

法工学

(公財) 総合安全工学研究所 専務理事

中村 順 Jun Nakamura

1. はじめに

法工学 (forensic engineering) とは、工学的な知識や技術を法的な観点から応用する学問分野である。扱う分野は物理、化学、火災、爆発、機械、銃器、電気電子など多岐にわたる。担当する都道府県の科学捜査研究所の研究者だけでなく、犯罪捜査、鑑識に携わる警察官そして司法関係や法曹界の方々にも法科学的理解を深めていただけたらと考えている。

ここでは、主な鑑定の対象である火災、爆発、銃器などの、法工学の鑑定について最近の動向も含めて紹介する。

2. 法工学の特徴

法工学は、アメリカでは担当分野も、実際の鑑定方法も我が国と大きくは異ならない。

表1 法工学の分野と対象事例

名 称	分 野	対 象 事 例
微細証拠物件 Chemistry Trace Evidence	可燃性液体 Ignitable Liquids	放火に使用の有無
	爆発物 Explosives	爆発物に使用された、爆薬の種類・組成と威力
	射撃残さ Gunshot Residue	銃器使用の有無
パターン解釈 Pattern Interpretation	銃器類・工具痕 Firearms & Toolmarks	使用銃器、工具の識別 ひき逃げのタイヤ痕や、 足跡痕からの車種、靴推 定
現場鑑識 Scene Examination	爆発・火災 Fire & Explosion Investigation	事故の原因究明など 現場で調査 事故、放火、自然現象の 区別

これらを表1に示す。以下に、通常の分析や解析と異なる法工学の特異な点を示す。

(1) 証拠物についての鑑定検査

検査するのは、必ず現場から正式に採取された証拠物である。現場から手続きを経ずに採取されたものは鑑定資料とはならず、検査結果は法的に無効である。

(2) 証拠品の一貫性

現場鑑識で採取したものは、その位置、形状などを記録して、証拠品となる。その後、鑑定者に囑託することになる。現場採取から鑑定者に届くまで、一貫して扱い、途中で記録が途絶えることや、不明になってはいけない。

(3) 汚染の防止

近年は、微細物や人の DNA、指紋などの採取・鑑定技術が進歩し、相互の付着や他の物による汚染をきたさないように厳重に行われる。証拠品は個別の袋に入れられ、重要な物は、段ボール箱内に固定されている。

人に結びつく DNA、指紋の検査を優先し、その後に付着物などの検査に取り掛かる。

3. 火災

火災が発生した場合の調査については本誌167号に掲載された「火災の事故調査」に詳

しい¹⁾。火災現場での最近の事項を以下に示す。

(1) 電気火災

電気火災は、電気製品の不具合、配線の短絡や断線、コードの過度な折り曲げ、過電流、タコ足配線、コンセントでのホコリや湿気によるトラッキング、また最近は充電式電池の機器不良が原因での発生が多い。

トラッキング火災は、プラグやコンセントの間に溜まったホコリや汚れが湿気を含むことで、絶縁物が電気を通し、この熱が絶縁物を加熱し、電気の通り道ができて発火する。電源プラグとコンセントなど、差しっぱなしの機器に発生しやすい。

一方、亜酸化銅増殖発熱現象による火災がある。銅線と端子の接続不良による接触抵抗の上昇と発熱により、接触部分の銅が酸化し、赤熱した亜酸化銅が形成される。この亜酸化銅の生成は発熱反応のため、さらに周囲の銅を溶かし込みながら増殖していくことで、火災につながる。主な発生場所としては、電気機器内部の銅線と端子など、物理的な締め付けが不十分な場所や振動などで接続が緩んだ箇所が発生しやすい。

金属銅の溶融痕に電子顕微鏡/エネルギー分散型 X 線分光法 SEM/EDX (Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) 及び赤外吸収分析を行って亜酸化銅を検出することで確認できるようになった。

(2) 再現実験

最近では、鑑定結果の詳細な検討が求められ、単に放火の手段が、「鑑定で供述どおりに火が付いた」と記しても、再現実験が求められることが多い。ただ実験場所や、資材などによっては、実施可能な実験の規模が限られたものにならざるを得ず、注意を要する。実際

には火が付いて、そこから独立燃焼に移りどのように火災が広がっていくかを見る必要がある。

また、すべてを実験によって解決できるとは限らない。再現実験でしか得られない情報や、実験結果は感覚的にも理解しやすいものであるが、科学的な立証としては必ずしも万能ではないことを理解して慎重に計画を進める必要がある。

最近では火災科学によるシミュレーションも取り入れられるようになってきている。

(3) ガソリン放火による火災

室内に多量のガソリンをまいて放火する殺人事件が後を絶たない。ガソリンを撒いた直後に点火すると急激な勢いで燃焼が起こるために、多量に発生する一酸化炭素や有害ガスにより避難が困難となり、中毒死することも少なくない。科学警察研究所でも対策を検討しており、本誌201号に掲載された「放火事件における自動車ガソリンの火災危険性について」を参考にされたい²⁾。

4. 爆発物

爆発事故、事件の事故調査については、本誌167号に掲載された「爆発の事故調査」に詳しい³⁾。

(1) 爆発残さの分析

爆発残さからの火薬類の分析は、高感度、高選択性の検出器を使用して分析することになる。ニトロ化合物や硝酸エステルに選択性の高い電子捕獲型検出器 (ECD: Electron Capture Detector)、有機窒素酸化物検出機 (TEA: Thermal Energy Analyzer)、質量分析装置 (MS) などである。

使用された爆薬が1種類とは限らないので、アセトン抽出、水抽出、その他など 

に示す系統的分析法を用いる。

分析器具の進歩により、爆発物容器の破片や小さい飛散物を小型試料ビンに入れ、必要最小量の溶媒を入れて、マイクロフィルターでろ過して、そのままガスクロマトグラフィーで分析するようになった。多量の溶媒を使用したり、高感度分析により器具などからの汚染を防ぐために、使用器具類はすべてディスポーザブルタイプとして再使用しない。

水抽出物についても同様で、こうして得られた少量の水溶液をイオンクロマトグラフィーやキャピラリー電気泳動装置により、爆発生成物である炭酸イオン、硫酸イオンなどと、爆薬成分である塩素酸イオン、過塩素酸イオン、硝酸イオンなどの分析を行う。

さらに金属や、特定の部品の可能性のある小さな証拠物は、そのまま電子顕微鏡の試料台にのせて、SEM/EDX で分析することにより、爆薬特有の元素とその分布を知ることができる。

5. 銃器

他人の生命、財産を狙う凶悪犯罪には銃器が用いられることが多い。銃器は殺傷威力を持つことから危険性が高いので、銃器の所持

は厳しく制限されている。

科学警察研究所や科学捜査研究所では、事件で使用された拳銃と弾丸の関係性に関して、弾丸に残るきずを対象に比較顕微鏡を用いた目視検査により鑑定が行われている。

(1) 発射弾丸

銃器から発射される弾丸は、命中精度を上げるために、銃身の内側に螺旋状の溝である腔旋（こうせん）が刻まれている。腔旋は山と谷が交互に並んで螺旋状にねじれている。発射された弾丸は回転運動により遠方まで安定して飛行する（図2）。弾丸には発射される際、腔旋痕というきずがつく。この腔旋痕は銃ごとの腔旋に依存し、拳銃ごとに固有のものであるため、腔旋痕を鑑定することで発砲拳銃の特定を行っている。

弾丸やけん銃が押収された場合に、銃の識別のために、発射された弾丸の腔旋痕諸元として、螺旋状の溝の数、深さ、幅、ピッチ（螺旋の回転数）、腔線の角度など、その腔旋痕に関する数値情報や仕様を記録する。

この腔旋痕諸元を用いて、以下のことを明らかにする。

- ・使用銃器と実包の種類、場合によっては使用銃器の特定

同じ拳銃から発射された弾丸の腔旋痕には同じ特徴がみられることを利用する。

- ・既往犯罪歴：過去の事件の弾丸との関連の調査

- ・射手鑑別：銃を発砲した人の特定。自他殺の判断

なお、過去の発射弾丸の腔旋痕緒元はデー

図1 爆発残さの系統分析

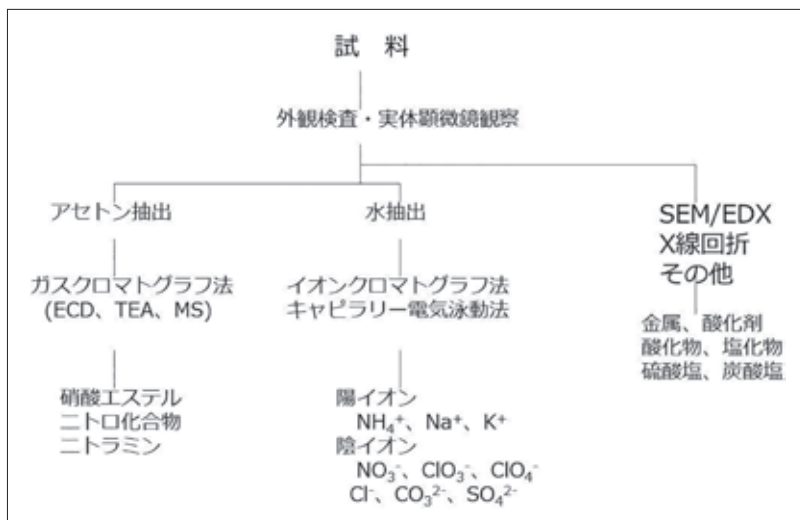


図2 腔旋痕について

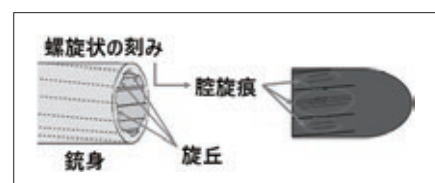
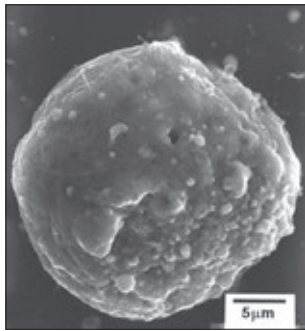


図3 銃用雷管の燃焼残さ



データベース化されており、現場弾丸類は、口径、推定発射銃などにより絞り込み検索を行い、そのヒットした資料の発射痕跡画像と比較顕微鏡によって腔旋痕の比較対照を行い、同一の拳銃に由来するかどうかの結論を出すことになっている。

手製銃の場合には、腔旋はないことが多く、構造、機能、威力などについて鑑定する。

(2) 発射薬残さ

拳銃を使用して射撃を行った場合、発射した者の手や着衣及び銃器に火薬やその燃焼生成物が付着残留する。これらを発射薬残さという（GSR: Gunshot Residue）。射撃残さの成分元素である鉛、バリウム、アンチモン等の有無を調べ、無煙火薬の成分であるニトログリセリンや安定剤を分析することによって発射薬を確認している。電子顕微鏡で見た射撃残さの写真を図3に示す。残さは肉眼では見えないので、SEM-EDXにより、その場で元素分析を行い特定する場合と、最近では、試料台上を元素分析しながらスキャンするソフトにより、後で結果を得ることも行われている。

(3) タイヤ痕及び足跡痕

前項の腔旋痕の異同識別は、ひき逃げなどのタイヤ痕、窃盗などの土足の足跡痕の判定にも用いられている。これにより自動車の車種や靴メーカーと型番、サイズの判定を行う。

このためにタイヤ痕や靴底のデータベースが作成されている。

6. まとめ

使用銃器の異同識別など被疑者の特定に結びつくものもあるが、法工学鑑定や検査では、現場に臨場して、事故の原因調査を行う。現場検証は事故の公式の記録となり、科学捜査研究所ではそれをもとに解析したり、再現実験を行って原因究明を行っている。

火災、爆発事故の原因の詳細が明らかになるとは限らなくても、その検討、推定や対策を公開して情報共有することは、事故の未然防止や被害軽減につながる。過去の失敗事例を生かしていくことや、問題点や課題を整理して、将来に備えることもより安全な社会を得るために法工学に求められている。

参考文献

- 1) 萩本安昭：火災の事故調査，セイフティエンジニアリング，39（2），167，10-15，2012.
- 2) 岡本勝弘：放火事件における自動車ガソリンの火災危険性，セイフティエンジニアリング，47（4），201，4-8，2020.
- 3) 中村順：爆発の事故調査，セイフティエンジニアリング，39（2），167，16-20，2012.

なかむら しゅん

東京都立大学大学院修士課程修了。警察庁科学警察研究所爆発研究室に入所。爆発事故の原因調査、爆発物の威力評価、分析、探知などに従事。爆発研究室長、研究部長を経て、2011年定年退職後、総合安全工学研究所事業部長、2023年から現職。