

令和 5 年 6 月 4 日現在

機関番号：11401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2022

課題番号：16K01857

研究課題名（和文）受傷後急性期の打撲傷を証拠化する試み～虐待の早期発見を目指す取り組み～

研究課題名（英文）Trial of visualizing the evidence of a recent bruise: Approach aiming at early detection of the abuse

研究代表者

美作 宗太郎（Mimasaka, Sohtaro）

秋田大学・医学系研究科・教授

研究者番号：50284998

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,700,000円

研究成果の概要（和文）：子ども虐待の証拠を得ることは困難なことが多い。特に、受傷後早期の打撲傷は肉眼的に観察できないこともある。打撲傷は皮膚変色の前に炎症として熱感が生じる経験から、赤外線サーモグラフィーにより打撲傷を観察する研究を試みた。被験者が打撲傷を負った際に赤外線サーモグラフィーを用いて観察したところ、皮膚温は高温となり、治癒に従って低下する様子を捉えることに成功した。但し、赤外線サーモグラフィーは非常に感度が高い機器で、虫刺されや湿布使用による温度変化も鋭敏に捉えるため注意が必要であった。赤外線サーモグラフィーは皮膚の温度を色調の変化で表せるため、打撲傷による熱感を非侵襲的に可視化できることが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

子ども虐待の証拠を得ることは難しく、特に受傷後急性期の打撲傷は肉眼的に証明することが困難であった。本研究では、赤外線サーモグラフィーカメラを用いて打撲傷の皮膚温度の違いにより、打撲傷の存在を証拠化することに成功した。本研究は打撲傷の皮膚温を可視化した点において学術的意義があるだけでなく、研究成果が身体的虐待を受けた子どもの早期発見、早期保護に繋がり、子どもの虐待防止に直結することから社会的意義もある。

研究成果の概要（英文）：It is difficult to obtain evidence of child abuse. Particularly, recent physical bruises may not be clearly visible. Infrared thermography is useful for sensing the heat generation in the skin early after bruising. Therefore, we developed a method for visualizing bruises using infrared thermography. The bruise of patients was observed in infrared thermography over time. These results proved that the skin temperature of the bruise gradually decreased. However, it is necessary to be careful about false positives and false negatives as infrared thermography is highly sensitive. As an infrared thermography camera can noninvasively visualize skin temperature through differences in color, it may be an effective method in providing evidence of heat from bruising. This method is currently still in the developmental stages but will be available for practical applications in the future.

研究分野：法医学

キーワード：子ども虐待 打撲傷 赤外線サーモグラフィーカメラ 法医学

## 1. 研究開始当初の背景

近年、子どもの虐待が社会問題となっている。特に、最近では児童相談所が介入していたにも拘らず、虐待の証拠を提示できなかったために一時保護が遅れ、最悪の結末を迎えるケースが後を絶たない。児童相談所には法的に強い権限が与えられているものの、子どもの一時保護、親権の停止或いは剥奪に踏み込む際に最も重要になるのは虐待の証拠である。しかしながら、現状では、未だに虐待による損傷を客観的に評価し証拠化する手法は画一化されていない状況にある。

報告者らは、以前から児童相談所の要請で損傷検査を行い、結果を損傷診断書（または意見書）として提出してきた。損傷検査の経験が増えるにつれて、継続的な暴力の証拠である“新旧混在する打撲傷”を診断する際に、従来は検査者の主観で打撲傷の色調を判断していたが、証拠として示すためには打撲傷による皮膚変色を客観的に評価する必要性を痛感した。

## 2. 研究の目的

子どもの虐待による打撲傷について、短時間で痛みなどの侵襲を与えることなく証明する方法を探るのが我々の主要な研究テーマである。特に、本研究では打撲傷を炎症の一つと捉えて、従来の皮膚変色（発赤）を評価する方法に加えて、受傷後に皮膚変色（発赤）より早期に生じる熱感を客観的に評価することが目的である。受傷後急性期の打撲傷を赤外線サーモグラフィカメラを用いて温度の違いにより証拠化する方法は、身体的虐待を受けた子どもの早期発見、早期保護に繋がり、子どもの虐待防止に直結する大きな意義がある。なお、“打撲傷”は打撲による損傷のみを表現する用語であるため、受傷機転が不明な場合は“皮膚変色”などの用語を用いることが推奨されているが、本研究では受傷機転が打撲であることが判明している損傷のみを扱うため、敢えて“打撲傷”と記載している。

## 3. 研究の方法

健常な被験者が日常生活で転倒するなどして打撲傷を負った場合に、赤外線サーモグラフィカメラFLIR T440 (FLIR Systems, Inc. USA) を用いて打撲傷を撮影し、同時に可視光線下でも撮影した。損傷の受傷から治癒まで2~8日間に亘り、入浴・運動後など皮膚温が上昇するタイミングを避けて撮影した。損傷部だけでなく非損傷部の皮膚も写し込むことで、個体差、身体部位の差、更に室温などの環境条件の影響を除外した。撮影した熱画像は、専用ソフトウェア (FLIR Tools) 上で損傷部と非損傷部の皮膚温を5か所ずつ測定し、それぞれの平均値を求め、両者の温度差を算出して検討した。なお、本研究は秋田大学大学院医学系研究科倫理委員会の承認を得て行った。

#### 4 . 研究成果

20例の打撲傷皮膚温データ全体の結果は、打撲傷を受傷した当日（1日目）の損傷部と非損傷部の温度差は平均0.966、2日目は平均0.5858、3日目は平均0.522、4日目は平均0.455、5日目は平均0.426、6日目は平均0.402、7日目は平均0.26、そして8日目は平均0.30であった。但し、本研究のデータ解析における問題点として、経時的な打撲傷皮膚温測定の中で損傷が完全に治癒した場合など、皮膚温データの欠測値が複数認められた。特に、多くの損傷が治癒に向かう6日目～8日目のデータについては、6日目では65%、7日目では80%、8日目では90%に欠測値がみられるなど、いずれも50%以上のデータが欠落していた。従って、データの信頼性と有効性を検討した結果、損傷を受傷した当日（1日目）のデータと、5日目および6日目のデータについて解析を進めることとした。損傷を受傷した当日（1日目）のデータと、5日目および6日目のデータについてWilcoxon sign rank testを行ったところ、前者では $p=0.008$ 、後者では $p=0.018$ でいずれも有意差が認められた。

本研究結果から、赤外線サーモグラフィカメラにより打撲傷受傷による皮膚の熱感を可視化することが可能で、治癒するに従って打撲傷の皮膚温が低下していく様子を客観的に捉えられることが証明された。但し、赤外線サーモグラフィカメラは感度が鋭敏で、損傷に対する消毒薬・湿布の使用や痒疹・虫刺症などの炎症性の皮疹による僅かな温度差も明瞭に捉えるため、虐待の診断などの実務応用には注意が必要と考えられた。

対象が受傷後急性期の損傷であることに加えて、コロナ禍の影響もありデータの集積及び解析に困難な点が多かったが、コロナ禍による赤外線サーモグラフィカメラの一般社会への浸透は本研究の実用化に寄与するかもしれない。将来的に、虐待の早期発見を目指す取り組みとして、本研究の成果が実際の虐待症例に応用されることを期待したい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

|  |                     |
|--|---------------------|
| 1. 著者名<br>Sohtaro Mimasaka   | 4. 巻<br>6           |
| 2. 論文標題<br>CURRENT SITUATION OF CHILD ABUSE IN JAPAN AND EFFORTS TO OBTAIN OBJECTIVE EVIDENCE OF BRUISING FROM CHILD ABUSE | 5. 発行年<br>2020年     |
| 3. 雑誌名<br>Russian Journal of Forensic Medicine   | 6. 最初と最後の頁<br>31-34 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.19048/2411-8729-2020-6-2-31-34   | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>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<br>-           |

|   |                   |
|---|-------------------|
| 1. 著者名<br>美作宗太郎                                 | 4. 巻<br>69        |
| 2. 論文標題<br>身体的虐待による打撲傷を証拠化する試み～子ども虐待の早期発見を目指して～ | 5. 発行年<br>2019年   |
| 3. 雑誌名<br>秋田県医師会雑誌                              | 6. 最初と最後の頁<br>1-7 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし                   | 査読の有無<br>無        |
| オープンアクセス<br>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<br>-         |

|   |                     |
|---|---------------------|
| 1. 著者名<br>Mimasaka S, Oshima T, Ohtani M.   | 4. 巻<br>282         |
| 2. 論文標題<br>Visualization of old bruises in children: Use of violet light to record long-term bruises. | 5. 発行年<br>2018年     |
| 3. 雑誌名<br>Forensic Sci Int.   | 6. 最初と最後の頁<br>74-78 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1016/j.forsciint.2017.11.015. Epub 2017 Nov 16.                         | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）   | 国際共著<br>-           |

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 8件 / うち国際学会 4件）

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Sohtaro Mimasaka  |
| 2. 発表標題<br>CROSS-SECTIONAL IMAGING OF THE SKIN SURFACE USING OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY (OCT): A CLINICAL FORENSIC STUDY |
| 3. 学会等名<br>Topical Issues of Forensic Medicine and Expert Practice, 2023（招待講演）（国際学会）                                       |
| 4. 発表年<br>2023年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Sohtaro Mimasaka   |
| 2. 発表標題<br>Visualizing a recent bruise: Clinical forensic approach                    |
| 3. 学会等名<br>Topical Issues of Forensic Medicine and Expert Practice-2022 (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|                              |
|------------------------------|
| 1. 発表者名<br>美作宗太郎, 大谷真紀, 大島徹  |
| 2. 発表標題<br>損傷による熱感の証拠化は可能か?  |
| 3. 学会等名<br>第104回日本法医学会学術全国集会 |
| 4. 発表年<br>2020年              |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Sohtaro Mimasaka  |
| 2. 発表標題<br>HOW CAN WE OBTAIN OBJECTIVE EVIDENCE OF CHILD ABUSE?                        |
| 3. 学会等名<br>Topical issues of forensic medicine and expert practice-2019. (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>美作宗太郎                            |
| 2. 発表標題<br>証拠採取としての写真撮影の実際～損傷の基礎知識と写真撮影のコツ～ |
| 3. 学会等名<br>日本フォレンジック看護学会第6回学術集会 (招待講演)      |
| 4. 発表年<br>2019年                             |

|                                      |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>美作宗太郎                     |
| 2. 発表標題<br>“虫歯が多い” だけではない子ども虐待発見のヒント |
| 3. 学会等名<br>秋田県警察歯科医会研修会（招待講演）        |
| 4. 発表年<br>2019年                      |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Mimasaka S  |
| 2. 発表標題<br>Obtaining macroscopic evidence of child abuse.                                  |
| 3. 学会等名<br>24th Congress of the International Academy of Legal Medicine (IALM)（招待講演）（国際学会） |
| 4. 発表年<br>2018年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>美作宗太郎                             |
| 2. 発表標題<br>損傷の基礎知識と写真撮影法の実際～暴力・虐待の証拠をいかに残すか～ |
| 3. 学会等名<br>性暴力被害対応チーム（SART）研修会 in 札幌（招待講演）   |
| 4. 発表年<br>2018年                              |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>美作宗太郎                                |
| 2. 発表標題<br>身体的虐待による打撲傷を証拠化する試み～子ども虐待の早期発見を目指して～ |
| 3. 学会等名<br>第82回秋田県医学会総会                         |
| 4. 発表年<br>2017年                                 |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>美作宗太郎, 大島徹, 大谷真紀                       |
| 2. 発表標題<br>受傷後急性期の打撲傷は証拠化できるか? ~ 炎症としての熱感を捉える試み ~ |
| 3. 学会等名<br>第23回日本子ども虐待防止学会学術集会ちば大会                |
| 4. 発表年<br>2017年                                   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>美作宗太郎, 大島徹, 大谷真紀                             |
| 2. 発表標題<br>子どもが過去に受傷した打撲傷の観察はどこまで可能か? ~ 陳旧打撲傷を証拠化する試み ~ |
| 3. 学会等名<br>第100次日本法医学会学術全国集会                            |
| 4. 発表年<br>2016年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>美作宗太郎, 大島徹, 大谷真紀                     |
| 2. 発表標題<br>特殊波長光線による陳旧打撲傷の可視化 ~ 紫外光は本当に有効なのか? ~ |
| 3. 学会等名<br>第8回日本子ども虐待医学会学術集会                    |
| 4. 発表年<br>2016年                                 |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>美作宗太郎                        |
| 2. 発表標題<br>児童虐待の現場において気になる損傷をいかに記録するか   |
| 3. 学会等名<br>東北ブロック児童相談所児童福祉司研究協議会 (招待講演) |
| 4. 発表年<br>2016年                         |

〔図書〕 計3件

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| 1. 著者名<br>池田 典昭、木下 博之 | 4. 発行年<br>2022年 |
| 2. 出版社<br>医学書院        | 5. 総ページ数<br>352 |
| 3. 書名<br>標準法医学 第8版    |                 |

|                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| 1. 著者名<br>美作宗太郎, 山田典子ら | 4. 発行年<br>2017年 |
| 2. 出版社<br>明石書店         | 5. 総ページ数<br>216 |
| 3. 書名<br>臨床法医学入門       |                 |

|                                     |                  |
|-------------------------------------|------------------|
| 1. 著者名<br>キャロル・ジェニー                 | 4. 発行年<br>2017年  |
| 2. 出版社<br>金剛出版                      | 5. 総ページ数<br>1100 |
| 3. 書名<br>子どもの虐待とネグレクト 診断・治療とそのエビデンス |                  |

〔産業財産権〕

〔その他〕

|  |
|--|
| 法医学者は声なき声の代弁者<br><a href="https://www.akita-u.ac.jp/honbu/lab/vol_21.html">https://www.akita-u.ac.jp/honbu/lab/vol_21.html</a> |
|--|



6. 研究組織

|                   | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                    | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                 | 備考 |
|-------------------|--|---------------------------------------|----|
| 研究<br>分<br>担<br>者 | 大谷 真紀<br><br>(Ohtani Maki)<br><br>(30292379) | 秋田大学・医学系研究科・助教<br><br><br><br>(11401) |    |
| 研究<br>分<br>担<br>者 | 大島 徹<br><br>(Oshima Toru)<br><br>(70464427)  | 秋田大学・医学系研究科・講師<br><br><br><br>(11401) |    |

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 |
|---------|---------|