」推奨クラスⅡa、エビデンスレベルBと設定された。

- b. 体幹部：防護衣、ネックガードを着用する。

2) 機器側

機器側の防護として、防護アクリルガラス、ラバーシールドを常に使用する。角度によってはX線管がラバーシールドに当たることがあり、ラバーシールドの位置を変更、台を上げるなどで対応する。

3) 被ばく線量低減

被ばく線量低減のため以下のような対策を行う。1. 不必要な透視、撮影をしない、2. 撮影フレームレートをできるだけ低くする、撮影時間も短くする。3. 低レートパルス透視を使用する。4. X線管を患者からできるだけ離す。5. 拡大透視・撮影の使用は必要最小限にする。6. 常に必要な範囲に照射野を絞る、などを行う。

4) 手技の工夫

1. 冠動脈にワイヤーを通過させるときに、virtualな冠動脈枝を表示して透視を使用せずワイヤー通過させる (Road mapの使用)、2. 冠動脈に血管内超音波 (IVUS) を使用することで透視時間を軽減、3. 穿刺時に外部からのエコーを使用しワイヤーを導く、など行い被ばく線量を低減する。

5) 新しい放射線機器

新しい放射線機器では従来の放射線機器に比べ約60%の被ばく線量低減の報告がある⁵⁾。当施設でも昨年からは新しい放射線機器を導入し、大幅な放射線量低減を達成している (平均皮膚照射線量2.26 Gy → 1.13 Gy : 50%低減)。

大きな経済的な問題があるが、今回の新基準導入を契機に、新しい放射線機器の買い替えの検討も必要であると考えられる。

III) 計測法

計測法の問題点として、以下が示され、エビデンスレベルが設定された。

- ・放射線防護衣の内側と外側に線量計を装着する不均等被ばく管理は約30%しか実施されていない。
- ・均等被ばく管理の場合、水晶体被ばくに関しては、過小評価される。
- ・不均等被ばく管理では、頭頸部の計測で代用しているため、過大評価される。
- ・被ばくが多い医師は、当初から防護眼鏡の内側に専用線量計を装着することを推奨される。
- ・専用線量計は落下しやすく、視野を妨げるのではないかと先入観で普及していない。試用品を試す必要がある (図2)。
- ・防護眼鏡を使用し、防護眼鏡の内側に線量計を装着することで、60-90%の防護効果がある。



図2 専用線量計
(株式会社千代田テクノロ 提供)

以上より、「不均等被ばく管理で年間20mSvを超えた従事者はその時点で5年間を管理の対象とし、その後、水晶体専用の線量計を使用して、5年間で100mSvを超えないように管理する」が推奨クラスI、エビデンスレベルAと設定された。

IV) 問題点

ガイドライン上で医療従事者の放射線被ばくの問題点について示され、改善が促された。

1) 計測法

- a. 1年間で10mSvを超えたら、中止喚起するなど、各施設で対策を考える必要がある。
- b. 病院のローテーションがあるので、病院間の線量管理のスムーズな引き継ぎはできない可能性がある。

2) 経済的負担

防護眼鏡、線量計の購入に対し、放射線業務従事者全体に普及させる場合、経済的負担が大きくなる。行政機関か、各施設で負担するのか検討される必要がある。

3) 高度技術者の被ばく

CTOなど、高度技術者でないと成功できない症例が存在する。また僻地医療では医師が少なく、特定医師に放射線被ばくが集中する場合がある。その場合、新基準を超える可能性があり医療継続が難しくなる。多くの医師への技術の伝承、僻地医療者の充実が必要である。

V) 手技内容の共有

手技内容の共有による防護が提言された。
 ・「タイムアウト」にて手技の行程を、多職種（医師、看護師、診療放射線技師、臨床工学士等）で情報共有できれば、遮へい板、防護眼鏡、適切な術者の立ち位置の事前予測が可能になり、防護に役立つ。

参考文献

- 1) 2021年改訂版 循環器診療における放射線被ばくに関するガイドライン
- 2) 平成30年、眼の水晶体に係る放射線防護の在り方について、眼の水晶体の放射線防護検討部会より
- 3) 千代田テクノル。平成29年度個人線量の実態。FBNews 2019; No.501.
- 4) 藤淵俊王, 他. 眼の水晶体の等価線量分布 (医師, 診療科別), 日本放射線技術学会学術調査研究班による調査. 2018年秋季日本放射線技術学会秋季学術大会.
- 5) Nakamura et.al. Heart Vessels. 2016; 31: 655-663.

著者プロフィール

略歴

現 東邦大学医療センター大森病院 循環器内科 准教授

1996年 東邦大学医学部を卒業後、東邦大学医学部付属大森病院 循環器内科に入局
 牛久愛和病院、大船中央病院、せんぼ東京高輪病院を経て、2020年より東邦大学医療センター大森病院 循環器内科 准教授

専門領域：冠動脈インターベンション

医学博士

日本内科学会認定内科医・総合内科専門医
 日本循環器学会循環器専門医

日本心血管インターベンション学会専門医
 日本循環器学会 関東甲信越地方会 評議員
 日本心血管脳卒中学会 評議員

Fellow of the European Society of Cardiology (FESC)



中川 恵一

東京大学医学部附属病院

横浜市立医大早期がん減少

21年9月22日、横浜市立大学を中心とする研究グループは、新型コロナの流行によって、早期がんが減り、進行がんが増えたという衝撃的な調査結果を発表しました。

横浜市立大学附属病院と横浜医療センターの2つの病院において、17年から20年までの4年間に新規に消化器系のがん（食道がん、胃がん、大腸がん、膵がん、肝臓がん、胆道がん）と診断された患者5千人超が調査対象です。

わが国でコロナが本格的に流行し始めた20年3月以降を流行期、それ以前を流行前として比較したところ、流行期の患者数は、流行前と比べて、胃がんでは26.9%、大腸がんでは13.5%と有意な減少が見られました。食道がん、肝臓がん、胆道がんでも患者数は減少していましたが有意差はありませんでした。膵臓がんはほぼ不変でした。

胃がん、大腸がんでは有意な減少が見られ、それ以外の消化器系のがんでは有意な変化が見られなかった理由は、調査対象となった消化器系がんのうち、がん検診の対象となるのは、胃がん、大腸がんのみだからでしょう。

ステージ別に分析した結果、胃がんは大腸がんでは、コロナ流行前と比べて、流行期では早期がんの患者数が減っていることが分かりました。

「固形がん」の進行度は、粘膜内にとどまっている最も早期のステージ0から、転移があり治療が難しくなるステージ4に分けられます。

今回の調査では、ステージ0、1といった早期の大腸がんの患者数がコロナ流行期は流行前より3割以上減っていました（有意差あり）。やや進行したステージ2（粘膜の外側の筋肉の層までがんが進展するがリンパ腺への転移はない）でも、35%減と有意な減少がみられました。

一方、リンパ腺への転移があり、抗がん剤などの補助治療を要するステージ3は約7割増でした（有意差あり）。

胃がんでも、ステージ1の患者数が有意に減っていました。その他のがんでは、有意な変化は認めませんでした。

日本では海外のような厳格なロックダウンは行われず、医療へのアクセスについても、医療制限は原則、行われていません。この研究でも、再診患者の数については、流行前後で有意な減少はありませんでした。

これは非常に重要なポイントですが、「がんは症状を出しにくい病気」です。私が罹患した膀胱がんもそうでしたが、早期がんでは症状が出ることはまずありません。がんを早期のうちに診断できる時間は1~2年位ですから、体調が万全でも、定期的に検診を受けることが必要です。

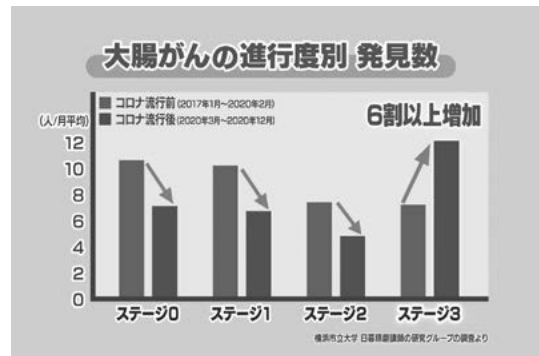
しかし、自治体によるがん検診（住民検診）の受診者は、20年は前年より3割も減りました。21年は多少戻りつつありますが、1~6月の受診者はコロナ前と比べると17%減です。

消化器系のがんのうち、住民検診の対象は胃がん大腸がんだけ。がん検診の受診減が、早期の胃がん・大腸がんの減少につながった可能性があります。

コロナによって、検査件数が減った結果、早期がんが減り、進行がんが増えています。しばらくすると、がん死亡が増えてくるはずですが。

がん検診、そして、かかりつけ医への受診を今まで通りに続ける必要があります。

1日にコロナで亡くなる人は過去1年の平均で45人程度。がんは1,040人です。コロナでもがんを忘れてはなりません。



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★

講習名/月	2月	3月	4月	5月	6月
医療機関の放射線業務従事者のための放射性同位元素等規制法講習会 オンライン講習	2/5				
第1種・第2種・第3種 放射線取扱主任者講習			4月以降は準備中につきホームページURLをご覧ください。		
放射線取扱主任者 定期講習	オンライン講習 (ライブ配信)	2/15 (使用)・(密封)	3/10 (使用)・(密封)		○
	集合講習		○ (使用)・(密封)		
特定放射性同位元素防護管理者定期講習 eラーニング講習			3/9～3/18		
核燃料物質の安全管理講習会 オンライン講習		○			

- ・最新情報や詳細日程については、当センターのホームページをご確認ください。(○印は計画中)
- ・講習開催(集合講習)については、新型コロナウイルス感染症の拡大状況に伴い国から示されている屋内イベントの開催の在り方を踏まえると共に行政等の指示に従うものとします。

★出版物について★ 出版物のお申込みは、当センターのホームページにて受付しております。
ホームページURL：<https://www.nustec.or.jp/> メールアドレス：kosyu@nustec.or.jp 電話：03-3814-5746

FBNews 編集委員のご紹介



前原 風太 (まえはら ふうた)

65期よりFBNews新編集員に任命いただきました、アイソトープメディカル営業課の前原と申します。

主にRI施設コンサルティングを担当させていただいており、よりよいRI施設へのお手伝いができるよう日々法令や施設設計と格闘(勉強)しております。

私の得意とする分野からも有意義な情報提供できればと思います。よろしく願いいたします。



山口 義樹 (やまぐち よしき)

この度、新編集委員としてFBNewsに携わることになりましたメディカル営業支援課の山口義樹と申します。

放射線治療装置およびその周辺機器(QA/QC、金マーカ)など放射線治療分野における医療機器の販売支援業務を担当しています。

読者の皆様に興味を持っていただける誌面づくりに尽力していきたいと思っております。よろしく願いいたします。



篠崎和佳子 (しのざき わかこ)

この度、FBNews編集委員を担当させていただくことになりました線量計測技術課の篠崎和佳子と申します。

ガラスバッジをはじめ弊社の線量計に関する最新情報を含め、線量計測分野のホットな話題を皆様にお届けできるよう活動していきたいと思っております。どうぞよろしく願いいたします。

東京工業大学との ネーミングライツ契約締結について

アイソトープメディカル営業課 酒井 昭宏

【ネーミングライツ契約について】

弊社は、国立大学法人東京工業大学（以下「東京工業大学」）と同大学科学技術創成研究院ゼロカーボンエネルギー研究所のコバルト照射施設のネーミングライツに関する契約を2021年6月22日に締結しました。



(右)東京工業大学学長 益 一哉 先生
(左)弊社代表取締役社長 井上 任

弊社としては、大学施設の有効利用を通じて教育研究環境の向上を図るという同学のネーミングライツ事業の目的に賛同すると共に「放射線の安全利用技術を基礎に人と地球の“安心”を創造する」という弊社の企業理念を具現化することとしています。このため、放射線の安全利用・有効利用のための社会貢献活動のひとつとして、コバルト照射施設の潜在能力と将来性に着眼し、

今回初めてネーミングライツ事業に応募しました。

今回のネーミングライツ契約締結により、コバルト照射施設の名称が2024年3月31日までの間「千代田テクノロ コバルト照射施設」となります。

東京工学大学のコバルト照射装置施設の概要と装置は以下の通りです。

【コバルト照射施設の概要】

コバルト照射施設は、東京工業大学大岡山キャンパスにあり、1966年に放射線（ガンマ線）による物質の化学変化および物理変化を研究するための汎用ガンマ線照射施設として設置されました。以来、学内を中心



(左)東京工業大学オープンファシリティセンター
安全管理・放射線部門長 依田 功様
(右)弊社社長 井上

に学生の実験や様々な目的の学術研究に利用されてきました。

コバルト照射装置は、我が国でも目的毎にさまざまなものが存在しており、医療器具の滅菌や、材料改質、品種改良、食品照射など多くが実用目的に用いられています。一方、本施設は、近年、宇宙開発に関わる研究、開発が盛んになってきたのを契機として、小型人工衛星、探査衛星の放射線耐性試験に多く利用されているという特徴があります。その他にも、加速器や原子炉等で使用される測定機器の試験、開発、細胞の放射線応答、機能性高分子の合成、原始地球の生命の起源に関する研究など多岐にわたる研究分野で活躍しています。

さらに2018年度からは、これまで原則学内に限られていた利用者を拡大し、学外の研究機関や民間企業等も利用可能になったことで、さらに多くの放射線試験が行われるようになり、現在では学内外の30以上のユーザーが年間利用されています。

【コバルト照射装置】

コバルト照射施設が保有するコバルト照射装置は、遠隔操作により、リング状に配置されたペンシル状のCo-60線源が、地下の格納容器から照射台の位置まで上がる床埋込み型線源押し上げ方式です。

また、照射室から遠隔操作を行う部屋にはケーブルダクトもあり、照射しながらの

データ収集などの実験が可能で、測定器の開発・試験や照射しながらの線量評価なども可能です。



操作室側より撮影



照射室内

【最後に】

研究用コバルト施設は、本施設が都内で唯一のものであり、東日本でも数施設しかありません。また、2017年の放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律(現:放射性同位元素等の規制に関する法律)改正により、特定放射性同位元素の防護措置が義務付けられましたが、本施設は高いセキュリティを維持しつつも、手続きを行えば学内だけでなく学外の研究機関や民間企業も容易に利用できることから、研究者や技術者にとって有益な施設となっています。

弊社千代田テクノルは、今後も製品やサービスの提供および社会貢献活動を通じて、放射線の安全利用・有効利用のお手伝いをできればと考えております。

テクノロジーコーナー

眼の水晶体用線量計 DOSIRISのご紹介

2021年4月より眼の水晶体の等価線量限度がこれまでの「1年間で150mSv」から「5年間につき100mSvおよび1年間につき50mSv」と大きく引き下げられました。放射線業務においては、防護衝立や防護メガネ等の有効な防護措置を実施するとともに、より正確な眼の水晶体の等価線量測定が求められています。

弊社では、2017年10月からIRSN（フランスの放射線防護・原子力安全研究所）で開発された眼の水晶体用線量計DOSIRISによる3mm線量当量測定サービスを開始し、法令が改正された2021年4月からはガラスバッジによる測定結果とDOSIRISの測定結果を合わせてご報告しています。

改めて、DOSIRISについてご紹介いたします。

■ DOSIRISの特長

- ・ 視界に入らない装着位置
…… 角度・位置の調整が可能です
- ・ 防護メガネの内側に装着可能
- ・ 3mm線量当量を測定

■ DOSIRISの装着方法

以下の2つから選択いただけます

- ①防護メガネ取付部品
- ②ヘッドバンド



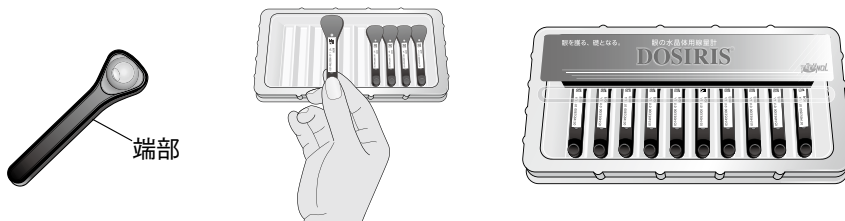
①防護メガネ取付部品での装着イメージ



②ヘッドバンドでの装着のイメージ

■ 返却方法

DOSIRISを測定依頼する際は、防護メガネ取付部品およびヘッドバンドからDOSIRIS端部を取り外し、トレイに収納してください。



■ 線量の報告

2021年4月以降はガラスバッジサービスの一部として同じ報告書で報告しています。

個人線量算定値報告書

個人線量の算定結果を次のとおり報告いたします。

個人コード	ご所属先 機関コード	性別	年齢	測定 時期	測定 部位	測定 結果	測定 単位	測定 回数	測定 期間	測定 回数	測定 結果	測定 単位	測定 回数	測定 期間	測定 回数	測定 結果	測定 単位	測定 回数	測定 期間	測定 回数	測定 結果	測定 単位	
12345678	千代田 太郎	男	1	X	0.1	0.7		0.0	(2.0.0)	12.0.1	11.0.1	11.0.7	11										
12345679	千代田 花子	女	10	X	X	X	X	0.3	11.0.3	11.0.3	11.0.3	11.0.3	11.0.3	11.0.3	11.0.3	11.0.3	11.0.3	11.0.3	11.0.3	11.0.3	11.0.3	11.0.3	11.0.3
12345680	千代田 太郎	男	1	X	X	X	X	0.0	3.0.0	12.0.0	12.0.0	12.0.0	12.0.0	12.0.0	12.0.0	12.0.0	12.0.0	12.0.0	12.0.0	12.0.0	12.0.0	12.0.0	12.0.0

個人線量の累計値
<等価線量>
水晶体年度計

【個人線量算定値報告書】
DOSIRISで測定した線量を眼の水晶体の等価線量として報告します

【個人線量測定値報告書】
DOSIRISの測定値は
3mm線量当量です

個人線量測定値報告書

個人線量の測定結果を次のとおり報告いたします。

個人コード	ご所属先 機関コード	性別	年齢	測定 時期	測定 部位	測定 結果	測定 単位	測定 回数	測定 期間	測定 回数	測定 結果	測定 単位	測定 回数	測定 期間	測定 回数	測定 結果	測定 単位	測定 回数	測定 期間	測定 回数	測定 結果	測定 単位	
12345678	千代田 太郎	男	1	X	0.2	(0.2)		0.2	A	0.2	0.2	0.2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12345679	千代田 太郎	男	1	X	X	X	X	0.5	X	0.5	0.5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12345680	千代田 太郎	男	1	X	X	X	X	0.1	X	0.1	0.1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

3mm線量当量

お問い合わせの多い「防護メガネ取付部品を使用した場合の装着方法」と「返却方法」についての動画を弊社YouTubeチャンネルで公開しています。弊社ホームページ (<https://www.c-technol.co.jp/>) 内のDOSIRISの商品紹介ページ (https://www.c-technol.co.jp/radiation_monitoring/monitoring07)、取扱説明動画リンクよりアクセスが可能です。

DOSIRISについてのお問い合わせは、最寄りのガラスバッジ担当事務所、もしくは線量計測事業本部 (TEL : 03-3252-2390) までお願いします。

■ ガラスバッジ担当事務所

担当事務所	TEL/FAX	担当都道府県
札幌事務所	TEL : 011-206-6801 FAX : 011-200-2030	北海道
仙台事務所	TEL : 022-727-9572 FAX : 022-727-9574	青森県・岩手県・宮城県・秋田県・山形県・福島県
東京事務所	TEL : 03-3816-5210 FAX : 03-5803-4890	茨城県・栃木県・群馬県・埼玉県・千葉県・東京都・神奈川県・新潟県・山梨県・長野県
名古屋事務所	TEL : 052-220-6722 FAX : 052-220-6721	富山県・石川県・福井県・岐阜県・静岡県・愛知県・三重県
大阪事務所	TEL : 06-6369-1566 FAX : 06-6368-2057	滋賀県・京都府・大阪府・兵庫県・奈良県・和歌山県・鳥取県・島根県・岡山県・広島県・山口県・徳島県・香川県・愛媛県・高知県
福岡事務所	TEL : 092-262-2235 FAX : 092-282-1256	福岡県・佐賀県・長崎県・熊本県・大分県・宮崎県・鹿児島県・沖縄県

ガラスリング形状変更・ラベルシール変更のご案内

線量計測技術課

日頃は弊社ガラスバッジサービスをご利用いただきありがとうございます。この度、弊社製品「ガラスリング」の形状およびラベルシールの改良をいたしましたので、ご案内申し上げます。

なお、今回の改良による価格の変更はございません。

引き続きご愛顧賜りますようよろしくお願い申し上げます。

【切り替え時期】

ガラスリング形状変更：2022年7月のご使用分から（予定）

ラベルシール変更：2022年2月のご使用分から

【変更内容】

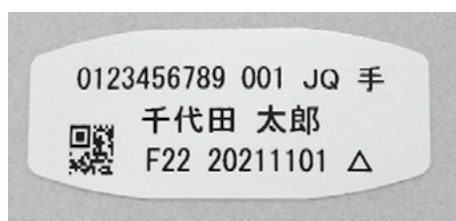
■ ガラスリング（一般のお客様用）

	現行品	改良品	変更箇所等
正面			<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス素子格納部分の形状に変更はありません。 ・ケースの材質に変更はありません。
裏面			<ul style="list-style-type: none"> ・先端部を丸く、やや太くすることで先端部が指に食い込みにくくなっています。
側面			<ul style="list-style-type: none"> ・内側の突起部を丸くし、指輪部へのスロープを緩やかにし、角のない仕上がりになりました。 ・リングの厚みを先端部にかけて薄くなるようにし、手袋装着時の圧迫感を少なくしました。 ・指輪サイズ：7号～30号に対応。 (変更ありません)

■ ガラスリング（原子力発電所作業者様用）

	現行品	改良品	変更箇所等
正面			<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス素子格納部分の形状に変更はありません。 ・ケースの材質に変更はありません。 ・通し穴の位置に変更はありません。
裏面			<ul style="list-style-type: none"> ・先端部を丸く、やや太くすることで先端部が指に食い込みにくくなっています。
側面			<ul style="list-style-type: none"> ・内側の突起部を丸くし、指輪部へのスロープを緩やかにし、角のない仕上がりになりました。 ・リングの厚みを先端部にかけて薄くなるようにし、手袋装着時の圧迫感を少なくしました。 ・指輪サイズ：13号～30号に対応。

■ ラベルシール



ラベルシールの材質を変更いたしました。これによりシールの粘着力が今までより向上し、また、ご使用者様のお名前やご使用開始日などの表示が消えにくくなりました。なお、外観や形状に変更はございません。

サービス部門からのご願い

ガラスバッジの「休止」処理について

平素より弊社のガラスバッジサービスをご利用くださいます。誠にありがとうございます。
 ガラスバッジを一定の期間だけ使用しないときは「休止」処理をいたします。休止期間の終了日をお知らせください。「ガラスバッジWebサービス」からもお手続きが可能です。
 (https://www.c-technol.co.jp/)

「ご使用者変更連絡票」にてご連絡いただく際は下記をご参照ください。「ご使用者変更連絡票」は弊社Webサイトからダウンロードが可能です。

なお、休止期間が長期の場合や終了日が未定のときは「中止」にてご依頼ください。

● 1回のご使用期間のみ休止される場合は、「今回のみ」を○で囲ってください。

処理区分 (必須)	お客様コード	整理 番号	個人コード	ご使用者名	性別	生年月日 (西暦)	職種	型式	装着部位	変更年月日 (西暦)	ラベル 印字 方向	備考 (ラベルの色・機種コードなど)
追加・変更 中止(休止) 名義変更	123-4567-00B	003		フリガ 千ヨダゴロウ 千代田 五郎	男 女	年 月 日			頭・胸 腹・手 ()	2022年 2月1日 (今回のみ) から	縦 横 円	

● 連続してご使用を休止される場合は、備考欄に終了日をご記入ください。

処理区分 (必須)	お客様コード	整理 番号	個人コード	ご使用者名	性別	生年月日 (西暦)	職種	型式	装着部位	変更年月日 (西暦)	ラベル 印字 方向	備考 (ラベルの色・機種コードなど)
追加・変更 中止(休止) 名義変更	123-4567-00B	003		フリガ 千ヨダゴロウ 千代田 五郎	男 女	年 月 日			頭・胸 腹・手 ()	2022年 2月1日 (今回のみ) から	縦 横 円	2022/5/31

編集後記

- 2月、「梅は咲いたか、さくらは未だかいな…」の端唄が口をつく。温暖化で気象のばらつきが大きくなってきているようだ。開花は早まるのだろうか。加えて新型コロナ・パンデミック3年目も、感染力の強いオミクロン株だ。新しい日常は未だ見えず、移動、集会など唯々自粛の毎日では気が滅入る。中川恵一先生のコラムを読んで、健康の維持管理、増進についてよく考えてみたい。
- 巻頭は、多くの放射線発生装置でこれから進む廃止措置にあたり必須となる放射化の計測と評価について、高エネルギー加速器研究機構の松村宏教授にマニュアルの作成経過と内容を紹介いただいた。これからの装置では、放射化の推計が容易にできる設計上の工夫が施されているが、これまでは必ずしも十分ではなかった。福音となるマニュアルを基に丁寧か

- つ合理的な対応が求められています。
- 次に、循環器診療における放射線被ばくに関するガイドラインの本年の改訂のうち、特に大幅に線量限度が引き下げられた眼の水晶体の被ばく関係の事柄について、東邦大学医療センター大森病院循環器内科の天野英夫先生に解説いただいた。手技が複雑、高度化している循環器系の診断治療において医療従事者の被ばく低減は喫緊の課題であり、防護システムの変更にも速やかに対応され、共有知を高められている専門の先生方に敬意を表します。
- 今月号では、当社の活動2件も紹介しています。東京工業大学のコバルト照射施設のネーミングライツ契約と眼の水晶体用線量計DOSIRISのご紹介です。皆様のご参考になれば幸いです。

(SA)

FBNews No.542

発行日/2022年2月1日

発行人/井上任

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 藤森昭彦

篠崎和佳子 高橋英典 廣田盛一 前原風太 山口義樹

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/03-3252-2390 FAX/03-5297-3887

https://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)