

スマートフォン動画機能に基づく化学発光計測法の開発

加藤 健^{*†}・藤原優希^{*}・羽切正英^{**}

^{*}福島工業高等専門学校 福島県いわき市平上荒川字長尾30 (〒970-8034)

^{**}群馬工業高等専門学校 群馬県前橋市鳥羽町580番地 (〒371-8530)

[†] Corresponding Author, E-mail: katou@fukushima-nct.ac.jp

(2025年8月25日受付, 2025年10月1日受理, 2025年11月20日公開)

要 旨

化学発光は溶液を混合するのみで起こる現象であり, その鮮明な色合いから血痕付着試料の評価といった鑑識などで活用されている。固体試料に対する化学発光は目視評価の他に写真法が用いられる。近年普及が広がるスマートフォンを用いて, 化学発光を誰にでも計測できる方法の可能性を模索した。発光状況をスマートフォン動画機能で撮影し, 得られた画像から色情報ソフトにより解析を行うものである。血痕付着試料を想定した鉄触媒を含む固体試料に対して, 本法を用いて低濃度域における鉄触媒の良好な定量が可能となった。

キーワード: 化学発光, スマートフォン, 動画機能, 色情報ソフト

1. 緒 言

化学発光は化学反応による物質の励起に基づいており, たとえば蛍光分析のように励起光源が不要である。光源によるゆらぎや散乱光などの影響がなく, 低バックグラウンドで高感度な計測が実現できる。代表的な化学発光物質であるルミノール (5-アミノ-2,3-ジヒドロ-1,4-フトラジンジオン) は1877年にその発光が観測された¹⁾。この発見から活用は広がっていき現在にも繋がり継続している。世の中に広く知られる実用例は1937年にW. Spechtが発表した血痕鑑別²⁾があり, 大気汚染物質の定量³⁾, 食品製造残渣の清浄度検査⁴⁾ など各種分野に検討が進んだ。車載型排ガス計測システム⁵⁾ や衛生管理ふき取り検査用デバイス⁶⁾ など装置として組まれているものも増えてきている。

化学発光の計測には用途に応じて, セルに溶液を注入するパッチ法⁷⁾, 流れ系での対応となるフロー法⁸⁾, 発光状況を画像とする写真法⁹⁾ が利用される。パッチ法およびフロー法は光電子増倍管, 写真法はフィルムなどを用い, 緻密な測定系が組まれることから高コストとなる。こうしたなか, スマートフォンによる化学発光計測事例¹⁰⁾ が出てきている。スマートフォンのカメラを活かして写真法と類似した機能を発揮できる。著者らは, スマートフォンのカメラ機能を滴定反応に適用してめっき液の成分分析を試みた¹¹⁾。これはフリーソフトである色情報ソフトへカメラ画像を転送してRGB値などを数値で得る方法である。この技術は色の変化をとまなう化学発光にも活用できると考えられるが, 最大発光の瞬間をカメラ画像に収めるのは困難である。そこで, 化学発光をスマートフォン動画で逐次収めて動画から最大発光時の画像を切り出して色情報

ソフトで解析することを着想した。誰にも身近なツールによる高効率な化学発光計測法となりうる可能性を検証した。

2. 実 験

2.1 ルミノール溶液のスマートフォン化学発光計測

ガラス製サンプル管に0.01 gのルミノールを添加し, 1.0 mol/L水酸化ナトリウム溶液10 mLを添加して溶解させた。このサンプル管に9.8 mol/L過酸化水素水0.25 mLを添加して暗環境にセットした。1.2×10⁻¹ mol/Lフェリシアン化カリウム溶液50 mLを注入して発光状況をスマートフォンにより動画撮影した。

2.2 動画に基づく色情報ソフトを用いた評価

撮影にはスマートフォンiPhone XSを用いた。フェリシアン化カリウム溶液をルミノール溶液へ注入する前にスマートフォンの動画撮影を開始し, 発光完了時に撮影を停止した (Fig. 1)。撮影後に動画から, 目視で最大発光と認識した時間の画像を切り出し, オープンソースの画像編集・処理ソフトであるGIMP ver. 2.10.38へ転送した。切り出す画像としては, 発光してい

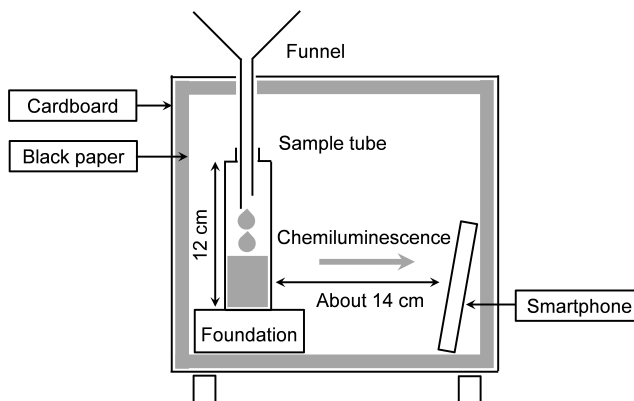


Fig. 1 Designed measurement environment.

【図表について】電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。 <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai-char/ja/>