



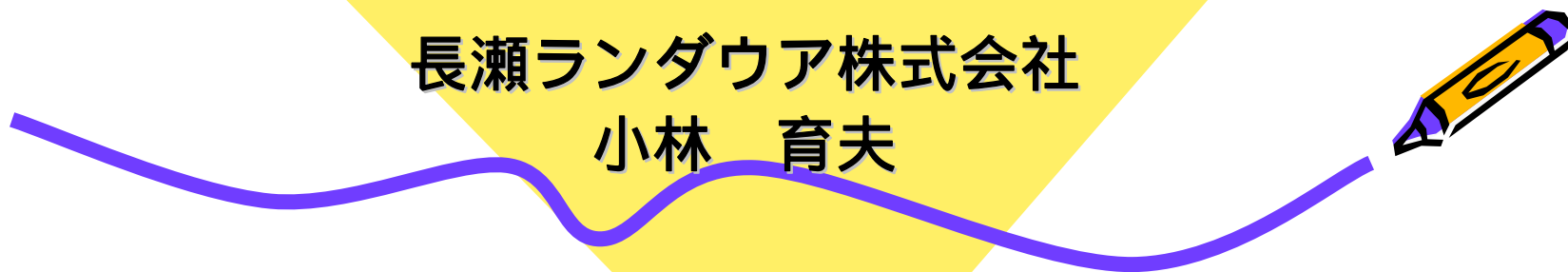
水晶体の被ばくについて

平成25年6月8日

東海循環器画像研究会

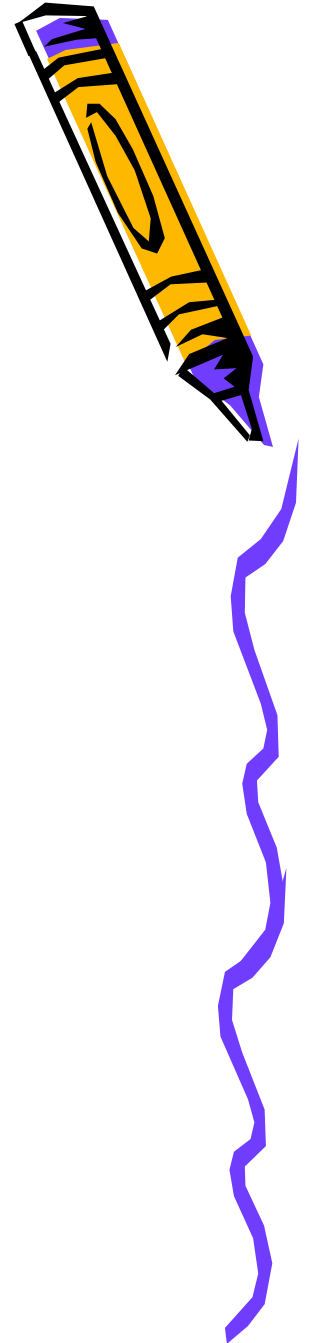
長瀬ランダウア株式会社

小林 育夫

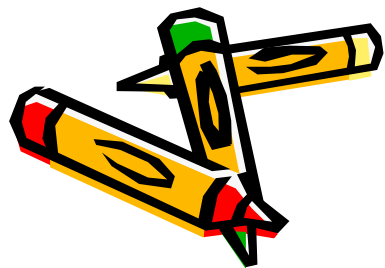
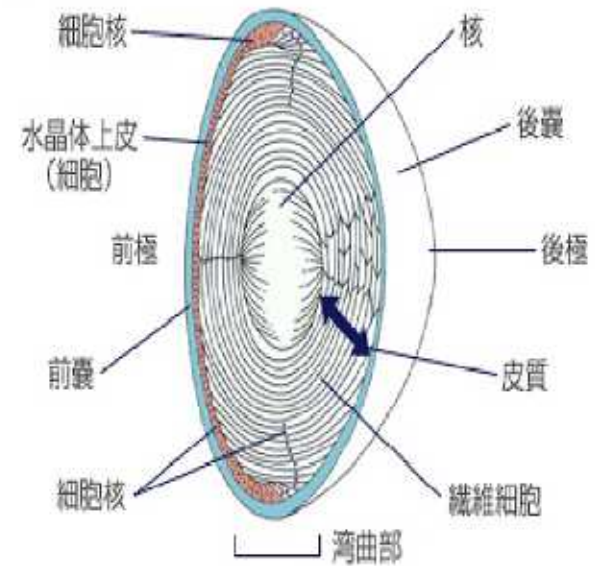
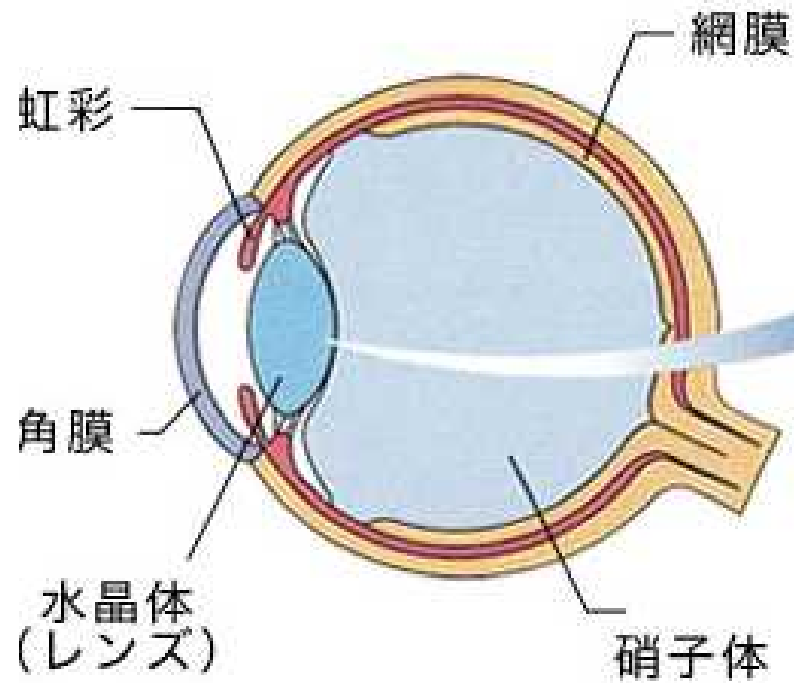
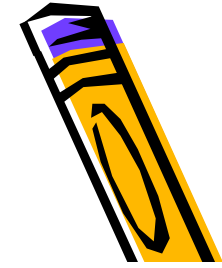


本日のお話は、

- ✓ 水晶体に対する放射線の影響
- ✓ ICRPのステートメント
- ✓ 水晶体線量の実測



水晶体の構造



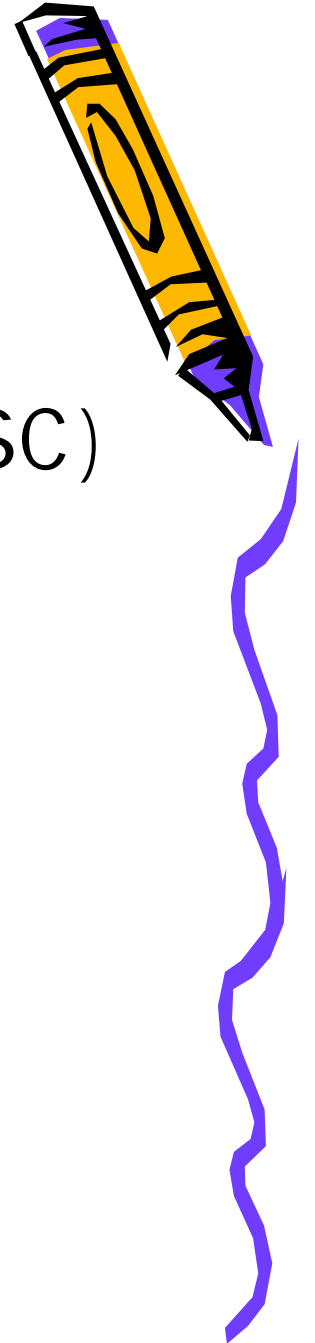
水晶体に対する放射線影響

- ✓ 過去の被ばくに対する疫学調査
- ✓ 原爆生存者の疫学調査（2から3年後）では、しきい線量は2 Gy程度と推定された。
- ✓ 血管腫の治療後30年を経過してから水晶体後囊部下
部混濁が認められた。(Broun)
- ✓ また、原爆の被爆者においても30数年後に水晶体
後囊部下
部混濁が新たに認められた。
- ✓ これらの被ばく線量の推定は0.5 Gy程度であった。
- ✓ 最近の知見として、金沢医科大学の協力による調査
で、IVR担当者の水晶体の検査から辺縁部に加齢性
白内障が認められた。



国際標準化機構 (ISO)

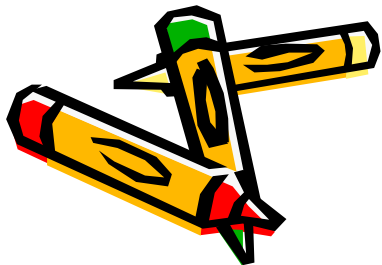
- 専門委員会 (TC:244)、分科委員会 (SC)
- TC85 原子力
- Nuclear energy
- SC2 放射線防護
- **radiological** protection
- 2010年以前はradiation protection





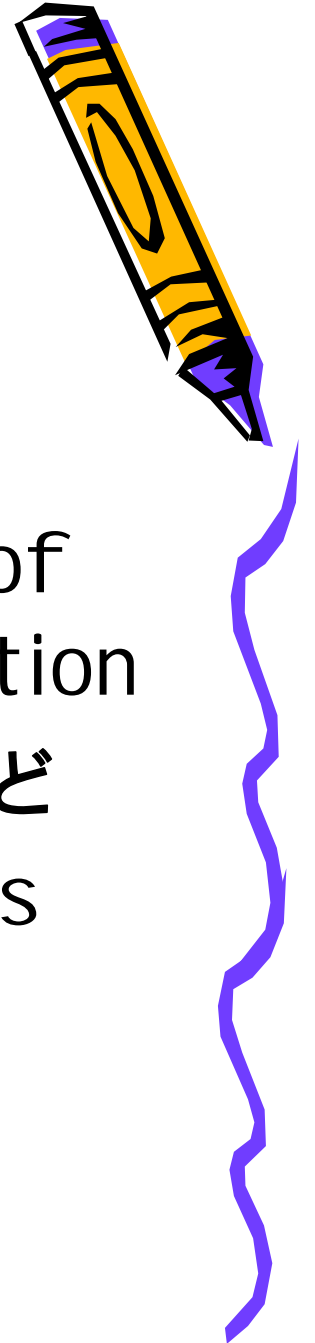
ISO 15382

- Radiation protection -- Procedure for radiation protection monitoring in nuclear installations for external exposure to weakly penetrating radiation, especially to beta radiation
- Radiological protection - Procedures for monitoring the dose to the lens of the eye, the skin and the extremities



その他の動き

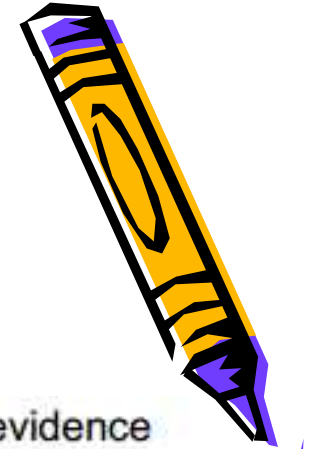
- **IAEA** Technical Meeting on the
- The New Dose Limit for the Lens of Eye- Implications and Implementation
- 作業者定義、防護用具、モニタリングなど
- **EURATOM** Basic Safety Standards
- 目の水晶体： 20mSv/年



Statement on Tissue Reactions (ICRP)

(2) The Commission has now reviewed recent epidemiological evidence suggesting that there are some tissue reaction effects, particularly those with very late manifestation, where threshold doses are or might be lower than previously considered. For the lens of the eye, the threshold in absorbed dose is now considered to be 0.5 Gy.

(3) For occupational exposure in planned exposure situations the Commission now recommends an equivalent dose limit for the lens of the eye of 20 mSv in a year, averaged over defined periods of 5 years, with no single year exceeding 50 mSv.



眼の水晶体の限度引下げ

- 2011年4月17-21日に韓国ソウルで行われたICRPの主委員会の会合で、最近の知見から眼の水晶体のしきい線量を0.5 Gyと見なすこと、計画被ばく状況の職業被ばくに対する眼の水晶体の等価線量限度（Publ. 103では150 mSv）を**5年間の平均で年20 mSv、年最大50 mSv**にすべきであることを勧告します。



放射線作業従事者の線量限度（個人管理）

実効線量限度

100 mSv / 5年（ブロック5年 例2001～2005年）

50 mSv / 年

女子 5 mSv / 3月

妊娠中である女子 内部被ばくについて 1 mSv

医療法、障防法

妊娠と申告されてから

電離則、人事院規則

妊娠と診断されてから

等価線量限度

目の水晶体

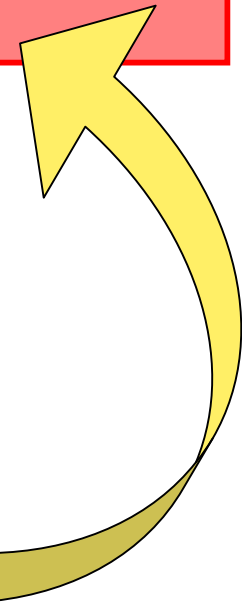
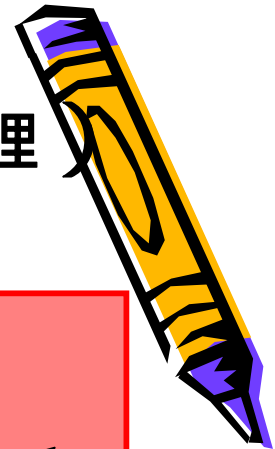
150 mSv / 年

皮膚

500 mSv / 年

妊娠中の女子の腹部表面線量

2 mSv (1 cm線量当量)



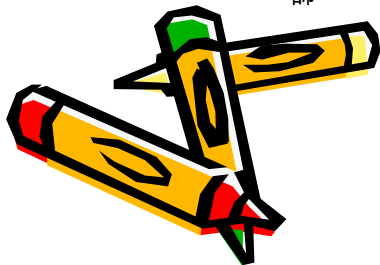
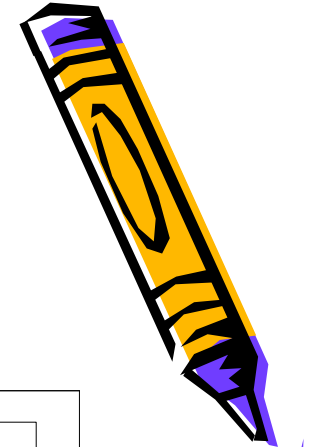
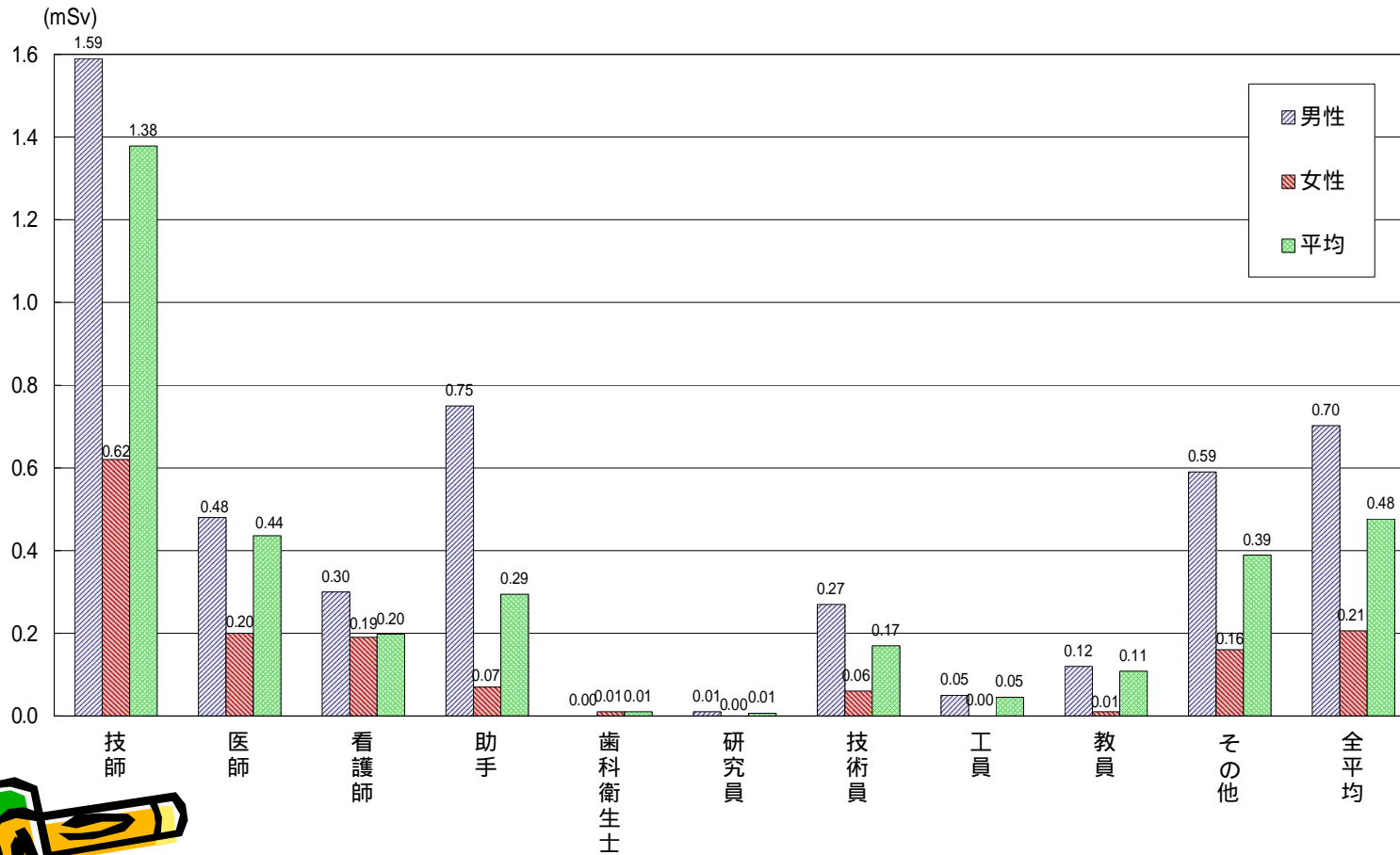
現行法令(目の水晶体)

- 目の水晶体については1 cm線量当量と70 μ m線量当量とで管理していれば目の水晶体の等価線量を超えることはほとんどない。但し、目の水晶体の等価線量が線量限度を超えていないことを確認する目的で評価することが必要となる。
- 3 mm線量当量の測定は、原則として必要なく、目の水晶体の等価線量は、1 cm線量当量または70 μ m線量当量のうち、適切と判断される方をもって評価値とすることができる。



平成22年度被ばく統計

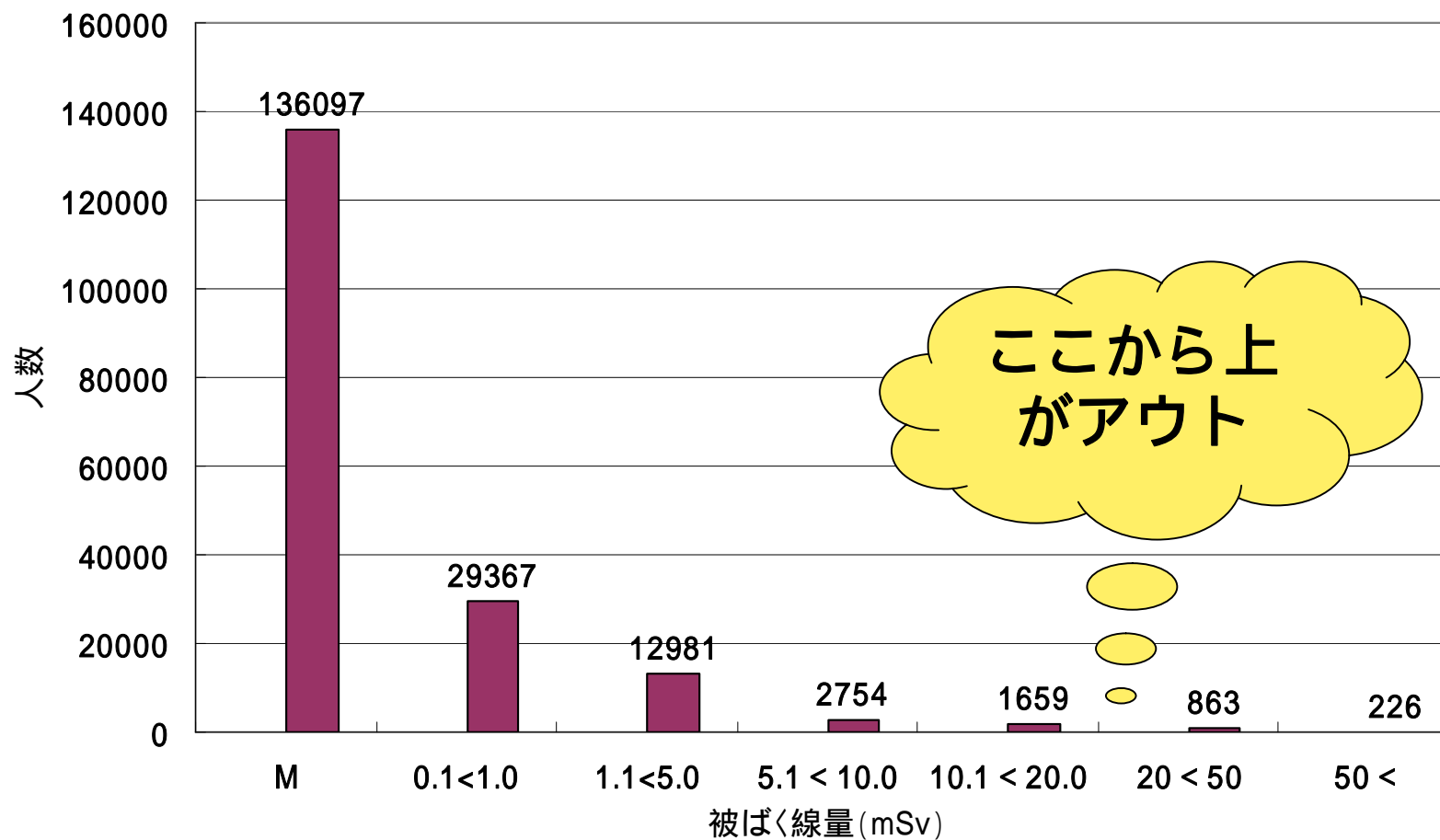
平成22年度職種別及び男女別平均個人被ばく線量



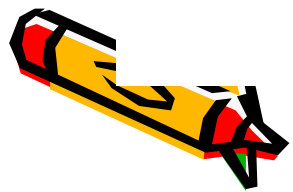
目の水晶体線量（平成22年）



平成22年度水晶体線量

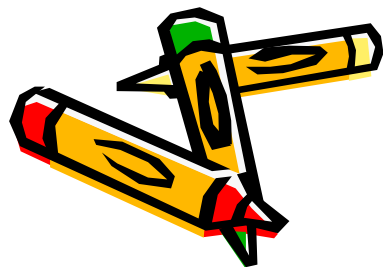


ここから上
がアウト

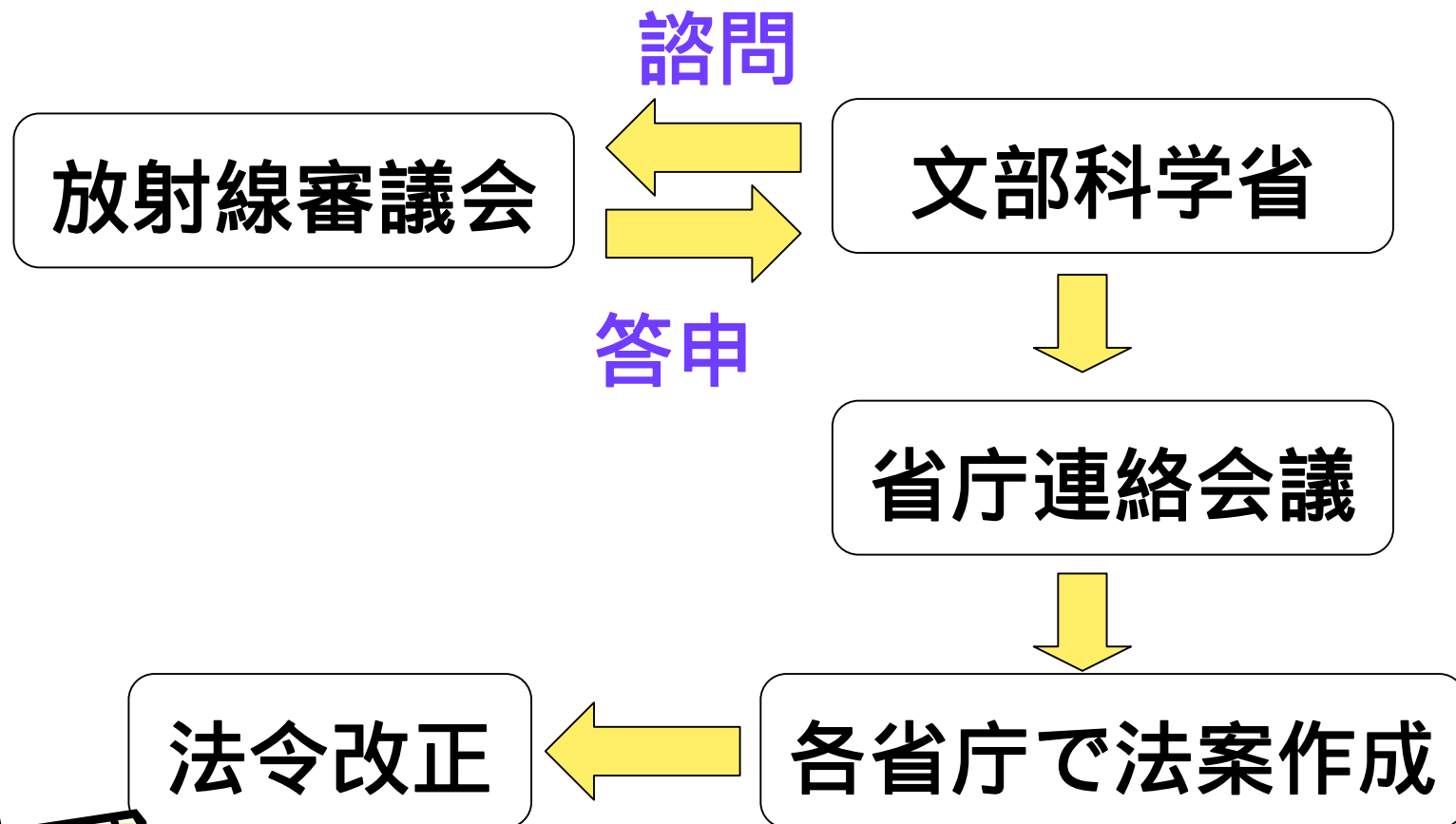
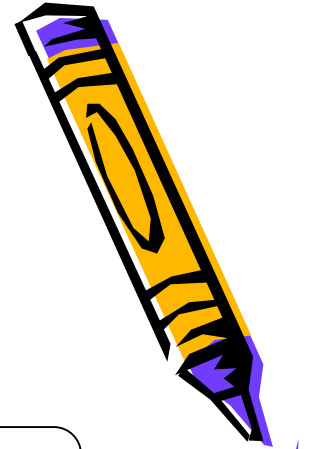


水晶体線量が年間 20 mSv 以上の作業者

- 全体は 1,089名
- 企業は 2名
- 非破壊検査は 0名
- 研究機関は 4名
- 残りは**医療機関** 1,083/1,089名



法令改正の流れ



水晶体線量の実測例

単位:mSv

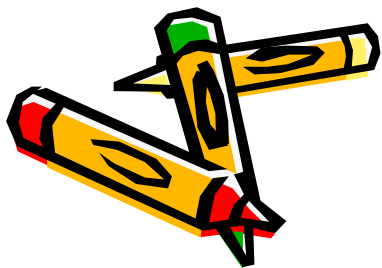
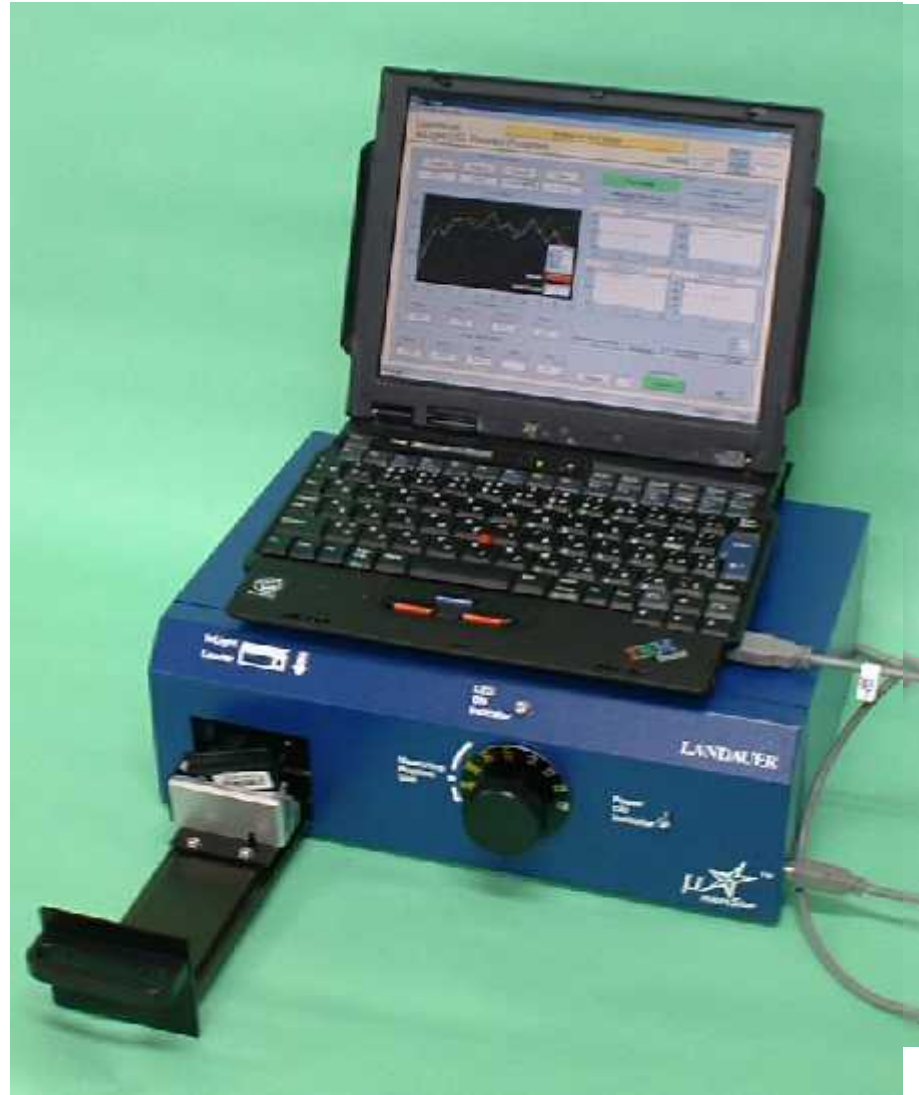
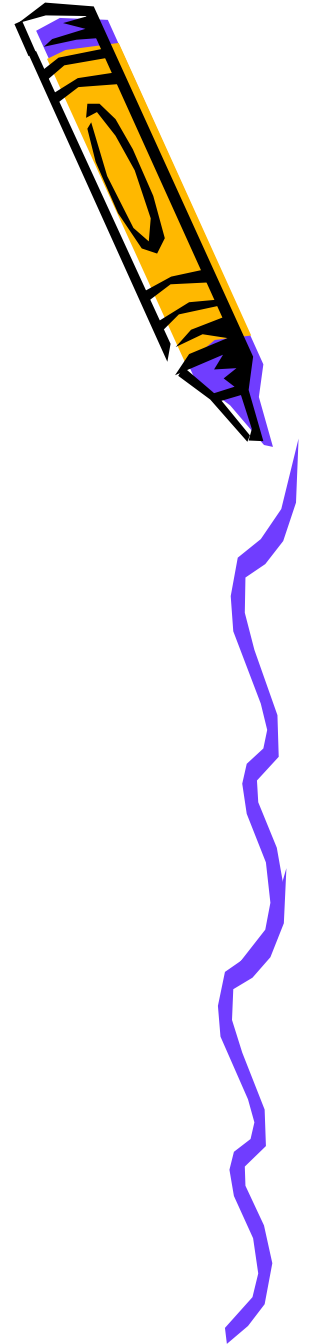


IVRを担当する医師の水晶体線量を直接測定してみる。

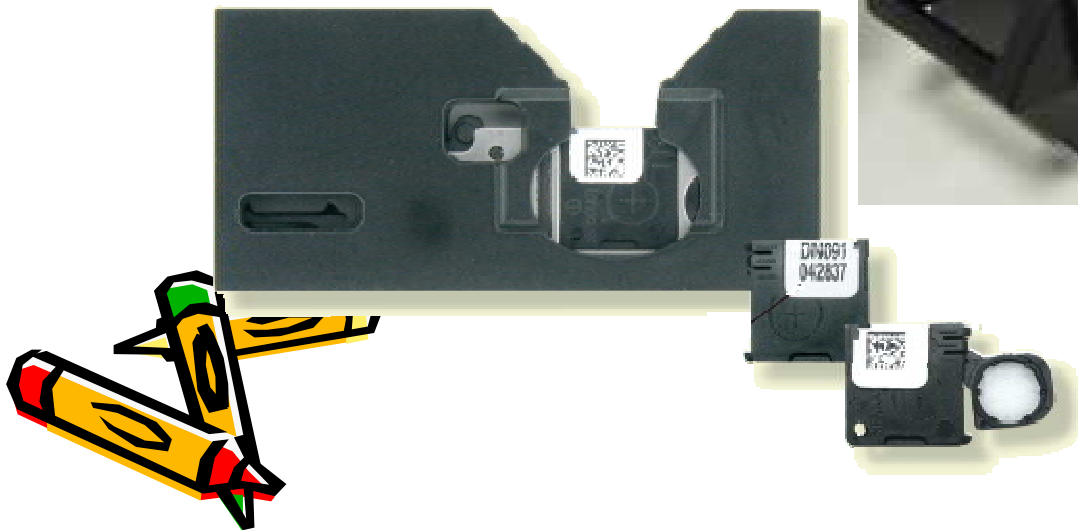
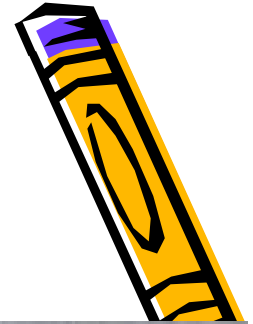
対象者はスポーツタイプの防護メガネ着用者



nanoDotの読取り



使用した線量計

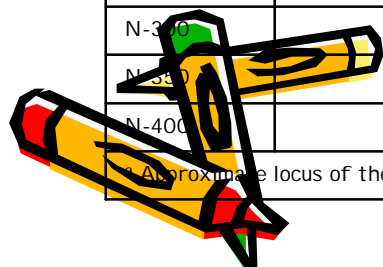


線量換算係数

Table F.1 – Conversion coefficients $h_{pK}(3;N,\alpha)$ from air kerma, K_a , to the dose equivalent $H_p(3)$ for radiation qualities defined in ISO 4037-1 and for the slab phantom, reference distance 2 m

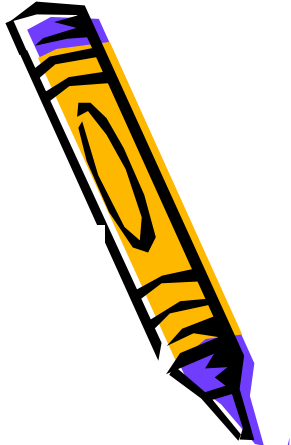
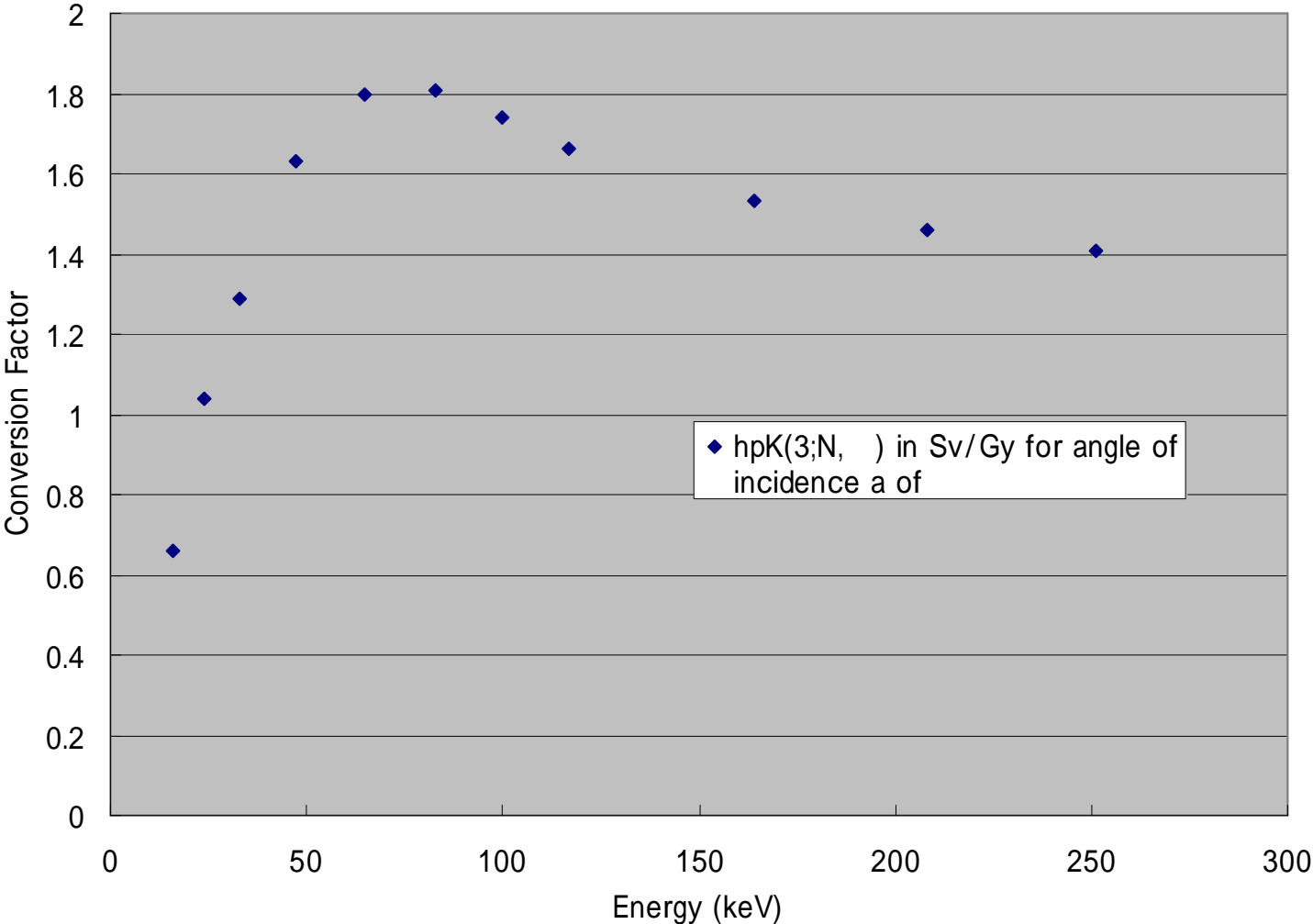
Radiation quality	Effective energy	Irradiation distance	Beam diameter	$h_{pK}(3;N, \alpha)$ in Sv/Gy for angle of incidence α of					
				0°	15°	30°	45°	60°	75°
N-10		1,0 – 2,0	25	0.131	0,122	0,098	0,061	0,0213	0,00099
N-15		1,0 – 2,0	25	0.42	0,41	0,38	0,32	0,238	0,129
N-20	16	1,0 – 2,0	25	0.66	0,66	0,63	0,58	0,49	0,31
N-25		1,0 – 3,0	23	0.88	0,88	0,86	0,80	0,71	0,49
N-30	24	1,0 – 3,0	20	1.04	1,04	1,03	0,97	0,89	0,65
N-40	33	1,0 – 3,0	16	1.29	1,29	1,28	1,22	1,13	0,91
N-60	47	1,0 – 3,0	11	1.63	1,63	1,60	1,54	1,43	1,17
N-80	65	1,0 – 3,0	11	1.8	1,79	1,77	1,71	1,59	1,33
N-100	83	1,0 – 3,0	11	1.81	1,80	1,78	1,73	1,62	1,39
N-120	100	1,0 – 3,0	11	1.74	1,73	1,72	1,68	1,59	1,38
N-150	117	1,0 – 3,0	11	1.66	1,65	1,65	1,62	1,55	1,35
N-200	164	1,0 – 3,0	11	1.53	1,53	1,53	1,51	1,47	1,32
N-250	208	1,0 – 3,0	11	1.46	1,46	1,45	1,45	1,41	1,30
N-300	251	1,0 – 3,0	11	1.41	1,41	1,40	1,40	1,37	1,28
N-350		1,0 – 3,0	11	1.37	1,37	1,37	1,37	1,35	1,27
N-400		1,0 – 3,0	11	1.34	1,34	1,34	1,35	1,33	1,27

* Approximate locus of the 98 % isodose contour with respect to the dose in the centre of the phantom.



線量換算係数

hpK(3;N,) in Sv/Gy for angle of incidence a of



ICRUからISOへの連絡

ICRU position 28th February 2013 ↵

↵

Assisted by a report committee of experts, ICRU is currently reviewing conceptual and numerical aspects of operational quantities for external radiation. This includes the update of its publications with data and considerations on dosimetry of the lens of the eye. ↵

The recommended operational quantity for the lens of the eye is $H_p(3)$. Dosimeters can be designed and calibrated to determine this quantity on an appropriate phantom. Right circular cross section cylindrical phantoms or slab phantoms are appropriate, though the first is more appropriate for tests of angle dependence of response, especially at large angles. ICRU plans to publish reference conversion coefficients for calibration for $H_p(3)$ for electrons, photons and neutrons based on published data. ↵

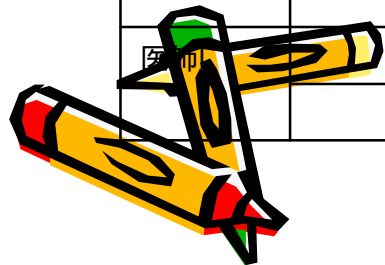
↵

The use of other operational quantities, such as $H_p(10)$ or $H_p(0.07)$, for eye lens dosimetry can be considered if the radiation field is well known and thus estimates for $H_p(3)$ can be made. However, this method is likely to increase the uncertainty. ↵

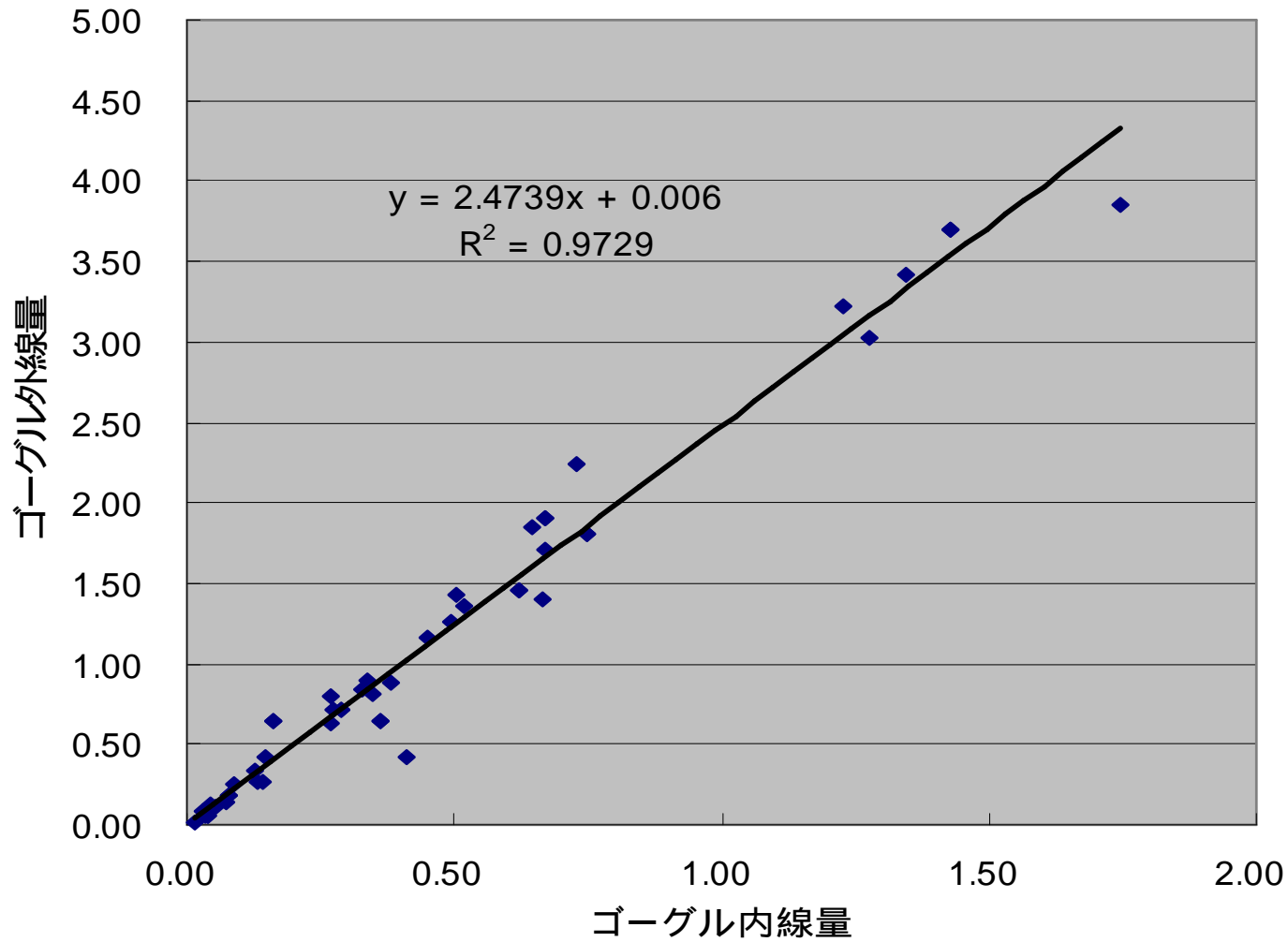


測定結果

氏名	2012/10/1		2012/11/1		2012/12/1		2013/1/1		2013/2/1		2013/2/1	
医師A	0.15	内	0.13	内	0.27	内	0.13	内	0.08	内	0.11	内
	0.42	外	0.27	外	0.63	外	0.33	外	0.18	外	0.22	外
医師B	0.14	内	0.09	内	0.41	内	0.35	内	0.36	内	0.38	内
	0.27	外	0.25	外	0.43	外	0.81	外	0.64	外	0.81	外
医師C	0.50	内	0.45	内	0.49	内	0.67	内	0.75	内	0.70	内
	1.43	外	1.16	外	1.26	外	1.71	外	1.8	外	1.66	外
医師D	0.03	内	0.06	内	0.03	内	0.05	内	0.04	内	0.05	内
	0.08	外	0.11	外	0.05	外	0.12	外	0.06	外	0.05	外
医師E			0.52	内	0.73	内	0.64	内	0.67	内	0.20	内
			1.36	外	2.24	外	1.85	外	1.91	外	0.48	外
医師F	0.27	内	0.07	内	0.91	内	0.67	内	0.62	内	0.40	内
	0.71	外	0.14	外	紛失	外	1.39	外	1.45	外	0.84	外
医師G			0.33	内	0.38	内	1.28	内	0.29	内	0.03	内
			0.84	外	0.88	外	3.03	外	0.71	外	0.06	外
医師H			0.01	内	0.27	内	0.34	内	0.16	内	0.01	内
			0.01	外	0.80	外	0.90	外	0.64	外	0.01	外
医師I			1.23	内	1.35	内	1.75	内	1.43	内	1.59	内
			3.22	外	3.42	外	3.84	外	3.7	外	4.07	外

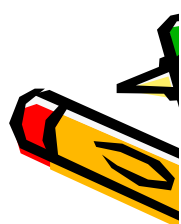
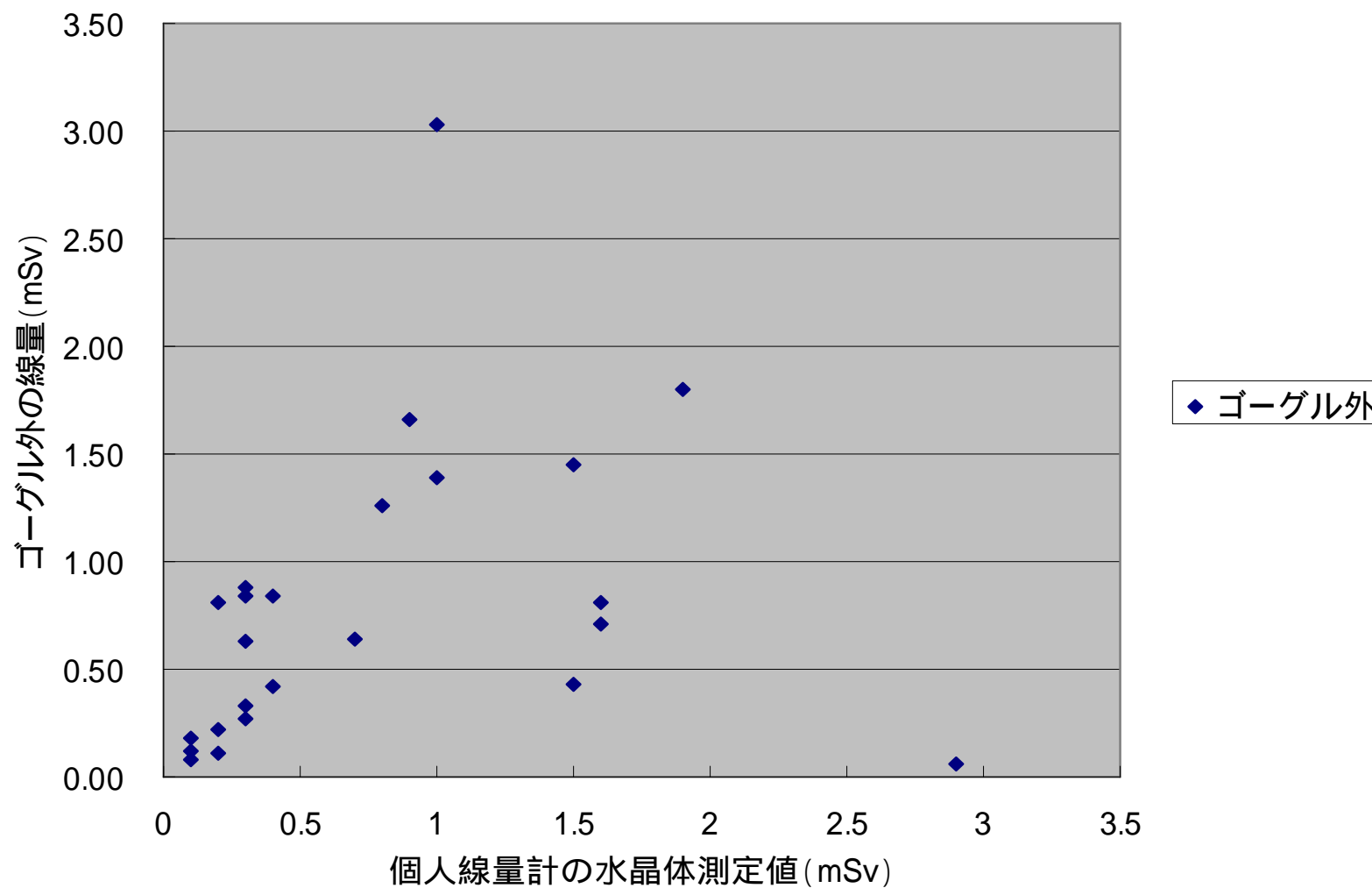


ゴージャルの内外線量比較



ゴoogle外線量と個人線量計の比較

ゴoogle外線量と個人線量計の比較



水晶体実測試験の予定

- 実験の内容について
- 更なる測定データの蓄積
- 作業内容と測定値の比較分析



まとめ

- 放射線の人体への影響は疫学調査に基づいて求められる。このため変動することがある。
- 水晶体線量の動向
- 法令化の動きの把握
- 線量計算法の確定、主に換算係数
- 実測阻止！



ご清聴ありがとうございました！

