

J.Soc.Cosmet.Chem.Jpn.
報 文
49(1) 22 - 31 (2015)

ベースメイク料開発のための3DCG技術の活用 ～真珠の光学特性とユーザ評価との関連付け～*

岡田明大**, 飛谷謙介***, 石田適志***,
朴理沙***, 長田典子***

株式会社ナリス化粧品**, 関西学院大学 理工学部/感性価値創造研究センター***

真珠の魅力はそのなめらかな輝きや奥深い光沢にある。その輝きは多層層状構造による複雑な光学現象に起因する。われわれはベースメイク料にその真珠の輝きを応用することを考え、その光学現象を人の顔で再現した場合の視覚印象等に対する影響を検証した。まず、真珠の光学現象であるにじみ現象と干渉光現象のシミュレーションを行い、真珠の輝きを持つ人の顔のCG画像(真珠肌CG)を生成した。次に、それら光学現象を段階的に変化させ、生成した複数の真珠肌CG画像に対し、215名の女性被験者による目視評価を行った。その結果、にじみ現象が合成されているCG画像では、魅力度や「仕上がり感」「肌色の好み」「透明感」といった視覚印象評価において高い評価が得られた。さらに、真珠の光学現象、視覚印象評価、および魅力度それぞれにおいて関連性を検討したところ、にじみ現象が視覚印象評価および魅力度に影響を及ぼすことが示唆された。本研究の結果から真珠のような美しい輝きを具現するベースメイク料を開発するためには、にじみ現象が重要な設計指針になると考える。

1. 緒 言

真珠は真珠層からできている。Fig.-1の真珠層の表面拡大画像から結晶がタイル貼りのように敷き詰められていることが、また、その層の断面画像から結晶が煉瓦塀のように一つひとつ積み上げられていることが確認できる¹⁾。その結晶は平均300nmのアラレ石結晶であり、その間隙を平均10nmのタンパク質が接着成分として積層している。つまり真珠層は、炭酸カルシウムの結晶層とタンパク質の層が交互にかつ同心円状に積み重なった層状構造をしている。真珠特有の輝きは、このような多層層状構造をもつこと、また、真珠が球体であることから引き起こされている複雑な光学現象である。

真珠は上品な美しさを持ち、古くから人々に愛され続けている。真珠の魅力は、その独特のなめらかな輝きや

奥深い光沢にある。これは女性が肌に求める理想そのものである。しかし、ベースメイク市場において真珠をコンセプトにした化粧品はあまりない。実際、@cosmeのクチコミデータをALCOS®でキーワード集計(集計期間2011年1月1日~3月31日)したところ、「真珠」は全体で307件、内ベースメイク区分で41件、スキンケア区分で224件であった。これらから消費者のベースメイクにおける真珠キーワードは十分に顕在化していないと思われる。そこで真珠の潜在性を確認するため、ファンデーション使用者を対象として、ベースメイクに対するコンセプト調査(n=800, 20~59歳)を実施した。結果、スキンケア機能をキーワードとするベースメイクに魅力を感じていた女性は6割であったが、真珠が美しく輝く原理を応用したベースメイクに魅力を感じた女性も3割存在し、真珠コンセプトの潜在性を示した。

真珠をキーワードとしたベースメイク研究についてパール剤の事例が従来からある。パール剤は物理的発色材である光輝性材料の一つであり、雲母やガラスフレークのような薄片状粒子を母材にその表面を酸化チタンで薄く被覆した構造をもつ。その発色は多彩で、例えば、

* 2014.5.29 受付, 2014.10.16 採用

** 〒553-0001 大阪市福島区海老江 1-11-17: 1-11-17, Ebie, Fukushima-ku, Osaka 553-0001, Japan

*** 〒669-1337 三田市学園 2-1: 2-1, Gakuen, Sanda 669-1337, Japan

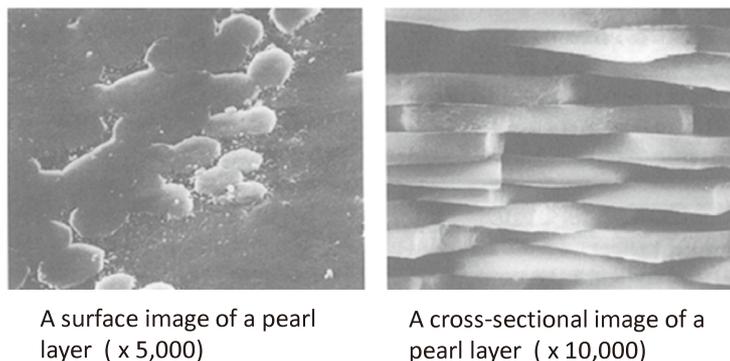


Fig.-1 SEM images of a pearl layer.

母材粒子の厚みを制御することにより全体的に輝く真珠のような緻密な輝きが可能となる²⁾。また、飯田ら³⁾は真珠の美しい輝きは異なる物質の積層規則性構造に起因していることをヒントに、人の角層の積層規則性構造と肌内部からの輝きとの関係を明らかにし、均一な角層積層構造を模した擬似角層粉体の開発を行っている。これらの研究は真珠の輝きに注目しているが、あくまでも素材や化粧料における「真珠らしい・真珠のような輝き」の展開であり、真珠本来の輝き（光学現象）そのものを活用したものではない。

そこでわれわれは、「真珠本来の光学現象」に着目し、それらが化粧料として具現できれば、より真珠のごとく美しく今までにない仕上がり方が創り出され、消費者を魅了するのではないかと考えた。そのためにはまず、①真珠の光学現象を再現すること、②光学現象が人の顔で具現された場合の効果検証が必要となる。その方法として、3DCG シミュレーション技術が考えられる。CG を用いたビジュアルシミュレーション技術は Analysis by Synthesis (AbS) 手法として注目されている。この手法は設計・評価の高度化、高精度化のニーズに対応していく上で、また、製品開発の工程の時間と費用の削減からも、今後も重要な一技術になっていくと思われる。例えば、南ら⁴⁾はベースメイクの光沢感評価に関して、干渉パール配合ファンデーションの塗布された 3D 顔画像を CG 技術によって合成し、その合成画像の目視による光沢感評価から干渉パールによってもたらされる表面反射の明るさと肌色の最適化を試みている。また、豊田と寺本⁵⁾は様々な質感を Phong モデルや Lambert モデル等の数理モデルを用いて CG 表現し、質感デザイン的设计を展開している。本研究では、美しい自然物である真珠の光学現象をシミュレートし、その自由曲面における真珠 CG 画像生成方法を用いて人の顔に真珠の輝きを適用し、真珠の輝きのある顔の CG 画像を生成する。また、これらの CG 画像の主観評価を実施し、真珠の光学現象

と顔の視覚印象評価間の関連性を検討する。そこで示された関連性は、真珠の美しさを具現するベースメイク料の開発のための設計指針として期待できる。

2. 方 法

真珠の光学現象のシミュレーションおよび CG 画像化は先行研究(長田ら⁶⁾、土橋ら⁷⁾、飛谷ら⁸⁾)を参考に行った。それらの研究では真珠の光学現象を物理モデルに即してできるだけ忠実にモデリングする Physics Based Modeling の手法を用い、「干渉光」「映り込み」「テクスチャー」「にじみ」の 4 つの要素から真珠らしさを表現している^{6),7)}。本研究では、真珠 CG を再現したときに真珠らしさの主要素と考えられる「干渉光」と「にじみ」に着目し、シミュレーションを行った。また、自由曲面に対する真珠 CG 画像化は飛谷ら⁸⁾の方法に基づいて行った。

3. 実 験

3.1. 真珠肌 CG 画像の生成

3.1.1. 顔形状モデルの使用

人の顔形状と皮膚の色は様々であり、それらの違いは人の視覚評価に様々な影響を与える。そこで、真珠の輝きを適用するにあたって、顔形状モデルとして日本人の平均的な顔形状と皮膚色をもつバイオスキンドール(ビューラックス製)を使用した。

3.1.2. 真珠肌の 3DCG 画像生成方法

CG によって真珠肌の 3次元画像を生成する手順を Fig.-2 に示す⁹⁾。

対象物体であるバイオスキンドールの表面反射光成分、拡散反射光成分、3次元形状成分およびテクスチャー成分はそれぞれ三次元自動変角光度計(GP-200, 村上色彩技術研究所製)、分光測色計(CM-700d, コニカミノルタ製)、非接触 3次元曲面形状計測装置(TRiDY, JFE テクノリサーチ製) およびデジタルカメ

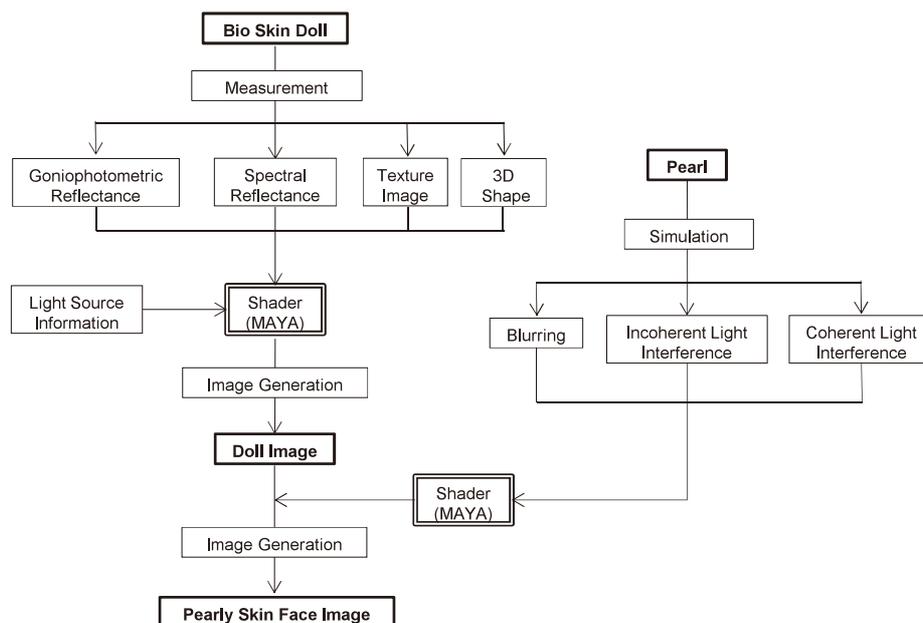


Fig.-2 The procedure for synthesizing 3DCG images for a face with pearly luster.

ラ (D70, ニコン製) により計測・撮像し, それらデータに基づき 3DCG ソフトウェアに実装されているスキンシェーダ (misss_fast_skin_maya) を通じてバイオスキンドールの CG 画像を生成した。

真珠の干渉現象およびにじみ現象は, それぞれの干渉光シェーダ⁸⁾およびにじみシェーダ⁸⁾を, スキンシェーダの表面下散乱成分を生成する Subsurface Scattering Layer 成分, および表面反射光成分を生成する Specularity 成分にそれぞれ接続することにより実装した。干渉現象およびにじみ現象はそれぞれのシェーダの強度調整により多様に合成することができる。

3.2. 評価対象とする真珠肌 CG 画像の調整

評価対象の画像候補として複数の真珠肌 CG 画像を生成した。インコヒーレントな干渉現象, コヒーレントな干渉現象およびにじみ現象は, ベースメイクの仕上がりとして許容できる範囲内で, 干渉光シェーダおよびにじみシェーダの強度調整により設定した。生成した画像は解像度 1920×1080 の 24.1 インチのカラーマネージメント液晶モニター (ColorEdge CG246, EIZO 製) により出力した。モニターのキャリブレーションはキャリブレーションソフトウェア (ColorNavigator 6, EIZO 製) により行った。生成画像と実物のバイオスキンドールとの視覚比較により画像が実物に近づくようモニターの「白色点」, 「輝度」, 「色相」および「彩度」を調整し, プロファイル作成により管理した。また評価は, 顔全体における評価とベースメイクの仕上がりにおいて特に女性が重視する頬部における評価の 2 つの画角から行った。

3.3. 真珠肌 CG 画像の評価

真珠肌 CG 画像の評価は, 魅力度に関する質問および視覚印象に関する質問により行った。

CG 画像をカラーマネージメント液晶モニターによって約 50 cm の観察距離で被験者一人ひとりに個別に呈示し, 目視により評価させた。被験者はファンデーション使用者であり, かつ, ファンデーションの製品関与が高い女性 215 名 (20~24 歳; 26 名, 25~29 歳; 27 名, 30~34 歳; 27 名, 35~39 歳; 26 名, 40~44 歳; 28 名, 45~49 歳; 27 名, 50~54 歳; 27 名, 55~59 歳; 27 名)。すべての被験者は, (株)マクロミルを通じて評価についての十分な説明を行い, 本人の自由意思に基づき, かつ, 同意を得た上で, 評価を行った。

評価はまず顔全体の画角から行った。評価手順を以下に示す。最初に, 平均日本人女性顔として使用したバイオスキンドールの CG 画像 (素肌画像) だけを画面呈示した。その際, より心情移入しやすいようにその CG 画像に一般的な苗字を表示し擬人化を図った。次に, その素肌画像にベースメイクが施されたものとした真珠肌 CG 画像 (化粧画像) を呈示し, 魅力度を 5 段階で評価した。この評価を化粧画像 7 種類について評価者ごとにランダムに行った。その後, 再度 7 種類の化粧画像をすべて呈示し, 魅力のある画像を複数選択 (魅力なしを含む) させ, さらに, それらから最も魅力ある画像を一つ選択させた。最後にその化粧画像について, ベースメイク仕上りの視覚印象評価を 5 段階 SD 法により行った。評価項目は, 「カバー力」, 「なめらかさ」, 「仕上が

り感], 「毛穴の目立ち」, 「ツヤ感」, 「肌色の好み」, 「テカリ感」, 「透明感」の8項目とした。

化粧画像の呈示の際は, 素肌画像を比較対象として常に同時呈示した。

頬部における評価も全く同様の方法により行った。

3.4. 真珠の光学現象と視覚印象評価と魅力度の関係

真珠の光学現象を段階的に変化させた画像が, ベースメイクの魅力度や視覚印象評価に要因として寄与しているのかを確認するため, 分散分析を行った。また, 真珠の光学現象, ベースメイクの視覚印象評価および魅力度間のそれぞれにどのような関連性があるのか確認するため, 重回帰分析を行った。解析には統計ソフト(エクセル統計2008, 社会情報サービス製)を用い, 有意水準は $p < 0.05$ とした。

4. 結果および考察

4.1. 評価対象とした真珠肌CG画像

生成した24枚の真珠肌CG画像に対し, 評価用の画像を絞り込むため, 女性研究員(25~45歳, $n=5$)によりベースメイクの仕上がり画像として許容できる範囲を選択させた。選択数においては, 調査時に被験者が的確に判断できる枚数を考慮し行った。その結果, 7種類の評価用画像が選択された(Fig.-3)。同様の方法で頬部のCG画像は6種類の画像が選択された(Fig.-4)。それら画像の干渉現象およびにじみ現象のそれぞれのシェーダにおける強度レベルをTable-1に示す。強度の調整により様々な真珠肌CG画像の生成が確認できる。

4.2. 真珠肌CG画像の評価結果

Fig.-5に真珠肌CG画像に対する魅力度の評価結果を示す。画像ごとに評価点が異なることが確認された。そこで, 画像を要因, 魅力度の評価点を従属変数として1要因分散分析を行った。その結果, 顔全体および頬部の両画角において画像に有意な主効果がみられた(顔全体: $F(6, 1497) = 16.19, p < 0.001$, 頬部: $F(5, 1284) = 28.64, p < 0.001$)。このことから, 真珠の輝きの物理パラメータの強度レベルが魅力度に影響を及ぼしていると判断できる。また, にじみ現象が合成されている画像で高い評価が得られていることから, 真珠の輝きを人の顔に適用することにより, 魅力的なベースメイク仕上がりが創り出されうると考えられる。

Fig.-6に被験者が最も魅力的であると評価した各CG画像に対する視覚印象評価の平均を示す。Fig.-6(a)は顔全体の画角, Fig.-6(b)は頬部の画角それぞれにおける評価結果である。いずれにおいても, 各画像で視覚印

Table-1 The parameters of each image.

(a) Face image			
Image	Blurring	Incoherent light interference	Coherent light interference
A	2	—	—
B	2	0.002	—
C	—	0.003	—
D	3	0.003	—
E	—	0.002	10
F	2	0.002	10
G	4	0.002	10
(b) Cheek image			
Image	Blurring	Incoherent light interference	Coherent light interference
r	3	—	—
s	—	0.002	—
t	3	0.002	—
u	5	0.002	—
v	3	0.002	20
w	3	0.004	30

象評価の傾向が異なっており, 真珠の輝き要素がベースメイクの視覚印象評価に影響を及ぼしていることが予想される。そこで画像と視覚印象評価を要因, 評価点を従属変数として2要因分散分析(顔全体においては 7×8 , 頬部においては 6×8)を行った。その結果, 両画角とも, 画像(顔全体: $F(6, 1627) = 9.84, p < 0.001$, 頬部: $F(5, 1556) = 9.01, p < 0.001$)および視覚印象評価(顔全体: $F(7, 1627) = 23.02, p < 0.001$, 頬部: $F(7, 1556) = 35.87, p < 0.001$)に有意な主効果がみられ, 交互作用(顔全体: $F(42, 1627) = 1.48, p < 0.05$, 頬部: $F(35, 1556) = 3.04, p < 0.001$)においても有意性がみられた。交互作用に関する単純主効果検定の結果, 顔全体においては視覚印象評価の「ツヤ感」, 「肌色の好み」, 「テカリ感」で画像による有意な差がみられ, 頬部においては「毛穴の目立ち」, 「ツヤ感」, 「肌色の好み」, 「テカリ感」, 「透明感」で画像による有意な差がみられた。以上より真珠の輝きの要素が複数の視覚印象評価に寄与していることが確認された。

4.3. 真珠の光学現象と視覚印象評価と魅力度の関係

物理値として示される真珠の光学現象, 感覚値として示される視覚印象評価, および感性値として示される魅力度について, それらの関連性を重回帰分析により確認した。解析にあたっては欠損データをもつ被験者についてはすべて削除した。真珠の光学現象-視覚印象評価間

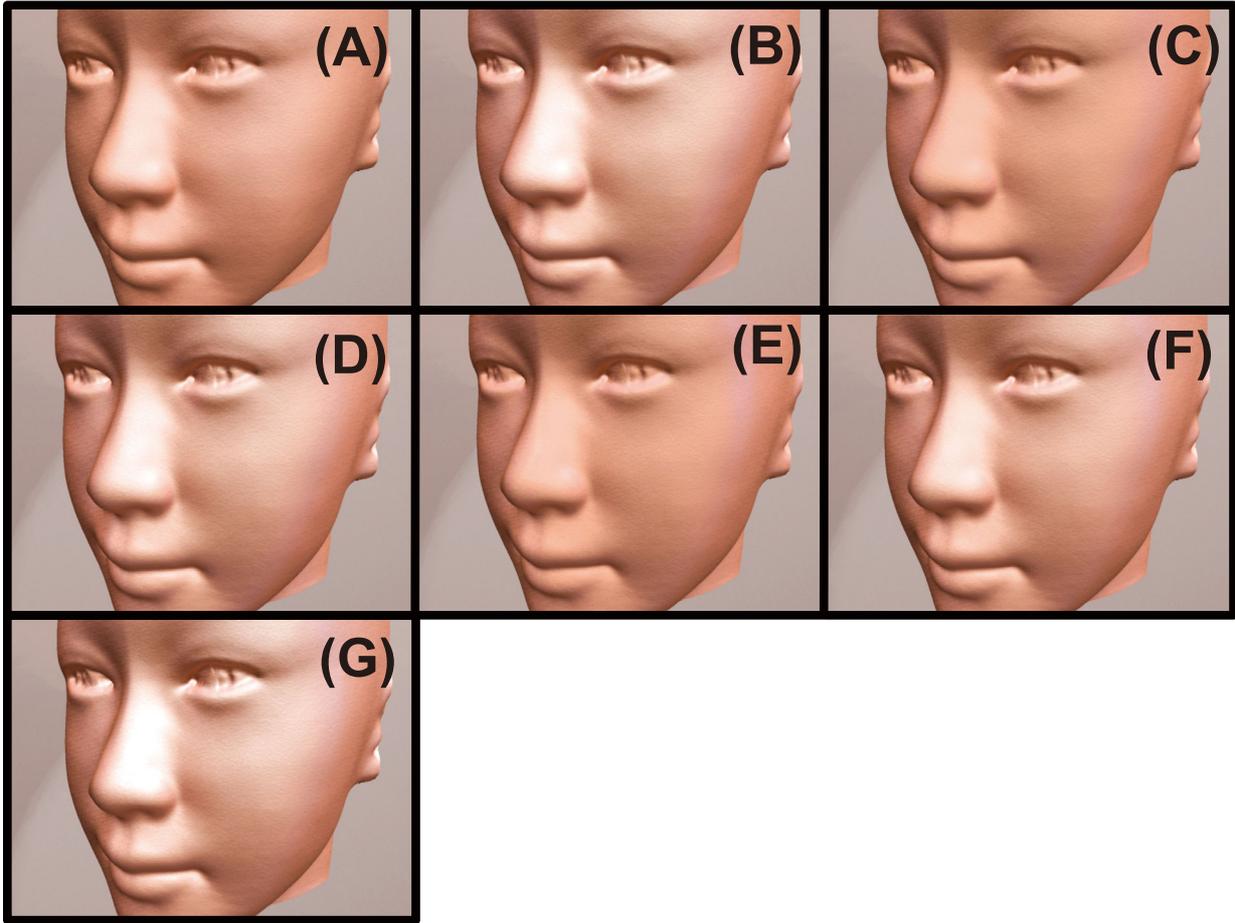


Fig.-3 Generated face images of Bio Skin Doll with differing levels of blurring, interference of coherent light, and interference of incoherent light.

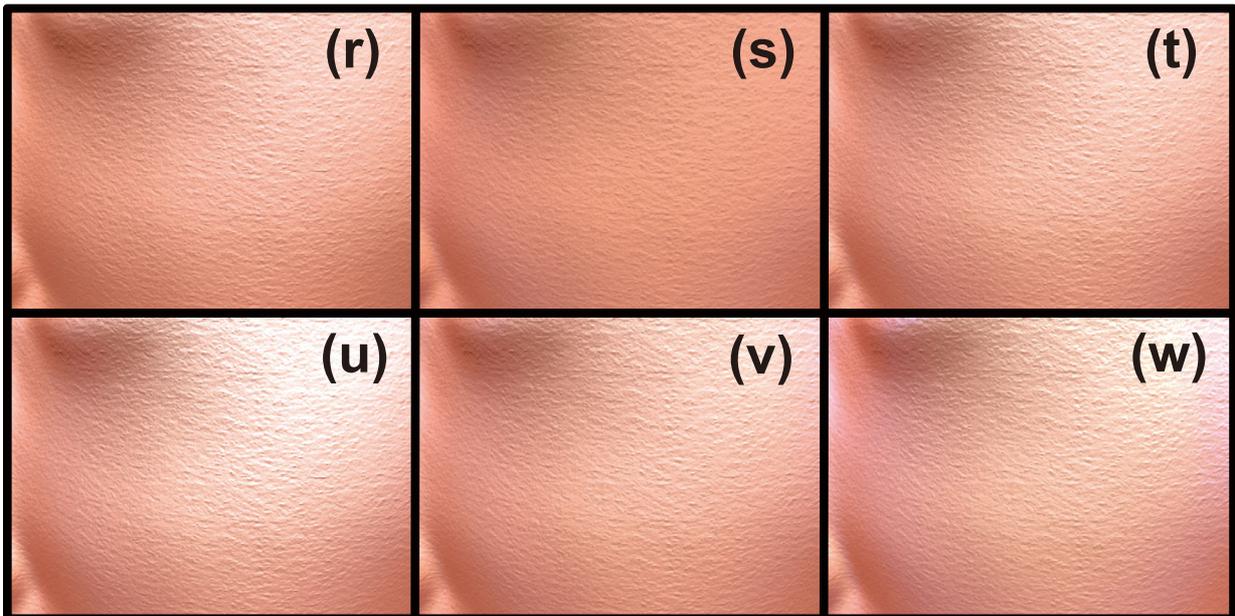


Fig.-4 Generated cheek images of Bio Skin Doll with differing levels of blurring, coherent light interference, and incoherent light interference.

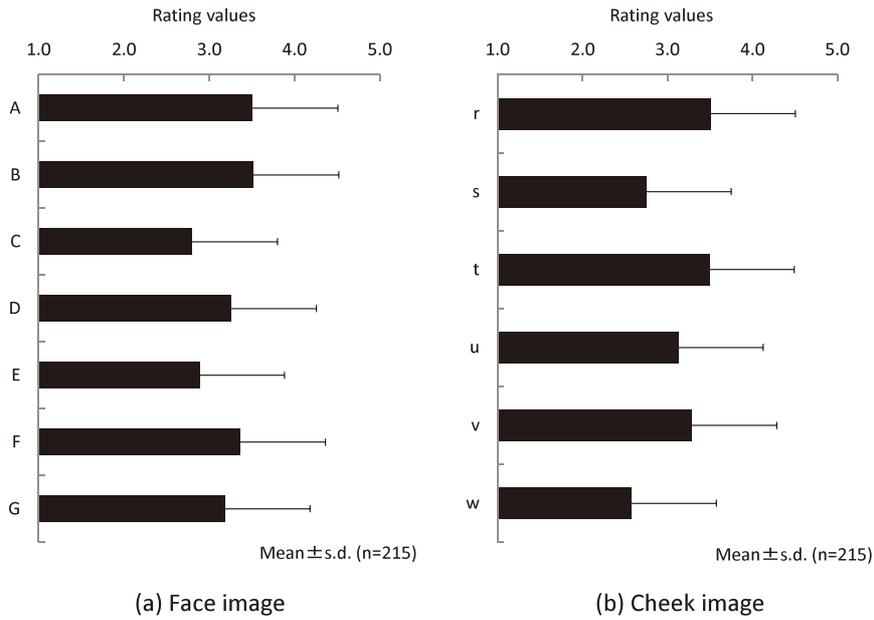


Fig.-5 Evaluation results of 3DCG images by surveying 215 Japanese women.
This figure shows attractiveness rating values of 3DCG images.

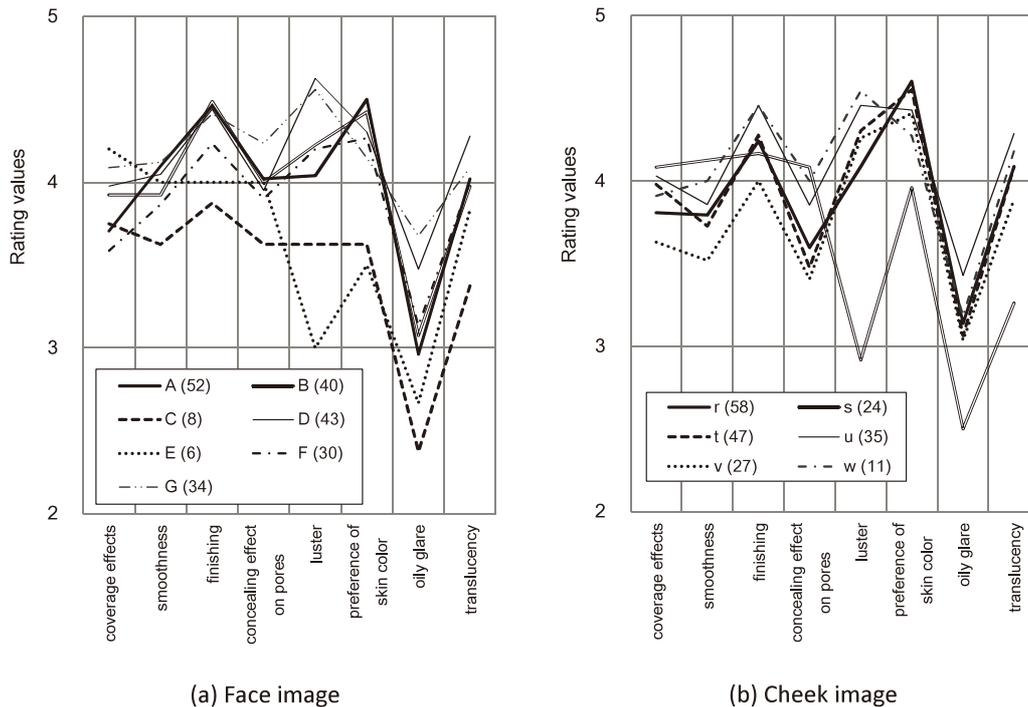


Fig.-6 Results of visual sensory evaluation of 3DCG face images (a) and cheek images (b).
() : sample number.

について、「カバー力」「なめらかさ」「仕上がり感」「肌色の好み」といったベースメイク仕上がりの視覚印象評価を目的変数とし、真珠の各光学現象の物理パラメータを説明変数とした。目的変数の選択方法はステップワイズ法 (F=2.0) により行った。目的変数間の多重共線性

は、VIF (Variance Inflation Factor) が 10 より大きい場合に存在しているとし、大きい場合はいずれかの変数を排除した。

Table-2 にその結果を示す。顔全体および頬部のいずれの画角においても、物理パラメータ中、にじみ現象が

Table-2 Standardized partial regression coefficients obtained by multiple linear regression analysis.
Visual sensory evaluation factor was defined as objective variables.

(a) Face image		Objective variables						
Explanatory variables	Coverage effects	Smoothness	Finishing	Concealing effect on pores	Luster	Preference of skin color	Oily glare	Translucency
Blurring	0.131	0.119	0.193*	0.135	0.347***	0.162*	0.319***	0.152*
Incoherent light interference	ns	ns	ns	ns	0.119	-0.137	ns	ns
Coherent light interference	ns	ns	-0.169*	ns	-0.106	-0.165*	ns	ns
Adjusted R2	0.012	0.009	0.034	0.013	0.121	0.037	0.097	0.018
F values	3.420	2.795	4.465*	3.665	10.008***	3.533*	22.203***	4.636*
Sample number	198	198	198	198	198	198	198	198
* $p < 0.05$. *** $p < 0.001$. ns : not significant.								
(b) Cheek image		Objective variables						
Explanatory variables	Coverage effects	Smoothness	Finishing	Concealing effect on pores	Luster	Preference of skin color	Oily glare	Translucency
Blurring	ns	0.070	0.122	-0.051	0.529***	0.179*	0.242***	0.340***
Incoherent light interference	ns	-0.085	ns	0.125	ns	-0.156*	ns	ns
Coherent light interference	-0.178*	0.098	ns	-0.080	0.169**	ns	ns	ns
Adjusted R2	0.016	0.000	0.010	0.000	0.302	0.046	0.053	0.111
F values	2.589	0.798	2.868	0.873	42.261***	5.657**	11.784**	24.870***
Sample number	192	192	192	192	192	192	192	192
* $p < 0.05$. ** $p < 0.01$. *** $p < 0.001$. ns : not significant.								

視覚印象評価に正に有意な寄与を示し、「にじみ」の強度を上げることで「仕上がり感」「ツヤ感」「肌色の好み」「テカリ感」「透明感」の印象評価値が共通して高くなることがわかった。また、コヒーレントな干渉現象は、顔の画角においては「仕上がり感」および「肌色の好み」に負に有意な寄与を、頬部の画角においては「ツヤ感」に正に有意な寄与をそれぞれ示し、顔全体と頬部の画角では異なる結果であった。インコヒーレントな干渉現象は視覚印象評価に寄与をほとんど示さず、頬部の画角において「肌色の好み」のみに負に有意な寄与を示した。このことから、画角によらず視覚印象に同じ影響を及ぼすにじみ現象と、画角により異なる影響を及ぼす干渉現象があることが示唆され、特ににじみ現象はベースメイクの多くの印象評価に影響を及ぼしていることが示された。

次に、視覚印象評価-魅力度間について、魅力度を目的変数、視覚印象評価を説明変数として同様に重回帰分析を行った。その結果をTable-3に示す。顔全体の画角においては、「なめらかさ」および「肌色の好み」が魅力度に正に有意な寄与を示し、「なめらかさ」や「肌色の好み」の印象評価値が高ければベースメイクとしての魅力度が高くなることがわかった。頬部の画角においては、「なめらかさ」および「仕上がり感」が魅力度に

正に有意な寄与を示した。このことは、女性にとって「なめらかさ」は画角によらずベースメイクの魅力度を上げるのに必要な印象項目であり、顔全体においては自身の肌色の好みであることが、また、局所部位においてはベースメイクとしての「仕上がり感」が重要となっていると考えられる。

さらに、視覚印象評価を介在せず、真珠の光学現象と魅力度との関連性を検討した。具体的には、魅力度を目的変数、真珠の各光学現象の物理パラメータを説明変数として同様に重回帰分析を行った。顔全体からの画角においてにじみ現象およびインコヒーレントな干渉現象が魅力度に有意な寄与を示し、「にじみ」の強度を上げること、または、「インコヒーレントな干渉光」の強度を下げることでベースメイクとしての魅力度が高くなることがわかった (Table-3)。頬部の画角においては有意な寄与は示されなかった。このことから、真珠のにじみ現象およびインコヒーレントな干渉現象が直接ベースメイクの魅力度に影響を及ぼしている可能性が示唆された。

以上の結果について、真珠の光学現象(物理値)-視覚印象評価(感覚値)間、視覚印象評価(感覚値)-魅力度(感性値)間、および真珠の光学現象(物理値)-魅力度(感性値)間それぞれの標準偏回帰係数をFig.-7に示す。それぞれにおける関連性は、評価する画角(Fig.-7(a)と(b))

Table-3 Standardized partial regression coefficients obtained by multiple linear regression analysis.
Attractive value was defined as objective variables.

Explanatory variables	Objective variables			
	Attractiveness of face	Attractiveness of cheek	Attractiveness of face	Attractiveness of cheek
Coverage effects	ns	ns		
Smoothness	0.148 *	0.178 *		
Finishing	ns	0.276 ***		
Concealing effect on pores	ns	ns		
Luster	ns	ns		
Preference of skin color	0.183 *	ns		
Oily glare	ns	ns		
Translucency	ns	ns		
Blurring			0.205 **	0.105
Incoherent light interference			-0.182 *	ns
Coherent light interference			ns	ns
Adjusted R2	0.059	0.162	0.050	0.006
F values	7.193 ***	19.419 ***	6.158 **	2.137
Sample number	198	192	198	192

* $p < 0.05$. ** $p < 0.01$. *** $p < 0.001$. ns : not significant.

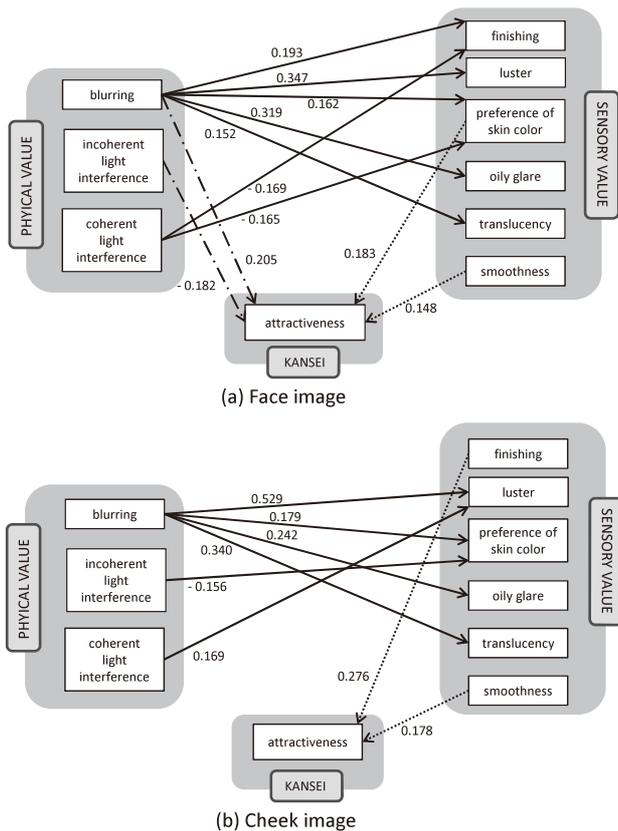


Fig.-7 This figure shows the associations between physical value (PV), sensory value (SV) and KANSEI (KN). Numeric values indicate the standardized partial regression coefficients obtained by multiple linear regression analysis. Each arrow indicates the various associations between PV and SV (→), SV and KN (····→), and PV and KN (—·→).

によって異なることが改めて確認できる。また顔全体の画角においては、にじみ現象が「肌色の好み」に寄与し、かつ、その「肌色の好み」がベースメイクの魅力度に寄与していることから、「肌色の好み」を経由してにじみ現象がベースメイクの魅力度に寄与していることが示唆される。また、にじみ現象が直接ベースメイクの魅力度に寄与していることが示されている。このことから、感覚値を介在してにじみ現象が間接的にも直接的にも感性値に影響を及ぼしていると考えられる。

5. 結 論

本研究において、われわれは真珠の光学現象とベースメイク料の視覚印象評価および魅力度に関連性があることを見出した。真珠の光学現象をシミュレーションし、バイオスキンドールに展開することで、真珠の輝きをもつ人の顔のCG画像を生成した。また、複数の真珠肌

CG画像を生成し目視評価を行ったところ、にじみ現象が合成されているCG画像で高い評価が得られた。それらCG画像は、ベースメイクとしての「仕上がり感」「肌色の好み」「透明感」が高い評価傾向を示した。さらに、物理値として示される真珠の光学現象、感覚値として示される視覚印象評価、および感性値として示される魅力度それぞれにおいて関連性を検討したところ、にじみ現象が視覚印象評価および魅力度に影響を及ぼすことが示唆された。

にじみ現象とは正反射・正透過の繰り返しによる光の広がりである。本研究の評価結果から真珠のような美しい輝きを具現するベースメイク料の開発には、そのにじみ現象が重要な設計指針となると考える。しかし、真珠の輝きには干渉現象も主要素である。実際、インコヒーレントな干渉現象を含む生成画像 Fig.-3(B)や Fig.-4(t)は、魅力ある画像として、47%、59%と高い複数選択評価を示した (data not shown)。干渉現象を含む画像は局所的な明度の高さや色調の変化がみられる。このことから、にじみ現象を指針とする単色のベースメイク料の開発だけでなく、干渉現象を指針とするハイライトやチークといったポイントメイク料の開発、さらにはメイクアップ法の開発など、顔全体を彩るアプローチが真珠のような美しい仕上がりを具現するには必要と考える。

本研究ではバイオスキンドールの各種光学測定を行い、その結果をもとにCG画像を生成した。肌質感そのものの3DCG再現は難しいといわれている。従来研究では、肌の反射特性に近い素材を代用し再現する¹⁰⁾、CGクリエイター等による視覚的認知レベルでCG画像を作成する⁵⁾、二色反射モデルに基づき偏光フィルタを介した撮影画像から表面反射を除去した画像(拡散反射画像)を3次元形状データに合成する⁴⁾などで対応している。さらに、肌のリアリスティックな3DCG画像生成には、表面反射光成分および拡散反射光成分だけでなく、肌の表面下で散乱している成分(表面下散乱成分)の合成が必要となる。本研究の素肌3DCG画像は、顔形状および素肌色(拡散反射光成分)は平均的日本人女性を再現している。また、表面下散乱成分を加えた三層からCG再現している。ただし、表面反射光成分と表面下散乱成分については、バイオスキンドールのそれらを再現しており、素肌の再現を行っていない。人の素肌はバイオスキンドールに比し、表面下散乱成分の散乱径が相対的に大きいこと、表面反射光成分は個人依存で多様であることなどが予想される。したがって、人の素肌画像に対して真珠の光学現象を合成した場合とは異なる可能性がある。

われわれは消費者に真珠のごとく美しく、今までにない仕上がりを具現する化粧品を開発、提供していくことを目的としている。その具体的な仕上がりにイメージは、本研究の結果から Fig.-3(A) や Fig.-4(r) の方向性にあると考える。これらの画像は一部実際の素肌に起因しない光学特性を含む。しかし、女性の主観評価において評価は得られている。今後は、コンピュータビジョン技術を利用することにより、これら生成CG画像の光学特性を物理的に分析し、その分析結果から具体的な素材や化粧品等の設計内容を確定し、開発を行っていく予定である。また、実際のバイオスキンドールにそれら化粧品等を塗布し、その光学特性の計測および官能評価により、評価を行っていく予定である。

引用文献

- 1) 小松 博, 増渕邦治, 上村 道, 真珠の知識と販売技術, 織研新聞社, 2002, p.37-41
- 2) 特許第 5186071 号
- 3) 飯田昌枝, 浅海千明, 西川正一郎, 粧技誌, 47(1), 26-32 (2013)
- 4) 南 浩治, 金子智道, 鍋島博英, 岩本 啓, 小島伸俊, 長谷 昇, 堀 公彦, 粧技誌, 39(1), 16-25 (2005)
- 5) 特開 2014-26391
- 6) N. Nagata, T. Dobashi, Y. Manabe, T. Usami, S. Inokuchi, IEEE Trans. Visual. Comput. Graphics, 3(4), 307-315 (1997)
- 7) T. Dobashi, N. Nagata, Y. Manabe, S. Inokuchi, IEEE/ASME Trans. Mechatronics, 3(2), 106-112 (1998)
- 8) K. Tobitani, A. Okada, K. Nishiyama, A. Ishida, L. Park, N. Nagata, The 19th Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision, 107-112, 2013
- 9) K. Nishiyama, K. Tobitani, A. Ishida, L. Park, N. Nagata, A. Okada, Proceedings of the 22nd IFSCC Conference, 190-191, 2013
- 10) 馬場葉子, 向川康博, 八木康史, MIRU2010, 1679-1685, 2010

Taking Advantage of Three-Dimensional Computer Graphic Technologies for Development of Base Makeup Products — Associating the Optical Properties of Pearls with User Evaluation —*

Akihiro Okada**, Kensuke Tobitani***, Atsushi Ishida***,
Lisa Park***, Noriko Nagata***

Naris Cosmetics Co., Ltd. **, Kwansai Gakuin University,
School of Science and Technology/Research Center for Kansei Value Creation***

Pearls have attracted attention for their elegant beauty. The unique luster of pearls is the result of complex optical phenomena caused by their multilayer structure which creates a lustrous appearance. Our aim was to apply the same lustrous effect to base makeup products. We conducted research on the influence of the optical phenomena of pearls embodied on a human face using a 3DCG simulation. At first, we were able to successfully generate facial images using a simulation of the optical phenomena of pearls such as blurring and interference. Following that, we evaluated 3DCG face images by surveying 215 women, changing each component's parameter. The images which synthesized blurring phenomena received the highest ratings for their attractiveness and visual sensory evaluation such as finishing, skin color preference and translucency. Finally, we examined the association between the optical phenomena of pearls, the visual sensory evaluation factors, and attractiveness value. We found that blurring is the most influential factor among the optical phenomena of pearls and attractiveness value. The results indicate that the influence of blurring is a valuable indicator for the development of base makeup that has a pearly appearance.

Key words : base makeup, pearly skin, 3DCG simulation, multilayer structure, blurring, interference, optical phenomena, sensory evaluation, attractiveness value, face images