



Photo Masaki Abe

Index

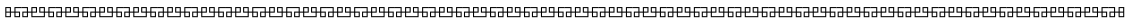
福島県環境創造センター交流棟 『コミュニティ福島』の果たす役割について	角山 茂章	1
放射線診療従事者に対する 不均等被ばく管理の現状と課題	藤淵 俊王	6
放射線安全技術講習会 第60回放射線取扱主任者試験受験対策セミナー・開催のお知らせ ..		11
[泉涓涓として...] リスクについて	青山 伸	12
[話題] カザフスタン共和国立核物理研究所との 放射線安全利用技術に係る研究協力	河村 弘	13
「2017国際医用画像総合展」のご案内		18
[サービス部門からのお願い] 4月1日はガラスバッジ、ガラスリングの交換日です。		19



福島県環境創造センター交流棟 『コミュタン福島』の果たす役割について



角山 茂章*



1 環境創造センターについて



福島県環境創造センター（以下、センターという。）は、東京電力福島第一原子力発電所事故から福島を回復し、県民の皆様が安心して暮らせる環境を創造するために、県中部の三春町に県が設置した施設であり、昨年7月に全棟が開所しました。

センターは、『本館』・『研究棟』・『交流棟』の3棟で構成されており、『本館』では福島県職員が勤務し、放射線や環境に関するモニタリングや調査研究を行っています。『研究棟』では、国の研究機関である、“国立研究開発法人日本原子力研究開発機構”と“国立研究開発法人国立環境研究所”が入居し、3機関が互いに連携し、本県の環境の回復と創造に向けた調査研究を行っています。『交流棟』は、放射線や福島に関する展示を行っているほか、会議等で利用できるようホールや会議室を備えています。

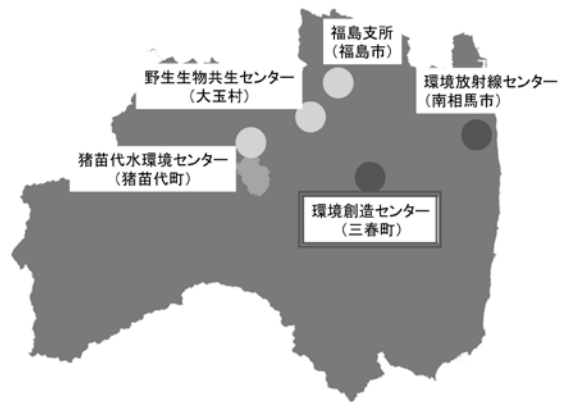
なお、交流棟は身近な施設として県民の皆様方に親しまれるよう愛称を公募し、『コミュタン福島』と名付けられました。

その他、南相馬市には、いわば出張所として『環境放射線センター』を設置し、原子力発電所周辺の環境放射線等の監視を行っているほか、福島市には、放射化学分析を行う『福島支所』、そして、大玉村には、野生生物のモニタリングや調査研究を行う『野生生物共生センター』、猪苗代町には、猪苗代湖等の水質

等のモニタリングや調査研究を行う『猪苗代水環境センター』が設置されています。



環境創造センター全景
(左より、研究棟・本館・交流棟)



環境創造センター全施設の位置

2 コミュタン福島について



コミュタン福島は、主に本県の未来を担う子どもたちが「放射線や本県の環境等について学び、自ら考え、主体的に判断し行動する力」

* Shigeaki TSUNOYAMA 福島県環境創造センター 所長

や「本県の状況を適切に理解できる力」を身に付けるために、展示、体験研修スペース等を備えた施設になっています。

7月のオープン以降、県内外多くの方々に来館いただき、昨年11月19日には、3万人目のお客様をお迎えしました。

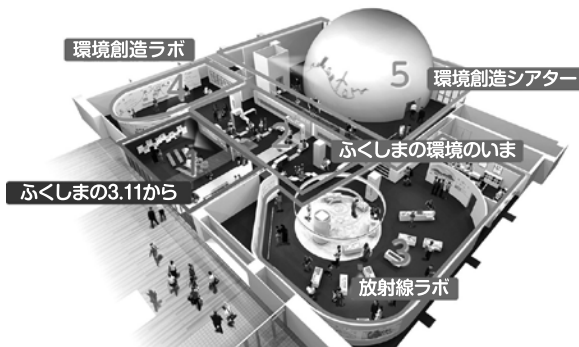


来館者3万人記念セレモニー

3 コミュタン福島の展示の概要

コミュタン福島は、放射線に関する正しい知識を習得することや本県の未来の創造への意識を醸成することなど目的とし、その展示内容等については、外部有識者からなる『福島県環境創造センター交流棟展示等検討会』を設置し、検討を重ねてきました。

展示室内は、『ふくしまの3.11から』・『ふくしまの環境のいま』・『放射線ラボ』・『環境創造ラボ』・『環境創造シアター』の5つのエリアから構成されています。



コミュタン福島展示レイアウト

3-1 ふくしまの3.11から

『ふくしまの3.11から』のエリアは、3.11の地震、津波、そして福島第一原子力発電所事故から現在までに至る福島の復興の歩みを大型映像ビジョンや模型、年表、当時の新聞記事から振り返ることで福島の歩みを伝える全体の導入展示エリアになっています。約10分間の映像で復興の歩みを紹介する大型ビジョン『ふくしまの歩みシアター』のほか、地震発生約10日後の福島第一原子力発電所の様子を再現した模型を展示しています。



福島第一原子力発電所の模型

3-2 ふくしまの環境のいま

『ふくしまの環境のいま』のエリアは、現在の福島の環境の姿を知ってもらう展示エリアになっています。

ここでは、放射線や除染に関する様々なデータを数値化して展示している他、河川や湖の水質、大気汚染の状況といった福島の環境に関する今を学ぶことができます。



『ふくしまの環境のいま』の展示

また、地震が発生した平成23年3月11日午後2時46分から現在までの経過時間をリアルタイムで表示する『3.11クロック』が設置されており、ふくしまが復興に向けて歩んできた時間、そしてこれからも歩み続ける途中であることを表現しています。



演出装置『3.11クロック』

また、AR（拡張現実）を活用した『放射性物質探索ビューアー』では、専用のタブレットを通して、壁面に描かれた様々なスポットにおける原子力発電所事故後の状況やそこで行われている除染の取り組みをアニメーションで紹介します。



放射性物質探索ビューアー

3-3 放射線ラボ

『放射線ラボ』は、「知る」、「測る」、「身を守る」、「除く」、「探る」という5つのテーマで、体験を通して放射線について学ぶ展示エリアになっています。五感で感じることでできない放射線に関して、「放射線とはどんなものか」、「何に気をつければいいのか」など、様々な疑問に対して理解しやすいように体験型の展示で答えます。

体験型展示の1つである『放射線見える化ウォール』では、放射線の種類や放射線の透過能力について、人の動きに反応するディスプレイ上のキャラクターを操作して、ゲーム感覚で学ぶことができます。



放射線見える化ウォール

3-4 環境創造ラボ

『環境創造ラボ』は、これからの環境創造へ向けて、再生可能エネルギーや環境にやさしい循環型社会などについて学べる展示エリアになっています。「原子力に依存しない福島」に向けて、すでに始まっている取組や最新の情報を紹介し、環境創造に向けて「自分ができること」、「みんなでできること」への意識を高めます。

体験型装置『ふくしま環境創造タウン』では、壁面モニター上に表示された“原子力に依存しない社会を実現した「まち」”の中に、撮影した自分の顔写真を取り込んだキャラクターを入り込ませることができ、その「まち」で取り



ふくしま環境創造タウン

組まれているエコ活動を体験することができます。

原子力に依存しない社会が実現した「まち」を疑似体験することにより、自分たちができる環境活動を知るとともに、これからの環境創造に向けて、行動や暮らしを見直すきっかけを作ります。

3-5 環境創造シアター

環境創造シアターは、直径12.8m（実際の地球の100万分の1の大きさ）の球体の内側すべてがスクリーンになって、360度全方位に映像が映し出される全球型ドームシアターです。

2005年「愛・地球博」の長久手日本館で人気を博した「地球の部屋」が移設された国立科学博物館の「シアター360」^{エンログラマ}と同じサイズの全球型シアターであり、常設の施設としては世界でこの2つしかありません。



環境創造シアターイメージ図

福島県は、オリジナル番組として『放射線の話』と『福島ルネッサンス』の2番組を制作しました。

『放射線の話』では、放射線について理解しやすいよう身近な視点から紹介するほか、展示で学んだ内容を復習できる映像となっており、放射線についての理解を促進します。

『福島ルネッサンス』では、福島其自然、伝統の祭りや文化などを目の前に迫ってくる実感溢れる全球映像で体感することができ、番組をとおして、福島県の魅力を伝え、福島県

への想いを醸成します。



環境創造シアター（放射線の話）

また県では、国立科学博物館と包括協定を締結し、コミュニティ福島での教育・研修・交流等の各事業の充実に向け、国立科学博物館の所蔵している展示物や全球型ドームシアターの番組の上映をするなど、学習環境の充実を図っています。昨年8月9日から10月2日まで企画展『国立科学博物館コラボミュージアムinコミュニティ福島』を開催したほか、今年2月からは、環境創造シアターにおいて国立科学博物館オリジナル映像も上映を開始しています。

4 放射線教育に対する取組み

福島第一原子力発電所事故以降、本県では、子どもたちの健康や生活に対する放射線の影響を、現在及び将来において最小限に食い止めるため、義務教育における放射線に関する教育が重要な課題となっています。

そこで県教育委員会では、放射線等に関する基礎的な知識について理解を深め、心身ともに健康で安全な生活を送るために、児童、生徒が自ら考え、判断し、行動する力が育まれるよう、その指導の拠り所となる『放射線指導資料』を作成し、放射線の基礎知識に関する発達段階に合わせた指導内容の確立、各教科・領域における放射線教育との関連する指導内容の確立、総合的な学習の時間を活用した実勢事例の提示等を行ってきました。

コミュタン福島では、そうした取組みに資するよう教育課程・年間計画に位置付けられている各教科や特別活動等で来館し、放射線や環境について学習活動を行う小学校等団体に対して交通費の補助制度を設け、体験的な学習を通して、放射線や福島環境について学び、自分たちにできることは何か考える機会の創出を行っています。2016年12月時点で県内約160校の小学校より来館いただいております。

また教育現場の先生方に、よりコミュタン福島を有効に利用していただくための手引きとして、標準的な学習タイムテーブルや体験学習メニューを示した『学校利用ガイド』を作成し、積極的な利用を案内しております。

タイムテーブルは、展示見学+体験研修を基本として(120分コース)と(150分コース)を示し、体験研究メニューは、【放射線】、【再生可能エネルギー】、【自然環境】の3種類を用意しています。

体験研修メニューは今後さらに増やしていきます、充実を図っていきます。



体験研修(霧箱実験)の様子

5 今後の取組み

震災からすでに6年が経過しておりますが、今もなお8万人を超える県民の方々が避難生活を続けており、本県の復興はいまだ途上にあります。

コミュタン福島では、放射線についての正しい知識を学び、福島現状について正確な情報を発信できるよう、引き続き学校等への積極的な利用案内をしております。そして、県内はもとより県外からも多くの方々においでいただき、復興へ向けて歩みを進める本県の姿を知ってもらうことにより、風評払拭にもつながるよう取り組んでいきます。

福島県環境創造センター交流棟 『コミュタン福島』

【住所】福島県田村郡三春町深作10番2号
(田村西部工業団地内)

【開館時間】9:00~17:00

【休館日】月曜日
(月曜日が祝日の場合は、翌平日)
年末年始(12月29日から1月3日)

【入館料】無料

【電話】0247-61-5721

【FAX】0247-61-5727

【HP】<http://www.com-fukushima.jp/>

著者プロフィール

学歴

1967年 東京大学理学部物理学科物理課程卒業
1985年 東京大学工学部原子力工学科より
博士号取得

職歴

1967年 日本原子力事業(株)総合研究所 入社
2002年 公立大学法人 会津大学 教授
2004年 公立大学法人 会津大学 副学長
2006年 公立大学法人 会津大学 学長
2015年10月より現職

角山茂章(つのやま しげあき、1943年12月7日-)は、会津大学元学長(内部規定により法人としての大学の理事長も兼務)、工学博士。東京大学理学部物理学科卒業後日本原子力事業株式会社総合研究所(後に東芝原子力研究所と合併)入社、長年原子力畑を歩んできたが、2002年に会津大学の産学連携構想によって立ち上げられた産学連携センターの教授として着任、翌年副学長兼務。2006年4月から2013年3月まで学長職、2014年4月から2015年3月まで顧問を務めた。

放射線診療従事者に対する 不均等被ばく管理の現状と課題



藤淵 俊王*

1. はじめに

放射線は医療現場においてX線撮影、透視検査、血管造影検査、Interventional Radiology (IVR)、X線CT、核医学検査、放射線治療など様々な検査・治療で利用され、近年、検査数は国際的にも急激に増加している¹⁾。各検査には診療放射線技師のみならず、医師や看護師が放射線診療従事者として業務を行い、職業被ばくを受ける可能性がある。

2011年4月に国際放射線防護委員会 (ICRP: International Commission on Radiological Protection) は、目の水晶体の白内障のしきい線量を0.5 Gy、水晶体の等価線量限度を5年間の平均で年20 mSvに引き下げる声明を発表し、その科学的根拠をPublication 118として公開した²⁾。医療現場においてはICRP Publ. 85³⁾で散乱線により被ばくしたIVR医療スタッフが後嚢下白内障を発症した事例も紹介されており、今回の声明から水晶体被ばくやその評価、防護方法に対する関心が高まっている。本稿では、医療現場における水晶体を含めた従事者の被ばくとその管理方法の現状および医療現場での課題について報告する。

2. 水晶体の白内障しきい線量と線量限度に関する国際動向と国内の状況

2-1 放射線誘発白内障のしきい線量と線量限度

ICRP Publ. 118では、これまで8 Gy以上としてきた放射線誘発白内障のしきい線量を近年の

組織影響に関する疫学調査研究結果等を踏まえ、0.5 Gyに変更した。この大幅なしきい線量の引き下げに伴い、計画被ばく状況における放射線業務従事者の水晶体の等価線量限度について、これまでの年間150 mSvから5年間の年間平均線量を20 mSv (単年度50 mSv) にすべき、とした。ICRPによる水晶体のしきい線量と等価線量限度の変更点をTableに示す。国際的な放射線安全基準を定めている国際原子力機関 (IAEA: International Atomic Energy Agency) は、2014年に改定した国際基本安全基準にICRPの新しい水晶体の等価線量限度を取り入れた。また技術報告書Technical Documents (IAEA-TECDOC) 1731では、水晶体の被ばく線量モニタリングにおいて、高レベル被ばくを伴う従事者の分類と、低エネルギーX線による被ばくや不均等被ばくを伴う作業員に対して線量限度を超えることのないよう線量測定や評価方法について十分に検討が必要である、としている⁴⁾。この要件に当てはまる従事者として、医療分野ではIVRに携わるスタッフが挙げられている。しかし他のモダリティにおいても高レベル被ばくとなる可能性はあり、現場の状況を踏まえて等価線量限度を超えないよう、従事者の被ばくに対する認識と積極的な放射線防護、管理が一層求められる。

2-2 水晶体被ばくの評価方法

X線を扱う医療現場では、通常防護衣を装着して業務を行うことから、不均等被ばく管理が必要となる。不均等被ばくとは、頭部及び頸部、胸部及び上腕部、腹部及び大腿部のいずれか

* Toshioh FUJIBUCHI 九州大学大学院医学研究院保健学部門医用量子線科学分野 准教授/NPO法人放射線安全フォーラム 理事

Table ICRPによる水晶体のしきい線量と等価線量限度²⁾

症状	急性被ばく	しきい線量 分割被ばく	慢性被ばく	等価線量限度
(1964)				
白濁	0.5-2Gy	5 Gy	0.1 Gy/年	150 mSv/年
白内障	5Gy	8 Gy	0.15 Gy/年	
(2011)				
白内障	0.5Gy	0.5 Gy	0.5 Gy	「5年間の平均で20mSv/ 年以下であること」かつ 「単年で50mSv/年以下」

の部分、個人線量計を装着する基本部位よりも多く被ばくする状況を意味する。この状況が起こる可能性のある場合には、基本部位の他に最も多く放射線を受ける恐れのある部位(防護衣のない頭頸部等)に個人線量計を1個、合計2個の個人線量計を装着して被ばく管理する必要がある。実効線量は、各線量計で得られた測定値を基に計算を行い、眼の水晶体の等価線量は、頭頸部に装着した線量計から得られた測定値を基に算定している。

2-3 国内の水晶体被ばくの現状

大口らによると、2012年度の業種別水晶体の年等価線量では、医療関係者が最も高く平均で0.66 mSv、また20 mSv以上の割合は、医療関係者全体の0.5% (約880名)と報告している⁵⁾。他の工業関係者や研究教育関係では数名程度で、医療関係者に突出していることがわかる。現行法令上の等価線量限度を上回ることはほとんどなく、この結果は防護メガネを装着した際の遮蔽効果は考慮していないものと思われるが、将来、等価線量限度が引き下げられた場合、適切な防護と評価がされていないと線量限度を超過する医療従事者が多く出てくる可能性があるため、早急な対策が求められる。

3. 医療現場における従事者の被ばくの状況

医療現場で多く用いられる診断用X線は、管電圧50-150 kV、実効エネルギーにして20-50 keV程度である。X線検査時、介助や処置のため、照射中に従事者が検査室内に立入り作業する際に被ばくする可能性がある。X線のエネルギーが低いため、遮蔽による防護が効

果的であり、防護衣や防護メガネ等が良く用いられているが、長時間の作業では重く疲れるとい声も聞く。その他血管造影検査室では天吊りアームによる衝立も用いられている。効果的に遮蔽するには、被ばくのもととなる放射線(散乱線)の発生源を特定

することが重要となる。以下、各放射線診療現場における被ばく状況の特徴を示す。

3-1 一般撮影

一般撮影においては、通常検査室外で照射をすれば被ばくすることはないが、小児やお年寄り、体の不自由な方など静止することのできない患者には、介助のため室内に入った状態で撮影を行うことがある。従事者への被ばくのもととなる散乱線は主に患者から発生するが、介助時は患者を直接抑える必要があり、近づかざるを得ない。竹井らによると一般撮影検査数の2%程度で診療放射線技師による介助が実施され、最大で1月当り0.63 mSvの水晶体等価線量と報告されている⁶⁾。小児やお年寄り、救急患者が多い施設は介助する可能性もより高いと考えられる。専用の患者固定具などで対処できればよいが、室内に入る必要がある際は防護衣の装着はもちろん、照射野内に従事者の手などが入らないこと、また可能であればリスクの理解を得て家族等の介助を受ける。ICUや救急診療でX線撮影室に移動の困難な患者に対してはポータブルX線装置による撮影が実施されるが、装置本体などの陰に隠れるなど被ばく低減に心がける必要がある⁷⁾。

3-2 X線CT検査

X線CT検査において、意識レベルや状態が悪い患者の抑制や呼吸管理、また施設によっては造影剤投与時の皮下への漏れの確認の際、照射中に検査室に立ち入り被ばくする可能性がある。頭部固定介助時は、ガントリ中心に最近接する被ばくで、水晶体はガントリ中心から約50 cm (腕を伸ばした距離)に近づく。またCTガイド下生検でもX線を照射しながら

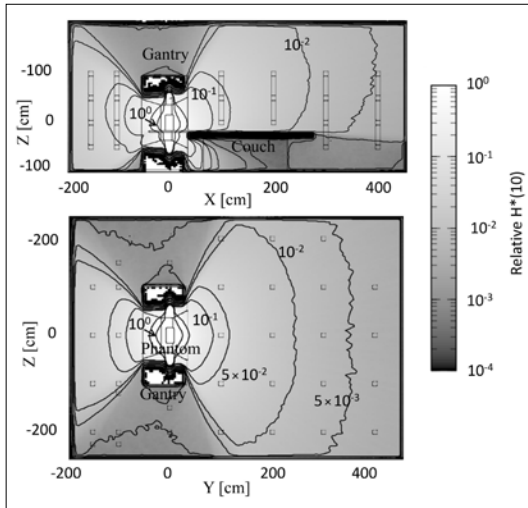


Fig. 1 X線CT検査室内の散乱線分布のシミュレーション
室内で処置をする必要があり、この場合も適切な防護措置が求められる。

宮島らによると頭部CT検査時に患者を抑えるためガントリ中心から50 cmの距離で介助をすると、1回の検査で水晶体位置の被ばくが600 μ Svと報告している⁸⁾。これを単純計算すると、適切な防護をしない状態で34回介助すると20 mSvを上回ることになる。

検査中の被ばくを低減するには、照射時の室内散乱線分布を把握し、可能な限り低線量の場所に回りこむことが有効である^{9,10)}。モンテカルロシミュレーションによるCT検査室内の120 kVでCTDIbodyファントムに対して1回転コンベンショナルスキャンした際のビーム回転中心10 cm厚の断面での散乱線分布をFig. 1に示す¹¹⁾。ファントムが散乱線源となっており、ガントリ開口部付近で従事者頭部の高さで線量の高いことがわかる。またCT透視時患者から離れられない際は防護シートを装置側にかけることにより従事者の負担も少なく患者からの散乱線による被ばくを低減できる。

3-3 透視検査

透視装置を使った検査は、血管を対象とした血管造影検査と、血管以外を対象とした造影検査に大別される。消化器を対象としたバリウム造影剤による消化管撮影検査、内視鏡による胆管膵管造影検査の他、泌尿器科系での排泄性腎盂造影検査や膀胱造影検査、整形

外科系での関節腔造影検査や脊髄腔造影検査、婦人科系での子宮卵管造影検査等様々な診療科が検査を実施している。透視装置の特徴としてX線管が患者寝台の上方に配置されているもの（オーバーチューブ型）と下方に設置されているもの（アンダーチューブ型）があり、それぞれの装置で手技のし易さや画像の解像度が異なる。透視撮影では、術者が検査室内で作業や処置を行う場合、患者からの散乱線により被ばくする恐れがある。オーバーチューブ型は術者の水晶体被ばくに寄与する患者からの散乱線がアンダーテーブルに比べて多いこと、またX線管が術者の頭部の高さと同程度であり、放射線安全のために面積線量計を備えるとそこからの散乱線が増し、特に水晶体の被ばくにつながる可能性がある。オーバーチューブ型の透視装置と術者位置での高さによる散乱線分布の測定結果をFig. 2に示す。20 cm厚のファントムに対する標準的な透視条

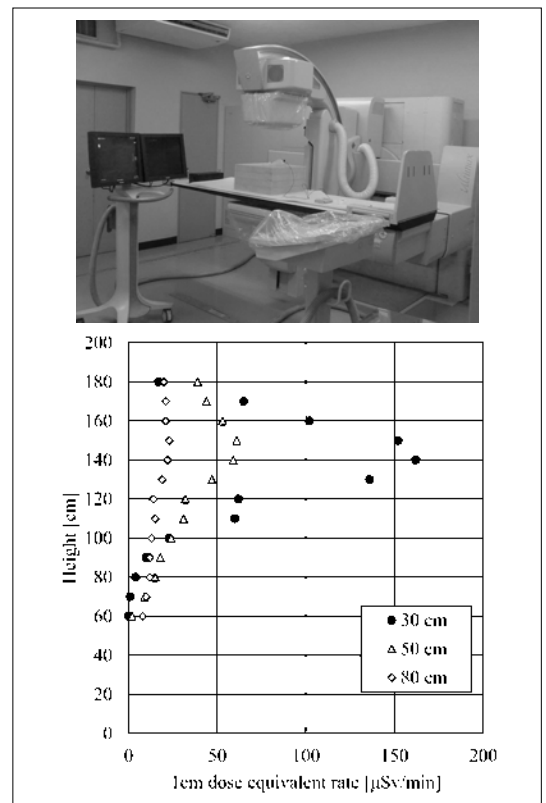


Fig. 2 オーバーチューブ型透視装置と術者位置での線量プロファイル

件での線量プロファイルで、術者頭部の位置で線量が高いが、離れることにより値は大きく減少する。

3-4 血管造影検査・IVR

血管造影検査では、画質向上のため被写体に出来る限り検出器を近づける方がよいことからアンダーチューブ型の装置が利用される。患者付近では透視でおよそ14 mSv/h、撮影時に47 mSv/hの高線量率になるとの報告があり¹²⁾、

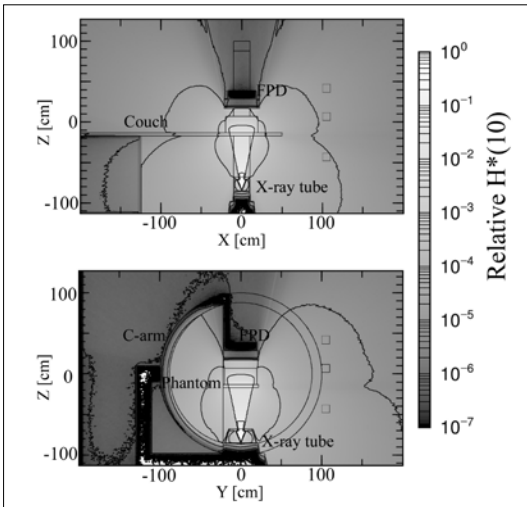


Fig. 3 血管造影装置における術者位置付近での散乱線分布のシミュレーション¹⁴⁾。術者は通常X=-100cm、Y=50cmに立ち手技を行う。

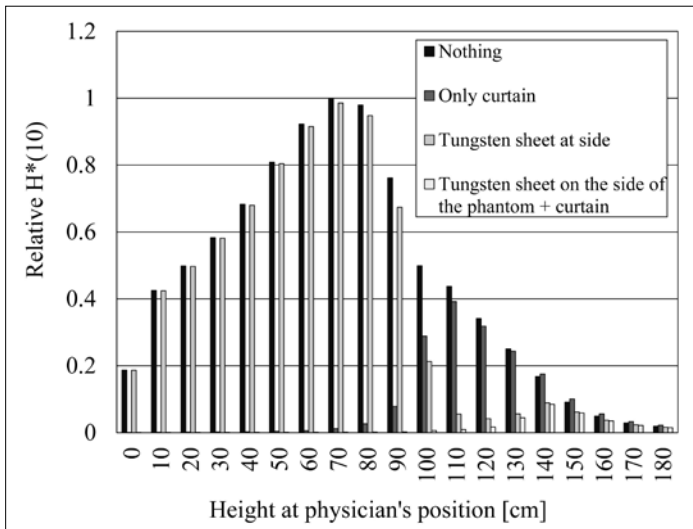


Fig. 4 術者位置における遮蔽体の違いによる散乱線線量の違い¹⁴⁾。遮蔽体なし、寝台下の防護カーテン、患者横への遮蔽体、両遮蔽体で、遮蔽体が有効なことが確認できる。

適切な防護方法が必要となる。IVRでは長時間を要する複雑な手技が施行されるようになり、IVR術者の水晶体障害の報告もみられる¹³⁾。シミュレーションによる血管造影装置での80 kV-X線を使用した際のビーム中心軸10 cm厚の断面での散乱線分布例をFig. 3に示す¹⁴⁾。Cアームのアンダーチューブ型装置で寝台上に20 cm厚のファントムを配置し、遮蔽体は何もつけていない状態である。X線管とファントムからの散乱線が周囲に広がっていることが確認できる。術者位置での各高さにおける遮蔽体の違いによる散乱線線量プロファイルをFig. 4に示す。この結果では、寝台下の防護カーテン、ファントム横への遮蔽体が有効であること、散乱線源となるファントムの高さで線量が高く、患者寝台下への防護カーテンだけでなく、手技に支障のない範囲で患者横にも可能な限り遮蔽体を配置することが有効であることがわかる。シミュレーションで散乱線の発生源や遮蔽効果を推定することにより効果的な放射線防護方法の検討が可能となる。

被ばく低減のためには、検査時間の短縮はもちろん、透視条件をうまくコントロールすることにより過剰な散乱を抑えることになる。近年では、個人線量計を無線通信によりタブレット端末等へ通信し、業務に支障なく被ばく状況をリアルタイムに把握できるシステムが販売、開発されている (Fig. 5)¹⁵⁻¹⁷⁾。被ばく状況をリアルタイムに把握することで透視を意識的に減らすことができ、術者の線量低減が患者の線量低減にもつながる。

4. 医療現場での課題

最後に、医療現場での従事者の被ばく管理に関する課題をまとめる。

4-1 医療行為に伴う水晶体被ばくによる放射線障害発生の可能性

水晶体線量限度が引き下げられると、通常の医療行為で、しきい



Fig. 5 X線用ワイヤレス線量モニタリングシステムの外観⁽⁵⁾

a) 半導体式線量計 b) 送信機 c) 受信機 d) ノートPC e) 線量表示画面

線量、線量限度に達する可能性があることになる。まずは業務従事者に最新の放射線影響の知見を理解してもらうことが大事で、科学的根拠に基づいた被ばく管理や対策が求められる。IVRだけでなく、一般撮影やCT検査においても防護メガネは有効なツールで介助時、照射中の入室時の積極的な活用が望まれる。

4-2 不均等被ばく管理の実態

平成26年度個人線量の実態を見ると、個人線量計利用の約69%が医療関係者である。また全個人線量計利用者の89%が、均等被ばく管理であった¹⁸⁾。ここから推測すると、医療機関でもかなりの施設で、不均等被ばく管理が行われていないものと考えられる。不均等被ばく状況下で、もし均等被ばく管理（個人線量計を1個のみ装着）した場合、個人線量計を防護衣の内部に装着すると水晶体等価線量の過小評価に、また防護衣の外部に装着すると実効線量が過大評価され正確な評価が出来ないという問題が起こる。どの位の過大評価、過小評価となるかの検証が必要であるが、不均等被ばく管理が行われていない施設では水晶体等価線量の把握ができていない可能性がある。また患者の介助等で入室する可能性のある看護師も放射線診療従事者としての登録基準が施設により不明確であり、実態を含めて調査する必要がある。

4-3 水晶体等価線量の推定方法

防護メガネが水晶体被ばくの防護に有効であるのは明らかであるが、被ばく管理の観点か

ら問題となるのが、防護メガネを付けた際の水晶体線量の評価方法である。正確な水晶体線量はメガネの内側になるが頭頸部に配置するだけでは把握できず、装着時にどのように水晶体等価線量を推定する方法が未確立である。最近では眼球近くに配置するTLDタイプの線量計DOSIRISや、

蛍光ガラス線量計、OSL線量計での評価に関する発表や報告がされているが、業務従事者が放射線管理として使用する場合は継続したモニタリングとしての体制、コストの面も含め評価方法を関係する当事者も交え検討する必要がある。

参考文献

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly, with scientific annexes: Volume I: Scientific Annex A
2. ICRP Statement on tissue reactions / early and late effects of radiation in normal tissues and organs - threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context, ICRP Publication 118, Ann. ICRP, 41 (1/2), 2012
3. ICRP Publication 85: Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures, 2000
4. International Atomic Energy Agency, Implications for Occupational Radiation Protection of the New Dose Limit for the Lens of the Eye, IAEA TECDOC 1731, 2013
5. 大口裕之：眼の水晶体の線量限度変更と動向について、FBNews, 441, 12-16, 2015
6. 竹井泰孝、栗野直也、東田真吾 他：一般撮影での不均等被ばく、放射線防護部会誌 16, 10-13, 2016
7. 加藤英幸：移動型X線装置の放射線管理と防護、日放技誌 57, 1191-1198, 2001
8. 宮島隆一、藤淵俊王、大浦弘樹 他：X線CTでの不均等被ばく放射線防護部会誌16, 16-20, 2016
9. 富田博信、諸澄邦彦：OSL線量計を用いたMDCT装置のCT室内散乱線分布の測定、日放技学誌 60, 1500-1554, 2004
10. 鈴木昇一、浅田恭生、南 一幸：CT装置の室内散乱線分布と術者の線量。医科学, 71, 227-230, 2001
11. 上田昂樹、藤淵俊王、佐藤直紀 他：モンテカルロ

シミュレーションを用いたX線CT検査室内の散乱線分布の評価. 第11回九州放射線医療技術学術大会予稿集. p93, 2016

12. Vano E, Gonzalez L, Fernandez JM, et al: Influence of patient thickness and operation modes on occupational and patient radiation doses in interventional cardiology. Radiat Prot Dosim. 111, 297-304, 2006

13. Vano, E., Gonzalez, L., Beneytez, F., et al: Lens injuries induced by occupational exposures in non-optimized interventional radiology laboratories. Br. J. Radiol., 71, 728-733, 1998

14. Sato N, Fujibuchi T, Toyoda T, et al. Consideration of the Protection Curtain Shielding Ability after Identifying the Source of Scattered Radiation in the Angiography, Radiation Protection Dosimetry, 2016.10.

15. 藤淵俊王, 村崎裕生, 倉本卓, 他: 医療従事者被ばく管理のためのエネルギー補償型ワイヤレス線量モニタリングシステムの試作と評価. 日放技学誌 71, 691-696, 2015

16. Terasaki K., Fujibuchi T., Murazaki H., et al. Evaluation of basic characteristics of a semiconductor detector for personal radiation dose monitoring, Radiological Physics and

Technology, 2016.

17. Vano E, Fernandez JM, Sanchez R: Occupational dosimetry in real time. Benefits for interventional radiology. Radiation Measurements. 46, 1262-1265. 2011

18. 平成27年度 個人線量の実態. FBNews No.477, 9-17, 2016

著者プロフィール

平成12年茨城県立医療大学 保健医療学部 放射線技術科学科卒業。平成24年筑波大学大学院 人間総合科学研究科 疾患制御医学専攻修了。博士(医学)

株式会社千代田テクノル、筑波大学附属病院 放射線部、千葉大学医学部附属病院 放射線部、茨城県立医療大学 保健医療学部 放射線技術科学科を経て、平成25年9月より九州大学大学院 医学研究院 保健学部門 医用量子線科学分野。研究テーマは放射線診療に伴う患者や業務従事者の被ばく、放射線管理に関する研究。所属学会として、日本放射線技術学会、日本放射線安全管理学会、日本保健物理学会、日本医学物理学会、放射線安全フォーラム等。

放射線安全技術講習会

第60回放射線取扱主任者試験受験対策セミナー・開催のお知らせ

1. 期 日 第一種コース 平成29年6月12日(月)～6月17日(土)の6日間
第二種コース 平成29年6月26日(月)～6月30日(金)の5日間
2. 会 場 東京都文京区湯島2-31-15 和光湯島ビル4階 公益社団法人日本保安用品協会
3. 受講対象者 第一種又は第二種放射線取扱主任者の国家試験受験を予定している方
4. 定員及び
受講料
- | 定 員 | 受講料 (消費税込み) |
|------------|-------------|
| 第一種コース 40名 | 63,860円 |
| 第二種コース 40名 | 51,500円 |
5. 申込締め切り 各コースともに定員になり次第締め切りとさせていただきます。尚、第一種コースは平成29年6月2日、第二種コースは平成29年6月16日まで受け付けます。
6. 講習会主催者
及び申込先 公益社団法人日本保安用品協会 放射線取扱主任者試験受験対策セミナー事務局
〒113-0034 東京都文京区湯島2-31-15 和光湯島ビル5階
TEL 03-5804-3125 FAX 03-5804-3126 担当 福田/小林
e-mail : r-seminar@jsaa.or.jp URL : http://www.jsaa.or.jp
7. 申込用紙の
入手方法 申込用紙の入手方法 申込書は主催者ホームページよりダウンロード若しくは、メール、電話等による請求にて入手可能です。
8. 申込方法 郵送またはFAXにてお申し込みを受け付けます。メール、電話等による申し込みの受付はいたしません。
9. その他 お支払を確認後、「受講券」をお送りします。なお、受講料のお支払いは銀行振込でお願いいたします。

泉涓涓
として…

リスクについて

弊社特別顧問 青山 伸

リスクを、「ハザード」と「怒り」の「和」と表現したのはピーター・サンドマン¹⁾のプロ意識である。科学の対象としてのリスクに加え、未だ科学では扱いづらい心の問題も指摘している。リスクに遭遇しそうになった時、心の中で「何でやっ！」と叫びつつ沸々と湧く怒りと不安を感じるのは、人の常だからである。洋の東西を問わず、リスクには「怒り」という感情が付いて回る。合理的な解を求めることは至難の業で、リスク・コミュニケーションが難しい所以だ。ましてや先行的な取組や訓練が奏功せず、かつ本来助ける側にあるべき者も助けられる側となった東日本大震災、福島第一原子力発電所の事故とその後の対応では、普段は見えにくい問題が明らかとなっている。現状把握がままならなかったのみならず、思い込みや流言蜚語、さらには無用の差別も手伝って、多くの被災者、関係者に不幸をもたらしてきた。ハザードがもたらす影響の程度とその緩和策については、科学的な見通しが必要で、特に、心を傷める災害のもたらす健康影響については、体系的に把握されなければならない。

リスクを考えると、わが国にはもう一つ課題があるらしい。木下富雄²⁾は、欧米諸国では「能動的」「積極的」「選択」「チャレンジング」なイメージで捉えられているリスクが、わが国では「受動的」「消極的」「天から降ってきた迷惑なもの」「危険」といった正反対にあるという。自然災害のリスクを避けられないことと諦める不安社会で、「安全」「健康」「平和」といった学問的に曖昧な言葉を好み、リスク、病気、戦争といったネガティブのイメージのある言葉を嫌うこと、さらには将来ではなく今に関心を寄せることから、リスクについての展望が見られない現状をもたらしているとのこと。「安全」を耐えられないリスクから自由であることと言ってもリスクの概念で安全を説明しているだけで、科学で言う定義とは程遠い。リスクに直面するための処世術として、君子危うきに近寄らず、或いは虎穴に入らずんば虎子を得ずということはあるが、リスクを把握できるかどうかの問題だ。

歴史的にみれば、現在のリスクという概念は、冒険、危険を冒してチャレンジすること、火災、盗難、物品破損といった災害経験から生まれた保険、そして数学的確率論の三つの支流から、形成されてきたという。さらに近年では、ISO31000³⁾の定義に見られるように概念が発展している。「目的に対する不確かさの影響」と、期待されている方向からの逸脱として、リスクから価値を排除している。伝統的にこれらの発展過程を経験していないわが国では、リスク論を社会に定着させるには時間を要するとみられるが、吸収、消化が得意で調和の確保に優れた我々である。出来ないことではなかろう。今からでも心血を注いで挑戦することではないか。

1) Peter Sandman : <http://www.psandman.com/bio.htm>

2) 木下富雄：リスク・コミュニケーションの思想と技術：共考と信頼の技法 ナカニシヤ出版 (2016)

3) ISO31000：2009 “Risk management – Principles and guidelines (リスクマネジメント－原則及び指針)”

話題

カザフスタン共和国立核物理研究所との 放射線安全利用技術に係る研究協力

営業統括本部 特別参与 工学博士 河村 弘

1. はじめに

昨年9月初版のユバル・ノア・ハリ著「サピエンス全史」によると、ホモ・サピエンスは15万年前には世界の舞台に登場していたが、東アフリカで細々と暮らしていた。その後、7万年前にアラビア半島からカザフスタンに達し、そこからヨーロッパとアジアに分かれて拡がり、東アジアに達したのは、約5万年前と言われている。カザフスタン人は日本人と同じように子供の頃には臀部に蒙古斑点があり、カザフ語の文法は日本語の文法とよく似ている。また、カザフ人は顔・形も日本人とよく似ており、まさに遠い親戚のような民族である。

一方、昨年11月6日から9日に、この遠くて近い国カザフスタンからナザルバエフ大統領が来日された。(株)千代田テクノルは、そのタイミングに合わせて、研究用原子炉WWR-K炉等を有するカザフスタン国立研究所である「核物理研究所 (Institute of Nuclear Physics)」と昨年11月8日に放射線安全利用技術に関する協力について覚書を調印した。今回は、あまり馴染みのないカザフスタン共和国について紹介するとともに、調印先の国立核物理研究所(以降、INPと称す)と上記覚書の内容を中心に概説する。

2. カザフスタン共和国について

(1) 概要

カザフスタン共和国の人口は約1,800万人で、日本の人口と比べて約7分の1であるが、国土面積は約7倍であり、人口密度が小さい国である。カザフスタン共和国に住んでいる民族構成は、カザフ人が約65%、ロシア人が約20%、その他の民族が15%であり、多民族国家である。また、カザフスタン共和国は、化石燃料(石油、天然ガス等)や鉱物(クロム、レアアース等)に恵まれている資源国家である。また、1955年に建設されたバイコヌール宇宙基地(ロシア租借地)がカザフスタン共和国内にあることも有名である。

カザフスタン共和国と日本との時差は3時間であり、日本時間の正午がカザフスタン共和国時間の朝9時である。INPの本部があるアルマティ市へ韓国のインチョン(仁川)経由で成田空港から渡航する場合、朝9時発の飛行機に乗り、アルマティ空港には現地時間で17時頃に到着する。

アルマティ市はシルクロードで有名な天山北路上のオアシス都市であり、市の名称は「アップルシティ」を意味する。近郊には6,000m級の山がそびえており、夏場でも夜は涼しい都市である。アルマティ市の人口は約150万人で、カザフスタンで最も人口の多い都市である。ロシア帝政時代の第1次世界大戦においてドイツ人捕虜の収容所をアルマティに設置したた



図1 カザフスタン共和国の所在地

め、今でもドイツ系住民が多く住んでおり、おいしいビールが味わえるとともに、週に4便、フランクフルトからルフトハンザ航空が飛行便を運航している。また、沿海州の朝鮮族が、ソ連時代の第2次世界大戦中に中央アジアに強制移住させられたため、キムチが郷土料理になっており、週に2便、アジアナ航空が仁川から飛行便を運航している。アルマティ市は、1997年12月までは首都であったが、内陸部のアスタナ市に遷都された。カザフスタンの位置を世界地図の中に示す(図1参照)。なお、今年6月10日から9月10日までアスタナ市で万国博覧会が開催される。

(2) 放射線医療の現状

カザフスタン人の平均寿命は65歳であり、放射線医療を基軸にした75歳までの寿命延長を目指したプロジェクトが始められている。本取り組みの拠点として、INPの敷地内に核医学・生物物理学センターが整備されつつある。カザフスタンの人口密度は日本の約50分の1

表1 国の人口密度と死亡原因

(1) 人口密度比較

	カザフスタン	日本
人口A	1	7
面積B	1	0.14
A/B	1	約50

(2) 死亡原因比較

	カザフスタン	日本
第1位	心疾患	がん
第2位	がん	心疾患
第3位	事故	肺炎

と非常に低く、かつ診断・治療機器やそれらを運用する人材も潤沢ではない状況にある。カザフスタン共和国の人口密度と死亡原因を表1に示す。このような状況から、放射線医療のための診断・治療システムの整備も急がれており、日本への期待も大きいところである。

3. 国立核物理研究所について

(1) 概要

エネルギー省は、図2に示すように4つの研究所を所轄しており、INPはその内の一つである。INPは放射線に係る研究開発を主たる事業としており、放射線と物質の相互作用といった固体物理に係る基礎・基盤研究から、自らが有する研究炉WWR-K炉や加速器を用いて製造したラジオアイソトープ (RI) の頒布、RIを活用した放射線医療といった放射線安全利用のような応用研究まで幅広く研究開発を行っている。さらに、INPは、ソビエト時代の核実験による汚染地域の環境調査研究、警察官、消防員等の核セキュリティ訓練等、放射線安全管理分野における活動も行っている。INPの組織図と国内配置を各々図2及び図3に示す。

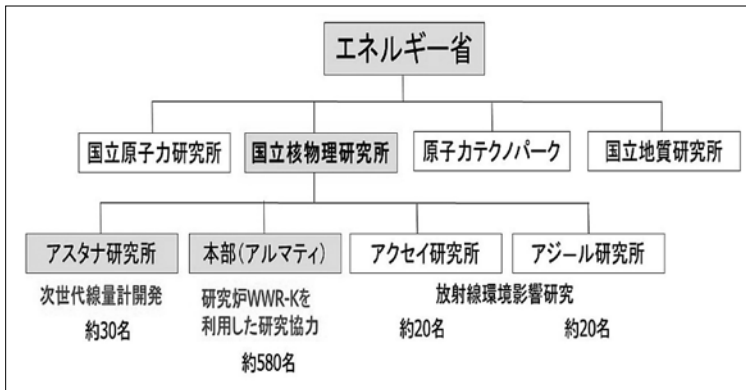


図2 国立核物理研究所の組織図



図3 国立核物理研究所の配置図

INPの総職員数は約650名である。本部と3つの支所から構成されており、本部はアルマティ市にある。本部には、研究炉WWR-K炉、サイクロトロン等の加速器群、ホットラボ等の研究施設が整備されている。アスタナ研究所では主として固体物理の研究が行われており、アクセイ研究所及びアジール研究所では放射線環境影響研究が行われている。INPの本部はカザフスタンのアルマティにあり、ここには研究用原子炉WWR-K炉やサイクロトロン等の加速器群を有し、多岐にわたった研究開発が行われている。また、INP職員にはカザフスタン大学の教員を兼職している研究者も多く、大学と連携しながら研究開発が進められている。

(2) 研究用原子炉WWR-K炉の概要

INPが所有する研究用原子炉WWR-K炉は、1967年初臨界し、1988年まで10MWで運転された。その後、WWR-K炉は原子炉建屋等の耐震補強工事やドライバー燃料の低濃縮化 (LEU化) が行われてきた。現在は、6 MWフル出力で1サイクル21日間運転され、それを繰り返して年間では10サイクル、即ち年間210日間運転されている (年間稼働率70%)。WWR-K炉室内の外観を図4に示す。



図4 WWR-K炉の炉室内外観

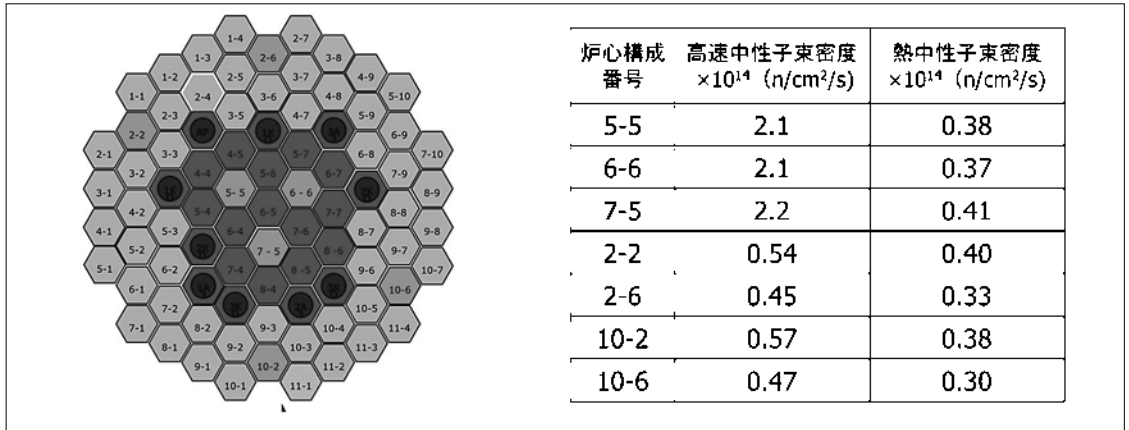


図5 WWR-K炉の中性子束密度(計算結果)

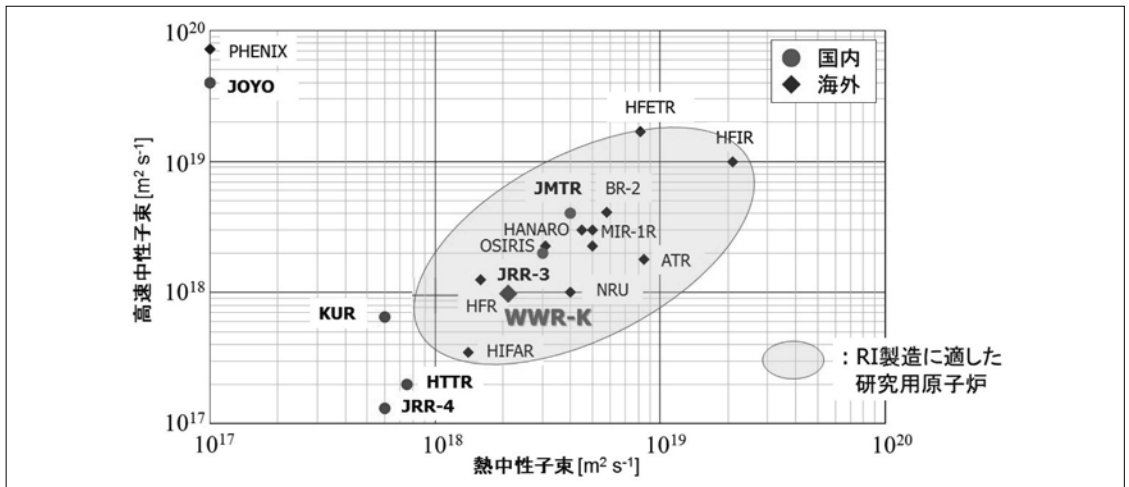


図6 世界の主な研究用原子炉

また、WWR-K炉心の水平方向断面と中性子束密度を図5に示す。炉心内の照射孔は、燃料領域に3か所、反射体領域に4か所あり、さらに反射体領域に照射孔を6か所増設することが可能である。⁹⁹Mo製造のように原子炉運転中に炉外へ照射物を取り出し可能な照射設備も有している。中性子束密度で整理した世界の主な研究用原子炉を図6に示す。

クロトロン、クリーンルーム、ホットセル等)及び滅菌施設でINP主導で整備されており、もうひとつは、臨床複合施設で厚生省(Minister of Health)主導で整備中である(図7参照)。ここでは、医療のためのRIの製造、新しい放射性薬剤の開発・試験、放射性核種を用いた診断・治療、スタッフ研修等が行われる。

(3) 国立核物理研究所における放射線医療への取り組み

INP敷地内に核医学・生物物理学センターが新設されており、2つの施設から構成されている。ひとつは、放射性薬剤製造施設(サイ

4. 研究協力に係る覚書の調印について

(1) 日本国政府とカザフスタン共和国政府の協力協定について

2010年3月2日、東京において両国外務大臣により、「原子力の平和的利用における協

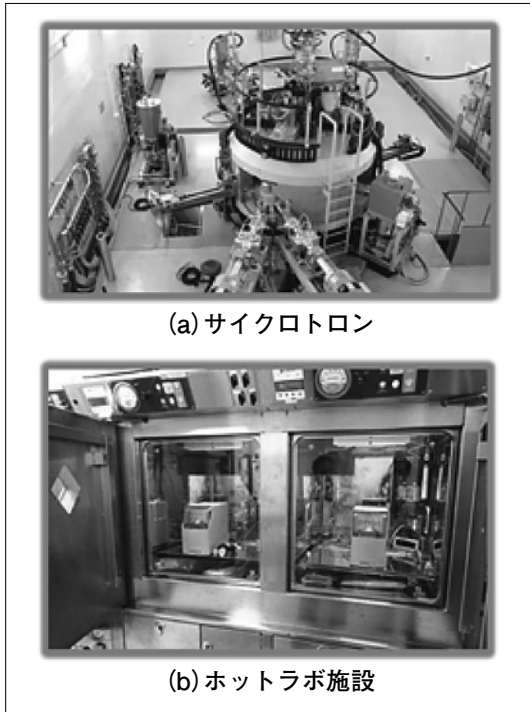


図7 核医学・生物物理学センターの概要

力のための日本国政府とカザフスタン共和国政府との間の協定」の署名が行われた。本協定の下での協力が可能な分野は以下のとおりである。

- ウラン資源の炭鉱及び採掘
- 軽水炉及び高温ガス炉の設計、建設及び

運転

- 軽水炉及び高温ガス炉の安全
- 放射性廃棄物の処理及び処分
- 放射線防御及び環境監視
- 放射性同位元素及び放射線の研究及び応用
- 両締結国政府により合意されるその他の分野

(株)千代田テクノルの該当事業分野は、「放射線防御及び環境監視」と「放射性同位元素及び放射線の研究及び応用」の分野である。

(2) 核物理研究所との覚書について

覚書の概要を図8に示す。本覚書で協力の可能性を探求している分野は、以下のとおりである。

- 医療及び産業分野における放射性同位元素 (RI) の製造、頒布及び応用技術開発
- 放射線計測に係る技術及び装置の開発
- 中性子線照射ドーピングシリコン (NDT-Si) の製造技術開発
- 中性子照射試験に関する学術的利用の促進
- 互いが興味を持ったその他の分野

加えて、これらの分野を支える人材育成に係る協力についても協議をしており、すべての分野に対して2017年度からの協力開始を目指して調整中である。



図8 国立核物理研究所(INP)と(株)千代田テクノル(CTC)の覚書概要

「2017国際医用画像総合展出展」のご案内

画像診断学・放射線腫瘍学・核医学を問わず放射線医学のすべての分野における、国内最大級のイベント、日本放射線技術学会・日本医学物理学会・日本医学放射線学会の学術大会が横浜で開催されます。弊社は今年も併設する「国際医用画像総合展（ITEM2017）」に出展いたします。お馴染みの製品をはじめ、新商品のご紹介もいたします。

日頃ご愛顧を賜っているお客様にお会いできることをスタッフ一同、心待ちにしております。お客様のお役に立てる製品の展示をいたしますので、学会へお出かけの際はぜひお立ち寄りください。

* 展示予定商品 *

- ①高線量率密封小線源治療装置「Flexitron」
- ②高線量率密封小線源治療装置用「アプリケーション」（薬機法未承認品含む）
- ③放射線治療計画装置「Oncentra Brachy」
- ④放射線治療装置用QA/QC製品
- ⑤ガラス線量計小型素子システム「Dose Ace」
- ⑥ガラス線量計「RADIREC」
- ⑦個人線量測定サービス「ガラスバッジ」
- ⑧眼の水晶体の線量測定用線量計「DOSIRIS」
- ⑨マンモQC測定サービス「マンモQC」

展示品内容は変更する場合もございます。

* 開催日時 *

- 平成29年4月14日（金） 10：00～17：00
 平成29年4月15日（土） 9：30～17：00
 平成29年4月16日（日） 9：30～15：00

* 会場 *

パシフィコ横浜展示ホール：ブースNo.115

* 学術大会 *

- 会期：平成29年4月13日（木）～16日（日）
 第76回日本医学放射線学会総会
 第73回日本放射線技術学会総会学術大会
 第113回日本医学物理学会学術大会



（担当：営業企画本部 金澤恵梨子）

サービス部門からのお願い

4月1日はガラスバッジ、ガラスリングの交換日です。

平素より弊社のモニタリング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。

4月1日はガラスバッジ、ガラスリングの交換日です。

ご使用期間が3月31日までのガラスバッジ・ガラスリングは、ご使用期間終了後、速やかに弊社測定センターまでご返送くださいますようお願いいたします。

平成28年度の個人線量の集計は、平成28年4月1日から平成29年3月31日までのご使用分が対象です。ご使用になったガラスバッジをすべてご返却ください。

法定管理帳票として「個人線量管理票」を出力いたします。関係法令で定められた線量限度を超えていないことをご確認ください。



編集後記

- 今回は、2つの報告、すなわち「福島県環境創造センター交流棟『コミュタン福島』の果たす役割について」と「放射線診療従事者に対する不均等被ばく管理の現状と課題」が行われた。
- 前者では、コミュタン福島は「福島県の未来を担う子供たちが放射線や本県の環境等について学び、自らが考え、主体的に判断し、行動する力」や「本県の状況を適切に理解できる力」を身につけるために、展示、体験スペース等を備えた施設であると述べられている。放射線についての正しい知識を学び、福島の実状について正確に情報を発信できるようにすることは大変なことかもしれないが、一步一步進めていくことが肝要であると思う。
- 東京電力福島第一原子力発電所事故は、巨大科学の脆弱さと自然災害の恐ろしさを知らしめただけでなく、原子力の原点問題がそこにあることを忘れてはいけないと感じる。さらに、科学への信頼性が損なわれたとするなら、それも重大なことである。自分が子供の頃は、「鉄腕アトム」の漫画を見て育った世代として、今の子供たちが科学に興味を持ち、科学が未来を拓いていくことに疑念を持たない

ことを願う。

- 後者では、放射線は医療現場において様々な検査・治療で利用されており、各検査には診療放射線技師のみならず、医師や看護師が放射線診療従事者として業務を行い、職業被ばくを受ける可能性があるとともに、将来、水晶体の等価線量限度が引き下げられた場合、適切な防護と評価がされていないと線量限度を超過する医療従事者が多く出てくる可能性があることが記されている。
- 最も放射線被ばくをしている従事者が医療関係者であり、その多くは1個の線量計しか着けていないということが示されている。病気を治す人たちが病気になっては仕方がない。今さらながら、従事者が自らの身を守ることの重要性を理解してもらう活動は重要であると思った。
- 私が話題提供しましたカザフスタンはソ連時代に空中での原爆実験が行われたところであり、原爆が投下された日本と同じ問題を抱えている遠くて近い国です。本活動に興味を持たれた方は、ぜひご一報ください。意見交換させていただければ幸いです。

(河村 弘)

FBNews No.484

発行日／平成29年4月1日

発行人／山口和彦

編集委員／今井盟 根岸公一郎 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 川口桃子 小口靖弘 高橋英典 高羽百合子 堀口亜由美

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371円)