

## 最近のガラス線量計の実用化状況

旭硝子(株)・電子カンパニー・エレクトロニクス事業本部 コンシューマ事業部・サイテック部

池上 徹

### Recent Practical Use Situation of Radiophotoluminescent Glass Dosimeter

Toru Ikegami

Science Products Unit, Consumer Products Div. Electronics General Div. AGC Electronics, ASAHI GLASS CO., LTD.

ガラス線量計は、近年、積算線量計としての性能が認められ、個人線量計及び環境放射線モニタリング用線量計として、日常的に使用されるに至った。また、診療放射線の線量評価用としても、普及しつつある。

このガラス線量計の歴史は古く、1950年代に米国で誕生し、日本で商品開発された後、1963年にJISが制定され、1970年代には個人線量計として実用化された実績もあった。ところが、当時のガラス線量計には、取扱上及び低線量域の測定精度に問題があり、放射線管理に低線量測定精度の要求が高まる中、その需要は衰退していった。

しかし、ガラス線量計には、繰返し読取が可能であることや、素子間のばらつきが小さい、温度の影響を受けにくいなど他の固体線量計には見られない優れた特徴がある。現在、再び実

用化されているガラス線量計は、過去の様々な問題点を克服し、優れた実用製品として技術的に蘇ったものである。主な技術改良点は、三つあげられる。一つは、ブレドーズというガラス素子固有の蛍光成分を低下させるためのガラス組成の改良、二つめは、このブレドーズによる蛍光を読取時に分離することが可能にした連続パルス励起法の確立、そして、三つめは、線量読取、ID読取及び素子の取出し、搬送など一連動作の自動化である。特に連続パルス励起法の確立によってガラス線量計の性能は画期的に進歩した。

#### 1. ガラス線量計の原理と特徴

銀活性リン酸塩ガラスに電離放射線を照射し、その後紫外線で励起するとオレンジ色の蛍光(波長域: 600 nm~700 nm)を発する。この現象はラジオホトルミネセンス(RPL)と呼ばれ、蛍光量が放射線量に比例することから、線量計に応用されている(図1)。

電離放射線が銀活性リン酸塩ガラスに照射さ

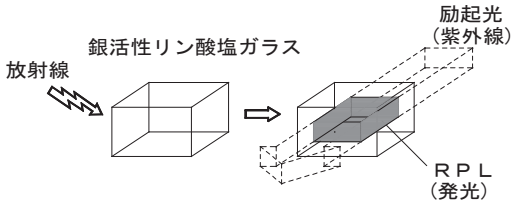


図1 RPLの原理

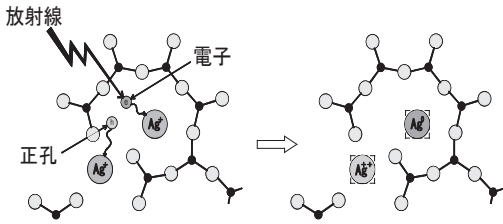
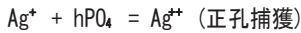
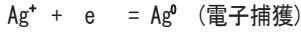


図2 RPL中心の形成

れると、電子及び正孔（ホール）が生じ、電子はガラス構造中の  $Ag^+$  に捕獲され、 $Ag^0$  となる。一方、正孔は一旦  $PO_4$  四面体に捕らえられるが、時間の経過とともに  $Ag^+$  へ移行し、より安定な  $Ag^{2+}$  を形成する（図2）。

このRPL中心は紫外線で励起されると、ただちに蛍光（RPL）を発して元のエネルギー単位に戻る。すなわち、このRPLは放射線エネルギーの散逸を伴っておらず、蛍光を発した後も蛍光中心が安定して存在するため、何度も繰り返し励起、すなわち、蛍光読取が可能である。（図3）。

ガラス線量計の特徴を、同じ固体ルミネセンスを利用した線量計の熱蛍光線量計などと比較すると、次のようになる。

- ①  $Ag^+$  の電子及び正孔の捕獲力が極めて強い  
ため、ガラス内部に生じた蛍光中心は安定性  
が高く、フェイディングが年間1%以下と小さい。
- ② 蛍光発光が放射線エネルギーの散逸を伴わ

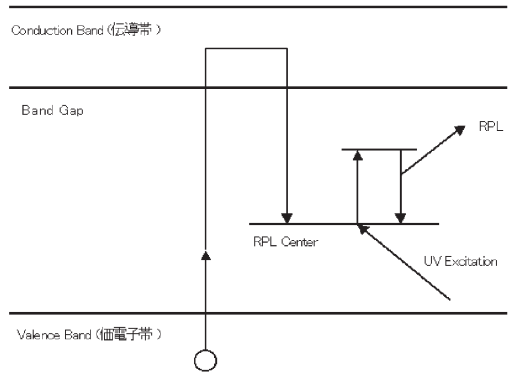


図3 RPLのエネルギー単位相関図

表1 ガラス組成 (wt%)

	FD-1	FD-3	FD-7
Li	3.7	3.6	—
Na	—	—	11.0
P	33.4	34.5	31.6
O	53.7	53.5	51.2
Al	4.6	5.1	6.1
Ag	3.7	3.3	0.17
B	0.85	—	—

いので繰り返し読取りができる。

- ③ ガラス組成の均一性により、線量計素子間のばらつきが小さく、1 mSv 以上での感度のばらつきは変動係数で2%以下と比較的小さい。

## 2. ガラス線量計素子の組成

ガラスには、プレドーズと呼ばれる放射線被ばくとは無関係の固有の蛍光成分が存在する。当然、このプレドーズが小さいガラスほど、そして放射線に対する感度が大きいガラスほど、より低線量の測定が実現できる。また、放射線測定器としての性能上、線量直線性、フェイディング、エネルギー依存性、化学的耐久性などが問題となる。

現在使用されているガラス組成は表1に示す

FD-7であるが、これまで市販されてきた組成の中でもっとも感度が高く、プレドーズも低く、低線量域の測定により適している。また、化学的耐久性がよく（FD-1の約2倍）、エネルギー依存性がより小さい。フェイディングは、FD-7は年間1%以下と無視できる程度である。線量直線性については、2Sv以上の高線量域では補正が必要になるが、個人被ばく線量計の線量測定域では極めて良好である。

ただし、ガラス組成上、一般のガラスに比較して、水蒸気や高温多湿状態にさらされると、ガラス表面が侵蝕されやすい。長期間にわたって使用する時は、防湿処理をしたケースなどに収納する等取扱い上の注意が必要である。

### 3. ガラス線量計の実用例

#### (1) 個人被ばく線量測定

放射線業務従事者が着用する個人被ばく線量計としては、旧来、フィルム線量計、熱蛍光線量計などが使用されてきたが、現在、日本を中心としてガラス線量計の実用が進んでいる。実際は、測定サービス会社による、配付、回収、線量測定、報告という形態で使用される場合が多い。写真1は一例。

#### (2) 環境線量モニタリング

原子力施設周辺では、施設の設置者と立地されている地方自治体の両方で、環境放射線のモ



写真1 個人被ばく用ガラス線量計の例  
(写真提供：株式会社千代田テクノ)



写真2 環境放射線モニタリング用ガラス線量計の例

ニタリングが実施され、結果が住民に公表されている。空間放射線の積算線量測定にガラス線量計が使用されている。写真2に、使用されているガラス線量計の例を示す。

#### (3) 診療放射線の評価

近年、医療における診療放射線の管理の重要性が取り上げられるようになり、放射線治療の行われる医療機関での放射線治療計画、X線発生装置のQAなどに、ガラス線量計が利用されている。写真3に、使用されているガラス線量計の素子（1.5mm径、長さ：数mm程度）の例を示す。

### 4. 最後に

ガラス線量計は、日本で実用化され、世界に誇れる信頼性の高い放射線測定器であるが、放

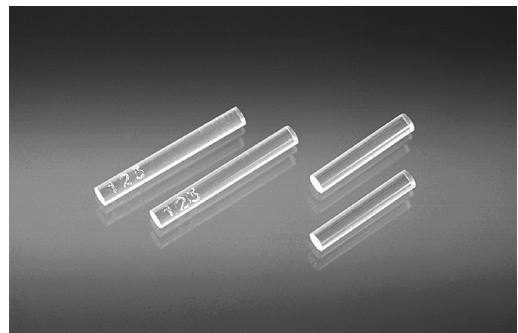


写真3 診療放射線測定用ガラス線量計素子の例

射線測定器に要求される内容も多様化している。今後も、さらに多くの方々に満足していただける製品として提供できるよう、技術改良に努めていきたいと考える。

最後に、2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴って起きた東京電力福島第一原子力発電所の事故で大量の放射性物質が大気や海へ放出され、住み慣れた土地から退避せざるを得なくなった多くの方々には、心からお見舞い申

し上げるとともに、早急な事故の収束と一日でも早くご自宅に戻れることをお祈りしたい。

この原稿執筆期間中に、原発周辺の住民に方々にガラス線量計を着用していただき、健康影響のない程度の被ばく線量であることを確認して、安心してもらおうという動きが出てきている。もし、実現してお役に立てることができれば幸いである。