

測色計を用いた客観的な皮膚の発赤評価

金澤知典[†] 富所雄一[‡] 山田啓之^{‡‡} 脇坂浩之[†]
 愛媛県立医療技術大学[†] 群馬大学[‡] 愛媛大学^{‡‡}

1. はじめに

アルコールの中間代謝産物であるアセトアルデヒドは、様々な毒性を持ち、頭頸部や上部消化管の癌、アルコール性心筋症、アルツハイマー病といった疾患の原因として知られている。アセトアルデヒドは、アセトアルデヒド脱水素酵素 (ALDH) により酢酸に分解され、無毒化されるが、遺伝的に酵素活性が低い ALDH2 変異型はアセトアルデヒドを分解する能力が低いいため、アルコールおよびアセトアルデヒド関連の様々な疾患のリスクファクターとなっている。

ALDH2 変異型のスクリーニング法として、アルコールパッチテストがある。アルコールパッチテストは、ALDH2 変異型の皮膚にアルコールを暴露すると生じる発赤の反応を利用している。しかし、従来のアルコールパッチテストでは皮膚色の变化を肉眼で評価するため、評価者の主観や経験、周囲の明るさ等により評価が影響され、普遍性、客観性に課題が多い。

本研究では、測色計を用いた皮膚色測定システム[1]を使用し、測色計による皮膚の発赤を検出可能かどうか評価する。皮膚発赤の検出評価は、被験者による皮膚発赤の肉眼判定と、測色計による皮膚色の測定結果を比較することで、皮膚の赤色変化が検出可能であることを示す。

2. 測色計による皮膚色の測定

測色計は、色を数値化して定量評価できる機器である。測色計は周囲の光を遮断できるため、誰がどのような明るさの場所で評価を行っても同じ測定結果を得られる。本研究では、KONICA MINOLTA 社製の CM-600d を使用した。同機は内蔵されたパルスキセノンランプから、直径 8mm の穴を通して光を対象物に照射し、その反射光を分して得られた色の三刺激値をもとに L*a*b*表色系を用いて色を解析する。L*a*b*色空間の概念

図を、図 1 に示す。

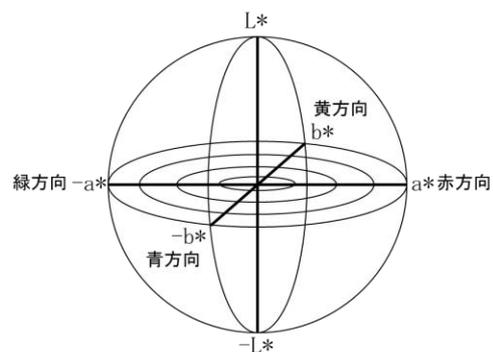


図 1. L*a*b*色空間の概念図

L*a*b*表色系では、明るさを L*、緑方向 (-a*) から赤方向 (a*) への色度の変化を a*、青方向 (-b*) から黄方向 (b*) への色度の変化を b* で数値化される。皮膚の赤色変化は、赤方向への色度の変化であるため、a* の変化を発赤の評価として使用できると考えられる。アルコール暴露前の a* と各測定時点の a* の変化量を Δa^* と定義し、 Δa^* の値が大きいほど発赤が強いことを意味する。i 番目の測定時点の Δa^* の計算式を以下に示す。ただし、 a^*_0 は基準値の a* 値を表す。

$$\Delta a^*_i = a^*_i - a^*_0 \quad (i = 1, 2, \dots)$$

3. 測色計による皮膚発赤の評価実験

3.1. 評価実験の方法

研究対象者の前腕部にアルコールパッチを貼付し、同部位の皮膚色変化を、肉眼および測色計によって経時的に評価した。アルコールパッチはアルコール含浸綿を用い、前腕内側に貼付した後、7 分後にパッチをはがした。パッチ除去前およびパッチ除去直後から 15 分間、1 分おきに皮膚色の変化を測色計で測定し、同時に肉眼による発赤判定を行った。

皮膚色の測定は、皮膚色測定システムを用いた (図 2)。本システムは、測色計と PC を接続し、皮膚色測定ソフトウェアで制御することで、測定値を Excel シートに即時保存可能である。

Objective evaluation of skin redness using a colorimeter

[†]Tomonori Kanazawa, Ehime Prefectural University of Health Sciences

[‡]Yuichi Tomidokoro, Gunma University

^{‡‡}Hiroyuki Yamada, Ehime University

[†]Hiroyuki Wakisaka, Ehime Prefectural University of Health Sciences

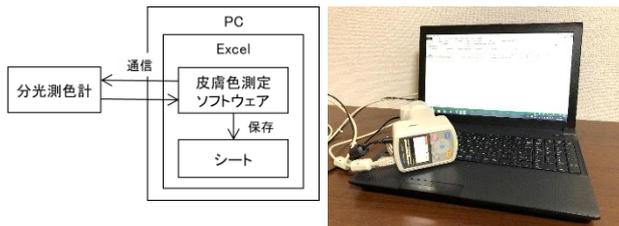


図 2. 皮膚色測定システムの構成

3.2. 皮膚色測定の安定性に関する評価

測色計が皮膚色を安定的に測定することが可能かどうかを評価するため、アルコールの代わりに蒸留水を用いてパッチテストを行い、蒸留水の暴露前後の皮膚色の測定値を比較した（20例）。蒸留水の暴露による皮膚色の Δa^* の変化を図 3 に示す。

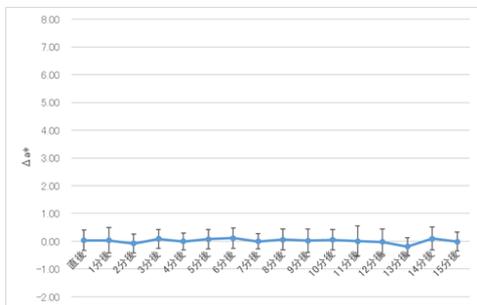


図 3. 蒸留水の暴露による皮膚色の Δa^* の変化 (n=20)。上下のバーは標準偏差を表す。

Δa^* はパッチ除去直後から 15 分後まで安定的に 0 を示した。また、 Δa^* の標準偏差は、0.27～0.54 であった。以上の結果より、測色計は皮膚色を安定的に測定可能であることが確認された。

3.3. 皮膚の発赤検出可否に関する評価

肉眼による判定は、アルコール暴露前後の皮膚色の変化について、「発赤なし」、「やや発赤」、「発赤」の 3 段階で行った。「発赤なし」、「やや発赤」、「発赤」の判定例を図 4 に示す。



(a) 発赤なし (b) やや発赤 (c) 発赤

図 4. 肉眼判定の例

肉眼判定を行う評価者をアルコールパッチテストの経験豊富な 2 名とした。2 名により 31 例の肉眼判定を行った。パッチ除去 10 分後の判定結果が一致した 30 例について、判定結果と Δa^* を

比較した（図 5）。統計学的な分析は、SPSS v27 を用い、t 検定により実施した。

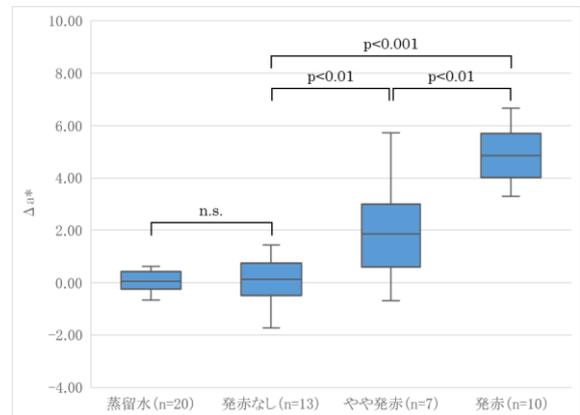


図 5. パッチ除去 10 分後の皮膚色変化の肉眼判定結果と Δa^* の比較 (n=30)。中央線は Δa^* の中央値、箱の上底と下底は Δa^* の 75% と 25% の値、上下のバーは最大値と最小値を表す。

「蒸留水」と「発赤なし」の Δa^* の間には、統計学的に有意な差はなかった。しかし、「発赤なし」と「やや発赤」の Δa^* を比較したところ、「やや発赤」の Δa^* の数値が高く、両者には有意な差があった ($p < 0.01$)。同様に「発赤なし」と「発赤」の Δa^* を比較したところ、「発赤」の Δa^* の数値が高く、両者には有意な差があった ($p < 0.001$)。さらに、「やや発赤」と「発赤」の間にも有意な差があった ($p < 0.01$)。以上の結果より、測色計による皮膚発赤を Δa^* の上昇として検出可能であることが明らかとなった。

4. まとめ

本稿では、測色計を用いることで、皮膚の赤色変化が検出可能かどうかを評価した。評価実験では、肉眼判定の結果と測色計による測定結果を比較することで、皮膚発赤を数値化し、赤色変化を Δa^* の上昇として検出可能であることが明らかとなった。

今後は測色計による測定結果とアルコールに関する遺伝子検査結果の分析を進め、客観的な ALDH2 変異型のスクリーニング法の確立を目指す。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 18K09978 の助成を受けたものである。

参考文献

[1] 金澤典典, 富所雄一, 山田啓之, 脇坂浩之: アルコールパッチテストのための皮膚色測定システムの構築, 情報処理学会 第 84 回全国大会講演論文集, 2022 (1), PP. 197-198 (2022)