

Photo K. Fukuda

Index

迎春のごあいさつ	細田 敏和	1
ガラス線量計の基礎的性能 - 診断領域の適応 - 金 正宜・大湯 和彦・齋藤 隆・長内 恒美・工藤 亮裕・阿部 由直		2
〔休憩室〕		
正月 - ほろ酔い酒 -		10
放射線計測の歴史(昔話)(下).....	村主 進	11
〔加藤和明の放射線一口講義〕		
放射線の線量	加藤 和明	15
個人線量測定機関協議会創立20周年記念行事を開催		16
〔学会感想記〕		
日本放射線安全管理学会・第3回学術大会	加藤 和明	17
編集委員の紹介		18
〔サービス部門からのお願い〕		
ご使用者のお名前には必ずフリガナと生年月日を！		19

迎春の



ごあいさつ



株式会社 **千代田テクノル**

代表取締役社長 細田 敏和

新年あけましておめでとうございます。

皆様にはご健勝にて佳き新春を迎えられたこととお慶び申し上げます。

平成12年10月ご使用分から切り替えを開始させていただきました「ガラスバッジ」は、昨年8月には測定値のご報告1,000万件目を達成いたしました。これも偏に皆様方のご支援の賜と、感謝申し上げます。

本年も、社員一同、『放射線の安全利用技術を基礎に、人と地球の「安心」を創造する』という企業理念の下、小型・軽量・高精度の「ガラスバッジ」で皆様方の放射線業務がより安全に行われますよう、被ばく線量“0”を願って、より良いモニタリングサービスに努めてまいります。また、放射線安全管理総合情報誌「FB News」は、法令改正や、利用拡大が進む医療放射線の安全取扱・防護に関する情報等、皆様方の放射線安全にお役に立てていただけるよう、誌面を充実してまいります。

本年もどうぞよろしくお願い申し上げます。

専務取締役	岡本	潔
常務取締役	黒川	英明
常務取締役	山田	昌夫
取締役	本圖	和夫
取締役	鍋谷	幹二
取締役	竹内	宣博
取締役	佐々木	行忠
取締役	福寺	裕二
監査役	石山	靖彦

ガラス線量計の基礎的性能

診断領域の適応

金 正宜 大湯和彦* 齋藤 隆
長内恒美 工藤亮裕 阿部由直**

1. はじめに

近年、Thermo-Luminescence Dosimeter (TLD) に替わりうる可能性を秘めた新しい蛍光ガラス線量計・小型素子システム「Dose Ace[®]」が提供されるようになった。この蛍光ガラス線量計は、診断領域の低エネルギーから治療領域の高エネルギーに対してまで対応できるとされている。

高エネルギー領域については、基礎的性能や治療時の線量測定等の報告¹⁻⁵)はなされているが、診断領域への適応についての報告^{6,7})は2、3なされているにすぎない。

今回、この蛍光ガラス線量計の診断領域に対する基礎的性能を測定する機会を得、基礎的性能について測定・評価・検討したので報告する。

2. 方法及び使用機器

蛍光ガラス線量計のX線診断領域における変動係数、換算係数、線量特性、方向特性及び線量率特性について測定・評価した。

照射条件については診断に使用する撮影条件を基準に決定した。

2.1. X線装置

蛍光ガラス線量計の変動係数、換算係数、線量特性および方向特性の測定・評価のために一般撮影装置、東芝社製KXO80Gを、線量率特性の測定・評価に透視撮影装置、東芝社製KXO80XMを用いた。

2.2. 測定器

測定に用いたのは蛍光ガラス線量計・小型素子システム「Dose Ace[®]」、線量計素子はGD-301 (ID番号なし、エネルギー補償フィルターなし) とGD-351 (ID番号なし、エネルギー補償フィルター有り) とGD-302M (ID番号有り、エネルギー補償フィルターなし) とGD-352M (ID番号有り、エネルギー補償フィルター有り) であった。

また、リファンレス線量計として校正済みのRadcal社製9015型測定器、Chamber (10×5.6) (以下Radcal) を用いた。

2.3. 測定方法

各測定については、Radcalと各線量計素子を併置し照射した。

使用装置の半価層 (実効エネルギー) と透視装置の各透視モードの透視条件と線量率をそれぞれ表1、表2に示す。

Masanori KON、Takashi SAITO、Tsunemi OSANAI、Sukehiro KUDO 弘前大学医学部附属病院 放射線部
Kazuhiko OYU *弘前大学医学部附属病院 放射線部 (現青森県立中央病院 放射線部)、Yoshino ABE **弘前大学医学部 放射線科

表 1 使用した撮影装置と透視検査装置の半価層 (mmAl) と実効エネルギー (keV)

		設定管電圧(kV)								
		40	50	60	70	80	90	100	110	120
一般撮影装置 KX10800	半価層(mmAl)	1.67	2.04	2.46	2.72	3.00	3.34	3.72	4.07	4.48
	実効エネルギー (keV)	24.63	28.69	30.84	32.07	33.39	35.07	36.56	38.03	40.61
透視検査装置 KX2000CM	半価層(mmAl)		1.98	2.32	2.68	2.92	3.34	3.71	4.18	
	実効エネルギー (keV)		28.39	30.15	31.80	33.03	34.90	36.50	38.47	

検量器: Radcal 915 型 Chamber (19×7cm) 径量 (cc)

Al フィルターの純度: 99.5%以上

半価層の測定条件: 透視モード (1) パルス透視、管電圧 20mA 時、パルス幅 (msec)

(2) 透視撮影装置の透視管電圧: パルス透視 (10kV~110kV)、連続透視 (50kV~120kV) 可変、

パルス透視モード、管電流 20mA 時、パルス幅、1~10msec 設定可

連続透視、管電流 0~1.0mA 可変

表 2 パルス透視及び連続透視時の照射条件と線量率

透視管電圧 kV	透視モード	パルス幅 (msec)	透視管電流 (mA)	線量率 (mR/min)
50	7.5 パルス	7	20	189.6 ± 1.1
	15 パルス	7	20	376.1 ± 2.5
	30 パルス	7	20	753.5 ± 2.2
	連続		1	376.8 ± 1.8
	連続		4	547.0 ± 2.0
	70	7.5 パルス	7	20
15 パルス		7	20	492.0 ± 17.5
30 パルス		7	20	974.0 ± 5.1
連続			1	473.3 ± 3.6
連続			4	647.0 ± 3.2
100		7.5 パルス	7	20
	15 パルス	7	20	1501.8 ± 35.5
	30 パルス	7	20	3213.0 ± 6.9
	連続		2	1447.0 ± 3.3
	連続		4	2831.0 ± 3.3

管球と検量器の距離: 100cm, Chamber の位置: 検量器より 20cm 離して自由空間

検量器の径量: 150、500の径量

注: パルス透視: 管電圧: 50~110kV 可変、管電流 20mA 可変、

パルス幅: 30パルス、17msec、15パルスと 7.5パルス、

1~10msec、1msec 設定可、

連続透視: 管電圧 50~120kV、管電流、0.40mA 可変

半価層の測定は、Radcalを用いて各報告⁸⁻¹⁰⁾を参考にした。一般撮影装置では焦点と Chamberの距離を120cm、透視撮影装置では管球と天板までの距離を最大、Image Intensifier (I.I.) サイズを9 inchとし、一般撮影装置、透視撮影装置とも天板と Chamberの間を20cmとした。また照射野は十分に絞り、管球側の絞り前面にフィルターを設置し、半価層 (half value layer) を測定した。得られた半価層から実効エネルギーを求めた^{11,12)}。なお、使用したフィルターのアルミニウム (Al) の純度は99.5%以上のものを使用した。

2.3.1. 変動係数及び換算係数

変動係数及び換算係数は、照射管電圧を50kV、80kV及び110kVとし、照射管電流200mA、

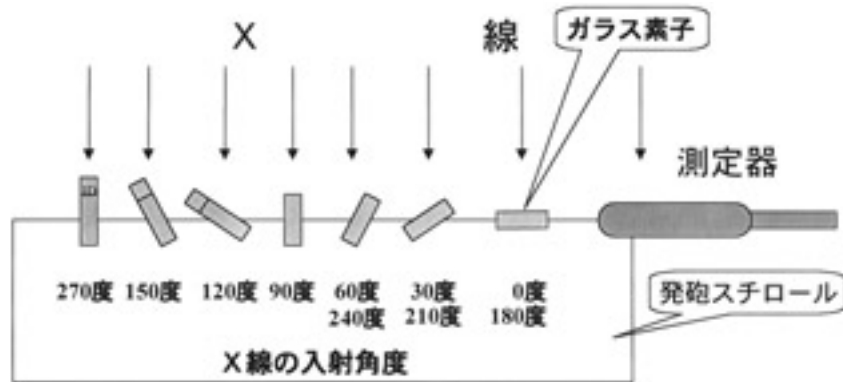


図1 方向特性測定装置の配置図

照射時間0.2secで各線量計素子（GD-301、GD-302M、GD-351、GD-352M）各10個に対し照射し求めた。

2.3.2. 線量特性

線量特性は、一般撮影装置KXO-80MXを用い、設定管電圧を50kV、80kV、110kVとし、各管電圧で各4点の照射線量を設定し照射を行い測定した。

2.3.3. 線量率特性

線量率特性は、透視撮影装置KXO-80Gを用い、各透視モードでの100mR、500mR、1000mR、2000mRを基準線量として、これらの線量を照射したときの各線量計素子の測定値について検討した。

しかし、透視モードでは、正確に基準線量の照射ができない。このため各基準線量を得るために、直線回帰式を求め各基準線量を照射したときの測定値を計算で求めた。

2.3.4. 方向特性

線量計素子の方向特性は、図1に示すように長軸方向で左右90度方向についてX線の入射角度が30度毎になるように素子を配置し、Radcalを併置し照射・測定した。また線量計素子の配置は照射野中心にした。

照射条件は、照射野14×14inch²、管電

流200mA、焦点 - 線量計素子間距離100cm、照射管電圧、照射時間を50kV、0.05secと80kV、0.2secおよび110kV、0.25secであった。線量計素子と天板間の距離は20cmとした。

またこの測定は、GD-301とGD-351及びGD-302MとGD-352Mの組み合わせについて同時に照射して行った。

3. 結果

3.1. 変動係数及び換算係数

各線量計素子の各撮影管電圧での変動係数は表3に示すとおりで、各線量計素子とも極めて変動係数が小さかった。

また換算係数は表4に示すとおりであった。エネルギー補償フィルターなしの素子では、各照射管電圧で28.15から29.40 (mGy/R)であった。また、エネルギー補償フィルターあり素子で7.29から8.49 (mGy/R)であった。

3.2. 線量特性

線量特性（図2）は、各撮影管電圧（各エネルギー）でも極めてよく直線性を保っており、診断領域全体（50kV～110kV）でみても直線性は極めてよかった。

表 3 小型線量計素子の各照射線量での変動係数

撮影管電圧 (kV)	照射線量 (mR)	変動係数			
		GD-301	GD-302M	GD-351	GD-352M
50	91.65 ± 1.16	0.021	0.026	0.034	0.032
80	244.7 ± 1.4	0.025	0.043	0.093	0.031
110	444.3 ± 6.7	0.022	0.026	0.092	0.016

照射条件：照射管電流；200mA、照射時間；0.2sec、管球－素子間距離；1.2m、

素子－天板間距離；20cm、照射野；14inch×14inch、各素子の個数；10 個

注) 照射線量は、各種類素子毎の照射線量の平均±1SD

GD-301、GD-302M はエネルギー補償フィルターなし

GD-351、GD-352M はエネルギー補償フィルターつき

表 4 小型線量計素子の各実効エネルギーでの換算係数

照射管電圧 (kV)	実効エネルギー (keV)	換算係数(mGy/R)			
		GD-301	GD-302M	GD-351	GD-352M
50	28.97	28.21	28.24	7.33	7.29
80	33.47	28.97	29.40	8.26	8.01
110	38.15	28.15	28.20	8.49	8.27

照射条件：照射管電流；200mA、照射時間；0.2sec、管球－素子間距離；1.2m、

素子－天板間距離；20cm、照射野；14inch×14inch、

GD-301、GD-302M はエネルギー補償フィルターなし

GD-351、GD-352M はエネルギー補償フィルターつき

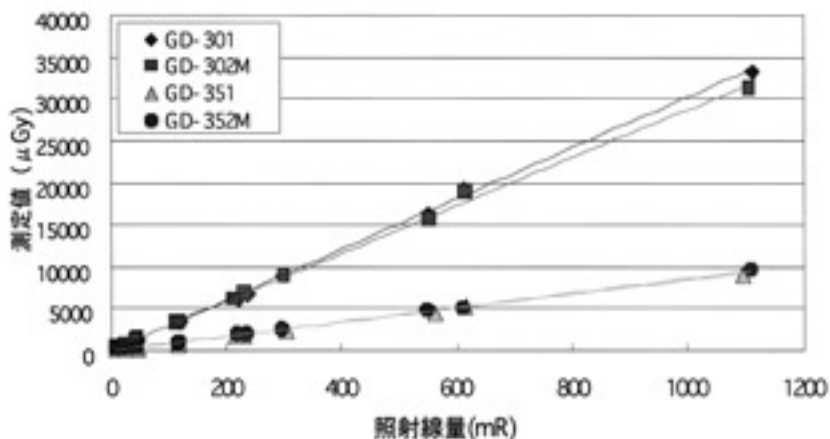


図 2 線量直線性

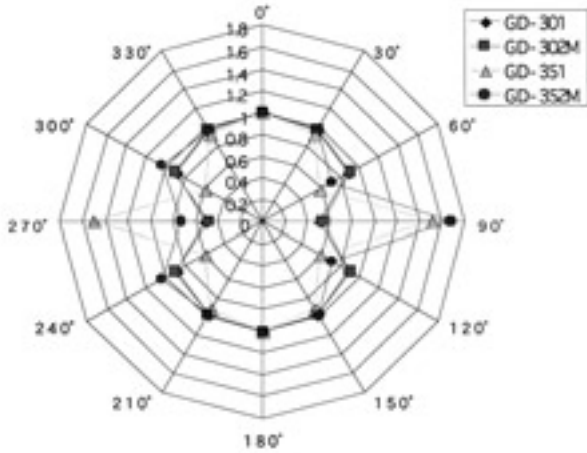


図 3 a 方向特性(50kV)

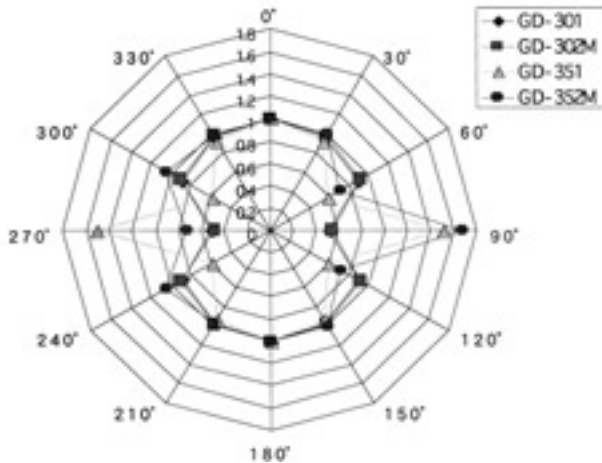


図 3 b 方向特性(80kV)

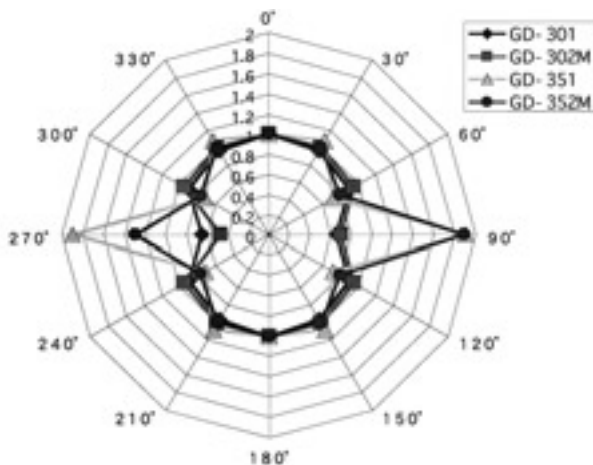


図 3 c 方向特性(110kV)

3.3. 方向特性

方向特性は、各線量計素子の0度方向を基準に規格化した結果について50kVを図3 a、80kVを図3 b及び110kVを図3 cに示す。軸位方向の入射に対しエネルギー補償フィルター付でレスポンスが高く、エネルギー補償フィルターなしでは、軸方向が低くなった。またID番号有りではIDが刻印されている方向からの入射に対し若干レスポンスが低くなった。

3.4. 線量率特性

線量率特性(図4 a～4 d)は、低線量率から高線量率までよく直線性は保たれていた。測定した線量率で各基準線量を照射したときの各素子の変動係数は、表5に示したとおりであった。フィルターなし全体で0.022～0.091、フィルターつき全体で0.041～0.163であった。

各線量率で基準線量を照射したときの平均は、100mRで 106.7 ± 10.3 mR、500mRで 572.2 ± 12.7 mR、1000mRで 1154 ± 27.8 mR、2000mRで 2317.8 ± 61.7 mRとなった。高線量になるほど基準線量より高値となる傾向にあった。

各基準線量を照射したときエネルギー補償フィルターなしの線量計素子の変動係数が小さく、また高線量率ほど安定していた。

4. 考察

蛍光ガラス線量計・小型素子システム「Dose Ace[®]」は、TLDと比べ

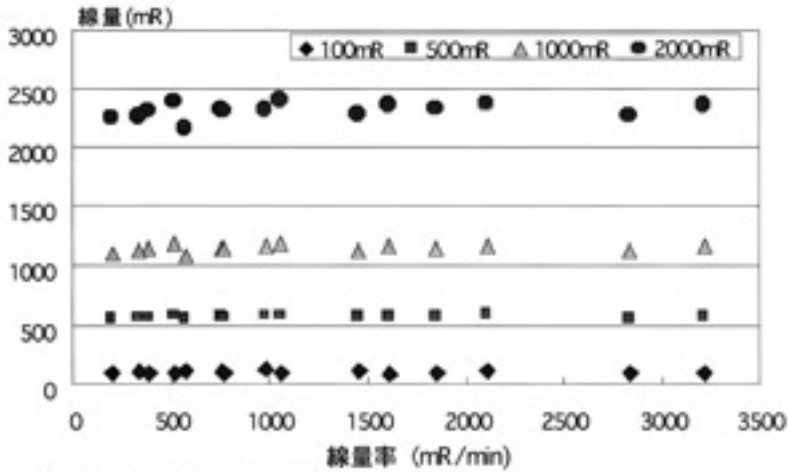


図 4 a 線量率特性(GD-301)

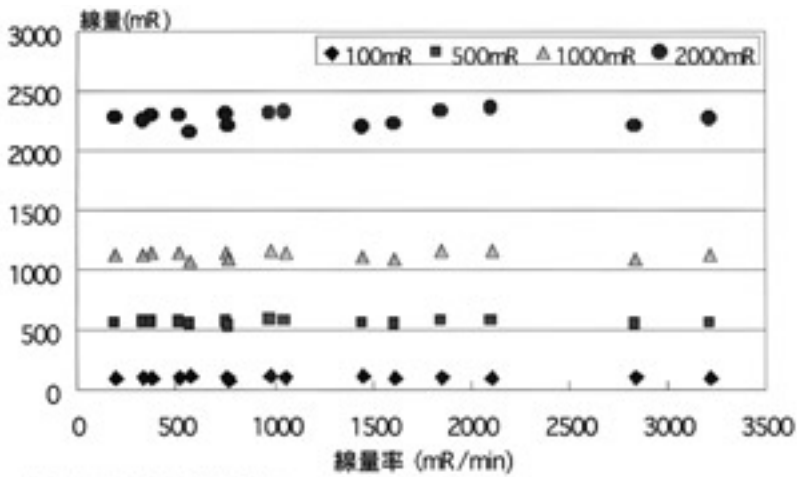


図 4 b 線量率特性(GD-302M)

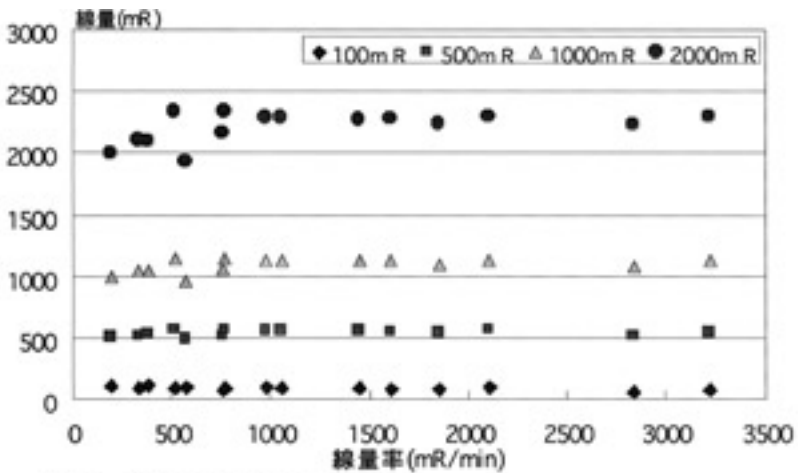


図 4 c 線量率特性(GD-351)

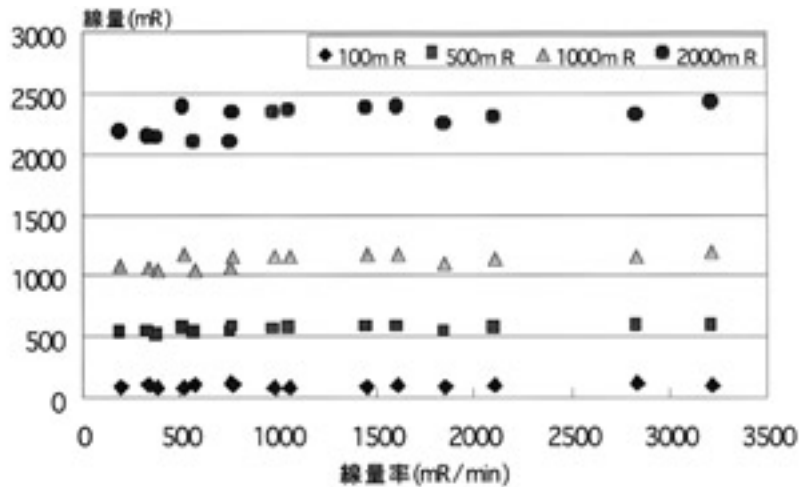


図 4 d 線量率特性(GD-352M)

表 5 各線量率で基準線量を照射したときの小型線量計素子の変動係数

基準線量 (mR)	変動係数			
	GD-301	GD-302M	GD-351	GD-352M
100	0.096	0.091	0.163	0.131
500	0.022	0.024	0.045	0.041
1000	0.024	0.024	0.051	0.046
2000	0.027	0.026	0.056	0.050

注) ここでいう各線量率とは透視検査装置の各透視モード、透視条件で得られた線量率(表 2)を示す。

素子間の変動係数が小さく、ガラス固化されているためガラス封入のTLDと異なり取り扱いが容易であった。

線量特性は、今回照射した各管電圧での線量すべてについて行っても各線量計素子とも極めて直線性がよく保たれており、中心的な管電圧で各線量計素子の換算係数を求めておくことによりどのような照射条件においても精度のよい測定が可能と考えられた。

方向特性については、TLDと同様、軸位方向からの入射に対しては、線量計として不十分な点もあった。エネルギー補償フィルターなしの各素子では各管電圧とも±

60度方向までは90%以上の感度を有していたが、エネルギー補償フィルター付き各素子では±30度方向までが90%以上の感度であった。

またIDの有無による感度については、エネルギー補償フィルターなしの各素子では50kV、80kVについては感度変化を認めなかったが110kVではID付きの感度低下が目立った。エネルギー補償フィルター付き各素子では、50kV、80kVについてIDがある方向の感度の低下顕著であった。

実際の透視時の測定に関係する線量率特性の結果からさまざまな透視モードのもとでも変動係数が小さく、透視検査での線量

測定も十分な精度をもった測定が可能であると考えられた。今回、基準線量を照射したときで最大約15%ほど過大評価したが安全性の担保を考えると十分な性能であった。

以上のことから蛍光ガラス線量計は、診断領域の線量測定には軸位方向からの照射を考慮する必要の無い測定では取り扱いも容易で極めて精度のよい線量計と考えられた。ただX線の素子に対する入射角度を問題とする測定については充分素子の特性を把握し測定することが必要と考えられた。

5. まとめ

蛍光ガラス線量計は、固形化されているため取り扱いも容易で測定精度も高くアニーリングを加えなければ繰り返し測定が可能である。このことは、測定の方法によっては、経時的積算線量測定も可能であることを示唆している。また、線量特性、線量率特性や方向特性から照射野内での線量測定では極めて有用であると考えられた。特にエネルギー補償フィルターの無い線量計素子では、臨床に用いてもほとんど障害陰影とならず臨床時の線量測定にも十分使用できるものと考えられた。

謝 辞

今回、小型素子システムの貸し出しに尽力していただいた(株)千代田テクノルの平島敏行様、また各線量計素子の測定と技術的助言をいただいた旭テクノグラスの高橋秀幸様、石川達也様には心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) Masayuki Tsuda: A Few Remarks on Photoluminescence Dosimetry with High Energy X-Rays, 医学物理、第20巻 第3号、131-139、2000
- 2) 都丸 禎三: "Dose Ace", 新小型ガラス素子の特性、フィルムバジニュース No.288、1-4、2000
- 3) 星 裕子: 低線量率Cs-137線照射野におかれたマウス体内吸収線量の新規ガラス線量計による測定、フィルムバジニュース No.289、2-6、2001
- 4) 馬場 貞明、寺原 敦朗、秋田 文英他: ガラス素子の高エネルギー放射線での試用、日本放射線技師会雑誌、第48巻、第1号、104-111、2001
- 5) 能勢 隆之、小泉 雅彦、西山 謹司、吉田 謙: ガラス線量計を用いた組織内照射線量の実測 - 直腸前壁の線量について、日本医放会誌、第61巻、第10号、540-542、2001
- 6) 鈴木 昇一他: 診断領域X線における被ばく線量測定のための線量計素子の検討、医学と生物学、144巻2号、25-29、2002
- 7) 小宮 勲他: 蛍光ガラス線量計による患者被ばく線量測定 - 特性評価と腹部IVR時の患者皮膚線量測定 - 、日本放射線技術学会雑誌、第60巻、第2号、270-277、2004
- 8) 津坂 昌利: 半価層測定精度と実効エネルギー評価、日本放射線技術学会雑誌、第51巻、第4号、524-547、1995
- 9) 大釜 昇: 診断領域X線の実効エネルギー測定、日本放射線技術学会雑誌、第57巻、第5号、550-556、2001
- 10) 橘 昌幸、泉 隆: X線スペクトルによる吸収線量変換係数 - 半価層による方法の比較 - 、日本放射線技術学会雑誌、第58巻、第3号、383-389、2002
- 11) (社)日本放射線技術学会計測部会: 光子減弱係数データブック、43、1995
- 12) 清水 滋、高橋 史明、澤島 忠広、當波 弘一、菊池 寛、村山 卓: 放射線測定器の性能試験に用いるX線校正場の特性評価、日本原子力研究所、JAERI-Tech 99-004、4-7、1999

休憩室

正月 - ほろ酔い酒 -

一年の始めの月のことを古くは睦月と言った。この呼び名の語源の一つに、「この月には親類・知友が互いに往き来してむつびあうので、睦月と言う」とある。元日、人々は一年ぶりに会し、屠蘇をくみ交わし、雑煮を食べて新玉の年をことほぐ。この日ばかりは陽の高いうちから、だれもが健康的な酒を飲み、愉快地酔うのである。

上代では、酒は「御神酒」つまり神様に捧げる供物であった。また、それを飲むことで自ら陶酔境に入り、神に近づいていったのである。

「八俣達呂智」の話は有名であるが、古事記には、ほかに酒にかかわる伝承がある。皇后であられる息長帯日売命が待酒（来たるべき人の無事を祈る酒）を醸み、それを奉献しながら歌った酒楽の歌もその一つである。

酒の主成分はもちろんアルコール（エタノール）であり、これが「酔い」の元になることは先刻御承知のとおりである。酔いがアルコールによる興奮作用なのか、麻酔作用なのかに興味のあるところである。結論を先にすれば、アルコールは一種の麻酔剤なのである。いかなる麻酔剤も、少量では興奮作用（発揚）を呈し、多量に投与すれば麻酔作用が現れるものなのである。

昔の薬理学の書物には、「アルコールは、まず大脳皮質を侵し麻痺させるため、大脳皮質から抑制を受けている下位の中樞神経が能動的になり、いつとき興奮状態になる。さらに小脳、脊髄が侵されて運動障害なども現れ、最後には延髄がやられて呼吸が止まり、云々」とあったそうであるが、脳の生理的な研究が進歩した今日では、酔いのメカニズムは、これほど簡単なものではないことが分かっている。その機序は複雑であるが、概括すると、およそ次のようなことになるのであろう。

脳は高尚な精神機能をつかさどる新しい脳と、より原始的な感情や情動（情緒）に関係した古い脳とに大別される。血液中のアルコールは、この新しい脳（正確には新しい脳を刺激し働かせている脳幹網様体という部分）から作用し始め、その働きを鈍くさせる。このため、善悪の判断や道德などに関する知的な活動はまるでだめになる。すると、今まで新しい脳に抑制されていた本能行動や情動行動を受け持つ古い脳本来の姿が突然表面化してくるのである。泣き上戸、怒り上戸に急変するのは、まさにこの時期で、血中アルコール濃度（重量）は0.2%程度になっているはずである。杯を重ね、濃度が0.3%ほどになると、アルコールの麻酔作用は、いよいよ古い脳にまで及んでくる。こうなると、普通の人には肩で呼吸をし、吊り皮にぶら下がったまま眠ることもある。泥酔期である。

さらに血中アルコール濃度が0.5%にもなると、いよいよ前後不覚の状態になってしまう。この時期のことを昏睡期という。昏睡期には、完全に麻酔が効いている状態になっているから、外科手術も可能になる。ただし、麻酔期は短く、安全域が狭いので、手術にあたり、医者は場所や道具を選ぶ時間はない。賑わう酒場界限の路上で、ネオンの明かりを頼りに大急ぎで手術を...となる。

このようなわけで、アルコールは実用的な麻酔薬としては、まことに残念ながら不向きなものなのである。

松の内にはひっそりとしていた赤提灯も、小寒そして大寒の頃には一斉に輝き出す。飲むならば「百薬の長」、「命の泉」となるような良い酒にしたいものである。酒の歴史は古いが、どの古典にも酔漢は登場して来ない。今日のようにストレス解消、うっ憤晴らしに飲むことはしなかったからであると言われている。（健康子）



放射線計測の歴史(昔話)



(下)

村主 進*



前号ではX線線量の標準測定について述べたが、今月号では、昭和10年代より30年代におけるわが国の放射線計測について述べる。今回も(上)の「放射線計測に関連する年表」を参照しながら読んでもらいたい。

1. 医療における放射線計測(X線線量計)

1909年(明治42年)にわが国において医療用X線装置が初めて国産された。クーリッジX線管(今日の形式の熱電子X線管)の国産は1920年(大正9年)であるが、当初はX線障害についての認識はあまりなかった。したがって放射線作業従事者の放射線障害はかなりひどかったようである。

その後、昭和30年頃までは、主としてX線治療室、X線診断室の遮蔽によって、放射線作業従事者のX線被ばく管理を行っていた。

一方、放射線治療における患者の患部への被ばく線量を測定するためには線量計が必要になる。当初は輸入品を用いていたが、1938年(昭和13年)頃には島津製作所および東京電気(東芝の前身)で線量計の市販を開始している。

2. 原子核研究における放射線計測

わが国の加速器利用の研究はかなり古く

からはじめられていた。1934年(昭和9年)には台北大学および大阪大学でコックロフト・ウォルトン型の加速器が完成した。1937年(昭和12年)には阪大および理研でサイクロトロンも完成した。

終戦の年の1945年(昭和20年)には理化学研究所、大阪大学、京都大学でサイクロトロンが運転されていた。ところが、終戦後原子力研究は禁止され、米軍によりわが国のサイクロトロンは破壊された。しかしコックロフト・ウォルトン型の加速器は破壊を免れ、日本では当分の間、これを用いて細々と原子核研究を行なうという状況であった。

大学および研究所では、研究者が自ら電離箱およびGMカウンターなどの測定器を自作して、研究に供していた。しかし放射線障害への認識は低く、放射線防護のための放射線計測はあまり行なわれていなかったようである。放射線防護は遮蔽によって行なわれていたが、放射線下の作業時間は短いこともあって研究者に著しい放射線障害は認められていないようである。

3. 原子力利用開発の黎明

1950年(昭和25年)4月に米国より仁科博士にSb-125、0.4ミリキュリーの寄贈があり、その後同年7月には米国よりRIが輸

*Susumu SUGURI 財団法人放射線計測協会 技術相談役

入されるようになった。これにより、わが国における放射性核種による研究が再開された。1951年には民間貿易によるRIも輸入されるようになった。

さらに1954年(昭和29年)の原子力予算成立により、本格的な原子力研究が始まることになる。そして昭和30年11月財団法人原子力研究所設立、1956年(昭和31年)6月特殊法人 日本原子力研究所の発足となる。

4.放射線計測器とその特性

4.1 線量計

1節に述べた1938年(昭和13年)頃の線量計は形式は大別して2種類ある。一つは第1図に示すような桶型電離箱線量計で、他は第2図に示すような指頭型電離箱線量計である。どちらも摩擦発電機で検電器(電位計)を充電して、放射線による電離電荷量を検電器の指示の変移で観測するものである。

線量計は電離箱の大きさが壁面で限られるために、標準電離箱と比較すると、(X)線のエネルギーに依存した感度特性を有する。1938年頃に用いられた線量計のレントゲン単位での校正定数の変化を第3図に示す。曲線1および2は桶型電離箱線量計の、3、4および5は指頭型電離箱線量計の校正定数の変化である(校正定数とは感度の逆数である)。また図では銅の半価層で(X)線のエネルギーの大きさを表わしている。図にみるようにこれらの線量計は、使用範囲では最大±20%程度の感度変化がある。

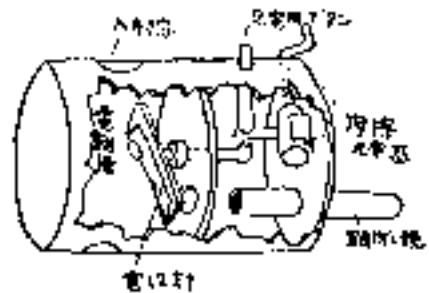
4.2 ポケット線量計

3節に述べたように、1951年の民間貿易によるRIの輸入、これによるRI利用の研究が盛んになるとともに、放射線防護測定のためのポケット線

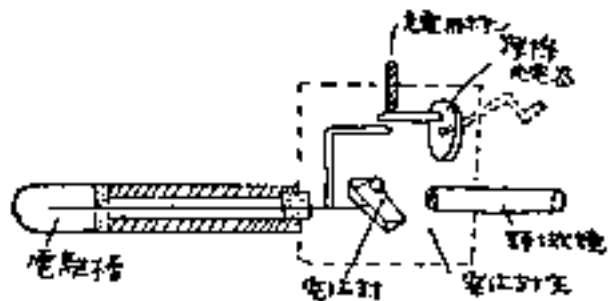
量計、サーベイメータも輸入され、使用された。そして1952年(昭和27年)には国産のポケット線量計も市販されるようになった。科学研究所(理研の前身)のポケット線量計および東芝のポケット電離箱が国産で初のものである。

ポケット線量計は指頭型電離箱線量計の範疇に入るものであるが、その校正定数を第4図に示す。横軸は(X)線エネルギーとしてX線管の管電圧で示している。図で示すようにX線管電圧300kV以下では校正定数が0.2程度まで下がることもあるが、300kV以上のエネルギーでは感度が一定になる。

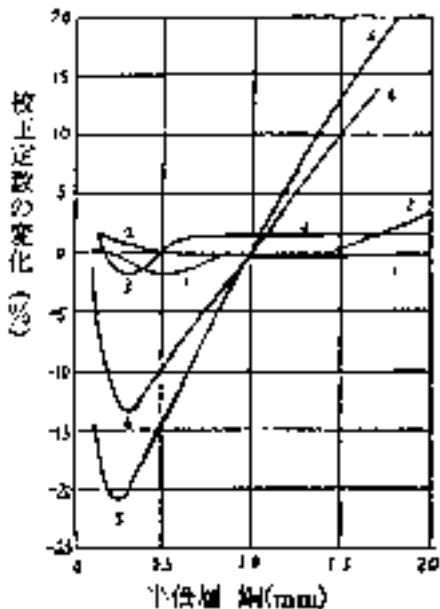
校正定数が約0.2とかなり大きく変化するのには、電離箱の大きさが小さい上に、携帯中の破損を防ぐために、電離箱の壁の材料に制約があるからである。



第1図 桶型電離箱線量計



第2図 指頭型電離箱線量計



- 1 : キュストナー・アイヒスタンドグレード
- 2 : 島津標準型線量測定器
- 3 : マツダrメータ
- 4 : マルチウス・イオニメータ
- 5 : 島津イオニメータ

第3図 線量計の校正定数

第4図の横軸はX線管の管電圧で示しているが、線の場合には約0.1MeV以上3MeVまでの線エネルギーでは感度が一定であると考えてよい。

4.3 フィルムバッジ

著者がフィルムバッジの特性研究を始めたのは1951年(昭和26年)頃からである。当時の国産のフィルムは、線量とフィルムの黒化度が直線比例する範囲が狭かったのでDu Pond社製またはEastman社製のフィルムを用いて実験した。第5図はフィルムのエネルギー感度特性の一例である。

フィルムの黒化度は、原子番号の高いヨウ化銀による(X)線の吸収によるので、エネルギー依存特性が大きい。またフィルタによるエネルギー依存特性の変化が大きいので、4つのフィルタの下の黒化度の比からそのときの(X)線のエネルギー

(例えばX線の実効電圧)を求め、この実効電圧の黒化度から線量を求めるのが通常である。また黒化度は現像液温度および現像時間等でも大きく変化するので、基準線量を照射したフィルムを同時に現像する必要がある。

さて1954年(昭和29年)千代田レントゲンの荒川昌氏が電気試験所の筆者を訪れ基準線量照射フィルムの作成を依頼し、筆者は標準電離箱を用いて精度の高い基準線量照射フィルムを製作して提供した。そして千代田レントゲンがこの基準線量照射フィルムを用いて、わが国最初のフィルムバッジサービスを行なったのである。しかしその後暫くたって線源により会社が自ら基準線量照射フィルムを作るようになった。またこの頃には富士写真フィルムもフィルムバッジに使用できるフィルムを生産するようになっていた。

4.4 放射線サーベイメータおよび放射線モニター類

GM管式サーベイメータは1952年(昭和27年)には国産品が市販されている。その後、国産電離箱型サーベイメータも市販されたが、電子回路は真空管式で電池寿命が短く重量も重たいものであった。

1957年(昭和32年)に日本原子力研究所(原研)のJRR-1がわが国初の臨界を達成したが、その時は放射線サーベイメータやモニター類もJRR-1と一括購入したために、使用した機器は次のとおり殆んど輸入品であった。

(1) 個人監視用モニター

- ・フィルムバッジ(フィルムDupont No.553使用)
- ・線用ポケット線量計(科学研究所製)
- ・熱中性子用ポケット線量計(Bendix社製)

(2) サーベイメータ

- ・線用シンチレーション・サーベイメータ

- (Victoreen社製)
- ・線用 GM サーベイメータ (Tracerlab社製)
- (3) ダスト、ガスのモニター
- ・ダスト・サンプラー (Whatman No.41 ろ紙使用)
 - ・ダスト・サンプルを測定するガス・フロー計数装置 (神戸工業社製)
 - ・ガスサンプラー (手製)
 - ・振動容量型電位計 (Applied Physics社製)
- (4) スミヤー表面汚染測定器
- ・スミヤー・サンプル (ろ紙)
 - ・スミヤー・サンプルを測定するガス・フロー計数管 (Nuclear Chicago社製)

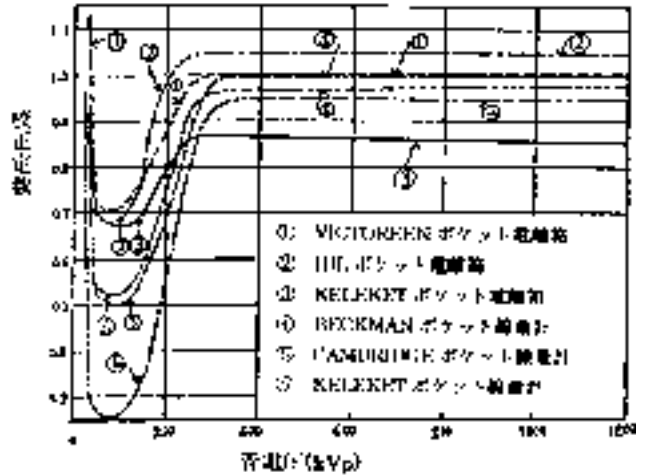
原研では多数のサーベイメータを使用しているが、前述のように国産品は電池寿命が短く、重量も重く、外形のデザインもよくなかった。そこで1958年(昭和33年)夏頃に、放射線サーベイメータの性能向上とトランジスタ化を計画し、神戸工業、東芝、アロカ、日立製作所などの各社に製作を依頼し、各社の比較テストを行なうことにした。これにより従来のサーベイメータの電池寿命約20時間のものを、電池寿命100時間以上に改善し、また性能も向上し、軽量化もされ、デザインの改善も図られた。

またこれに伴いモニター類も格段と性能が向上した。

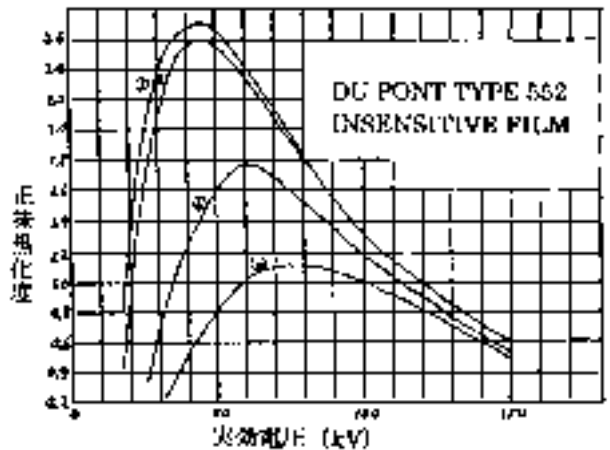
5. あとがき

以上レントゲンのエックス線の発見以来の内外の放射線計測の歴史を、関連する事項も含めて、1960年頃までについてまとめた。これ以降の歴史については誰かにまとめて欲しいものである。

Whole Body Countingについては紙面の関係で述べられなかったので、別に機会に譲ることとする。



第4図 ポケット線量計の校正定数



- ：窓フィルタなし
- ：窓フィルタ0.020インチAl
- ：窓フィルタ0.008インチCu + 0.020インチAl
- ：窓フィルタ0.024インチCu + 0.020インチAl

第5図 フィルムバッジのエネルギー特性

参考文献

- (1)伊藤岳郎、村主 進、田中五郎 他：診療X線技術学 第2巻、新日本社(1953)
- (2)原子力年報(1934~1985)、原子力産業会議(1986)
- (3)JAERI 5002 保健物理部の活動2(1959年度)、日本原子力研究所(1960)
- (4)保健物理部40年の活動、日本原子力研究所保健物理部(1996)

放射線の線量

放射線が物体に入射したとき（＝物体が放射線のある時間曝されたとき）、その物体の組成や性質・機能に変化を受けることがある。このような放射線の物体に及ぼす影響を科学の対象として取り扱うには、その因果関係を定量的に記述できなければならない。線量というのは、そのために使われる“原因の量”である。

英語でdoseというが、文字の国、中国では、台湾、香港、大陸の別を問わず何処でも“劑量”と訳している。doseという言葉は薬学の分野でも使用されていて、こちらでは“用量”と表現している。最近では、医学分野でも、放射線に対してdoseを“用量”と訳して使う人が現れている。“線量”だと「放射線だけに依存する“放射線の量”と紛らわしい」と考えるからであろう。

W.C.レントゲンがX線を発見（1895年）して間もなくつくられた線量には、物質に対する“電離能”、すなわち「電離をつくる能力」が使われた。物質には普遍物質「空気」が選ばれた。「レントゲン」を単位とする量で、我が国では今でも“照射線量”と呼んでいる。英語では当初exposure doseと呼んだが、後にエネルギー吸収密度による線量“吸収線量”を導入したときにdoseを外し、ICRUでは「放射線の量と単位の体系」からも追い出してしまっている。因みに、レントゲン単位の当初の定義は「放射線が標準状態の空気1立方センチメートルに作用してつくる“二次電子”が、空气中を透過して空気中につくる電離の量を全て集めたとき、一方の電荷の和が1静電単位である放射線の量」というものであった。

その後、X線以外の放射線をも扱うようになり、適用の対象が、X線とか線（といった量子エネルギーの高い光子線）に限定される（照射）線量では不便を来すケースが増えてきた。照射線量の絶対測定が、量子エネルギー2～3MeV以上で困難となるという事情もあって、基本線量を、物理量に電気を使うものからエネルギーを使うものに変更することになったのである。

物体の「エネルギー吸収密度」として定義された線量を“吸収線量”absorbed doseという。

理想的線量は、その導入の意図からして、同一量の線量が同一量の影響を生じるものでなければならない。この目標は“same dose, same effect”の原則と呼ばれた。ところが、冷静に考えれば当然予想のつくことなのだが、放射線の種類や性質が違ふとこの原則は成り立たない。そこで、放射線の種類やエネルギーの値によって値が決まる修正係数をつくり、これで加重した“規格化線量”を使うことになった。

放射線防護の分野では、等価線量、実効線量、等、さまざまの“規格化線量”が用いられているが、物理学的には何れも“加重吸収線量”である。

加重線量の定義に使われる修正係数を荷重係数と表現している。ICRP（国際放射線防護委員会）の現行システムでは、放射線の種類や性質の違いによる影響の違いを調整する目的で導入された「放射線荷重係数」と人体部位の確率的影響に対する感受性の差を調整するため導入された「組織荷重係数」が使用されている。

個人線量測定機関協議会創立20周年記念行事を開催

平成16年11月11日、個人線量測定機関協議会(以下、個線協という)では、文部科学省、厚生労働省および個線協活動にご指導下さっている方々をはじめとする多数のご来賓をお迎えして、標記の記念行事を東京ガーデンパレス(写真1)に於いて開催いたしました。

記念行事は特別講演会および祝賀パーティーで構成されました。特別講演は、財団法人放射線計測協会の沼宮内弼雄先生に「高度技術社会と放射線防護」という演題で行っていただきました。続いて、祝賀パーティー(写真2)に移りました。パーティーでは、弊社の細田敏和社長(写真3)が、個線協各社を代表して皆様にご挨拶を申し上げます。

なお、個線協設立の趣旨は次の通りです。個人線量測定サービスを行っている、弊社を含む測定機関は、直接的に法令と対比する数値を社会に提供しているという責任の重大さを認識し、個人線量測定技術のレベルの維持・向上を目的として、技術的共通事項を協議するため、昭和59年2月13日に個線協を設立いたしました。

個線協では、測定精度試験の実施や、統



写真1



写真2



写真3

計データの取りまとめ、その他、共通する技術的事項についての検討を行っております。

個線協は、設立当初から財団法人放射線計測協会様のご指導を頂き、今日に至っております。紙面を借りてお礼を申し上げます。

個線協会会員会社で測定サービスを受けている放射線業務(診療)従事者の合計人数は、全国で約40万人に上ります。国内での個人線量モニタリングは、原子力発電所や一部の医療機関およびインハウスで測定されている分などを含めて、約46万人ですので、実に、国内の個人線量モニタリングの90%近くが、個線協会会員会社による測定サービスということになります。

弊社は、今後とも技術の研鑽に努め、より一層精度・信頼度の高い個人線量の測定を目指してまいります。

皆様方のご指導、ご支援をお願い申し上げます。(線量計測事業部 福田光道)

学会感想記

日本放射線安全管理学会・第3回学術大会
[2004年12月1日～12月3日 札幌市]

日本放射線安全管理学会の第3回学術大会(大会長:澤村貞史・北大教授)が北海道大学・学術交流会館において開催された。一部を一般公開としたので学生さんも沢山来られ、大盛況であった。延べの参加者数は1,000人程ではなかったかと思われる。登録参加者数は約250とのことである。当社からも、3名の研究発表者、1名のシンポジストを含めて16名参加した。徳川幕府の例を引くまでもなく、どんな組織でも初代と3代目が立派だと長続きするといわれる。学会の設立にかかわり、昨年の第2回学術大会のお世話をさせて戴いた者としては、これでこの学会もどうにか社会的に認知されたいといえるのではないかと、大変嬉しく思っている。

口頭31件、ポスター60件の一般発表に加え、特別講演「LNT仮説の根拠を問う」(松原純子・前原子力安全委員)、2つのシンポジウム「先端的放射線医療と安全管理」「BSS導入の法令改正を目前に控えて」とミニシンポジウム「食品照射の実用化とその問題点」、さらに特別企画として「ライフサイエンスにおける放射線利用研究の最前線」、ランチセミナー「密封小線源放射線治療(前立腺癌を中心に)」がプログラムに盛り込まれていた。昼食のセミナーと一部プログラムの一般公開は新しい試みであったが大変好評で、実行委員会の英断とご努力に心から敬意を表すものである。

来春施行の法令改正は放射線管理の現場に大きな影響が及ぶことから参加者の関心には高いものがあつた。行政当局(文部科学省)から青山



会場

伸・原子力安全監(科学技術・学術政策局次長) 茶山秀一・保安管理企画官(原子力安全法制準備室)という最高責任者と直接担当官に出席戴きご講演戴けたのは嬉しいことであつた。フロアとの質疑も活発に行われた。また、シンポジウムとセミナーを組み合わせた“先端的放射線医療”のプログラムは内容が実に充実していて感心した。演者の力量もさることながら企画の力量を高く評価したい。研究発表の質も年々向上しているように見受けられた。

師走初めの札幌は冬であつた。朝晩は路面の残雪が凍りつき、馴れない“内地”からの旅人は転倒しないように歩くコツを掴むのに、みな四苦八苦であつた。札幌から帰り、身体の疲れを癒すべく土曜日は寝て暮らし、頭の疲れを癒すべく日曜日にオペラを観るべく街中に出てきたら、日本の首都圏は時ならぬ夏日で、クリスマスツリーの側を半袖姿の人が歩いていた。家に帰ってテレビを見たら札幌は大雪で積雪40センチだといふ。真夏日日数の新記録、上陸台風数の新記録、新潟県中越地震、12月という季節はずれの台風、等々、異常気象に振り回された1年であつた。「百日紅が沢山花を咲かせる年は災害に襲われる」ということを昔の人が書き残しているそうだが、確かに我が家の百日紅は珍しく沢山花を咲かせたのであつた。

閑話休題。ポスター賞5件の授与表彰を終え、3日間の大会は無事終了となつた。来年の学術大会は京都大学の五十棲泰人教授を大会長に11月23日(水・祭)～25日(金)の3日間、京都において開かれる。

(顧問 加藤和明)



展示

FB News 編集委員の紹介

日頃、FB Newsをご愛読頂きまして誠にありがとうございます。
恒例になりました編集委員の紹介をさせていただきます。



ほそだ としかず
細田 敏和 (飛行人)

FB Newsは久保寺先生、中村先生に加えて、加藤先生にも加わって頂きました。これまでにない編集委員布陣であり、紙面もより充実してきました。読者の皆様にはご満足頂けましたでしょうか。ご意見、ご要望をお寄せ下されば幸いです。本年も放射線安全管理総合情報誌の名に恥じないよう、より一層の努力をお約束いたします。今後のFB Newsにどうぞご期待下さい。



ささき まさき
佐々木 行忠

明けましておめでとうございます。皆様におかれましては良いお正月をお迎えになられたこと存じます。昨年は12月に夏日があつたりいたしました。体調などくずされてなければ良いのですが・・・本年もよろしくお願ひいたします。



こさき ともあき
小迫 智昭

より多くの皆様にFB Newsをご愛読いただけるように、内容をより充実させていきたいと思ひます。



なかむら たかし
中村 尚司

1年間余り編集委員をやつて来ましたが、結構自分自身が執筆したり編集したりすることが多くて、なかなか大変でした。連載物の企画が今無くなりかけていますので、出来れば今度は昔の思い出話でなく、新しい動きなどについての執筆があればと思ひます。



くぼ であき
久保寺 昭子

昨年はさまざまな自然災害に、心を痛めることの多い日々でした。一方、当編集委員会は、読者のお声がほとんどいただけない静かな一年でありました。今年こそ、多くの皆様のお声をいただいで、活気あるニュースをお届けしたいと願っています。



かとう かずあき
加藤 和明

FB Newsの発行趣旨を良く弁えて仕事をして行くことが大事かと思ひます。読者の大部分は当社のカスタマーとのことですので、サービスの一環として「放射線安全に係る(多くの読者にとつての)有用情報の提供」を指向すべきかと思ひます。“外部から会社と社員の力量を評価される”重要な文書であることを肝に銘じて編集のお手伝いをして行く所存です。



くすのき のりあき
寿藤 紀道

今年はICRPの2005年勧告が予定されるなど、放射線防護の世界も線量の概念や防護の思想等、色々と変化が激しくなっています。これからも、皆様に関心を持っていただける誌面作りに努力してまいりますので宜しくお願ひいたします。



ふじさき さぶろう
藤崎 三郎

今年はPET用FDGの商業供給開始が予定されており、医療分野でのRI利用が益々拡大していくことが予想されます。医療分野での放射線防護に注目して、安全取り扱い、患者被ばく低減等、誌面に取り上げてみたいと思ひています。本年も、FB News誌をよろしくお願ひ申し上げます。



ふくだ みつひろ
福田 光道

昨年は異常気象で翻弄されましたが、本年は平穩に過ごせることを祈念しております。昨年は学会感想記、写真などを主に担当いたしました。本年も引き続き担当する予定です。本年もよろしくお願ひいたします。



えがみ いづほ
江寄 巖

FB Newsを心待ちにしている皆様、原子力技術G r 江寄です。編集委員は2年目になり、ようやく編集委員会に貢献?できるようになりました。今後も皆様に必要な情報をスピーディーに提供できる様、努力していきます。



ふくだ みちこ
福田 美智子

今期FB News編集委員となりました。読者の皆様に適切な情報をお届けできる雑誌をご提供できるようにしたいと思ひます。今後共宜しくお願ひ申し上げます。

サービス部門からのお知らせ

ご使用者のお名前には必ず フリガナと生年月日を！

お客様が新たにモニタのご使用をお申し込みされる時や、ご使用者が変更になったためにガラスバッジ等に表示されているお名前を変更して測定依頼される時は、他の必要項目と伴に、必ず、フリガナと生年月日をご記入願います。

この時、ご使用者のお名前に対してフリガナや生年月日が不明ですと、ご使用者が特定できず、お客様にお電話をおかけして漢字の読み方や生年月日を確認させていただかなければならず、処理が遅れてしまうことにもなりかねません。

つきましては、ご使用者のお名前には他の必要項目と伴に、必ずフリガナと生年月日をお知らせください。

なお、個人コードをお知らせいただける場合は、フリガナと生年月日はお知らせいただくなくてもかまいません。

お客様のご理解とご協力をお願い申し上げます。

編集後記

あけましておめでとうございます。

今年の干支は、乙酉（きのととり）になります。乙は軋むの意味で、植物がまだ伸び出せず、地下で屈曲している状態をあらわしているそうです。大地に根を張り、若芽を出していく準備段階なのでしょう。また、酉は酒をしぼる壺の象形で「ひと所に引きしめてまとめる」意味もあるそうです。FBNewsも酉にあやかり、放射線安全管理に関する情報をひと所（FBNews）にまとめていければと考えています。

今月は、金先生と村主先生から原稿をいただきました。金先生には、「Dose Ace」についてご執筆いただきました。「Dose Ace」は、皆様にご使用いただいておりますガラスバッジと同じ組成の銀活性リン酸塩ガラスを用いたガラス線量計小型素子システムです。今回は、「Dose Ace」の診断領域における基本的性能について、測定・評価・検討していただき、ご執筆いた

いただきました。変動係数が極めて小さく、線量特性の直線性もよく保たれている、また取り扱いも容易で極めて精度の良い線量計との評価をいただきました。皆様におかれましてもTLDに替わる線量計システムとして導入を検討していただければ幸いです。

村主先生には、昭和10年代から昭和30年代における「放射線計測の歴史」についてご執筆いただきました。昭和29年（私の生まれた年でもあります）に千代田レントゲンがフィルムバッジによるモニタリングサービスを始めたエピソードなども紹介されています。余談になりますが、フィルムバッジを取り扱っていた千代田レントゲンの技術部が独立し、千代田保安用品株式会社となり、平成7年株式会社千代田テクノルに改名して現在に至っています。

本年も引き続きご愛読いただけるよう、誌面を充実させてまいりますのでご期待ください。（佐々木 行忠）

FBNews No.337

発行日 / 平成17年1月1日

発行人 / 細田敏和

編集委員 / 佐々木行忠 小迫智昭 中村尚司 久保寺昭子

加藤和明 寿藤紀道 藤崎三郎 福田光道 江崙巖 福田美智子

発行所 / 株式会社千代田テクノル 線量計測事業部

所在地 / 〒113-8681 東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル4階

電話 / 03-3816-5210 FAX / 03-5803-4890

<http://www.c-technol.co.jp>

印刷 / 株式会社テクノサポートシステム