

「美肌」を創る

櫛 本 明 生

Produce Beautiful-Looking Skin by Make-Up

Akio KASHIMOTO

In recent years, the optical control technology in make-up cosmetics has greatly improved and “beautiful naked-looking skin” is becoming one of the most important factors in customer needs. For that required performance, the optical control technology according to the understanding of the optical property of beautiful-looking skin will be important. In this paper, a few examples of the optical control technologies are presented. Microstructure controlled interference pearl pigment recreates the reflective property of beautiful-looking skin. The composite powder prepared by super critical solution method has effective light transmission, diffusion and chroma saturation and it recreate the optical features of the youthful-looking skin.

Key words: cosmetics, make-up, skin, optical property, appearance, powder

現代の化粧は、人をより美しく魅力的な容貌に演出するものである。美しさの価値観は時代とともに変化、多様化してきたが、近年では化粧することによって、美しい肌、若々しい肌のように見えるということも重要なニーズのひとつとなっている。このような要求に応えるためには、さまざまな素肌や化粧肌の特徴を知ることが必須であるが、肌の質感の要因は非常に複雑である。肌色はもとより、色の分布、半透明な角層の存在や表面の大小の凹凸による光の反射、透過、散乱などが大きくかかわっており、それぞれについて詳細な解析が必要となる。一方、化粧による仕上がりの質感は、ファンデーションなどに配合される粉体原料の光学特性によって左右されるため、目的の仕上がりに応じてさまざまな粉体素材が開発されている^{1,2)}。特に上記のような目的の場合、いかに「美肌」の特性を再現できるかが鍵となる。本稿では「美しい肌、若々しい肌」の光学特性の解析と、その解析結果にもとづいて開発された「美肌を化粧で再現」するための粉体技術について例を挙げて解説する。

1. 変角反射特性に注目した美肌の特徴とそれを再現する粉体設計

人間がものを見てその質感を認識するときには、視点を変えることで判断することが多い。人の肌の質感や印象も異なる角度からの観察で判断されやすいが、それは光源と視点の位置を変えて評価していることに等しい。顔や肌を、角度を変えて正確に観察する多視点画像解析システム^{3,4)}を用い、美肌と一般的な肌についてさまざまな光学特性を調べた中のひとつに、角度による肌色の変化がある。図1は肌（頬部位）に対して-30度の角度から光を当て、観察角度を変えて撮影した美肌と、一般的な肌の画像である。図1の画像より肌色彩度を算出してプロットすると、図2に示すように30度から60度にかけて、すなわち正反射に近い領域での彩度変化に差がみられ、美肌は肌色の彩度低下が少なく変化も緩やかであることがわかる。これは、一般的な肌では表面の微細な凹凸である「肌のきめ」が乱れて平滑化しているために、正反射角において鏡面反射（白色光）が極端に強くなるのに対し、美肌ではきめが細かいため拡散反射成分（肌色光）が存在することが影響していると考えられる。この測定結果にもとづき、一般的な肌の上でも正反射領域での肌色の彩度を高め、美肌

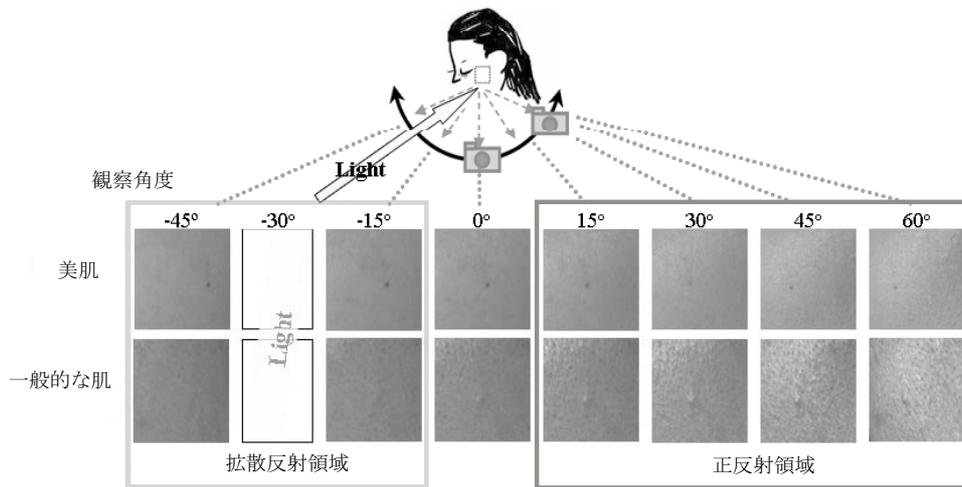


図1 美肌と一般的な肌の変角撮影画像。

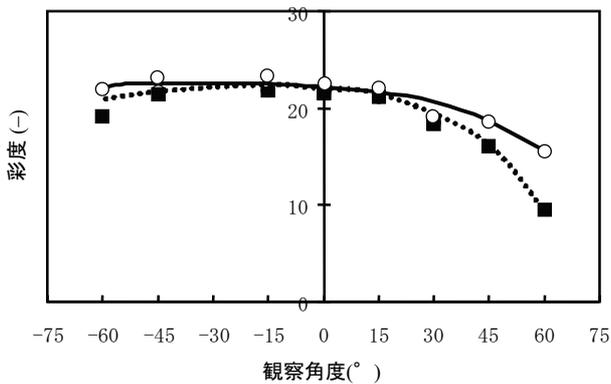


図2 美肌と一般的な肌の角度による彩度変化。○：美肌，■：一般的な肌。

の特性を再現する材料が開発されている。

角度によって発色を変える材料としては、干渉パール顔料が挙げられる。干渉パール顔料としては、マイカ等の平板状粒子の表面に酸化チタンなどの高屈折率材料を被覆した雲母チタンが一般的に用いられ、その被覆層の厚みによって反射光の位相差が変化することで、さまざまな反射干渉色を発する⁵⁾。通常、干渉パール顔料は粒子径が大きくアスペクト比が高いほど散乱の影響が小さくなるため反射光彩度は高くなるが、ファンデーションなど肌色を演出する場合には、ラメのような光沢感が強くなり、不自然な仕上がりになってしまう。したがって、より小粒径で、かつ配合量が少なくても効果が発現するためには、正反射領域の彩度がより高くなるように設計する必要がある。

種々の光学シミュレーションを精密に行った結果⁶⁾、マイカ上に5 nmの厚みの酸化鉄を平滑に被覆しさらにその

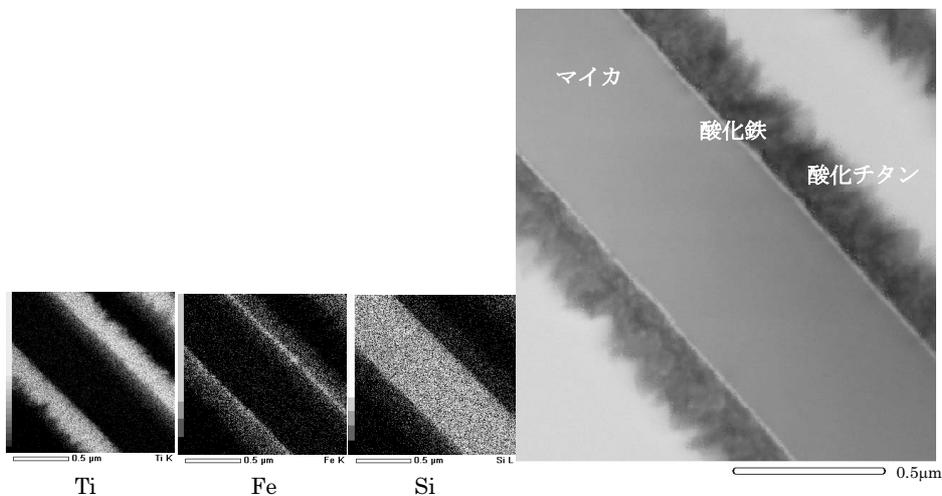


図3 多層干渉パール顔料の断面TEM像と組成分布。

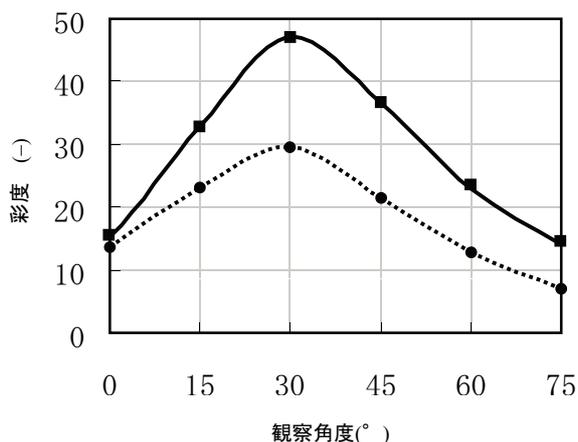


図4 多層干渉パール顔料 (■) と従来の干渉パール顔料 (●) の反射光彩度の比較.

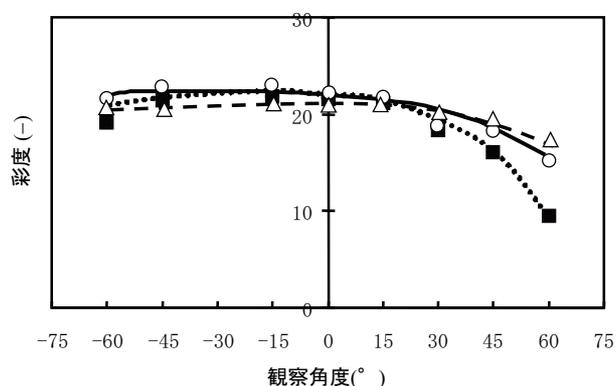


図5 多層干渉パール顔料配合ファンデーション塗布肌の角度による彩度変化. ○:美肌, ■:一般的な肌, △:多層干渉パール顔料配合ファンデーションを塗布した肌.

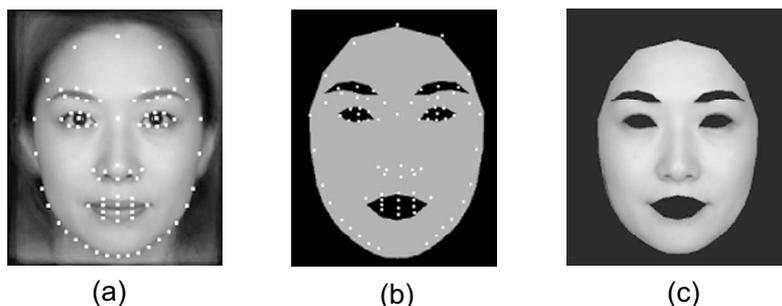
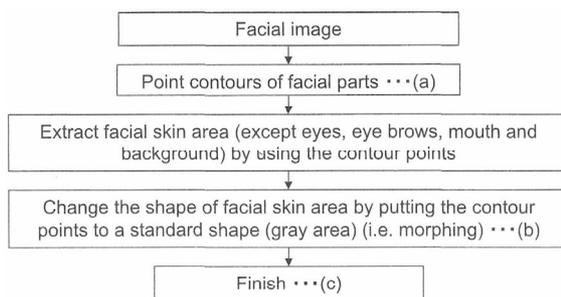


図6 顔の「形状規格化」による肌テクスチャーの抽出.

上に酸化チタンを被覆した多層構造が最適であると予想された。これは、屈折率の異なる多層構造とすることによって光の干渉効果を高める効果があること、中間層の酸化鉄が特定波長の光を吸収し、発色の波長選択性が高まることにもとづいている。また、各層の厚みや平滑性、とりわけ中間の酸化鉄層の平滑性が発色に重要な因子であることも予想された。実際にそのような構造になるように精密に調製したパール顔料の、切断面 TEM (透過型電子顕微鏡) 写真と各組成分布を図3に示す。平滑なマイカ表面上に、酸化鉄が非常に薄い中間層として存在していることがわかる。また、図4はこの多層干渉パール顔料と、同じ粒子径

の従来の干渉パール顔料の反射光彩度の比較である。グラフのピークの位置が正反射光の彩度を示す。精密に構造設計された多層パール顔料は、従来の構造のものに比べて反射光彩度が高いことがわかる。また、このパール顔料を配合したファンデーションを一般的な肌に塗布し彩度の角度変化を測定したところ、図5に示すように正反射領域の彩度低下が小さく、美肌と類似の反射パターンを示すことがわかった。実際の使用評価 (仕上がりの官能評価) においても、「肌がきれいに見える」などの点で優位に認知されることが確認されている⁴⁾。これは、美肌の反射光彩度の角度変化を模倣することによって、より美肌に近い質感を

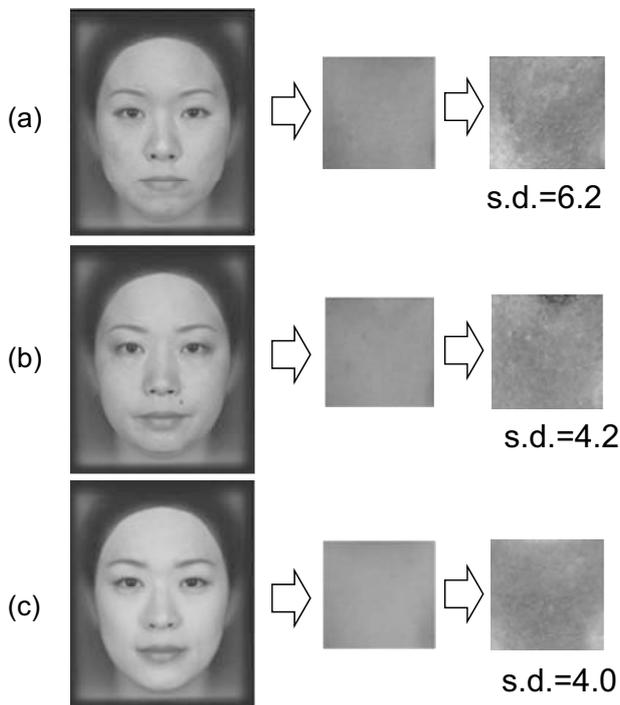


図7 年齢印象の違う顔画像 (左) と頬部の彩度分布 (右).

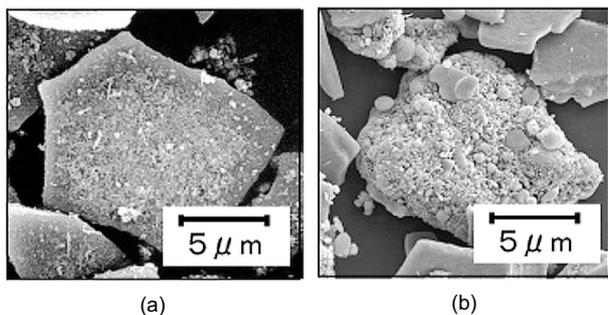


図8 複合粉体のSEM像. (a) 超臨界流体を用いた複合粉体, (b) 単純混合粉体.

再現できた例といえる.

2. 肌の年齢印象の要因解析と「若々しい印象」を付与する粉体技術

人の見た目の印象には、さまざまな要因が影響している。若々しい印象を与える肌の見えの要因を明らかにするため、ここではそれらの要因を顔画像上のテクスチャー情報とし、その共通要因から年齢印象の解析を行った結果と、それにもとづいた材料開発について述べる⁷⁾。

若く見える／老けて見えることに影響する肌テクスチャーの共通要因を探るため、161名の日本人女性の化粧顔画像をもとに、顔上の特徴点を所定の形状にそろえる「形状規格化」を行い、個々の顔の大きさや目鼻眉口などパーツの大きさ、配置といった形状要因を排除した画像を作成した

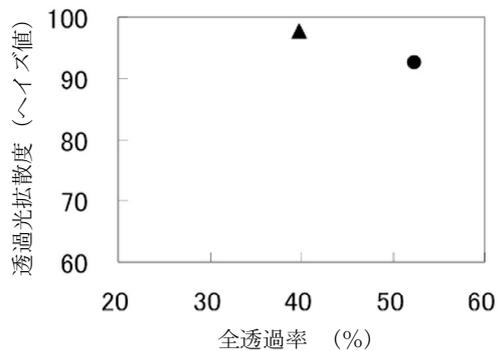


図9 複合粉体の全透過率と透過光拡散度. ●: 超臨界流体を用いた複合粉体, ▲: 単純混合粉体.

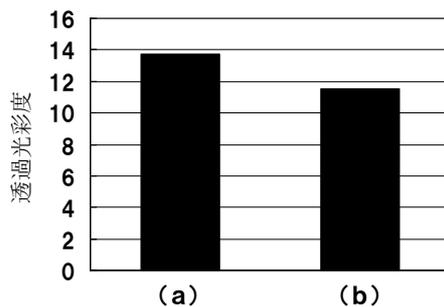


図10 複合粉体の透過光彩度. (a) 超臨界流体を用いた複合粉体, (b) 単純混合粉体.

(図6). これらの画像について専門評価者による年齢印象評価を行い、各パネルの実年齢よりも「若く見える」「実年齢相応」「老けて見える」群に分け、さらに若く見える群に特徴的ないくつかの要因項目を挙げさせたところ、「肌の凹凸(ざらつき)が目立つ」「毛穴が目立つ」「色むらが目立つ」といった項目において負の相関が認められた。これらは肌の比較的マイクロな陰影、色分布の均一性を示すものと考えられる。また、このことが画像上でどのような違いとして現れているかを、実年齢30代前半の例で示したのが図7である。実年齢よりも若く見える例(c)では頬領域の彩度分布(右の四角図)の標準偏差が4.0であるのに対し、実年齢よりも老けて見える例(a)では6.2であり、肌画像テクスチャー、すなわち肌の陰影や色分布の均一性の特徴が現れている。つまり、肌上の輝度や色の分布を均一化することによって、より若々しい印象をあたえられることが期待できる。陰影や色分布を均一に見せる最も簡単な方法は酸化チタンなど高屈折率の粉体で隠蔽してしまうことであるが、その場合、肌の質感からは大きくかけ離れた違和感のある仕上がりになってしまう。素肌のもつ光の透過性を損なわず、かつ陰影や色のむらを見えにくくするには、透過拡散光によってむらの鮮鋭性を低下させ、併せて彩度のコントラストを低減させることが有効と考えられるため、光透過率、透過拡散度、肌色彩度の高い粉体

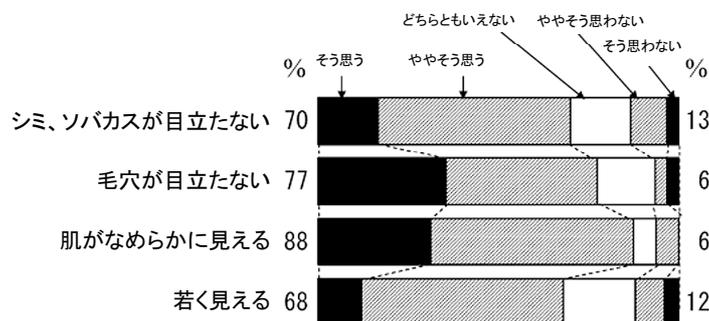


図 11 複合粉体を配合したファンデーションの仕上がり評価 (N=32)。左右の数字は「そう思う」+「ややそう思う」、「そう思わない」+「ややそう思わない」のそれぞれの合計の割合を示す。

を設計した。ここでは、透過率と透過光拡散度が高い粉体粒子（母粒子）の表面に肌色を呈する着色顔料を分散、付着させ固定化することで、狙いの光学特性を得ている。母粒子には全透過率と透過光拡散度（ヘイズ値）ともに高い、微粒子酸化チタン内包板状シリカを選択し、その表面に酸化鉄を被覆した。この際に、母粉体の光透過性を損なわないために薄く均一に被覆することが重要となるが、通常の混合処理では粉体が凝集して不均一な被覆状態になりやすい。そこで、二酸化炭素の超臨界流体を分散媒とした複合方法⁸⁾を利用した。超臨界流体を分散媒に用いると液体相を経ずにガス化、乾燥することができるため、通常の溶媒を用いた方法のように乾燥時の気体/液体界面での液架橋に起因する粉体の凝集が起こりにくいと考えられる。結果、超臨界流体を用いた複合粉体は、図 8 (a) に示すように酸化鉄の微粒子が母粉体の表面に均一に被覆されていることがわかる。一方の単純混合処理 (b) では、微粒子の著しい凝集が認められた。これらの光学特性を比較すると、複合粉体は全透過率、透過光拡散度ともに高い値を示し (図 9)、透過光の彩度も高いことが確認された (図 10)。この複合粉体を配合したファンデーションは、自然な仕上がりを維持しながら、若顔印象にマイナスにはたらく肌の陰影や色むらを均一化して見えにくくする効果があることが確認され、一般女性モニター 32 名による連用テストの結果においても、シミ、ソバカスや毛穴などの色分布、陰影を目立たなくし、若く見える仕上がりが実感されている (図 11)。

「美肌を創る（美肌を化粧で再現する）」ための技術開発には、対象である素肌や化粧肌の光学特性を把握する必要がある。今回 2 つの例を挙げて肌の光学特性解析とそれにもとづく材料設計について紹介した。これらは「美肌を創る」ための有効な要素ではあるが、冒頭に述べたように肌の光学特性は複雑であり、美肌特性すべてを再現するにはまだ多くの余地が残されている。今後もさまざまな角度からの肌解析と技術開発が望まれる。

文 献

- 1) 榎本明生：“無機粉体の形状・形態がメイクアップ化粧品の仕上がり及びぼす影響”，*J. Soc. Inorg. Mater., Jpn*, **11** (2004) 384-388.
- 2) 萩原 毅：“最近のファンデーション用素材の開発と特性”，*Fragrance J.*, **31** (4) (2003) 29-37.
- 3) 美崎栄一郎，塩見浩之，五十嵐崇訓，中尾啓輔，押谷 潤：“多視点画像解析システムの開発と化粧品への応用”，*粉体工学会誌*, **45** (2008) 642-647.
- 4) E. Misaki, H. Shiomi, T. Igarashi, K. Nakano and A. Kashimoto: “Reproducing beautiful complexion with the makeup foundation designed by multi-angle image capture and optical simulation”, *IFSCC Congress Osaka* (Osaka, 2006).
- 5) 渡辺隆二：“最近の真珠顔料について”，*色材協会誌*, **50** (1977) 460-464.
- 6) H. Shiomi, E. Misaki, M. Adachi and F. Suzuki: “High chroma pearlescent pigments designed by optical simulation,” *J. Coat. Technol. Res.*, **5** (2008) 455-464.
- 7) 上原孝一，南 浩治，岩本 啓，長田みゆき，五十嵐崇訓，中尾啓輔，大崎和友，植松隆史，野尻尚材，榎本明生，福田啓一：“透過光制御による若顔印象ファンデーションの開発”，*日本化粧品技術者会誌*, **44** (2010) 48-56.
- 8) 小田 齊・大崎和友・野尻尚材：特許第 3435158 号。

(2010年6月11日受理)