

令和 4 年 8 月 30 日現在

機関番号：82505

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K01385

研究課題名(和文)古い指紋の顕在化と経時変化メカニズムの解明

研究課題名(英文)Visualization of aged fingerprints and understanding of aging mechanism

研究代表者

秋葉 教充(Akiba, Norimitsu)

科学警察研究所・法科学第二部・室長

研究者番号：00370883

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：犯罪捜査の重要な証拠となる指紋について、様々な条件で保存された指紋の蛍光スペクトルの時間変化を定量的に評価し、指紋の付着時期の推定が可能かを検討した。最大2年間保存した指紋の蛍光スペクトルを測定し劣化係数を求めたところ、保存環境ごとに劣化係数に違いが表れ、指紋の付着時期の推定の可能性を示すことができた。さらに、レーザーとハイパースペクトルイメージャを用いることで、古い指紋を可視化することができた。また、2つの重なった指紋を統計的手法を用いて分離することに成功し、指紋の活用範囲を広げることができた。加えて、指紋成分を分析し、指紋が経時変化するメカニズムの一端を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、指紋の付着時期推定の可能性が示されたことで、犯罪を立証する重要な手掛かりとなる可能性を示した。指紋の経時変化のメカニズムの一端が明らかになったことで、今後より精度の高い付着時期の推定が可能になるものと考えられる。

犯罪現場には複数の指紋が重なって発見されることが多いが、それらを個々の指紋に分離することで証拠として使用することが可能となり、これまで活用されていなかった指紋を活用できると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Fingerprints are important evidence in criminal investigations. It was examined whether the impression time of the fingerprint could be estimated by quantitatively evaluating the time change of fluorescence spectra of fingerprints stored under various conditions. The fluorescence spectra of fingerprints stored for up to two years were measured and degradation coefficients were calculated. Differences in degradation coefficients were observed for each storage environment, indicating the possibility of estimating the impression period of fingerprints. Furthermore, we were able to visualize old fingerprints by using a laser and a hyperspectral imager. Two overlapping fingerprints were successfully separated using a statistical method. This made it possible to expand the range of use of fingerprints. In addition, analysis of the fingerprint component revealed a part of aging mechanism of fingerprints.

研究分野：医用画像

キーワード：医用画像 バイオイメージング 非破壊検出 レーザ 蛍光 指紋 法科学

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

指紋鑑定は個人識別法の一つの手段であり、犯罪捜査において重要な証拠になっており、指紋検出のために、試薬やレーザを使った様々な検出法が開発されている¹⁾。しかし、印象されたばかりの指紋は鮮明に検出できるが、経時変化した指紋は検出が困難な場合もあった。その要因には太陽光、熱、湿気等の影響により、指紋成分が変化してしまうためと考えられている。

実際に我々も指紋の紫外光照射の影響を調べ、紫外光を試料にあて続けると、時間とともに指紋からの蛍光が減少し、次第に指紋像を得られなくなっていくことを確認した²⁾。一方で指紋の蛍光が減少すると、それまでの蛍光ピークよりも長波長側に蛍光ピークが現れてくる様子も観測された。このピークはレーザ光照射の時間とともに増大していき、少なくとも数時間の照射の範囲では増大していく様子が観られる結果であった。しかし、定性的な評価のみで定量的な評価は行われていなかった。もし、定量的に時間経過と指紋の劣化度を評価することができれば、指紋がいつ付着したかが判る可能性がある。従来の指紋の証拠価値は存在証明のみであったが、そこに時間軸が加わることで、犯行時に現場に居たという事実を客観的に示すこととなる。つまり、犯罪現場等における指紋の証拠価値をより一層高められるということであり、犯罪検挙への貢献が期待できる大きな要素となると考えられる。

一方、指紋鑑定は特徴点を比較対照する方法で行われている。しかし、2つ以上の指紋が重なっていた場合、その中に特徴点が見つけれられたとしても、重畳部分についてはどちらの指紋のものかが判然とせず活用できない場合もあった。指紋の成分は個人差によりその蛍光スペクトルも異なっており、また経時変化によっても変遷する。時間経過とともに指紋の蛍光スペクトルが変わっていくのであれば、古い指紋と新しい指紋とを分けられる可能性があり、最終的には指紋が印象された時期も分かる可能性がある。そのため重なった指紋のそれぞれの蛍光スペクトルの差をとらえ画像化できれば、単独の指紋に分離することも可能となる。実際にスペクトル画像を一度に撮影することが可能なハイパースペクトルイメージャ(Hyperspectral Imager; HSI)を用いることで、減算と除算により2つの重なった指紋を分離できることが報告された³⁾。ハイパースペクトルデータの統計解析は様々なものが提案されているため、その統計的手法を重畳指紋に適用することで、指紋の分離を精度良くできる可能性がある。

2. 研究の目的

本研究では、様々な条件で保存された指紋の蛍光スペクトルの時間変化を定量的に評価し、指紋の付着時期の推定が可能かを検討し、さらに古い指紋の可視化を行う。また、指紋の経時変化のメカニズムの解明も目指す。具体的には以下の実験を行う。

- (1) 指紋が印象されてから時間が経過したときの影響を明らかにする。
- (2) 古い指紋の可視化を行う。
- (3) 複数の重なった指紋の分離を行う。
- (4) 指紋の経時変化のメカニズムを解明するために、計算機シミュレーションを行う。

3. 研究の方法

(1) 指紋の経時変化

指紋の保存条件と蛍光スペクトルの測定条件を変えた3種類の実験及び8年前の脱落した皮膚片の三次元蛍光スペクトル測定を行った。

実験 1-1 (2 か月間実験、1 波長励起)

実験試料は、TLC プレート上に印象した指紋を用い、光の条件(蛍光灯下、暗条件)を2通り、温度の条件(室温(約 23°C)及び高温(約 38°C))を2通りとし、分光蛍光光度計を用いて 280nm で励起し蛍光スペクトルを取得した。50 日間保存し、その間に計 23 回測定を行った。

実験 1-2 (1 か月間実験、2 波長励起)

実験試料及び保存条件は実験 1-1 と同様だが、分光蛍光光度計による励起波長を 283nm と 365nm の 2 波長励起とした。22 日間保存し、その間に計 11 回測定を行った。

実験 1-3 (2 年間実験、1 波長励起)

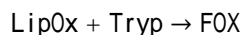
実験試料は、石英スライドガラス上に印象した指紋を用い、光の条件(太陽光下、蛍光灯下、暗条件)を3通り、湿度の条件(中湿度(40~60%)及び低湿度(10~20%))を2通りとし、688 日間保存し、その間に計 9 回、280nm の紫外線で励起して蛍光スペクトルを測定した。光源は波長可変パルスレーザを用い、試料から発生する指紋の蛍光をイメージング分光器及びイメージインテンシファイヤ付冷却 CCD カメラにより取得した。

実験 1-4 (8 年前の皮膚片実験)

8 年半前、8 ヶ月前、2 週間前の脱落皮膚片について、分光蛍光光度計を用いて、三次元励起蛍光スペクトル測定を行った。励起波長は 250~780nm($\Delta=5\text{nm}$)、発光波長は 300~750nm($\Delta=0.5\text{nm}$)とし、反射配置で測定した。

劣化関数

実験 1-1, 1-2, 1-3 については劣化関数(Aging function)による評価を行った。劣化関数は以下のように定義される⁴⁾。指紋が蛍光を発する要因となる物質の中で、主要な物質であるトリプトファンを代表としたアミノ酸及びタンパク質を Tryp と表記する。これと不飽和脂質が酸化され形成された酸化生成物 LipOx とが時間経過とともに反応し、蛍光酸化生成物(FOX: Fluorescent oxidations products)が形成される。



Tryp と FOX は時間とともに次式に従って変化する。

$$[\text{Tryp}]_t = [\text{Tryp}_R]_0 \cdot e^{-kt} + [\text{Tryp}_c]$$

$$[\text{FOX}]_t = [\text{Tryp}_R]_0 \cdot (1 - e^{-kt}) + [\text{FOX}]_0$$

ここで、 k は指紋の劣化係数(経時変化率係数)である。この2式から、次の劣化関数が求められる。

$$f(x) = \frac{[\text{Tryp}]_t}{[\text{FOX}]_t} = \frac{(f_0 - f_\infty)e^{-kt} + f_\infty(f_0 + 1)}{-(f_0 - f_\infty)e^{-kt} + f_0 + 1}$$

実験で得られたデータの中で、指紋印象直後の蛍光スペクトルから f_0 を、十分時間が経った状態の蛍光スペクトルから f_∞ をそれぞれ求め、上式から k を算出し、保存条件との関連性を調べた。

(2) 古い指紋の可視化

実験 2-1 (8~9 年前の指紋の可視化)

8~9 年前に印象された指紋について蛍光イメージング測定を行った。試料は、ステンレス板、低密度ポリエチレン、メンブレンフィルタ、白紙、ケイ酸カルシウム板とした。光源は 532nm CW レーザを用い、560nm ロングパスフィルタで励起光をカットし、プッシュブルーム型可視 HSI でハイパースペクトル画像を取得した。

実験 2-2 (時間経過とともに増加する蛍光を利用した可視化)

実験試料は、実験 1-2 と同様の TLC プレート上に印象した指紋を用い、高温、暗条件で 22 日間保存し、その間に液晶可変フィルタを用いたスナップショット型可視 HSI でデータを取得した。光源は 365nm の LED を用いた。

(3) 重畳指紋の分離

実験 3: 実験試料及び測定方法

実験試料は、TLC プレートや漆喰壁上に 2 重に印象した重畳指紋を用いた。TLC プレート上の指紋については、スナップショット型可視 HSI で撮影した。解像度は 1920×1080pixel、波長範囲は 400~600nm、波長分解能は 1.0nm である。光源は 365nm の LED を用いた。漆喰壁上の指紋については、プッシュブルーム型可視 HSI で撮影した。解像度は 658×600pixel、波長範囲は 400~600nm、波長分解能は 2.0nm である。光源は 532nm の CW レーザを用いた。

実験 3: 解析方法

重畳指紋の分離のために、単純積分、除算・減算法、主成分分析(PCA)、多変量カーブ分解・交互最小二乗法(MCR-ALS)、非負値行列因子分解(NMF)、独立成分分析(ICA)の 6 手法を比較検討した。PCA, MCR-ALS, NMF は 365nm 励起、ICA は 532nm 励起で行った。

(4) 経時変化のメカニズム

実験 4-1 (指紋成分の代謝物質)

指紋の主成分であるアミノ酸の経時変化を調べるために、調整直後のトリプトファン(Trp)水溶液、1 年間室温で保存した Trp 水溶液及び調整直後のキヌレニン水溶液を用意し、それぞれ LC-MS を用いて質量数の変化を調べた。

実験 4-2 (アミノ酸の褐変現象の計算機シミュレーション)

アミノ酸における基礎吸収端の経時変化、すなわち劣化に伴うレッドシフトを、アミド結合の脱水重縮合モデルを仮定して、密度汎関数理論に基づく第一原理計算を用いてシミュレートした。具体的には、量子化学計算ソフト Gaussian による全エネルギー計算を行って重合度毎に最適安定構造を求め、その時の電子状態から基礎吸収端を推定した。用いた仮定では、実験で得られ基礎吸収端の経時変化を再現することはできなかった。この結果は、文献⁴⁾などに記載があるアミノ酸残基(具体的には Trp)の酸化変性が基礎吸収端の経時変化を支配するとの推論と矛盾しないことを示すものであった。

4. 研究成果

(1) 指紋の経時変化

実験 1-1 (2 か月間実験、1 波長励起)

指紋印象直後は 350nm 付近の蛍光のみだったが、およそ 6 日後から、400 から 500nm にかけて蛍光が増加していき、時間が経過するにしたがって増加していった。この結果

は、以前の実験結果⁵⁾と一致していた。340nm を中心とした蛍光(Tryp 蛍光)と 440nm を中心とした蛍光(Fox 蛍光)の比を元に劣化係数を求めたが、蛍光スペクトルの変化がわずかであったため、系統的な劣化度の算出は困難であった。

実験 1-2 (1 か月間実験、2 波長励起)

実験 1-1 と同様で、おおよそ 6 日後から、400 から 500nm にかけて蛍光が増加していき、時間が経過するにしたがって増加していった。実験 1-1 よりも蛍光の変化量が大きく、劣化関数を用いた推定を行うことができた。Tryp 蛍光スペクトルは、0 日の全データを重み付け平均して求めた。Tryp 蛍光スペクトルと各スペクトルをフィッティングし、積分値を求め、Tryp/Fox 比を算出した。次に、劣化関数でフィッティングすることで、各保存条件下の劣化係数を求めた。その結果、実験結果の一部で、暗条件よりも明条件、室温よりも高温で劣化係数が大きくなった。以上のことから、劣化関数は、指紋の時間変化を知る手がかりとなりうるということが分かった。

実験 1-3 (2 年間実験、1 波長励起)

劣化関数による劣化係数を推定するためには、340nm 蛍光と 440nm 蛍光の比を求める必要があるが、重回帰分析によりスペクトル分解し計算する方法と 2 つの蛍光ピークを積分する方法の 2 通りの方法を検討した。

その結果、劣化関数に近似した際の誤差が比較的小さかった積分法で劣化係数を求めたところ、光の影響の比較では、中湿度、低湿度ともに、暗条件、蛍光灯、太陽光の順に劣化関数から求めた劣化係数が大きくなっていった。湿度の比較では、低湿度、中湿度の順に劣化関数から求めた劣化係数が大きくなっていった。以上より、劣化関数が指紋の時間変化を知る手がかりとなることが示唆された。

実験 1-4 (8 年前の皮膚片実験)

8 年半前の試料は 275nm 励起で 325nm 中心の蛍光が強く現れ、360nm 励起でも 400nm 付近に蛍光が現れていた。8 ヶ月前の試料では 2 週間前の試料より 275nm 励起の蛍光が弱く、より長波長の 450nm 励起で 520nm 付近に蛍光が現れていた。8 年半前の試料ではその傾向が顕著になり、450nm 励起での蛍光が、励起波長、発光波長ともに長波長シフトする傾向がみられた。以前の指紋の蛍光スペクトルの時間変化を調べた実験でも、初めは 280nm 励起で 340nm 中心の蛍光のみで、時間経過とともにその蛍光が弱くなり、長波長側に新たな蛍光が現れ、次第に強くなっていく様子がみられており、他の実験と矛盾がなかった。本実験では 530nm 付近での蛍光についての情報も新たに得られ、さらに経過時間による励起波長と蛍光波長のシフトについても知見を得ることができた。

(2) 古い指紋の可視化

実験 2-1 (8~9 年前の指紋の可視化)

8~9 年前に印象された指紋の可視化を行った。ハイパースペクトルデータから 560~750nm の範囲を積分して画像化した。その結果、ステンレス板、メンブレンフィルタ、ケイ酸カルシウム板では指紋を鮮明に可視化することができた。ポリエチレンでは積分画像では、やや不鮮明な指紋像しか得られなかったが、主成分分析を行うことでより鮮明な指紋像が得られた。白紙では、ぼんやりとした蛍光画像となり、指紋の付着箇所は分かるものの鮮明な指紋は得られなかった。これは指紋成分が浸透し拡散したことに起因すると考えられる。以上により、本手法を用いることで、古い指紋が可視化される場合があることが分かった。

実験 2-2 (時間経過とともに増加する蛍光を利用した可視化)

365nm で励起すると、時間が経過するほど指紋が鮮明になっていく様子が観られた。以前の実験では 280nm のレーザ励起で時間とともに 440nm の蛍光が強くなり、指紋が鮮明になっていく様子が見られたが、本実験で 365nm の LED でも同様の現象が観測されたことから、見えなかった指紋をより簡便な手法で可視化できることが分かった。また、主成分分析を利用することで、より鮮明な指紋像が得られることを示した。

(3) 重畳指紋の分離

除算・減算法

統計的手法と比較のために以前に提案された除算・減算法による重畳指紋の分離を試みた。400 から 600 nm にかけて指紋の蛍光スペクトルが観測された。2 つの指紋が重畳していない部分の蛍光スペクトルをみると、それぞれ蛍光スペクトルの形状が異なり、475 nm で交差していた。そこで、400~475 nm の積算画像と 475~600 nm の積算画像を減算及び除算したところ、二つの指紋を分離することができた。

PCA

統計的手法の一つである PCA による指紋の分離を行った。400~600 nm のすべての画像を使用して PCA を行った。その結果、計算を行った第 6 主成分までの 2 つの主成分画像に、それぞれ単独の指紋画像が得られ、除算・減算法よりも鮮明な指紋像を得ることができた。

MCR-ALS

PCA 法による指紋分離では、一方の指紋の一部に不鮮明な部分が残っていた。この要因

として、蛍光スペクトルは一般に正のみであるが、主成分分析のローディングは負を許容していることが考えられる。一方、MCR-ALS は非負拘束条件で行われるため、実際のスペクトルに近い形でスペクトル分解することが可能である。そこで、同じデータに対して MCR-ALS によるスペクトル分解を行った。その際に、PCA のスペクトルを MCR-ALS の初期関数として計算を行った。その結果、PCA では不鮮明であった部分も鮮明になり、MCR-ALS が重畳指紋の分離に有効であることが分かった。また、PCA を初期関数として利用することで教師なしで MCR-ALS による指紋の分離を行うことが可能となり、実際の現場において使用する上での利点になると考えられる。

NMF

MCR-ALS と同じく非負のスペクトル分解法である非負値行列因子分解(NMF)を用いて、重畳指紋の分離を行い、PCA や MCR-ALS による解析と比較した。その結果、分離の精度は MCR-ALS より若干低かったが、収束時間が早いという利点があった。実際の指紋検出に使用する際には、状況に応じて使い分けることが望ましいと考えられた。

ICA

重なった 2 つの指紋モデルから計測したハイパースペクトルデータに対して ICA を適用し、独立成分画像とスペクトルを推定した。重なった 2 つの指紋モデルの各指紋が、常に完全に分離された状態で独立成分画像として得られるとは限らないが、独立成分画像の法科学的な価値を画質と指紋照合の可否の観点から検討した結果、高い品質の画像は 12 特徴点に基づく指紋照合に十二分に耐えうることを示唆された。各画像に対応する独立成分スペクトルからは、指紋付着時期に係る情報抽出が原理的に可能であることも示唆された。また、ハイパースペクトルデータに ICA を適用する前に、SVD (singular value decomposition)法を用いて、例えば累積寄与率 99.9%を達成するためにはいくつの独立成分が必要かという事前情報を得ておくことが好ましいと考えられた。

(4) 経時変化のメカニズム

実験 4-1 (指紋成分の代謝物質)

指紋の主成分であるアミノ酸の経時変化を調べるために、調製直後の試料と調製後 1 年経過した試料について、LC-MS を用いて質量数の変化を調べた。その結果、Trp 等の一部のアミノ酸において、質量数が大きくなる方向に変化すること分かった。そこで、Trp の代謝経路の一つであるキヌレニンの蛍光特性を調べ、1 年経過した Trp 及び調製直後の Trp と比較した。450nm, 505nm の LED 及び 532nm のレーザを光源として、HSI を用いて蛍光スペクトルの取得を行った。その結果、調製直後の Trp は蛍光強度が低かったが、1 年経過した Trp は蛍光強度が増大した。一方、キヌレニンの蛍光特性は、蛍光中心波長、半値幅、蛍光強度ともに、1 年経過した Trp と似た特性を示した。以上のことから、Trp の代謝経路の一つであるキヌレニンが、古い指紋において蛍光が強くなる原因の一つと考えられた。一部ではあるが、指紋成分の経時変化のメカニズムについて知見を得ることができた。

実験 4-2 (アミノ酸の褐変現象の計算機シミュレーション)

アミノ酸水溶液の経時変化による褐変現象について、三量体までの対象分子のエネルギー最安定構造を同定し、第一原理計算を用い基礎吸収端を計算した。同種アミノ酸の脱水重縮合による単、二、三量体をモデルとした。残基に環状構造かつ=NH を持つものに対しては、それらと C-末端が脱水重縮合し長鎖化して多量体を形成すると仮定して計算した。その結果、基礎吸収端が長波長化する褐変現象の定性的機序の一つとして、残基環状構造を介した多量体での電子の非局在化が考えられた。

< 引用文献 >

- 1) H.C.Lee, R.E.Gaensslen, "Advances in fingerprint technology. 2nd ed.", Boca Raton, CRC Press (2001).
- 2) N.Akiba, N.Saitoh, K.Kuroki, "Fluorescence Spectra and Images of Latent Fingerprints Excited with a Tunable Laser", J.Forensic Sci. 52, 1103-1106 (2007).
- 3) A.Nakamura, H.Okuda, T.Nagaoka, N.Akiba, K.Kurosawa, K.Kuroki, F.Ichikawa, A.Torao, T.Sota, "Portable hyperspectral imager with continuous wave green laser for identification and detection of untreated latent fingerprints on walls", Forensic Sci.Int. 254, 100-105 (2015).
- 4) A.van Dam, J.C.V.Schwarz, J.de Vos, M.Siebes, T.Sijen, T.G.van Leeuwen, M.C.G.Aalders, S.A.G.Lambrechts, "Oxidation Monitoring by Fluorescence Spectroscopy Reveals the Age of Fingermarks", Angew.Chem.Int.Ed. 53, 6272-6275 (2014).
- 5) 秋葉教充、黒木健郎、黒沢健至、土屋兼一、"経時変化した指紋のパルスレーザによる時間分解分光測定について"、第 70 回応用物理学学会学術講演会、No.3, p.932 (2009).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Akiba Norimitsu, Nakamura Atsushi, Sota Takayuki, Hibino Kazuhito, Kakuda Hidetoshi, Aalders Maurice C.G.	4. 巻 67
2. 論文標題 Separation of overlapping fingerprints by principal component analysis and multivariate curve resolution?alternating least squares analysis of hyperspectral imaging data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Forensic Sciences	6. 最初と最後の頁 1208 ~ 1214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1556-4029.14969	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 AKIBA Norimitsu	4. 巻 47
2. 論文標題 Application of Lasers for Criminal Investigation: Focusing on Fingerprint Dete	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Review of Laser Engineering	6. 最初と最後の頁 300 ~ 300
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2184/laj.47.6_300	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kakuda Hidetoshi, Akiba Norimitsu, Kuroki Kenro, Hibino Kazuhito, Kurosawa Kenji, Tsuchiya Ken'ich, Yokota Ryo, Imoto Daisuke, Hirabayashi Manato, Tanabe Kosuke, Hawaii Yoshinori	4. 巻 25
2. 論文標題 Image enhancement of ninhydrin-processed and colored fingerprints	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Forensic Science and Technology	6. 最初と最後の頁 35 ~ 54
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3408/jafst.759	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Akiba Norimitsu, Kuroki Kenro, Kurosawa Kenji, Tsuchiya Ken'ichi	4. 巻 63
2. 論文標題 Visualization of Aged Fingerprints with an Ultraviolet Laser	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Forensic Sciences	6. 最初と最後の頁 556 ~ 562
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1556-4029.13588	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Suzuki Mototsugu, Akiba Norimitsu, Kurosawa Kenji, Akao Yoshinori, Higashikawa Yoshiyasu	4. 巻 279
2. 論文標題 Differentiation of black writing ink on paper using luminescence lifetime by time-resolved luminescence spectroscopy	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Forensic Science International	6. 最初と最後の頁 281 ~ 287
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.forsciint.2017.09.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計32件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 N.Akiba, A.Nakamura, T.Sota, K.Hibino, H.Kakuda, K.Shibasaki, K.Tsuchiya, K.Tanabe
2. 発表標題 Visualization of overlapping fingerprints by hyperspectral imaging in the visible region
3. 学会等名 American Academy of Forensic Sciences, 74th Annual Scientific Meeting (AAFS 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K.Shibasaki, N.Akiba, H.Kakuda, K.Tanabe
2. 発表標題 A Visualization of Organic Gunshot Residues With Hyperspectral Imaging (HSI) and Correlation Analysis
3. 学会等名 American Academy of Forensic Sciences, 74th Annual Scientific Meeting (AAFS 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H.Kakuda, N.Akiba, K.Hibino, K.Shibasaki, K.Tsuchiya, K.Tanabe
2. 発表標題 Fluorescence Lifetime Imaging (FLIM) of Latent Fingerprints on Paper Emitting Strong Fluorescence at Excitation by 532 Nanometers (nm) Pulsed Laser
3. 学会等名 American Academy of Forensic Sciences, 74th Annual Scientific Meeting (AAFS 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 秋葉教充, 日比野和人, 角田英俊, 田辺鴻典, 柴崎一成, 土屋兼一, 中村厚, 宗田孝之
2. 発表標題 経時变化した指紋への劣化関数適用の検討
3. 学会等名 2021年度日本分光学会年次講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 角田英俊, 秋葉教充, 日比野和人, 田辺鴻典, 柴崎一成, 土屋兼一
2. 発表標題 指紋付着背景物質の蛍光寿命測定
3. 学会等名 2021年度日本分光学会年次講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋葉教充, 日比野和人, 角田英俊, 田辺鴻典, 柴崎一成, 土屋兼一, 中村厚, 宗田孝之
2. 発表標題 時間が経過した指紋の蛍光スペクトルの変化について
3. 学会等名 日本法科学技術学会第27回学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 角田英俊, 秋葉教充, 日比野和人, 田辺鴻典, 柴崎一成, 土屋兼一
2. 発表標題 潜在指紋の蛍光寿命イメージングの初期検討 [第二報] ~ 紫外から可視域の励起波長に対する指紋の蛍光寿命の見積 ~
3. 学会等名 日本法科学技術学会第27回学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柴崎一成, 秋葉教充, 角田英俊, 田辺鴻典
2. 発表標題 ハイパースペクトルイメージャーによる有機射撃残渣の可視化(第2報)
3. 学会等名 日本法科学技術学会第27回学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 新井裕之, 柴崎一成, 中村 勝, 秋葉教充
2. 発表標題 発射薬により印象される弾丸底部の痕跡
3. 学会等名 日本法科学技術学会第27回学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 日比野和人, 角田英俊, 秋葉教充, 中村厚, 宗田孝之
2. 発表標題 新旧指紋成分の励起蛍光マトリクス等の測定
3. 学会等名 日本法科学技術学会第27回学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋葉教充, 角田英俊, 田辺鴻典, 柴崎一成
2. 発表標題 時間分解分光のための小型光源のパルス化
3. 学会等名 日本法科学技術学会第26回学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 角田英俊、秋葉教充、田辺鴻典、柴崎一成、土屋兼一
2. 発表標題 蛍光寿命イメージングを用いた潜在指掌紋の顕在化の初期検討
3. 学会等名 日本法科学技術学会第26回学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柴崎一成、秋葉教充、角田英俊、田辺鴻典
2. 発表標題 ハイパースペクトルイメージャーによる有機射撃残渣の可視化
3. 学会等名 日本法科学技術学会第26回学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 秋葉教充
2. 発表標題 パルスレーザ を用いた指紋イメージング
3. 学会等名 レーザ学会学術講演会第41回年次大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋葉教充
2. 発表標題 紫外線や赤外線を使った指紋の非破壊検出
3. 学会等名 第42回光医学・光生物学会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋葉教充, 中村厚, 宗田孝之, 角田英俊, 黒沢健至, 土屋兼一, 横田亮, 井元大輔, 平林学人, 田辺鴻典, 羽合佳範, 黒木健郎, 日比野和人
2. 発表標題 ハイパースペクトルイメージを用いたMCR-ALSによる重畳指紋の分離主成分分析による重畳指紋の分離
3. 学会等名 2019年度日本分光学会年次講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H.Kakuda, N.Akiba, K.Kuroki, K.Hibino, K.Kurosawa, K.Tsuchiya, R.Yokota, D.Imoto, M.Hirabayashi, K.Tanabe, Y.Hawai
2. 発表標題 Image enhancement of pre-processed fingerprints using color information and spatial frequency filtering
3. 学会等名 SPIE Security + Defence (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 角田英俊, 秋葉教充, 黒木健郎, 日比野和人, 黒沢健至, 土屋兼一, 横田亮, 井元大輔, 平林学人, 田辺鴻典, 羽合佳範
2. 発表標題 有色化処理後の指紋の色情報を用いた画像処理による指紋の鮮明化
3. 学会等名 日本色彩学会第50回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 角田英俊, 秋葉教充, 土屋兼一, 田辺鴻典
2. 発表標題 波長532nmのナノ秒パルスレーザーを用いた時間分解分光法による潜在指紋の蛍光特性の測定
3. 学会等名 日本法科学技術学会第25回学術集会講演
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 日比野和人, 秋葉教充, 宮口一, 下田修, 中村厚, 竹内繁樹, 高津正久, 角田英俊, 黒木健郎, 宗田孝之
2. 発表標題 指紋成分の経時変化 [第四報] ~ トリプトファン水溶液中からキヌレニンの存在を確認 ~
3. 学会等名 第25回日本法科学技術学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 斉藤綾太郎, 秋葉教充, 日比野和人
2. 発表標題 畳上に付着する蛍光物質の可視化条件
3. 学会等名 第25回日本法科学技術学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 N.Akiba, A.Nakamura, T.Sota, K.Kuroki, K.Kurosawa, H.Kakuda, K.Hibino, M.Aalders
2. 発表標題 Separation of overlapping fingerprints using a hyperspectral camera, UV LEDs and principal component analysis
3. 学会等名 8th European Academy of Forensic Sciences Conference (EAFS 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Nakajima, O. Shimoda, K. Hibino, N. Akiba, K. Kurosawa, K. Kuroki
2. 発表標題 Detection principle considered from the polymerization mechanism of cyanoacrylate
3. 学会等名 8th European Academy of Forensic Sciences Conference (EAFS 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H.Kakuda, N.Akiba, K.Hibino, K.Kuroki, K.Kurosawa, K.Tsuchiya, D.Imoto, M.Hirabayashi, K.Tanabe, Y.Hawai
2. 発表標題 Image enhancement of fingerprints on paper with complex color patterns by using color information and principal component analysis
3. 学会等名 8th European Academy of Forensic Sciences Conference (EAFS 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Hibino, S. Takeuchi, O. Shimoda, M. Takatsu, N. Akiba, K. Kurosawa, K. Kuroki
2. 発表標題 Fluorescent components in latent prints excited by visible range light irradiation
3. 学会等名 8th European Academy of Forensic Sciences Conference (EAFS 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秋葉 教充, 中村 厚, 宗田 孝之, 黒木 健郎, 黒沢 健至, 角田 英俊, 土屋 兼一, 井元 大輔, 平林 学人, 田辺 鴻典, 羽合 佳範, 日比野 和人
2. 発表標題 主成分分析による重畳指掌紋の分離
3. 学会等名 第24回日本法科学技術学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 角田 英俊, 秋葉 教充, 黒木 健郎, 黒沢 健至, 土屋 兼一, 横田 亮, 井元 大輔, 平林 学人, 田辺 鴻典, 羽合 佳範, 日比野 和人
2. 発表標題 背景に埋もれた指紋の色情報を利用した画像処理による顕在化の検討 [第二報] ~主成分分析の利用~
3. 学会等名 第24回日本法科学技術学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木 基嗣, 秋葉 教充, 黒沢 健至, 赤尾 佳則, 東川 佳靖
2. 発表標題 疑似太陽光及び紫外線を照射した筆記具インクの発光挙動
3. 学会等名 第24回日本法科学技術学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 日比野 和人, 秋葉 教充, 下田 修, 中村 厚, 竹内 繁樹, 高津 正久, 角田 英俊, 黒沢 健至, 黒木 健郎, 宗田 孝之
2. 発表標題 指紋成分の経時変化 [第三報] ~ 皮膚片の色変化と光物性 ~
3. 学会等名 第24回日本法科学技術学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 日比野和人、秋葉教充、中村厚、竹内繁樹、下田修、高津正久、中嶋靖、角田英俊、黒沢健至、黒木健郎、宗田孝之
2. 発表標題 指紋成分の経時変化 [第二報]
3. 学会等名 第23回 日本法科学技術学会学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木基嗣、秋葉教充、黒沢健至、赤尾佳則、東川佳靖
2. 発表標題 紫外線照射した筆記具インクの時間分解発光スペクトル測定
3. 学会等名 第23回 日本法科学技術学会学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 黒木健郎、秋葉教充、黒沢健至、土屋兼一、角田英俊、井元大輔、平林学人
2. 発表標題 パルスLED光源を用いた時間分解発光測定装置の試作
3. 学会等名 第23回 日本法科学技術学会学術集会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	宗田 孝之 (Sota Takayuki) (90171371)	早稲田大学・理工学術院・教授 (32689)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	角田 英俊 (Kakuda Hidetoshi) (80773936)	科学警察研究所・法科学第二部・主任研究官 (82505)	
研究協力者	中村 厚 (Nakamura Atsushi) (10367055)	早稲田大学・理工学術院・次席研究員 (32689)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------

オランダ	アムステルダム大学			
------	-----------	--	--	--