

とやまと自然

第43巻冬の号2

No.172 2021

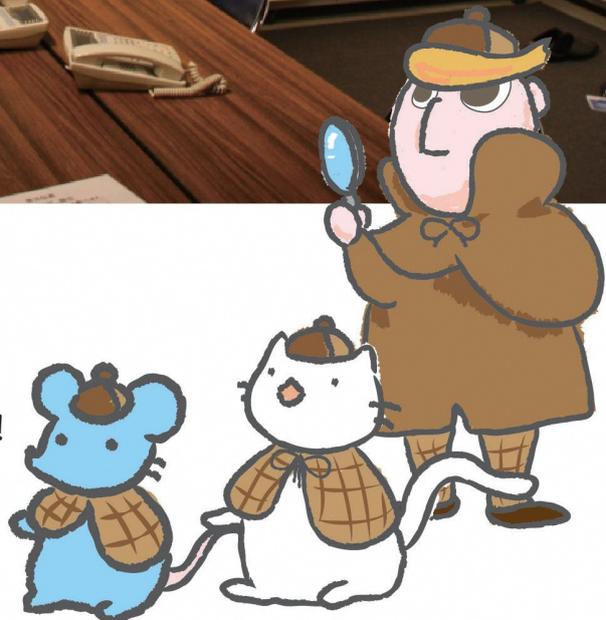
とくべつてん 特別展「科学捜査展 SEASON 2-科学の力で真実を解き明かせ-」
そうさてん シーズン
と あ
てん じ かいせつ
展示解説

ふじた まさと いちかわ しんじ しみず かいと かとう さき
藤田 将人、市川 真史、清水 海渡、加藤 咲

科学捜査体験コーナーの様子



証拠をさがせ!



キミは犯人を探し当てることができるかな?

とくべつてん とうさてん シーズン 特別展「科学捜査展 SEASON 2 -科学の力で真実を解き明かせ-」 てんじかいせつ 展示解説

ふじた まさと いちかわ しんじ しみず かいと かとう さき
藤田 将人、市川 真史、清水 海渡、加藤 咲

1. はじめに

富山市科学博物館では、令和3年2月6日(土)～3月28日(日)に特別展「科学捜査展 SEASON 2 -科学の力で真実を解き明かせ-」を開催します。「科学捜査」では、犯罪や事故現場に残されたわずかな証拠(指紋、足跡、血痕、毛など)から、科学技術を使って犯人や事件の解明にせまります。

特別展では、「科学捜査」がどのような科学的原理に基づき、どのような方法で行われているのか、さまざまな体験型の展示を通じて紹介します。ここでは、科学捜査の鑑定手法の原理や、身近な道具を使った指紋の採取と足跡の型取り方法について解説します。

2. 指紋鑑定

ヒトは指紋、DNA型、声、筆跡などひとりひとりに固有の特徴を持っています。これらの特徴を科学的に解析することで、事件に関わった人物が誰なのかを特定することができます。

ヒトを含む霊長類の手足の指の腹側の表面

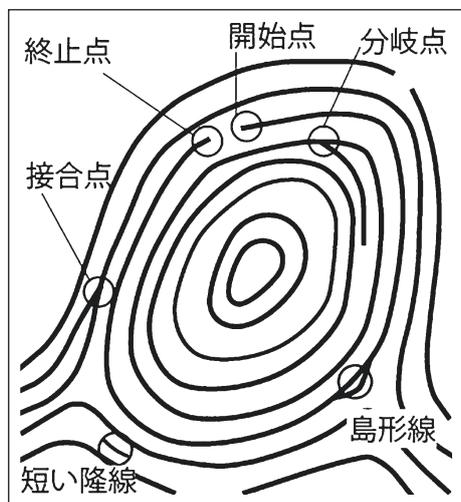


図1. 指紋の主な特徴点

をみると細かい凹凸があります。これらの凹凸模様またはその模様が物に付いた跡を指紋といいます。

一つの指紋には、分岐点、接合点などの50～150点の「特徴点」がみられます(図1)。12点の特徴点が一一致する確立は1兆分の1とされています。事件現場から採取された指紋と、ある人物の指紋の特徴点が一一致すれば、指紋はその人物のものであると特定できます。

3. 指紋を採取してみよう!

指紋を採取する方法には、主に粉末法、噴霧法、液体法があります。ここでは、身近な材料を使って指紋を採取する方法を紹介します(図2～5)。

<用意するもの>

- ・ガラスビン(ジャムのビンやビールビンなど)
- ・ベビーパウダー
- ・羽毛付きの耳かき
- ・透明なテープ
- ・黒色の厚紙(4cm×6cmくらい)



図2.きれいに洗ったビンに指紋を付ける。付きにくい場合は、鼻やおでこなど皮脂の多い部分を触った後に付ける。



図3.耳かきの羽毛にベビーパウダーを付け、ゆらしながら、ビンの上から少しずつ振りかける。羽毛でそっと指紋をつけたビンの表面をなで、余分なパウダーを落とす。



図4.指紋が浮かび上がったら、透明な粘着テープを貼り付ける。



図5.指紋を採取したテープを黒い紙に貼り付けて、完成！

自分の指紋の特徴点を探してみましょう。ベビーパウダーの他に小麦粉やアイシャドウの粉でも代用できます。

4. 足跡鑑定

足跡の幅や長さから、その人物のおよその身長や体重が推定できます。連続した足跡があると、どの方向に歩いたのかがわかります。足跡の靴底の模様や、そのすり減り具合から、靴のメーカーや商品名、歩き方の癖がわかるので、足跡から人物を特定する手がかりを得ることが出来ます。足の指には「足紋」があり、裸足の場合は、指紋鑑定と同じ方法で人物を特定することがあります。建物の中の廊下や絨毯では、静電気を発生させて、足跡に付いたホコリをシートに転写させて、足跡を発見する方法もあります。

5. 足跡の型取りをしよう！

水分を含んだ柔らかい土の地面では足跡の凹みができるので、そこに水で溶かした石こうを流し込んで足跡の型を取ることができます。身近な材料を使って、足跡の型取りの方法について説明します（図6～11）。

<用意するもの>

- ・紙コップ
- ・石こうの粉末
- ・水
- ・割り箸
- ・クリアファイルまたは牛乳パック
- ・セロハンテープ
- ・ブラシ

6. 毛髪鑑定

ヒトや動物の毛は自然に少しずつ抜けるので、事件現場に落ちていた場合には重要な証拠の一つになります。

毛を調べれば、その持ち主がどんな動物なのか、またどの部分なのか、などを調べることができます。



図6. 池や川、湖などの水辺で足跡を発見。^{あしあと}



図7. テープで固定したクリアファイルや牛乳パックで、足跡より一回り大きい型枠を作り、足跡を囲むように地面に差し込む。^{あしあと} ^{かたわく} ^{あしあと}



図8. 水で溶かした石こうを流し込む。^{なが} ^{なが} コーンスープくらいのやわらかさがい。



図9. 石こうが固まったら、シャベルで土ごと掘って取り出す。^ほ



図10. ブラシを使って土を水で洗い流す。^{あら} ^{なが}



図11. できあがり！

6.1 毛とは

毛は、ヒトを含むほ乳類の持つ器官です。毛の役目は主に「保温」と「保護」と考えられています。ほ乳類は恒温動物なので寒さの中で体温を一定に保つため、また皮膚など身体を外部から守るために毛が生えています。

私たちヒトは少し特殊で、生まれたときから全身を産毛で覆われているものの、頭部などの一部を除き、体毛は多くありません。

6.2 毛の構造

毛は、表皮の角質層が変化したものです。ケラチタンパク質でできており、実は手足の爪やサイの角などもこのケラチンの角質層が厚くなったものです。

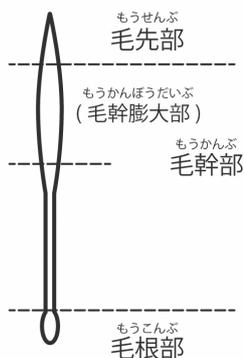


図12. 毛の構造

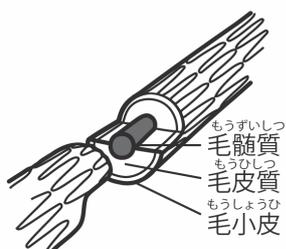


図13. 毛の内部構造

毛の部位は、皮膚に埋もれた根元の部分を毛根部、毛の主な部分を毛幹部、毛先の部分を毛先部と呼びます。ヒトの毛は毛幹部から毛先部までほぼ同じ太さですが、多くのほ乳類の毛は、毛幹部の途中や毛先部で太さが違います(図12)。次に、毛の内側の構造を見てみましょう。毛幹部を輪切りにすると、鉛筆のような構造になっており、内側から毛髓質、毛皮質、毛小皮(キューティクル)に分かれています(図13)。一番外側の毛小皮はウロコ状の形をしており、この形や配列は種によって違います。この部分を見ることで動物の種類を特定することが可能です。毛の中心にある毛髓質も構造が動物種によって違うので毛を透かして観察するとわかります。

また、獣毛には主に堅く表面を保護する剛毛(上毛)と温度を保つために柔らかい柔毛(下毛)の2種類が生えています。毛小皮の特徴は剛毛で特に顕著です。

6.3 夏毛と冬毛

ほ乳類の多くは暖かい時期と寒い時期で毛が生え替わるようになっています。暖かい春から秋にかけては毛足の短い夏毛、寒い晩秋から冬にかけては毛足の長い冬毛になります。また毛の本数も夏毛の方が少なく、冬毛の方が多傾向にあります。毛の構造にも変化があり、冬毛では毛髓質の中空部分が多くなり、冷気を遮断できるようになっています。

ニホンノウサギやホンドテンなどは夏毛と冬毛で体色にも変化があります(図14)。どちらも冬毛は、毛色が明るい、黄色～白になり、雪の中でも外敵や獲物に見つかりにくくなっていると考えられています。さらに前述した構造の変化もあります。



図14. ノウサギとホンドテンの夏毛と冬毛

6.4 特殊な毛

ほ乳類の中には進化の過程で毛を大きく変化させた特殊な動物たちがいます。代表的なのはヤマアラシで、堅く針状に尖った長い毛が生えています。これで外敵から身を守ります。毛先部は特に堅く、また毛小皮は返し構造となっており、刺さったら簡単に抜けないようになっています(図15)。実際にヤマアラシの毛の毛先部を、根元から先端に向かって触ってみると滑りが悪く感じるすることができます。これはハリネズミやテンレック、ハリモグラの仲間でも見られる毛の進化です。

また丸くなることで有名なアルマジロの持つ堅い甲羅や全身鎧の様な鱗をもつセンザンコウ

かた とが うろこ
の堅く尖った鱗も毛から進化したものと考えられています (図 16)。

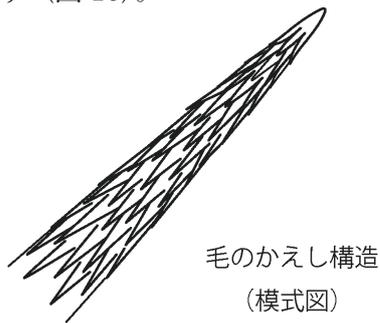


図 15. ヤマアラシの毛先部

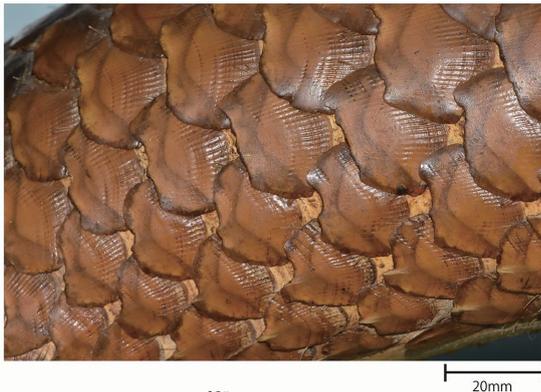


図 16. センザンコウの鱗

7. 血痕の判別 (ルミノール反応)

事件現場に残っている血のような跡が、血痕か血痕でないかを判別するために、ルミノール反応が使われます。ルミノールとは、有機化合物の一種で、このアルカリ性水溶液を酸化させると青白く光る性質があります。犯罪捜査では、血痕と思われるところにルミノール液を吹きかけると、それが血痕であった場合には青白く光ります。この光は、化学発光といい、化学反応によってエネルギーが高くなった分子が、元のエネルギーに戻る時に放つ光です。詳しい原理については、とやまと自然第 39 巻夏の号※をごらんください。

ここでは、ルミノール反応の実験方法について紹介します (図 17)。

まず、ルミノール液を作ります。下準備として、炭酸ナトリウム 5g を水 1L に溶かします。この溶液はアルカリ性です。できた溶液 100 ml をスプレー容器に入れます。そこに、ルミノール 0.5g を入れて溶けるまでよくかき混ぜます。次に、

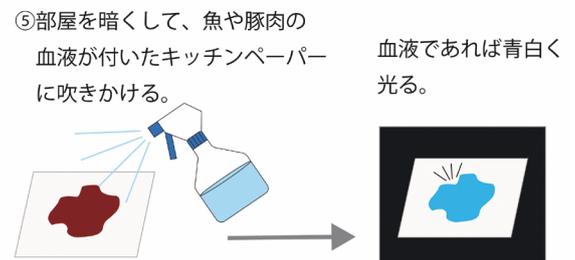
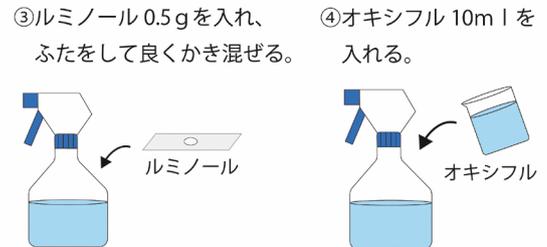
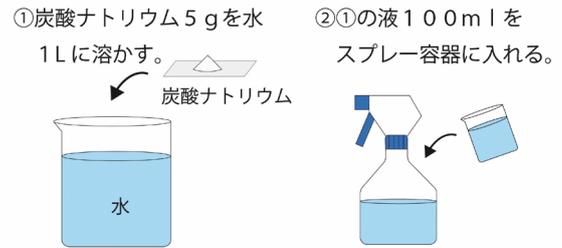


図 17. ルミノール反応の実験方法

オキシフルかオキシドール (3% 程度の過酸化水素水) を入れます。これで、ルミノール液の完成です。出来上がったルミノール液を暗い部屋で血痕に吹きかけると、青白く光ります。ルミノールはアルカリ性水溶液中で、血液に含まれるヘモグロビンによる触媒 (化学反応を促進させる物質) 作用によって、過酸化水素と反応しているのです。

8. 火災鑑定 (火元の特定)

火災現場では、焼け跡に残されたものを手掛かりに、火災鑑定を行います。火元はどこなのか、何が原因で火事になったのかなどが分かることがあります。

8.1 木材の燃焼

木材は、燃焼すると黒く焦げます。これを「炭化」といいます。炭化とは、加熱によって有機物質である木材が分解され、炭素に富んだ物質



になることを指します。木材の炭化は表面から内側へ、ゆっくりと進んでいきます。そのため、炭化がより内側まで進んでいる木材ほど、燃焼の度合いが強かったことが分かります(図18)。実際の火災現場の家屋では、柱などの木材を切断し、その断面から炭化した度合いを比較することで、火元はどこなのかを特定することができるのです。



図18. 炭化した木材の断面
A B Cの順に炭化が進んでいる。

木材の表面からも炭化の度合いを知ることができます。木材の表面には燃焼する過程で、亀の甲羅がたくさん集まったような模様「亀甲模様」が出てきます。亀甲模様の角が丸く、凹凸が深いほど、燃焼の度合いが強かったことを意味します。逆に、亀甲模様の角が角ばっており、凹凸が浅いほど、燃焼の度合いは弱

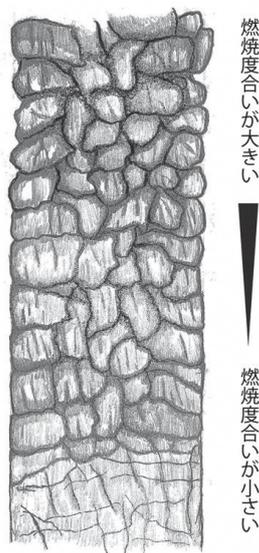


図19. 焼けた柱のスケッチ

いということになります(図19)。燃焼した木材の特徴により、火元と火が広がった方向を突き止めることもできるのです。

8.2 自然発火

火災の火元は、日ごろから火を使うことが多い場所に限らず、思わぬところから発火することもあります。その原因の一つが「自然発火」です。自然発火とは、人が火をつけたのではなく、自然に発火する現象のことです。火災現場の火元を調べる際、火を使っていないはずの寝室や玄関でも、条件さえそろえば発火する可能

性は十分にあるのです。ここでは、特に「しゅうれん火災」と「電線火災」について解説します。

しゅうれん火災とは、光を集めることができる凸レンズや凹レンズ、それらに相当するものが太陽の光を集め、可燃物を発火させることにより起こる火災です。凸レンズでは、レンズを通過する太陽の光が、凹レンズではレンズ表面で反射した太陽の光が、1点に集まることで熱をもち、発火します(図20)。身近なものでは、金魚鉢、虫眼鏡、水の入ったペットボトル、凹面鏡が同じ役割をもち、しゅうれん火災を引き起こす原因になります。また、しゅうれん火災は、太陽の高度が低く、太陽の光が家の中に差し込みやすい冬に多く発生しています。

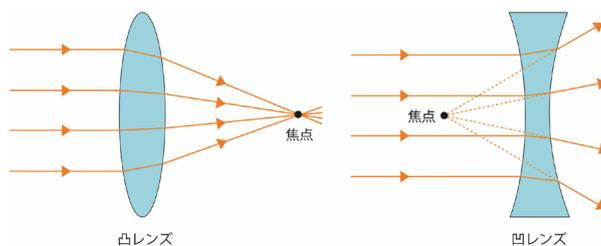


図20. 凸レンズ、凹レンズの集光

電線火災とは、何らかの原因で電線が熱をもち、発火することにより起こる火災です。例えば、電気コードを結んだり折り曲げたり、家具の下敷きになった状態で使っていると、コードの一部が断線(半断線といいます)することがあります。これにより、部分的に抵抗値が大きくなることで、発熱や発火を引き起こします。また、電源タップに決められた容量以上の電流が流れると、コードが熱をもつ原因となります。その他にも、長期間コンセントをプラグに差したままにすると、その周りに埃がたまり、湿気を帯びた場合、プラグの刃と刃の間に電気の流れる道ができ、発火する可能性があります。電線周りには、火災の原因がたくさんあるのです。

9. 金属探知機

金属探知機(図21)は、電気で作る磁石の力の広がり方(磁場)が、近くに金属があると



図21. 金属探知機

変化するのを検知することで、金属を見つける道具です。

仕組みをもう少し詳しく説明しましょう。(図22)。

- ① 金属探知機 (コイル) に電流を流すと、磁力が発生する。
- ② 磁力を発生させた探知機を金属に近づけると、金属に電流 (渦電流) が流れる。
- ③ 流れた電流で金属に磁力が発生し、探知機の周りの磁場が変化する。
- ④ 磁場の変化によって探知機 (コイル) に流れる電流が変化するので、その変化を検知したらブザーが鳴る。

同じ仕組みを使って、食品工場では食品の中に金属異物が混入していないか調べたり、空港

金属探知機(コイル)

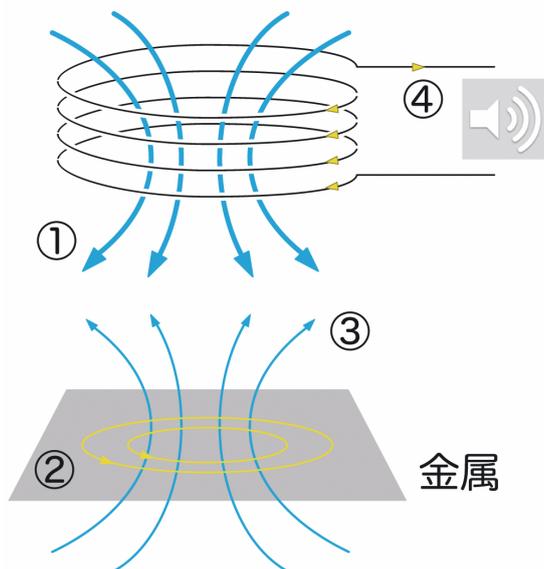


図22. 金属探知機のしくみ

の保安検査場にあるセキュリティーゲートでは、ナイフなど危険なものを持っていないか検査したりしています。自動販売機では、投入された硬貨が転がる際の磁場の変化を複数のコイルで正確に測り、素材や直径、厚みに加え表面の様相も識別することで、硬貨の種類を調べたり、偽物の硬貨を取り除くのに使われています。

10. 科学捜査体験コーナー

この特別展には、「科学捜査体験コーナー」があります (図23)。実物大の模擬事件現場にタブレット端末を持ち込んで、証拠や証言を集め、科学捜査を体験することができます。開催期間中、以下の3つの事件現場が入れ替わります。

- ・ 九段町交差点 交通事故
- ・ 九段町ヒルズ 火災事件
- ・ スーパーくだん 盗難事件



図23. 科学捜査体験コーナー

この特別展は公益財団法人 日本科学技術振興財団の巡回展示物を使用しています。

