

ウランガラスを使った紫外線防止 体感実験装置の試作

投稿

田上 恵子
Tagami Keiko

1. はじめに

フロンガス等によるオゾン層破壊により紫外線量は年々増加している¹⁾。紫外線は人体に有用である一方、浴びすぎると悪影響も及ぼすことが明らかである。有害紫外線である UV-B (280~315 nm) は、皮膚癌や白内障の発生等人の生活に影響を及ぼすばかりではなく、肌の黒ずみにも影響するが、地上に到達するものは少なく、多くの紫外線は UV-A (315~400 nm) である。これは比較的影響が少ないとされるが、UV-B よりも肌の深部に到達するため、シワやシミの原因になる²⁾。現代は長寿社会となり、肌の老化対策のために紫外線対策を行う人が増えた。近年では1年を通して、紫外線対策用品が市場に多く出回っている。

しかし実際には、どの程度紫外線防止ができているのかを一般の人が体感するのは難しい。紫外線測定装置を購入すれば数値として測定できるが、高価なものがほとんどである。そこで、ウランガラス製品の利用を考えた。ウランガラスは紫外線照射により黄緑色の蛍光を発することは古くから知られており³⁾、380 nm を美術品に照射してウランの存在を確認すると共に元素組成分析を行って、歴史的な研究が行われている⁴⁾。ウランは6価の状態の時だけ蛍光を発するが、このウランの蛍光研究は更に進み、わずかな状態の違いでウランの化学種同定も行われている⁵⁾。ただ、この蛍光現象は、一般には利用されていないのが現状であろう。

さてウランガラスであるが、花瓶や装飾品が美術品として展示されることもあり、それらに紫外線ランプを当てた時の美しい発光を目にした読者も居ら

れるかもしれない。発光前後の例を写真1に示す。このガラスが作られた経緯について簡単に説明する。最初に工業的に生産されたのは、1830年代のボヘミア（現在のチェコ）である。様々な色ガラス



写真1 ウランガラス製品の例
上：自然光、下：紫外線照射時



写真2 用いたUV-LED（ライトAとB）

を作って加工することで、ガラス製品の商品価値を高めようとした過程で生まれたのがウランガラスである。当時ウランは、後にマリ・キュリーとピエール・キュリーがポロニウムやラジウムを分離したことで知られる「ピッチブレンド」から作られていた。出来上がったウランガラスは主に薄黄色や薄緑色をしているが、写真1上中央に示したような色味を持つものもある。なお薄黄色のものについては、米国で「ワセリンガラス」とも呼ばれるが、ワセリンクリームに色が似るためである。

現在よく知られている蛍光反応は偶然見つかったもので、製造開始当初から意図したものではなかった。まだ紫外線ランプが作られる前であったが、朝夕の紫外線が比較的多くなる時間帯にほのかに蛍光を発する現象は観察されていたようである。その生産量は第二次世界大戦以前には多かったが、現在はごくわずかにチェコや米国の一部で作られるのみとなった。日本では岡山県で国産ウランガラスを見ることができる。ウランガラスは、アンティークのものも含め、特に制限されることなく、現在も一般に流通している。

このようなウランガラスを使い、紫外線遮蔽効果を一般の人が容易に視覚的に体感できるように、紫外線発生源とウランガラスの間にシート状の遮蔽物を入れられる器具を試作した。その結果について報告する。

2. 材料及び方法

ウランガラス製品には、比較的安価であり持ち運びも容易であることから、ビーズやボタン等（以下、

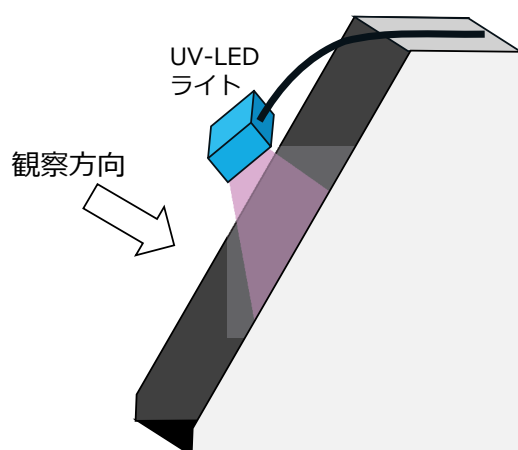


図1 観察器具

ウランガラスボタンと呼ぶ）の小型の製品を用いることとした。紫外線発生源としては、手芸用レジンの硬化に用いられるUV-LEDを仕様の異なる2種類のライトを使用した（写真2中AとB）。近年工業用でもUV-LEDが使われるようになってきているが、主に長時間の使用に耐えられるUV-Aの波長域のものが製造されており⁶⁾、安価に入手することができる。基本的に今回使用したUV-LED製品には波長域や強度に関する情報は記載されていない。当方でも発生する波長域の測定は行っていない。

蛍光を多くの人が観察するためには暗所で実験することが望ましいが、今回は、多少明るい場所でも少人数で観察が可能にすることを考え、小型の箱様のものを準備し、内部が暗くなるようにした。具体的には紙製のボックスファイルで、内張が黒色のものを使った。ウランガラスが発光した際に色が映えるという点から、内部は黒色に近いものが望ましく、また、光を反射しないような素材の紙又は布製素材が適切である。

ウランガラスボタンはやや遠方でも見やすい直径1～3 cm程度で良いが、小さいビーズであれば複数個準備すると見やすい。これらを適当な配置で器具内部に設置し、上に取り付けたUV-LEDライトをターゲットに当てる。この際、UV-LEDライトが観察者の目に直接入らないようにする。ウランガラスボタンとライトの間には遮蔽材を挟めるように隙間を作るか、もしくはライトそのものに遮蔽材を被せることが可能なようにしておく。今回の観察では図1の観察器具を作製した。

UVを阻害する材として、アルミ箔、日焼け止め

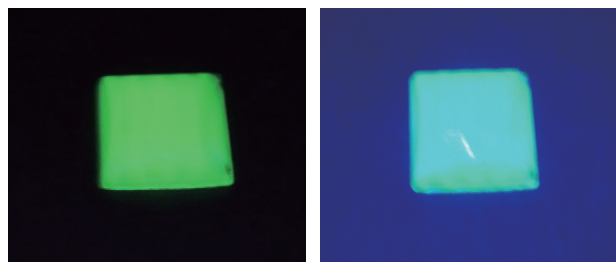


写真3 露光固定で撮影した時の UV-LED による画像
左: ライト A, 右: ライト B

クリーム（SPF50+ PA++++）を準備した。クリームはクリアフォルダーのような素材の表面に塗布すると弾いてしまうため、白色の不織布マスク（KN95タイプ）に適量塗布して用いた。

撮影には SONY 製のデジタルカメラ DSC-WX500 を用い、ISO は 400 に固定した。

3. 観察結果と考察

ウランガラスボタン 1 個を図 1 の器具の中に置いて撮影した結果を写真 3 に示す。ライト A は発光強度が低いものの、写真画像ではウランガラスに特徴的な黄緑色の蛍光が見える。ライト B は発光強度が強いが、ライト自身が青色の光も持つため、画像のように青みが強くなった。強弱を確認するだけであれば、ライト B でも十分であるが、画像が分かりやすいことから、今回はライト A を使って更に検討を行った。

実験にはウランガラスボタンを 3 種類用意した。自然光下での色味は、写真 4(1) の画像を参照いただきたい。大きさは 1 番大きなボタンの直径が 2.7 cm、小さなものが 1.8 cm である。これらを図 1 の器具内に設置し、最初に遮蔽なしでライト A を照射したところ、写真 4(2) の画像が得られた。その後、アルミ箔を箱上部とライトの間に挿入したところ、画像が黒くなり紫外線が通過していないことを観察した（写真は示さない）。次に、何も処理していない不織布マスクを挿入したところ、多少の蛍光の減少は得られたが、紫外線が通過していることが確認できた（写真 4(3)）。更に、不織布マスクに日焼け止めクリームを塗布したものを挿入したところ、明らかに蛍光が減少した（写真 4(4)）。つまり、目視でも実際に紫外線防止効果を体感することができることが分かった。実際、筆者の周辺にこの器具を見せたところ、自身の紫外線防止の傘を持ってきた

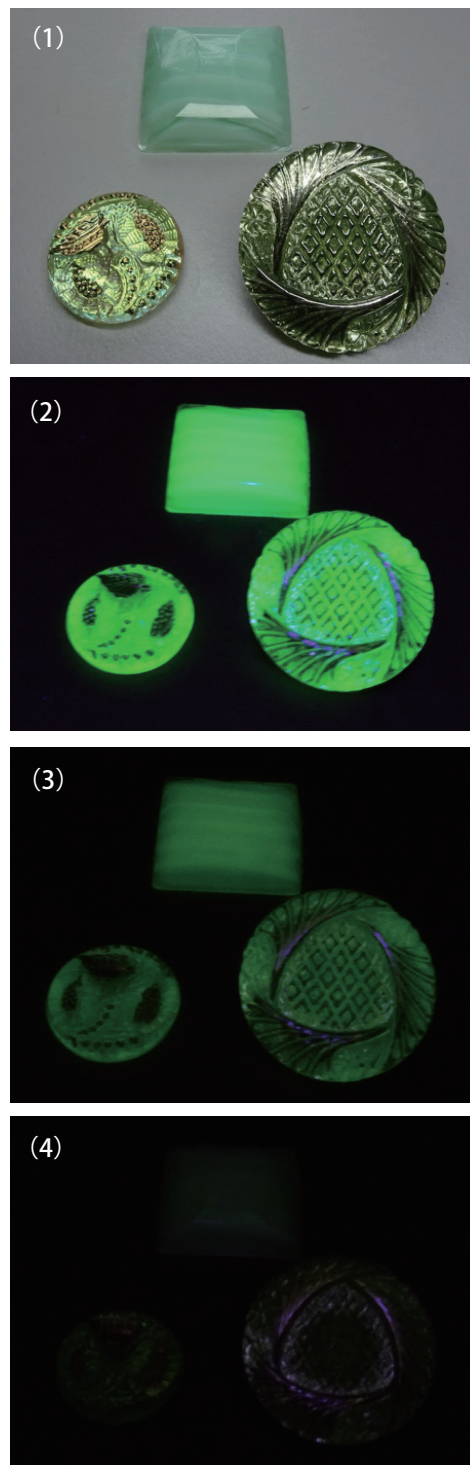


写真4 ライト A を照射して撮影した画像（露光固定）

(1) 自然光（参考）、(2) 遮蔽なし、(3) 不織布マスクによる遮蔽、(4) 日焼け止めクリーム塗布した不織布マスクによる遮蔽

て効果を確認し、喜ばれる方もいた。

このような紫外線遮蔽実験は、ウランガラスでなくとも紫外線に反応する素材を使えば可能である。例えば貴石のルビーは、産地にも拠るが、含まれる

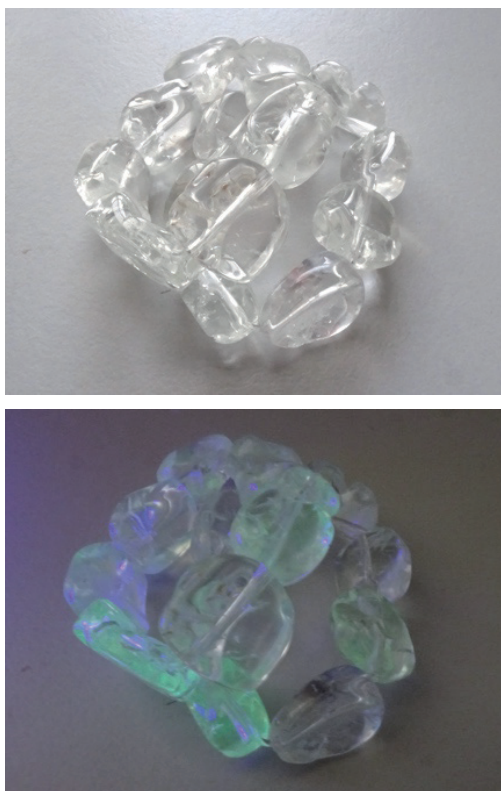


写真5 タンブル加工のハイアライトオパール
上：自然光、下：紫外線照射時

クロムが反応し鮮やかな赤色の蛍光を発する。また、蛍光物質を含むガラスビーズ等もある。しかし前者は高価なため、大型なものは容易に準備することができない。また後者は蓄光性がある製品が多く、蓄光が消えるまでは次の実験条件に移ることができず、実験に時間がかかってしまう。ウランガラスボタンは1個当たり数百円～数千円以内で購入でき、また蛍光も紫外線を照射している間のみであり、目にも鮮やかで分かりやすいため、目的に合致している。また軽くて壊れにくく携行しやすいという点も優れている。なお、貴石として用いられるハイアライトオパール（和名：玉滴石）は、紫外線を当てると蛍光を発することで知られる天然石であるが、これはウランを含んでいるためである（写真5）。これもこのような実験に用いることができるかもしれないが、ウラン含有量にばらつきがあり、良い品質のものは極めて高額であることから、容易に用いることは難しいと思われる。

更にウランガラスを用いる利点は、紫外線遮蔽の実験をする傍ら、ウランガラスによる被ばく線量等についての情報を伝えることで、一般の人にも放射

線について身近に捉えてもらうきっかけができる点であろう。一般にウランガラスのウラン含有率は0.1%程度であるとされている⁷⁾。製造年代や配合割合にも依ると考えられるが、この実験に使ったウランガラスの場合はウラン含有率が0.5%に満たないものであったことは、ゲルマニウム半導体検出装置で定量して確認している。またスペクトル分析により²³⁵Uと²³⁸Uを定量して²³⁵U/²³⁸U放射能濃度比を求めたところ、天然に比べて低く、劣化ウランが用いられている可能性が示唆された。これについては更に検討を行う予定である。ウランガラスに含まれるウランの同位体比については、製造年代によって異なる可能性が高い。鈴木ら⁷⁾は、第二次世界大戦以前の20世紀前半までのアンティークのウランガラスは天然ウランの²³⁵U/²³⁸U比だが、近年のウランガラス製品は値が異なっており、劣化ウランの可能性のあることを報告している。

このようにウランが入っているということで、被ばくを気にする方もいらっしゃるかもしれない。そこで簡易型GMサーベイメータ（Custom製RD105C）のNormalモードで、空間線量率を測定した。紫外線遮蔽実験に用いた3つのウランガラス試料に直接接触させた際の測定値は0.43～0.68 $\mu\text{Sv/h}$ であったが、30 cm離すとバックグラウンド（0.065～0.080 $\mu\text{Sv/h}$ ）と同等にまで下がったことから、ウランガラスを用いた実験を行うことによって、被ばくを心配する必要はないと言えよう。

今回はこのように試作してみたが、利用者がそれぞれアイデアを活かして、更に良いものにしていただければ幸いである。

引用文献

- 1) 気象庁, 紫外線の経年変化, https://www.data.jma.go.jp/env/uvhp/diag_cie.html (accessed 2025. 8. 1)
- 2) 日本皮膚科学会, 皮膚科 Q&A 日焼け, <https://www.dermatol.or.jp/qa/qa2/index.html> (accessed 2025. 8. 1)
- 3) W.A. Weyl., *Ind. Eng. Chem.*, **34**, 1035 (1942)
- 4) F. Lopes., *et al.*, *J. Cult. Herit.*, **9**, e64 (2008)
- 5) G. Meinrath., *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **224**, 119 (1997)
- 6) M. Higgins., *UV+ EB Technol.*, **2**, 47 (2016)
- 7) 鈴木章吾, 他, 日本原子力学会和文論文誌, **4**, 1 (2005)

((国研)量子科学技術研究開発機構)