

# デジタルカメラを用いた蛍光撮影装置の開発

鷲野谷秀夫

病院部医事課中央診療事務係

〒305-8576 茨城県つくば市天久保 2-1-1

## 1. はじめに

蛍光撮影とは、紫外線や X 線等の波長の短い光線を被写体に照射し、それによりその物質が励起状態となって、自ら光を放出する現象をカメラで撮影することである。その撮影により得られた画像は、肉眼では観察しにくいので、新知見を得ることが多い。

しかし、その撮影には、特殊な高感度フィルムやフィルターが必要となるため、迅速な観察が困難であった。今回、最近飛躍的に開発の進んでいるデジタルカメラを利用し、蛍光撮影装置を開発した結果、迅速かつ正確に蛍光画像を得ることができたので報告する。

## 2. 方法と結果

今回は、キャノンデジタルカメライオス D30 を蛍光撮影に応用した。レンズは、100mm マクロレンズを用い、390nm 以下を吸収するシャープカットフィルターと 520nm 以下を吸収するシャープカットフィルターを装着した。励起光としては、360nm にピークを持つ紫外線透過可視光吸収フィルターを用いた紫外線特殊ストロボを用いた。図 1 は、蛍光撮影法を示す。撮影は、被写体に 360nm の紫外線を照射し、それにより励起された物質が自ら光を放出し、その光を 390nm または 520nm のフィルターで紫外線を遮断して撮影する方法を示す。図 2 は、今回用いた光源の分光吸収曲線と、レンズの先端に使用するシャープカットフィルターの分光吸収曲線を示す。

図 3 は、今回開発したデジタル蛍光撮影装置の本体を示す。撮影に際しては暗室内で行うため、被写体にピントを合わせるため、紫外線ストロボの上部に小型ライトを装着した。その光量は、撮影した画像に影響を与えない様に、明るさを青いフィルターで調整し装着した。

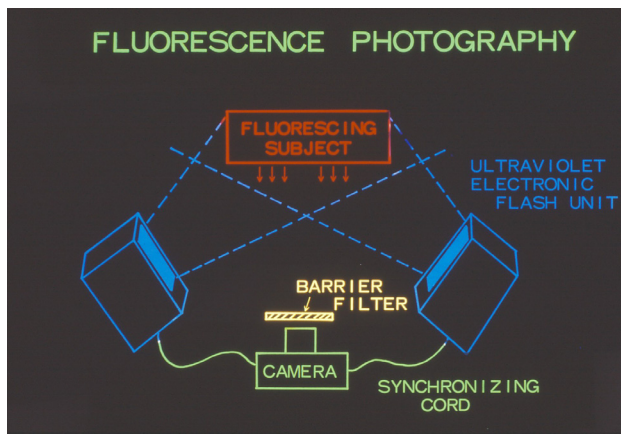


図 1. 紫外線励起蛍光撮影法

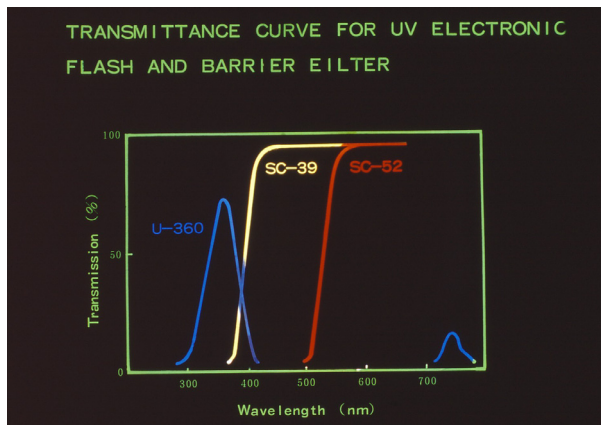


図 2. 今回用いた光源の分光吸収曲線と、レンズの先端に使用するシャープカットフィルターの分光吸収曲線

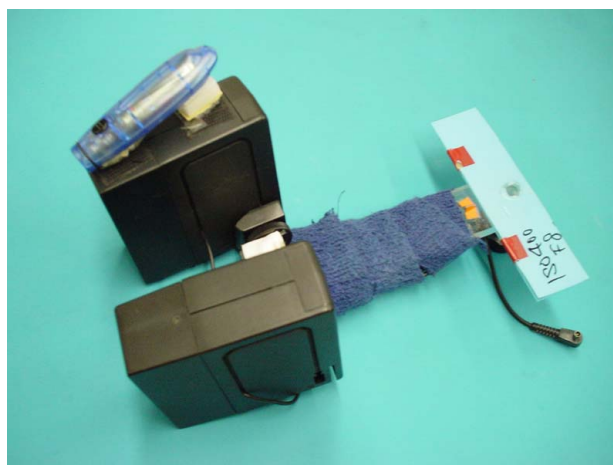


図 3. 今回作成した蛍光撮影装置の本体

390nm のフィルター使用による撮影は、撮影を迅速に行うため、ケンコー製 UV カットフィルター (SL-39) の紫外線吸収フィルターをレンズの先端に常時用いた。520nm 以上の蛍光撮影では、コダック製ゼラチンフィルターの四角いものを用い、紫外線ストロボの間に挟んで使用した。本体とカメラは、アクリル板をカットし、キャノンイオス 100mm マクロレンズの先端が紫外線ストロボの中央に位置するように調整した。また、カメラと本体は、三脚の固定ねじで固定した。

図 4 は、今回開発したデジタル蛍光撮影装置を示す。撮影を安定させるため、レンズの下部にアクリル板を使用し、さらに布をまいて感触性をよくした。カメラの操作は、オートフォーカスが使用できないためピント合わせを固定し、撮影倍率を一定にして撮影を行った。そのため、被写体と紫外線ストロボ、そしてフィルムの位置が常に一定した距離を保つこ

とになって、蛍光の発光量を計測するのにより正確な撮影を可能とした。



図 4. 今回開発したデジタル蛍光撮影装置

図 5 は、口腔科患者の病態撮影で、臨床診断は、扁平上皮癌である。撮影は、同様のキャノンデジタルカメライオス D30 とマクロリングライト MR-14EX を用いた通常撮影である。



図 5. 口腔科患者の通常撮影

図 6 は、図 5 と同様の部位を今回開発したデジタル蛍光撮影装置で撮影した蛍光画像である。この画像は、ケンコー製 UV カットフィルター(SL-39)の紫外線吸収フィルターをレンズの先端に用いた蛍光撮影画像である。この蛍光像には、390nm 以上の蛍光写真の特徴であるピンク色の蛍光がよく示されている。

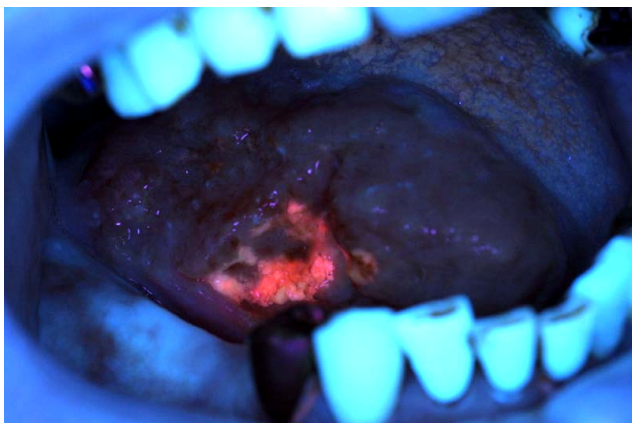


図 6. デジタル蛍光撮影装置で撮影した蛍光画像

図 7 は、同様に 520nm 以上のコダック製ゼラチンフィルターを用いて撮影した蛍光画像である。この蛍光像には、病変部に強力な赤色調の蛍光が鮮明に撮影されている。

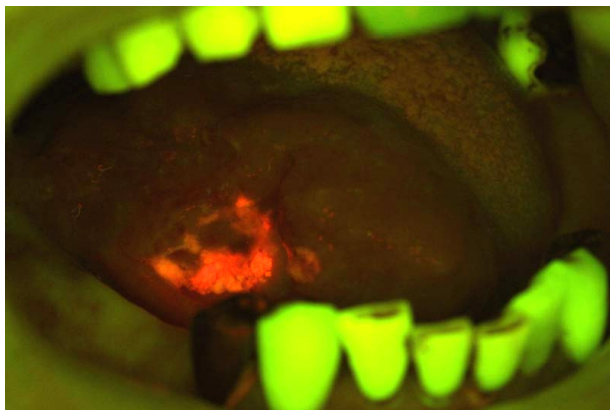


図 7. デジタル蛍光撮影装置で撮影した蛍光画像

図 8 は、皮膚科患者の病態撮影で、可視光による撮影である。撮影は、同様のキャノンデジタルカメライオス D30 を用い、一般のフラッシュ光源で撮影した通常撮影である。

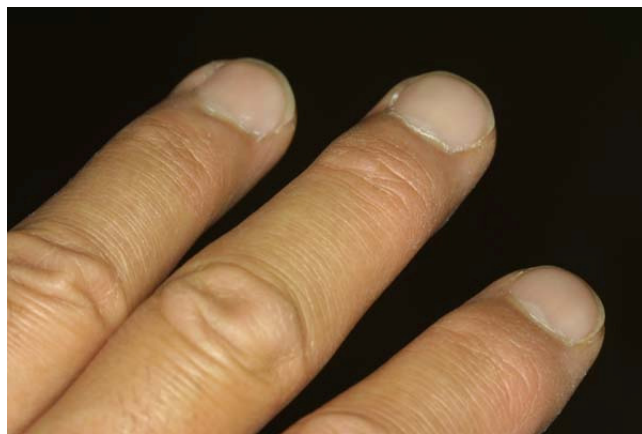


図 8. 皮膚の病態撮影

図 9 は、図 8 と同様の部位を今回開発したデジタル蛍光撮影装置で撮影した蛍光画像である。この蛍光画像は、図 6 の口腔内の蛍光画像同様に 390nm 以上の蛍光写真の特徴である爪などの蛍光がよく示されている。



図 9. デジタル蛍光撮影装置で撮影した蛍光画像

図 10 は、図 8 と同様の部位を 520nm 以上のフィルターを用いてデジタル蛍光撮影装置で撮影した蛍光画像である。この画像においても、肥厚した皮膚に一致した部位に強力な蛍光が鮮明に観察され、蛍光画像の特徴をよく示している。

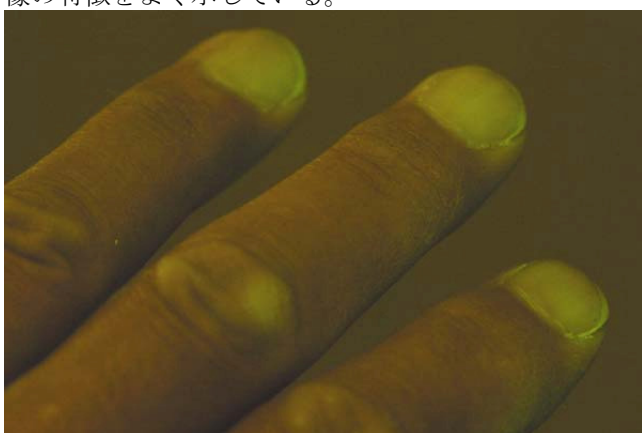


図 10. 図 8 と同様の部位を 520nm 以上のフィルターを用いてデジタル蛍光撮影装置で撮影した蛍光画像

通常のフィルムでは、ISO 感度を高くすると著しく画像が劣化し、粒子も荒れて解像度が落ちる。また、カラーバランスも悪くなるため、デジタルカメラにおいても同様の感度設定実験を行った。図 11 は、デジタルカメラの感度設定を 100 にし、通常のフラッシュで撮影したマクベスのカラーチェッカーである。図 12 は、同様にマクベスのカラーチェッカーを



図 11. 感度設定 100 のマクベスカラーチェッカー



図 12. 感度設定 1600 のマクベスカラーチェッカー

感度設定 1600 で撮影した画像である。図 11, 12 とともにシャッター速度は 125 分の 1 秒と同様であるが、絞りは図 11 が F9.5、図 12 は F32 で撮影をおこなった。画像を観察すると、図 11、図 12 とともに肉眼的には色彩の差は感じられず、コントラストの違いも感じ

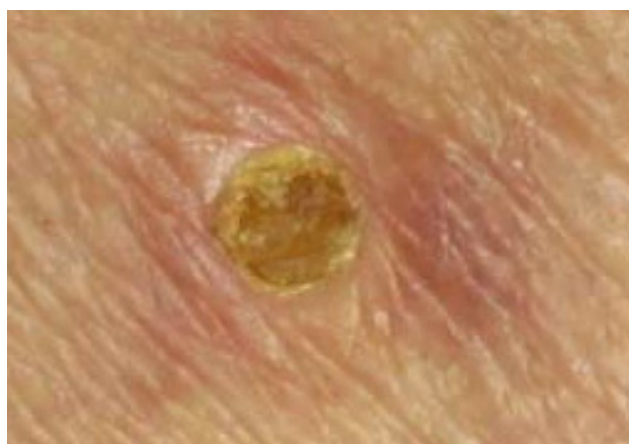


図 13. 感度設定を 100 にした超拡大図

られなかった。

図 13 は、デジタルカメラの感度設定を 100 にし、通常のフラッシュで撮影した皮膚病変の拡大写真である。図 14 は、同様に感度設定を 1600 に設定して撮影した拡大写真である。画像は、写真の劣化を観察するため、画像の一部を 10 倍に拡大し、その部分を示したものである。図 13 と、図 14 を観察すると、フィルムに見られるような粒子の荒れは観察できず、肉眼では差を感じられない画像を示している。



図 14. 感度設定を 1600 にした超拡大図

### 3. 考察

癌組織から発行する蛍光は、我々が 1982 年に、胃癌で始めて観察し、その後、多くの研究結果を報告してきた。また、口腔内に見られた扁平上皮癌のピンク色の蛍光も、1986 年に発見し、多くの報告をしてきた。しかし、その後の研究は、著しい発展は見られず、発行物質の解明等も、まだなされていないのが現状である。その原因のひとつに、撮影装置の開発が遅れ、一般に市販されなかったことが考えられる。通常の研究者が一般のカメラを利用し撮影を行おうとすると、たいへんなデータと技術が要求さ

れてしまう。そのため、研究者が実際に撮影を行っても、画像を得ることができず、また、画像を得ることができたとしても不正確であったため、適正なデータを出すことが十分にできなかったことが要因と考える。そのため、多くの研究者が簡単に正確な撮影のできる蛍光撮影装置の開発は、必要であると考える。

人体における蛍光は、非常に微かなため、通常のカメラに超高感度フィルムを用いても、撮影は困難である。特に手持ちによる患者撮影では、ピン点を合わせるのがたいへん難しく、正確な画像を得ることが困難である。最近デジタルカメラは、より高性能の CCD の開発によって、飛躍的に発展している。これらのデジタルカメラは、フィルムの現像を必要としないため、画像の比較にたいへん適しているため、医学などの科学写真分野にとって、最も適したカメラである。さらに、デジタルカメラは、画像のファイリングが容易で、コンピューターを用いた解析等に応用が簡単のため、今後科学写真の主流になるものと考えられる。

実際の患者撮影に応用した結果は、フィルムによる撮影同様正確で詳細な画像が得られた。また、通常の撮影から口腔内の撮影まで多くの撮影状況で応用が可能であった。今回の結果から、今後の蛍光撮影は、デジタルカメラでも十分応用が可能で、以前のフィルムを用いた撮影以上の画像が期待できるものと考えられる。

蛍光撮影でもっとも困難なことは、非常に微かな固有蛍光を撮影するため、感度の高いフィルムを使用しなければならないことである。しかし、今回用いたデジタルカメラは感度設定が ISO100 から ISO1600 までと感度範囲が広く使えるため、微かな蛍光撮影の応用にはたいへん適していた。また、感度設定における画像の変化を実験した結果も、肉眼的に大きな変化は感じられず、たいへん良好な結果を示した。

#### 4. 結論

今回、蛍光撮影装置を開発し、蛍光撮影法をデジタルカメラに応用した結果、迅速に正確な蛍光撮影を行うことができた。その、蛍光デジタルカメラを用いて、口腔科と皮膚科患者に対して蛍光撮影を行った結果、癌の範囲に一致して強力な赤色調の蛍光画像を撮影することができた。

今後、この方法を多くの分野に応用し、研究すれば、多くの新知見が得られ発展するものと確信する。

#### 参考文献

- [1] 鷺野谷秀夫, 他. 特殊撮影の臨床における応用, 日医学会誌 18 (1981) 76-78.
- [2] 鷺野谷秀夫, 他. 特殊撮影の皮膚科学における応用, 日医学会誌 19 (1981) 14-17.
- [3] 鷺野谷秀夫, 他. 胃癌における紫外線励起蛍光観察, *Progress of Digestive Endoscopy* 20 (1982) 110-113.
- [4] 鷺野谷秀夫, 他. 消化管粘膜における蛍光観察, 日医学会誌 20 (1982) 191-195.
- [5] 鷺野谷秀夫. 特殊写真の臨床応用について, 日医学会誌 23 (1985) 110-128.
- [6] 鷺野谷秀夫, 他. 口腔における紫外線励起固有蛍光撮影法について, 日口科誌 35 (1986) 210-215.
- [7] 鷺野谷秀夫, 他. 紫外・赤外・蛍光撮影における Gray Scale 作成について, 日医学会誌 22 (1985) 128-140.
- [8] 鷺野谷秀夫, 他. 紫外線撮影用レンズ UV ニッコール 105m 使用による皮膚病変撮影について, 日医学会誌 23 (1985) 44-48.
- [9] 鷺野谷秀夫, 他. 紫外線カラー写真の試み, 日医学会誌 24 (1986) 2-9.
- [10] 鷺野谷秀夫, 他. 内視鏡における蛍光撮影法について, 日医学会誌 24 (1986) 159-165.
- [11] 鷺野谷秀夫, 他. 口腔癌の紫外線励起蛍光撮影, 日医学会誌 25 (1987) 2-6.
- [12] 鷺野谷秀夫, 他. 患者撮影時における蛍光撮影装置の開発, 日医学会誌 2 (1987) 11-18.
- [13] 鷺野谷秀夫, 他. インスタントカメラによる蛍光写真撮影法, 日医学会誌 25 (1987) 70-76.
- [14] 鷺野谷秀夫, 他. スチルビデオカメラとミノルタ画像処理システムによる蛍光画像解析, 日医学会誌 26 (1988) 93-100.
- [15] 鷺野谷秀夫, 他. 扁平上皮癌における蛍光色の分析, 日医学会誌 27 (1989) 188-196.
- [16] K. Onizawa, H. Saginoya, et al., Fluorescence photography as a diagnostic method for oral cancer. *Cancer Letters* 108 (1996) 61-66.
- [17] K. Onizawa, H. Saginoya, et al., Usefulness of fluorescence photography for diagnosis of oral cancer. *Oral & Maxillofacial Surgery* 28 (1999) 206-210.
- [18] K. Onizawa, H. Saginoya, et al., Chromatic analysis of autofluorescence emitted from squamous cell carcinomas arising in the oral cavity: a preliminary study. *Oral & Maxillofacial Surgery* 29 (2000) 42-46.
- [19] K. Onizawa, H. Saginoya, et al., Characterization of autofluorescence in oral squamous cell carcinoma. *Oral Oncology* 39 (2003) 150-156.