

歯科用デジタルエックス線撮影における背景の  
写りこみによるエラー像  
— イメージングプレート取り扱い上の注意事項 —

野々田 太<sup>1</sup>, 内田 啓一<sup>2</sup>, 藤崎 昇<sup>1</sup>, 土屋総一郎<sup>1</sup>,  
浅輪 貴行<sup>3</sup>, 上原 大輔<sup>3</sup>, 長谷川順一<sup>3</sup>, 山下秀一郎<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>松本歯科大学 歯科補綴学第二講座

<sup>2</sup>松本歯科大学 歯科放射線学講座

<sup>3</sup>松本歯科大学病院 放射線検査室

<sup>4</sup>松本歯科大学 大学院歯学独立研究科 顎口腔機能制御学講座

Errors images due to background artifacts in digital X-ray imaging  
— Caution for use on imaging plate —

DAI NONODA<sup>1</sup>, KEIICHI UCHIDA<sup>2</sup>, NOBORU FUJISAKI<sup>1</sup>,  
SOICHIRO TSUCHIYA<sup>1</sup>, TAKAYUKI ASAWA<sup>3</sup>, DAISUKE UEHARA<sup>3</sup>,  
JUNICHI HASEGAWA<sup>3</sup> and SHUICHIRO YAMASHITA<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>*Department of Prosthodontics II, School of Dentistry, Matsumoto Dental University*

<sup>2</sup>*Department of Oral Radiology, School of Dentistry, Matsumoto Dental University*

<sup>3</sup>*Outpatient Clinic of Radiology, Matsumoto Dental University Hospital*

<sup>4</sup>*Department of Oral and Maxillofacial Biology, Graduate School of Oral Medicine,  
Matsumoto Dental University*

### Summary

Digitization of x-ray imaging has progressed remarkably in the dental field.

Particularly, the advantages of digital imaging include convenient procedures such as prompt image viewing after scanning, easy deletion of unwanted images, and the absence of developer, fixer, and complicated film developing processes.

In this study, we defined the cause of artifacts on the intra-oral imaging plate (IP) due to incorrect handling of the IP based on such conditions as ink type, color of letters, sheet type, and presence of laminating. Our results showed that artifacts appear on the IP when the active surface of the IP directly contacts the ink or letters with photoactivity.

Dentists can use IP, the digital x-ray system, more casually than photo film and the benefits of convenience are always a positive issue, but carelessness may result in the ap-

pearance of artifacts. It is therefore suggested that dentists should not remove the protective cover immediately before scanning and should avoid ambient light in the use of IP.

## 緒 言

近年、エックス線画像のデジタル化が目覚しく、歯科分野においても同様である。特に撮影後の画像表示が即時化され、不要な画像が消去できること、現像液や定着液が不要で複雑な現像処理が不必要であるという簡便さが大きな利点である<sup>1,2)</sup>。松本歯科大学病院においても、2008年4月の新病院への移転と同時にエックス線画像の完全デジタル化へと移行し、1か月に約2000枚の歯科用デジタルエックス線画像処理が行われている。

今回、著者らは口内法イメージングプレート（以下 IP）に、補綴科診療室にて患歯を撮影後、パーソナルコンピュータの動作不良によるスキニングの中断を余儀なくされた際、止むを得ずラミネート加工された印刷物の上に、保護カバーがない状態の IP を約5分間放置した。パーソナルコンピュータが再起動した後に IP のスキニングをおこなったところ、IP 直下に置かれた黒文字の印刷物が、反転した黒い文字として転写されたエラー像の発現を経験した。そこで、その再現性と環境要因の影響について検討をおこなった。

## 方 法

実験使用機器として IP（DIGORA® OpTime Imaging Plate, 31×41mm SOREDEX）、スキャナー（DIGORA® OpTime, DXR-50 SORE-

DEX）、パーソナルコンピュータ（CELSIUS N 450 富士通）、デジタルエックス線画像閲覧ソフト（i-VIEW ソフトウェア Ver 1.7 モリタ製作所）を用いて実験を行った。

### 実験1：再現性の有無

今回生じたエラー像を図1-aに示す。このエラー像の発現には再現性があるかを検討するため、松本歯科大学病院補綴科診療室にてエラー像発現時とほぼ同様の環境を再現して実験を行った。

模擬患歯としてシリコン印象材のチップを使用し、デジタルエックス線装置（MAX-DC 70 タイプ R, モリタ製作所）照射条件70 kV 10 mA 0.06 sec にて撮影後、プリンターで印字されたラミネート加工済み印刷物（図1-b）の上に、保護バックと紙カバーを外し剥き出しにした状態の IP を図2の向きで5分間放置し、エラー像発現の再現性について検証を行った。さらに再現性の検証と同時に、撮影した IP 個体の不具合を確認するため、IP を同じ印刷物の上に3分、10分、15分と時間を分けて放置した後に（図3：a, b, c）、スキニングし転写像の確認をした。

### 実験2：環境要因の影響

インク、用紙、光源等の環境要因を変えることにより、印刷種類の違いによる反応、筆記用具の違いによる反応、文字色を変化させた場合の反応について検討した。



a



b

図1：発現したエラー像

- a. 下に置かれた印刷物が、黒い文字と線となって転写されている。  
b. 下に置いた印刷物

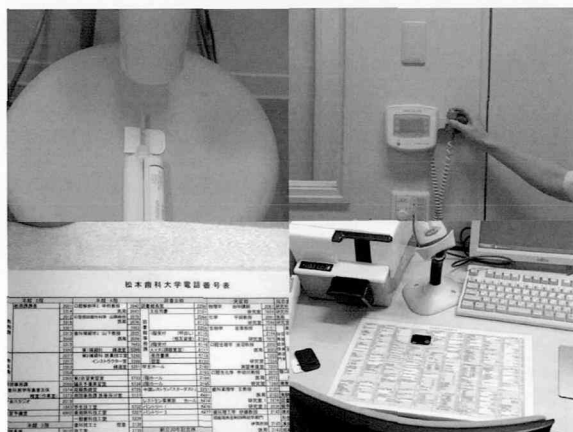


図2: 模擬患歯としてシリコン印象材のチップを撮影後, 印刷物(ラミネート加工済み)の上に剥き出しのIPを5分間放置しエラー像発現時とはほぼ同様の環境を再現したもの。

### 1) ラミネート加工の影響

今回のエラー像の発現では, 印刷物がラミネート加工されており, 直接インクにはIPは接触し

ていなかった。そこで, ラミネート加工されていない同一内容の印刷物上に15分間放置し, エラー像が同様に発現するか検討した(図4:a, b)。

### 2) 印刷後経過年数の影響

印刷後年数が経ったインキの影響を検討するため, 電話帳(タウンページ2005年版 東日本電信電話)の上に, IPを置き15分間放置した後にスキャニングを行い, エラー像の発現について確認した(図5:a, b)。

### 3) 筆記用具の種類の違いによる影響

筆記用具として, ボールペン(水性顔料・耐水性インク JF-0.5 ゼブラ), インキ浸透印(シャチハタ), 鉛筆(赤鉛筆 トンボ), 黒鉛筆(HB トンボ)の4種類の筆記用具で記入した紙の上に各々IPを置き, 15分間放置した後にスキャニングを行ってエラー像の発現について検討した(図6:a, b)。

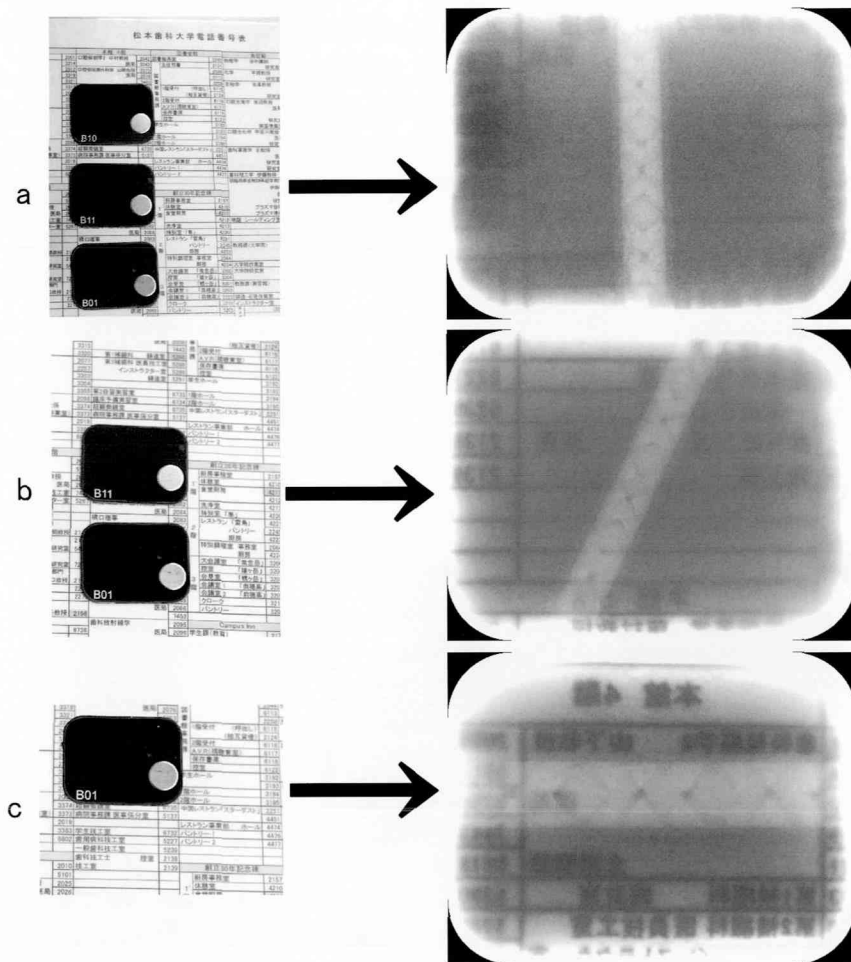


図3: IP固有の不具合の確認と放置時間によるエラー像の違い

- a. エックス線撮影後3分間放置後
- b. エックス線撮影後10分間放置後
- c. エックス線撮影後15分間放置後

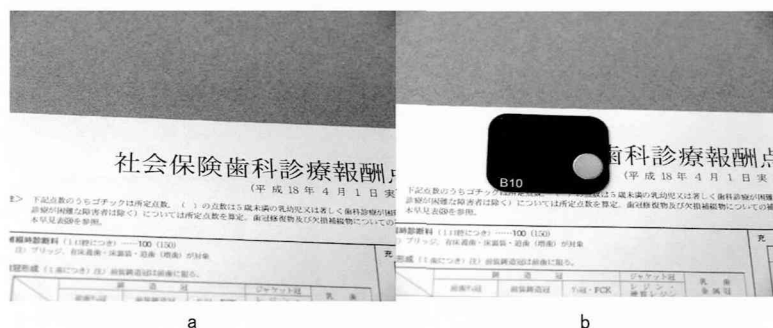


図4：ラミネート加工の影響  
ラミネート加工されていない印刷物上でIPを15分間放置した(a, b)。

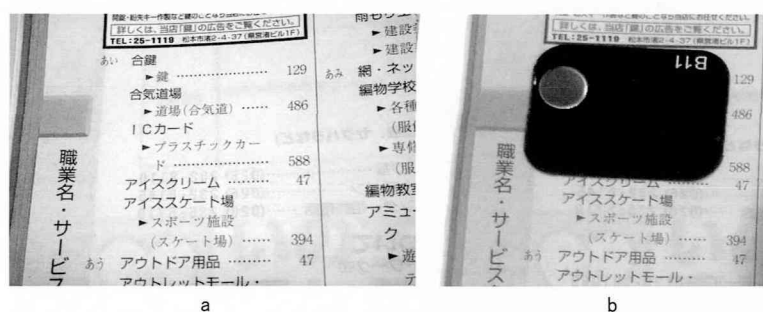


図5：印刷後経過年数の影響  
a. 印刷されてから約4年経過した印刷物（電話帳）  
b. IPを15分間放置

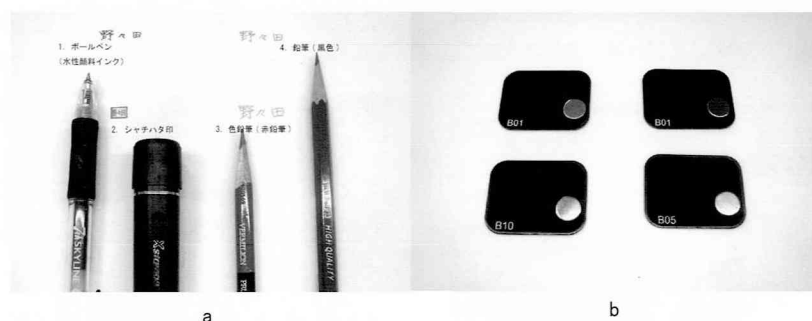


図6：筆記用具の種類およびインクに対するエラー像の発現についての検討  
左から1. ボールペン（水性顔料・耐水性インク JF-0.5 ゼブラ）、2. インキ浸透印（シャチハタ）、3. 鉛筆（赤鉛筆 トンボ）、黒鉛筆（HB トンボ）にて直接記入した用紙の上（a）に同条件になるように4枚のIPを放置した（b）。

#### 4) 文字色を変化させた場合の影響

赤・緑・青のインク（インクタンク ブラック BCI-7 eBK, シアン BCI-7 eC, マゼンタ BCI-7 eM, イエロー BCI-7 eY キヤノン）で、プリンター（PIXUS iP 4500 キヤノン）により印刷した紙の上（図7：a）と、白抜き文字の印刷物（図7：b）の上に、各々IPを15分間放置後にスキニングを行って、文字色を変化させた場合のエラー像の発現と反応を検討した。

#### 5) 暗室中における検討

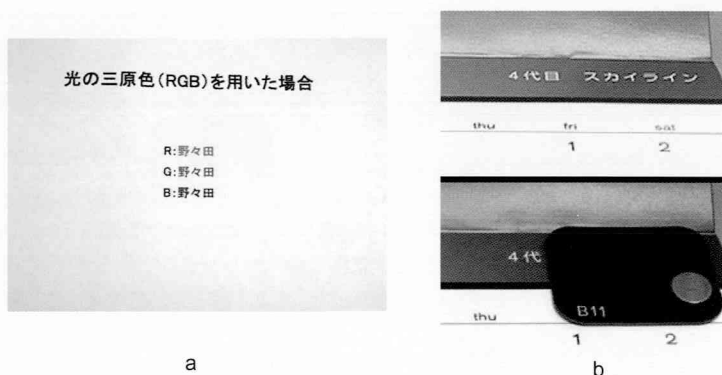
暗室中でもエラー像が生じるかを検討するため、暗室中にIPを15分間放置した後にスキニ

ングを行い、エラー像の発現について検討した。

#### 6) 光源の違いと照度変化の影響

今回のエラー像発現時は、外光として蛍光灯が用いられていた。そこで、蛍光灯以外を光源とした場合のエラー像の発現について検討を行った。実験は、完全無光下の室内で、外光に人工太陽照明灯（SOLAX XC-100 A セリック）を用いて検討した。光源からIPまでの距離は1.5 mとし、晴天時の日没1時間前太陽光相当である約1000ルクスで照明した（図8）。

また、IPまでの距離1 m（約1600ルクス：コンビニエンスストアの照明相当）の場合、50 cm



a

b

図7: 文字色を変化させた場合の検討

a. 光の3原色と呼ばれる赤・緑・青のインクで印刷した紙

b. 白抜き文字の印刷物 (カレンダー)



図8: 人工太陽照明灯 (SOLAX XC-100 セリック)



図9: 人工太陽照明下にて保護カバー (イメージングプレートカバー) をかけた状態

(約5500ルクス: 曇りの日の屋外の明るさ相当)の場合と10 cm (約6万ルクス: 晴天午前10時の太陽光相当)の場合についても, それぞれ印刷物の上にIPを15分間放置した後にスキャニングを行い, 照度を変化させた各々の場合のエラー像への反応を検討した。

#### 7) IP 保護用紙カバーをかけた場合の影響

1) ~ 6) までの実験では, IPの青い活性面

を直接, 印刷物上に置いて実験したが, 保護用の紙カバーをかけた場合にエラー像が発現するかを検討するため, 光源に人工太陽照明を使用し, 距離は50 cm (約5500ルクス) の条件下で30分間放置したIPについて検討を行った (図9)。

#### 結 果

実験1 実際のエラー像が発現した時と同じ条件下で実験を行った結果, IPには同様の転写像が写り, この現象には再現性があることが確認できた (図10)。また, 撮影した3枚のIPを同じ印刷物上に3分, 10分, 15分と異なった時間放置した後, スキャニングを行ってIP個体の不具合ではないことを確認するための実験では, エックス線照射後10分間放置後のものでは3分のものに比べて, 印刷物がより鮮明に転写されていた (図11: a, b)。さらに照射後15分間放置したものは10分間放置したものに比べて文字が鮮明になっていた (図11 c)。これらより, どのIPの場合にも

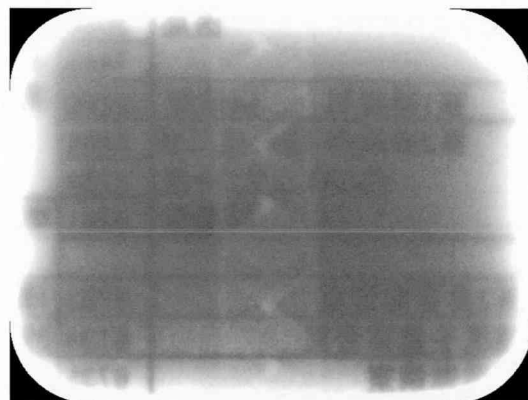


図10: 再現されたエラー像

写真中央のらせん状の白い像が模擬患歯であるシリコン印象材のチップであり, 黒い文字と罫線が電話番号表。

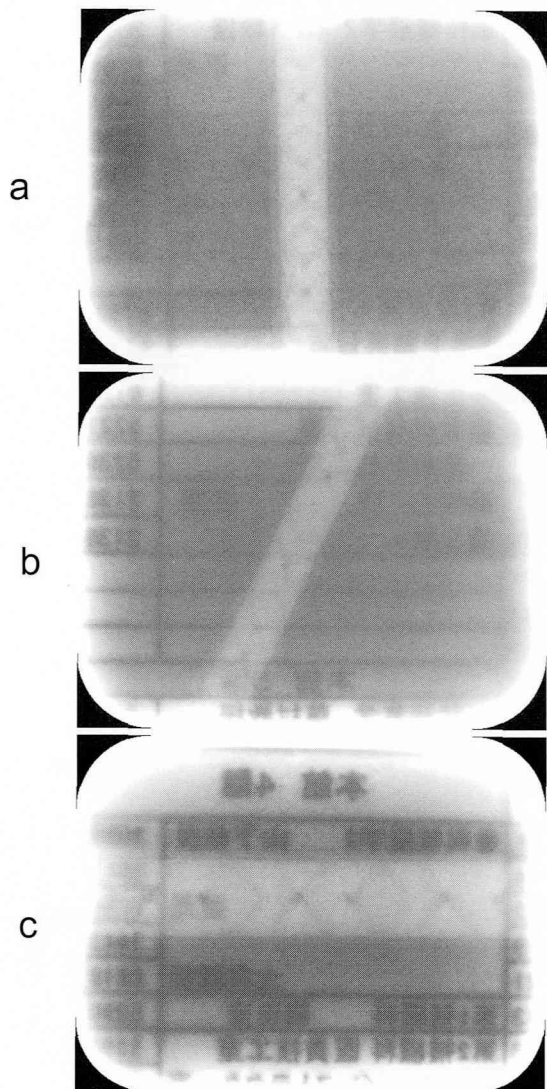


図11：IP固有の不具合の確認と放置時間によるエラー像の違い

- a. エックス線撮影後3分間放置後
- b. エックス線撮影後10分間放置後
- c. エックス線撮影後15分間放置後

この現象が再現され、スキャニング前の放置時間が経過するほど、転写される文字の鮮明度が上がっていく傾向が認められた。

#### 実験2：環境要因の影響

##### 1) ラミネート加工の影響

ラミネートフィルムの有無に関わらず、エラー像の発現が認められ、ラミネート加工された印刷物に生じる特有の現象ではないことが確認された(図12)。

##### 2) 印刷後経過年数の影響

鮮明度は低いものの、経年印刷物においても転写像が認められた(図13)。

##### 3) 筆記用具の種類の違いによる影響

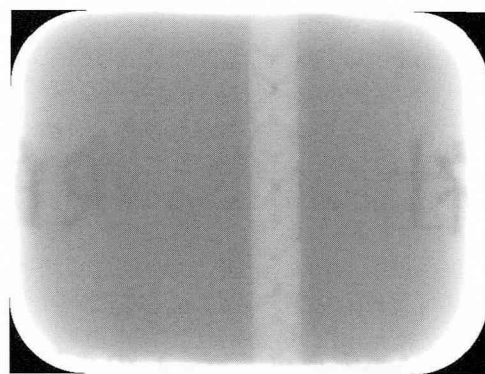


図12：ラミネート加工された印刷物の上に放置したもの

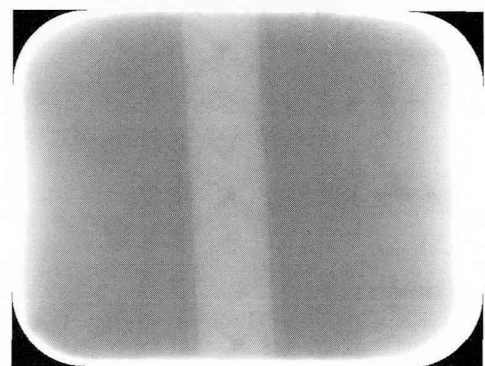


図13：インクの経過年数を変化させた場合の結果

ボールペンに対しては、強い転写反応が生じたが、それ以外の鉛筆、インクからの転写反応は僅かであった。これらの検討により、ボールペン、インキ浸透印、鉛筆といった各用具の違いに関係なくエラー像は発現した。しかし文字の濃淡によって鮮明度には差が生じた(図14：a, b, c, d)。

##### 4) 文字色を変化させた場合の影響

光の3原色と呼ばれる赤・緑・青のインクを用いて行った実験では、文字色に関係なく文字の転写が認められた(図15-a)。さらに文字色が白抜き文字の場合、黒い文字は黒く転写されたが白い文字は白抜きで転写されることが認められた(図15-b)。

##### 5) 暗室中における検討

暗室中ではエラー像は発現しなかったことから、エラー像の発現には外部からの光を必要とすることが確認された。

##### 6) 光源の違いと照度変化の影響

蛍光灯以外の人工太陽照明灯を光源とした場合にも、同様のエラー像が発現し、この現象は特定の光により生じる作用ではないことが確認された。



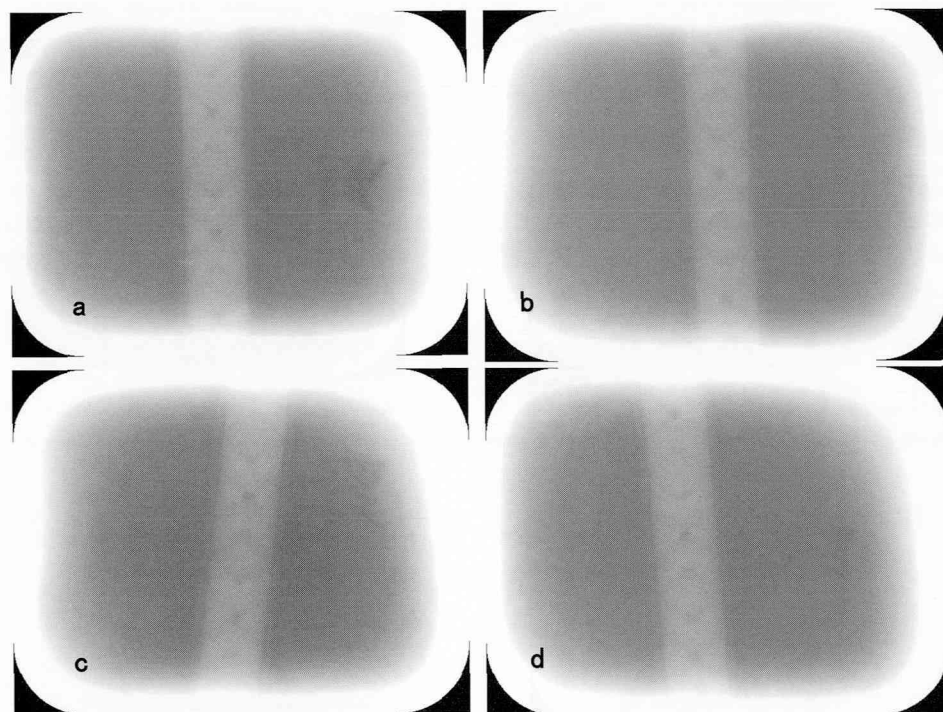


図14: 筆記用具の種類およびインクに対するエラー像の違い

- a. ボールペンの上に放置
- b. インキ浸透印の上に放置
- c. 赤鉛筆の上に放置
- d. 黒鉛筆の上に放置

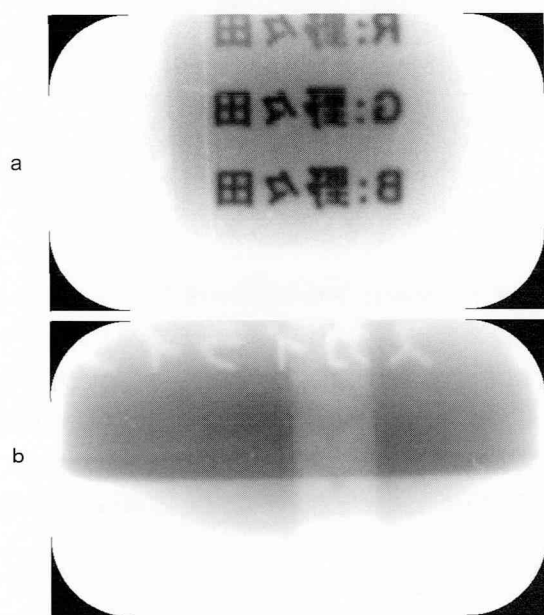


図15: 文字色を変化させた場合のエラー像の違い

- a. 色に関係なく, R: 赤, G: 緑, B: 青インクが転写された
- b. 白抜き文字が白く転写されて確認された

また, 照度を変化させて行った実験では, 照度を高めていくにしたがって鮮明度は上昇した.

#### 7) IP 保護用紙カバーをかけた場合の影響

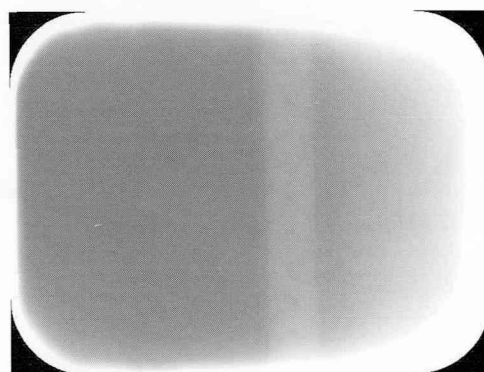


図16: 保護用の紙カバーをかけたまま放置したもの

保護用紙カバーを装着したIPでは, 転写は認められなかった(図16).

環境要因を変化させて行った種々の検討では, 鮮明度に差異はあるものの, 全ての条件において反応が確認された. しかし, 完全に光を遮断した暗室中においては, この現象は発現しなかったことから, インク自体から放出されたエネルギーではなく, 外光の影響によるものと示唆された. また, 蛍光灯以外の人工太陽照明下でも発現したことから, この現象に関与する光源の種類は特定されなかった.

## 考 察

近年では、日常生活においても急速にデジタル化が進み<sup>3)</sup>、デジタルカメラやデジタル放送の普及は身近な一例である。画像診断の分野においてもコンピュータの利用は進み、すでにすべての診断用画像をコンピュータ画像（デジタル画像）として得ることも可能<sup>3)</sup>になっている。コンピュータを利用してエックス線診断用画像を得るシステムをデジタルエックス線画像診断システムと呼び、これに使用するエックス線センサーによって、個体半導体方式とIP方式の2種類に大別される<sup>3)</sup>。IP方式では撮影済みのIPをスキャナーに挿入することで、レーザー光で2次元的にスキヤニングし、IP上の各位置での蛍光発光量を光センサーが読み取って電気信号に変換され、パーソナルコンピュータに転送して画像化する<sup>4)</sup>。イメージングプレートの正式名称は、Photo-Stimulable Phosphor Imaging Plate (PSP; 輝尽性蛍光体撮像板) であるが、最初にこのセンサーを商品化した富士写真フィルム株式会社が商品名としてイメージングプレートという名称を使用したことから、一般的にイメージングプレートと呼ばれている<sup>4)</sup>。

本例の転写像は、インクからのエネルギーまたは何らかの理由でインクが反応したものと考え、鉛で出来ている鉛筆や印刷直後のインクからのエネルギーが大きいのではないかと推測して、様々なインク・文字色・用紙・ラミネート加工の有無などを変化させて検証を行った。今回の比較では比較対照物がプリンターのトナーによる印刷物とインキを用いた活版印刷物である電話帳であった。そのため印刷物の印刷方法、インクやインキの溶剤が異なるため、厳密な比較対象としては不適切であるが、鮮明度に差異はあるものの、活版印刷、トナーの違い、インクや用紙の違いに関わらずエラー像が発現した。

実験1の結果より、スキヤニング前のIPの放置時間を3分、10分、15分と長く放置するほど、転写される文字の鮮明度が上がっていく傾向が認められたため、放置時間をより長くした検証も行った。しかし、暗室中における光の無い状態では文字の転写が起こらなかったことから、エラー像の発現には外光が関係あり、インク自体による

反応ではないことが示唆された。

IPは、フィルム状のプラスチック支持体の上に、希土類蛍光体 ( $\text{BaFX:Eu}^{2+}$ , X-Cl, Br, I) を塗布したもので、エックス線の照射を受けると、エックス線のエネルギーを吸収蓄積する。このエネルギーを蓄積したIPをレーザー光線で走査すると、蓄積したエネルギー量に比例する強度の紫色の光が放出され、この光を電気信号に変換する光電子増倍管で電気信号に変換することにより、エックス線コントラストが電気信号強度（電荷量）の差として表される<sup>4)</sup>。その後、記録済みのIPに白色光を照射して残っている微量の放射線像に再度光を当て、蓄積されたエネルギーを放出させ画像をすべて消去する。これにより撮影した画像をリセットし、同じIPを繰り返し使用できる<sup>5,6)</sup>とされている。

本例のようなエラー像は、診療室内においてスキャナーの内部の動作に近い現象が起こっており、外光による光がスキャナーほど強力ではないため、スキャナーによりリセットされる過程の段階でこのエラー像が生じたと考えられる。またIPをスキャナーに取り込むために使用するマグネット部分にあたる影像が見られないことから、直接あるいは、上方向からの外光で反応したのではなく、光が回り込んで反応したものと考えられる。

また、このエラー像は撮影したものの上に、二重写しにより新たに記録されているのではなく、記録されているものが消去されていく過程に生じるのではないかと考えられた。

つぎに、保護カバーをかけて光を照射した検証では、エラー像は発現せず白く消去されていた。このことから光の作用によりIPの活性面とインク、文字の面が直接接触するという条件が揃った場合にエラー像が発現することが判明した。以上の結果より、保護カバーをかけることで、エラー像の発現は防止できるのではないかと考えられた。

また、通常のIPの画像処理では、保護カバーから外し露出した状態で放置することはないが、放置してしまった今回のような状況下においては、このようなエラー像が発現することが確認された。さらに、本例のように患歯と重なるように黒い文字が写りこんだ場合、臨床においては読影の際に、破折線や根尖透過像などの誤診<sup>7)</sup>につな



がる恐れがあり, 歯科医師はこのようなエラー像が生じうることを周知しておく必要があると思われる。

## 結 論

臨床中に背景の写りこみによるエラー像の発現を経験し, その発現要因を検討するため, 様々なインク・文字色・用紙・ラミネート加工の有無などを変化させて検証を行ったところ光の作用により IP の活性面とインク, 文字の面が直接接触するという条件が揃った場合にエラー像が発現することが判明した。

IP は, その取り扱いの容易さ, 即時性において, フィルムよりも手軽に用いられている。簡便であることの利点ばかりがクローズアップされているデジタルエックス線システムであるが, IP では些細な不注意な取り扱いによってエラー像が発生することが判明した。この対策として, IP の取り扱い時にスキャニング直前まで保護カバーから外さないことや外光を避ける必要性があること

が示唆された。

## 文 献

- 1) 黒柳綿也, 早川吉彦 (1998) 歯科用デジタル X 線画像診断システムの現状と将来. 日本歯科医師会雑誌 **51**: 746-58.
- 2) 西谷 弘, 山本勇一郎 (2009) フィルムレス導入の基礎知識. 日本放射線技術学会雑誌 **65**: 1535-41.
- 3) 古本啓一, 岡野友宏, 小林 馨 (2008) 歯科放射線学, 第 4 版, 101-10, 医歯薬出版, 東京.
- 4) 鹿島 勇, 金田 隆, 櫻井 孝, 閑野政則 (2001) これならわかるデジタルエックス線撮影装置, 第 1 版, 31-5, 砂書房, 東京.
- 5) 大坪青史 (2004) デジタル X 線 -その導入と活用-, 第 1 版, 19-24, デンタルダイヤモンド社, 東京.
- 6) 稲垣将文, 大黒俊樹, 鹿島 勇 (2000) イメージングプレートを用いた歯科用デジタル X 線診断システム, 映像情報 (M) **32**: 461-5.
- 7) 熊谷真一編 (2005) 補綴臨床 Practice Selection 入門 X 線写真を読む, 第 1 版, 118-21, 医歯薬出版, 東京.