— 特 別 記 事 —

法科学研究にみる最近の動向

瀬田季茂

科学警察研究所

〒102 東京都千代田区三番町6番地

A Recent Activity in Forensic Science Research

Sueshige Seta

National Research Institute of Police Science

6, Sanban-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 120, Japan

はじめに

“Forum”を語源とするForensic Science（法科学）が狭義には、すなわちその中心的意義は犯罪の捜査に強く関係する証拠物件科学であるとするのは世界の法科学研究者の共通の認識と考えてよい。法科学の定義は、人口によく膾炙した文を引用すると、以下のとおりとなる。“Forensic science is the application of science to those criminal and civil laws that are enforced by police agencies in a criminal justice system.”

すなわち法科学とは刑事司法体系のなかであって、民事法および警察機関により執行される刑事法に関わる事件の捜査活動に科学を適用させることと解釈してよいであろう。現代の法科学が犯罪の捜査と強く関連して発展してきた背景から、法科学の中心的役割が刑事事件に集中していることは自明なところである。また、筆跡、父権肯定などに関する科学的究明に代表される民事事件への関わりは、1994年に成立した製造物責任法、いわゆるPL（Product Liability）法の成立に伴い、製造物欠陥、派生する事故原因の究明などに関連して大きく拡大し、法科学の役割は、日常生活の中であって益々その重要性を担う状況にいたっている。

犯罪捜査を中心として発展してきた法科学の学問的体系化への先駆はドイツの刑法学者Hans Gross（1847 - 1915）にみられるとしてよいであろう。彼はオーストラリアに渡り、グラーツ大学に犯罪鑑識研究所を設立し、かたわら1893年に著した“Handbuch für Untersuchungs-Richter als System der Kriminalistik”の中で、犯罪捜査への自然科学理論と技術の適用の重要性を論説した。彼の論説は現代の“Criminalistics”（犯罪鑑識科学、狭義の法科学）の学問的体系化への礎を築いたものであり、20世紀初頭の法科学揺籃時代を創り出す原点となった。彼がその論説のなかで展開した犯罪捜査における専門的知識技術（forensic expertises）は、顕微鏡学、化学、生物学、物理学、動物学、植物学、鉱物学、人体計測学、指紋学などの自然科学分野を包含し、現代法科学がまさに“multidisciplinary science”として犯罪の捜査と立証に機能することを慧眼した彼の叡知は称賛されるに足るところであろう。彼の提唱した犯罪捜査における自然科学教義の実践は、Alphonse Bertillon（人体計測学、写真学）、Francis Galton, Henry Faulds（指紋学）、Leon Lattes

（血液型学）、Calvin Goddard（銃器鑑識）、Albert Osborn（文書鑑識）、Victor Balthazard（指紋学、統計解析学）などの19世紀末から20世紀初頭にかけて活躍した研究者により移されるところとなった。

Hans Grossの提唱した自然科学の犯罪捜査への適用を最も体系的に実践したのは、Edmond Locard（1877 - 1966）であり、彼はいわゆる“Locard's exchange principle”の提唱者として著明であり、現代の証拠物件科学の学問的体系化への真の実践者として評価されるところとなっている。Hans Grossのもう一人の継承者であるAugust Vollmerが1923年にアメリカ合衆国ロスアンゼルスに最初の法科学研究所を設立した後、法科学の潮流はアメリカ大陸に移動し、Paul Kirk（1902 - 1970）がいわゆる現代法科学の大成者としてパークレイに活躍するに及び、関連諸科学を統合する現代法科学の自然科学としての体系化が完成するところとなった。このような学問的体系化への変遷をたどりながら、現代法科学は伝統的自然科学の理論と技術に純正に準拠しつつ、高度科学技術をよく吸収するなかで新しい学問的体系化への道に入り込む状況となった。とくに、法科学的個人識別にみる分子生物学的理論と技術の台頭は犯罪鑑識科学領域における科学技術革命としての衝撃を斯界に与えるところとなった。

ところで、法科学研究における基本的命題は、いわゆる“chain of custody”に焦点が置かれ、犯罪現場における証拠物件の認知、採取、記録から科学的分析、公判審理における鑑定証言行為にまでわたる、一連の証拠物件管理連鎖に関する合理的戦略の確立に見出される。証拠物件の科学的分析はこのような一連のフローの一要素としての意義を持つものであり、科学分析データそれ自体は必ずしも法科学研究の全体を意味するものではない。これが法科学研究総体としての意義を付与するためには、科学的分析データの法科学的意義と評価に強く意を払う必要がある。

ここ数十年にわたってみられたコンピュータ技術の法科学研究領域への導入は、証拠物件鑑定における自動化と客観化（automation and objectivization）に大きく貢献するところとなったが、その効果の総体は、犯罪現場からの証拠物件の採取から分析と結果の提出、鑑定、証言にいたるまでの“chain of custody”の一連の作業過程にみられるものといってよい。すなわ

ち、証拠物件の管理と記録、分析の自動化、データベースの構築と識別作業および証拠物件の画像解析などの各項目の作業に大きな促進効果をもたらすこととなった。本稿では、これらの点を考慮しながら、現在、我が国のみならず世界の各国で直面している法科学上の問題点、すわなち、銃器鑑定、乱用薬物鑑定、DNA型鑑定などの問題を中心として、最近の研究動向を紹介することとした。

法科学領域におけるコンピュータ利用

コンピュータ技術の発展が、日常生活のあらゆる場面で、大きな影響を与えていることは明白なことであるが、法科学領域における利用の状況を概観してみると、証拠物件の管理体制 (administrative applications)、データベースの構築、測定の自動化と識別作業および画像解析技術などがあげられる。これらのうち、データベースの構築は最も著明のものであり、分析の自動化と相まって、証拠物件の識別作業に大きな効果を与えていることとなった。とくに、犯罪現場から採取された証拠物件と特定人物 (person) との識別作業でコンピュータ技術は効果的な力を発揮し、主要国において採用されている AFIS (Automated Fingerprint Identification Systems) に見られるごとく、膨大な reference sample に対する suspect sample の効果的な forensic matching を可能にさせた。さらに、顔貌の個人識別、銃器鑑定、筆跡鑑定等の分野への利用も一般的となり、乱用薬物分析や DNA 分析の自動化とデータベースの構築への利用も盛んとなっている。これらのうち、本章では、とくに顔貌分析への 3D 画像解析技術 (three dimensional image processing) の導入を紹介することとした。

近年、防犯カメラあるいは防犯ビデオの普及により、犯罪現場で撮影された犯人の顔の映像と被疑者の顔写真の異同識別に関する鑑定が増加しており、顔写真の異同識別法の信頼性が法科学的観点から重要視されてきた。また、顔写真の異同識別は、高速道路における道路交通法違反事件、不法入国および出国にかかわるパスポート偽造などの旅券法違反事件等においても実施されるなど、関与する事件の範囲は広く、益々、重要な鑑定として取り扱われてきている。

顔写真の個人識別に関する学術的な報告は、1982年に Kerley¹⁾ によってなされたのがおそらく最初であろう。彼は、新聞に掲載された群衆の写真のなかの 1 人の人物の顔写真と該当者と思われる人物の顔写真の個人識別を行っている。一般に、顔写真の個人識別法としては、顔の形態学的分析、顔の人類学的写真計測並びに顔写真と顔写真のビデオスーパーインポーズ法の 3 つの方法がある。

顔の形態学的分析は、顔型、眉、眼、外鼻、口唇、耳介など顔の各部分についてそれらの形態を詳細に比較検討するものであり、これらの顔の各部分についての形態学的な分類基準が報告されている^{2, 3)}。顔写真の計測法は、顔の人類学的計測点間の計測値とそれらの値から算出された指数に基づいて数値的に分析し、比較検討するものである。Catterick⁴⁾ は、顔写真の個人識別における計測値の有効性を検討するために、実験的に 27 人の顔写真を用い、351 組の組み合わせについて顔写真の計測値から求められた指数による比較検討を行い、画質の良い写真では 72%、画質の悪い写真では 66% が識別可能であったが、写真計測の識別能力に

は限界があるとしている。ビデオスーパーインポーズ法は、当初、頭蓋と顔写真の個人識別を行うために開発され、今日、一般的に身元不明白骨死体の個人識別に活用されているものであるが、顔写真間の比較にも利用され始めている⁵⁻⁷⁾。しかしながら、犯行現場で撮影された犯人の顔写真と被疑者の顔写真を同じ撮影角度にして比較することは実際の鑑定では難しいことである。このような問題を解決するために、吉野ら⁸⁾ は、レーザ計測による顔貌の 3 次元的計測を顔写真の個人識別に応用することを試み、被疑者の顔貌をレーザ計測を用いて 3 次元データとしてとらえ、このデータに基づく被疑者の顔画像と犯行現場で撮影された犯人の顔写真との個人識別を行うためのビデオスーパーインポーズシステムを考案した。本システムは、被疑者の顔貌をレーザ計測により 3 次元形状データとしてとらえ、これらのデータから 3 次元顔画像を合成し、この画像を X, Y, Z 軸で回転させることによって、犯行現場で撮影された犯人の顔写真と同じような撮影角度の被疑者の顔画像を得ることに着目して製作したものである。本システムにおいては、現在のところ 2 次元顔画像と 3 次元顔画像の顔面各部分における人類学的計測点に基づく距離および面積などの測定をソフトウェアにより TV モニタ上で直接行うことはできないが、今後、顔の人類学的計測値に基づく定量的比較も実施し得るように改良していくことを計画している。そのような改良によって、顔画像のスーパーインポーズ法による比較と同時に計測学的な比較検討も加えることが可能となり、顔写真の個人識別法として挙げられている 3 手法のうち、ビデオスーパーインポーズ法と顔の人類学的写真計測法の 2 つを備えたシステムを構築することができると考えられる。また、顔写真の個人識別の基本である顔の形態学的分析については、顔画像のスーパーインポーズを行う際に、比較すべき顔画像を同じ撮影角度にして、両者の眉、眼、外鼻、口唇、耳介などについて形態学的分類基準に基づいた比較が行われるわけであり、ここに 3 手法を用いた顔の個人識別法が完成するものと思われる。

DNA 型分析

生物学的証拠物件への DNA 型鑑定技術の導入は、法科学的個人識別における技術的革新としての衝撃を斯界に与えることとなった。英国の Jeffreys らが DNA フィンガープリント法を証拠物件の個人識別に始めて導入して以来、約 10 年を経過するに及ぶ現在、証拠資料の DNA 型鑑定技術の様相は、PCR 増幅法の出現に完全に呼応するなかで大きな改革と発展を遂げるにいたっている。技術的革新の最も顕著たるものは、従来の特異プローブを利用するマルチローカスハイブリダイゼーション法から、PCR 増幅法を用いるシングルローカスプロファイリングの利用にとって代わったことである。さらに、DNA 型鑑定技術の発展は今や短鎖 (short tandem repeat, STR) DNA の分析にまで進み、同時にミトコンドリア DNA の塩基配列分析が PCR 増幅法を取り込むなかで、種々の生物学的証拠資料への応用を十二分に予測させるまでに発展した。

PCR 増幅法は D1S80 (MCT118)、HLADQ α 、Polymarker、STR およびミトコンドリア分析に応用されるところとなっているが、そのなかでも、証拠物件の DNA 型鑑定技術として、D1S80 が対立遺伝子の分布の広さから多くの国で常用されてきた。しかしながら、証拠物件が宿命的に蒙るところの DNA の分解に起因する

型判定における“ambiguity”から完全に逃れることのできない事例に希に遭遇する場合のみられることから、法科学的環境下に置かれた物件でも、なお正確な型判定が可能とされる短鎖DNAの分析法が今日、証拠物件のDNA型判定法として一般化しつつある。現在、証拠物件のDNA型鑑定に利用しうる、あるいは利用されている短鎖DNA型を列記してみると、HUMVWFA31/A (VWA)⁹⁾、HUMTH01¹⁰⁾、HUMF13A01 (F13)¹¹⁾、HUMFES-FPS (FES)¹²⁾、ACTBP2 (SE33)¹³⁾、D21S11 (D21)¹⁴⁾などである。これらの短鎖DNAにみられる繰り返し配列単位の塩基数は4塩基であり、その対立遺伝子の数は記載順に、11、7~8、14、7、25、不明(30程度)とされている。これらの短鎖DNAはひとつの試験管内で複数の座位を同時に増幅する、いわゆる“multiplexes”PCR増幅により分析されることが一般化しつつあり、例えば英国のForensic Science Service CenterではVWA、TH01、F13およびFESの4種の短鎖DNA座位を含むmultiplexes、あるいはVWA、TH01およびD21の3種を含むmultiplexesの利用が通常の方法となっている。また、米国ではTH01、TPOXおよびCSF1POを含むmultiplexesを利用することを進めている。一回の施行で複数の種類の短鎖DNA型を判定しうる点において、multiplexes法の利用は、確かに大きい有効性が見込められる。しかしながら、実際の証拠物件のDNA型判定の実施に焦点を絞ると、それぞれ異なった分子サイズを持つ複数の座位の短鎖DNAを常に均等に増幅するのに成功する率はそう高くはないとの指摘はきわめて現実的である。すなわち、犯行現場から採取された証拠物件についてmultiplexesを利用する方法では、異なる座位の短鎖DNA型を均等に等しく判定し得る機会はいずれも少ないわけにはいかない。このような現象は、特に、PMキットの利用で顕著に認められ、LDLR、GYPA、HBGG、D7S8、GCおよび対照としてのSの6種を含むmultiplexesで、最も分子量サイズの小さいGCが陳旧試料に対して最も高い判定効率を示し、他の型は判定し得なくても、GCのみは判定し得る成績を与えるようである。このような観点からみて、multiplexesの証拠物件への応用にはいくばくかの判定のambiguityを残すこととなり、ここに単一の座位のみのPCR増幅の有効性が確認されることとなる。最近TH01、TPOXおよびCSF1POを含むmultiplexesから、とくにCSF1POのみを取り出して、原法よりもさらに短い153~185塩基サイズの部分を標的とする新しいCSF1PO DNA型の判定法を開発した¹⁵⁾。対立遺伝子の数は9通りであり、個々の型の出現頻度への片寄りが少ないことから証拠資料鑑定における有効性が高く見込まれている。CSF1POのみをmultiplexesから取り出して単独なPCR増幅系を考案し、証拠物件の短鎖DNA型に応用する最大の目的は、multiplexesを使用する際に経験するかもしれない鑑定の“ambiguity”を排除することであり、生物学的証拠物件のDNA型鑑定における結果の確実性を、一回で複数のDNA型を判定し得るという鑑定の効率性をあえて犠牲にしてまでも強く保証することにある。

現在、証拠物件のミトコンドリアDNA鑑定は、ミトコンドリアDループのうち、個人差を比較的良好に示すとされるHV1およびHV2領域のDループsub regionを標的DNAとして実施されるようになった^{16~19)}。HVは文字どおり“hypervariable”であり、HV1領域は16,024~16,365番の342塩基対の長さであり、HV2領域はDループの終点である191番目を越えて340番目にまで至っ

ている。証拠物件のミトコンドリアDNA鑑定はHV1とHV2領域のDNA塩基配列解析データがreference dataとしてのAndersonのシーケンスデータ²⁰⁾からどの程度のずれを示すかを解釈することであって、そのずれの程度そのものが個人の特徴(型)として評価、記録されるのである。現在、HV1およびHV2領域ともPCR増幅法を利用して証拠物件より増幅され、塩基配列の解析が実施されている。日本人におけるミトコンドリアDNAのHV1とHV2領域についても検討がなされ、その結果53人の個体は両領域の塩基配列多型性から53通りに分類され、その個人識別精度の高さが証明された²¹⁾。ミトコンドリアDNA分析による証拠物件鑑定は、塩基配列の解析結果に基づいてなされるため、指紋鑑定と同様に個人の特定にきわめて断定的な評価をなし得るものと考えられやすいが、ここで、FBI研究所の証拠物件DNA鑑定に対する基本的な価値評価²²⁾について紹介する。

「ミトコンドリアDNA塩基配列解析は、証拠物件を取り扱う法科学者の適正な判断の基に、その効用の程度を理解しなければならない分析手法である。得られるデータは個人識別作業の上できわめて直截的で、回りくどくないものであるが、通常の証拠物件鑑定事例では、細胞核DNAが入手できる限り、HLADQ α とか、短鎖DNA型鑑定の優先すべきである。これらの細胞核DNA分析はミトコンドリアDNA分析より優れているものと言えるからである。その理由は、まず現在の細胞核DNAによるDNA型の方がミトコンドリアDNA塩基配列よりも、その型の統計的評価において、より有効な情報を与える効果的なものとなっていること、さらに重要なことであるが、証拠物件が蒙る周囲からの汚染に対して、細胞核DNAに比べてミトコンドリアDNAがきわめて脆弱であり、誤った塩基配列解析データが生まれてくる可能性が大であることなどである。しかしながら、ミトコンドリアDNA分析が、そもそもDNA含量の少ない休止期の毛根、通常の毛根部、骨や歯などの生物組織資料に応用し得るものであり、応用を強力に進めるべきであろう。」

証拠物件のDNA型鑑定に関する研究は単なる研究のためのターゲットではなく、証拠物件のあらゆる態様に対応し得る戦略的理論と技術の創出を究極的に追求し、さらにその証拠物件に対する検証に集中されるべきであろう。

乱用薬物分析

不純物プロファイル分析

押収された乱用薬物の相互の類縁性を明らかにしたり、個々の薬物の由来を同定しようとする試みは、ここ数年来、乱用薬物の不純物分析“chemical profiling analysis”として乱用薬物分析に関係する世界の多くの法科学者の研究的興味を強く惹くところとなっている。

この不純物分析は、“chemical signature”あるいは“chemical fingerprints”としても名が知られ、最近のコンピュータ技術の進歩に呼応して、クロマトシステムからのデータの直接取り込みや迅速な分析が可能となるにいたり、多数量の薬物資料の不純物分析のデータベース化が可能となった。同時に分析機器の改良に伴い、キャピラリー電気泳動、同位体比質量分析、重水素NMRなどの分析による不純物データも取り込まれるようになり、より精度の高い不純物分析が可能とされるようになっている。特に、アンフェタミン²³⁻²⁶⁾、メタンフェタミン²⁷⁻³¹⁾、メチレンジオキシアンフ

ェタミン³²⁻³⁶⁾は著明な薬物として多くの研究者の関心と呼ぶところであり、数多くの研究成果が報告されているところとなっている。さらに、ヘロイン³⁹⁻⁴¹⁾の不純物プロファイル分析が米国とドイツで続けられ、特に、米国では、コカインについて詳細な研究が報告されている。注目すべき研究が最近ヨーロッパの研究グループでなされたコカインシグネチャーの研究に見出されている。この研究は前駆体物質⁴²⁾の不純物や最終産物中に吸着されたトレースの溶媒が不純物プロファイリングにおいてきわめて有意な要因を与えることを示している^{43,44)}。

すでに知られているごとく、大部分の密売されているストリートレベルでの薬物は、種々の増量・添加剤が加えられている。押収された乱用薬物は、継続的モニターを通じて、増量・添加剤についての包括的なデータを採取し、これらのデータは、“drug intelligence”として捜査部門に提供されるようになっていく。そのなかで、FT-IR分析法を利用した増量・添加剤の同時分析方法が報告されている^{45,46)}。

分析の自動化とコンピュータプログラム

何段階にもわたる化学分析過程や個々のデータを繰り返し登録する作業の自動化は、コンピュータの出現とともに必然的に強く要求されることとなる。その結果として、コンピュータプログラムの編成、検索法の発達によりより高度の自動化分析が可能とされてきた。操作系に組み込まれているソフトウェアによって、GCおよびGC/MS分析ではオートインジェクターがルーチンに使用されている。ロボットシステムの処理全体量は、ハードとソフトの両面で改善されたコンピュータと固相抽出法を含む新しい試料取扱方法の改善と相まって大幅に大きくなり、現在、6社がこのような自動化の分野に活躍している状況にある。このなかで、自動化法に関する具体的報告^{47,48)}とコンピュータプログラムの編成についての報告⁴⁹⁻⁵³⁾がなされている。

蒸気および粒子の検出—ポータブル薬物探知装置

交通機関の発達とともに世界各国にわたる貨物と人の往来が著しく増加したことは言うまでもないが、これに伴い乱用薬物の持ち込みは結果として派生する種々の社会的問題を惹起することとなり、いわゆる“shoreline operation”により乱用薬物の密出入を完全に阻止する科学的戦略の策定が強く要求されるところとなっている。数年来にわたり、著者も乱用薬物の探知システム、特に臭気を識別する機器システムの開発に関与してきたところである。薬物分析のためのポータブルかつ高感度な蒸気あるいは粒子の検出器の開発によって、現場におけるスクリーニングタイプの分析が可能とされる。最近、バーリンジャーのIONSCAN⁵⁴⁾のごとき単一のイオンをモニターする機器の使用が米国でルーチン的となっている。その結果として、種々なPOE (port of entry) サイトでの乱用薬物のスクリーニングと押収がなされている。さらに種々のGCやGC/MSタイプの機器の小型化⁵⁵⁾が図られたり、Surface-Acoustic Wave (SAW)⁵⁶⁾、パルス中性子を利用するもの⁵⁷⁾、バイオセンサーを利用するもの⁵⁸⁾など種々の試みが報告されている。乱用薬物の現場探知システムの技術の開発の歩みはさらに高まることになろう。なお、化学分析技術によらない探知システムは、X線を利用する方法により代表されるが、現在、ハイマンシステム社のHI-SCAN10050EDSおよびインビジョン

社のCTX5000などがPOE場面で実際に利用されている。

微細証拠物件

微細証拠物件の鑑定の中心的話題は物体相互の同一性由来 (a common origin) を科学的に証明することであり、科学究明の手段として生物学的、化学的、物理学的理論と技術、あるいはこれらの基本的自然科学分野から派生するところの現代の、いわゆる“sophisticated instrumental analysis”が採用されている。微細証拠物件鑑定で証明される物件相互の同一性は多くの場合、犯罪を再構成 (reconstruction) するための貴重な情報となり得る。物件相互の同一性は人と人 (血液、毛髪など)、物体と物体 (繊維、塗膜、ガラスなど多数)、場所と場所 (土砂、プランクトンなど) に代表される多くの事例で、犯罪がどのようにして生じたかを如実に物語ることになる。現代に見られる新製品、新素材の大量生産行程のながにあって、犯罪に関与して発生する微細証拠物件の多様性は極めて高く、個々の物件として整理、分類し得ないところであるが、一般的には生物学的証拠物件 (体液斑痕、毛髪など)、化学的証拠物件 (微細粉体、粒子、油斑痕、化粧品など) および固体証拠物件 (塗膜、繊維、ガラス、土砂など) に分類される。微細証拠物件鑑定の中心的概念を提言したのは、前に述べたとおりEdmond Locardであり、“Object or surface which came into contact always exchange trace evidence.”の文で示されているように、彼の提言は“Locard's exchange principle”として現代法科学の中に意義深く根付いている⁵⁹⁾。

微細証拠物件の鑑定に関わる自然科学的技術の進歩は極めて急速であることは周知のとおりであり、sophisticated instrumentationは全世界的な現象となっている。微細証拠物件分析に関する新技術は数多く、繊維鑑定については多くの成書が上梓されており⁶⁰⁻⁶²⁾、顕微ATRフーリエ変換赤外分光分析などの化学的方法や紫外部・可視部透過顕微分光分析などの光学的方法が提案されている。また、最近、著しい進歩が見られた鑑定の分野にガラスの異同識別がある。従来、広く行われている屈折率の測定が自動化され、コンピュータを用いた装置が開発された。本装置により、これまで不可能とされていた小数点以下4桁の屈折率が安定して測定できるようになった。さらに、ガラスに含有される微量な無機元素についての分析でも、高周波誘導プラズマ・質量分析計 (ICP/MS) を用いることにより、ppb, pptレベルの分析が可能となり、両者の結果を組み合わせることにより、飛躍的にガラスの異同識別能力が向上した。また、各国間のガラスの比較も行われるなど、国際的な協力関係が構築されつつある。

ところで、現在、これら微細証拠物件鑑定に対する鑑定の価値基準が大きく論議されることとなり、公判審理における鑑定結果のさらなる有効性を確立するための気運が非常に高まっている。その具体的な活動は微細証拠物件の鑑定技術の高度化と標準化を目指して設立された全世界的規模に基づく作業グループに見い出されよう。1994年、FBIが主体となって設立した繊維鑑定に関する研究グループ (Technical Working Group for Fiber Examination, TWGFIBE)⁶³⁾、1995年、同じく塗膜鑑定に関する作業グループ (TWGPAINT)⁶⁴⁾のふたつの作業グループが活動を開始し、国際的研究協力、情報交換が活発になされることとな

った。これらのグループの活動の中で最も中心的とされるものは round-robin test (各国の研究機関が同一資料を分析し、その結果を討議する) の実施であり、鑑定技術の高度化、規準化の確立を図っている。1996年にこれら両作業グループは統合されるところとなり、新しく Technical Working Group for Material Examination (TWGMAT)⁶⁵⁾ が設立され、1) 法科学社会における情報交換の推進、2) 微細物証拠物件鑑定のガイドラインの設定、3) 研究所間協力研究の実施、4) 現代科学技術の評価と研究テーマへの還元、などをプロジェクトテーマとして活動を開始した。結論的な評価として、これら作業グループの設立は法科学鑑定における鑑定品質保証体系 (Quality Assurance System, QA) の規準化への活動としての意義を有すると言える。現在、QAの活動は前述した TWGMAT のみならず、最も大きな社会的関心を集めている TWGDAM (the Technical Working Group for Forensic DNA Analytical Methods, DNA 分析法作業グループ)、TWGFAST (the Technical Working Group on Friction Ridge Analysis, Study and Technology, 指紋研究技術作業グループ) などのグループにおいても活発になされている。今後、偽造文書鑑定、毛髪鑑定、銃器・工具痕跡鑑定の各法科学領域においても作業グループが設立される予定となっており⁶⁶⁾、現代の高度科学技術の鑑定への取り込み、鑑定の科学的精緻性の確保を通じて鑑定品質の保証体系確立への歩みは極めて急になっている。

銃器鑑識

Firearms and Ballistics

けん銃をはじめとする銃器が安全で平和な生活を脅かしている状況は世界共通の現象となり、特に銃器による暴力、殺人事件が多発する場合、薬物犯罪と大きく関連し、さらに銃器がテロリズム行為の一手段とされる危険性ははらむことなどから、銃器鑑定に関する研究は世界的な視野で実施される状況に至った。銃器を社会から撲滅するための科学的支援体制、いわゆる“logistics”に直接に関連する法科学研究者は銃器の鑑定 (firearms identification) に多くの時間と労力を振り向けることを余儀なくされている。ところで、firearms identification という概念はややもすると“forensic ballistics”、あるいは単に“ballistics”などと混同されて使用されることがある^{67, 68)}。銃器鑑定の研究に触れる前に、ここで簡単に銃器鑑定の概念的総体についてふれてみることにしたい。まず、はじめに、“firearms identification”について言う、この分野は弾丸と薬きょうの法科学的識別、発射残渣の化学分析、発射残渣の分布分析などの研究に集約される。そもそも、ballistics とは弾丸を含めた諸種の発射体 (projectile) が描く弾道 (trajectory) の動態を極める領域とされている。“forensic ballistics”は伝統的な分類に従えば、“internal ballistics” (腔内弾道学) と“external ballistics” (腔外弾道学) のふたつに分類される。前者は撃針が雷管を打撃する瞬間から弾丸が銃口を離れるまでの動態に関わる研究に集中し、後者は弾丸が銃口から離れた以降に発生、展開する諸種の動態に関わる研究を含んでいる。特に後者の研究では射撃距離、弾丸の減速の度合および衝撃力などの項目が中心的テーマとされてきた。現在、これらに加えて、“wound ballistics” (銃創)、“terminal ballistics” (被射体損傷) のような銃器研究における法科学的細

分化も一般的となった。

この両者は本来、external ballistics に分類されようが、その研究方法の独自性から、銃器による身体損傷および被射体損傷ともいべきものに個別的に取り扱われるところになっている。

DRUGFIRE

1993年、6月20日、米国バルチモアの街路で R. Taylor と D. Johnson の2名が何者かによって射殺された。この事件の3週間後、他のバルチモア市民、M. Tillson が射殺され、さらにその5日後に散歩中の D. Brown が射殺されるという連続銃器殺人事件が発生した。一見して関連性を持ち合わせるとは思えないこれらの4件の殺人事件に関して、バルチモア警察の法科学研究所は革新的な法科学戦略とも言うべき“DRUGFIRE”システムを駆使することにより、これら4件の事件が相互に関連した事件であることを証明することとなった。DRUGFIRE とはひと口に言うと、銃器関連証拠物件のデータベース構築、検索のための自動画像システムであり、“an automated databasedriven multimedia firearms evidence imaging system”と説明されている⁶⁹⁾。本システムは FBI 研究所によって開発されたものであり、1992年にバルチモアとワシントンを経営システム (BAL/WDC) として設備され、現在では米国内はもとより国際的な規模のなかで運用される気運にまでいたっている。FBI の DRUGFIRE 構想の中心は銃器に関連する暴力、殺人事件の急上昇を阻止することに向けられた。銃器による多くの暴力、殺人事件が乱用薬物の製造、密輸入、取り引き、施用に直接関連するケースが頻繁であることから FBI の DRUGFIRE 計画は米国の不法薬物規制政策とも強く関係し、乱用薬物と銃器に起因する暴力殺人事件を鋭く究明することに焦点をあわせたものである。したがって、DRUGFIRE と称するニックネームは“drug related violence”に由来するのである。DRUGFIRE の採用は各地域に分散する法科学研究所が銃器証拠物件データの集積、保管を集中化し、これを相互に利用することを可能にさせた。本システムには、CCD カメラにより採取される画像データ (imagery) も含まれている。銃の発射過程で銃器が弾丸と薬きょう表面に顕微鏡的工具痕 (bullet and cartridge case mark) を発生せしめることは周知のとおりである。発射弾丸に残される痕跡 (bullet marks) が薬きょうに残される痕跡に比較して、発射ごとの形状変異が幾分とも大きく、破損などの要因に関連した、いわゆる“limited reproducibility of bullet marks”を必ずしも否定しない状況から、DRUGFIRE におけるデータの集積は薬きょう部分に特に焦点が絞られ、“comparison of cartridge case imagery”が中心をなしている。しかしながら、諸種の再現性を害する要因を排除すれば、きわめて高い個別特徴を示す“bullet striation”を薬きょうと同時に DRUGFIRE の中に取り込んでいることは申すまでもない。ここで、FBI が DRUGFIRE の利用にあたっての基本的考えについて触れてみたい⁶⁹⁾。ここでまず、その原文を掲げることとする。

“It is important to note that DRUGFIRE does not replace the qualified forensic firearms examiner in making microscopic comparisons and identifications. It merely serves as a screening tool to extend the capabilities of the examiner.

All probable associations made through the DRUGFIRE system will be verified by a qualified forensic firearms

identification examiner using traditional, court-accepted comparison microscope techniques.

Accordingly, no admissibility issues should arise in court as a result of the use of DRUGFIRE.”

第一に、本DRUGFIREシステムは伝統的な顕微鏡的手法を応用した銃器鑑定にとって変わるものではないことを強調している。本システムは鑑定人の活動の大きさを拡大する意味であって、スクリーニング法としての機能を付与せしめただけである。DRUGFIREにより決定された証拠物件間の同一性の証明の有効性は、伝統的な、かつ公判において承認されている比較顕微鏡の検査技術を駆使する銃器鑑定人の手によって検証されることになる。つまるところ、最終的鑑定結果は伝統的な比較顕微鏡所見に基づいて記述されるのであって、DRUGFIREにより選別された結果はあくまでも“probable matching”を示すにすぎない。したがって、本DRUGFIREの運営にあたって、公判上なんらの問題も提起しない。DRUGFIREの法科学鑑定における究極的目的は連続する銃器犯罪の相互の関連性を証拠物件分析により早期に解明し、結果として被疑者の逮捕、拘留、罪刑の迅速処理を可能ならしめることにある。DRUGFIREの採用により、銃器証拠物件のdigital imageはtelecommunicationネットワークを介して研究機関で交換され、“forensic matching”に即座に応用可能であることは、銃器鑑定における行政管轄的制約、人材と資機材的制約を大きく克服させ得るし、なによりも、証拠物件鑑定において最も重要な項目である、証拠物件の管理連鎖、いわゆる“chain of custody”という法科学研究者にとって厄介な問題を排除させるであろう。このようなDRUGFIREのもつ特質を鑑みると、DRUGFIREシステムの斯界における今後の飛躍的発展が大きく見込まれるところである。

Firearms Identification

伝統的な比較顕微鏡検査技術に関連して、bullet marksやcartridge case marksなどの工具痕の検査のための新しい技術の導入が紹介されている。弾丸の発射痕の形態形状解析のためにNoncontact Laser Surface Analysis (NSLA) 法を応用したり⁷⁰⁾、各種の工具痕の解析に3D (three dimensional) 自動比較法を応用したり⁷¹⁾する報告がなされているが、これらの報告は従来の光学照明法に代えてレーザー照明法を工具痕跡に応用し、三次元的形態解析を試みることによって、さらに精度の高い痕跡のマッチングを意図している。さらに、銃器鑑識と工具痕跡の解析にFiber Optic Videomicroscope (FOVM) の応用も紹介されている⁷²⁾。現行の比較顕微鏡にFOVMを装着することにより、痕跡比較に関するより詳細な記録が採取された。これらの新技術の紹介と同時に、銃器鑑識のなかでの重要な問題提起のひとつである発射痕の形態形状について報告がみられる。すなわち、bullet striationが人体損傷の通過過程で被ると考えられる変形について研究され、弾丸が頭蓋、胸部、腹腔、筋、脂肪組織などの身体各部に射入した際には有意なrifling striationの不鮮明化が発生することが示唆された⁷³⁾。

External Ballistics

現在、異種の発射弾丸の弾道のシュミレーションに関して多くのソフトが利用されているところになっている。そのなかで、ベルギーのRoyal Military AcademyのBallistics Departmentによって開発されたプログラムは注目値するであろう。

External ballisticsに関する具体的な研究例として、光電管とドップラーレーダーにより種々の比較的口径の大きい銃により発射された弾丸の速度を比較した研究⁷⁴⁾、高速弾丸の偏向角のshadowgraph techniqueに関する研究⁷⁵⁾、弾丸弾道の決定、射手の位置の推定、弾丸の跳飛角の決定などにレーザーポインターの利用を推定する研究⁷⁶⁾などがあげられる。

Internal Ballistics

弾丸が標的ないし非標的物に衝突した際の現象はterminal ballisticsの領域とされるが、その研究の主体は被射物体の飛散状況や飛散断片の形状などから弾丸による種々の成傷要件を研究することにある。その例として鋼鉄やコンクリートに衝突したピストル弾丸の跳飛断片のエネルギー分布に関する研究⁷⁷⁾、自動車の安全ガラスの破損形状からの発射弾丸の衝突位置の決定に関する研究⁷⁸⁾、三方向の異なる角度から発射した弾丸による自動車ガラスのせん孔形状と、関連する損傷に関係する研究⁷⁹⁾などがあげられる。

射撃残査分析法およびそれに関連する試料採取法など、化学分析に関わる部分については記載を省略することとする。

おわりに

法科学は、高感度分析技術及び高機能コンピュータ技術の導入により、21世紀を目前にして新しい科学技術領域としての発展の時を迎えたと言ってもよいであろう。とくに、コンピュータの導入は、従前の証拠物件分析および異同識別作業を飛躍的に発展させ、分析の自動化、データベースの構築、法科学的識別作業の自動化と客観化などの多くの項目に対して大きな促進的効果を与えるにいたっている。このようなコンピュータ技術の証拠物件科学のなかにみられる多くの効用の一方で、コンピュータは人間の頭脳を完全には代替し得ないものであるとの考えも一般的であろう。たとえば、法科学的識別作業 (forensic identification) のなかにあつて、コンピュータの持つ役割は大量のデータベースから証拠物件 (suspect sample) と同一由来性に最も近い候補資料を選び出すことを限界とするとの考えは法科学研究者に共通した一般的考え方である。ここに人たる法科学研究者の役割が強調されることとなり、選定された資料と証拠物件との本来的同一性を判断し、決定する最終的作業は法科学研究者そのものに委ねられるのである。極言すれば“コンピュータは鑑定し得ず”ということになり、証拠物件鑑定の証拠価値の完全性は人たる法科学研究者により確立されるのである。この点に関する以下に示すI. Koppの提言はまことに至適なものとして受け止められよう。

“In all forensic identification systems the role of the computer is to sort out the most probable candidates from a large mass of data, and the role of the forensic scientist is to make a judgement and a control, to decide which of the candidates is the most probable and the evidentiary value that should be attributed to the result.” (IN “Computerised application in forensic science laboratories” 11th International ICPO - Interpol Forensic Science Symposium, Lyon, November, 1995)

さて、証拠物件科学としての法科学では分析の対象とされる資料は、いわゆる“intact material”であることはまれであり、多くの場合、trace, aged, contaminated, decomposed or

degraded samplesである。このような状況の資料の分析に対応し得る戦略的技術の開発が強く要求されるのが法科学技術の特徴であり、証拠物件からDNAを効果的に抽出、精製したり、犯行現場の潜在指紋を可及的に明瞭に採取したりすることに成功することによって、それに引き続く高度分析手続きに付することが出来る。いかに巧みなAFISシステムが存在しても、犯行現場から採取される指紋の形態状況が不備であってはシステムの効果的利用は不可能となる。ここに、証拠物件のあらゆる態様に対応し得る戦略的技術の開発が法科学領域では強く求められることとなり、さらに得られた技術の、いわゆる“simulated case work sample”に対する検証研究（validation study）を経て後、その技術は証拠物件分析のための有効な技術としての確証を得るところとなる。これら戦略的技術は、現代の高性能コンピュータ技術と相まって、高度の鑑識科学技術の確立が保証され、結果として、公判審理における証拠物件鑑定の科学的有効性が保証されるところとなろう。

刑事司法体系と強く関わりを持つ法科学の機能には、刑事体系としての犯罪の捜査と、司法体系としての公判における審理の二つの要素が含まれよう。法科学の中心的項目である犯罪鑑識科学は、私見ながら証拠物件科学とも言えるものであり、あえて究極的定義をなせば“犯人到達への科学”とも言えよう。しかし、ここで言う犯人とは犯罪を生起せしめた“真の犯人”を意味するものと解釈されたい。すなわち、法科学の機能のひとつは証拠物件分析を過程として、精緻な科学的合理性に立脚して真の犯人を究明することであり、換言すれば、犯人でない者を嫌疑から解放する（to exonerate a person from suspicion）重要な機能をも担うものである。ここで、法科学の同定過程での誤謬が、Type I ErrorとType II Errorの二つの誤りに分類されることをあえて紹介したい。

Type I Errorは“incorrect exclusion”と言われるもので、本来犯人に帰属すべき資料を犯人に帰属しないとすする誤りを意味し、Type II Errorは“incorrect inclusion”と言われるもので、本来は犯人に帰属しない資料を犯人に帰属させてしまう誤りを意味する。法科学的観点からすればどちらの誤謬も避けなければならないが、社会通念上、Type II Errorはきわめて重大な問題を我々に提起することになる。証拠物件分析に携われる法科学研究者はこれらの誤謬を避けるために、態様の様々な証拠物件に対応し得る戦略技術の獲得を目指し、さらに物件相互の同一由来性を計り知れない高度な蓋然性のもとに確立し得る高度科学技術の導入に強く意を払う必要があろう。

文 献

- 1) Kerley, E.R. : Face in the crowd. *Am. Acad. Forensic Sci. Prog.*, 102 (1982).
- 2) Hammer, H.J. : Körperliche Merkmale. In Identifikation. (Eds. Hunger H. and Leopold D.), pp.391 – 404, Barth, Leipzig (1978).
- 3) Miyasaka, S., Yoshino, M., Imaizumi, K. and Seta, S. : The computer-aided facial reconstruction system. *Forensic Sci. Int.*, **74**, 155 – 165 (1995).
- 4) Catterick, T. : Facial measurements as an aid to recognition. *Forensic Sci. Int.*, **56**, 23 – 27 (1992).
- 5) Majumder, T. and Sinha, P. : Photographs of the human face and broken projective symmetry. *J. Forensic Sci. Soc.*, **29**, 387 – 395 (1989).
- 6) Maples, W.R. and Austin, D.E. : Photo / Video superimposition in individual identification of the living. *Am. Acad. Forensic Sci. Prog.*, 170 – 171 (1992).
- 7) Vanezis, P. and Brierley, C. : Facial image comparison of crime suspects using video superimposition. *Science and Justice*, **36**, 27 – 33 (1996).
- 8) 吉野峰生, 窪田 聡, 松田秀明, 今泉和彦, 宮坂祥夫, 瀬田季茂 : 3次元顔貌計測装置を応用した顔写真ビデオスーパーインポーズシステムの製作. 科警研報告, **48**, 149 – 158 (1995) .
- 9) Kimpton, C.P. : Walton A. and Gill, P. : A further tetranucleotide repeat polymorphism in the VWF gene. *Hum. Med. Genet.*, **1**, 287 (1992).
- 10) Puers C., Hammond, H.A., Jim, L., Caskey, C.T. and Schumm, J.W. : Identification of repeat sequence heterogeneity at the polymorphic short tandem repeat locus HUMTH01 [AATG] and re-assignment of alleles in population analysis by using a locus-specific allelic ladder. *Am. J. Hum. Genet.*, **53**, 953 – 958 (1993) .
- 11) Polymeropoulos, H.H., Roth D.S., Xiao, H. and Merrie, C. R. : Tetranucleotide repeat polymorphism at the human coagulation factor XIII. A sub unit gene (F13A1). *Nucleic Acids Res.*, **19**, 4036 (1991).
- 12) Polymeropoulos, H.H., Roth D.S., Xiao, H. and Merrie, C.R. : Tetranucleotide repeat polymorphism at the human C-fes/fps proto-oncogene (FES). *Nucleic Acids Res.*, **19**, 4018 (1991).
- 13) Polymeropoulos, H.H., Roth D.S., Xiao, H. and Merrie, C.R. : Tetranucleotide polymorphism at the human beta-actin related pseudogene H-beta-Ac-psi-2 (ACTBP2). *Nucleic Acids Res.*, **20**, 1432 (1992).
- 14) Urquhart, A., Kimpton, C.P., Downes, T.J. and Gill, P. : Variation in short tandem repeat sequences—a survey of twelve micro satellite loci for use as forensic identification markers. *Int. J. Leg. Med.*, **107**, 13 – 20 (1994).
- 15) Yoshida, K., Sekiguchi, S., Kasai, K., Sato, H. and Seta, S. : Evaluation of new primers for CSF1P0. *Int. J. Leg. Med.* (in press).
- 16) Aquadro, C.F. and Greenberg, B.D. : Human mitochondrial DNA variation and evolution—Analysis of nucleotide sequences from seven individuals. *Genetics*, **103**, 287 – 312 (1983).
- 17) Hopgood, R., Sullivan, K.M. and Gill, P. : Strategies for automated sequencing of human mitochondrial DNA directly from PCR products. *Biotechniques*, **13**, 82 – 92 (1992).
- 18) Sullivan, K.M., Hopgood, R. and Gill, P. : Identification of human remains by amplification and automated sequencing of mitochondrial DNA. *Int. J. Leg. Med.*, **105**,

- 83 – 86 (1992).
- 19) Piercy, R., Sullivan, K.M., Benson, N. and Gill, P. : The application of mitochondrial DNA typing to the study of white Caucasian genetic identification. *Int. J. Leg. Med.*, **106**, 85 – 90 (1993) .
 - 20) Anderson, S., Bankier, A.T., Barrell, B.G., de Bruijn, M. H.L., Coulson, A.R., Drouin, J., Eperon, I.C., Nierlich, D.P., Roe, B.A., Sanger, F., Schreier, P.H., Smith, A.J.H., Staden, R. and Young, I.G. : Sequence and organization of the human mitochondrial genome. *Nature*, **290**, 457 – 465 (1981).
 - 21) 関口和正, 千住弘明, 水野なつ子, 笠井賢太郎, 坂井活子, 佐藤元, 瀬田季茂 : 日本におけるミトコンドリアDNAコントロール領域の多型性について. 第19回日本分子生物学会年会要旨集 p762 (1996) .
 - 22) Budowle, B., Wilson, M.R., Stoneking, M., Holland, M. M. and Dizinno, J.A. : Guidelines for the use of mitochondrial DNA sequencing in forensic science. *Crime Laboratory Digest*, **20**, 68 – 77 (1993).
 - 23) Noggle, F.T., Clark, C.R. and DeRuiter, J. : GC-MS and liquid chromatographic analysis of amphetamine and amphetamine-type products formed in the reaction of arylpropenes with acetonitrile and sulfuric acid. *Microgram*, **28**, 12 – 26 (1995).
 - 24) Noggle, F.T., DeRuiter, J. and Clark, C.R. : GC-MS analysis of products, by-products and impurities in the synthesis of amphetamine from 1-phenyl-2-nitropropene. *Microgram*, **27**, 153 – 167 (1994).
 - 25) DeRuiter, J., Clark, C.R. and Noggle, F.T. : Gas chromatographic and mass spectral analysis of amphetamine products synthesized from 1-phenyl-2-nitropropene. *J. Chromatogr. Sci.*, **32**, 511 – 519 (1994).
 - 26) Forbes, I.J. and Kirkbride, K.P. : The origin of alkenes in illicit amphetamine : An examination of the illicit synthesis of phenyl-2-propanone. *J. Forensic Sci.*, **37**, 1311 – 1318 (1992).
 - 27) Pearson, J.R., Windahl, K.L., McTigue, M.J., Pearson, J. R., Pratt, S.J., Rowe, J.E. and Sear, E.M. : Investigation of the impurities in methamphetamine synthesized from pseudo-ephedrine by reduction with hydroiodic acid and red phosphorus. *Forensic Sci. Int.*, **76**, 97 – 114 (1995).
 - 28) Noggle, F.T., Clark, C.R. and DeRuiter, J. : Evaluation of allylbenzene as a precursor for the synthesis of methamphetamine. *Microgram*, **27**, 302 – 315 (1994).
 - 29) Noggle, F.T., Clark, C.R. and DeRuiter, J. : Characterization of methamphetamine and synthetic by-products in clandestine samples. A case report. *Microgram*, **27**, 253 – 267 (1994).
 - 30) Tanaka, K., Ohmori, T., Inoue, T. and Seta, S. : Impurity profile analysis of illicit methamphetamine by capillary gas chromatography. *J. Forensic Sci.*, **39**, 500 – 511 (1994).
 - 31) Tanaka, K., Ohmori, T., Inoue, T. and Seta, S. : Analysis of impurities in illicit methamphetamine. *Forensic Sci. Int.*, **56**, 157 – 165 (1992).
 - 32) Robak, D.R. : Identification of clandestinely produce methylenedioxyisoquinolines. *Microgram*, **28**, 46 – 53 (1995).
 - 33) Clark, C.R., DeRuiter, J., Andurkar, S. and Noggle, F. T. : Analysis of 3,4-methylenedioxy-phenyl-2-propanone and 3,4-methylenedioxy-amphetamine prepared from isosafrole. *J. Chromatogr. Sci.*, **32**, 393 – 402 (1994).
 - 34) Bohn, M., Bohn, G and Blaschke, G. : Synthesis markers in illegally manufactured 3,4-methylenedioxy-amphetamine and 3,4-methylenedioxymethamphetamine. *Int. J. Leg. Med.*, **106**, 19 – 23 (1993).
 - 35) Clark, C.R. and Noggle, F.T. : GC-MS analysis of products, intermediates and by-products in the synthesis of MDA from isosafrole. *Microgram*, **27**, 188 – 200 (1994).
 - 36) Verweij, A.M.A. and Sprong, A.G.A. : A note about some impurities in commercially available piperonyl-methylketone. *Microgram*, **26**, 209 – 213 (1993).
 - 37) Renton, R.J., Cowie, J.S. and Oon, M.C.H. : A study of the precursors, intermediates and reaction by-products in the synthesis of 3,4-methylene-dioxy-methyl-amphetamine and its application to forensic drug analysis. *Forensic Sci. Int.*, **60**, 189-202 (1993).
 - 38) Verweij, A.M.A. : Impurities in illicit drug preparations : 3,4-(methylenedioxy) methylamphetamine. *Forensic Sci. Rev.*, **4**, 137 – 146 (1992).
 - 39) Lurie, I.S., Spratley, T.K., Casale, J.F. and Issaq, H.J. : Separation and detection of acid/neutral impurities in illicit heroin via capillary electrophoresis. *J. Chromatogr.*, **669**, 3 – 13 (1995).
 - 40) Kaa, E. : Impurities, adulterants and dilutents of illicit heroin. Changes during a 12 year period. *Forensic Sci. Int.*, **64**, 171 – 179 (1994).
 - 41) Violante, N., Quaglia, M.G., Lopez, A and Caroli, S. : Characterization of cocaine and heroin samples as a function of their trace element content : An analytical pilot study. *Micochem. J.*, **45**, 79 – 89 (1992).
 - 42) Verweij, A.M.A. : Impurities in illicit drug preparations (XXIV). Spectroscopic properties of some compounds present in essential oils used as starting compounds in the synthesis of “designer drugs” of the phenethylamine type. *Microgram*, **28**, 224 – 228 (1995).
 - 43) Merello, D.R. and Meyers, R.P. : Qualitative and quantitative determination of residual solvents in illicit cocaine HCl and heroin HCl. *J. Forensic Sci.*, **40**, 957 – 963 (1995).
 - 44) Mulligan, K. and McCauley, H. : Factors that influence the determination of residual solvents in pharma-

- ceuticals by automated static headspace sampling coupled to capillary GC-MS. *J. Chromatogr. Sci.*, **33**, 49 – 54 (1995).
- 45) Lopez-Artiguez, M., Camean, A. and Repetto, M. : Unequivocal identification of several common adulterants and diluents in street samples of cocaine by infrared spectroscopy. *J. Forensic Sci.*, **40**, 602 – 610 (1995).
 - 46) Wielbo, D. and Tebbett, I.R. : The use of micro-fourier transform infrared spectroscopy for the rapid identification of street drugs : Determination of interference by common dilutents. *J. Forensic Sci. Soc.*, **33**, 25 – 32 (1993).
 - 47) Pakulniewicz, K.J. and Town, J. : A robotic procedure for the capillary gas chromatographic quantitation of heroin. *LC-GC*, **13**, 116 – 118 (1995).
 - 48) de Kanel, J. and Korbar, T. : Robotics and the analysis of drugs of abuse. *Anal. Addict. Misused Drugs*, 267 – 291 (1995).
 - 49) Grogg-Sulser, K., Helmlin, H. and Clerc, J. : Qualitative and quantitative determination of illicit heroin street samples by reversed-phase high-performance liquid chromatography : Method development by CARTAGO-S. *J. Chromatogr.*, **692**, 121 – 129 (1995).
 - 50) Bravenec, V.A. : A post run macro for the evaluation of an HPLC column's performance and reproducibility. *Microgram*, **28**, 220 – 223 (1995).
 - 51) Clark, C.C. : A basic program for the quantitation of cocaine, heroin, diazepam, methaqualone, codeine and oxycodone on the HP 5890A gas chromatograph. *Microgram*, **27**, 70 – 90 (1994).
 - 52) Wrisley, L. : Use of computer simulations in the development of gradient and isocratic high-performance liquid chromatography methods for analysis of drug compounds and synthetic intermediates. *J. Chromatogr.*, **628**, 191 – 198 (1993).
 - 53) Davidson, A.W. : Computerized infrared search system. *Microgram*, **25**, 298 (1992).
 - 54) Fytche, L.M., Hupe, M., Kovar, J.B. and Pilon, P. : Ion mobility spectrometry of drugs of abuse in customs scenarios : Concentration and temperature study. *J. Forensic Sci.*, **37**, 1550 – 1566 (1992).
 - 55) Holland, P.M., Mustacich, R.V., Everson, J.F., Foreman, W., Leone, M., Sanders, A.H. and Naumann, W.J. : Correlated column micro gas chromatography instrumentation for the detection of contraband drugs in cargo containers. *Proc. SPIE-Int. Soc. Opt. Eng.*, **2276**, 79 – 86 (1994).
 - 56) Watson, G., Horton, W. and Staples, E. : Portable detection system for illicit materials based on SAW resonators. *Proc.-IEEE Ultrason. Symp.*, **1**, 269 (1992).
 - 57) Brown, D.R. : Cargo inspection system based on pulsed fast neutrons analysis. *Proc. SPIE-Int. Soc. Opt. Eng.*, **2092**, 254 – 262 (1994).
 - 58) Hilpert, R., Binder, F., Grol, M., Hallermayer, K., Josel, H.-P., Klein, C., Maier, J., Oberpriller, H. and Ritter, J. : Biosensor technology for the detection of illegal drugs (I). Objectives, preparatory work and drug enrichment. *Proc. SPIE-Int. Soc. Opt. Eng.*, **2276**, 120 – 127 (1994).
 - 59) Locard, E. : Dust and its analysis : An aid to criminal investigation. *Police J.*, **1**, 117 – 192 (1928).
 - 60) Robertson, J.(Ed.) : Forensic Examination of Fiberes, Ellis Horwood Ltd., London (1992).
 - 61) Gandette, B.D. : The Forensic Aspects of Textile Fiber Examination. In Forensic Science Handbook vol. II (Ed. Saferstein, R.), pp.209 – 272, Prentice Hall, Englewood Cliffs (1988).
 - 62) Suzuki, S., Marumo, Y. and Seta, S. : Forensic Science, Fibres. In Encyclopedia of Anal. Sci., pp.1612 – 1617, Academic Press Ltd., London (1995).
 - 63) Bartick, E.G. : Notes from the technical working group for fiber examination. *Crime Laboratory Digest*, **22**, 77 – 80 (1995).
 - 64) Bartick, E.G. : Notes from the technical working group for paint examination. *Crime Laboratory Digest*, **22**, 91 – 92 (1995).
 - 65) Bartick, E.G. : Notes from the technical working group for materials examination. *Crime Laboratory Digest*, **23**, 13 – 16 (1996).
 - 66) Presley, L.A., Bartick, E.G. and Nimmich, K.W. : Technical working groups in forensic science : A mechanism of quality assurance standardization. *Crime Laboratory Digest*, **23**, 9 – 12 (1996).
 - 67) Wilson, C.M. : Crime Detection Laboratories in the United States. In Forensic Science, Scientific Investigation in Crime Justice (Ed. Pererson, J.L.), pp. 102 – 103, AMS Press Inc., New York (1975).
 - 68) Fisher, B.A.J. : Firearms Examination. In Techniques of Crime Scene Investigation, 5th ed., p.272, CRC Press, Boca Raton (1993).
 - 69) Sibert, R.W. : DRUGFIRE, Revolutionizing forensic identification and providing the foundation for a national firearms identification network, *Crime Laboratory Digest*, **21**, 63 – 67 (1994).
 - 70) Espinoza, E.O., Mann, M.J., Mitchell, S.L., Thornton, J. L. and O'Conner, K.A. : Surface profile analysis : A novel technique for characterizing fired bullets. Presentation at the AFTE-meeting 1994 at San Diego. USA (1994).
 - 71) Bonfanti, M., Vicario, A., Gallusser, A., Margot, P. and Baur, C. : Development of a 3D automatic comparison system for tool marks. Presentation at the European Meeting for shoeprint and tool mark examiners. Vantaa Finland, May (1995).
 - 72) Hueske, E.E. : The application of fiber optic

- videomicroscopy to firearm and toolmark examination-
a further look. *AFTE J.*, **25**, 132 – 139 (1993).
- 73) Smith, O.C., Jantz, L., Berryman, H.E. and Symes, S.A. :
Effect of the human decomposition on bullet striations.
J. Forensic Sci., **38**, 593 – 598 (1993).
- 74) Kundsén, P. and Svender, J. : Doppler reader velocity
measurements for the wound ballistics experiments.
Int. J. Leg Med., **107**, 1 – 6 (1994).
- 75) Knudsen, P. and Sorensen, O.H. : The initial yaw of
some commonly encountered military rifle bullets. *Int.*
J. Leg Med., **107**, 104 – 146 (1994).
- 76) Coutney, M. and Hueske, E.E. : The use of hand-held
laser pointers in the reconstruction of events at crime
scene. *AFTE J.*, **26**, 170 – 172 (1994).
- 77) Houlden, M.A. : The distribution of energy among
fragments of ricocheting pistol bullets. *J. Forensic Sci.*
Soc., **34**, 29 – 35 (1994).
- 78) Prendergast, J.M. : Determination of bullet impact
position from the examination of fractured automobile
safety glass. *AFTE J.*, **26**, 107 – 118 (1994).
- 79) Rathman, G.A. : Bullet impact damage and trajectory
through auto glass. *AFTE J.*, **25**, 79 – 86 (1993).