

2021年度 新潟放射線治療技術懇話会 基礎講習会 質問と回答

基礎講習会ワーキンググループ

1. 放射線計測 X線、電子線

Q 1.1

半導体検出器は、なぜ印加電圧が不要なのでしょうか？

A 1.1

AAPM TG62 レポートにシリコンダイオードについて pn 接合（空乏層）にかかる高電界により、外部からのバイアスなしで電荷収集可能との記載があります。空乏層に放射線が入ると電子と正孔ができ、電界によって各々陽極と陰極に引かれ、電気信号となって検出できます。

例えば iba 社の半導体検出器は不純物半導体の P 型半導体になります。エネルギーが加わると結晶中に存在する正(Positive)の電荷をもつ正孔(ホール)がその周囲の電子の移動に伴い移動することで電流が生じる性質を持つため印加電圧は不要となります。

Q 1.2

線量計の幾何学的中心を水面に合わせる際、再現性の向上やスタッフ間のばらつきをなくすためのおすすめの合わせ方などありますか？

A 1.2

基礎講習会 WG メンバーの施設では、全施設が複数の目で確認するという意見でした。その際にどこを基準にして合わせるか、どこをチェックするかなど施設内で方法を合わせることが重要です。この時にローテータや初心者だけではやらずに、経験が長い方や講習会等に参加しており知識を有している方などがチェックをするようにします。

合わせる手順は施設によって異なっており、正面から鏡面像を確認する（チェンバーや先端の尖った部分が正円かなど）、側面からも確認する（先端からステムまで太さなど違和感がないか）、水面にチェンバーの上面を合わせて一定量だけ上げて合わせるなどです。

最終的にレーザーがチェンバーの中心と一致しているかを確認しますが、レーザーが屈折している可能性もあるので、最初にレーザーが平行かつ中心で一致していることを確認、調整しておくことも重要です。

Q 1.3

平行平板形電離箱の極性効果が大きい理由は何でしょうか？

A 1.3

極性効果は、電離空洞、集電極、後方の絶縁体のサイズに依存すると言われており、平行平板形電離箱は指頭形電離箱と比較して、電離空洞が小さく、集電極や絶縁体が大きいので極性効果が大きくなると考えられます。

「標準計測法 12 の付録 5」や「世界の基礎論文 テーマ：極性効果（2001 年発行 日本放射線技術学会放射線治療分科会誌 Vol.15 No.1 P56-67）」などに詳細な原理などが記載されているので、ご参照ください。

Q 1.4

温度気圧補正に関して質問です。

測定の際は測定時の温度・気圧が基準条件から大きく変化していない方が望ましいということは何となく分かります。温度気圧補正係数とは測定電荷に対して温度・気圧による変化を補正するために用いていると認識していますので、例えば「今回の測定値が高めなのは気圧が低いから。(ktp を考慮しているにも関わらず)」という考察は正しいのでしょうか。

A 1.4

温度気圧補正についての解釈は問題ないと思います。放射線治療物理学（国際文献社）にも「計測時の温度（水温や室温、個体ファントムの温度）と気圧が可能な限り一定になるように注意する必要がある。」という記載があります。

気圧についてのみ注目すると、気圧変動が激しい場合に 1 回の測定時間が長いと影響を受けやすいと思いますが、そこまで時間が長くなければ理論上は温度気圧補正係数がしっかり適応されていれば問題はありません。

温度計、気圧計の指示値が正しいかどうかも重要です。

「今回の測定値が高め」という部分については、温度気圧だけでなくリニアックの変動、セッティングの不確かさなど様々な要因が絡んでおりますので、一概に「気圧が低いから」とは言えないと考えます。重要なのはその差が施設で設定されている許容値に入っているかどうかだと思います。

Q 1.5

電離箱線量計の印加電圧について、極性を選択する際の理由を教えてください。

A 1.5

極性を選択する理由は特にありませんが、校正したときの極性と通常使用する時の極性

が重要的事情です。

かたろう会誌 21 号で 30013 において両極性の Jaffe Plot を測定・調査されており、結語で「300V に比べ、400V では回帰直線の直線性が崩れ、補正係数の推定精度を落としていることが分かった。また、極性によって直線性の崩れ具合は異なり、マイナス極性で顕著に見られた。」との記載があります。（ここでマイナス極性とはマイナスの電荷収集になります）今後の参考にされても良いかもしれません。

2. リスクマネジメント

Q 2.1

組織全体で安全管理に取り組むことは重要と思いますが、スタッフ個人の教育や意識付けも大切と考えています。新たに放射線治療業務に配属されたスタッフ（特に若手）に対して、これらの教育を何か行なっておりますでしょうか。

放射線治療は診断部門に比べて使用する放射線の量もエネルギーも断然異なります。診断部門での放射線安全ももちろん重要であると思いますが、放射線治療では人の命を脅かすほどの線量を一回の治療で照射することもありますので、「常に危険と隣り合わせの業務をしているんだ」という意識や自覚を持つ必要があると思いますが、関係法規の教育訓練だけでは網羅できない部分もあると考えていますので、何かご意見などあればお聞かせ願います。

A 2.1

施設によって様々な取り組みが挙げられましたので以下に記載します。

- 最初の数ヶ月は研修として 3 人で業務を行い、業務説明に加えて注意点やリスクについても話す。研修後は 2 人で業務を行うが、原則ベテランと組むようにしてコミュニケーションを取りながら業務を行う。
- 自施設のヒヤリハット事例をまとめて、他施設の情報を含めて今後活用したい。
- 週 1 回治療患者さんの症例カンファレンスを行い、患者さんの情報や計画やマージンの意図を皆で情報共有したりカルテを確認する癖をつけてもらうことで、日々の治療の意義がわかるような体制を心がけている。またカンファレンスは RI 規制法の教育訓練「放射線の人体の影響」の再教育の項目の一環として、治療担当者は必ず規定した回数以上のカンファレンス参加を義務付けている。
- 最初の 1 週間程度は私等の専従者が「放射線治療とは」を教えながら、見学するような形です。安全面に関しては半分脅しに近いくらい、大げさに安全面の説明をします。

また、すべてに対して自分で責任を取ることを伝え、責任を持った行動を取るよう促します。2年目に入ると悪い意味で馴れががでてくるので、県内外の若干厳しめの施設に見学に行かせることで、再度自覚を持たせるようにしています。最近は新型コロナで実施できずに残念です。

- "個人" の教育・意識付けという視点から考えると、当院では配属された技師に基礎的な講習会を受けるよう促しています。一連の治療過程に潜む異常を発見するためには、MU 計算、margin、QA など基礎的な内容を最低限習得している方が気づける可能性が増えると思うからです。

Q 2.2

がん診療連携拠点病院では品質管理委員会を設置するよう指定要件が定められていますが、現在当院では3ヶ月に1回程度、医師、技師、看護師、医学物理士が参加して放射線治療の品質管理ワーキンググループを開催しています。このワーキンググループは病院側からの承認を得ていないものです。やはり病院側で認められた委員会として活動できるよう設置した方がよろしいでしょうか？ちなみに、当院はがん診療連携拠点病院です。また、病院側への放射線治療品質管理委員会の重要性をアピールする取り組みなどありましたらご教示頂ければ幸いです。また、具体的な品質管理委員会の構成メンバーの役職例をご教示頂きたいです。

A 2.2

以前はがん診療連携拠点病院の要件に委員会の設置はありましたが、現在は無いように思います。放射線治療の品質管理に関する委員会で委員会の設置を推奨するような記載がありました。施設毎に異なっていますので、以下に基礎講習 WG の複数施設の例を記載します。

- 委員会の構成は、医療機器安全管理責任者（副病院長）、放射線部長、放射線部副部長、診療放射線技師長、放射線部看護師長、医療安全管理部長、歯科放射線科診療室長、放射線治療品質管理室長、その他委員会が必要と認めたもの（外部委員、放射線治療医、医学物理士など）
- 照射業務だけでなく精度管理の重要性や「業務の見える化」をするには委員会として活動することは良いと考えます。当院の放射線治療品質管理委員会では、放射線治療科医師を委員長とし副院長・診療科医師（呼吸器・泌尿器・乳腺）・放射線技師長・放射線治療主任技師（副技師長）・医学物理士・品質管理専従技師・放射線科看護師長・放射線治療認定看護師・外部委員で構成しています。

JRS のガイドラインである「放射線治療における医療事故防止のための安全管理体制の確立に向けて（提言）」をもとに、放射線治療部門の医師や技師リーダー、放射線

技師長が主体となって病院へ働きかけました。委員会として設置されることで、院内の web システムにおいて議事録を開示出来たため、委員会の存在や業務内容等について、病院職員に対する認知が広まったと考えます。

- ▶ 当院では品質管理委員会を設置しています。病院での立場を確立するために規制法上の予防規程の中の組織欄に明記し、病院として意識せざるを得ない状況を作ったうえで、病院側にメンバー構成と正式な委員会としての届を出しています。（主任者・看護部セーフティマネージャ・経営課・技師長・腫瘍医・治療技師・品質管理士が実質的な実務をすべて行う）なお、規制法がらみはすべて品質管理委員会が関与しますので、品質管理士が規正法関連をすべての実務を担当します。

3. 放射線治療技術における放射線安全管理

Q 3.1

リニアックの使用許可線量に関してです。

線量 (Gy) や MU で管理されている場合、照射野サイズなどは決まりが無いのでしょうか？あくまでも最大照射野で使用した場合など、安全側に決められているのでしょうか？

A 3.1

法律によるすべての根本は周辺への放射線の影響を先に計算して防ぎ、後に測定で確認することだと思います。施設検査では、最大照射はもとより場合によってはコリメータ角度やガントリ角度を変えての漏洩線量率を確認して法律の範囲内であることを確認します。その後の帳簿管理や定期検査は法に則った上で施設検査での結果を踏まえて安全側で施設側が実施する管理になります。

施設検査や定期検査時の遮蔽壁に係る漏洩線量測定に関しても、原子力規制委員会 2020 年 10 月の下記資料には、「施設検査・定期検査時、直線加速器の最大定格（最大照射野、最大線量率）で遮蔽計算書を参考に測定する」と記述があることより、最大照射野で考えていくことと思います。

<参考資料>原子力規制委員会 <http://ricenters.umin.jp/20201008.pdf> (P45 参照)

Q 3.2

測定できない壁面の亀裂を経験したことがあります。そのため専門業者による化粧壁か躯体（遮蔽）壁の亀裂か調べていただきました。

その時の結果は化粧壁の亀裂だったので特に問題はありませんでしたが、やや面倒な手続きとなりました。何か良い方法はありますか？

A 3.2

規制法に関するすべては、施設自身が法律を読み解いて安全測で判断するもので、規制庁等が施設の管理方法を具体的に指示することはありません。しかし、管理方法に困ったときには相談すると一例を提案してくれるので、それをもとに自施設が法律及び予防規程に則っているかを判断の上で管理方法を決めなければなりません。

以下、1施設の判断（例）を記載します。

「壁面の亀裂に関しては、もともとの施工図においてふかしを計算し施工されています。このふかし部分は化粧面のタイル等を張り付けたりする部分であり、且つ亀裂等を見込んで構造体を傷つけないためのものであり、亀裂が入る場合はこのふかし部分に亀裂が入るようになっていきます。ですので、建設会社の常識的には亀裂が入っていて当然であり、躯体のコンクリートはそのおかげで損傷しないように考えて作られているという認識です。また、遮蔽計算や構造計算にふかし部分は含まれないため、遮蔽物の亀裂ではないと判断すれば、その結果のみ保管しておき、立入り検査や定期検査時に聞かれたら説明できるようにしておけば良いと判断しました。

規制法の管轄に影響がないという資料を残しておけば、監査の時に聞かれても、「施設の点検及び漏えい線量率測定で問題なし、添付資料あり」と答えれば良いという判断です。遮蔽計算に用いている部分のみが規制庁への報告に必要なので、それ以外のふかし部分にひびが入っていることを施工会社に証明してもらい、遮蔽計算上の躯体に変化がないという、規制法上の施設の点検帳簿記載と規制法上の漏えい線量率測定もあわせて行って証拠として保管しています。」

以上