

マンモグラフィの診断参考レベル

東北大学病院 診療技術部放射線部門 ○齋 政博(Sai Masahiro)

【はじめに】

マンモグラフィを用いた乳房の画像診断においては、微細な石灰化や淡く不明瞭な腫瘍の描出能など高品質の乳房X線画像が望まれる。一方、乳がん検診等で使用されるマンモグラフィは、比較的放射線感受性の高い乳腺にX線を照射するため被ばく線量も重要な課題である。マンモグラフィにおける線量評価は、乳房に対してのみ局所的にX線が照射されること、乳房組織において、乳腺組織が最も脆弱であるとされていること、使用するX線のエネルギーが低いため急速に変化することなどを理由に、平均乳腺線量をいう線量により評価されている。医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME)において提示された診断参考レベル(diagnostic reference levels:DRLs)は、マンモグラフィにおいては平均乳腺線量2.4 mGy (PMMA 40 mm)である。さらに臨床データに基づく平均乳腺線量として2Dは1.4 mGy、DBTは1.5 mGyであった。DRL2025に向けての調査内容および今後の推測も交えて述べる。

【平均乳腺線量の概念】

乳房は脂肪組織と腺組織の複合体であり、特に腺組織は皮膚、脂肪組織あるいは乳輪よりも発癌の感受性が高い。ICRP勧告では、放射線の推定線量評価のための条件として、50%脂肪および50%乳腺組織からなる均一に圧迫された乳房中の腺組織(皮膚を除く)内の平均吸収線量とすべきとしている。Fig.1に平均乳腺線量を求めるための乳房モデルを示す。臨床の中での平均乳腺線量の関係する因子としては、乳腺密度や乳房厚、さらには乳房X線撮影装置におけるX線の線質やAEC(Automatic Exposure Control:自動露出機構)の設定などがあげられる。これらの因子を考慮した上で、マンモグラフィにおける線量の最適化を行うことが必要である。

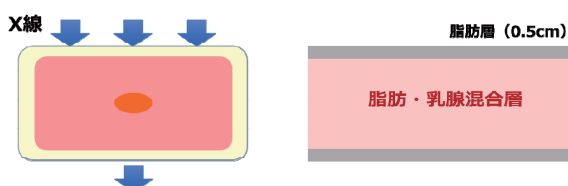


Fig.1 平均乳腺線量を求めるための乳房モデル

【マンモグラフィの線量評価の背景】

マンモグラフィ分野においては、ACR (American College of Radiology) や EUREF (European Reference Organisation for Quality Assured Breast Screening and Diagnostic Services) 等のガイドラインが世界的に浸透しており、線量評価も各国共通の評価法(Dance理論)で行われている。

日本においては、NPO法人日本乳がん検診精度管理中央機構(精中機構)による精度管理の普及によって、線量と画質の最適化がなされている。DRL値は精中機構での調査データを利用して

【マンモグラフィにおけるDRL】

マンモグラフィにおけるDRLs2020は、先ほど述べた精中機構で調査した施設画像評価の中の線量調査データをもとに設定されている。各国で一般的に使用されている線量測定法および基準ファントムを使用し、DRLs2015以後、2014年から2019年までに申請された施設の中で、画質と線量および撮影システムが乳房X線撮影において適切と評価された2,777台を対象としたデータをもとに決定されている。そこで設定された診断参考レベルの数値は平均乳腺線量2.4 mGy (PMMA 40 mm厚)である。Fig.2に施設画像評価から得られた平均乳腺線量分布を示すが、マンモグラフィシステムでは他のモダリティと比較して標準偏差が小さく、線量分布がまとまっていることがわかる。この値は、精中機構という精度管理を目的とする団体の中で調査が行われ、画質(A・B認定を受けた乳房用X線装置システム)と線量およびシステムの精度管理がなされているという信頼性の高いデータであることから、95パーセンタイルを用いている。さらには、臨床における実際の患者の線量データを用いるこ

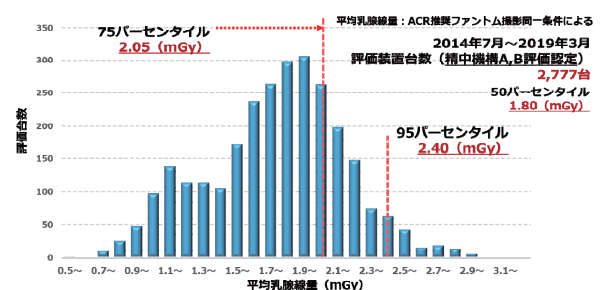


Fig.2 認定施設における平均乳腺線量分布

とが推奨されていることにより、臨床で撮影した右MLO撮影時における2DマンモグラフィとDigital Breast Tomosynthesis（以下DBT）の平均乳腺線量を、1施設当たり無作為抽出50症例分の中央値を20～30施設分収集して解析することとした。

【施設画像評価から見るマンモグラフィシステムの変遷】

DRLs2015、DRLs2020の背景には、使用されているマンモグラフィシステムの影響が大きい。精中機構の施設画像評価が開始された当初からDRLs2015の調査期間はアナログとCRシステムが大部分を占めていた。その後、デジタルシステムはCRシステムからDRシステムに変わり、またソフトコピー診断が主流になってきた（Fig.3）。DRLs2025にはこのような影響が加味されてくることが予想される。

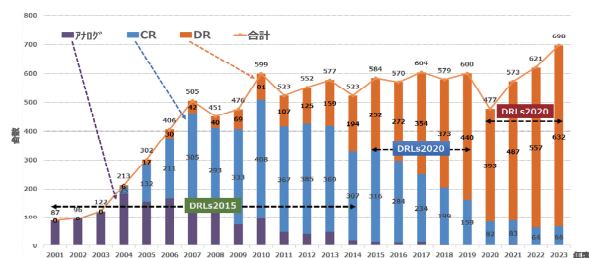


Fig.3 施設画像評価から見るマンモグラフィシステムの変遷

【マンモグラフィ装置の変遷】

平均乳腺線量に関係する因子は、被写体因子として乳腺密度、乳房厚であり、装置因子としては、X線線質、撮影線量、画質等がある。これらはAEC（Auto Exposure Control）を用いることにより線量と画質の最適化がなされる。最近では、X選管の陽極にはタングステン（W）等、フィルタもロジウム（Rh）、銀（Ag）、アルミニウム（Al）が搭載され、エネルギーの高いX線が使用されるようになった。また、検出器もCRからDRに変わり、受像器の感度も線量に起因するようになっている。Fig.4に

乳腺量、線質の違いによる平均乳腺線量の変化の例を示す。このシステムでは、MoターゲットからWターゲットに変わるとPMMA40 mm厚における平均乳腺線量では約40%程度の線量低減が可能となることがわかる。

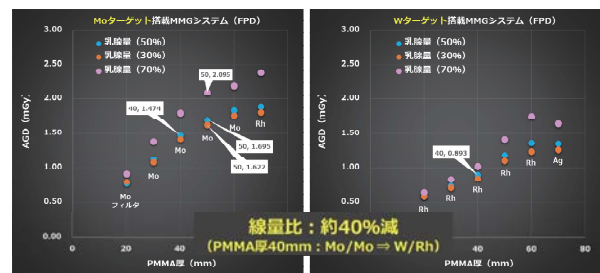


Fig.4 乳腺量・線質の違いによる平均乳腺線量（例）

【DRLs2025における期待と課題】

DRLs2025のアンケート調査に関しては、DRLs2020と同様である。マンモグラフィシステムに関しては、DRシステムが主流になっていることも踏まえ、線量が下がることが予想される（Fig.5）。システムにおけるPMMA40 mmのDRL値は、他施設とのシステム線量比較に用い、臨床撮影データに基づくDRL値は、各施設の撮影技術の向上に活用することが望まれる。DRL値において信頼性を持った値として活用するには、その前提にある乳房X線撮影装置の適切な品質管理の実施、撮影技術の向上は不可欠であり、DRL値の持つ意味を理解し、受診者に対して検査の安全性をフィードバックすることが重要である。

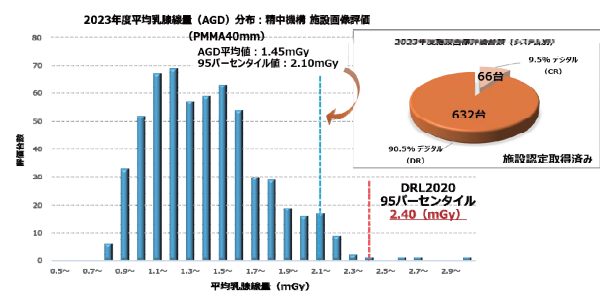


Fig.5 最近の線量調査の分布（2023年度）