

水晶体の等価線量限度の国内規制 取入れ・運用のための研究

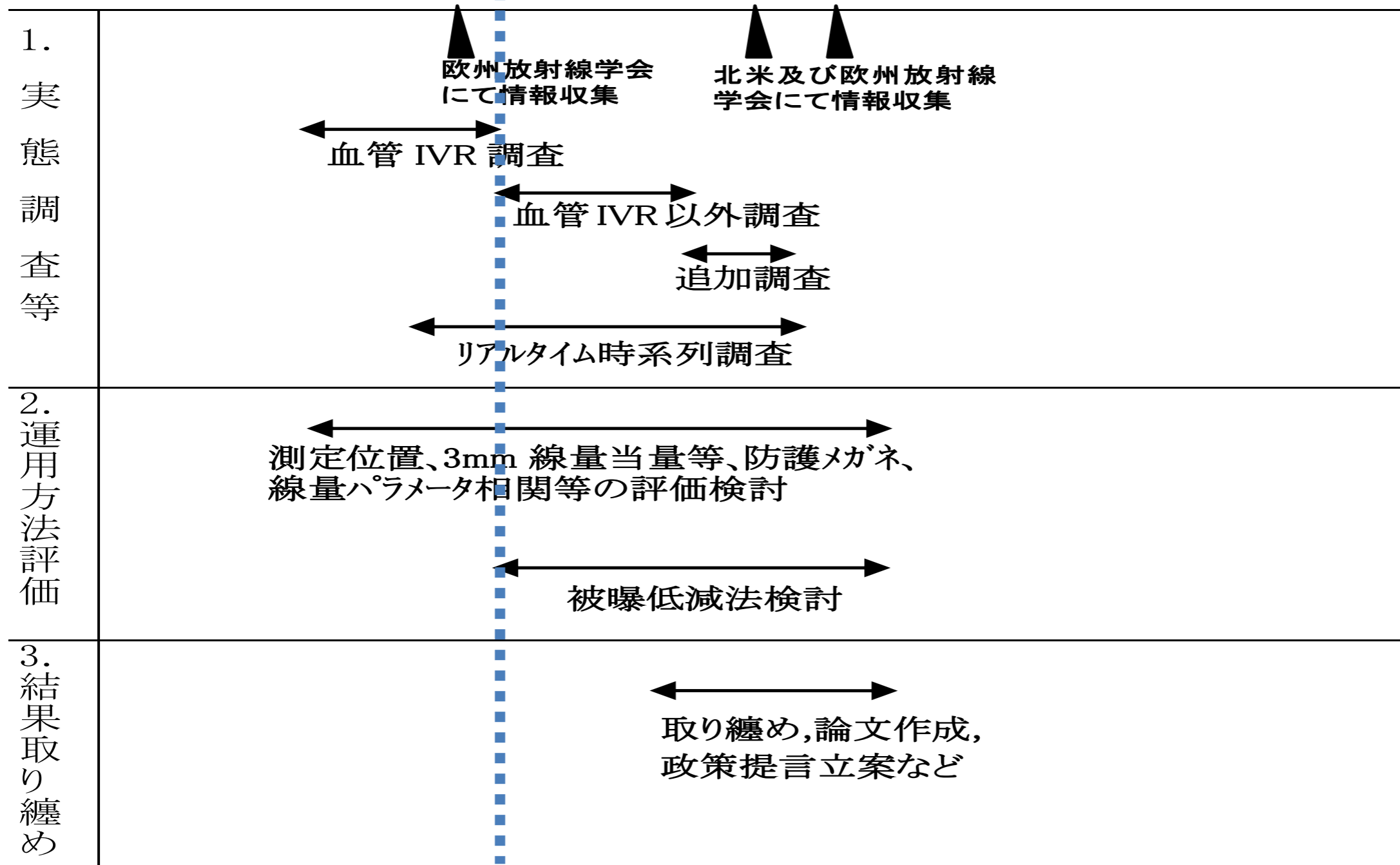
東北大学災害科学国際研究所 災害放射線医学分野・
東北大学医学系研究科 保健学専攻
放射線検査学分野

千田 浩一
(ちだ こういち)

当研究課題のロードマップ

実施項目	平成 29 年度				平成 30 年度				平成 31 年度				5
	第 1 四半期	第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期	第 1 四半期	第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期	第 1 四半期	第 2 四半期	第 3 四半期	第 4 四半期	

水晶体の等価線量限度の国内規制取入れ・運用のための研究を行う



測定概要1

- 医師、看護師、放射線技師、臨床工学士
- IVRや各種の医療放射線手技

評価項目;

- ドジリス左眼線量、一部は右眼と中間部も測定
- 左頸部バッジ (一部は右・中間部)の個人線量測定
- Pb防護メガネ使用時はその内外で測定



- DOSIRIS左右
 - ガラスバッジ左右
 - DOSIRIS真中 (Ns.とRt.)
 - ガラスバッジ真中 (Rt.)
- ※防護メガネを着用する数人は内外も測定 (Dr.)

測定施設(4施設)

- ・心臓血管系IVR(冠動脈形成術拡張術、心臓カテーテルアブレーション等)における従事者水晶体被ばく線量評価。

【A病院、B病院】

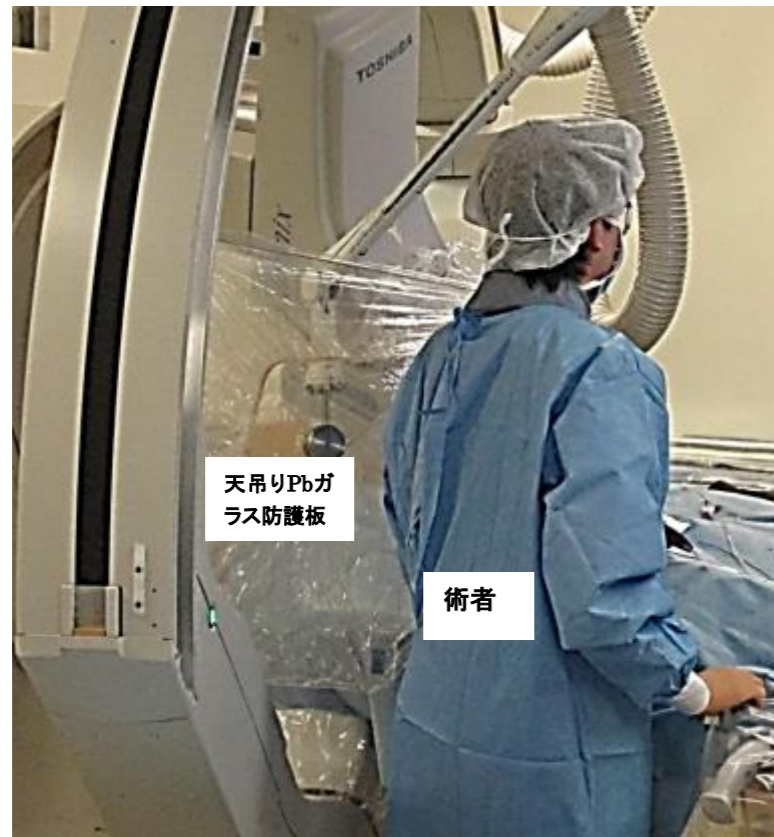
- ・心臓以外の血管系IVR(脳血管IVR、腹部骨盤等IVRなど)における従事者水晶体被ばく線量評価。【A病院、B病院】

- ・非血管系IVR医療従事者(ERCPやブロンコスコーピーなど)における従事者水晶体被ばく線量を評価。【A病院、C病院】

- ・上記IVR以外の医療従事者(ポータブル撮影、CT透視下生検、バイオプシ、手術室での透視使用手技、核医学(RI,PET)検査、密封放射線治療(密封小線源 $^{198}\text{-Au}$)など)における従事者水晶体被ばく線量評価。

【A病院、B病院、C病院、D病院】

追加鉛防護板について(血管系IVR)



- 血管系IVRでは、原則として追加防護具(天吊りPbガラス防護板)を使用している。
- だが、その位置や高さは一定では無く、状況等によって様々変化する。また天吊りPbガラス防護板が邪魔になる際などは使用しないこともある。

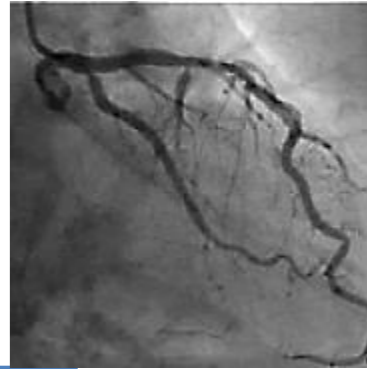
今回の研究は、原則として追加防護具(天吊りPbガラス防護板)を使用した状態での評価結果である。(状況によっては使用できない場合もある。) ただし天吊りPbガラス防護板を使用した場合でも、適切な位置に配置できているとは限らない。

すなわち、今回の線量測定結果については、天吊り防護板の効果が含まれているかもしれないし、含まれていないかもしれないという前提で考えなければならない。だが追加防護具の使用に関しては、多くのIVR施設では同様の状況である。

研究結果例の提示

- 血管IVR(心臓血管、腹部血管、脳血管)
- 非血管IVR(ERCP、気管支鏡)
- 核医学
- CT透視下生検、密封小線源治療
- その他(ポータブル、手術室など)
- リアルタイム測定システムによる時系列分析

心臓IVR医師：防護眼鏡無し(4人)



- 6ヶ月間の累積線量、4人平均(最小-最大)

ガラスバッジ (mSv)、左頸部		DOSIRIS (mSv)、左眼	
1cm線量当量	70 μ m線量当量	3mm線量当量	件数(件)
12.27 (7.51-17.71)	13.82 (8.24-20.68)	11.12 (7.84- 16.18)	100 (38-157)

- 1年推定値(6ヶ月間線量 × 2倍)

ガラスバッジ (mSv)		DOSIRIS (mSv)	
1cm線量当量	70 μ m線量当量	3mm線量当量	件数(件)
24.54	27.64	22.24	200

DOSIRIS測定結果からの推定：特に指示せずに従来通りの手技を行った場合、年間**180**件以上の手技により、水晶体線量が20mSv/年を超過

測定期間：2018年4月から2018年9月まで(A病院)

心臓IVR医師:防護眼鏡有り(10人)



- 6ヶ月間の累積線量、10人平均(最小-最大)

ガラスバッジ (mSv)、左頸部		DOSIRIS (mSv)、左眼	
1cm線量当量	70 μ m線量当量	3mm線量当量	件数(件)
11.35 (3.82-20.96)	12.29 (4.21-22.88)	4.42 (1.16- 9.00)	95 (38-171)

- 1年推定値(6ヶ月間線量 \times 2倍)

ガラスバッジ (mSv)		DOSIRIS (mSv)	
1cm線量当量	70 μ m線量当量	3mm線量当量	件数(件)
22.70	24.58	8.84	190

DOSIRIS測定結果からの推定: 特に指示せずに従来通りの手技を行った場合、年間430件以上の手技により、水晶体線量が20mSv/年を超過

測定期間: 2018年4月から2018年9月まで(A病院)

IVR看護師：防護眼鏡無し(9人)

- 6ヶ月間の累積線量、9人平均(最小-最大)

ガラスバッジ (mSv)、左頸部		DOSIRIS (mSv)、左眼	
1cm線量当量	70μm線量当量	3mm線量当量	件数(件)
2.12 (0.60-4.10)	2.32 (0.65-4.54)	0.77 (0-1.85)	193 (38-423)

- 1年推定値(6ヶ月間線量 × 2倍)

ガラスバッジ (mSv)		DOSIRIS (mSv)	
1cm線量当量	70μm線量当量	3mm線量当量	件数(件)
4.24	4.64	1.54	386

DOSIRIS測定結果からの推定：特に指示せずに従来通りの手技を行った場合、年間5,013件以上の手技により、**水晶体線量が20mSv/年を超過**

測定期間：2018年4月から2018年9月まで(A病院)

放射線技師：防護眼鏡無し(12人、IVR血管撮影室)

- 1ヶ月間線量、12人平均(最小-最大)

ガラスバッジ (mSv)、左頸部		DOSIRIS (mSv)、左眼	
1cm線量当量	70 μ m線量当量	3mm線量当量	件数(件)
0.12 (0-0.45)	0.13 (0-0.52)	0.18 (0-0.67)	60 (3-126)

- 1年推定値(1ヶ月間線量 × 12倍)

ガラスバッジ (mSv)		DOSIRIS (mSv)	
1cm線量当量	70 μ m線量当量	3mm線量当量	件数(件)
1.44	1.56	2.16	720

DOSIRIS測定結果からの推定：特に指示せずに従来通りの手技を行った場合、年間6,667件以上の手技により、**水晶体線量が20mSv/年を超過**

測定期間：2018年4月から2018年9月まで(A病院)

循環器(心臓)症例数



	Total	Physician	Physician	Physician
		A	B	C
CAG (cases)	13	4	5	13
EPS (cases)	3	2	3	1
PMI (cases)	16	12	4	15
ABL (cases)	118	54	69	85
Total (cases)	150	72	81	114

CAG : 冠動脈造影、EPS : 心内心電図検査、PMI :
ペースメーカー植込み、ABL:カテーテルアブレーション

DOSIRIS(左眼)とNeck badge(左頸部)の比較

(B病院) 2018/04~09 (6ヶ月) 循環器IVR医師3人

		Physician A	Physician B	Physician C
Neck badge Hp(0.07), (mSv)	6-months	5.65	4.12	13.99
	(1-year)	11.3	8.24	27.98
	(mSv/case)	0.08	0.05	0.12
DOSIRIS (outside) Hp(3), (mSv)	6-months	4.32	5.3	14.61
	(1-year)	8.64	10.6	29.22
	(mSv/case)	0.06	0.07	0.13
DOSIRIS (inside) Hp(3), (mSv)	6-months	2.52	2.96	7.62
	(1-year)	5.04	5.92	15.24
	(mSv/case)	0.04	0.04	0.07

(1-year):一年換算 (2倍)

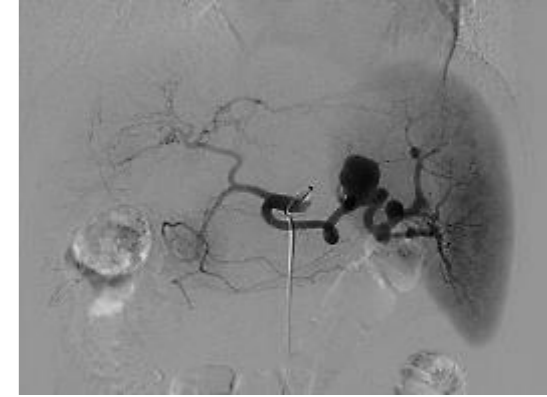
(outside):防護眼鏡無し(眼鏡外側)

(inside):防護眼鏡有(眼鏡内側)



循環器IVR医師の水晶体線量:年間20mSvを超過する恐れあり

腹部IVRに従事する医師



- 術者：防護眼鏡有り(6ヶ月間の累積線量):1人

ガラスバッジ (mSv)、左頸部		DOSIRIS (mSv)、左眼	
1cm線量当量	70 μ m線量当量	3mm線量当量	件数(件)
34.27	38.22	5.18	335

- 助手：防護眼鏡有り(6ヶ月間の累積線量):1人

ガラスバッジ (mSv)、左頸部		DOSIRIS (mSv)、左眼	
1cm線量当量	70 μ m線量当量	3mm線量当量	件数(件)
2.29	2.26	2.45	49

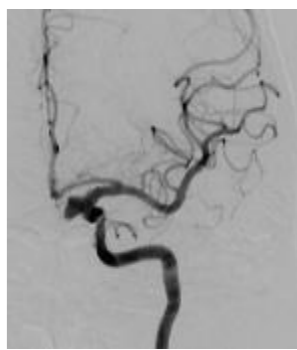
- 助手：防護眼鏡無し(6ヶ月間の累積線量、2人平均)

ガラスバッジ (mSv)、左頸部		DOSIRIS (mSv)、左眼	
1cm線量当量	70 μ m線量当量	3mm線量当量	件数(件)
4.15 (4.11-4.18)	4.38 (4.36-4.39)	5.69 (5.63-5.75)	186 (163-208)

測定期間：2018年4月から2018年9月まで(A病院)

(B病院)

脳血管IVR医師 (3名)



6か月間の実施件数とDOSIRIS線量(左眼)

		Physician A	Physician B	Physician C
CAG (cases)		11	13	32
IR (cases)		34	30	40
Total (cases)		45	43	72
DOSIRIS (outside) Hp(3), (mSv)	6-month	1.63	2.09	2.55
	(1-year)	3.260	4.18	5.10
	(mSv/case)	0.036	0.049	0.036
DOSIRIS (inside) Hp(3), (mSv)	6-month	0.75	0.9	1.61
	(1-year)	1.50	1.80	3.22
	(mSv/case)	0.017	0.021	0.022

CAG: 脳血管造影
IR: 血管内治療

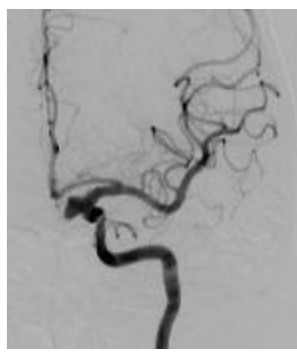


(1-year): 一年換算 (2倍)

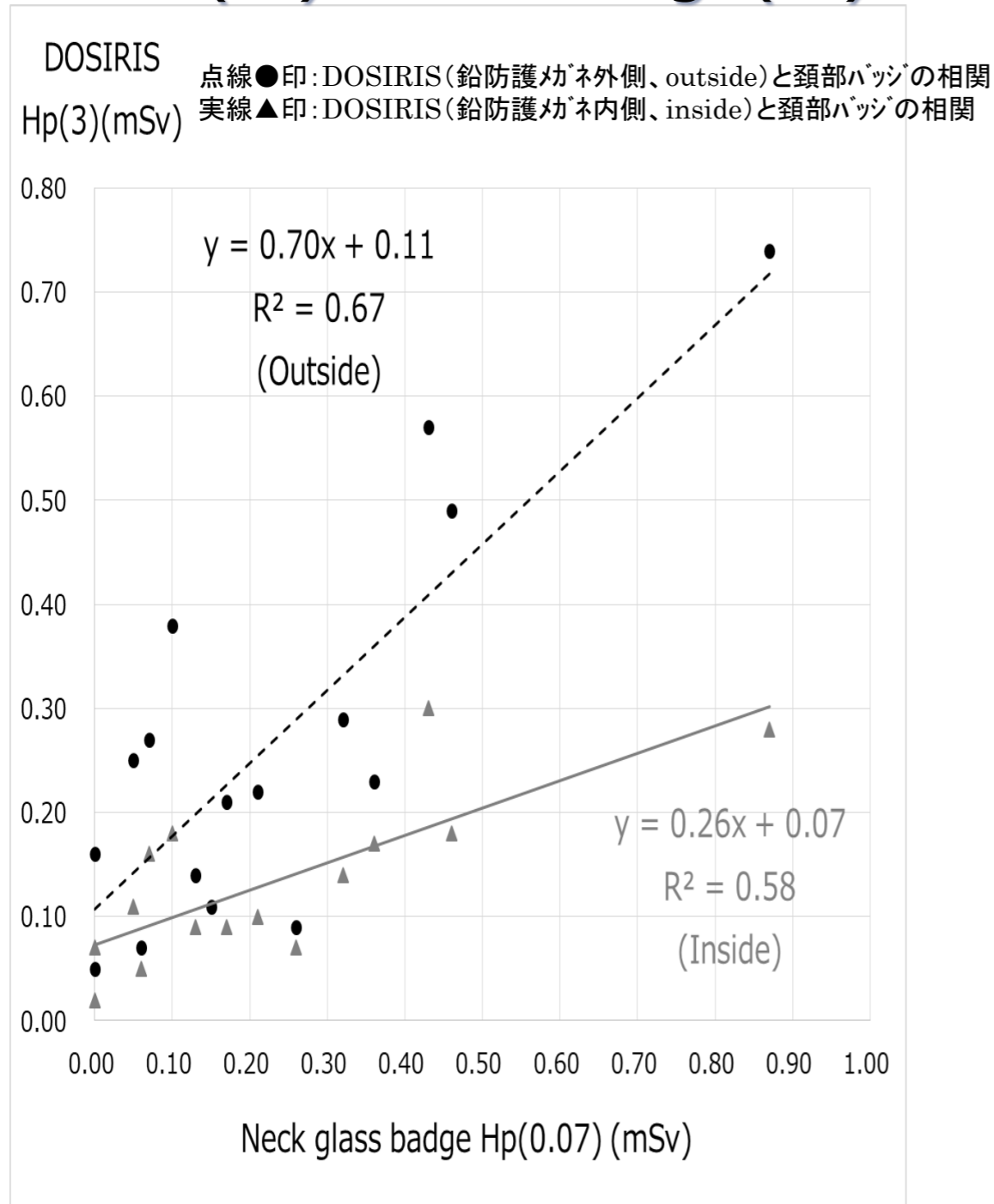
(outside): 防護眼鏡無し(眼鏡外側)、(inside): 防護眼鏡有(眼鏡内側)

(B病院)

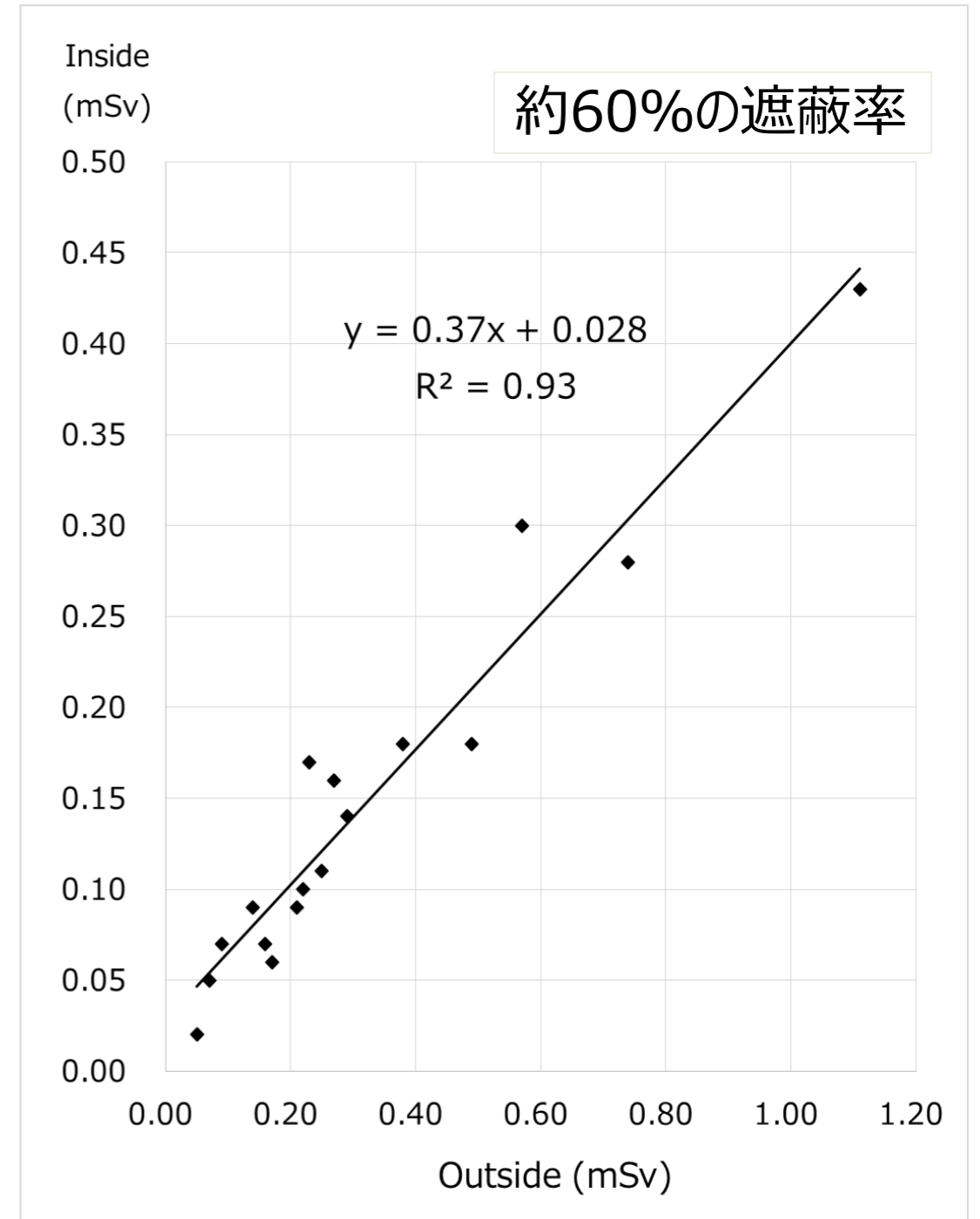
脳血管IVR医師 (mSv/月)



DOSIRIS(左)とNeck badge(左)の相関

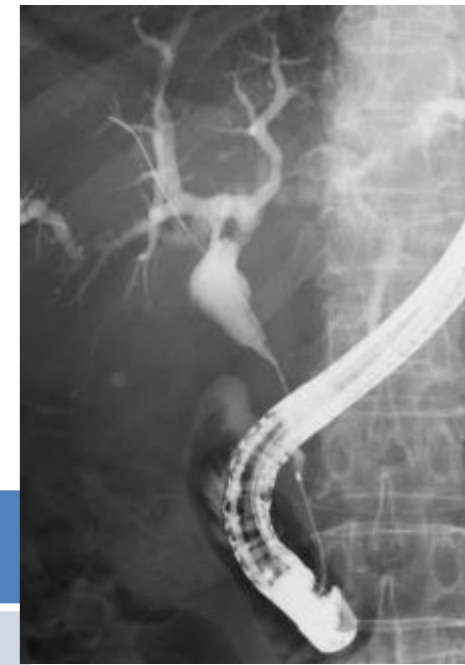


防護眼鏡の効果



消化管X線透視検査(ERCP)

医師:4人(防護眼鏡なし)



- 6ヶ月間の累積線量、4人平均(最小-最大)

ガラスバッジ (mSv)		DOSIRIS (mSv)
1cm線量当量	70 μ m線量当量	(左側)3mm線量当量
0.23 (0-0.45)	0.25 (0-0.50)	0.55 (0-1.33)

- 1年推定値(6ヶ月間平均線量×2倍)

ガラスバッジ (mSv)		DOSIRIS (mSv)
1cm線量当量	70 μ m線量当量	(左側)3mm線量当量
0.46	0.50	1.10

➤ アンダーテーブルX線装置使用:水晶体線量少ない!

測定期間:2018年4月から2018年9月まで(A病院)

ERCP検査に従事する看護師： 8人（防護眼鏡なし）

- 6ヶ月間の累積線量、8人平均（最小—最大）

ガラスバッジ (mSv)		DOSIRIS (mSv)	
1cm線量当量	70μm線量当量	(左側)3mm	(右側)3mm
0.12 (0-0.51)	0.13 (0-0.58)	0.09 (0-0.42)	0.03 (0-0.15)

- 1年推定値(6ヶ月間平均線量 × 2倍)

ガラスバッジ (mSv)		DOSIRIS (mSv)	
1cm線量当量	70μm線量当量	(左側)3mm	(右側)3mm
0.24	0.26	0.18	0.06

➤ **アンダーテーブルX線装置使用：水晶体線量少ない！**

測定期間：2018年4月から2018年9月まで（A病院）

ERCP ドジリス線量(左眼)



- (C病院)

オーバーテーブルX線装置

ERCP (内視鏡的逆行性胆道膵管造影)

防護眼鏡なし、実施件数:約20件/月

装着部位	7月	8月	9月	3カ月合計	単位:mSv 年間推定 (4倍)
医師A	1.0	1.5	1.4	3.9	15.6
医師B	1.9	2.0	0.7	4.6	18.4
看護師A	0.0	0.2	0.2	0.4	1.6
看護師B	0.1	0.1	0.2	0.4	1.6
看護師C	0.2	0.5	0.4	1.1	4.4

➤ オーバーテーブルX線装置使用:水晶体線量多い!

気管支鏡検査(ブロンコ)

医師: 8人(防護眼鏡なし)



- 6ヶ月間の線量、8人平均(最小-最大)

ガラスバッジ (mSv)、左頸部		DOSIRIS (mSv)、左眼	
1cm線量当量	70μm線量当量	3mm線量当量	件数(件)
5.03 (0.24-11.01)	5.55 (0.30-12.20)	7.68 (0.57- 15.82)	100 (62-186)

- 1年推定値(6ヶ月間線量 × 2倍)

ガラスバッジ (mSv)		DOSIRIS (mSv)	
1cm線量当量	70μm線量当量	3mm線量当量	件数(件)
10.06	11.10	15.36	200

DOSIRISの測定結果からの推定: 特に指示せずに従来通りの手技を行った場合、年間**260**件以上の手技により、**水晶体線量が20mSv/年を超過**

測定期間: 2018年4月から2018年9月まで(A病院)

気管支鏡検査(ブロンコ)に従事する 看護師:3人(防護眼鏡なし)

- 6ヶ月間の平均線量(最小-最大)

ガラスバッジ (mSv)、左頸部		DOSIRIS (mSv)、左眼	
1cm線量当量	70 μ m線量当量	3mm線量当量	件数(件)
1.54 (0.10-2.54)	1.63 (0.10-2.62)	2.41 (0.19-3.76)	100 (97-102)

- 1年推定値(6ヶ月間平均線量 \times 2倍)

ガラスバッジ (mSv)		DOSIRIS (mSv)	
1cm線量当量	70 μ m線量当量	3mm線量当量	件数(件)
3.08	3.26	4.82	200

DOSIRISの測定結果からの推定:特に指示せずに従来通りの手技を行った場合、年間830件以上の手技により、**水晶体線量が20mSv/年を超過**

測定期間:2018年4月から2018年9月まで(A病院)

X線CT透視下生検 ドジリス線量

- (D病院)

医師1名・DOSIRIS線量(左、右)

防護眼鏡なし

実施件数: 約5件/月

(通常は10件/月程度実施)

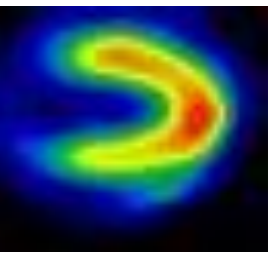


CT下バイオプシー(生検)



						単位: mSv
装着部位	7月	8月	9月	10月	4か月合計	年間推定(3倍)
医師左目	0.03	0.18	0.14	0.05	0.40	1.60
医師右目	0.07	0.11	0.26	0.06	0.50	2.00

RIに従事する放射線技師(10人)



- 1ヶ月間線量: 左側(最小-最大)、防護眼鏡無し

ガラスバッジ (mSv)、左頸部		DOSIRIS (mSv)、左眼	
1cm線量当量	70μm線量当量	3mm線量当量	件数(件)
0.08 (0-0.15)	0.08 (0-0.14)	0.03 (0-0.16)	55.60 (7-97)

- 1年推定値(1ヶ月間平均線量 × 12倍)

ガラスバッジ (mSv)		DOSIRIS (mSv)	
1cm線量当量	70μm線量当量	3mm線量当量	件数(件)
0.96	0.96	0.36	667.2

DOSIRISの測定結果からの推定: 年間37,067件以上の手技により、水晶体線量が20mSv/年を超過(よって現実的には線量超過は考えられない)。

➤ **その他の職種、PET検査においても同様に少ない線量!**

測定期間: 2018年4月から2018年9月まで(A病院)

(B病院) 核医学症例数とドジリス線量

- RI, PET症例数: 放射線技師2名(半年間)

	Total	技師A	技師B
PET (cases)	186	65	48
SPECT(脳血流) (cases)	310	87	55
心筋シンチ (cases)	13	12	4
その他 (cases)	12	10	13
Total (cases)	521	174	120

- RI, PETスタッフ: 6ヶ月間のDOSIRIS累積線量(防護眼鏡無し)

	ドジリス Hp(3) mSv
核医学RT A	0.16
核医学RT B	0.15
核医学Ns	0.17
核医学Ns	0.16
核医学薬剤師	0.06
核医学研究員	0.05

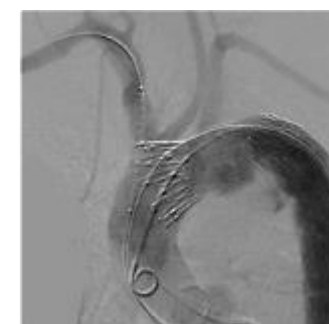
※ 2018/04~09 (6ヶ月)の
総件数と総線量

手術室：診療放射線技師(眼鏡無し)

- 1ヶ月間の平均線量、左側、n=17、(最小-最大)

ガラスバッジ (mSv)、左頸部		DOSIRIS (mSv)、左眼	
1cm線量当量	70μm線量当量	3mm線量当量	件数(件)
0.28 (0-0.81)	0.30 (0-0.86)	0.38 (0-0.98)	7.12 (1-13)

手術室
(ハイブリッド)



- 1年推定値(1ヶ月間平均線量 × 12倍)

ガラスバッジ (mSv)		DOSIRIS (mSv)	
1cm線量当量	70μm線量当量	3mm線量当量	件数(件)
3.36	3.6	4.56	85

DOSIRISの測定結果からの推定：特に指示せずに従来通りの手技を行った場合、年間**373**件以上の手技により、水晶体線量が20mSv/年を超過

測定期間：2018年4月から2018年9月まで(A病院)

ポータブル撮影に従事する診療放射線技師： 4人（防護眼鏡なし）



- 1ヶ月間の平均線量、左側、n=17、（最小—最大）

ガラスバッジ (mSv)、左頸部		DOSIRIS (mSv)、左眼	
1cm線量当量	70 μ m線量当量	3mm線量当量	件数(件)
0.24 (0-0.71)	0.27 (0-0.84)	0.34 (0-1.03)	168 (57-328)

- 1年推定値(1ヶ月間平均線量 × 12倍)

ガラスバッジ (mSv)		DOSIRIS (mSv)	
1cm線量当量	70 μ m線量当量	3mm線量当量	件数(件)
2.88	3.24	4.08	2,016

DOSIRISの測定結果からの推定：特に指示せずに従来通りの手技を行った場合、年間9,882件以上の手技により、水晶体線量が20mSv/年を超過

測定期間：2018年4月から2018年9月まで（A病院）

密封小線源放射線療法

(D病院)

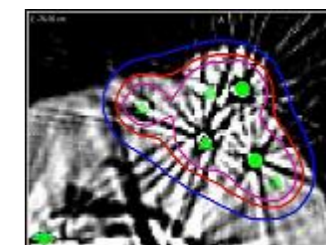
・放射線治療(密封小線源治療)

Au-198 舌癌等治療 4件実施



頭頸部癌 密封小線源治療

密封小線源治療 施行医師
(鉛眼鏡無し)



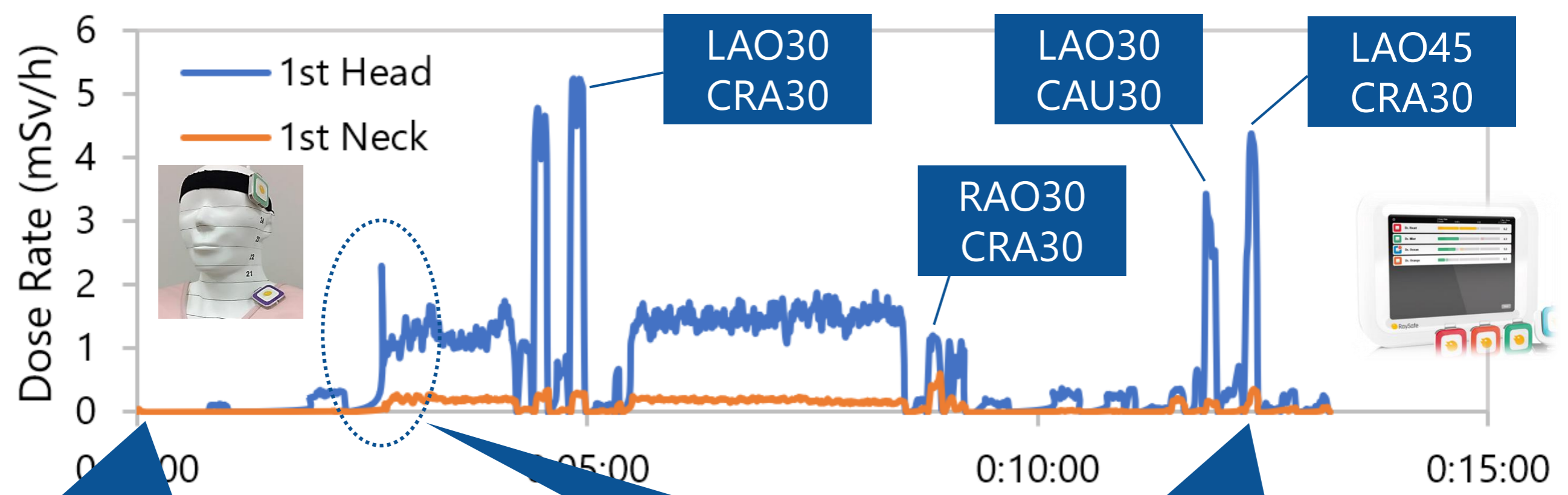
水晶体ドジリス 平均線量 0.07mSv/件

密封小線源治療(Au-198)施行医師の水晶体線量は比較的多い。もし治療実施件数が多い場合は、要注意である。

リアルタイム線量解析の一例

—術者—

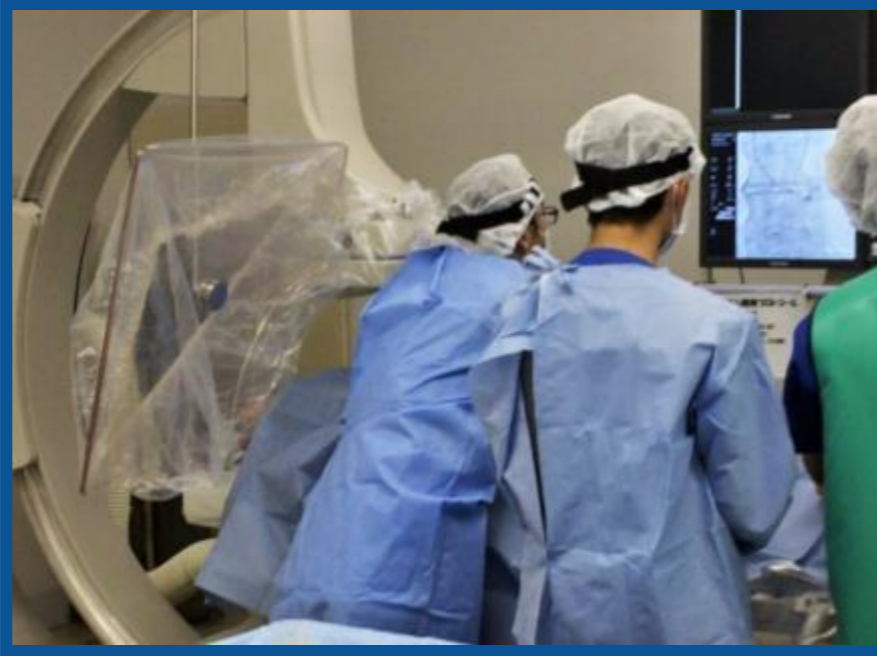
頭部の方が高線量の場合もある



00' 00"
左橈骨動脈アプローチ開始



02' 42"
心臓到達と同時に急上昇



12' 20"
防護板が術者から遠い



リアルタイム線量解析の一例 スライド27の説明

スライド27は、心臓IVR医師の解析結果例の一部である。グラフ縦軸は線量率 (mSv/h)、横軸は時間 (分) である。青線は術者左側頭部線量、オレンジ線は術者左頸部の線量である。左橈骨動脈穿刺を行い、透視を行いながらカテーテルを左鎖骨下動脈、上行大動脈、冠動脈と進める過程である。

(1) は左橈骨動脈からカテーテルを挿入した直後である。被写体である上腕は厚みが少ないためにX線出力が低く、発生する散乱線も少ないため、術者線量率はほぼ0 mSv/hであった。

(2) はカテーテル先端が心臓に到達したところである。体幹部に対して透視を行うために、X線出力が増加し、散乱線量が増加する。これにより、術者線量率は2.3 mSv/hまで上昇した。

(3) はLAO45 CRA30で撮影を行ったところである。X線管が術者にかなり接近する角度となり、天吊り防護板と術者の間にX線管が位置する形となった。このときの術者線量率は4.4 mSv/hであった。すなわち追加防護具は適切な位置 (散乱線発生源である患者およびX線管と術者の間) に配置することを徹底しなければならない。また頸部よりも頭部 (水晶体) 位置が高線量になる場合もあることが分かった。

従来から追加防護具の適切な利用が重要であるとは言われているものの、今までこのような定量的な分析を行った事例はなく、重要な知見であると考えられる。

まとめ 主なもの

- ✓ 心臓IVR医師で防護眼鏡無しの場合は、水晶体等価線量(ドジリス)が20mSv/年を超過する恐れあり。眼鏡有でも実施件数が多い場合は線量超過の恐れあり。
- ✓ 腹部IVR医師の水晶体等価線量(ドジリス)は少ない。(但し眼鏡有の場合は、20mSv/年を超過する恐れは無さそう。)
- ✓ ERCP医師の水晶体線量は、オーバーorアンダーテーブル装置で大きく異なる。(オーバーテーブル装置で防護眼鏡無しの場合は20mSv/年を超過する恐れあり)
- ✓ 気管支鏡医師で防護眼鏡無しの場合は、水晶体等価線量が20mSv/年を超過する恐れあり。
- ✓ 放射線技師(特に手術室)の水晶体線量は少ない。(実施件数が多い場合は要注意)
- ✓ 核医学(RI,PET)従事者の水晶体等価線量(ドジリス)は、予想よりも少ない。
- ✓ CT透視下生検施行医師の水晶体線量は少ない。(実施件数が多い場合は要注意)
- ✓ 密封小線源治療(Au-198)施行医師の水晶体線量は比較的多い。(実施件数が多い場合は要注意)
- ✓ IVR従事者水晶体線量は撮影(透視)条件や角度, 防護具使用状況、立ち位置等により変化。
- ✓ ドジリス(水晶体線量計)による水晶体等価線量は、従来の評価方法(頸部ガラスバッジ)とある程度の相関はある。
- ✓ ガラスバッジ70 μ m線量当量はガラスバッジ3mm線量当量(特別に算出)とほぼ同等である。
- ✓ 防護眼鏡使用時はガラスバッジで測定するよりも45%から60%程度少ないがバラツキが多く単純にガラスバッジ測定値から換算係数を用いて、水晶体線量を推定することは困難である。
- ✓ 防護メガネの防護効果は約60%程度である。しかし約50%とやや低値の場合もあった。鉛防護メガネ下面の遮蔽が不十分であることが考えられる。

日本循環器学会(JCS)との合同シンポジウム開催

【第46回日本放射線技術学会(JSRT)秋季学術大会】

(大会長:千田浩一) 10月5日(金) 仙台国際センター

「心血管インターベンションにおける従事者水晶体被ばくの現状と取組み」

座長:日本循環器学会 池田隆徳(東邦大学大学院医学研究科)

日本放射線技術学会 加藤 守(秋田県立脳血管研究センター)

1. 放射線による水晶体への影響

日本放射線技術学会 金沢大学 松原孝祐

2. 原子力規制庁からの報告


原子力規制庁放射線防護企画課 佐藤 直己

3. 心血管インターベンション医からの現状報告

日本循環器学会 仙台厚生病院 宗久雅人

4. 水晶体線量測定研究の報告

日本放射線技術学会 東北大学 千田浩一



ガイドライン
策定へ向けた
きっかけに!

成果報告1：前記した成果について報告した

- 初期成果関連の一部について、国内外の学会研究会等にて、数多くの研究発表を行った。
- そのなかで、国内学会発表にて下記の2つの演題が受賞することができた。
 1. **優秀賞**：第46回日本放射線技術学会秋季学術大会，
2018年10月，仙台
「IVRに従事するスタッフの水晶体線量計着用部位に関する基礎検討。」
 2. **優秀プレゼンテーション賞**：日本放射線安全管理学会
第17回学術大会，2018年12月，名古屋
「リアルタイム個人線量計を用いたIVRスタッフの水晶体線量に関する基礎的検討。」

成果報告2：前記した成果について報告した

国際学会である北米放射線学会(104th Radiological Society of North America, RSNA2018)にて研究発表し、RSNA2018 Exhibit Award “CERTIFICATE of MERIT”を受賞した。Occupational Radiation Exposure of the Eye in Neurovascular Interventional Physician



NR180-ED-X

Occupational Radiation Exposure of the Eye in Neurovascular Interventional Physician

All Day Room: NA Digital Education Exhibit

Awards

Certificate of Merit

Participants

Mamoru Kato, PhD, Akita, Japan (*Presenter*) Nothing to Disclose
Koichi Chida, PhD, Sendai, Japan (*Abstract Co-Author*) Nothing to Disclose
Toshibumi Kinoshita, MD, PhD, Akita, Japan (*Abstract Co-Author*) Nothing to Disclose
Hideto Toyoshima, BSc, Akita, Japan (*Abstract Co-Author*) Nothing to Disclose
Noriyuki Takahashi, Akita, Japan (*Abstract Co-Author*) Nothing to Disclose
Tomomi Omura, Akita, Japan (*Abstract Co-Author*) Nothing to Disclose

To understand the importance of correct an equivalent dose limit for the lens of the eye of 20 mSv/year To understand the importance of radiation protection of the eye lens of neurovascular interventional physician To emphasize the usefulness of a direct eye dosimeter for correct measurement of the occupational dose in a clinical neurovascular interventional radiology (Neuro-IR) setting

TABLE OF CONTENTS/OUTLINE

Evaluation of eye dose of neurovascular interventional physician and related factors in Neuro-IR procedures Occupational radiation exposure (eye doses) of two neurovascular interventional physicians were measured using the direct eye dosimeters (DOSIRIS) and the personal dosimeters (neck badge). *Reducing the radiation exposure eye dose* Understand the usefulness of using lead eye glasses protecting eyes from scattered radiation. Summary: Incidences of radiation-induced depilation and skin injuries have been reported because Neuro-IR procedures tend to require an extended fluoroscopic exposure time and repeated digital subtraction angiography. Thus, it is important to measure the radiation dose in the eye for Neuro-IR physicians. The eye doses evaluated using a neck badge tended to be overestimated. For this reason, occupational eye doses of Neuro-IR physicians should measure with DOSIRIS.

成果報告3：前記した成果について報告した

- 脳血管IVR術者の水晶体被ばくに関する研究論文が
Radiation Protection Dosimetry誌に掲載された。

Kato M, Chida K, Ishida T, Toyoshima H, Yoshida Y, Yoshioka S, Moroi J, Kinoshita T. OCCUPATIONAL RADIATION EXPOSURE OF THE EYE IN NEUROVASCULAR INTERVENTIONAL PHYSICIAN. Radiat Prot Dosimetry. 2019 Jan 9. doi: 10.1093/rpd/ncy285. [Epub ahead of print]

OCCUPATIONAL RADIATION EXPOSURE OF THE EYE IN NEUROVASCULAR INTERVENTIONAL PHYSICIAN

Mamoru Kato^{1,2,*}, Koichi Chida^{2,3}, Takato Ishida¹, Hideto Toyoshima¹, Yasuyuki Yoshida⁴, Shotaro Yoshioka⁴, Junta Moroi⁴ and Toshibumi Kinoshita¹

¹Department of Radiology and Nuclear Medicine, Research Institute for Brain & Blood Vessels-Akita

²Course of Radiological Technology, Health Sciences, Tohoku University Graduate School of Medicine

³Department of Radiation Disaster Medicine, International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

⁴Department of Surgical Neurology, Research Institute for Brain and Blood Vessels-Akita

*Corresponding author: kato-mamoru@akita-noken.jp

Received 16 July 2018; revised 22 November 2018; editorial decision 30 November 2018; accepted 12 December 2018

Neurovascular interventional radiology (neuro-IR) procedures tend to require an extended fluoroscopic exposure time and repeated digital subtraction angiography. To evaluate the actual measurement of eye lens dose using a direct eye dosimeter in neuro-IR physicians is important. Direct dosimetry using the DOSIRIS™ (IRSN, France) [3 mm dose equivalent, Hp(3)] was performed on 86 cases. Additionally, a neck personal dosimeter (glass badge) [0.07 mm dose equivalent, Hp(0.07)] was worn outside the protective apron to the left of the neck. The average doses per case of neuro-IR physicians were 0.04 mSv/case and 0.02 mSv/case, outside and inside the radiation protection glasses, respectively. The protective effect of radiation protection glasses was approximately 60%. The physician eye lens dose tended to be overestimated by the neck glass badge measurements. A correct evaluation of the lens dose [Hp(3)] using an eye dosimeter such as DOSIRIS™ is needed for neuro-IR physicians.

成果報告予定：前記した成果について報告予定

- 循環器IVRに関する成果の一部について、論文投稿し、revisionに対する修正作業を実施中である。
- 気管支鏡検査(ブロンコ)に関する成果の一部について、論文投稿中である。
- その他の多くの関連成果について、学会発表準備や論文作成準備を行っている。

自己評価：概ね計画どおりである

- 各種の測定評価について、概ね計画通り実施できていると考える。
- よって重要なエビデンスを提供できていると考える。

だが、

- 医療分野は特に課題も多いため、測定評価、実情把握はまだ不十分（特にスーパードクターやトップランナー医師等の評価）
- 医療分野のガイドライン策定のためには、より強固なエビデンスが必要

評価委員会による評価結果のコメント(政策提言)への対応

提言

(1) 医療施設での詳細評価の必要性:IVR医師数の少ない施設(含むスーパードクター等)の従事者水晶体被ばくの実態把握

IVR医師で眼鏡有の場合でも、実施件数が多い場合は水晶体等価線量が20mSv/年を超過する恐れあることが分かった。IVR医師数の少ない施設では、少数の医師(含むスーパードクター、トップランナー医師等)にIVR件数(即ち被曝線量)が集中する為、線量限度超過と診療制限が大きく懸念されている。よって医師数の少ない施設(含むスーパードクター、トップランナー医師等)での従事者水晶体被ばく実態を明らかにすることは急務である。そして線量限度超過している場合は、IVR診療の制限が行われなような配慮、すなわち患者にとって必要なIVRを受けられないことが無いようにするなど、患者に不利益が被らないような対策、措置が必要である。

(2) 鉛防護具等の積極的な活用と鉛防護具等の高性能化

特にIVR従事者は、鉛防護具等の積極的な活用によって水晶体等価線量超過を防ぐ必要がある。そのためには放射線防護教育と水晶体線量の実情把握が重要となる。

さらに鉛防護具等の遮蔽能力向上は特にIVR医師の水晶体防護のためには必須であり、例えば下面の防護対策を行った鉛防護メガネの開発などが重要であり、防護具開発に関する支援策などを講ずることが求められる。

(3) 水晶体線量計の高性能化

特にIVR従事者は、正確な水晶体等価線量を評価しなければならないため、水晶体線量計の装着が必要であると考えられる。しかし現状の水晶体線量計は、装着に関して違和感や不便さを訴える者もいた。よってより装着しやすい人間工学的な改良が水晶体線量計に望まれる。

成果の放射線規制及び放射線防護分野への活用

(1) ガイドラインに研究結果を反映

本年度の原子力規制庁の放射線安全規制研究推進事業である、医療分野のガイドライン(水晶体の放射線防護に係るガイドラインの作成)の作成研究において、当研究結果を活用できる予定である。

(2) 放射線審議会の議論に活用

2019年3月15日に開催された放射線審議会第144回総会の「眼の水晶体に係る放射線防護の在り方について」の議論において、当研究結果が活用された。

(3) 厚生労働省検討会の議論に活用

2019年3月20日に開催された厚生労働省の第3回「眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会」の議論において、特にIVR従事者の鉛防護眼鏡の評価に関する当研究結果が活用された。

さいごに

- IVR医師は、血管系IVR及び非血管系IVRともに、鉛防護メガネ不使用時は新しい水晶体等価線量限度を超過する危険性が高いこと、鉛防護メガネ使用時でもIVR実施件数が多い場合は新水晶体等価線量限度を超過する場合が想定されることなどを確認できた。
- IVR医師に関して、水晶体線量が頸部バッジの値と乖離する可能性が示唆されたため、原則として左眼近傍に水晶体線量計を着用し、水晶体線量を評価すべきであると考えられた。
- 看護師の水晶体被ばくは医師のそれよりは低線量であり、20mSv/年を超過する危険性が少ないと思われた。だが特にオーバーテーブルX線装置使用時は水晶体線量が高くなる傾向を示し、看護師においても水晶体被ばく防護の最適化は重要であることなどが分った。
- 看護師の水晶体線量は、頸部バッジの値を用いて管理可能な場合が多いと考えられた。
- IVR医師の水晶体被ばく防護策としては、天吊り防護板を散乱線源と自身の眼の間に入るように設置し、さらに鉛防護メガネ等の防護具を追加で使用するのが有効と考えられた。看護師はX線照射中に不必要に患者に近づかないように注意すべきであると考えた。
- 下記に当研究から得られた「**鉛防護眼鏡と眼の近傍での測定の必要性**」のまとめを示す。

鉛防護眼鏡と眼の近傍での測定の必要性に関するまとめ

	鉛防護メガネ	眼の近傍での測定	
IVR 医師	必要	必要	*1患者との距離が近いときや件数が多いときは必要となる場合もあると。
IVR 看護師	場合により必要*1	場合により必要*1	*2ただし線量が多くなると予想されるときは検討を要する。
上記以外	原則として不要*2	原則として不要*2	