

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 24 日現在

機関番号：82406

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23659374

研究課題名(和文)死体トレースデバイスの開発 - データ取得過程の可視化を目指して -

研究課題名(英文)Development of the dead body trace device: for more reliable death time estimation and preservation of evidence

研究代表者

金武 潤 (Kanetake, Jun)

防衛医科大学校(医学教育部医学科進学課程及び専門課程、動物実験施設、共同利用研究・医学教育部医学科専門課程・教授)

研究者番号：90326661

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 0円

研究成果の概要(和文): 本研究課題では、実際の検視業務に導入可能な死体トレースデバイスの開発を目指し、直腸温を5点同時に測定し、リアルタイムモニタリングが可能なデバイスを試作した。無線機能を導入することで即時性を実現したが、実務で利用可能な水準には達しなかった。

温度、位置、写真情報等を組み合わせたモデルの移動実験では、温度降下の様子がモデルの位置と同時に地図上に表示され、遺体収容から剖検までの過程を再現することが可能であることが示された。今回開発したデバイスはより信頼性の高い死後経過時間推定と証拠保持に有用であることが示唆される。

研究成果の概要(英文): In this study, the purpose is to develop the dead body trace device which can be introduced into actual inquest cases. With wireless technology and five sensors, real time continuous monitoring and five rectal temperature measurements were achieved, but the device was far from perfection.

In the boy model experiment, which was combined temperature, position and photograph information, the situation of the body model with temperature fall was displayed on a map simultaneously. It was suggested that the process of dead body administration from dead body recovery to autopsy was reproduced. The new device will be ideal for more reliable estimation and preservation of evidence.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：社会医学・法医学

キーワード：法医鑑定学 刑事証拠法 死体現象 死後経過時間 直腸温 死体検案 モニタリング 可視化

1. 研究開始当初の背景

死体の冷却現象に関する記述は殆どすべての法医学の教科書にみられ、死後経過時間(死亡時刻)の推定に死体温を用いることができることとされている。しかし、実際の鑑定ということになると法医学者によりその評価は分かれる。「直腸温なんて当てにならないので、測定すら行ってない」と全く評価しないという声がある一方で、「直腸温をもとに時分頃と推定される」と分単位での推算を行っている鑑定が存在する。死後経過時間の推定は法医実務上重要な鑑定項目であり、目撃者のいない殺人事件等では犯人検挙あるいは冤罪防止という観点から、その信頼性・正確性が特に求められることは言うまでもない。申請者は食品流通分野で普及している HACCP(Hazard Analysis Critical Control Point「食品の危害分析・重要管理点方式」)の手法に着目し、直腸内に留置可能な小型温度データロガを利用して実際の検視業務における死体の直腸温を連続的にモニタリングすることに成功し、その有用性を証明した。その上で、本システムの普及をはかってきたが、実際に導入されたのは少数の県に限られており、普及そのものは失敗したと言わざるを得ない。その主たる原因は、挿入にある程度の熟練を要すること、リアルタイムで結果が得られない、解剖事例が対象で、大多数を占める検案のみの事例に対応できない等が考えられる。また、解析する立場としては、死体収容からの状態を完全に把握することができず、推算アルゴリズムの検討に支障をきたすことも明らかとなった。

正確なデータの採取とアルゴリズムの検討は相補の関係にあることから、これを解決するためには新規デバイスの開発が求められる。本研究課題ではデータ取得過程の可視化という全く新しい観点から、温度データに加え、加速度センサー等を導入することにより、死体の収容から返還までの過程を自動的に記録することができ、捜査過程の可視化につながる革命的デバイスになる。

それに加え、死体の収容から返還までの過程を記録すること、すなわち死体がどのように扱われたかを記録することは、昨今の社会情勢から推測すると、重要事項となりつつあり、将来的には必要不可欠、義務的事項になる可能性がある。刑事手続きにおいて取り調べの可視化が注目されているが、証拠の保全・管理についても可視化が求められる時代が到来するであろう。死後経過時間に限ってもデータの取得から推算までの過程を明らかにすることが求められる。

2. 研究の目的

(1) 本研究の主目的は死体トレースデバイスの開発を行うことである。直腸の深さ方向に対する温度分布(2次元温度分布)を測定するためのデバイスを試作する。求められる性能として、次の7点等が挙げられる。

センサー部分は直腸内に完全に留置され、外部から見えないこと。

分解能 0.1、測定間隔 5 分。

データはリアルタイムで無線等で転送されること。

遺体の搬送等があっても安定した位置を保持すること。

誰が挿入しても一定の位置に挿入できること。

加速度センサー等を搭載し、遺体の状態をトレースできること。

機器自体の発熱等を考慮して、自己校正機能を有すること。

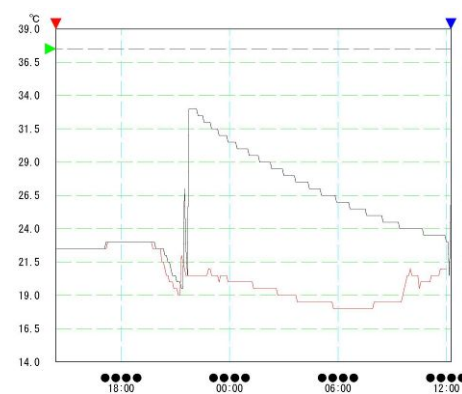


図1. 連続モニタリングの一例(従来法) 直腸温(上)及び環境温(下)が5分間隔で記録されている。剖検中にデバイスを回収し、コンピュータでデータを回収後直ちに出力できる。剖検終了時にこのグラフを使って死後経過時間を推算する。この事例では16~18時と推定できるが、後の捜査で17時前後と判明した。

(2) 作成したデバイスを鑑定及び検案実務へ応用する。実際の測定を警察官等へ依頼することとなるので、協力機関(埼玉県警察)との協議、現場係官に対する教育・指導、マニュアルの作成等が必要となる。従来宮城県で導入した事例を参考に再構築する。

(3) デバイス開発と並行して、温度データ、環境画像、死体画像及びGPS(地球測位システム)のデータを合成し、死体トレースシステムの有効性を検証する。その上で、本システムの将来像について、提案を行う。

3. 研究の方法

(1) デバイスの開発は、株式会社チノー計測技術開発センター及びアーズ株式会社の協力を得て行った。上述の求められる性能が得られるよう、試作及び改良を行う。将来的には専用半導体チップの開発まで求められると予想されるが、本研究課題では対象とせず、汎用チップの構成により試作機の開発を行う。熱伝導に関する専門知識は早稲田大学大学院先進理工学研究科酒井清孝教授他の協力を得た。デバイス性能の評価は、主として寒天モデルを使用した。直腸内での安定性

等の評価は防衛医科大学校法医学講座で施行された司法解剖死体の直腸温測定の際に行った。

(2) デバイス完成後に、鑑定・検案業務で使用し、データを採取する。運用は申請者が宮城県で導入した直腸温連続モニタリングを基本とする。埼玉県では複数大学で解剖が行われており、適切な方法が検討される必要があり、検討そのものが研究課題となる。

(3) 寒天モデルを死体と仮定し、モデルと温度データログ(3点測定)とGPSを様々な環境で移動させた。実験終了後に温度データ、位置情報、加速度データ及び写真データを同期し、グーグルマップ上に現場写真と温度データを表示させた。このデータのみから、測定時の状況がどこまで示されているかを検証した。

4. 研究成果

(1) 当初予測した求められる性能のうち、実際に実現できたのは、分解能 0.1、測定間隔 5 分で、無線によりリアルタイムでモニタリングが可能である点である。試作機の段階では、転送性能を確保するため、直腸内への完全留置については次の課題とした。その結果、搬送等による位置の安定性については、不十分であった。また、現場係官が操作することを想定し、誰が挿入しても一定の位置に挿入できるという点については、デバイスを棒状にしたため、従来のデバイスに比べ改善されているものと考えられるが、検証は完了していない。自己校正機能については未実施であるが、同一筐体にセンサーを組み込んだ場合、電源部からの発熱の影響を示唆するデータが得られていることから、実務へ導入する場合には、必要な機能であると考えられる。



図 2. 試作デバイスの外観

筐体はポリカーボネート製で、1cm 間隔で 5 点同時測定が可能である。データは無線で受信部に送られる。受信部は USB でコンピュータ (Windows) に接続され、リアルタイムモニタリングが可能である。

デバイスの開発にあたり問題となったの

は、原因不明のノイズである。精度・信頼性が従来の独立センサー集合タイプのものに達することができず、電子回路及びソフトウェアの再検討が必要であった。試作を繰り返すことにより、ある程度のノイズ軽減と、取得データの演算処理に改良を加えた。予備的に複数点同時連続測定実験を個々のデバイスを並列接続して行ったが、ここでは有効な結果が得られていることから、無線による複数デバイスの干渉の可能性がある。電波の到達範囲が狭いという点は、外部アンテナを装着することにより改善を図ったが、実務上写真撮影等に影響を与えるという点で、内部アンテナのみで実現することが望ましい。デバイスの耐久性及び衛生上の観点から、外装ケースにポリカーボネートを採用したが、普及のためにはより低コストの素材を検討する必要がある。以上、様々な検討を行ったが、研究期間に実用に耐えうる水準のデバイスの完成には至らなかった。

一方、モニタリング用ソフトウェアに関しては、リアルタイムで温度降下曲線を観察することが可能となった。今後は死後経過時間推算値の表示が可能となるよう改良を加える必要がある。

(2) 実際の鑑定及び検案実務への応用は、実用可能なデバイスが完成しなかったため、実施できなかった。準備としてのマニュアルはデバイス固有の操作法等を除く一般事項については完成した。また、動画による説明を試みた。ただし、デバイス自体が完成に至らなかったため、従来の手法を踏襲する内容にとどまった。この過程で、解剖過程の全記録及び鑑定書作成補助システムという新たな方向性のヒントを得た。

(3) 温度データ、位置情報、加速度データ及び写真データを同期させ、死体の搬送過程を詳細に記録し、可視化するという点で刑事証拠法上、画期的なシステムとなる可能性が示唆された。地図上にモデルの位置が表示されると同時に、外気温及びモデル内温度が表示され、時間の経過とともに、温度が降下する様子が再現できた。すなわち、これを死体に置き換えれば、死体搬送の過程が再現可能である。本実験は各システムを並行運用する方法をとったため、現時点では手動での同期となるが、将来的には自動同期機能の搭載が望まれる。開発中のデバイスを使用すれば、リアルタイムモニタリングが可能となることから、死体の管理状況の把握と死後経過時間推算精度の向上に寄与するものと考えられた。また、環境放射線に関する実験では、事故より日数が経過していることもあり、学内 (埼玉県) での実験では、有意なデータを取得できなかった。福島県の特定地域等で実施することも検討したが、死体現象と独立して行うことは本研究課題の趣旨と乖離するため、実施しなかった。



図3．グーグルマップ上に表示された現場写真と温度データ

測定時の温度データと環境写真が地図上に表示される。各地点をクリックすることにより、温度と状況を把握することができる。

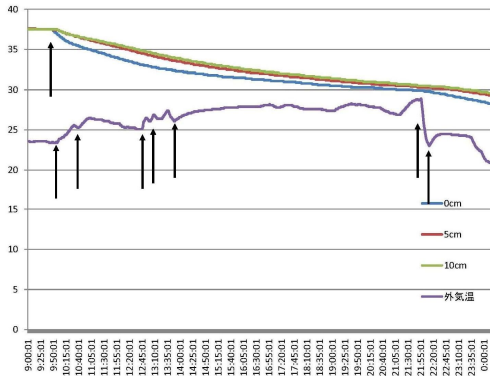


図4．温度データ（表面から0,5,10cmの3点及び外気温）の経時変化

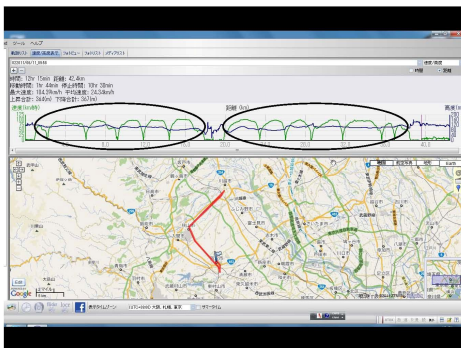


図5．GPSによる取得データ

GPS ロガ(BT-Q1300ST QSTARZ)を使い、移動速度及び高度をグラフ化したもの。全移動

経路が地図上に赤線で示されている。図3～5によりモデルの移動状況が可視化され、経過時間推算の際に、環境因子を考慮することができる。

(4) 本研究課題の主目的は実際の業務に導入可能な死体トレースデバイスを開発することであったが、研究期間中にデバイスの完成には至らなかった。しかしながら、モデルの移動過程と温度の経時変化を可視化し、その有用性を示すことができた。特に殺人等の刑事事件においては、証拠能力の向上という点で極めて有効であり、昨今の社会的ニーズに合致したものと考えられる。デバイスの完成に向けてさらなる検討を重ねたい。

5．主な発表論文等

〔学会発表〕(計 2件)

金武 潤 他、法医解剖記録システムの構築と検証、第96次日本法医学会学術全国集会、2012年6月9日、浜松

金武 潤 他、死体トレースシステムの開発 - データ取得過程の可視化に向けて、第95次日本法医学会学術全国集会、2011年6月17日、福島

6．研究組織

(1)研究代表者

金武 潤 (KANETAKE, Jun)

防衛医科大学校・医学教育部医学科専門課程・教授

研究者番号： 90326661