

脳血管**IVR**における 水晶体防護システムの 開発とその効果の検証

高橋英希¹⁾, 磯辺智範¹⁾, 盛武 敬¹⁾, 大山高一²⁾,
小泉洋人³⁾, 赤羽恵一⁴⁾, 早川幹人⁵⁾, 松丸祐司⁵⁾, 榮 武二¹⁾

¹⁾筑波大学大学院 人間総合科学研究科

²⁾筑波大学附属病院 放射線部, ³⁾茨城県工業技術センター

⁴⁾放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター

⁵⁾虎の門病院 脳神経血管内治療科

背景

- 脳血管の**interventional radiology (IVR)**は、外科的手術に代わる治療法として現在、広く普及している。
- **IVR**の施術時間（透視時間・撮影回数）は、病変の部位・形態・術者の熟練度などにより大きく左右され、通常の診断検査よりも延長することが多く、被ばくが問題視されている
- 脳血管**IVR**においては、照射野内に放射線感受性が高い水晶体が存在するため、術後の放射線障害の発生が懸念される。

目 的

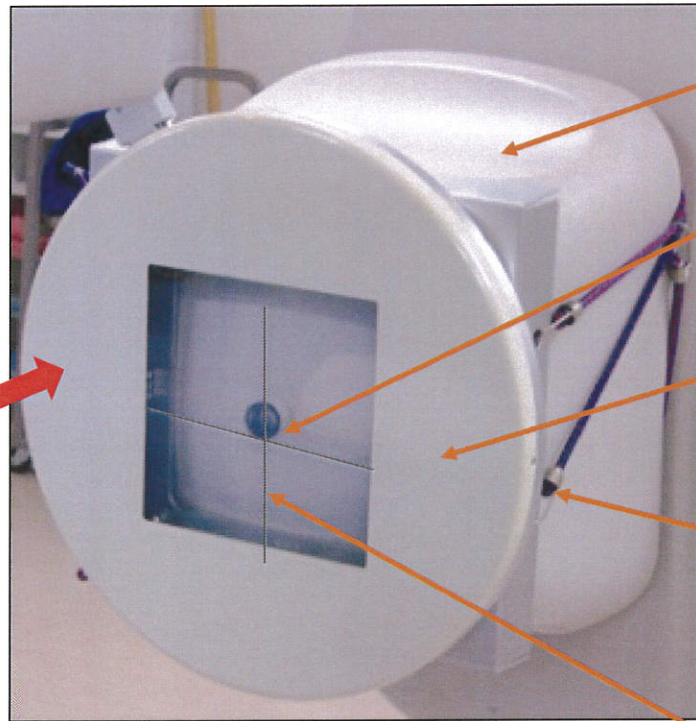
今回我々は、脳血管**IVR**における水晶体について着目し、**X**線管球に簡単に取り付けることができる水晶体防護システムを開発し、その被ばく低減効果を検証した。

水晶体防護システムの概要

開発：（株）関東技研、筑波大学

特徴：

- 小型軽量
- 既存のX線透視装置に外部から取付けが可能。
。
- 水晶体防護シールド：厚さ**4 mm**の鉛
- 術者の視野を遮らないように、X線透視下で視認できないワイヤに水晶体防護シールドを取り付け。
- 照射方向の変化に対応して、水晶体防護シールドを任意の位置に移動できる。



X線管球

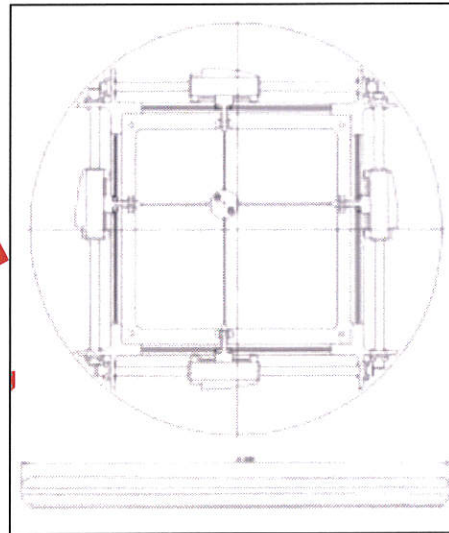
鉛

取り付け板

固定ロープ

ワイヤ

$\Phi 300, +30, 850g$



方 法

- 実験配置

- 頭部ファントムの水晶体を想定した部分にガラス線量計（千代田テクノル）を挿入し、水晶体防護シールドをX線管球側に装着した。遮蔽シールドは、右眼水晶体位置とX線源位置を結んだ直線状に配置した。

- 測 定

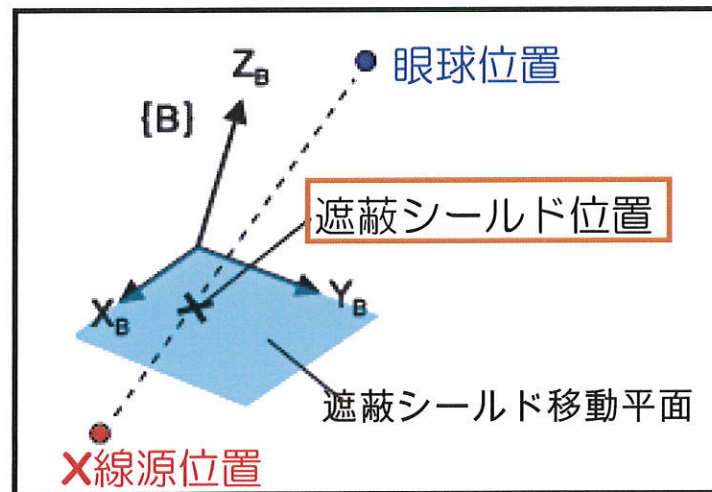
- 水晶体防護シールド（有・無）の線量をガラス線量計にて測定した。

（頭部ファントム）

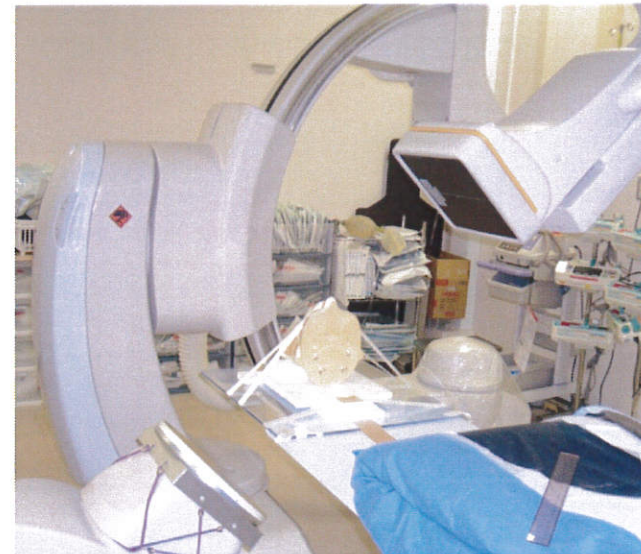


京都科学社製

（遮蔽シールド位置）



（実験配置外観）



東芝社製 バイプレーンANGIOシステム

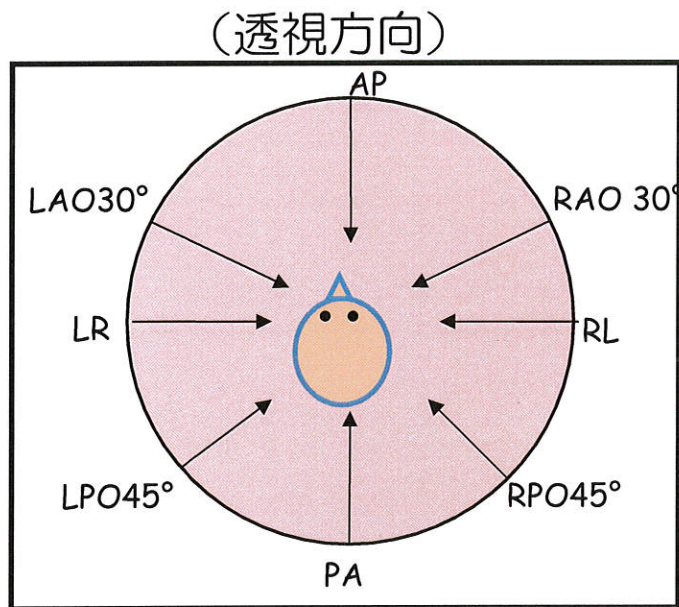
• 透 視

－ 条 件（臨床で多用される条件）

✓ **70 kV, 10 mA, 30 pulse/s (10 ms/pulse), 15 s**

－ 方 向（8方向）

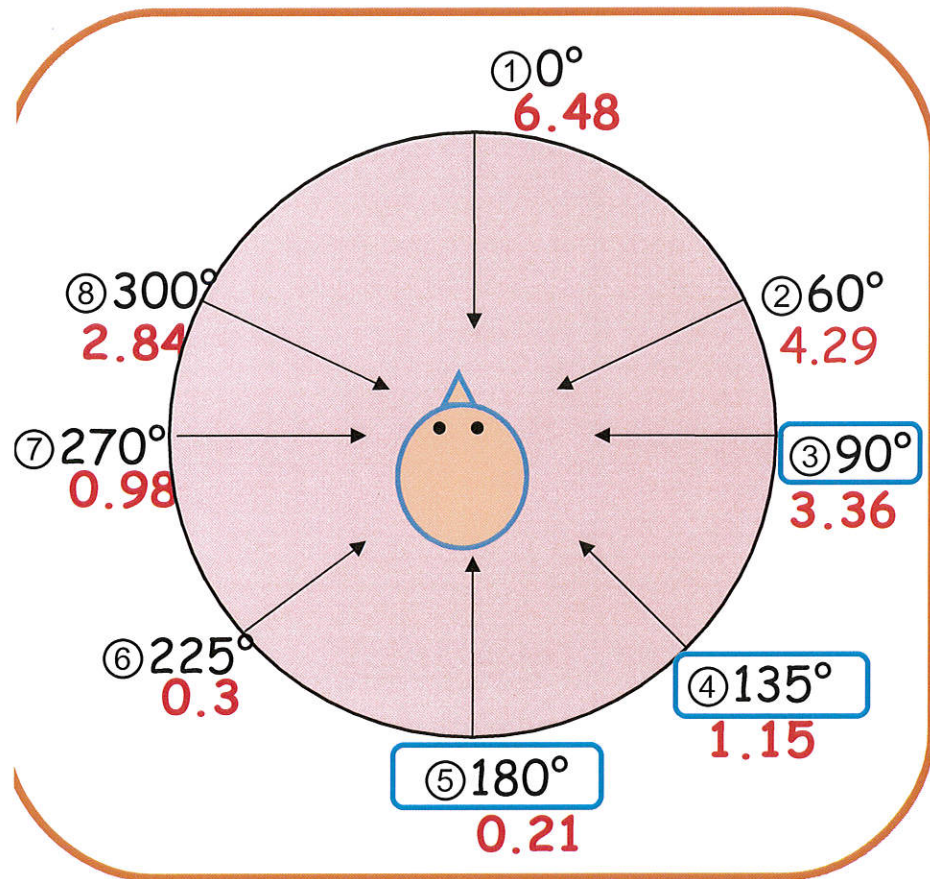
✓ **AP, PA, LR, RL, LAO30°, RAO30°, LPO45°, RPO45°**



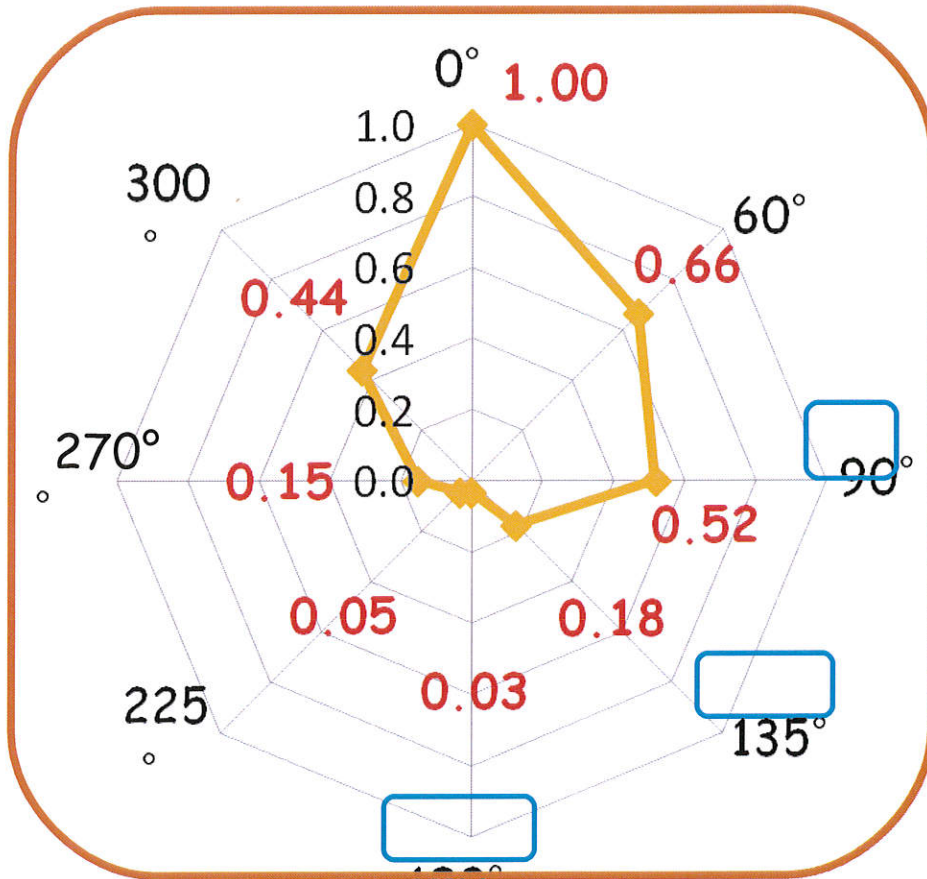
本検討では、左側脳血管に病変があると仮定した。この場合、主に右眼水晶体の被ばくが問題となるため、右眼水晶体をアイソセンタとした。

結果-1 水晶体防護システムなしの時の水晶体被ばく

<吸収線量 (mGy) >



<相対値> * 0°の吸収線量を1



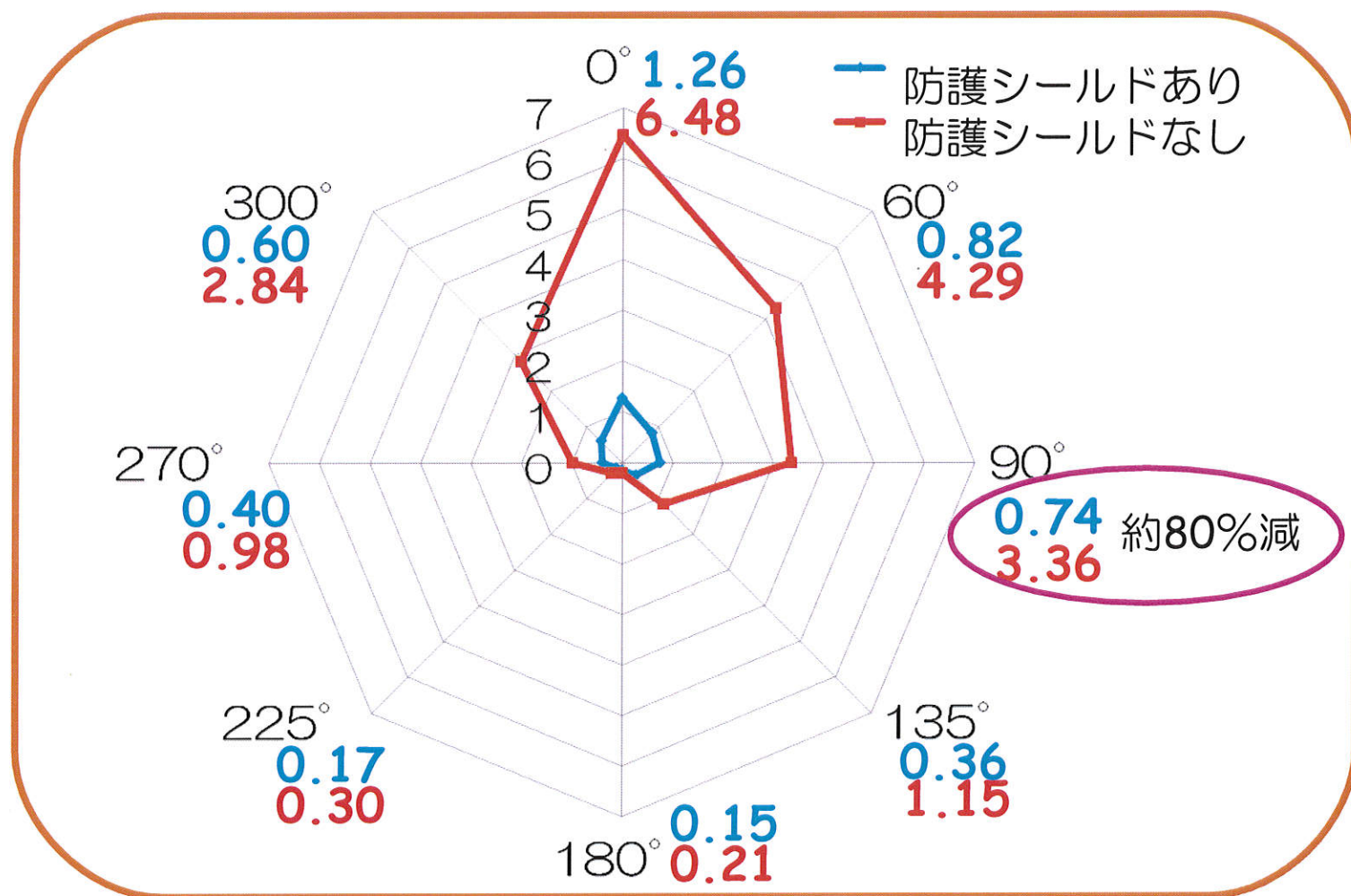
□: 臨床で多用される透視方向



臨床で多用される透視方向の中では、**RL方向 (90°)** からの被ばく線量が最も大きくなった。

結果-2 水晶体防護システムの効果 (右眼水晶体)

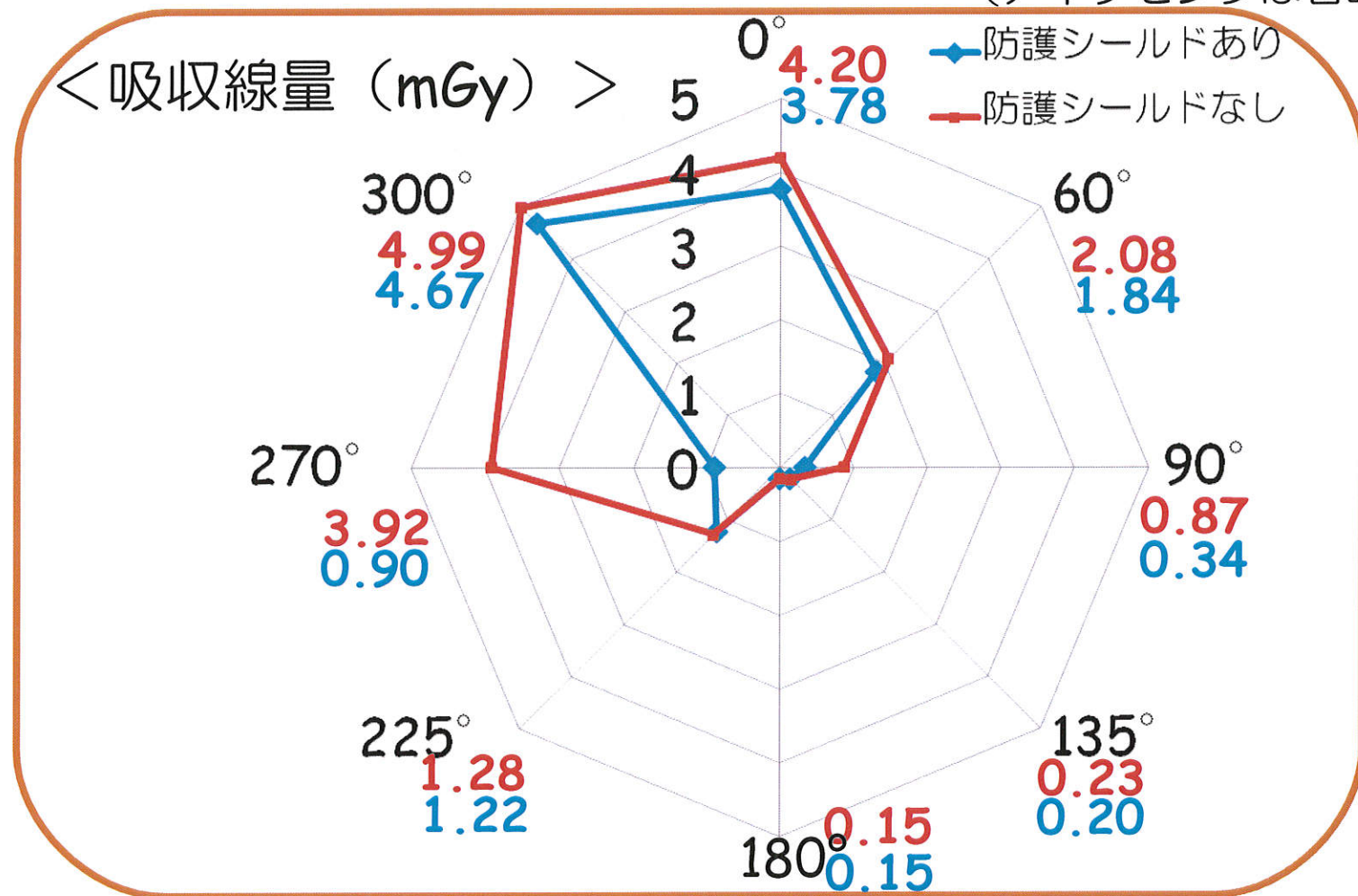
<吸収線量 (mGy)>



各方向において有用な被ばく低減効果が得られた。RL方向 (90°) では約80%の被ばく低減効果があった。

結果-3

非検側（左眼水晶体）における
水晶体防護システムあり・なしの比較
(アイソセンタは右眼水晶体)



RL, LR方向で防護効果が表れた。それ以外の方向では防護効果は小さい。

考 察

- 今回の検討において、水晶体防護シールドの無しの場合、右眼水晶体入射線量は**RL** 方向で高線量 (**3.36 mGy**) であったが、水晶体防護シールドを付加することにより線量は**0.74 mGy** となり、約**80%**の被ばく低減効果が得られた。白内障のしきい線量は約**1.5 ~ 2.0 Gy** とされるが [1]、水晶体混濁のしきい線量はさらに低い**200 mGy** と報告されており [2]、右水晶体線量は平均**380 mGy**/手技と推定されるため [3]、本システムによる水晶体防護は十分に効果的であると考えられる。

- **PA** 方向および**RPO 45°**方向での水晶体入射線量は**RL** 方向に比べ少なかった。これは使用装置がアンダーテーブル方式であり、**PA** 方向および**RPO 45°**方向では直接X線が被写体により減弱してから水晶体に達するためであると考えられる。
- 本検討においては左眼水晶体の入射線量も測定した（右眼水晶体がアイソセンタ）。**RL** 方向と**LR** 方向で高い防護効果を示した。これら側方向からの透視では、その配置上、右眼水晶体と左眼水晶体が重なるため、右眼水晶体だけでなく左眼水晶体にも防護効果がある。

- 側方向以外では、右眼水晶体を防護のターゲットとしているため、少なからず左眼水晶体に線量を与えてしまう。しかし、今回検討した左側脳血管に病変があると仮定した場合においては、左眼水晶体への線量が多くなるような角度（**LAO30°**, **AP**, **RAO30°**）は、ほとんど使用することはない。ただし、両側の脳血管に病変が広がっている場合には、問題となるため、今後、両眼の水晶体を防護するシステムの構築も視野に入れている。

結 語

- 今回開発した水晶体被ばく低減システムは、各透視角度において水晶体位置に円滑かつ正確に水晶体防護シールドを移動させることができ、水晶体に対する十分な防護効果を得ることができた。
- 本システムが普及するか否かは操作性の向上が **key** となる。
- 今後我々は、より簡便で迅速に水晶体防護シールドの位置合わせが可能となるシステムを構築するなど、操作性の向上を達成し、早期の臨床応用を目指す。

参考文献

- [1] Sherer MAS, Visconti PJ, Ritenour ER :Radiation effects on organ system, Radiation Protection in Medical Radiography 5th ,131-132,2006
- [2] Klein BE, Klein R, Linton KL, et al.: Diagnostic x-ray exposure and lens opacities :the Beaver Dam Eye Study, Am J Public Health, 83,588-590,1993
- [3] Hayakawa M, Moritake T, Kataoka F, et al.: Direct measurement of patient's entrance skin during neurointerventional procedure to avoid further radiation-induced skin injures, Clin Neurol Neurosurg 112 (6), 530-536, 2010