

プロジェクトの概要

- 対象とするテーマ 「現場における鑑識資料のイメージング装置の開発」
- 提案課題名 「捜査支援スペクトルイメージング装置の開発」
- 研究代表者名 「宗田孝之」
- 責任機関名 「早稲田大学」
- 実施予定期間 平成23年度～平成27年度 (全5年間)
 - 技術開発期間 平成23年度～平成25年度
 - 実証期間 平成26年度～平成27年度

研究の概要

1. 目標

光スペクトル計測技術を多角的に組み合わせ、非破壊・非接触に潜在的な「指掌紋等のヒト由来成分」を漏れなく顕在化して同定検出でき、可搬性に優れたスペクトルイメージング装置を実用化する。ここでいう可搬性とは、現場に派遣した車両内に固定配置した状態や必要機材を現場に降ろした状態で使用でき、各機材は2名までで持ち運びでき、容易にセットアップができることを意味する。本装置には、3次元情報を測定するカメラを組みこみ、形状情報を解析し、正確に二次元画像に展開して等倍に印画する機能を搭載する。すなわち既存装置とのデータ互換性を持たせる。

2. 技術的内容

エンドポイントは、現場に残されたヒト由来成分の内、脂肪とタンパク質(アミノ酸)の精密計測である。前者については $0.93, 1.21\mu\text{m}$ 付近の特徴的吸収または 3000cm^{-1} 近傍と不飽和脂肪酸起因の 1660cm^{-1} 、カルボニル基起因 $1700\text{--}1800\text{cm}^{-1}$ のラマンシグナルなど、後者のうちヘモグロビンについては $500\text{--}700\text{nm}$ における特徴的吸収、それ以外のたんぱく質については紫外域(350nm)励起時の $380\text{--}780\text{nm}$ 域における発光(その蛍光寿命は $2\text{--}4\text{ns}$ オーダー)等が特徴である。現場における残留物の多寡や検証時間の制約等の要素を鑑み、ハイパースペクトルイメージング(HSI)技術、フェムト秒レーザーを使用した2光子励起時間分解蛍光寿命計測(fsTRPL)技術、スーパーコンティニューム光源を用いたコヒーレントラマン分光(CARS)技術を組み合わせたイメージングシステムを構築する。

HSI 関係では、ヒト由来を同定するための分光波長領域および照明光の照射方法の最適化、fsTRPL および CARS 関係ではレーザーによる励起光源の光学系および照射位置制御方法の最適化、測定装置運搬などに耐える実用化対応技術の開発などが課題である。また、歪んだ対象物を等倍画像として表現するための画像補正ソフト、各分光スペクトルの解析やイメージングに必要なソフトの開発も必要となる。

3. 年次計画

1年目：○HSI 装置の仕様設計、プロトタイプ機的设计・製作、データ収集開始。○fsTRPL 装置、CARS 装置のプロトタイプ機仕様の設計。

2年目：○HSI 装置の性能評価、要素技術改善、データ解析手法の開発、既存システムとの整合性確認。○fsTRPL、CARS 両プロトタイプ機的设计、要素技術開発、各装置の製作。

3年目：○fsTRPL、CARS プロトタイプ機的设计による評価、小型化要素技術開発。○実証プロトタイプ機仕様設計、システム設計開始。

4年目：○プロトタイプ機評価を通じた要素技術改善、既存システムとの整合性確認。○実証プロトタイプシステム製作と評価

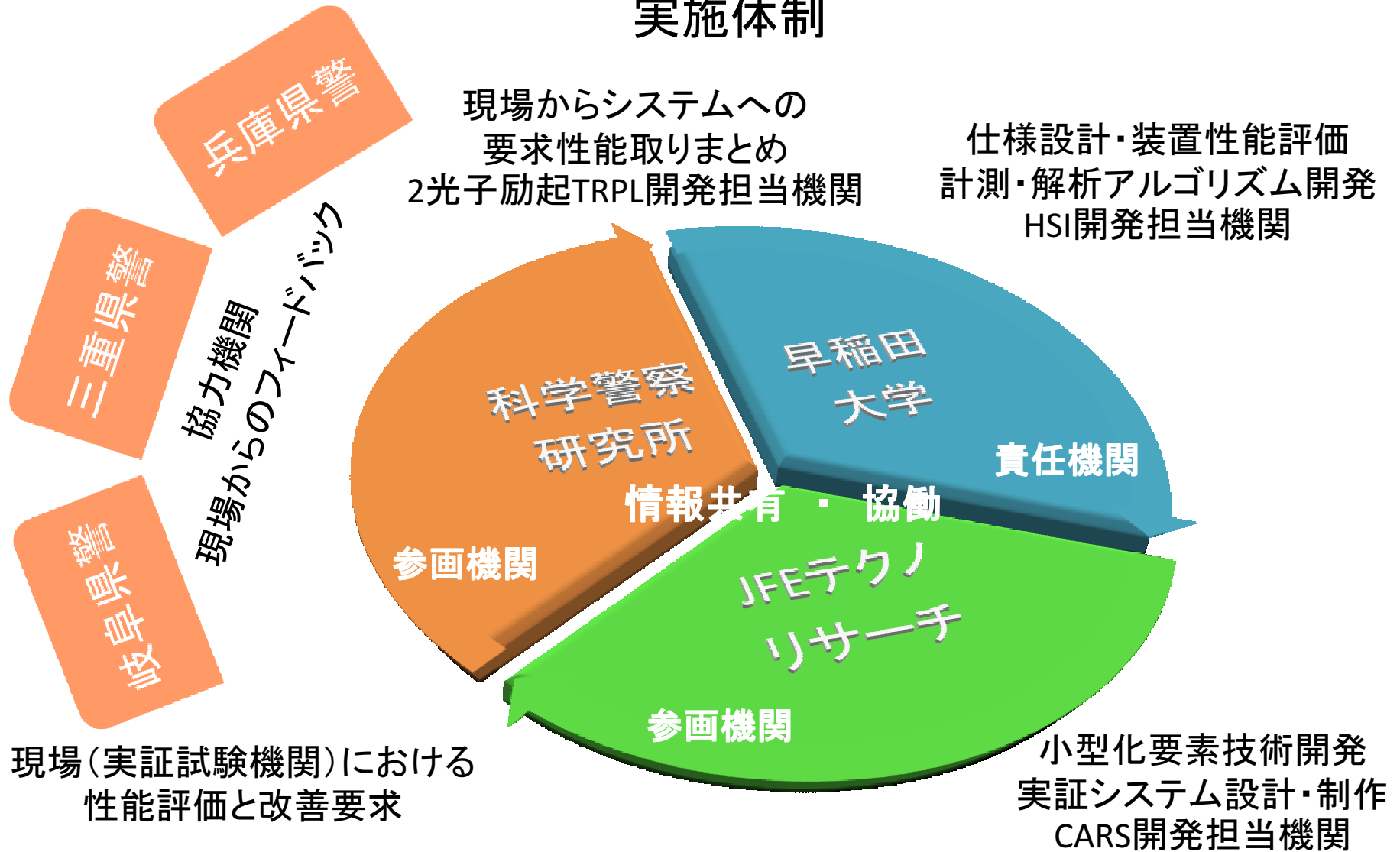
5年目：実証プロトタイプ機改良、性能評価および製品化の検討。

4. 実施体制

- ・ 責任機関：早稲田大学 研究総括。システムの仕様設計、ソフト開発と性能評価。
- ・ 参画機関：科学警察研究所 ファントムと実試料によるデータ収集と性能評価。
- ・ 参画機関：JFE テクノリサーチ 各プロトタイプ機、実証システムの設計・製作

※ 協力機関：岐阜県警科捜研、兵庫県警科捜研、三重県警科捜研

捜査支援スペクトルイメージング装置の開発 実施体制



実施内容

捜査支援スペクトルイメージング装置の開発

相補的な3種類の光計測法を多角的に組み合わせて、検索から検知まで非破壊・非接触に行い、潜在的な指紋などの痕跡を100%顕在化させ得る可搬性に優れた小型スペクトルイメージング装置を開発する。特に、残留DNAを破壊しない励起波長を用いることに留意して実用化に挑戦する。

A)早稲田大学
-背景雑音が少ないとき-

ハイパースペクトル
イメージング技術

2次元位置情報とスペクトル情報が短時間で計測可能な技術。現場の痕跡に含まれる特定分子分布の画像化に威力を発揮。

B)科学警察研究所
-背景雑音が存在するとき-

2光子励起時間分解蛍
光分光技術

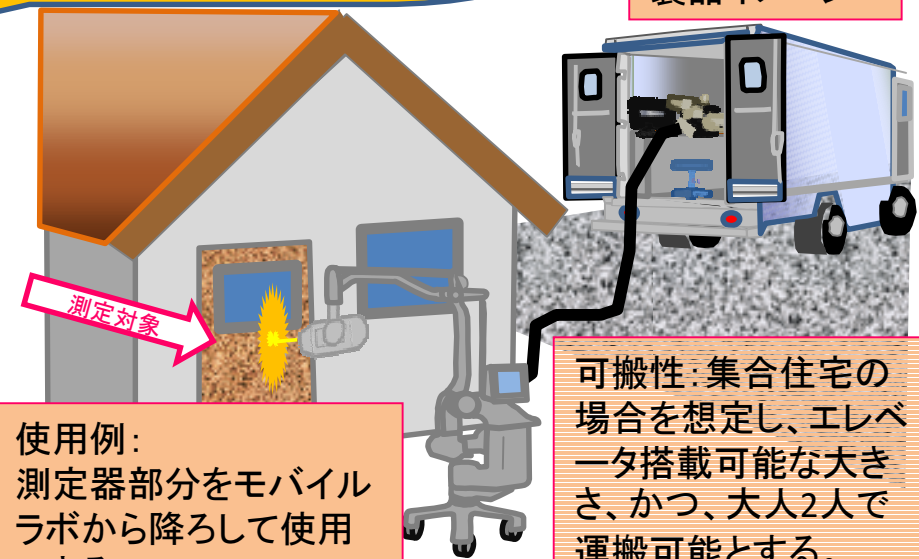
現場の痕跡から発せられる蛍光の寿命と、それが付着している物資から発せられる蛍光の寿命の違いを利用して、痕跡を顕在化する技術。

C)JFEテクノロジー(株)
-痕跡が極めて微量のとき-

コヒーレント
アンチ-ストークス
ラマン散乱技術

位相のそろった検出光を利用することで、極微量な痕跡でも高い空間分解能で検出する可能性を秘めた技術

左記3技術を
組み合わせた、
モバイルラボ
製品イメージ



ミッションステートメント

- 対象とするテーマ 「現場における鑑識資料のイメージング装置の開発」
- 提案課題名 「捜査支援スペクトルイメージング装置の開発」
- 研究代表者名 「宗田孝之」
- 責任機関名 「早稲田大学」
- 実施予定期間 平成23年度～平成27年度 (全5年間)
 - 技術開発期間 平成23年度～平成25年度
 - 実証期間 平成26年度～平成27年度

1 技術開発期間終了時の目標

ヒト由来分泌物によって印象されたこん跡を、非破壊・非接触かつ状況に応じて成分特定を容易にするであろう各種分光学的手法の組み合わせにより精度よく検出する装置を開発するにあたり、マイルストーンを以下のように設定する。

脂質とタンパク質をそれらに特徴的な静的な吸収と発光を利用して検出することを目指す HSI コンポーネント部分については、計測性能と既存システムとのデータ互換性も含めた技術水準を小型で可搬性のあるモバイルラボ用実用実証機の域に到達させる。

目標スペック

- ① タンパク質と脂質検出に資する可視・近赤外域 HSI コンポーネント
視野：□30mm 相当、検出波長範囲：380-1000nm、波長分解能：2nm、計測時間：1 視野あたり 10-20 秒、
光源：白色ハロゲンランプもしくは単色 ($\lambda_{ex}=350nm$) 光源、検出器：30fps 高感度モノクロ EMCCD カメラ
- ② 脂質検出に資する近赤外域専用 HSI コンポーネント
視野：□30mm 相当、検出波長範囲：950-1700nm、波長分解能：5nm、計測時間：1 視野あたり 10-20 秒、光源：黒体輻射光源、検出器：30fps 高感度 InGaAs-NIR CCD カメラ

微量な試料を背景から分離顕在化させ検出精度向上を目指す fsTRPL と CARS コンポーネント部分については、現場において認められるであろう現実的な量の試料からでも S/N 比の良いシグナル検出が可能なることを証明し、画像化および小型・可搬性へ向けた見通しを明らかにする。

目標スペック

- ③ 微量タンパク質等検出に資する 2 光子励起 fsTRPL コンポーネント
光源： $\lambda_{ex}=700nm$ 、パルス幅 100-200fs、繰り返し周波数 80-90MHz の超短パルスレーザー、視野：□30mm、検出波長範囲：380-780nm、波長分解能：2nm、検出器：ゲート機能付き ICCD カメラ：時間分解能：1ns
- ④ 微量脂質等検出に資する CARS コンポーネント
光源： $\lambda_{ex}=800nm$ 、パルス幅 130fs、繰り返し周波数 80-90MHz の超短パルスレーザー、視野：□30mm、検出波長範囲：500-800nm、波長分解能：0.4nm、検出器：EMCCD カメラ

2 実証期間終了時の目標

実証プロトタイプ機の光源や光学系を変更し、小型で可搬性のある実用実証機を製作し、実現場を想定した試料を用いた性能の実証試験を行った後、通信機能を持たせた車両に搭載してモバイルラボを製作する。その性能評価・検討を行い、既存の指掌紋自動識別システムとの整合性を確認し、市場参入を目指す実用機とする。