—原著—

自動車のエアバッグに印象される潜在的な顔痕跡の検出

山 崎 一 樹

神奈川県警察本部科学捜査研究所
〒231-0023 神奈川県横浜市中区山下町155-1

Visualization of Latent Face Impression on Vehicle's Airbag

Kazuki Yamazaki

*Scientific Criminal Investigation Laboratory,
Kanagawa Prefectural Police H. Q.
155-1 Yamashitacho, Naka-ku, Yokohama 231-0023, Japan*

(Received 4 December 2002; accepted 14 January 2003)

Visualization methods for a latent face impression on an expanded airbag in a collision of vehicles were experimentally examined. In order to make latent face impressions for experiments, a face of the same person was pressed against various base cloths of airbags. The base cloth used for a vehicle's airbag is generally made of nylon 66 fibers. However, some base cloths are coated with silicone resin or other materials to adapt to certain specifications. Taking into account the surface characteristics of base cloths, two methods, ruthenium tetroxide gas fuming method (RTX method) and Victoria Pure Blue staining method following cyanoacrylate ester vapor fuming (CA-VPB method) were examined for visualizing these latent face impressions. As a result, the latent face impression, called a "faceprint", was a brown or black-stained image using the RTX method and a pale blue or dark blue-stained image using the CA-VPB method. The suitable method for visualizing a "faceprint" needed to be selected depending on the surface characteristics of base cloths. Thus, it was considered that the visualization of a latent "faceprint" was possible by using the suitable method for the condition of the expanded airbag, and this technique will be applicable to identify the driver in the traffic accident investigation.

Key words: Face impression, Faceprint, Airbag, Visualization, Traffic accident investigation

緒 言

自動車の衝突安全性を向上させるための装備の一つとして、エアバッグの装着が急速に進んでいてい

る。現在普及している運転席用、助手席用エアバッグは SRS (Supplemental Restraint System) としてシートベルトとの併用を前提に設計され、一定以上

の衝撃を感知して作動し、推進剤の点火燃焼により発生するガスあるいは圧縮高圧ガスを布製のバッグに送り込み、膨張展開させるものである。展開状態のエアバッグは主に乗員の頭顔部を受け止め、ステアリングホイールやダッシュボードなどとの二次衝突から保護するが、強い接触に伴ってバッグ表面には顔の形態を反映した顔痕跡が印象される可能性がある。エアバッグは衝突後30/1000秒程度で最大状態まで展開し、およそ100/1000秒後に収縮が完了すると、その後二度と展開することは無い。そのため、バッグと乗員の頭顔部とが平面的に接触する機会は極めて短い時間に限られ、バッグ表面に残された痕跡は衝突の瞬間の記録とみなすことができる。

交通事故捜査では、衝突した車両を誰が運転していたのか、乗員はそれぞれどこに乗車していたのかを特定する作業がしばしば行われる。通常、衝突現場や車両の状況、当事者および目撃者などの供述はもとより、車両内に残された様々な痕跡や、血痕、毛髪および繊維片などの付着物、そして乗員の身体や着衣に残された損傷なども総合的に参照し、最も合理的な結論を導く手法を取ることが多い。しかしながら、事故形態によっては必ずしも十分な検討材料が得られるとは限らず、特定が難しい事例も見受けられるため、あらゆる可能性を考慮して一つでも多くの情報を集積することが要求される。

事故車両のエアバッグに付着した血痕、組織片および化粧品などの顕在的な付着資料を乗車位置の特定に活用する試みはすでに行われているところである²⁾。バッグ表面に印象されるであろう潜在的な顔痕跡の検出と、個人識別への応用が可能であれば、顕在的な指標と合わせてエアバッグの証拠価値を高め、衝突時の乗車位置を特定するための新たな手段として、交通事故捜査に活用できると考えられることから、エアバッグに使用されている布地を用い、実験的に印象した潜在的な顔痕跡を可視化する検出法について検討を行った。

材料および方法

1 顔痕跡の検出法の検討

展開状態のエアバッグに対して、乗員の顔面が接触した状況を想定し、実験的な痕跡試料を作製し

た。すなわち、廃車から取り外した展開済みのエアバッグに使用されていた布地や、エアバッグ製造会社から提供されたエアバッグ基布に対し、成人男性の顔面をなるべく同一条件になるように圧着して作製した潜在的な顔痕跡を試料として用いた。現行のエアバッグには表面的な性状が明らかに異なる数種類の布地が使用されていたため、布地の種類による差を考慮しながら、二つの検出方法を試みた。なお、布地にはシリコン樹脂やブチルゴムによるコーティング加工が施され、裏側に明瞭な樹脂層が存在するものと、肉眼的にコーティング層が観察されないものが存在し、便宜上、明瞭なコーティング層が存在しないものについてはコーティング加工が施されていないものとして扱うこととした。検討に用いた布地の例を Figure 1 に示す。

(1) 四酸化ルテニウムによる検出（以下 RTX 法）

Mashiko らの方法³⁾を参考に、ポリエチレン製洗びん（500 ml 容量）内で0.2%塩化ルテニウム(Ⅲ)水和物 ($\text{RuCl}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 関東化学) 水溶液および22.6%硝酸ニアンモニウムセリウム(Ⅳ) ($\text{Ce}(\text{NH}_4)_2(\text{NO}_3)_6$ 関東化学) 水溶液を10 ml ずつ混合し、発生する四酸化ルテニウムガス (RuO_4 以下 RTX) を布地に導き、痕跡の発現状態を観察しながら繰り返し吹き付けて暴露した (Fig. 2a)。

(2) シアノアクリレート・ビクトリアピュアブルーによる検出（以下 CA-VPB 法）

シアノアクリレートエステルはエチルエステル (Ethyl-2-cyanoacrylate, SIGMA または同等の市販瞬間接着剤、以下 CA) を用い、厚手のアルミ фоль (Reynolds Metals Co. 40 μm) に塗付、薄層化したものを大型のポリプロピレン製容器内に貼付し、発生するシアノアクリレートモノマー蒸気を小型の電動ファンにより攪拌しながら布地に暴露した (Fig. 2b)。CA の使用量は、暫定的に見掛けの布地表面積0.3 m^2 あたり0.8 g として、痕跡部分の発現状態や布地の種類に応じて適宜増減した。温度はエアコンディショナーにより23°Cに、相対湿度は容器内を常温で加湿して約80%にそれぞれ維持し、CA 暴露に先立って容器の内容物を十分に平衡化した。CA 暴露により生じる白色のポリシアノアクリレート可視化するため、0.1%のドライウエル（富士

Fig. 1 Various types of base cloths. a-c: White cloths without coating. The weave is fine (a), middle (b) and coarse (c). d: Light blue cloth coated with silicone resin, e: Pink cloth coated with silicone resin, f: Gray cloth coated with Butyl rubber. The backside of cloth is shown in the upper left corner of each figure.

Fig. 2 Illustration of devices for RTX fuming (a) and CA fuming (b).

写真フィルム)を含む0.03%ビクトリアピュアブルー BOH (保土谷化学, 以下 VPB) 水溶液を噴霧して 5 分間染色し, 流水中で洗浄して過剰の色素を除去後, 温風乾燥した。

各法による検出像はデジタルスチルカメラ (DSC-S70, SONY) で記録し, 撮影した画像をパーソナルコンピュータ (Power Macintosh G3, Apple) 上の画像処理ソフトウェア (Photoshop 6.0, Adobe) に読み込み, 輝度レベル, ガンマ値およびコントラストの各調整機能を使って適宜強調処理を施した。また, 必要に応じて光学顕微鏡および走査型電子顕微鏡による観察も行った。

2 顔痕跡の経時的変化の検討

衝突によって残された顔痕跡は, ある程度時間が経過しても検出可能であるか, また, 検出像がどのように変化するかを調べるため, 実際的な放置条件のうち乾熱環境を想定した実験を行った。シリコン樹脂でコーティング加工された水色のエアバッグ基布およびコーティング加工されていない白色のエアバッグ基布に対し, 同一日に同一条件で成人男性の顔面を圧着して作製した複数の潜在的な顔痕跡を試料として用い, 閉切ったガラス窓越しに直射日光が当たる夏期の屋外に駐車した乗用車のダッシュボード上に放置して, 印象から 1 日後, 1 週間後,

2週間後に順次取り出し、コーティング加工された布地に対してはCA-VPB法、コーティング加工されていない布地に対してはRTX法による検出操作をそれぞれ行った。各検出像をデジタルスチルカメラで撮影後、画像処理ソフトウェアで検出法ごとにそれぞれ同一条件での強調処理を施し、得られた顔痕跡の検出状態を比較した。

結 果

1 顔痕跡の検出法

(1) RTX法による検出

コーティング加工されていない白色の布地に印象された顔痕跡の、RTX法による検出像をFigure 3a, 3bに示す。RTX法では布地上の痕跡部分が褐色～黒色の染色像として可視化された。しかしながら、布地の種類によって検出成績は大きく異なり、特にシリコン樹脂でコーティング加工された水色の布地ではRTXによって全体が非特異的に強く染色され（Fig. 3c）、検出が不可能であったのに対し、同じくシリコン樹脂でコーティング加工された桃色の布地ではコーティング加工されていない布地とほぼ同様に顔痕跡が可視化された。両者の表面を走査型電子顕微鏡により拡大観察すると、水色の布地では裏側に加工されたコーティング材の一部が表側まで浸透して露出し、布目部分や繊維間の空隙を埋め

ているのに対し、桃色の布地ではコーティング材の粒子が繊維表面の所々に付着しているものの、表側への広範囲な露出は認められなかった（Fig. 4）。ブチルゴムでコーティング加工された灰色の布地に対しては、染色部分の色調が布地固有の色調と競合するため適度なコントラストが得られず、有効ではなかった。

(2) CA-VPB法による検出

シリコン樹脂でコーティング加工された水色の布地に印象された顔痕跡の、CA-VPB法による検出像をFigure 5に示す。CA-VPB法では布地上の痕跡部分や唾液の付着部分が淡青色～濃青色の染色像

Fig. 4 Scanning electron micrographs showing the surface characteristics of the light blue cloth coated with silicone resin (a) and the pink cloth coated with silicone resin (b). In the light blue cloth, the weave or the space between fibers is tightly covered with silicone resin.

Fig. 3 Visualized “faceprint” on the white cloth without coating by the RTX method (a) and its enhanced image (b). Non-specific reaction on the light blue cloth coated with silicone resin by the RTX method (c).

Fig. 5 Visualized “faceprint” on the light blue cloth coated with silicone resin by the CA-VPB method (a) and its enhanced image (b).

として可視化された。この方法では RTX 法の適用が難しい布地に対する有効性が目立ち、特にシリコン樹脂やブチルゴムでコーティング加工された布地では良好な検出成績を示した。しかしながら、主に布地の裏側に存在するコーティング層に VPB 染色液が直接付着するとその部分が強く染色されるため、染色液が裏側まで浸透しやすい損傷部分や縫い目付近は非特異的に濃染された。良好な検出成績を示した試料では、CA を暴露した段階で痕跡部分に強い重合反応による白化が観察されると共に、暴露前と比較して布地の手触りがやや硬化し、痕跡が存在しない背景部分の光沢が減弱するなど、非特異的な弱い重合反応も発生した。このような試料では VPB 染色液による背景部分の非特異的な染色が抑制され、痕跡部分との良好なコントラストが得られた。むしろ不適当な暴露条件や油類の付着などにより背景部分への CA 重合が全く生じなかった場合、VPB 染色液による非特異的な染色が強くなり、痕跡部分とのコントラストを低下させることがあった。染色された部分を光学顕微鏡により拡大観察すると、繊維表面に生じたポリシアノアクリレートが VPB によって淡く染色された部位 (Fig. 6a)、皮脂を含む付着物が濃く染色された部位 (Fig. 6b) の他、表皮から脱落した細胞や唾液に含まれる口腔粘膜上皮細胞が染色された部位 (Fig. 6c, 6d) が認め

Fig. 6 Light micrographs showing various substances on the visualized “faceprint” by the CA-VPB method. a: Poly-CA generated and stained with VPB, b: Sebum stained with VPB, c: Keratinized epidermal cells stained with VPB, d: Epithelial cells of the oral mucosa stained with VPB.

られた。一方、コーティング加工されていない白色の布地では、CA 暴露条件をかなり厳密に整えても時として痕跡部分での重合状態が極めて不良であったり、布地全体に非特異的な強い重合反応が進行し、一様に白化する「カブリ」現象が発生したりするなど、痕跡部分に対して安定した CA の重合状態を得ることが難しく、このような状態の試料を VPB 染色液で染色しても痕跡部分の適度なコントラストが得られず、検出が困難なものが多かった。

2 顔痕跡の経時的な変化

シリコン樹脂でコーティング加工された水色の布地から CA-VPB 法により検出した顔痕跡と、コーティング加工されていない白色の布地から RTX 法により検出した顔痕跡を Figure 7 に示す。前者では印象後 1 日経過したものと、1 ないし 2 週間経過したものととの検出状態に大きな差は認められず、検出像は時間経過に伴い細部の輪郭などがわずかに不鮮明化する傾向を示すものの 2 週間経過したものであっても形態を保持した顔痕跡が検出された。後者の検出像は時間経過に伴って大きく変化し、1 日経過した時点では比較的鮮明であったものが、1 週間経過した時点で輪郭がぼやけた不鮮明な状態に変化し、2 週間経過したものでは検出そのものが難しく

Fig. 7 Visibility of “faceprint” with the lapse of time after imprinting the face on base cloths. Upper row: Light blue cloth coated with silicone resin treated by the CA-VPB method, Lower row: White cloth without coating treated by the RTX method.

顔としての形態が識別できなくなるなど、印象後に長時間放置し、陳旧化した顔痕跡の検出成績は悪く、適用できる試料は比較的新鮮な顔痕跡に限定される傾向を示した。

考 察

我が国で普及している運転席用、助手席用エアバッグはナイロン66の平織りまたはリップストップ織り基布を素材としているが、基布の仕様は車種への適合や性能の向上を目的としてしばしば変更されるため、製品によって織りの密度やコーティング加工の有無などの表面状態が大きく異なる。また、布地として多孔質の物性を有する傍ら、比較的大い単繊維が使用されているためその表面には平滑な面も存在する。顔痕跡はこの様な布地に対して、皮膚表面に存在する様々な物質が付着して印象されと考えられ、布地の表面状態の差は物質の付着状態や残存性、また、検出法にも影響することが予想される。

一方、人体の皮膚にはエクリン汗腺、アポクリン汗腺、皮脂腺など様々な分泌腺が存在し、皮膚表

面では各腺の分泌物と表皮から脱落した細胞や外来の塵埃などが混在する。特に顔面には皮脂腺由来の皮脂成分、親水性物質に富む汗腺由来成分、唾液や鼻汁などの体液、細胞などの固形成分、さらに各物質が吸着する水など数多くの物質が存在し、顔痕跡検出の対象物質になると考えられる。これらの物質を指標とした検査として潜在指紋の検出が挙げられ、指紋が付着している物体の性質や指標とする物質に応じた様々な方法が開発、実施されているところである³⁻⁶⁾。本研究では潜在指紋の検出法を応用し、実験的に作製した顔痕跡の検出を試みた。

付着物に含まれる皮脂成分のうち、不飽和脂肪酸（およびそのエステル）やスクアレンなどの不飽和脂質に対する検出法として検討した RTX 法では、痕跡部分が褐色～黒色に染色、可視化された。RTX は不飽和脂質に対して酸化的に反応し、黒色～灰色の物質が生じるとされている⁴⁾。この反応は主に対象物質の不飽和結合に依存するため、痕跡印象後の時間経過および熱や光などの環境条件によって脂質の酸化変性が進み、不飽和結合が消失した場合には陰性化することから、陳旧な痕跡には向かず、比較的新鮮な顔痕跡に対して有効であったと考えられた。シリコン樹脂でコーティング加工された布地のうち、表側にまでコーティング材の一部が露出した布地に対して RTX 法を用いた場合、非特異的な染色を惹起し痕跡の検出が不可能であった。この現象は、露出したシリコン樹脂が RTX により染色されて発生したものと考えられるが、RTX の強い酸化性によって痕跡に由来する付着物以外に酸化を受ける物質が存在する場合、皮脂に対する反応と同様の黒褐色物質が生成し、非特異的な染色の原因になり得ることを示しており、コーティング材の材質と加工方法、また、汚染物質の付着に対する考慮が必要と考えられた。

付着物に含まれる水分に対する検出法として検討した CA-VPB 法では、温度や湿度の条件を整えることにより暴露した CA が痕跡部分に対して選択的に重合し、白色のポリシアノアクリレートが生じた。瞬間接着剤として用いられる CA は微量の水を触媒として重合反応を起こし、固体化するが、検討した方法のように CA を気化させて検体に暴露する

と、水が存在する痕跡部分において重合反応が進行し、ポリシアノアクリレートが生じるとされている⁵⁾。この方法は主に滑面に対する指紋検出法^{5,6)}として広く用いられ、布地のような多孔質物体や粗面に対する有効性を示すデータは少ないが、エアバッグ基布に用いられるナイロン単繊維は平滑な表面を持つ合成樹脂であることから、皮膚分泌物などが付着した繊維表面においてCAの重合反応が進行したものと思われる。布地の表面に塩類、アミノ酸、尿素などの汗腺由来親水性物質が付着した部分では、清浄な部分に比べてより多くの水を吸着すると考えられる。対して脂質は一般に疎水性を示し、脂質そのものに対するCAの選択的な重合反応は確認されていないが、脂質は布地表面において他の物質が捕らえた水の蒸発を防ぎ、保持する性質を有すると考えられ、痕跡の残存性に重要な役割を果たしている可能性が窺える。

コーティング加工されていない布地にCAを暴露した場合、シリコン樹脂やブチルゴムでコーティング加工された布地と比較してCAの適正な重合状態を得ることが難しく、特に非特異的な「カブリ」現象の発生は検出成績を極端に悪化させた。樹脂でコーティング加工された布地の多くはコーティング層が存在する裏側だけではなく、表側に露出している繊維表面にも極めて薄いコーティング様の膜が存在するようであり、全体に撥水性を示すのに対し、コーティング加工されていない布地ではナイロン繊維固有の親水性を示し、水が浸透する。CA暴露に際しては事前の加湿操作が不可欠であったが、与えられた水分は痕跡部分に吸着されると同時に裸のナイロン繊維へも多量に吸着され、一様に強いCA重合反応が進行したものと思われる。このように、背景部分への水分吸着量が多く、痕跡部分との水分吸着量の差が生じ難い布地では、CA-VPB法による検出は難しいと考えられた。また、布地の種類を問わず、自動車に搭載された油類、冷却水、飲料など痕跡以外の汚染物質の付着による水分吸着性の変化と、CA重合反応に対する影響を考慮することも必要と考えられた。CA暴露が適正に進行した試料では、痕跡部分に対するCAの選択的な強い重合反応の他、背景部分に対して「カブリ」現象に類似した

非特異的な弱い重合反応も発生した。この時、布地の表面は生成したポリシアノアクリレートによって薄く覆われた状態と考えられ、本来、コントラスト低下を招く過剰な反応として避けるべきものである。しかしながらこの反応は、痕跡部分への選択的な重合反応の後、残存するCAによって徐々に進行し、ナイロン繊維や一部露出しているコーティング材と、VPB染色液との直接的な接触を抑制してコントラストを改善するのに対し、「カブリ」現象による非特異的な強い重合反応は、痕跡部分に対する反応と同時に進行し、多量の生成物がVPBによって強く染色され、コントラストを悪化させると考えられ、両者の反応生成物は量的にも質的にも異なっている可能性がある。

CA暴露により生じた白色のポリシアノアクリレートを染色、可視化するために用いたVPB(Basic blue 7, CI: 42595)は塩基性色素に分類され、繊維製品の染料として工業的に、また、類似構造の物質が中等極性の脂質などを染色するための色素として組織学的検査などに用いられている。VPB水溶液に界面活性剤を添加した染色液は、撥水性を示す布地に対しても比較的速やかに展着し、その表面に生成したポリシアノアクリレートに加え、付着している脂質や細胞など様々な物質を染色、可視化した。特に表皮から脱落して付着した角化性上皮細胞の可視化は顔痕跡の同定に極めて有効であり、染色部分における細胞の有無は、その痕跡が皮膚の接触により生じたのか否かを判断する有力な根拠になるだけではなく、たとえ顔としての形態が識別できないような顔痕跡や、顔面以外の身体接触痕跡であっても、皮膚が接触した部位を確認し、DNA型検査などの分子生物学的な分析へと進められる可能性を判断するための指標になると考えられた。しかしながら、VPBは布地のコーティング材を強く染色し、ナイロン繊維にもある程度の染色性を示すため、布地裏側のコーティング層に染色液を接触させないよう操作上の工夫が必要であったり、不適当なCA暴露に基づく背景部分の非特異的な染色により痕跡部分との適度なコントラストが得られなかったりするケースも存在することから、これらの不具合を回避できるような染色液の処方について、さらに

検討を進める必要がある。

顔痕跡の経時的な変化について検討した実験では、間欠的に乾熱状態が繰り返される環境中で印象後2週間経過した試料であっても、CA-VPB法により形態を保持した顔痕跡が検出された一方、RTX法ではより短い間に鮮明な検出が難しくなり、痕跡の陳旧度と検出法との組み合わせによる検出成績の違いを明確に示す結果となった。各試料表面に顔痕跡の主要な成分として皮脂および塩類が混合して付着した状態を想定すると、皮脂成分は加熱に伴い流動性が増すため毛細管現象によって布地上で浸透拡散すると共に、酸化変性が進むのに対し、塩類は水分の亡失に伴って早期に乾固するため繊維表面に止まると考えられる。そのため、RTX法では拡散した皮脂が染色されて痕跡の輪郭が不鮮明化する傾向を示すが、CA-VPB法では繊維表面に止まった塩類が与えられた水分を吸着して限局的なCA重合反応を引き起こし、鮮明な輪郭が得られたと考えられた。実際の事故車両では火災発生時の熱や消火活動に伴う放水、風雨や霧への暴露、水没など、強い加熱や水が関与する状況も予想される。これらの状況に遭遇しない場合であっても、エアバッグを展開させるために推進剤の燃焼によって発生するガスは、時として乗員に火傷などの傷害を与える可能性が指摘⁷⁾されているように、高温のガスとして放出されるため、このような方式のインフレーターによって展開されたエアバッグは短時間ではあるが熱の作用を受けている。熱や水の関与は皮脂と塩類との残存性の関係を大きく左右する可能性があり、検出に際しては事故の状況、事故後の放置環境、水濡れなどの履歴に対する十分な検討が必要であることを示唆している。さらに、付着物の拡散状態は布地表面の性質とも関連し、例えば油脂や水が浸透しやすいものではそれぞれ皮脂や塩類が拡散しやすくなる傾向を示すと思われる。このように、顔痕跡の検出成績は付着物の性質、環境条件および布地の性質に依存して経時的に変動するため、適切な検出方法を吟味した上で実施する必要があると考えられた。

自動車のエアバッグには様々な仕様の基布が使用され、製品によって異なる布地の性質と、痕跡とし

て付着する物質との組み合わせは多岐にわたる。本研究結果より顔痕跡の検出には布地の性質や痕跡の状態に適した方法を用いる必要性が示され、布地のコーティング加工の有無を肉眼的に判別し、コーティング加工されていない基布を使用したエアバッグに対してはRTX法を、コーティング加工された基布を使用したエアバッグに対してはCA-VPB法を優先して実施することで、密閉された車両内であれば少なくとも展開後数日間、条件によっては2週間程度経過した試料から顔痕跡が検出可能であると考えられた。しかしながら、実際のエアバッグでは展開後の様々な環境条件による検出成績の変動が予想され、検討した二つの方法だけで常に一定の結果が得られるとは限らないことに加え、今後新たな性質を有する基布が開発、使用される可能性も考慮しなければならず、より広範な条件に対応が可能な検出方法についてさらなる検討を進める必要があると考えられた。

謝 辞

本研究に際し、御指導、御助言を頂いた警察庁科学警察研究所 吉野峰生 生物第二研究室長、実験材料およびエアバッグに関連する様々な情報を提供して頂いたタカタ株式会社渉外・広報室の皆様に深謝致します。

文 献

- 1) 自動車技術会編：自動車技術シリーズ6，自動車の安全技術．pp. 93-94，朝倉書店，東京（1996）．
- 2) Smock W. S.: ACCIDENT INVESTIGATION/Airbag Related Injuries and Deaths, *ENCYCLOPEDIA OF FORENSIC SCIENCES*. pp. 1-9, Academic Press, London (2000).
- 3) Mashiko, K., German, E. R., Motojima, K. and Colman, C. D.: RTX: A New Ruthenium Tetroxide Fuming Procedure. *J. Forensic Ident.*, **41**, 429-436 (1991).
- 4) Margot, P. and Lennard, C.: Fingerprint Detection Techniques, 6th Edition. pp. 83-84, *UNIVERSITE DE LAUSANNE*, Lausanne (1994).

- 5) Almog, J.: FINGERPRINTS (DACTYLOSCOPY)/Visualization, ENCYCLOPEDIA OF FORENSIC SCIENCES. pp. 890–900, Academic Press, London (2000).
- 6) Processing Guide for Developing Latent Prints. pp. 4–9, U.S. Department of Justice, Federal Bureau of Investigation Laboratory Division, Washington (2000).
- 7) 自動車アセスメント (パンフレット). pp. 11, 国土交通省・自動車事故対策センター, 東京 (2002).