



Photo Masaaki Abe

Index

「原子力の日」に思う 原子力サプライチェーンの現状と課題解決に向けて	新井 史朗	1
超高線量率で行うFLASH放射線がん治療の 作用機序解明を目指して	楠本 多聞	3
(コラム) 46th Column 【がん治療は手術か?】	中川 恵一	8
WiN (Women in Nuclear) -Globalのご紹介 - 原子力と放射線利用の分野で働く女性の国際NGO -		9
令和4年度 医療放射線防護連絡協議会の開催案内		13
腹部・骨盤部単純X線撮影時の 生殖腺防護に関するNCRP声明と関連動向	藤淵 俊王	14
[サービス部門からのお願い] 変更連絡方法についてご協力お願いします		19

● 「原子力の日」に思う

原子力サプライチェーンの現状と課題解決に向けて

一般社団法人日本原子力産業協会
理事長

新井 史朗*



わが国の原子力産業は、関係売上高が1.9兆円、関係従事者8万人を擁する規模で、これまで50基以上の発電用原子炉の建設、運転、保守を行ってきた実績を有する、世界に誇る先進的な産業です。

原子力の機器供給、工事、運転、保守を行ういわゆるサプライチェーンを構成する企業では、新規制基準対応で原子力発電所の再稼働が遅れしており、新規建設の見通しも不透明であることから、ほとんどの企業が事業継続を望んでいる中、経営の先行きに懸念を抱いている企業も少なくありません。

2050年のカーボンニュートラル達成と維持に原子力は欠かせないエネルギー源であることから、原子力産業界では、サプライチェーンの維持・強化にあたって、5つの課題を提起し、関係者の協力を得て対応を進めたいと考えています。

一つ目の課題は、「原子力発電所の早期再稼働」です。2022年7月時点で、現存する33基のうち10基が再稼働しました。原子力発電所の稼働がない電力会社には経済的負担がかかっており、保守・運転に関わるサプライチェーン企業では、多くが事業の継続を望んでいますが、受注の減少にともない経営の先行きへの不安を感じています。

既存プラントの長期停止がさらに続くと、サプライチェーン企業の離脱が進むかもしれません

ず、国内の技術力維持を阻害する恐れがあります。また、人材の確保・育成、設備・技術の維持・強化が困難となっています。原子力発電所の早期再稼働実現のため、事業者が努力する事は勿論ですが、効率的な安全審査など、国の取り組みにも期待したいと思います。

二つ目の課題は「新增設・リプレースの早期検討開始」です。既設炉全機の運転期間を60年に延長しても、2040年以降は大幅に設備容量が減少する見込みとなっています。エネルギー基本計画に記載のとおり「必要な規模を持続的に活用」し、2050年カーボンニュートラルを達成するためには、原子力発電所の新增設・リプレースが必須となります。

原子力は国産化率が90%を超える産業ですが、その中にはプラント建設でしか継承できない技術があり、建設経験のある人材も時間とともに失われる懸念があります。長期的な事業予見性を担保する政策や継続的な建設計画が無いと、企業は、人材育成、技術開発、生産施設への適切な投資が継続できません。さらに、建設決定から実際の機器製造開始までには、安全審査などの為、さらに数年のタイムラグがあります。2050年カーボンニュートラルに向け「必要な規模を持続的に活用する」ためには、早期の新增設・リプレースの方針とプラントの建設計画の決定が望まれます。

三つ目の課題は「原子力発電への投資を促進する事業環境の整備」です。2016年に電力市場が完全自由化されましたが、原子力の価値（エネルギーセキュリティや非化石価値など）を価格に反映できる仕組みはありません。世界的にも自由化市場環境では、初期投資が大きく回収に長期間を要する原子力への投資は敬遠される傾向が顕著となっています。

一部の国（米国、英国等）では、すでに原

* Shiro ARAI

子力の価値を評価できる経済的措置を導入し、コスト回収を担保することによって、原子力の市場退出を防いだり、新規建設を促進したりしています。自由化市場では、原子力の価値を価格に反映できる仕組みが無ければ、原子力を電源として利用できなくなってしまいます。自由化市場においても、原子力事業者が人材や技術を維持し迅速かつ最善の安全対策を講じるとともに、原子力発電所の新設に投資ができるよう、諸外国が導入している債務保証、税制優遇及び「ゼロエミッションクレジット (ZEC)」、「規制資産ベース (RAB)」と呼ばれる投資回収を保証する制度など、事業環境の整備の早急な検討が望まれます。

四つ目の課題は「新規制基準対応の大型軽水炉を含む革新炉の技術開発、実証事業への支援の拡大」です。欧米の革新炉開発に際して、わが国の知見や技術力に対する期待があり、海外の有力プロジェクトに参画する日本企業も複数あります。わが国における原子力発電の技術開発は、これまででも国プロジェクトが数多く在り、現在でも経済産業省、文部科学省によるNEXIP (Nuclear Energy × Innovation Promotion) 事業が継続されています。わが国の原子力技術の優位性を維持・強化するには、学生、若手技術者、研究者を育成し、その能力が発揮されるプロジェクトの存在が重要です。安全性・経済性・機動性に優れた次世代軽水炉を含む革新炉の技術開発、実証事業への支援継続・拡大が大いに望まれるところです。

五つ目の課題は「機器・部品の輸出に対する政府支援の検討」です。気候変動に関する政府間パネル (IPCC)、国際エネルギー機関 (IEA)、国際原子力機関 (IAEA) などの国際機関は、温暖化を1.5°Cに留めるためには、原子力の積極利用が必要で、その際、世界の原子力発電設備容量は2020年の2～3倍程度に増加すると予想するなど、世界の原子力プロジェクトの潜在市場は非常に大きく、すでに、

日本企業は複数の海外プロジェクト（テラ・パワー社のナトリウム冷却高速炉、ニュースケール・パワー社の小型軽水炉、GE日立の小型軽水炉、高温ガス炉の国際協力事業）などに参画しています。機器輸出は国内向け供給と合わせて行うことで事業性が成立するものも多く、再稼働や新增設などに伴う国内向け供給の再活性化も必要です。また、海外輸出には、規格・認証など海外の制度への適合、カントリーリスクなどもあるため、公的な金融支援や規制適合・認証・輸出管理に係る助言など、機器や部品についての輸出支援が望まれます。

これまで述べてきたように、原子力発電の持続的活用には、サプライチェーンが健全に機能する状態に保つことが必要不可欠で、そのため、各企業は厳しい品質管理とたゆまぬ技能向上に取り組んでいます。日本原子力産業協会は、原子力サプライチェーンの維持・強化とそれに関する政府支援と国民理解の獲得に向けて、全力を挙げて取り組んでまいります。

著者プロフィール

1959年8月23日埼玉県生まれ、1982年3月東京大学 工学部 原子力工学科 卒業後、同年4月東京電力㈱に入社。以来37年間原子力発電事業に従事した。

1996年7月 福島第一原子力発電所 技術部燃料技術課長、2000年7月 原子力管理部安全・燃料グループマネージャー、2006年7月 原子力品質監査部品質監査グループマネージャー、2008年7月 原子力品質・安全部部長代理、2010年7月 柏崎刈羽原子力発電所副所長、2013年9月 柏崎刈羽原子力発電所原子力安全センター所長、2014年6月 東通原子力建設所長を歴任。その後、2019年7月より、東京電力ホールディングス㈱理事 原子力・立地本部副本部長および青森事業本部副事業本部長を務めた。2020年8月より現職。また、原子力国際協力センター (JICC) 理事長を兼務している。

超高線量率で行う FLASH放射線がん治療の 作用機序解明を目指して



楠本 多聞*

1. はじめに

放射線がん治療は、放射線が引き起こす電離作用によって、がん細胞のDNAに損傷を与え死滅させる治療法である。外科療法及び化学療法と並ぶがんの三大療法として知られている。放射線がん治療の治療効果は、がん細胞に放射線のエネルギーがどれだけ付与されたかで決まる。そのため、治療効果を推定するための物理パラメータとして吸収線量（単位質量あたりの吸収エネルギー：Gy=J/kg）がしばしば用いられる。高い治療効果を得るために十分な線量を腫瘍組織に与えるとともに、正常組織への被ばくを低減することが重要である。陽子線や炭素線を用いた粒子線治療は、粒子線のエネルギーが低くなる飛跡終端付近で急激に線量が増加する特徴（ブレッギーク）を利用して治療を行う。ブレッギークの位置を腫瘍の位置に合わせ、腫瘍を狙い撃ちするため、従来のX線治療と比較して正常組織への副作用が小さい。しかしながら、粒子線治療においても腫瘍組織周囲の正常組織への影響はゼロではない。治療効果の最大化のためには、腫瘍組織の殺傷効果を高めるだけでなく、周囲の正常組織への副作用の低減を図ることが求められている。

副作用の低減を目指した研究が世界各国で進められていく中で、通常の治療線量率 (0.03Gy/s

程度) よりも1,000倍以上の極端に高い線量率 (40Gy/s以上) で放射線を照射することで、腫瘍組織への影響を維持しながら正常組織への副作用を抑えられることが示された^[1]。放射線を一瞬で照射する様子から『FLASH (フラッシュ)』と呼ばれている。生物効果の線量率依存性に関しては1960年代ころから研究は行われており、超高線量率による照射で正常組織が保護されることは既に知られていた^[2]。しかしながら、当時の臨床に使用されていた放射線治療機器では到底到達できない強度の線量率であったため、高線量率効果に関する研究は減退していった。近年の技術進歩に伴い、超高線量率による照射及び照射量の制御が可能になったため、現在FLASHは世界中で大きな注目を集めている。FLASH効果に関する基礎研究が世界各国で精力的に進められているほか、オランダやアメリカでは既に臨床試験が開始されている。電子線に着目した研究例が主であったが、陽子線や炭素線への適用が議論されている。その一方で、FLASH効果のメカニズムは未解明なままである。理論研究やコンピューターシミュレーションによれば、FLASH照射による正常組織の副作用低減は、【仮説①細胞の周囲に存在する水の放射性分解生成物と酸素の反応による溶存酸素量低下】、もしくは【仮説②水の放射線分解生成物同士の反応によるDNAに損傷を与える活

* Tamon KUSUMOTO 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学研究所 研究員

性酸素種の減少】、が示唆されている。しかしながら、これらを実験的に検証した例はこれまでにほとんどない。

放射線による生物効果を原子・分子レベルで考えた場合、水の放射線分解で生じた化学種によって受ける損傷（間接作用）と、放射線のエネルギーが分子に直接吸収されて受けける障害（直接作用）に分けられる。粒子線治療の場合、ブレッギー峰近傍では直接作用が支配的であり、プラトーのような高エネルギー領域において間接作用の寄与が大きくなる。ブレッギー峰近傍では粒子飛跡（トランク）に沿った電離密度が高くなるため、水の放射線分解生成物同士の再結合反応が進むため、結果としてDNAと反応する化学種の絶対量が少なくなることによる。超高線量照射による正常組織への副作用の低減効果のメカニズムを理解するためには、高エネルギー領域における水の放射線分解生成物の収率を測定することが重要である。そこで、我々は水の放射線分解生成物の収率の線量率依存性を評価し、放射線化学的な視点から超高線

量率効果のメカニズム解明に取り組んでいる。

2. これまでに得られている結果

放射線化学的な視点から超高線量率効果のメカニズムを理解するために、我々はOHラジカルの捕捉剤として知られているクマリン-3-カルボン酸 (Coumarin-3-carboxylic acid : C3CA) 水溶液を使用した実験を行っている。C3CAがOHラジカルと反応すると、OHラジカルが付加したC3CA (OH-adduct C3CA) が生成する（図1）。OH-adduct C3CAはそれ同士で反応する（不均化反応）【経路A】、もしくは酸素と反応する【経路B】ことによって、蛍光性の7-ヒドロキシ-クマリン-3-カルボン酸 (7-hidroxy-coumarin-3-carboxylic acid : 7OH-C3CA) が生成する。この7OH-C3CAを高速液体クロマトグラフに接続した蛍光分光光度計で定量測定することで、OHラジカルの収率を得ることができる^[3]。C3CAがOHラジカルと反応し、7OH-C3CAが生成される経路は酸素濃度に依存する事から、照射によって

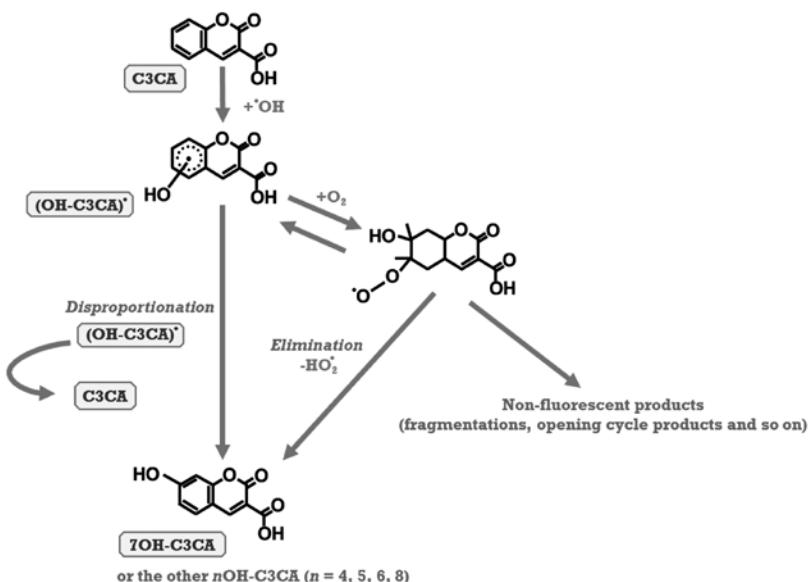


図1 C3CAがOHラジカルと反応して蛍光物質7OH-C3CAが生成する経路。

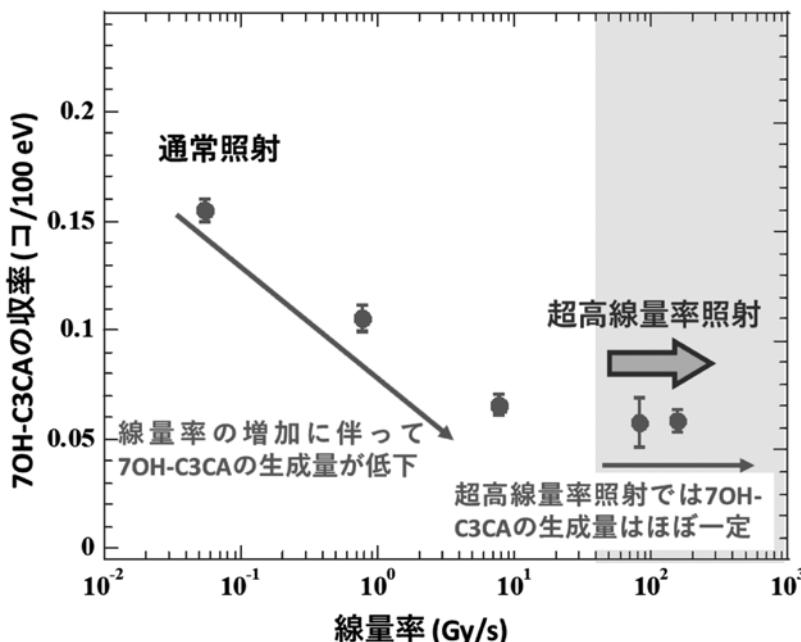


図2 7OH-C3CAの収率と線量率の関係。FLASH照射では通常照射に比べ7OH-C3CAの収率が3割ほどとなった。

生成する7OH-C3CAの線量率依存性を明らかにすれば高線量率効果のメカニズム解明に大きく近づく。

照射実験は量子科学技術研究開発機構内のサイクロトロンで、27.5 MeVの陽子線を用いて行った。陽子線の線量率を通常の治療線量率から150 Gy/sまで変化させて照射した。図2に放射線のエネルギーを100 eV吸収した際の7OH-C3CAの生成量（放射線化学収率：G値）の線量率依存性を示す^[4]。7OH-C3CAの収率は線量率の増加に伴って単調に減少する。FLASH放射線がん治療が行われる線量率領域に着目すると、7OH-C3CAの収率は一定であり、通常の治療線量率におけるその1/3程度となった（通常照射：0.16/100 eV、超高線量率照射：0.05/100 eV）。シミュレーションや理論研究による予測の通り、超高線量率での照射により急激に溶存酸素量が減少することで生物効果が下がったとする。この場合、経路Bが遮断されるため、7OH-C3CA

の収率は低下する。つまり、7OH-C3CAの収率に対する溶存酸素の役割を明らかにすれば上述した仮説①の検証になる。そこで、C3CA水溶液内の溶存酸素をArガスで置換することにより、低酸素状態を作り照射実験を行った。これにより、7OH-C3CAの生成収率に対する溶存酸素の役割を理解することができる。もし、超高線量率領域における7OH-C3CAの収率が低酸素条件におけるそれと一致するならば、仮説①が支持される。図3は7OH-C3CAの生成量と照射線量の関係である。照射は通常の治療線量率で行った。7OH-C3CAの生成量は酸素濃度によらず、照射線量の増加に伴って線形的に増加する。この時の最適曲線の傾きがG値に相当する。低酸素条件では、7OH-C3CAの生成量が通常の酸素濃度における照射と比較して、65%程度となった（通常照射：0.16/100 eV、低酸素照射：0.1/100 eV）。これは高線量率照射における7OH-C3CAのG値よりも有意に高い。つまり、超高線量率照射によ

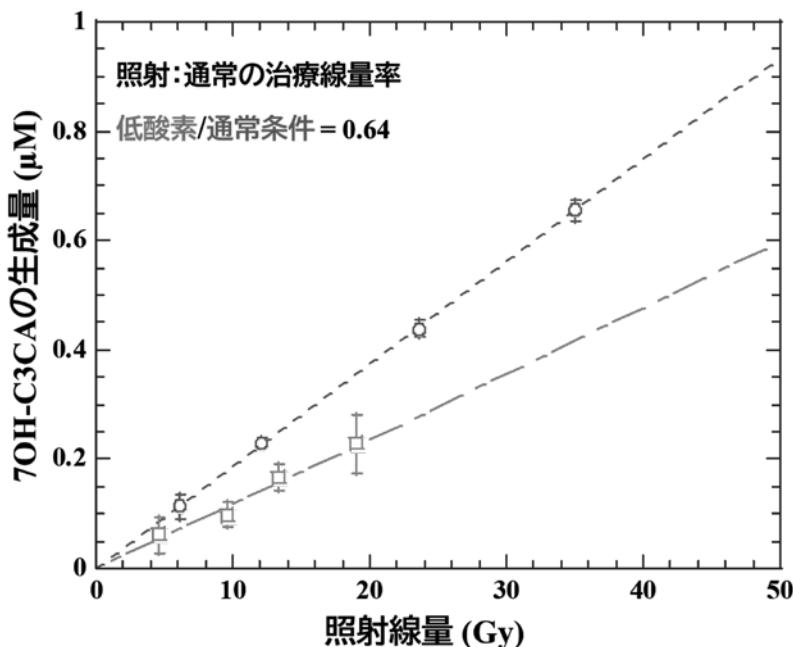


図3 7OH-C3CAの生成量と照射線量の関係。7OH-C3CAの生成量は照射線量の増加に伴って単調に増加する。低酸素条件と通常の酸素濃度における傾きの比は0.64であった。

る正常組織の保護効果には酸素濃度の急激な低下だけではなく別の要因も関係することを示唆する結果である。

3. 今後の課題

照射線量が一定の場合、線量率の増加に伴って照射時間は短くなる。水の放射線分解生成物はDNAやタンパク質との反応に加えて、それら同士あるいは周囲の酸素分子と反応する。放射線の通過後、約100ナノ秒を超えるまでこれらの反応は継続されると考えられている。超高線量率照射は、通常の治療線量率よりも時間的なトラック分布が密となる。通常の線量率では水の放射線分解生成物による反応はそれぞれのトラックにおいて独立した現象であると考えられるが、超高線量率においては近接したトラック間における生成物同士の反応も考慮する必要があると考えられる。結果として、DNAやタンパク質と反応する分解生

成物の量が減り、正常組織が保護されるという理解につながる。この検証には水の放射線分解によって生成する過酸化水素 (H_2O_2) の収率が鍵となると考えている。過酸化水素は OH ラジカル同士の反応 ($OH+OH \rightarrow H_2O_2$) で生成するため、過酸化水素の収率が線量率の増加に伴って増加すれば、それは近接する別のトラックから生成した OH ラジカルが消滅したことを意味するので、仮説②の検証につながる。現在、過酸化水素の収率の定量実験を進めているところである。他方、超高線量率照射による酸素濃度の変化も仮説①の検証に必要であるため、照射中の酸素濃度の変化を直接測定する実験を進めている。

現象の正確な理解及び予測には実験だけでなく、シミュレーションによる検証も必要である。Geant 4 はモンテカルロ法を用いた放射線シミュレータであり、世界中で最も多くのユーザーを有する。Geant 4 の開発後、分子・原子レベルにおける放射線による照射効

果の理解と予測を目指してGeant 4-DNAの開発が進んでいる。現在、Geant 4-DNAではX線やガンマ線、電子線に加えてFeイオンまでの重イオン照射に伴う水の放射線分解生成物の収率を得ることができる^[5]。しかしながら、線量率効果は未実装であり、我々は開発者らとその実装について議論を進めている。超高線量率における照射効果という複雑な現象を理解するためにはCPUを使った現行のGeant 4-DNAによる計算では計算速度の点から限界があると考えている。そのため、GPU(Graphics Processing Unit)を用いた超高速放射線シミュレータMPEXS-DNAの開発がGeant 4-DNAの開発と並行して行われており、2019年時点で3,000倍の計算速度の向上が報告されている。今後、MPEXS-DNAの開発者らと意見を交換しながら、線量率効果を実装していくことで、超高線量率効果という現象の正確な理解を目指している。

4. まとめ

C3CA水溶液を使用し、広い線量率領域で陽子線照射実験を行うことで、放射線化学的な視点から超高線量率放射線がん治療(FLASH)のメカニズム解明に取り組んでいる。C3CAとOHラジカルの反応で生成する7OH-C3CAのG値は線量率の増加に伴って減少し、FLASH放射線がん治療が行われる40Gy/s以上の線量率領域ではほぼ一定となった。7OH-C3CAの生成過程には水溶液内の酸素濃度が大きく関係するため、Arガス置換による低酸素状態における照射実験を通常の線量率条件で行った。その結果、低酸素条件における7OH-C3CAの収率は超高線量率領域のそれよりも有意に高くなることを確認した。これは、超高線量率照射による水溶液内の溶存酸素量の減少だけでなく、隣接するトラック間において生成する水の

放射線分解生成物同士の反応の影響も考慮しなければならないことを示唆する結果である。現在、照射に伴う酸素濃度変化の追跡や過酸化水素の収率測定、シミュレーションによる検証を行うことで、より詳細に超高線量率効果のメカニズム解明に迫りたいと考えている。

謝 辞

本研究は量子科学技術研究開発機構内のサイクロトロンを用いて実施しました。実験に際し、ご支援を頂いたサイクロトロンスタッフの皆様に対し、ここに記して感謝の意を表します。また、本研究は科研費(課題番号: 21H02874)のサポートを受けて実施しています。

参考文献

- [1] Favaudon et al., *Sci. Transl. Med* 2014; 6: 245ra93.
- [2] Berry et al., *Br. J. Radiol.* 1969; 42: 102-107.
- [3] Baldacchino et al., *Chem. Phys. Lett.* 2009; 468: 275-279.
- [4] Kusumoto et al., *RSC Adv.* 2020; 10: 38709-38714.
- [5] Baba et al., *J. Appl. Phys.* 2021; 129: 244702.

著者プロフィール

2017年ストラスブル大学博士課程(Groupe de Radiochimie)修了。2018年神戸大学海事科学研究科海事科学専攻を修了し、日仏の双方で博士号を取得。博士(物理化学・工学)。同年4月より量子科学技術研究開発機構博士研究員として放射線物理化学研究に従事。2021年4月より量子科学技術研究開発機構研究員。高分子中のイオントラック形成メカニズムに着目し、赤外分光法を用いた研究を行っている。最近は水の放射線分解生成物の収率の測定を通じて、放射線化学的な視点から超線量率効果の解明や蛍光飛跡検出器を使用したオージェ電子の線量評価手法の確立に取り組んでいる。趣味はスポーツ観戦(野球・サッカー・テニス)。テコンドー80kg級日本代表。

がん治療は手術か？

私は14年も前から、全国の100カ所以上の学校（主に中学校）でがんの授業を行ってきました。私も深く関わりましたが、今、中学と高校の保健体育の学習指導要領に「がん教育」が明記され、中学では昨年度から、高校では今年度から実際の授業が始まっています。

私の授業では、事前事後にアンケートをとりますが、子どもたちは、「がん治療＝手術」というイメージを持っています。誰に習ったわけでもないでしょから、マスメディアの影響が大きいのだと思います。たしかにテレビドラマでは、がんなどの難しい病気は手術室で治すという設定になっていることがほとんどです。

日本のがんの代表は長い間、胃がんだった点も、そうしたイメージができた理由の一つではないかと思っています。実際、私が生まれた62年前、日本男性のがん死亡の6割近くが胃がんによるものでした。胃は全摘できる例外的な臓器ですし、胃がんは手術向きのがんの代表です。

胃は消化機能を担っているわけではありませんから、全摘出手術を受けても命に別条はありません。乳房や子宮も全摘が可能ですが、これは授乳や出産に役割が限られているからで、心臓や肝臓といった一生使う臓器をすべて取り除くことはできません。

日本では、がんの多くが胃がんだった時代が長く続いたことから、がんは手術で治療するという構図が生まれたように思います。

ところが、衛生環境が改善されて、ピロリ菌の感染率が減ったことで、胃がんは減少しています。

一方、肺がん、乳がん、前立腺がん、大腸がんといった、「欧米型」のがんが増えると、治療は手術だと割り切ることはできなくなります。手術以外にも放射線治療や薬物療法も

重要なからです。

私が医師になったのは1985年。当時の乳がんの治療では、乳房とその下の胸筋、さらにわきの下のリンパ節をすべて切除する「ハルステッド手術」が主流でした。しかし今は、がんの病巣だけを取り除き、乳房全体に放射線を照射して再発を防ぐ「乳房温存療法」が主流となっています。

前立腺がんでも、前立腺の全摘出手術と放射線治療は、同等の効果があることが分かっており、欧米では放射線照射が手術以上に実施されています。

子宮頸がんも、欧米では放射線治療が主流ですが、日本ではまだ手術が中心で、ガイドライン自体が海外と大きく違っています。

がん全体でみても、欧米では6割近くの患者が放射線照射を受けていますが、日本は3割程度に留まります。

放射線治療は副作用が少ないがん治療法です。以前は、末期がんに使われるといった誤解がありました。これは、末期がんでも使えるほど副作用が少ないことを意味します。がん治療の3本柱である手術、薬物療法、放射線治療の中で、体力の落ちた末期がん患者に使えるのは放射線ぐらいと言ってよいのです。

放射線照射の最大のメリットは早期のがんを切らすに治し、臓器の機能や美容を保てる点です。喉頭がんは手術でも放射線治療でも治癒率はほとんど変わりませんが、多くの場合は放射線が選択されています。手術では、声を失うことが多いからです。乳がんも乳房温存療法なら外見の変化も少なく、温泉にも行きやすいと思います。肛門近くの直腸がんでも手術前に放射線をかけることで、人工肛門になるリスクを減らせます。

また、放射線治療は入院の必要がありませんから、「治療と仕事の両立」を可能とします。

放射線治療が正当に評価されることを切に願います。

WiN(Women in Nuclear)-Globalのご紹介 — 原子力と放射線利用の分野で働く女性の国際NGO —

営業企画課 丸山百合子

WiN (Women in Nuclear) -Globalは、原子力と放射線利用の分野で専門的に働く女性の国際NGOで、1993年に欧州で設立されました。ENS (欧州原子力学会) で精力的に長い期間活動されていた女性らが中心となって、セミナー「Women and Nuclear」が開催されたのが契機となっています。

WiN-Globalには、国、地域、および国際機関等に支部があり、現在、145ヶ国に約35,000人の会員がいます。

そして、GD Energy Services (スペイン) のフランス法人副社長であるMs. Dominique Mouillotが現在のWiN-Global会長です (写真①)。

従来は、一般市民、特に女性や若年層を対象に、原子力や放射線利用についての理解活動を行っていましたが、近年は、専門家集団として、そのプレゼンスを示すために、環境の持続可能性、多様性、ジェンダーバランス等にも活動の幅を広げています。

特に、気候変動は喫緊の重要な課題となっていますが、ネットゼロソリューションの一つとして、原子力を含むすべてのクリーンエネルギーを開拓する必要があると考えており、それに向けたさまざまな活動を行っています。



写真① WiN-Global会長
MOUILLOT_D
(提供: WiN-Japan)

また、IAEA、NEA、その他の国際機関や組織とパートナー関係を結び、活動の連携を強化するとともに、SNS等による情報発信にも力を入れています。

WiN-JapanはWiN-Globalの支部のひとつで、2000年に設立されました。2022年7月現在、正会員174名、準会員17名、賛助会員（個人）18名、賛助組織として20組織が参画しています。弊社も賛助組織として支援しており、数名の社員が正会員として活動しています。弊社以外の賛助組織をご紹介します（敬称略）。

北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力ホールディングス(株)、中部電力(株)、関西電力(株)、北陸電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)、日本原燃(株)、原子力発電環境整備機構、東芝エネルギー・システムズ(株)、日立GEニュークリア・エナジー(株)、三菱重工業(株)、三菱電機(株)、(公財)原子力安全技術センター、(一財)電力中央研究所、(株)原子力安全システム研究所です。

活動全体はWiN-Globalの目的に則って実施されています。ここでは、近年力を入れている学生との交流をピックアップしてご紹介します。

1. 近畿大学理学部理工会学生部会エネルギー研究会 (NEDE) との交流会 (写真②)

同会とは2014年以降、ほぼ毎年学生交流会を開催しています。2020年はコロナ禍で中止したものの、2021年は7月8日と15日

にオンラインで実施し、2日間にわたりWiN-Japan会員5名による原子力業界の仕事・キャリアについての紹介と、関西電力美浜発電所長の講演が行われました。近畿大学と福井大学の学生が2日間で延べ22名参加しました。



写真② 学生交流会2016 [NEDE]
(提供: WiN-Japan)

2. 女子中高生夏の学校（写真③）

NPO法人女子中高生理工系キャリアパスプロジェクトが主催する「科学・技術・人との出会いを通じて将来のキャリアプランを立てる」ことをミッションとするイベントで、WiN-Japanは11年連続して参加しています。2021年は8月9日にオンラインで開催され、36団体が参加したポスターセッ



写真③ 夏学2021ポスターセッション
(提供: WiN-Japan)

ションに、WiN-Japanも参加し、PR動画の作成、「世界で働くプロフェッショナルとの活動」というテーマでのポスター発表及びディスカッションを行いました。

この他にも、年次大会で講師を招きエネルギー事情等について最新の知見を得たり、近年はコロナ禍のため見合わせていますが、原子力関連施設へのテクニカルツアー等を実施するなど、会員の資質向上にも努めています。
(写真④、写真⑤)

活動については、ホームページやSNS、電気新聞などで紹介されています。



写真④ テクニカルツアー2018
[量子科学技術研究開発機構]
(提供: WiN-Japan)



写真⑤ テクニカルツアー2019 [島根原子力館]
(提供: WiN-Japan)



写真⑥ WiN-Global2022 パネルディスカッション

(提供: WiN-Japan)

このような状況のなか、WiN-Globalが設立当初から開催している年次大会が2022年5月に日本で開催されました。日本への招致は2018年のアルゼンチン大会で決定したのですが、予定していた2021年度の開催は、コロナの影響で1年伸び今年度になりました。

東日本大震災から11年が経過した日本の復興と、日本の原子力産業の進化を世界各国の仲間に見ていただける最高の機会になったのではないかと思います。

5月23日～26日に開催された年次大会のプログラムは、WiN-Global総会、ワークショップ、パネルディスカッション、ポスター発表と多岐にわたります。次頁で概要をご紹介します。(写真⑥)

プログラムの構成は「福島の現状と課題」「原子力のコミュニケーション戦略」「世界で進む廃止措置の現状と課題」「カーボンニュートラルに向けた原子力の役割」「原子力分野におけるジェンダーバランス」等です。

オープニングセッションでは、Rafael Grossi IAEA事務局長も登壇されました。(写真⑦) Grossi事務局長からは「女性の問題は人材・人権の問題だけではない、人類の才能の半分を失っている、女性は意思決定の場に必ずいなければならない、今の決断が未来に向かっている」とのメッセージをいただきました。また、5月26日に開催されたテクニカルツアーには44名が参加され、福島第一原子力発電所や東京電力廃炉資料館では廃炉への進捗状況を、東日



写真⑦ WiN-Global2022 メッセージを寄せるIAEA事務局長

(提供: WiN-Japan)

会 期：2022年5月23日(月)～26日(木)

場 所：東京ポートシティ竹芝、東京プリンスホテル、福島第一原子力発電所、
東日本大震災・原子力災害伝承館、Jヴィレッジ

テマ：Evolution of Decommissioning & Reconstruction
～11 Years after Fukushima Accident～

方 法：ハイブリッド形式

参加者：310名 会場184名（海外42名、国内142名）オンライン126名（海外109名、国内17名）

参加国：40ヶ国

イギリス、フランス、スイス、オーストリア、ドイツ、スペイン、スウェーデン、ウクライナ、スロバキア、アメリカ、カナダ、アルゼンチン、オーストラリア、アラブ首長国連邦、エジプト、韓国、日本、中国、台湾、モンゴル、ブラジル、メキシコ、チリ、オランダ、ブルガリア、ロシア、ウルグアイ、チュニジア、タジキスタン、ボリビア、コスタリカ、パキスタン、コンゴ共和国、南アフリカ、カザフスタン、モロッコ、ニカラグア、ナイジェリア、ウズベキスタン、マレーシア

本大震災・原子力災害伝承館や定復興再生拠点地域では福島復興の現状を視察されました。

さらに、本大会にはWiN-Global Awardとe-Poster Awardの二部門の賞が設けられています。弊社からは、平田美貴社員が「2011年以降の福島県民へのガラスバッジ提供と個人線量のモニタリングについて」をe-Posterで発表したところ、54題の発表の中からNext Generation Awardを受賞しました。（写真⑧）



写真⑧ WiN-Global2022_e-Poster賞受賞者
[左から2番目が平田社員]
(提供：WiN-Japan)

この大会では、日本の現状を知っていただくなだけでなく、震災や事故から学んだ教訓や

復興にかける思いを、世界の仲間に伝えることができました。また、参加者との交流により各国における原子力産業の現状を知ることができたり、業界で働くひとりとして、また時には女性の目線で将来について話し合えたことは、とてもおおきな成果となることでしょう。盛会に開催されましたこと心からお慶び申し上げます。

この記事をご覧になった読者の皆様の中にはWiN-Japanを初めて知る方もいらっしゃると思います。WiN-Japanの活動にご興味を持たれましたら、ぜひ、ホームページをお訪ねいただき、もっと興味を持たれましたら会員になっていただけますと幸いに存じます。

最後に、本稿の執筆にあたりWiN-Japan理事会の皆様には写真提供ならびに記事のご確認等大変お世話になりました。誌面を借りて感謝申し上げます。

■ WiN-Japan ホームページ

<http://www.win-japan.org/>

令和4年度 医療放射線防護連絡協議会の開催案内

◆令和4年度年次大会：第33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：12月9日(金) 13:00～17:00

会 場：千代田テクノル本社ビル2階会議室（対面開催）、後日WEB配信

テマ：「人の放射線被ばく線量を考える」

1. 教育講演 演題 「線量評価方法の動向」

講演者：黒澤忠弘（産業技術総合研究所）

2. 高橋信次記念講演 演題「我が国の国民線量の算定＊生活環境放射線第3版の概要＊」

講演者：米原英典（原子力安全研究協会）

3. 古賀佑彦記念シンポジウム テマ「今後の線量評価を考える」

①医療領域から：大野和子（京都医療科学大学）

②原子力領域から：横山須美（藤田医科大学）

③個人放射線被ばく線量測定業界から：（個人線量測定機関協議会）

4. 総合討論

座長 菊地 透（医療放射線防護連絡協議会）

①参加費：3,500円（要旨集の発送送料含む）

②申込先：<https://forms.gle/GUF968yMgLrN5KPL8>

③問合せ先：医療放射線防護連絡協議会 事務局E-mail：jimusitu11@gmail.com

◆医療放射線安全管理講習会の開催

今年も全てオンラインで、「医療法、電離則、RI法の改正への対応」をテーマに開催します。

○第73回（1回目）：

日 時：令和4年10月1日(土) 13:00～16:30（総合討論15:20～16:30）

○第74回（2回目）：

日 時：令和4年10月29日(土) 13:00～16:30（総合討論15:20～16:30）

WEB開催：視聴期間は11月13日から27日まで、総合討論を整理してWEB配信

◆第44回「医療放射線の安全利用」フォーラム

日 時：令和5年2月11日(土) 13:00～16:30（総合討論15:20～16:30）

テマ：IVRの安全管理（当協議会のIVR等のガイドライン改訂版を配布）

◆開催詳細 HP：<http://jarpm.kenkyuukai.jp/information>を参照下さい。

腹部・骨盤部単純X線撮影時の生殖腺防護に関するNCRP声明と関連動向



藤淵 俊王*

1. はじめに

米国放射線防護審議会（NCRP：National Council on Radiation Protection & Measurements）は、2021年1月12日に腹部・骨盤部単純X線撮影時の生殖腺防護に関する声明（以下、NCRP声明）¹⁾ およびその付属文書としてガイダンス²⁾ と説明用三つ折りパンフレット³⁾ を公開した。この声明では、腹部や骨盤部の単純X線撮影における生殖腺遮蔽は放射線防護の慣例として正当化されないと勧告している。日本保健物理学会では、この声明の翻訳は本邦の放射線診療においても参考となることから、2021年3月に「生殖腺防護に関するNCRP声明」翻訳ワーキンググループを立ち上げ、同6月に声明の日本語版⁴⁾ と解説文書⁵⁾ を公開した。この声明は現在の科学的な知見に基づき生殖腺への遮蔽具の使用の中止を勧告する一方、これまでの慣例を変更することの難しさや、患者やその家族、医師や診療放射線技師をはじめとした医療従事者等とのコミュニケーション戦略について述べている。本稿では生殖腺防護に関する経緯と声明の概要、医療現場での対応の課題について紹介する。

2. 腹部・骨盤部撮影における生殖腺防護の動向

2-1. 米国での生殖腺防護に関するこれまでの考え方

腹部や骨盤のX線撮影において一次X線か

らの男性と女性の生殖腺（精巣と卵巣）の鉛遮蔽による放射線防護は、1950年代に広く使われ始めた⁶⁾。成人女性への股関節撮影で遮蔽具により生殖腺遮蔽をしたX線画像例を図1に示す。米国食品医薬品局（FDA：Food and Drug Administration）は1976年に、「電離放射線被ばくによって胚組織に突然変異が生じ、悪い継世代影響が引き起こされるかもしれない」という当時の科学的知見と、生殖腺遮蔽がX線撮影時の生殖腺への放射線量を大幅に制限するという仮定に基づき、生殖腺防護のために遮蔽具を使用すべきという勧告を米国連邦規則集に含めた。ただし、診断に必要な臓器や部位を覆い隠す場合は、生殖腺遮蔽の使用は不必要としている。



図1 女性への股関節撮影での生殖腺遮蔽の例

2-2. 生殖腺遮蔽による線量低減効果

X線撮影時の生殖腺の遮蔽として、X線管と精巣、卵巣の間に鉛板等の遮蔽具を置くこ

* Toshihiko 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 教授 / NPO放射線安全フォーラム 理事

とで、精巣で85%、卵巣で57%線量が低減することが報告されている⁷⁾。これは患者に照射されたX線が体内で散乱するため、遮蔽具を用いても線量はゼロになるわけではないことを示している。

最近のX線撮影装置では、様々な体型の患者に対してX線の出力（照射時間）を調整する自動露出機構（AEC：auto exposure control）が備えられている。これは患者を透過したX線の量を、患者とX線受像器の間にあるX線検出器で検出し、一定量のX線を検出すると照射を停止するものである。生殖腺遮蔽具がAECの一部か全体を覆ってしまうと、AECが動作せず照射時間を必要以上に長くし、撮影領域内にある他の臓器への線量が増加することから、米国の関連学会では生殖腺遮蔽具とAECの併用に反対する勧告を出している。

その他生殖腺遮蔽の難点として、体内での卵巣の位置は患者によって大きく異なることが挙げられる（図2）⁸⁾。卵巣は体外から目視できず骨盤外に位置することもあるため、診療ガイドラインに基づき適切に生殖腺遮蔽具を配置しても、30%を上回る女性で卵巣を防護できないであろうと結論づけた報告もある⁹⁾。さらに卵巣を遮蔽すると骨盤内的一部が写らず、疾患に寄与している所見や予期せ

ぬ所見を見逃す可能性もある。

2-3. 生殖腺の放射線感受性に関する現在の知見

20世紀初頭にX線がショウジョウバエとマウスの細胞の遺伝性の遺伝物質に組換えや損傷を誘発することが発見され、ヒト集団の生殖に対する被ばくの影響の可能性について懸念が生じた。しかし現在の知見において、集団における遺伝性（的）影響の自然発生頻度と比べて、被ばくによる遺伝性（的）影響は、大規模で包括的なヒトの疫学研究で認められていない。正当化された医療X線検査から得られる健康上の利益と比べて、検査の潜在的な損害はわずかであることが強く示唆されている。

2-4. 米国の関連学会の動向

1976年のFDA勧告から40年以上経過し、状況の変化や新たな知見が重ねられてきた。X線装置の改良や画像検出器の高感度化といった技術革新により、X線検査時の患者の線量は著しく低減し、生殖腺の線量は1950年代から95%減少するに至っている。このような背景もあり、FDAは2019年4月、腹部・骨盤部撮影時に生殖腺を防護するため遮蔽すべきとする勧告の除外を含む規則修正を提案した¹⁰⁾。

米国医学物理学会（AAPM：American Association of Physicists in Medicine）は、2019年4月に患者の生殖腺と胎児の遮蔽具の使用に関する声明を発表した¹¹⁾。X線画像検査で患者の生殖腺や胎児の遮蔽具を使用すると、解剖学的情報が不明瞭になって画像検査の診断効果を損ない、AECが妨げられ患者の放射線の線量増加をもたらす可能性があるというリスクと、胎児と生殖腺の遮蔽具に関する利益は非常に小さい、もしくは無いことから、AAPMは遮蔽具の使用の中止を推奨している。

遮蔽具の使用によって被ばくに不安を持つ患者や保護者を安心させられるが、現在の知見では使用を必要とする包括的な声明は支持できず、診療放射線技師の患者への説明を含

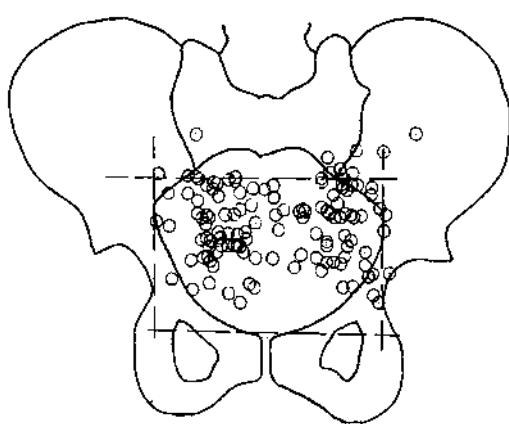


図2 成人患者70名の超音波検査による卵巣128個の骨盤内推定位置⁷⁾

患者により卵巣の位置が大きく異なることを示しており、画像支援なしで卵巣の位置を特定した遮蔽が困難であることがわかる。

む教育プログラムにより、生殖腺と胎児の遮蔽具の限られた有用性と潜在的な欠点に関する情報を提供することを推奨している。

米国放射線科専門医会（ACR : American College of Radiology）は、2019年6月に患者の生殖腺と胎児の遮蔽に関するAAPMの声明の支持を表明した¹²⁾。ACRは、これが臨床業務における大きな変化であることを認識しており、AAPMやその他の利害関係者グループと積極的に協議を進め、トレーニングや教育プログラムおよび臨床現場に役立つ推奨事項の作成を支援するとしている。

一方、米国放射線技師協会（ASRT : American Society of Radiologic Technologists）は、AAPMの声明を慎重に検討した結果、生殖腺と胎児の遮蔽は施設と診療放射線技師にとって長年の慣行であるため、この問題は診療放射線技師コミュニティ内で最重要事項であり、何十年にもわたって実施されてきた放射線安全の実践を変更するには、教育プログラム、施設プロトコルおよび患者の期待を修正する必要があるためこの問題を軽視できず、2019年7月の時点では、AAPMの提案を承認しなかった¹³⁾。その後も検討が続けられ、2021年1月、特に腹部と骨盤のX線撮影時の生殖腺と胎児の遮蔽具の使用の中止を支持する声明を発表した。ただし全ての患者の遮蔽具を排除することは公衆や患者に存在する被ばくへの不安を悪化させる可能性があり、遮蔽具の中止を検討する前に患者への線量を大きく低減した最近の技術の進歩と、放射線検査の必要性について患者と医療関係者に伝えることが不可欠としている¹⁴⁾。

2-5. NCRP声明の概要

NCRPは現在の科学的証拠に基づき、生殖腺遮蔽の推奨について再考した。今回のNCRP声明に寄与した要因を以下に挙げる。

- ・現在では遺伝性（的）影響のリスクは、従来の推定よりはるかに低いと考えられている。
- ・1950年代からの技術改良により、単純X線撮影による骨盤内臓器への吸収線量は、

95%まで減少した。

- ・生殖腺遮蔽はAECの使用を妨げるため、より放射線感受性が高いかもしれない他の骨盤部・腹部の臓器線量を増加させる。
- ・生殖腺遮蔽は骨盤部の解剖学的構造の一部を覆い隠し、X線画像上の重要な所見を覆い隠す可能性がある。これにより遮蔽具の実用的な寸法と面積が制限される。
- ・技師による診療ガイドラインの遵守にも関わらず遮蔽具の面積が限られていることと、患者の正常な範囲内での個々の解剖学的構造の違いによって生殖腺遮蔽は大多数の患者の生殖腺を完全には遮蔽できないことがある。
- ・卵巣への生殖腺線量の大半は生殖腺遮蔽によって減衰しない散乱X線によるものである。

その結果、NCRPは大半の場合、生殖腺を遮蔽しても被ばくによるリスクはあまり低減しない上、被ばくの増加と価値ある診断情報の喪失という意図せぬ結果をもたらす可能性があることから、生殖腺遮蔽の使用は放射線防護の慣例として正当化されないと結論づけ、腹部・骨盤部撮影時の生殖腺遮蔽に関して次頁の勧告を示した。

ただしX線検査の生殖腺遮蔽はこの数十年間慣例的に実施され、多くの患者や家族、公衆、医療従事者にとって基本的で馴染みのある行為である。この診療業務の変更には関係する人々との効果的なコミュニケーションの必要性を、NCRPは重要な考慮すべき事項として挙げている。またNCRP声明では、「生殖腺遮蔽は検査目的を妨げなければ許容できるかもしれない、生殖腺遮蔽なしでの検査に同意が得られなければ生殖腺遮蔽の実施にあたり診断能への負の影響を最小限にする、またはなくすための施設や診療用のガイドラインや方針を遵守すべき」とも述べており、必ずしも生殖腺遮蔽をしてはいけないというわけではなく、柔軟な体制で臨むことも重要なポイントである。

表 腹部・骨盤部撮影時の生殖腺遮蔽に関するNCRP勧告

- ・州と地方自治体の規制やガイドラインは、腹部・骨盤部撮影時に慣例化された患者の生殖腺遮蔽に関するNCRP勧告に基づいて、改定されるべきである。
- ・医療施設は、生殖腺遮蔽が適応となる特定の状況に関する方針や手順を作成すべきである。
- ・専門学協会と他の関連機関は、生殖腺遮蔽についてモデルとなる方針と手順の作成に助力すべきである。
- ・専門機関は、ガイドライン、要件、付則、認証要件、声明、その他の認可された伝達事項、患者の生殖腺防護について現在推奨されている診療業務に沿った訓練を確認、必要に応じて修正すべきである。
- ・医療施設がこれらの勧告を適用するにあたっては、関係する医療従事者、特に診療放射線技師に関連する教育資料を提供するなどすべきである。
- ・生殖腺遮蔽に関する議論は、患者らとの遠慮のない対話の一部であり、どのような疑問にも何も隠さずに対応すべきで、それは、遮蔽がもつ意味合いの明確な理解を助長し、情報に基づく相互の意思決定を促進する。
- ・医学物理士、保健物理士、技師と連携して、画像診断従事者は、生殖腺遮蔽のプロトコル変更を説明するための情報を、医療従事者、特に小児医療の従事者に提供すべきである。この情報には、これらの勧告に関する患者や介護者との最良の話し合いに関するガイドラインが含まれる。
- ・生殖腺遮蔽は、検査目的を妨げなければ許容できるかもしれない。生殖腺遮蔽なしでの検査に同意が得られなければ、生殖腺遮蔽の実施にあたって、診断能への負の影響を最小限にするまたはなく施設や診療用のガイドラインや方針を遵守すべきである。
- ・生殖腺遮蔽具がX線照射野内に含まれる場合、AECを生殖腺遮蔽具と併用すべきではない。

3. 医療現場での課題

生殖腺遮蔽が放射線防護の慣例として正当化されないと勧告するに至った背景にはいくつかの科学的な根拠があるが、実際には科学的な根拠だけでは解決しない従来の慣例を変更することの関係者への心理的な問題が存在する。ここでいう関係者としては検査を受ける患者とその家族、検査説明をする医師、検査を実施する診療放射線技師や患者に係る医療従事者が挙げられる。骨盤領域のX線撮影で生殖腺遮蔽が実施されているのは成人や小児の股関節撮影が主であり、患者への説明や

検査の指示は主に整形外科、小児科の医師が実施する。関係者への理解を得るために対応策も同時に示していくなければ、単に医療現場の混乱を助長することにつながってしまう。またこれまで当然のように実施してきた生殖腺遮蔽という行為の変更について根拠自体は理解できたとしても、心理的、感情的に受け入れられないということが想定される。そこでNCRPは声明に併せて、「腹部・骨盤部単純X線撮影時の慣例的な生殖腺遮蔽の廃止に向けた適用ガイドライン」²⁾と説明用パンフレット³⁾(図3は日本語版⁴⁾)を公開している。これらの資料は生殖腺遮蔽の慣行の変



図3 説明用三つ折りパンフレット(日本語版)⁴⁾
左は表面、右は裏面

更に伴う関係者とのコミュニケーション戦略に焦点を当てている。

医療現場で重要なことは、まず関与するすべての医療従事者に生殖腺遮蔽の慣行の変更を理解し納得してもらうことであり、そもそも海外でこのような生殖腺防護撤廃の動きがあることを知ることから進めていく必要がある。生殖腺遮蔽の慣行を変更する際には、施設内の画像検査に関わる全ての医療従事者にその正当性を納得してもらった上で、施設内で一斉に変更されるべきである。その際には、生殖腺遮蔽の慣行変更に関する背景や状況の情報を十分に提供すべきであり、検査の種類や患者・家族の心情等様々な状況に応じて柔軟な対応を施設内、施設間で統一した考え方で実施するよう取り組むこと、そのためにも国内の関連学会でガイドラインが作成されることが望まれる。

次に重要なことは、患者やその家族との丁寧なコミュニケーションである。患者やその家族に直接対応する医師や診療放射線技師は、患者や家族の懸念を見越しつつ、丁寧なコミュニケーションを行う必要がある。その際、リスクに関する誤解を生み出す心理的、社会学的、文化的な要因をよく理解し、効果的なリスクコミュニケーションを行うことが極めて重要である。それに加えて患者や介護者が追加の疑問や懸念を抱いた際に、対応者をサポートするための体制を構築しておくべきである。関連する医師をはじめとする他の医療従事者からのサポートも必要不可欠であり、決して慣行の変更に熱心に取り組んでいる一部のスタッフを孤立させるというような状況を施設内で作ってしまってはならない。さらに、待合室や更衣室などに患者や介護者に向けた案内を掲示して、慣例変更に関する案内を行うことと被ばくへの不安に関する相談に応じる体制を整備しておくことも有効と考えられる。

生殖腺遮蔽自体は1950年代から続いてきた慣行であり、生殖腺遮蔽の廃止に関する科学性な正当性が示されたとしても、医療現場がその慣行を変更するという作業は決して単純ではない。そのため、科学的根拠のみを提示

するものではなく、様々な可能性を想定して、多くの関係者と協議を重ねながら慎重に検討していく必要がある。

参考文献

- 1) NCRP; Statement No. 13 – NCRP Recommendations For Ending Routine Gonadal Shielding During Abdominal And Pelvic Radiography (2021).
- 2) NCRPs; Companion To Statement No. 13 – Implementation Guidance For Ending Routine Gonadal Shielding During Abdominal And Pelvic Radiography (2021).
- 3) NCRP; NCRP Gonadal Shielding Trifold Flyer (2021).
- 4) 浜田 信行 他 : NCRP Statement No. 13「腹部・骨盤部単純X線撮影時の慣例的な生殖腺遮蔽の廃止に向けたNCRP勧告」とその付属文書. 保健物理, 56 (2), (2021)
- 5) 藤淵 俊王 他 : NCRP Statement No. 13「腹部・骨盤部単純X線撮影時の慣例的な生殖腺遮蔽の廃止に向けたNCRP勧告」とその付属文書: 経緯と最近の関連動向. 保健物理, 56 (3), (2021)
- 6) GM. ARDRAN et al; Protection of the male gonads in diagnostic procedures. Br. J. Radiol, 30 280 (1957).
- 7) E. SOMASUNDARAM, et al; Achievable dose reductions with gonadal shielding for children and adults during abdominal/pelvic radiographic examinations: A Monte Carlo simulation, Med. Phys., 47, 5514–5522 (2020).
- 8) C. FEATHERSTON et al; Ultrasound localization of the ovaries for radiation-induced ovarian ablation, Clin. Oncol, 11, 393–397 (1999).
- 9) SL. FAWCETT et al; More harm than good? The anatomy of misguided shielding of the ovaries, Br. J. Radiol, 85, e442–e447 (2012).
- 10) FDA; Food and drugs; radiation protection recommendations; radiological health; recommendations for the use of specific area gonad shielding on patients during medical diagnostic x-ray procedures. (2019).
- 11) AAPM position statement on the use of patient gonadal and fetal shielding.
- 12) ACR endorses AAPM position on patient gonadal and fetal shielding. (2019)
- 13) ASRT Board of Directors provides update on gonadal and fetal shielding position. (2019)
- 14) ASRT update on gonadal and fetal shielding. (2021)

著者プロフィール

2000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。2012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、千葉大学医学部附属病院、茨城県立医療大学を経て、2013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 講師、2019年4月より同教授。アイソotope統合安全管理センター 病院地区実験室長、放射線教育部等併任。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、放射線安全フォーラム、日本放射線技術学会、日本保健物理学会等。

サービス部門からのお願い

変更連絡方法についてご協力お願いします

平素はガラスバッジサービスをご利用くださいまして、誠にありがとうございます。測定依頼いただきました封筒やGBキャリーの中に、ガラスバッジの追加・中止等の変更依頼が書かれた付箋が入っていることがあります。付箋は剥がれやすいため、輸送中に線量計や依頼書から外れてしまうことがあります。付箋による変更等のご連絡はご遠慮くださいますようお願いいたします。ご面倒でも“測定依頼票”の通信欄にご記入いただくか、「ガラスバッジWebサービス」からお手続きいただきますよう併せてお願い申し上げます。



編集後記

- コロナが3年経ってもまだ猛威を振るっていて、プーチンがウクライナに侵攻するなど、このところは悪いニュースが続いている。このような情勢の中で日本がこれからどう進むか困難な道が予想される。
- 今月号は日本原子力産業協会理事長 新井史朗氏が「原子力サプライチェーンの現状と課題解決に向けて」と題して、電力需要が逼迫する中での原子力の必要性について執筆されている。
- 量子科学技術研究開発機構 放射線医学研究所 楠本多聞氏の「超高線量率で行うFLASH放射線がん治療の作用機序解明を目指して」は、通常の治療線量率よりも1,000倍以上の極端に高い線量率で放射線を照射するFLASH治療において、放射線化学的な視点から超高線量率効果のメカニズムを解明する研究について紹介されている。
- 東京大学医学部附属病院 中川恵一氏の「がん治療は手術か？」と題するコラムは、放射線治療は副作用が少なく入院の必要が無い治療である利点が述べられている。
- WiN (Women in Nuclear)-Global-原子力と放射線利用の分野で働く女性の国際NGO-の日本支部として設立された組織の様々な活動報告と、今年の5月に日本で開催された年次大会について記載されている。
- 九州大学大学院医学研究院/放射線安全フォーラム 藤淵俊王氏の「腹部・骨盤部単純X線撮影時の生殖腺防護に関するNCRP声明と関連動向」は、米国の動向を受けて国内の今後の進め方についての考えが述べられている。

(T. N.)

FBNews No.550

発行日／2022年10月1日

発行人／井上任

編集委員／新田浩 小口靖弘 中村尚司 野村貴美 古田悦子 青山伸 福田達也

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ル

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／株式会社テクノルサポートシステム

—禁無断転載— 定価400円（本体364円）