

## 皮膚における表面下散乱を考慮したファンデーション

勝山智祐\*†

\*資生堂グローバルイノベーションセンター 神奈川県横浜市都筑区早渕2-2-1 (〒224-0025)

† Corresponding Author, E-mail: tomoyuki.katsuyama@to.shiseido.co.jp

(2017年10月16日受付, 2017年10月31日受理)

### 要 旨

通常の照明下においては、光は皮膚内部に透過し、皮膚表面下で散乱される。皮膚における表面下散乱は、素肌らしさや透明感をもたらす重要な光学的性質であるが、一般にファンデーションを塗布すれば、表面下散乱は減少し、肌らしい質感が失われていく。われわれは、皮膚における表面下散乱が波長によって異なることに注目し、皮膚における表面下散乱の減少を抑制する二種類のファンデーションを開発した。本稿では、その背景およびそのための色材設計について解説する。

キーワード：化粧, ファンデーション, 表面下散乱, 皮膚

### 1. はじめに

ファンデーションは、シミやソバカスなどの色むら、毛穴、小じわなどの凹凸をカバーし、全体を均一に見せることを目的とする化粧品である。一方で、カバー機能を優先すると、素肌らしいナチュラル感や透明感が失われてくるという課題がある。1990年代半ばに、仕上がりの質感を高める方法として、干渉機能を有する光輝性材料の応用が研究された<sup>1,2)</sup>。薄膜干渉による独特の発色と光輝性は、化粧仕上がりにより新しい演出効果を与えることになり、その後も、さまざまな表面処理加工による機能追加が施され、今でも広く使用されている<sup>3)</sup>。これらの粉末は、皮膚表面で生じる反射を粉末により制御したものであるが、2000年代にはいと、素肌らしい質感をもたらす光学特性に関心が高まり、肌内部の光拡散（皮膚における表面下散乱）に着目した化粧品があらわれるようになった。当初、質感と表面下散乱の関係性はあまり認知されていなかったように思われるが、近年、表面下散乱を考慮したコンピューターグラフィックス<sup>4)</sup>が普及し、表面下散乱が物体表面の質感を決める重要な因子であることが広く知られるようになった。現在では、ファンデーション開発においても重要なポイントの一つとして認識されている<sup>5)</sup>。さて、皮膚における表面下散乱が肌の自然な質感に関与しているということは、皮膚表面を覆うファンデーションを使えば、そのような質感が失われていくことは

避けられない。しかしながら、後述のように皮膚の光学特性を精査に調べていくと、皮膚における表面下散乱も波長によって大きく異なっていることがわかる。それに応じてファンデーションの色材組成あるいは粉体の光学特性を工夫することで、カバーとナチュラルのバランスを多少なりとも変えることが可能と考えられる。本稿では、皮膚における表面下散乱を活かしたファンデーションについて、われわれが開発した二つの方法を解説する。

### 2. 表面下散乱

#### 2.1 皮膚における表面下散乱

ほとんどの物質では、程度の差はあるにせよ、内部に光が進入し、表面下で散乱を受けたのち外部へ再び放出される。皮膚においては、表面付近を構成する角層、表皮、真皮は比較的半透明な組織であるため、光は内部奥深くまで進入し、広い範囲に拡散する。ミクロ的に見れば、各組織も多くの細胞で構成され、個々の位置において散乱、回折、吸収などの光学現象が複雑に生じていると思われる。しかしながら、観察視野を広げればそれらは平均化され、組織ごとにはほぼ一定の光応答を示すのみなすことができる。表面下散乱とは、こうした表面下で起こる複雑な光学現象を粗視化した概念と言える。表面下散乱は、屈折率、散乱係数、吸収係数ならびに位相関数といった光学パラメーターで定義された空間を適当に組み合わせたモデルにより近似することができる。皮膚の場合では、均一な散乱体または複数の平行層状に分けたモデルで表現することが多い。皮膚表面下散乱の計算には、輸送方程式を直接解く方法が使用されるほか<sup>6)</sup>、アルゴリズムの単純さや汎用性の点からモンテカルロ法による数値計算が利用されることも多い<sup>7)</sup>。たとえば、複数層モデルとモンテカルロ法で得た結果を基に、皮膚分光反射スペクトルから内部の状態変化を予測することが行われている<sup>8,9)</sup>など。また、単純な平行層モデルだけではなく、凹凸を付与したものや<sup>10)</sup>、層界面が不連続なタイプのモデルも使わ

【図表について】本誌では白黒で掲載された図版も、論文公開サイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。ぜひともご利用ください。  
www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai/-char/ja/



【氏名】 かつやま ともゆき  
【現職】 資生堂グローバルイノベーションセンター  
【趣味】 川崎フロンターレ（シルバー会員）  
【経歴】 1987年東京大学農学部卒業。1989年東京大学大学院農学系研究科修了。同年資生堂基礎科学研究所に配属される。以後、化粧品原料開発、化粧品開発に従事、現職に至る。