

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

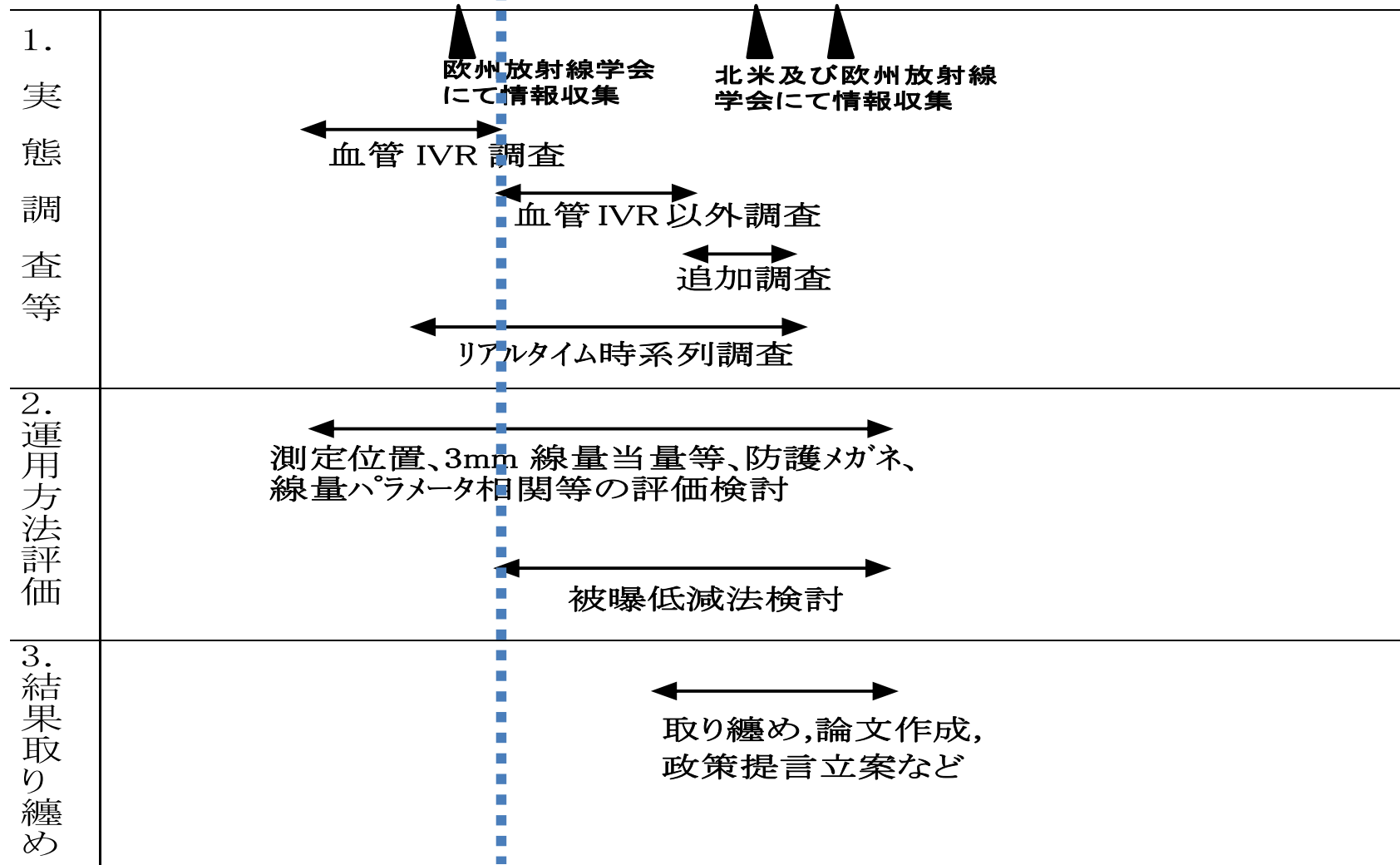
東北大学災害科学国際研究所 災害放射線医学分野・
東北大学医学系研究科 保健学専攻
放射線検査学分野

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



H30年4月以降の計画

- 非血管IVRでの新規測定（ERCP、気管支鏡など）
- 血管IVRでの追加・詳細測定（心臓IVR、肝臓IVR、手術室での手技など）
- IVR以外での新規測定（ポータブル撮影、核医学検査、CT透視下生検、密封小線源治療）
- リアルタイム測定システムによる時系列分析（どのような場合に線量が多くなるのか）

測定評価施設の追加

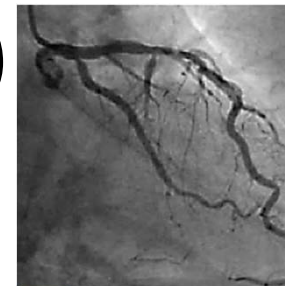
仙台厚生病院、秋田脳研 に加えて

東北大学病院と東北医科薬科大学病院を追加

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：4人（防護眼鏡無し）



- 6ヶ月間の平均線量（最小～最大）

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)
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	3mm線量当量	件数(件)
24.54	27.64	22.24	200

DOSIRISの測定結果から：

年間180件以上で、水晶体線量が20mSv/年を超過

仙台厚生病院 測定期間：2018年4月から2018年9月まで

心臓IVR医師:10人 (防護眼鏡有り)

- 6ヶ月間の平均線量(最小-最大)

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)
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	3mm線量当量	件数(件)
22.70	24.58	8.84	190

DOSIRISの測定結果から:

年間430件以上で、水晶体線量が20mSv/年を超過

IVR看護師(9人)

- 6ヶ月間の平均線量(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	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	3mm線量当量	件数(件)
4.24	4.64	1.54	386

DOSIRISの測定結果から:

年間5013件以上で、水晶体線量が20mSv/年を超過

仙台厚生病院 測定期間:2018年4月から2018年9月まで

診療放射線技師:12人(血管撮影室)

- 1ヶ月間の平均線量(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	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)

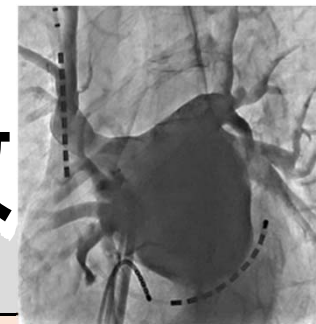
- 1年推定値(1ヶ月間平均線量 × 12倍)

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)
1.44	1.56	2.16	720

DOSIRISの測定結果から:

年間6,667件以上で、水晶体線量が20mSv/年を超過

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とNeck glass badgeの比較

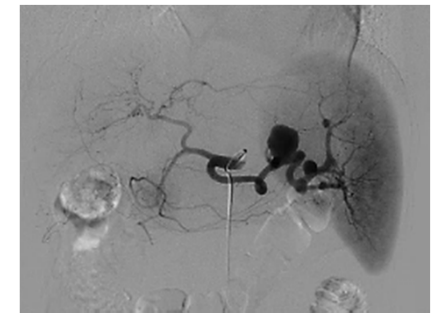
秋田脳研 2018/04~09 (6ヶ月) 循環器IVR

		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)

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ヶ月間の平均線量）：1人

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
34.27	38.22	5.18

- 助手：防護眼鏡有り（6ヶ月間の平均線量）：1人

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
2.29	2.26	2.45

- 助手：防護眼鏡無し（6ヶ月間の平均線量）：2人

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
4.15 (4.11-4.18)	4.42 (4.36-4.39)	5.69 (5.63-5.75)



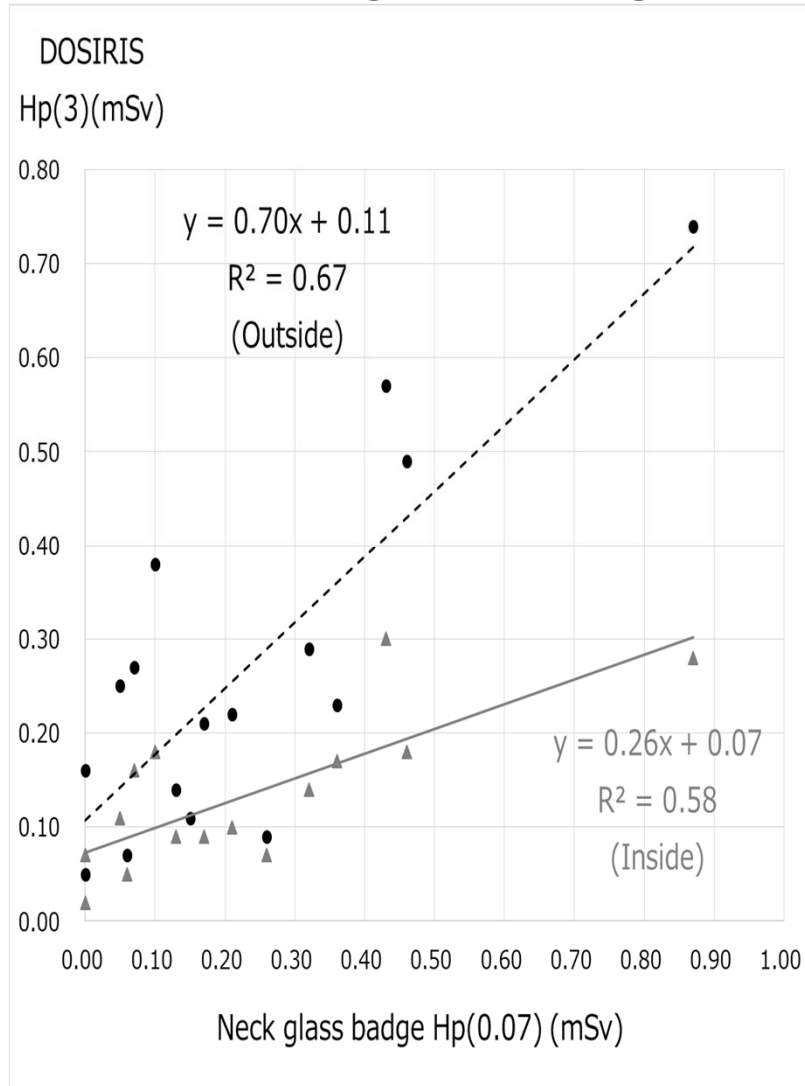
DOSIRISとNeck glass badgeの比較

		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

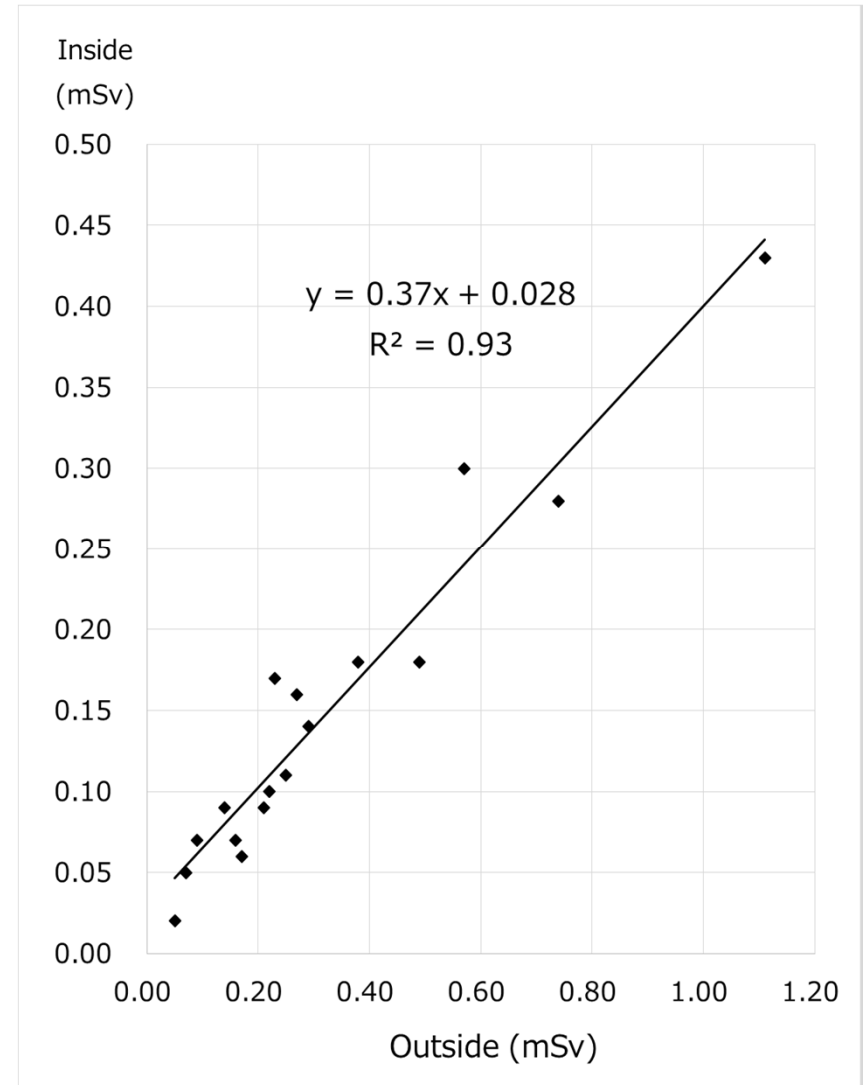
Kato M, Chida K, et al. OCCUPATIONAL RADIATION EXPOSURE OF THE EYE IN NEUROVASCULAR INTERVENTIONAL PHYSICIAN. *Radiat Prot Dosimetry*. 2019 Jan 9. [Epub ahead of print]



DOSIRISとNeck glass badgeの相関

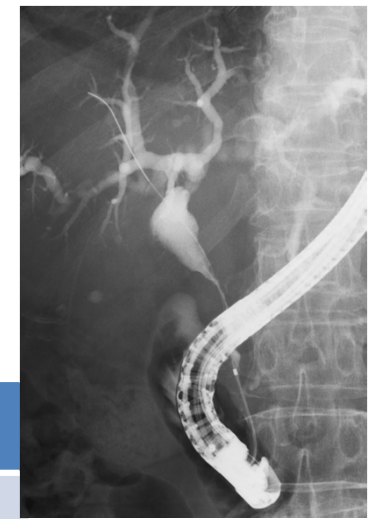


防護眼鏡の効果



消化管X線透視検査(ERCP)

医師:4人(防護眼鏡なし)



- 6ヶ月間の平均線量

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!

ERCP検査に従事する看護師： 8人（防護眼鏡なし）

- 6ヶ月間の平均線量

ガラスバッジ (mSv)		DOSIRIS (mSv)	
1cm線量当量	70 μ m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	70 μ m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！

ERCP ドジリス線量



• 東北医科薬科大学病院

オーバーテーブルX線装置

防護眼鏡なし、実施件数：約20件/月

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

医師：8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)		DOSIRIS (mSv)	
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)	113 (94-212)

- 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	3mm線量当量	件数(件)
10.06	11.10	15.36	226

DOSIRISの測定結果から：

年間294件以上で、水晶体線量が20mSv/年を超過

気管支鏡検査に従事する看護師: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)		DOSIRIS (mSv)
1cm線量当量	70 μ m線量当量	3mm線量当量
1.54 (0.10-2.54)	1.63 (0.10-2.62)	2.41 (0.19-3.76)

- 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
3.08	3.26	4.82

X線CT透視下生検 ドジリス線量

- 東北大学病院

防護眼鏡なし、

実施件数：約5件/月

(通常は10件/月程度実施)

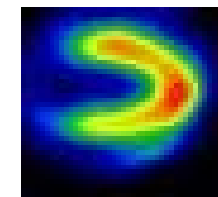


CT下バイオプシー(生検)



						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に従事する診療放射線技師



- 1ヶ月間の平均線量

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)
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	70 μ m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:

年間37,067件以上で、水晶体線量が20mSv/年を超過

- **その他の職種、PET検査においても同様に少ない線量!**
(よって割愛)

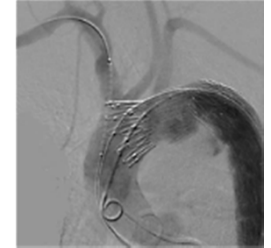
仙台厚生病院 測定期間:2018年4月から2018年9月まで

核医学症例数とドジリス線量 (秋田脳研)

	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

	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



診療放射線技師:4人(手術室)

- 1ヶ月間の平均線量(最小-最大)(n=17)

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)
0.28 (0-0.81)	0.30 (0-0.86)	0.38 (0-0.98)	7.12 (1-13)

- 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:

年間373件以上で、水晶体線量が20mSv/年を超過

ポータブル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

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)
0.24 (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	70μm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：

年間9,882件以上で、水晶体線量が20mSv/年を超過

密封小線源放射線療法

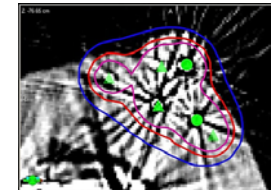
(東北大学病院)

・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

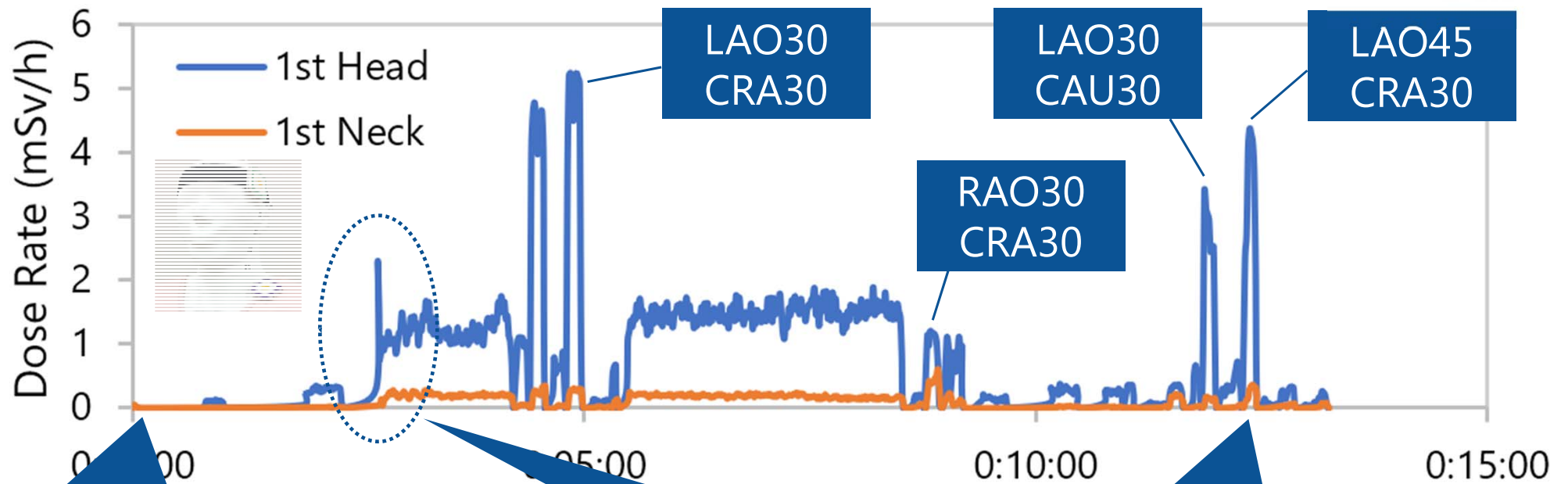


密封小線源治療 施行医師
(鉛眼鏡無し)

水晶体ドジリス 平均線量 0.065mSv/件

DOSIRIS(3mm線量当量)とガラスバッジ測定値の違いについて

- 「IVR看護師」で3倍程度の差が生じた
 - 業務時の姿勢、すなわちIVR看護師は顔と体の向きが変わる(同一方向を向いていない)ことが多いためと思われる。ただし、今後詳細に検討予定。
- 放射線防護眼鏡が無い場合：
 - 20%程度の誤差に収まっている。
- 放射線防護眼鏡使用時：
 - 眼鏡の内側で測定することで不均等被ばくを正確に測定できているためガラスバッジで測定するよりも60%程度少ない。(だがバラツキが多く、単純にガラスバッジ測定値から推定することは困難)



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



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!

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。
- ✓ 腹部IVR医師の水晶体等価線量(ドジリス)は少なくない。(但し20mSv/年を超過する恐れは無さそう。)
- ✓ 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。
- ✓ 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(ドジリス)が20mSv/年を超過する恐れあり。
- ✓ 気管支鏡看護師(防護眼鏡無し)水晶体線量は、IVR看護師よりも多い。(但し20mSv/年を超過する恐れは無さそう。)
- ✓ 放射線技師(ポータブルや手術室)の水晶体線量は少なくない。(実施件数が多い場合は要注意)
- ✓ CT透視下生検施行医師の水晶体線量は少なくない。(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。(もし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Angulation, 防護具使用状況、立ち位置等により変化。
- ✓ 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。

成果：前記したような成果を挙げた。

- 得られた成果については国内外の多数学会にて研究発表を行った。そして、北米放射線学会 (RSNA) などで受賞できた。

受賞例 ・RSNA2019 Exhibit Award “CERTIFICATE of MERIT”

・日本放射線安全管理学会第17回学術大会, 優秀プレゼンテーション賞

・第46回日本放射線技術学会秋季学術大会, 2018年10月, 優秀賞

- 研究論文がRadiation Protection Dosimetry誌に掲載された。

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.

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
- 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

よって、

当初計画の「政策提言立案」までには至っていない。
今後の検討課題である。