

Helical scan の TSP (temporal sensitivity profile) より求めた 救急時の頭頸部 CT プロトコルの検討と有用性

○西本 司、松村 知典、田村 清志、中元 暁、師井 彩絵、岡本 淳、原 裕樹、常岡 岳倫、
長浦 健二
総合病院社会保険 徳山中央病院

【背景】 当院の救急患者において、2か月間の約400件の頭部領域撮影において約9000スライスのうちCTからモーションアーチファクトを含む割合は(出血:7 梗塞:1 小児:2)の割合であった。

頭部領域において、ガイドラインではNon-Helical scanを推奨しているが、今回当院の救急患者における頭部疾患の割合から、体動のある患者(または可能性のある患者)に対してモーションアーチファクトを可能な限り軽減し、且つLow-contrastを保つプロトコルをTSPの測定等から導き、当院で使用している頭部ルーチンnon-Helical scanの画質・被曝線量等を基準にしてHelical scanの有用性を検討した。

【使用機器】 東芝 Aquilion64、自作 moving phantom、11 mmφ 金属球、Catphan phantom、ImageJ

【測定方法】

- ① 金属球を用いてスライス面通過による測定法にて時間分解能の測定を行った。使用検出器は0.5×64、1.0×32を用い、それぞれにピッチファクター(PF)、回転速度(rot/sec)を変化させ評価は半値幅FWHM(sec)にて行った。
- ② アーチファクトの評価として、自作ファントムを用いて定速で動かし得られた面内のヒストグラムより評価を行った。
- ③ Low-contrastを測定するため、Catphan fantomを用い、頭部の髄質と白質部分のCT値差が近い0.5%コントラストモジュールでCNRにて評価を行った。各条件3回測定し、平均値をとり、関数FC:24を用いた。

【結果】

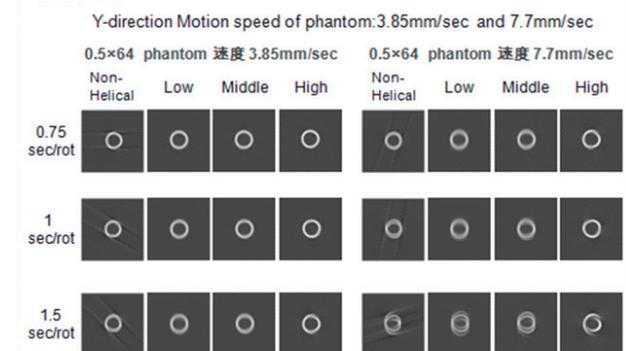
- ① TSPの測定よりいずれの検出器列を用いても、High Pitchでは他と比較し、高い実効時間分解能を有し、Low・Middle Pitchは回転時間にほぼ等しい値を示した。
- ② 同じ回転時間であっても、ピッチファクターにより見え方が変わり、時間分解能の差を表しているものと思われる。またHelical scanではnon-Helical時の画像と違い同じ回転時間であってもストリークアーチファクトは少なかった。しかしHigh Pitchではヘリカルアーチファクトの発生も多かった。
- ③ CNRの評価ではnon-Helical scanと同等のeffective mAsでの評価はnon-Helical scanの方が高い値を示した。また、近いCTDI_wを得られた条件

と比較した場合 non-Helical scanに近いが、若干上回るCNRの値を示した。

【考察】 TSPの測定より時間分解能に優れるのは、High Pitchであり、より動きの有するものに対してアーチファクトの抑制は大きい傾向にあった。しかし、High Pitchでは仮に動いていない場合や頭蓋底領域ではヘリカルアーチファクトが発生しやすく、non-Helicalと同等のCNRに合わせようとすると、被曝線量が高くなった。Low・Middle PitchではFWTMはLow Pitchの方が大きいですが、今回の測定ではアーチファクトに差が見受けられない程度であった。

Low-contrastは若干non-Helicalに劣ると思われる。しかし体動ある患者、動く可能性のある患者(特に外傷で頭頸部撮影)に対して有用で、全撮像時間の短縮と連続データの利用、また視覚評価と一致すると言われるSNR(Signal to noise ratio)にて評価を行ってみたが、従来のnon-Helicalと比較しても被ばく線量を多くせず、同等の画像が得られることから、有用性が示唆された。

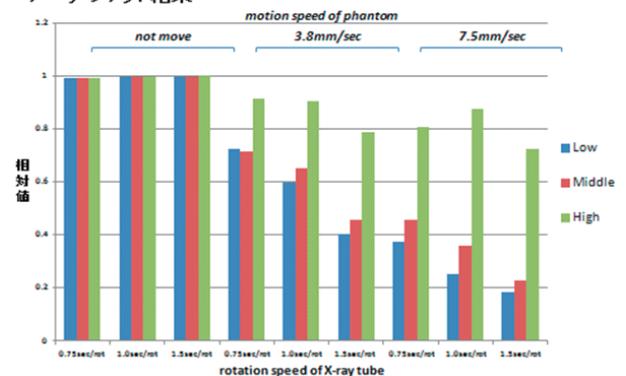
【結果②】



同じ rotation time でもヘリカルではストリークアーチファクトは発生しない

【結果②】

アーチファクト結果



○西本 司、松村 知典、田村 清志、中元 暁、師井 彩絵、岡本 淳、原 裕樹、常岡 岳倫、長浦 健二

総合病院社会保険 徳山中央病院

【背景】 頭部CTにおいては、各ガイドライン等でも non-Helical 撮影が推奨されており、当院の脳外科においても、non-Helical 撮影を望む場合が多い。

しかし、non-Helical 撮影ではどうしても体動がある場合アーチファクトが発生してしまう。

そこで、体動補正 (Automatic Patient Motion Correction : APMC) を用いることにより、ストリークアーチファクトの軽減が図れる。今回その APMC の基礎的検討を行った。

【使用機器】 東芝 Aquilion64、自作 moving phantom、Catphan phantom、ImageJ

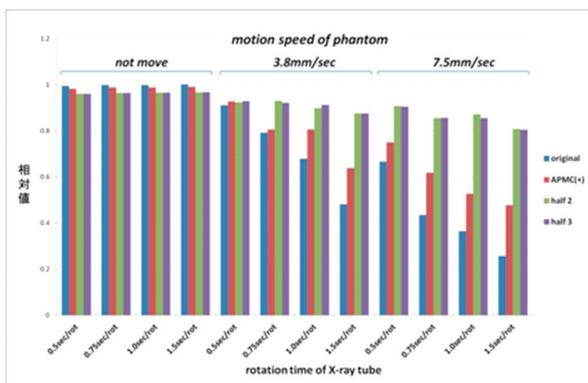
【測定方法】 Moving phantom を使用して original ≡ APMC (-)、APMC (+)、時間分解能に優れたハーフスキャンであるハーフ2およびハーフ3、の4種の比較を行った。

- ① アーチファクトの評価として、自作ファントムを y 軸方向へ定速で 3.85 mm/sec、7.7 mm/sec で動かし、管球回転速度を変化させ、得られた面内のヒストグラムより評価を行った
- ② Low-contrast を測定するため Catphan phantom を使用して、上記4種の条件にて、CNR の測定をおこなった。また体動のあった臨床例 (43スライス) から視覚評価として当院 CT 担当の診療放射線技師6名にてスコアリング (0~4点) を行った。

【結果】

- ① 今回行ったアーチファクトの測定法では、より形状を保ったシャープな画像を表せる方が高い値を示すので、時間分解能にも優れたハーフスキャンの方が良い結果を示した。

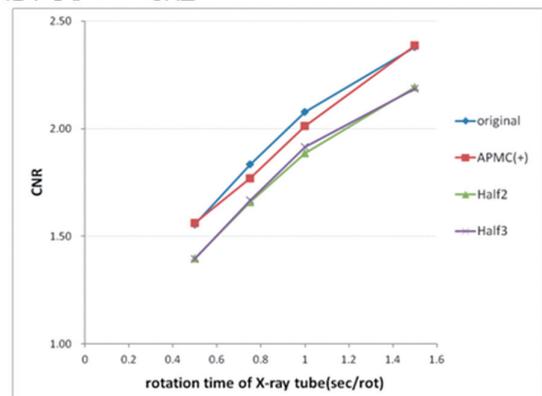
【結果①】



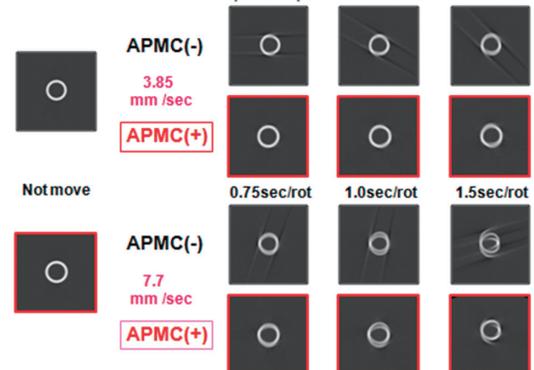
- ② CNR の評価においては、ハーフスキャンは使用するプロジェクションデータの不足分からか、SD が悪く下回る結果が得られた。

APMC (+) では APMC (-) 時と同等の結果が得られたことより、non-Helical 撮影でのモーションアーチファクトの発生した画像に対する APMC の有用性は十分に高いものと言える。視覚評価においてもストリークアーチファクトが十分に軽減できる APMC の方が高かった。

【結果②】 CNRの評価



【結果③】 Y-direction Motion speed of phantom: 3.85mm/sec and 7.7mm/sec



【考察】 CNR の評価では動きの無いものに対して、APMC (-)、APMC (+) を比較した場合同等であったが、APMC (+) 画像に何らかのアーチファクトがかかった像が見られた。また SD も若干高くなった。

したがって、スキャン前より補正をかけるよりも、レトロスペクティブに体動のある画像に対して補正をかける方がより有用と思われる。

頭部 CT 撮影における頭部固定方法が線量および画質に及ぼす影響について

○森分 良、池長 弘幸、村 正勝、佐内 弘恭、柳元 真一

川崎医科大学付属病院 中央放射線部

【背景】 頭部 CT 撮影は通常、頭部専用固定具を使用して検査を施行しているが、緊急時等の頭部 CT 撮影では、検査用寝台上に頭部を固定して撮影する場合がある。その場合、検査用寝台の影響により線量の変動や画質の変化が危惧される。

【目的】 今回、頭部 CT 撮影における検査用寝台の影響について照射線量と画像ノイズについて検討を行った。

【方法】 照射線量および画像ノイズの測定ともに MDCT 装置 Aquilion 64 (東芝社製) を使用し、撮影条件は管電圧 120kV、管電流 300mA、管球回転時間 1sec/rot、撮影スライス厚 8mm (2mm×4)、DFOV24cm とし、ノンヘリカルスキャンで撮影を行った。撮影位置は、頭部専用固定具、装置付属延長天板、固定具接続部および検査用寝台上で固定具の接続の影響を受けないガントリ近位とガントリ遠位の計 5ヶ所で行った。なお、検査用寝台上に固定する場合は頭部簡易固定具 (発砲スチロール枕) を使用した。照射線量の検討は、PMMA ファントム (Φ 16cm) を使用して標準 X 線 CT 画像計測に準拠し、5点の位置 (Fig.1) で照射線量を測定し、その平均値を算出して撮影位置 5ヶ所で比較を行った。画像ノイズの検討は、頭部 CT ファントム (京都科学) のレンズ核レベルの画像において 8点 (Fig.2) で画像ノイズ (SD) を測定し、その平均値を算出して撮影位置 5ヶ所で比較を行った。なお、照射線量および画像ノイズの検討において、有意差検定には分散分析 (Scheffe's F test) を用いた。

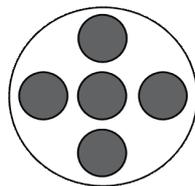


Fig.1
PMMA ファントム



Fig.2
頭部 CT ファントム

【結果および考察】 Fig.3 に照射線量の比較結果を示す。専用固定具に対して検査用寝台上に固定した場合、延長天板、接続部では統計学的に有意差が認められたが、ガントリ近位、遠位では有意差が認められなかった。専用固定具の値と比べて線量の減弱が最も大きかったのは接続部で 11% となった。次いで、延長天板で 10%、ガントリ近位および遠位では 8% の減弱となった。接続部と延長天板で線量の減弱が大きくなったのは接続部の補強のために充填構造であり、線量の吸収が大きかったことによると考える。なお、ガントリ近位および遠位で線量の減弱が小さかったのは検査用寝台の構造が中空のために減弱が小さかったと

考える。Fig.4 に画像ノイズの比較結果を示す。専用固定具に対して検査用寝台上に固定した場合、全ての撮影位置で統計学的優位差は認められなかった。専用固定具での画像ノイズと比べて増加が最も大きかったのは固定具接続部で 10% となった。次いで延長天板で 7%、ガントリ近位および遠位では 4% の増加となった。画像ノイズに大きな影響が見られなかったのは、線量の増減に対して、画像ノイズは平方根の逆数との関係になるために顕著な差として現れなかったためだと考えられる。よって、臨床的には、目立った画質への影響は、ないものと思われる。

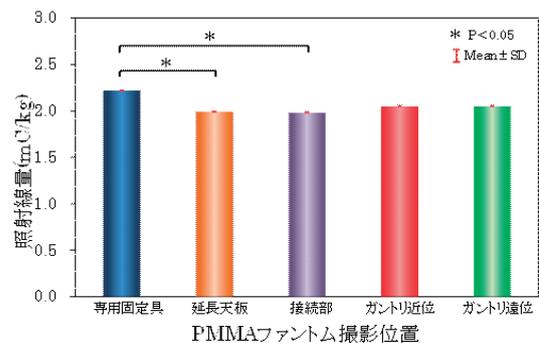


Fig.3 照射線量の比較

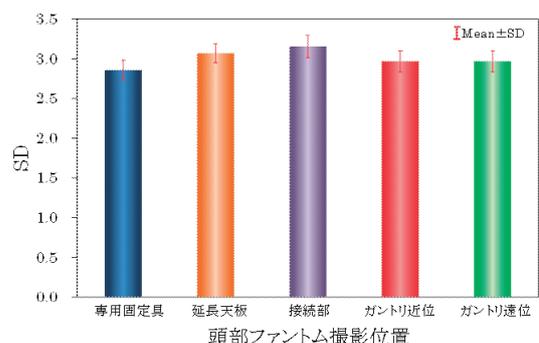


Fig.4 画像ノイズの比較

【結語】 検査用寝台上に頭部を固定して撮影する場合には、検査用寝台上での撮影が照射線量と画像ノイズの面から有用と考えられた。しかし、これは CT 検査用寝台の材質や構造に影響することから、各装置の CT 検査用寝台についての検討が必要である。

【参考文献】

- 市川勝弘・村松禎久 標準 X 線 CT 画像計測 日本放射線技術学会監修
- 横町和志 異なる固定具を用いた時の頭部 CT 撮影における画質および被ばく線量の評価 日本放射線技術学会 第 68 回総会学術大会 2012 年 4 月 12 日～ 15 日

○松下 太郎、白神 登、加戸 秀輝、福永 正明、山本 浩之、小西 由美
倉敷中央病院 放射線センター

【背景】頭部単純 CT 検査では脳の皮髄境界を明瞭に描出するため、低コントラスト分解能の良い画像が必要とされる。さらに近年、医療被ばくへの関心が高まっており、被ばく線量低減を考慮した検査が求められている。このような中、低管電圧撮影は組織間コントラストが向上し、被ばく線量低減が可能であるため頭部単純 CT 検査に有用であると考えられる。

【目的】頭部単純 CT 検査における被ばく線量低減を目的とした低管電圧撮影の特性を評価することを目的とした。

【方法】使用装置は Aquillion 64 (東芝メディカルシステムズ) とした。管電圧 (80, 100, 120 kV) の違いによる空間分解能、低コントラスト分解能、被ばく線量、ノイズ特性を評価するために、MTF, CNR, $CTDI_{vol}$, NPS, SD を算出した。撮影条件は管電圧: 80, 100, 120 kV, mAs 値: 100 kV (MTF), 200 ~ 600 kV (CNR, NPS, SD), FOV: 50 mm (MTF), 240 mm (CNR, NPS, SD), 再構成関数: FC21, スライス厚: 8 mm (4 mm × 4, 2 stacks) とした。MTF 測定にワイヤーファントム、CNR 及び NPS 測定に Catphan ファントム、SD 測定に頭部模擬ファントムを用いた。SD は後頭蓋窩レベル、基底核レベルにそれぞれ ROI を設定し測定した。

【結果】MTF は、各管電圧で同等であった。CNR, $CTDI_{vol}$ は管電圧の低下に伴い低下した。CNR は、管電圧 100 kV, 450 kV で従来法 (120 kV, 350 kV) と同等であり、その際の $CTDI_{vol}$ は 15% 低減された。管電圧 80 kV では、mAs 値を高くしても管電圧 120 kV と同等の CNR を得ることはできなかった。NPS は、同一 mAs 値では管電圧の低下に伴い高くなった。SD は、基底核レベルの辺縁部と中心部で違いは見られなかった。中央部ではより安定した SD が得られた。管電圧 100 kV では 120 kV より若干 SD が悪かったが、管電圧 80 kV では大幅に悪化した。後頭蓋窩レベルでは、低管電圧ほど SD のばらつきが見られた。

【考察】X 線エネルギーは空間分解能には依存しないため、MTF に変化は見られなかったと考えられる。また、被ばく線量は mAs 値に比例し管電圧の 2 乗に比例するため、従来法より mAs 値を高くしても管電圧 100 kV で $CTDI_{vol}$ は低減できたと考えられる。低管電圧でノイズ特性が悪くなったのは、X 線出力や透過性が低下するためであると考えられる。

【結論】従来法と比較して NPS や SD は若干悪くなるが、100 kV, 450 kV では同等の CNR が得られた。その際の $CTDI_{vol}$ は 15% 低減され、被ばく線量低減の可能性が示唆された。

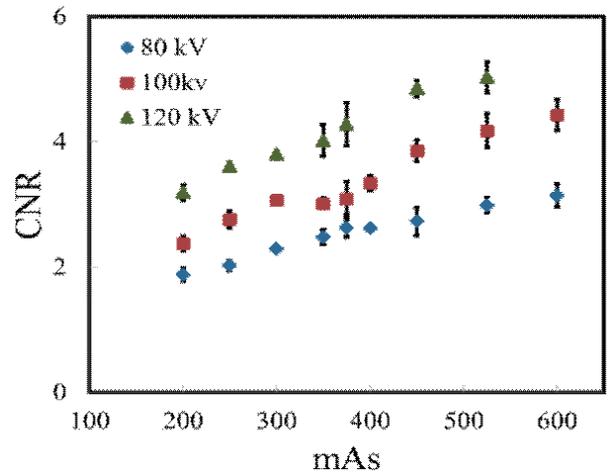


図1 mAs 値と CNR の関係

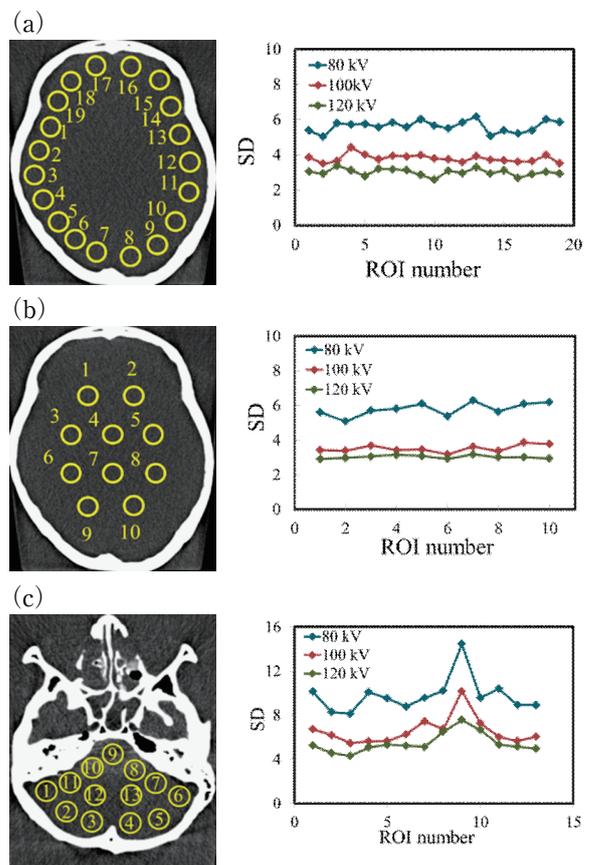


図2 頭部模擬ファントムの SD

(a) 基底核辺縁部 (b) 基底核中央部 (c) 後頭蓋窩

○門田 広樹¹⁾、横町 和志¹⁾、藤岡 知加子¹⁾、木口 雅夫¹⁾、西丸 英治¹⁾、浜岡 晋吾¹⁾、石風呂 実¹⁾、粟井 和夫²⁾

1) 広島大学病院 診療支援部、2) 同 放射線診断科

【背景】320列CTの導入で全脳の脳血流動態撮影が可能となり、精度の高い血流解析・動態診断を行うことができるようになった。しかし、寝台移動の無い連続ボリュームスキャンであるため、水晶体の被ばく増加が危惧される。水晶体は比較的感受性の高い臓器であり、放射線の影響を受けやすいため、できるだけ被ばくを低減する必要がある。

【目的】脳血流動態検査時において、透視や血管造影の際に用いる放射線防護眼鏡を使用し、被検者の水晶体被ばく低減および画像へ及ぼす影響について検証する。

【使用機器】

• CT 装置

Aquilion One/ 東芝メディカルシステムズ株式会社

• 頭部ランドファントム

RANDO Phantom/The Phantom Laboratory

• 放射線防護眼鏡

フェイスガード0.06 mmPb/HAGOROMO 社

• 線量計

Dose Ace : 低線量用 GD-352M : 15 keV ~ 20 MeV / 旭テクノグラス株式会社

【方法】頭部ランドファントムとガラス線量計を使用し、当院で施行しているCT Perfusionや四次元CTおよびCT Angiography (CTA)の撮影条件を用い、撮影範囲に水晶体を含む場合、および含まない場合について放射線防護眼鏡の有無による水晶体の吸収線量を測定した。この時管電圧は120, 80 kVを使用して5回測定を行った吸収線量の平均値を比較し、統計学的検定をt検定にて検証した。

アーチファクトの評価は、放射線防護眼鏡の有無によるサブトラクション画像を用いて視覚的に行った。

【結果】撮影範囲に水晶体を含む場合、放射線防護眼鏡の使用により水晶体の吸収線量は120 kVで 414.3 ± 14.2 mSv から 239.3 ± 24.4 mSv に、80 kVで 147.5 ± 6.5 mSv から 67.4 ± 2.7 mSv に有意に低減した。(Fig.1)

撮影範囲に水晶体を含まない場合、放射線防護眼鏡の使用により水晶体の吸収線量は120 kVで 21.0 ± 1.2 mSv から 20.6 ± 1.7 mSv に、80 kVで 6.1 ± 0.6 mSv から 5.6 ± 0.3 mSv となりどちらも有意差は認められなかった。(Fig.2)

アーチファクトの評価は眼窩部に放射線防護眼鏡からのアーチファクトが発生するが頭蓋内への影響は少なかった。(Fig.3)

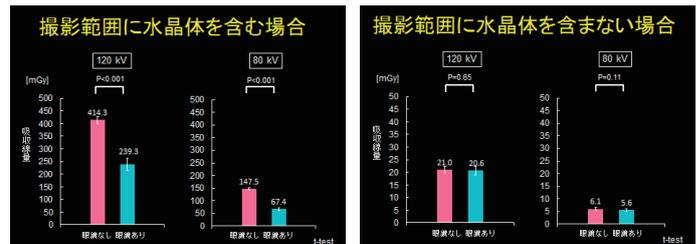


Fig.1

Fig.2



Fig.3

【考察】撮影範囲に水晶体を含む場合、放射線防護眼鏡により120 kVで42.2%、80 kVで54.3%の水晶体の吸収線量を低減することができた。管電圧の違いでは、80 kVの方が120 kVと比較してX線透過力が低いため、放射線防護眼鏡による低減が大きくなったと考えられる。

撮影範囲に水晶体を含まない場合、前方から入射する散乱線の量がわずかであるため、放射線防護眼鏡のX線防護効果は低かった。

今回の実験では0.06 mmPbの放射線防護眼鏡を使用した。それ以上の鉛を含有している放射線防護眼鏡を使用することで、さらに水晶体の吸収線量を低減できると考えられる。しかし0.06 mmPb以上の鉛を含有している放射線防護眼鏡を使用した場合、鉛当量の増加によるアーチファクトの増加が懸念されるため、今後検討の必要がある。

【結論】脳血流動態検査時において撮影範囲に水晶体を含む場合、放射線防護眼鏡の使用は被ばく低減効果があり、アーチファクトの影響も少ないため有用である。撮影範囲に水晶体を含まない場合、放射線防護眼鏡の使用による水晶体の被ばく低減効果は期待できない。