

ごあいさつ

当財団は今から15年前の1990年、世界が21世紀へ向けて歩みを速めつつあった頃に、化粧品学（コスメトロジー）の確立と発展を目指して設立されました。以来、化粧品にまつわる様々な分野の研究に対して積極的な助成や海外との交流促進を実施してきました。

すでに研究助成は260件を超え、研究報告書も13冊目となります。化粧品の素材や皮膚の生理機能等、化粧品に密接な関係を持つ分野はもちろん、心理学や文化との関わりをテーマとする社会科学の分野まで、幅広い研究を助成し、その成果を報告することができました。当財団の活動を軸として、多岐にわたる研究のシナジー効果を発揮することができたのではないかと考えています。

21世紀を迎えた現在は、科学技術が急速な勢いで進化を遂げています。国際間の競争の激化や本格的なボーダレス化にともなって、日本は科学技術の分野で、今後も先導者の役割を果たし続けることができるかどうか正念場を迎えているといえます。政府も総合科学技術会議等で重点技術の推進をはかっていますが、ライフサイエンスの分野には特に注目が集まっており、さらに幅広い視点からヒトとのつながり、文化との関連もクローズアップされつつあります。

このような意味では、化粧品学（コスメトロジー）も今後は新たな可能性への展開、新たな技術分野との連携をはかり、生活者であるヒト、そして社会の求める化粧の新しい価値を創出していくことが重要であろうと思われます。当財団へも、医学、生理学、化学、心理学、社会学等多くの分野からの応募が増えてきていますので、優れた研究に対して積極的な助成活動を行い、ライフサイエンスと文化という両面から化粧品学を高めていきたいと考えています。

今後とも皆さまのますますのご協力とご支援をお願い申し上げます。

平成17年8月

財団法人 コスメトロジー研究振興財団

理事長 小林 禮次郎

目 次

■ ごあいさつ

■ 研究報告

I. 素材、物性に関する分野

- ・ ヒアルロン酸水溶液におけるナコットン効果の研究 2
独立行政法人理化学研究所 環境ソフトマテリアル研究ユニット 丑田 公規
- ・ 近赤外分光法による毛髪中の自由水、結合水の非破壊構造解析 9
関西学院大学理工学部 尾崎 幸洋

II. 生体作用、安全性に関する分野

- ・ 表皮細胞に対する機械的刺激の作用14
東京大学医学部附属病院皮膚科 小宮根 真弓
- ・ XVII型コラーゲン異常に起因する表皮真皮結合破綻の分子機構19
北海道大学大学院医学研究科皮膚科学分野 澤村 大輔
- ・ ヒト皮膚における血管新生刺激サイトカインの発現とその作用機序に関する包括的研究23
聖マリアンナ医科大学皮膚科 相馬 良直
- ・ D-アミノ酸で評価する太陽紫外線による皮膚タンパク質の損傷と老化29
京都大学原子炉実験所 藤井 紀子

III. 精神、文化に関する分野

- ・ 機能性香料による抗肥満作用34
福島大学保健管理センター 渡辺 英綱
- ・ 日本人と韓国人の化粧観の国際比較研究 男女学生のアンケート調査から38
大阪樟蔭女子大学被服学科 村澤 博人
- ・ モーションキャプチャーシステムを用いた、
スマイルトレーニング前後の笑顔の動的变化に関する研究48
大阪大学大学院歯学研究科 莊村 泰治
- ・ 顔の運動情報が表情認知に与える効果に関する心理学的研究
— 視覚空間周波数分析を用いて —52
立教大学文学部 長田 佳久
- ・ カムフラージュメイクは万能ではない — 顔に疾患のある当事者へのインタビュー調査から —57
お茶の水女子大学大学院人間文化研究科 西倉 実季

■ 特別講演

第 23 回 IFSCC 受賞講演 『毛髪内部の3次元動的可視化』67

株式会社コーセー研究本部 田中 健一

■ 記念講演

平成 16 年度記念講演 『江戸時代の不美人を考える』73

富山短期大学助教授 陶 智子

■ コスメロジー研究雑感85

■ 付 録

平成 16 年度事業報告93

役員一覧96

研究報告

- I. 素材、物性に関する分野
- II. 生体作用、安全性に関する分野
- III. 精神、文化に関する分野

I. 素材、物性に関する分野

ヒアルロン酸水溶液におけるナノコットン効果の研究

独立行政法人理化学研究所 環境ソフトマテリアル研究ユニット

丑田 公規

The function of aqueous hyaluronan (HA) solution is investigated focusing on the transport phenomena occurring inside the media which is a model matrix involved in extracellular matrices (ECM). With measurements of diffusion coefficient using three kinds of spectroscopy, the distance dependence of the diffusion coefficient (DDDC) was observed for small molecules and globular proteins. In short diffusion (< 10 nm), the diffusing molecules are not interfered with by the mesh structure of HA and the diffusion coefficient was the same in the aqueous solutions without HA. On the other hand, for long diffusion (> 100 nm), the diffusion coefficient was significantly dependent on the HA concentration showing that the magnitude of diffusion coefficients was decreased due to the interaction with the polymer chain. The curve of DDDC was successfully obtained by the present experiment indicating that the anomalous diffusion occurs in the 10-100 nm area of diffusion distance. The HA matrix, which is an important member of ECM, acts as if a cotton ball holding moisture the string mesh of which is in nanometer scale. We named this function as “Nano-Cotton”. HA nano-cotton acts not only as a fine matrix holding a large amount of water but also as a media controlling the transport phenomena inside ECM in terms of anomalous diffusion which affects on various dynamics of cell activities such as cell adhesion, tumor migration and invasion and others.

1. 緒言

細胞外マトリックス (Extracellular Matrix: ECM)¹⁾とは、動物において細胞と細胞の間を占める、非細胞部分を総称する名である。従来細胞に比べてその役割が軽視されてきたが、体積比で言えば、細胞と同等の割合を占めると言われ、広い意味で骨や皮膚の大部分、毛髪などもECMの範疇に入ると考えてよい。ECMは、大きく分けて、コラーゲンなどのタンパク質²⁾、ヒアルロン酸 (Hyaluronic Acid, Hyaluronan:HA)²⁻⁶⁾ やコンドロイチン類などの糖類から構成されているが、従来、不活性で、ちょうど細胞と細胞の間の詰め物のように、ただ体の形を作るだけのものと考えられてきた。しかし、最近の研究で、ECMと細胞は絶えず情報のやりとりをし、細胞自身の代謝を変えたり、細胞内の生体作用を制御したりする要因となっていることが判明してきた⁷⁾。

ECMは通常細胞自らが合成し、時に応じて自ら分解し、その結果、細胞の周りの環境を能動的に整えるなかだちをする。環境が変わることによって細胞は形を変えたり、代謝調節を変化させたりするので、細胞の外の環境に関する情報が再び細胞内部の動的な作用を変化させることになる。たとえば、発生、再生、分化、臓器形成などで、重要なプ

ロセスである細胞接着 (Cell Adhesion) は、接着分子⁸⁾といわれることの多い膜貫通タンパクによって引き起こされる。接着分子には、細胞間の接着を行う連結器となるもの (カドヘリン^{2,9)} が例) の他に、外部のECMに対する親和基を有し、ECMに接着する働きを持つものがある。コラーゲン類に親和力を持つインテグリン^{2,10)} がその代表であるが、HAに対して親和力を持つCD44^{2,11)} もあり、どちらもよく似た働きをすると考えられている。すなわち細胞は、ECMを足場にするとともに、外部のECMの存在を情報として細胞内部に与え、代謝を調節する働きをするのである。

HAはFig. 1に示すようにグルクロン酸とN-アセチルグルコサミンの2糖を単位とする単純な糖鎖高分子で、ほとんどすべての脊椎、無脊椎動物が持っている多糖類である。眼球の硝子体の中に存在するものや、関節液、関節軟骨に存在するものが著名であるが、ほぼ全身に分布し、活発に代謝されている。最近ではガン細胞の増殖や転移などにもHAやCD44¹¹⁾ が関わっているとされている。

従来市販されている試薬としてのHAは鶏冠や臍帯から抽出したものが多く、分子量が小さいうえに共存するタンパク質などが除かれていないことが欠点であった。しかし、最近では遺伝子工学によって微生物に合成させたものが工



Investigation of “Nano-Cotton” effect in aqueous hyaluronan solution
Kiminori Ushida
Eco- Soft Materials Research Unit, Riken

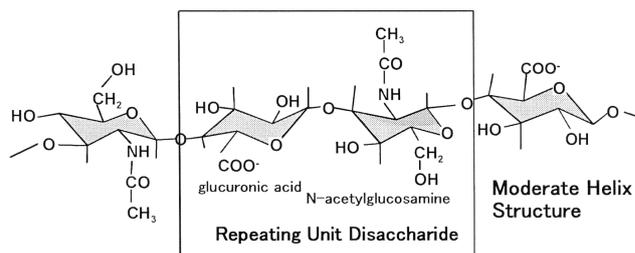


Fig. 1 The structure of Hyaluronan

業化され、純度も高く分子量の大きなものが医薬品（関節リウマチの治療薬）として実用化されている¹²⁾。一方、HAの潤い成分としての効果が注目されるに至り、化粧品材料として必要欠くべからざるものになっている。HAの消費量が增大するに従って、マヨネーズ生産の廃棄物であった卵白からHAを抽出する工場も生産を開始している。

我々は、ECM中の情報伝達の担い手としてのHA水溶液に注目し、大量に保持された水の中で、物質がどのように移動するかを調べてきた。HAをわずか1wt%しか含まない水溶液でも、Fig. 2に示すように、HAの分子量によっては数万cP（マヨネーズ程度）の粘性係数を示すが、このような高粘度の媒体中でも99%含まれる水の中を様々な分子が移動することができる。HAの高分子鎖はナノメートルスケールの糸として絡み合い、緩い網目状の空間を形成し、同時に大量の水を保持していることになる。この状況をナノメートルスケールの綿という意味で「ナノコットン」と呼ぶことにした。本研究では、HA水溶液に保持された水分＝ナノコットンの中で物質がどのように移動するかを明らかにし、そこに見られる「異常拡散現象（Anomalous Diffusion）¹³⁾」についての知見を得ることを目的とした。

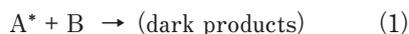
2. 実験

2.1 試料¹⁴⁻¹⁷⁾

HAは電気化学工業から提供を受けた、分子量公称30万、100万、200万の粉末試料を用いた。HEPESバッファにNaClを用いてイオン強度を調整した水溶液に、各種溶質を加えた溶液を試料に用い、測定は室温で行った。

2.2 光化学反応を用いた拡散係数の測定¹⁴⁻¹⁶⁾

拡散律速である光化学2分子反応



を用いて拡散係数を決定した。励起状態の蛍光あるいはリン光の消光反応で求めた2次反応速度定数 $k^{(2)}$ から拡散律速を仮定して

$$k^{(2)} = 4\pi (D_A + D_B) (r_A + r_B) \quad (2)$$

を用いて拡散係数 D_A 、 D_B を個々の分子の D_{obs} として求める。ここで r_A 、 r_B は反応2分子の半径を示す。この手法を我々はPhotochemical Bimolecular Reaction (PCBR)と呼んでいる。

発光の消光反応速度は、堀場製作所製のNAES102を用い、単一光子法による寿命測定を用いて決定した。水溶液を用いた実験であり、かつ励起状態の寿命が十分に長い必要があるため、光励起分子としてRu(bpy)₃²⁺を用いたが、消光剤には、Fe(CN)₆³⁻、Co(acac)₃、Co(edta)⁻、メチルビオロゲン(MV²⁺)、シトクロームc(cytc)を用いた。観察された蛍光減衰は単一指数関数で、Stern-Volmerプロットで問題なく2次反応速度定数が定まった。

r_A 、 r_B にはそれぞれのイオン半径（球形に近似）の文献値

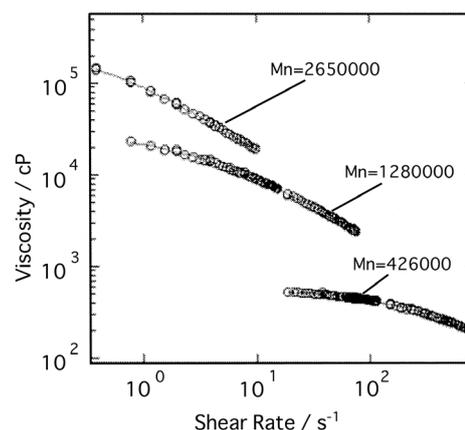


Fig.2 Shear viscosity of HA aqueous solution (1 wt%) with various molecular weight (unpublished result). The viscosity is lowered significantly because the linear polymer chains are aligned in parallel. We consider that the cylindrical ion atmosphere make the friction between two polymer chains.

を用いた。HAが存在しないときの D_{obs} (D_0)については後述のNMRやFCSの結果と一致している。蛍光、吸収スペクトルなどを調べても、これらの分子について、ポリアニオンであるHAとの特異的な相互作用は見られなかった。

2.3 パルス磁場勾配 NMR 法による拡散係数測定¹⁵⁾

パルス磁場勾配 (Pulsed Field Gradient: PFG-) NMR法は最近盛んに用いられるようになった測定方法である。NMRでは磁場勾配 (FG) をかけて、適当な読みとりパルスを用いることによって空間分解能を与えることが可能で、医療用MRIはこの原理に基づいている。FGをパルス化し、2回に分け、その間隔を変化させながら信号の減衰を観測すると、特定の位置から移動して消えてしまった分子の数が見積もれ、 D_{obs} を求めることができる。 γ 、 G 、 δ 、 Δ をそれぞれ磁気モーメント、FGの大きさ、FGパルス幅、FGパルス間隔とすると

$$\ln (I(G) / I(0)) = -\gamma^2 G^2 \delta^2 D_{obs} (\Delta - \delta/3) \quad (3)$$

となる。本測定は緩和時間が長く、 D の大きい水分子では測定が容易で精度も高いが、今回は光化学反応で測定したRu(bpy)₃²⁺やcytcが測定対象であったので、誘導エコー法を用いたパルスシーケンスをプログラムし、できるだけ緩和時間の長い信号を探して用いた。

2.4 蛍光相関分光 (FCS) 法を用いた拡散係数測定¹⁶⁻¹⁷⁾

蛍光相関分光法 (Fluorescence Correlation Spectroscopy)¹⁸⁾は、倒立型共焦点顕微鏡を用いたとき、レーザー光照射領域と（対物レンズとピンホールに依存する）受光側の効率によって決まる微小体積内 (Confocal Volume Element: CVE) に存在する、数の少ない蛍光物質からの蛍光強度が揺らぐことを

利用した測定方法で、必ずしも単分子の条件を必要としない。CW レーザーで繰り返し励起された蛍光物質が Brown 運動で CVE を出入りすることによって蛍光が揺らぐが、 D の大小に応じて揺らぎの速さが決まるので、その揺らぎの時間相関関数 (TCF) を解析することによって、 D を定量的に見積もることができる。

本測定では試料をウェル型チャンバーに入れて、市販の FCS 装置 (Zeiss ConfoCor) もしくは自作の装置 (Olympus IX71 ベース) を用いて測定した。

3. 結果

3.1 PCBR 法の結果

Fig.3 に PCBR 法で測定した、様々な分子の拡散係数 (D_{obs}) が HA の添加によってどのように相対的に変化するかをプロットした図を示す。 D_{obs} は、HA の添加によりわずかに変化する。正の電荷を持った消光剤 (MV^{2+} , $cytc$) では、HA の濃度が増えるに従って D_{obs} が増大するよう見え、負の電荷を持った消光剤 ($Fe(CN)_6^{3-}$, $Co(edta)^-$) では減少する。しかし中性の消光剤 $Co(acac)_3$ ではその変化は見られない。NaCl を添加した実験でも同様の変化が見られることから、我々は、この系で HA の添加によりイオン強度が増大して、 $k^{(2)}$ そのものが、Debye-Smoluchowski の関係にしたがって変化したものと考えた。したがって、このそれぞれの拡散係数は HA を添加しても HA を含まないときの拡散係数 D_0 と等しいと結論できた。

蛍光消光で測定した D_{obs} は、指数関数減衰が大きく崩れない範囲で、励起状態寿命 τ により制限された

$$D_{obs}(\tau) = \frac{\int_0^{\infty} \exp(-\frac{t}{\tau}) \left\{ \frac{1}{N} \sum_1^N |x_i(\tau) - x_i(0)|^2 \right\} dt}{6 \int_0^{\infty} t \exp(-\frac{t}{\tau}) dt} \quad (3)$$

$$= \frac{\langle x^2 \rangle_{\text{exponent}}(\tau)}{6\tau}$$

で近似的に表される。平均 2 乗変位 (Mean Square Displacement : MSD) の平方根を単純に拡散距離 L と考えると、この寿命を L に変換するのに

$$L = \sqrt{\langle x^2 \rangle_{\text{exponent}}} = \sqrt{6D_{obs}(\tau)\tau} \quad (4)$$

の式を用いるのが適当である。蛍光寿命は 300-400ns であった。

3.2 PFG-NMR 法の結果

NMR で求めた D_{obs} を HA 添加量に対してプロットすると PCBR 法と全く異なった結果が得られた。Fig. 4 にこれを示す。測定した分子は、その大きさの順に水、 MV^{2+} 、 $Ru(bpy)_3^{2+}$ 、 $cytc$ であるが、直径の大きな分子ほど HA の添加により相対的に D_{obs} が低下する。

$$D_{obs} \text{ の濃度依存性は Ogston}^{18)} \text{ の式}$$

$$D_{obs}/D_0 = \exp(-aC_{HA}^{0.5}) \quad (5)$$

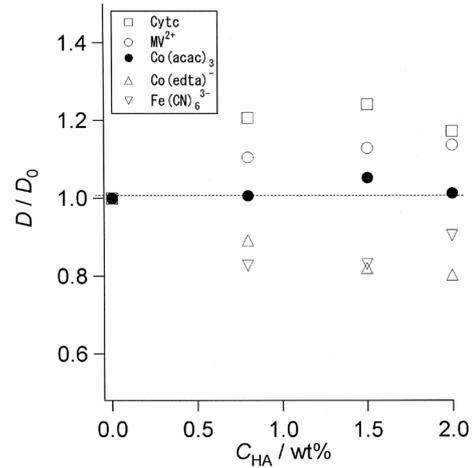


Fig.3 Relative dependence of D_{obs} on C_{HA} using various quenchers observed by PCBR method. Slight dependence of D_{obs} on C_{HA} is apparently observed for charged molecules while almost no dependence was observed for a neutral quencher, $Co(acac)_3$. Since the ionic strength was induced by the existence of HA polymers, no intrinsic dependence on C_{HA} is expected for the charged molecules (see text).

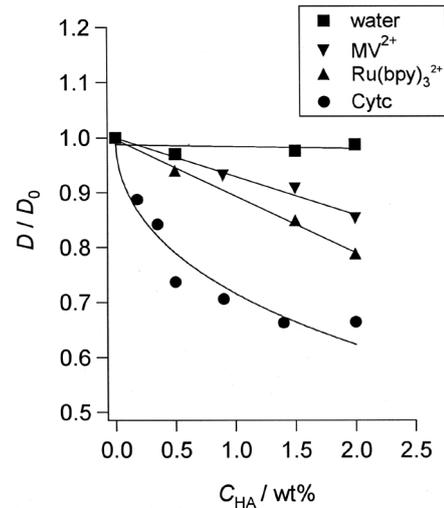


Fig. 4 Reduction of observable diffusion coefficient on HA addition measured by PFG-NMR. The fitting curves were obtained from eq. 5.

に従う。この式はゲル中の球状タンパク質の拡散について古くから用いられてきているが、その濃度における網目の大きさ ξ と、拡散する粒子の大きさ b が

$$\xi = (b/a)C_{HA}^{-0.5} \quad (6)$$

によって結びつけられる。Fig. 4 は定量的にもこの式に従うと考えている。

この測定法では磁場勾配パルスの間隔 Δ (10-100 ms) がサンプリング時間と考えられる。いったん求められた D_{obs} は等方的であると考えられるので、(4) 式と同じく L は

$$L = \sqrt{6D_{obs}\Delta} \quad (7)$$

と書けると考えればよい。

3.3 FCS法の結果

Fig. 5に cytc を Alexa488 でラベルして D_{obs} を測定した結果を示す。色素のみの場合も比較のために示す。FCSの場合も Fig. 4の PFG-NMRにおける cytc とほぼ同じ結果が得られ、式 (5) に従った。ただし、この場合 1 wt% におけるメッシュサイズは 7 nm で PFG-NMR よりもわずかに小さい。これは、拡散する分子が感じる網目がわずかに小さいことを示唆しており、拡散時間と同等の時間領域で網目構造そのものが動的に揺らいでいることを示していると考えている。

本測定方法においては、CVEによって空間が規定され、空間サンプリングが先に決まることが特徴である。しかし、通常用いられる CVE の高さ z と半径 w を用いた TCF に対するフィッティング式

$$G(\tau) = 1 + \frac{1}{N} \left[\left\{ \frac{1}{1 + \frac{\tau}{\tau_D}} \right\} \left\{ \frac{1}{1 + \frac{\tau}{\left(\frac{z}{w}\right)^2 \tau_D}} \right\}^{\frac{1}{2}} + f \exp\left(-\frac{\tau}{\tau_f}\right) \right] \quad (8)$$

(最後の項は蛍光寿命による補正) は実は 2次元視野における粒子の平均滞在時間 τ_D をパラメータにしており、それから拡散係数 D_{obs} を

$$D_{obs} = w^2 / 4\tau_D \quad (9)$$

によって導出している。本測定方法では、先に拡散時間を τ_D と考え、 L は等方的に

$$L = \sqrt{6D_{obs}\tau_D} \quad (10)$$

と算出した。フィッティングに頼っている以上、むしろサンプリング時間を先に決めておくことになる。

4. 考察

4.1 拡散係数の距離依存性^{16,19,20)}

3.1 – 3.3の結果を Table 1 にまとめる。

PCBR、PFG-NMR、FCS という 3つの手法で HA 水溶液中の cytc の D_{obs} が測定できた。それぞれの測定法で求めた拡散係数の数値、また HA の添加時の挙動は全く異なっていた。これはいかなる理由によるものであるか。(4)、(7)、(10) 式で求めた数値を Table 1 に示したが、この 3つの測定方法は全く異なる L に対応した D_{obs} を与えている。

1 wt% における cytc の D_{obs} を L に対してプロットした

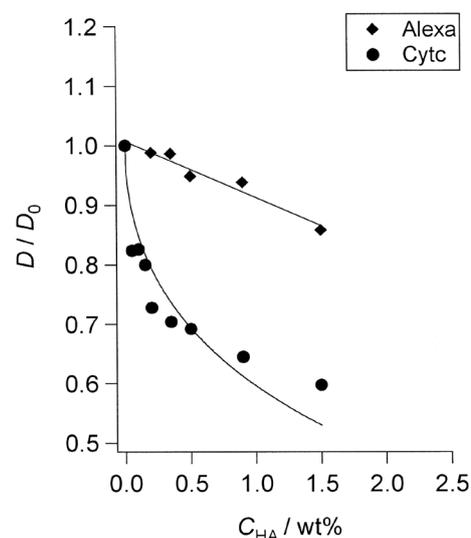


Fig. 5 Reduction of observable diffusion coefficient on HA addition measured by FCS. The fitting curve was obtained from eq. 5

Table 1 Summary of the observation time and the diffusion distance observed for various molecules by three independent techniques, PCBR²¹⁶², PFG-NMR²¹⁶², and FCS. τ_{obs} and L were calculated from the results in the absence of HA.

Diffusing Probe Molecules	Estimated Molecular Diameter B (nm)	Method	Non-perturbed Diffusion Coefficient D_0 ($\times 10^{10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$)	Observation Time τ_{obs}	Diffusion Distance L
Cytc	3.4	PFG-NMR ^a	1.4	10 – 100 ms	3 – 9 μm
		FCS	1.4	67 μs	237 nm
		PCBR ^a	1.3	300 – 400 ns	15 – 18 nm
[Ru(bpy) ₃] ²⁺	1.0	PFG-NMR ^a	4.61	10 – 400 ms	5.3 – 33 μm
		PCBR ^a	4.6	300 – 400 ns	29 – 33 nm
Alexa	1.4	FCS	2.4	42 μs	246 nm
Methylviologen	0.50	PFG-NMR ^a	7.93	30 – 70 ms	12 – 18 μm
		PCBR ^a	7.9	300 – 400 ns	38 – 44 nm
Co(acac) ₃	1.2	PFG-NMR ^a	4.86	100 ms	17 μm
Co(edta) ⁻	0.8	PFG-NMR ^a	6.95	80 ms	18 μm
H ₂ O	0.30	PFG-NMR ^a	2.34	10 – 500 ms	3.7 – 26 μm

ものがFig. 6である。我々はこのプロットをDDDC (Distance Dependence of Diffusion Coefficient) と呼んでいる。Lが小さい極限では D_{obs} は D_0 に外挿すべきであろう。PCBRにおける D_{obs} も D_0 と変わらないが、FCS、PFG-NMRの D_{obs} は約30%小さく、HA濃度に対して式(9)に従うことから、網目構造に妨害を受けたと考えられる挙動をとる。

先般の式(6)における τ の値や、他の研究者によるESRやFRAPの測定から、1 wt% HAの網目の大きさは約5-10 nmであると考えられるので、そのすぐ上の10-100 nmで急激に拡散係数が変化するというのは妥当であると思われる。結局この系では、大きく分けて網目内で終わるような短距離拡散 ($L < 10$ nm) と、数個から数10個以上の編み目を経て遅くなる長距離拡散 ($L > 100$ nm) という2つのモードが観測され、そのそれぞれでほぼ D が定数 (すなわち $\langle x^2 \rangle$ が時間の1次に比例する) をとる「Normal Diffusion (素直な拡散)」になっている。

Fig. 6のDDDCプロットは、だらだらとした傾斜状の関数でなく階段状になること、すなわち2つのモードの変換が10-100 nmという比較的狭い領域で起こることは注目すべきである。これはHAの作る網目の大きさがかなり揃っていて、ばらつきが少ないことを示している。この10-100 nmという数字には、ナノバイオロジーに関わる生物学的意味があると思われるが、このことについては次項で述べる。

Fig. 6では、 D_{obs} が急激に変化する領域が存在する。これはこの領域で少なくとも、MSDが時間に比例しない「異常拡散 (Anomalous Diffusion)」を起こすことを示している。異常拡散現象は、様々な系ですでに議論されている。例えば、ガラス系では、ガラス転移点の前後に異常拡散が起きることが知られており、コロイド系、ゲル、さらには細胞の内部でも起こることが知られている。著しい異常拡散現象が起きる場合、時間相関関数そのものがひずむことが予想されるが、今回の系のFCS測定では(8)式からのずれは全く観測されなかった。このことは、拡散距離 (MSD)の増加に従って、拡散係数の変化が比較的ゆっくり進行し、時間相関関数のひずみからは観測できない異常拡散現象が存在するということを示している。

4.2 異常拡散現象とECMの果たす役割 (ナノコットンの中の移動現象)

近年、生体内の拡散現象が通常の拡散とは異なる異常拡散に属するという報告が相次いでいる。実際細胞質や、ECMは全て複雑系であり、均一な媒体ではない。従って、拡散現象は必ずその空間構造に依存し、時間によって変化する拡散係数 (MSDの時間微分) を示す。このことについてECMを例にして考察する。Fig. 7は典型的な軟骨組織のECMを模式的に示したものである。通常のECMではコラーゲン類のようなタンパク質に属する堅い網目状物

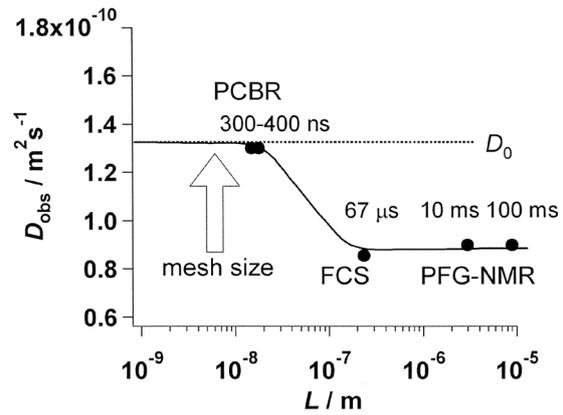


Fig.6 A plot of distance dependence of diffusion coefficients (DDDC) plot of D_{obs} at CHA = 1.5 wt% against the averaged diffusion distance L on logarithmic scale. Since the D_{obs} obtained from PCBR experiment is increased by 28 % by the ionic strength of the HA chain, D_0 was used as the intrinsic value assuming that D_{obs} without the effect of ionic atmosphere is almost equal to D_0 (see text). Furthermore, the curve should be extrapolated to D_0 at $L = 0$. The profile should be a step function with a sudden drop at 10-100 nm. The numbers indicated beside each point are τ_{obs} values corresponding to each experiment.

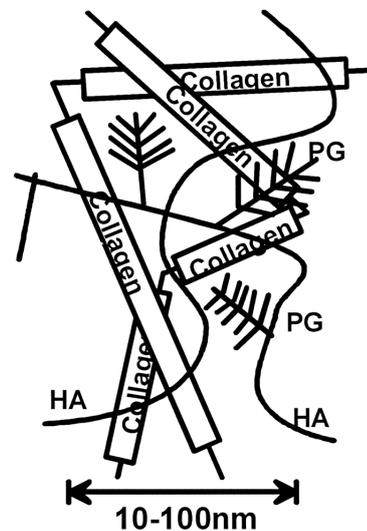


Fig.7 A drawing of the network structure in extracellular matrices (ECM) consist of a blend of proteins (Collagens), hyaluronan (HA) and other proteoglycans (PG) .

質と、HAなどの糖類の柔らかい網目状物質が共存している。コラーゲンは電子顕微鏡で見えるので、研究が進んでいるが、柔らかい糖鎖は実態がつかめていない。しかし我々の研究結果は1 wt%程度の糖鎖の作る網目構造でも十分に拡散に影響を与え、異常拡散を引き起こしていることを示している。ナノコットンはまさにこの異常拡散を生じさ

せる空間なのである。

Fig. 8にECMに接触した細胞表面を模式図として示す。細胞膜には様々な酵素、アクセプターやチャネルが存在している。これらは、細胞表面に様々な物質を分泌したり、外部からの物質と反応したり、細胞膜を通して、物質や粒子を出し入れすることもあるだろう。この細胞表面がHAの作るECM、すなわち異常拡散の起こる空間と接触している場合と、していない場合ではどのような違いがあるかを考察する。

細胞膜表面から分泌される物質は、ECM空間内に濃度勾配を作る。この濃度勾配によって、例えば他の細胞への情報伝達や代謝が進行することになる。異常拡散は、この濃度勾配に影響を与えるのは明らかで、細胞表面の反応や、情報伝達の収率に大きな影響を与えるだろう。その一方で、10nmより近距離の拡散はほとんど水と変わらず、しかも網目より小さなタンパク質なども容易に回転するので、配向してアクセプターなどと容易に反応することができるだろう。ECMの作る空間は、不均一な反応場における位置による反応性や反応収率に微妙な変化を与える。こういった小さな変化でも、細胞は敏感に感じ取り、代謝活動を調整すると考えて良い。

HAの作る網目状ECM＝ナノコットンの作る効果は、単に水分を保持する保湿成分にとどまらず、代謝物質の移動現象を微妙に調整する役割を果たし、細胞がそれを「心地よい」と感じるような環境を提供することにある。HAマトリックス中の移動現象の基本的メカニズムを積極的に利用することにより、癌の細胞レベルの治療、ドラッグデリバリー、発生の調節、再生医療への展開など、新たな応用への指針を与えることができると考えている。

5. 謝辞

本研究はコスメトロジー財団の援助により行われた。同財団の援助に感謝する。また本研究の主要な部分は、益田晶子、山下宏一、越野広雪、Thomas Kluge（以上理研）、西村吾朗、金城政孝、田村守（北大電子研）との共同研究である。また、HAについては、三好照三、北川広進（電気化学工業(株)）高橋泰文（(株)中外製薬）らのご協力の下提供を受けたものである。これらの方々にも謝意を表す。

(参考文献)

- 1) B. Alberts, et al. : Molecular Biology of The Cell 4th ed. 1092-1112, New York : Garland Science 2001.
- 2) 宮坂昌之、矢原一郎 編 :Bio Science 用語ライブラリー 細胞接着 羊土社 1996
- 3) G. Abatangelo, and P. H. Weigel, editors. : New frontiers in medical sciences: Redefining hyaluronan. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- 4) T.C. Laurent, editor. : The chemistry, biology and

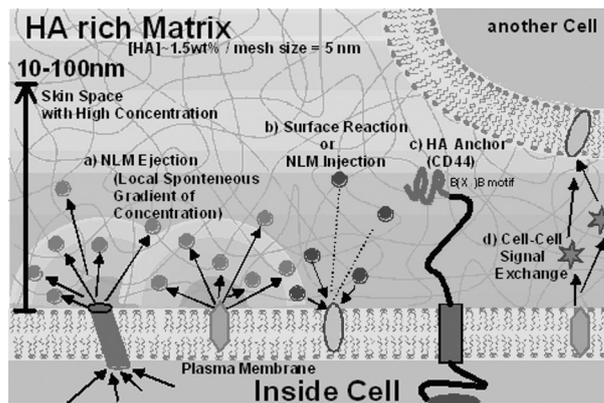


Fig. 8 A drawing of the material transports around the cell surface (Plasma Membrane). NLM stands for Non-Living Matrices.

medical applications of hyaluronan and its derivatives. London: Portland Press 1998.

- 5) L. Lapčičk, Jr., L. Lapčičk, S. De Smedt, ほか2名 :Hyaluronan: preparation, structure, properties, and applications. Chem. Rev. 98, 2663-2683, 1998.
- 6) D. Evered, and J. Whelan, editors. :The biology of hyaluronan. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 1989.
- 7) 秋山 徹, 宮園 浩平 編. :シグナル伝達研究2003 羊土社 2003.
- 8) 宮坂 昌之 監修. :新版 接着分子ハンドブック 秀潤社 2000.
- 9) 関口清俊, 鈴木信太郎編. :多細胞体の構築と細胞接着システム 共立出版 2001
- 10) 林正男 著. :新細胞接着分子の世界 羊土社 2001.
- 11) 清水元治 編 :癌転移の分子医学、羊土社 1996.
- 12) 三好照三, 田中稔一, 高橋泰文. :ヒアルロン酸の医薬品への応用 Bio Industry, 11, 632-642, 1994.
- 13) J.-P. Boucharud and A. Georges, :Anomalous Diffusion in Disordered Media : Statistical Mechanisms, Models and Physical Applications. Phys. Rep. 195, 127-293, 1990.
- 14) T. Kluge, A. Masuda, K. Yamashita, ほか1名. :Effects of charge and structure of hyaluronic acid on the luminescence quenching in aqueous solution. Photochem. Photobiol. 68:771-775, 1997.
- 15) T. Kluge, A. Masuda, K. Yamashita, ほか1名. :Concentration and molecular weight dependence of the quenching of Ru(bpy)₃²⁺ by ferricyanide in aqueous solutions of synthetic hyaluronan., Macromolecules 33:375-381, 2000.
- 16) A. Masuda, K. Ushida, H. Koshino, ほか2名. :Novel distance dependence of diffusion constants in hyaluronan aqueous solution resulting from its characteristic nano-

-
- microstructure. *J. Am. Chem. Soc.* 123:11468-11471, 2001.
- 17) A. Masuda, K. Ushida, G. Nishimura, ほか 5 名 .
:Experimental evidence of distance-dependent diffusion coefficients of a globular protein observed in polymer aqueous solution forming a network structure on nanometer scale., *J. Chem. Phys.*, 121, 10787-10793, 2004
- 18) R. Rigler and E. S. Elson, editors. :Fluorescence correlation spectroscopy: Theory and applications. Berlin: Springer 2001.
- 19) 丑田公規, 益田晶子. :実験で観測される拡散係数に見る時空間相関と生体系の物質輸送 *日本物理学会誌* 59, 4, 216-220, 2004.
- 20) 丑田公規, 益田晶子 :ヒアルロン酸水溶液中の物質移動と細胞外マトリックスとしての働き *光化学* 35, 1, 10-17, 2004.

近赤外分光法による毛髪中の自由水、結合水の非破壊構造解析

関西学院大学 理工学部

尾崎 幸洋

Near-infrared (NIR) diffuse reflectance (DR) spectra in the 12000-4000 cm^{-1} region were measured for keratin powder. At the initial stage of NIR measurement the keratin powder contained some water. The sample was placed in a vacuum oven at 50°C for 30 minutes and then its spectrum was measured. After that the sample was kept in the oven at 50°C for 5 minutes and then a spectrum was collected again. In this way 11 spectra were obtained. We analyzed two spectral regions, the 7050-6000 and 5350-4090 cm^{-1} regions, where bands due to free and bound water are expected to appear. For example, in the latter region we found a band at $\sim 5180 \text{ cm}^{-1}$ due to weakly hydrogen-bonded free water and a band at 5050 cm^{-1} ascribed to the overlap of strongly hydrogen bonded water and bound water. Probably, by taking the intensity ratio of these two bands, one may be able to explore the relative variation of free and bound water in keratin. The NIR spectra of keratin powder are so close to those of human hair, so that one may use the same technique to estimate the relative contents of free and bound water in human hair.

1. 緒言

毛髪は、主としてケラチンタンパクからなる非常に複雑な構造を持った複合素材である。通常環境下において、毛髪は吸着水として水を保持しており、含まれる水の量は毛髪の物理的性質を大きく変化させ、毛髪の感触や外観、ヘアスタイル維持などに影響を与える。

これまで、毛髪の水分率を測定する方法としては、カールフイッシャー法、重量法が多用されてきた。また、毛髪水分の非破壊測定法については、高周波容量式、電気伝導度法などが提案されている。しかしながら(1)水分率の絶対値評価、(2)非破壊計測、(3)他の化粧品成分に影響されない、(4)広範囲の水分測定が可能、といった条件を全て満足する毛髪水分率測定法は、これまで見当たらない。本研究の目的は、近赤外分光法を用いて非破壊的に毛髪の水分率を測定する方法を開発するとともに、毛髪中の自由水、結合水の区別あるいは構造について研究することにある。

近赤外分光法は非破壊的に生体物質、薬品、農産物、ポリマーなどの水分の定量、水の構造解析ができる方法として注目を集めている¹⁻⁶⁾。コスメトロジーの分野では毛髪のみならず、皮膚やツメの水分定量が近赤外分光法を用いて試みられている。

近赤外分光法を用いた毛髪中の水分率の非破壊的定量については、国内外数ヶ所(海外ではアメリカ、ベルギー、

ドイツ、韓国など)において行われており、特許も申請されている。毛髪の近赤外スペクトル測定専用のセルの提案、水分率測定に関する従来法と近赤外法の比較などが行われている。しかしながらこれらはいずれも単なる水分率の定量をめざしたもので、水の構造や自由水や結合水については議論していない。また毛髪のダメージと水分率との関係についての研究も限られている。自由水や結合水の状態や毛髪中のケラチンの水和、さらにはケラチンそのものを用いたタンパク質の自由水や結合水の研究などは例がなく、本研究の独創的な点といえる。

筆者は1992年世界で初めて毛髪の近赤外スペクトルに関する論文を発表し、その中で毛髪のスペクトルのバンドの帰属、水分定量の可能性について言及した⁷⁾。またこの実験は光ファイバプローブを用いて行われたため、将来のポータブル型近赤外毛髪水分計の開発を示唆するものとなった。一方において筆者はタンパク質等の生体物質の水和の研究を行ってきた。この研究は固体タンパク質とタンパク質水溶液の両方に関するもので、タンパク質の二次構造と水和、結合水と自由水などについて研究を進めた⁸⁻¹³⁾。筆者はこれらの研究の基礎となる“水”そのものの研究についても温度変化に伴う水素結合の変化などについて詳しい研究を行っている¹⁴⁾。さらに二次元分光法、ケモメトリックス法などいろいろな最新のスペクトル解析法を駆使し、タンパク質等の近赤外スペクトルのバンドの帰属を行った。本稿では固体のケラチンタンパク質を近赤外スペクトルを水分含有量を変化させて測定し、自由水、結合水のバンドに帰属及び強度変化について研究した結果について報告する。

2. 実験

2-1. 試薬

ケラチンは和光純薬から購入したものをそのまま用いた。



Non destructive Analysis of Free and Bonded Water in Human Hair by Near Infrared Spectroscopy

Yukihiro Ozaki

Department of Chemistry, Kwansai Gakuin University

水は2回蒸留水を用いた。

2-2. 分光装置

近赤外スペクトルの測定はVECTOR22/N, FT-NIR分光器 (Bruker Optics Inc.) を用いて分解能 32cm^{-1} で行った。スキャン回数は32回、測定領域は $12000 - 4000\text{cm}^{-1}$ であった。

2-3. スペクトルのデータ処理

微分スペクトルはサビツキーゴレー法 (12 gap sizes, 2 polynomial) によった。

3. 結果

図1 (a)、(b)はそれぞれケラチンの固体粉末と水溶液の近赤外スペクトルである。粉末のスペクトルは毛髪スペクトルに非常によく似ている¹⁵⁾。 $8700 - 8200\text{cm}^{-1}$ 領域のバンドはケラチンの CH_3 、 CH_2 、 CH 基の第二倍音あるいは結合音に帰属される。 $7000 - 6300\text{cm}^{-1}$ 付近のブロードなバンドは CH_3 、 CH_2 、 CH の結合音、 NH 振動の倍音、結合音に水の結合音 (OH 対称伸縮振動と逆対称伸縮振動) が重なったものである。この領域は含まれる水分の量によって水のバンドの強度が変化するために全体としても変化する。 $6000 - 5750\text{cm}^{-1}$ のバンドは、 CH_3 、 CH_2 、 CH の第一倍音、結合音によるものである。 $5200 - 5000\text{cm}^{-1}$ の領域のバンドもタンパク質のバンドと水のバンド (OH 変角振動と OH 伸縮振動の結合音) の重なりである。ケラチンの水溶液のスペクトル (図1 (b)) と粉末のスペクトル (図1 (a)) を比較すれば、水のバンドの寄与がよくわかる。タンパク質の自由水や結合水の研究も $7000 - 6300\text{cm}^{-1}$ と $5200 - 5000\text{cm}^{-1}$ の領域のバンドを用いて行うことができる。 $4900 - 4000\text{cm}^{-1}$ に観測されるバンドはいずれもケラチンのアミド基あるいは CH_3 、 CH_2 、 CH 基によるバンドである。

図2は水を含んだケラチンの乾燥過程を近赤外拡散反射スペクトルで追跡したものである。図2で1) と印したスペクトルは、ケラチン水溶液を真空中に置き 50°C で30分加熱した後測定したスペクトルである。他のスペクトルはそれに続いて5分ずつ加熱した後測定したものである。全部で11個のスペクトルが示されている。このように一連のスペクトルを測定することにより、ケラチンの自由水、結合水のバンドを帰属し、その強度変化を研究できると考えた。

図3は図2のスペクトルの二次微分の $9000 - 4000\text{cm}^{-1}$ の領域である。この図からわかることは水分の蒸発に伴い $7300 - 6200\text{cm}^{-1}$ の領域と $5350 - 4890\text{cm}^{-1}$ の領域が大きく変化するのに対し、他の領域、例えば $6000 - 5700$ 、 $5000 - 4000\text{cm}^{-1}$ の領域はほとんど変化しないことがわかる。このことは CH_3 、 CH_2 、 CH 、アミド基によるバンドは結合水や自由水の量によってほとんど変化しないことを示してい

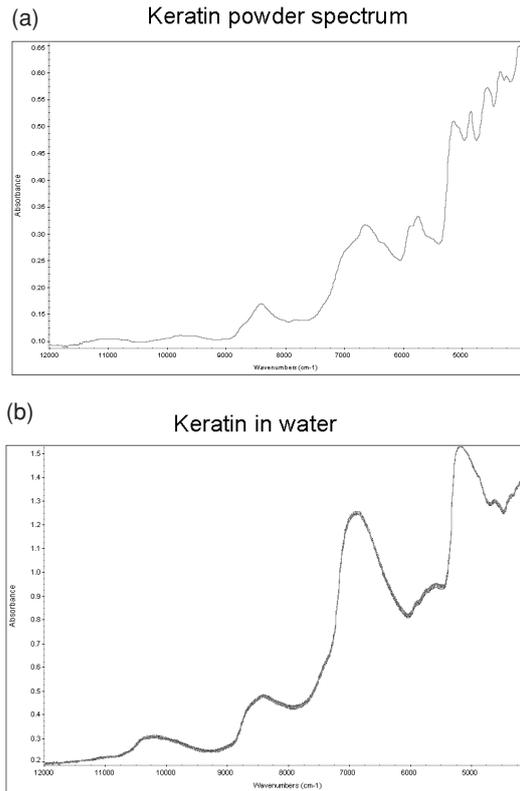


Figure 1 (a) NIR spectrum of keratin powder
(b) NIR spectrum of keratin in an aqueous solution.

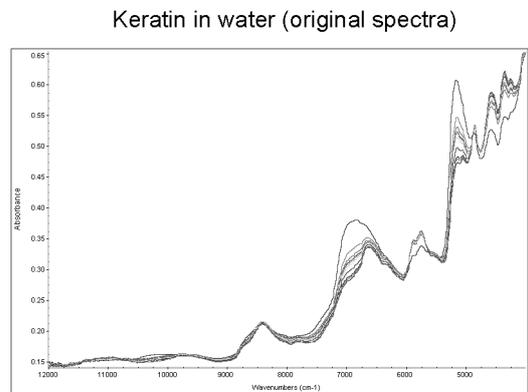


Figure 2 Time-dependent variations in NIR spectra of keratin powder.

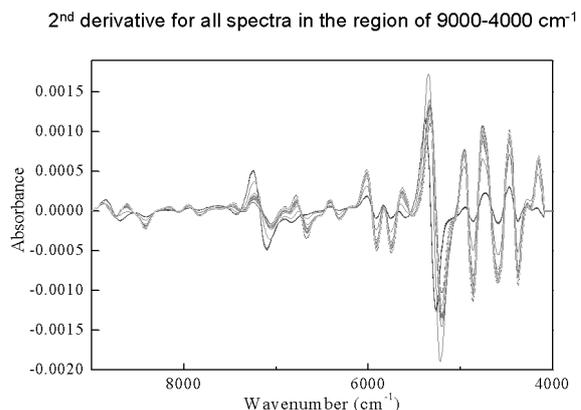


Figure 3 The second derivatives of the spectra shown in Figure 2.

る。言い換えればこれらのバンドは水和の影響をほとんど受けない。

図4 (a)、(b)は図2、3の7500-6150 cm^{-1} の領域の拡大である。

7300-6150 cm^{-1} の領域を見ると二次微分スペクトルから5本のピークが存在することがわかる。このうち ~ 6970 、 $\sim 6880\text{cm}^{-1}$ のバンドは水分の減少とともにほぼ平行して弱くなっている(図4 (a))。一方、 ~ 6700 、 ~ 6530 、 $\sim 6310\text{cm}^{-1}$ のバンドの強度はあまり大きくは変化しない。

筆者は水の近赤外スペクトルについて水のスペクトルの温度変化測定からバンドの帰属を試みた¹⁴⁾。帰属には二次微分、差スペクトル、二次元相関分光法、ケモメトリックス法など非常に多くの手法を用いて徹底して解明を試みた。その結果、水(自由水)の構造はわずか2種類で、強い水素結合したものと弱い水素結合をした2種類のものである。ここではそれらをSHB (strongly hydrogen-bonded) 水とWHB (weakly hydrogen-bonded) 水と呼ぶことにする。WHBとSHBはそれぞれ7080と6700 cm^{-1} 付近にバンドを与える¹⁴⁾。この水のスペクトルと図4 (a)のスペクトルを比較するといくつかの興味深いことがわかる。図4 (a)を見ればわかるように、水のスペクトルに比べケラ

チンのスペクトルは $\sim 6900\text{cm}^{-1}$ にもう1本余分のバンドが現れる(普通の水でも現れるがその強度は弱い)。そして重要なことは、 ~ 7080 と $\sim 6900\text{cm}^{-1}$ のバンドがともに水分の蒸発とともに平行して弱くなっていくということである。したがってこれら2本のバンドはともに自由水のバンドに帰属される。おそらく $\sim 7080\text{cm}^{-1}$ のバンドは自由水のWHBによるものである。 $\sim 6900\text{cm}^{-1}$ は普通の水では非常に弱いバンドとして観測されるものでその強度がここではかなり強くなっている点が注目される。おそらくこのバンドは自由水のSHBとWHBの中間的なもので、この相対強度が時間的に $\sim 7080\text{cm}^{-1}$ バンドに比べ弱くなっていることから(図4 (a))、二次結合水的なものではないかと考えられる。 $\sim 6580\text{cm}^{-1}$ のバンドは自由水のSHBと結合水のバンドが重なったものである。時間とともにこのバンドはいくぶん弱くなる。おそらく自由水がなくなる分だけ弱くなるのであろう。ただこの領域にはタンパク質によるバンドも観測されるので、結合水についてこの領域から知見を得るのはややむずかしいことがわかった。つぎに5350-4890 cm^{-1} の領域について検討した。この領域のスペクトル変化も毛髪の水分含量変化にともなうスペクトル変化ときわめてよく似ている。この領域で4880 cm^{-1} 付近

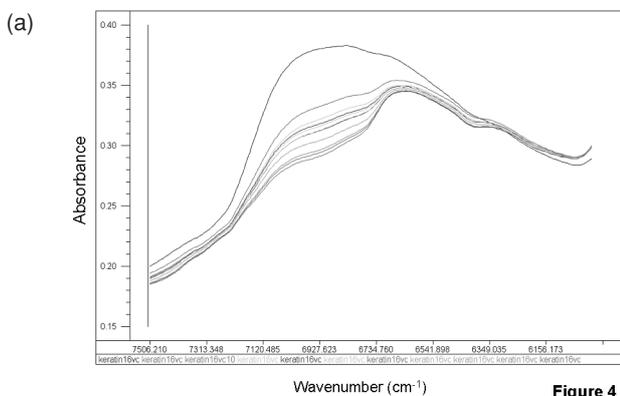


Figure 4 (a)

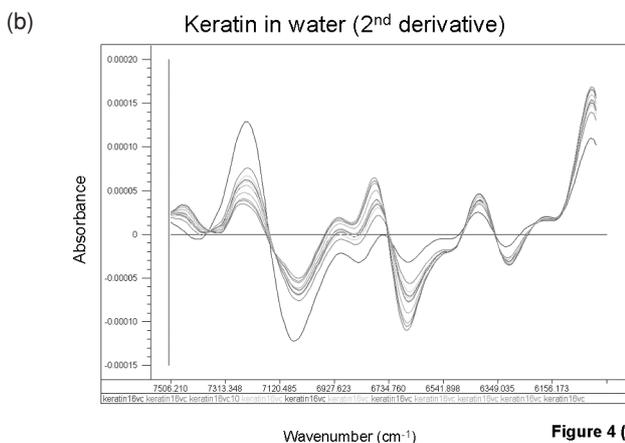


Figure 4 (b)

Figure 4 (a) The enlargement of the 7500-6150 cm^{-1} region of the spectra shown in Figure 2

(b) The second derivatives of the spectra shown in (a)

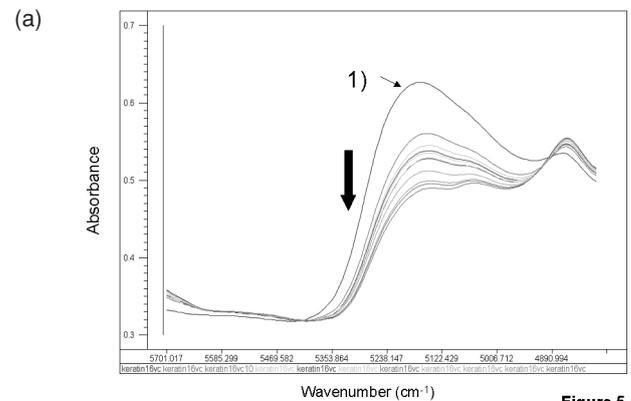


Figure 5 (a)

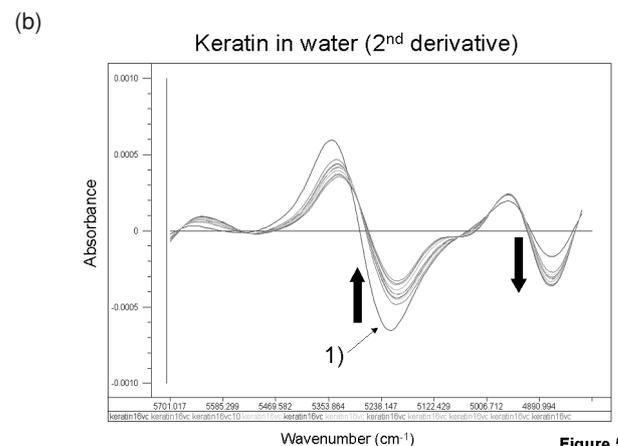


Figure 5 (b)

Figure 5 (a) The enlargement of the 5700-4850 cm^{-1} region of the spectra shown in Figure 2

(b) The second derivatives of the spectra shown in (a)

に観測されるバンドはケラチンによるものである。5350-4900 cm^{-1} には2つのバンドが観測される。~5190 cm^{-1} 付近のバンドは自由水のWHBによるもの、~5060 cm^{-1} のバンドは自由水のSHBと結合水の重なり合ったものである。5200と5060 cm^{-1} のバンドの強度を比較すると前者が大きく強度減少するのに対し、後者の減り方が少ないところが注目される。このことも上の帰属を指示する。この領域の場合も自由水と結合水を完全に分けることはできなかったしかしこの2本のバンドの強度比をとれば自由水と結合水の含量の比を見積もることができるであろう。

5700-4890 cm^{-1} の二次微分で注目されるのは、5200 cm^{-1} 付近のバンドの波数がかなり低波数側へシフトすることである。これは乾燥が進むと弱い水素結合をもつ完全に自由水的なものが少なくなるからと考えられる。

5350-4890 cm^{-1} の領域の変化は、同じ領域の毛髪の変化と非常によく似ている。したがって毛髪の場合も同じ方法で自由水と結合水の相対含量を見積もることができるであろう。

(参考文献)

- 1) 尾崎幸洋、河田聡編著：近赤外分光法、学会出版センター
- 2) 岩元陸夫、河野澄夫、魚住純著：近赤外分光法入門、幸書房
- 3) Siesler HW, Ozaki Y, Kawata S, Heise HM: Near-Infrared Spectroscopy-Principles, Instruments, Applications, Wiley-VCH, 2002.
- 4) 尾崎幸洋編著：近赤外分光法、アイピーシー
- 5) 尾崎幸洋著：分光学への招待、産業図書、1997
- 6) 尾崎幸洋、宇田明史、赤井俊雄著：化学者のための多変量解析-ケモメトリックス入門、講談社サイエンティフィック、2002.
- 7) Ozaki Y, Miura T, Sakurai K, Matsunaga T: Nondestructive Analysis of Water Structure and Content in Animal Tissues by FT-NIR Spectroscopy with Light-Fiber Optics. Part 1: Human Hair, Appl. Spectrosc., 46, 875-876, 1992.
- 8) Cho RK, Lee JH, Ozaki Y, Iwamoto M: The applicability of near infrared reflectance spectroscopy for determining solubility of heated protein under high pressure, J. Near. Infrared Spectrosc., 3, 73-79, 1995.
- 9) Wang J, Sowa MG, Ahmed MK, Mantsch HH: 98, 4748-4755, 1994.
- 10) Miyazawa M, Sonoyama M, J Near Infrared Spectrosc., 6, S253, 1998.
- 11) Wang Y, Murayama K, Myojo Y, Tsenkova R, Hayashi N, Ozaki Y: Two-Dimensional Fourier Transform Near-Infrared Spectroscopy Study of Heat Denaturation of Ovalbumin in Aqueous Solution, J. Phys. Chem B, 102, 6655-6662, 1998.
- 12) Wu. Y, Czarnick-Matsusewicz B, Murayama K, Ozaki Y: Two-Dimensional Near-Infrared Spectroscopy Study of Human Serum Albumin in Aqueous Solution: Using Overtones and Combination Modes Monitor Temperature-Dependent Changes in the Secondary Structure, J. Phys. Chem B, 104, 5840-5847, 2000.
- 13) Murayama K, Czarnick-Matsusewicz B, Wu. Y, Tsenkova R, Ozaki Y: Comparison between Conventional Spectral Analysis methods, Chemometrics, and two-Dimensional Correlation Spectroscopy in the Analysis of Near-Infrared Spectra of Protein, Appl. Spectrosc., 54, 978-985, 2000.
- 14) Segtnan VH, Sasic S, Isaksson T, Ozaki Y: Studies on the Structure of Water Using Two-Dimensional Near-Infrared Correlation Spectroscopy and principal Component Analysis, Anal. Chem., 73, 3153-3161, 2001.
- 15) 尾崎幸洋：未発表データ

Ⅱ. 生体作用、安全性に関する分野

表皮細胞に対する機械的刺激の作用

東京大学医学部付属病院 皮膚科

小宮根 真弓

Human skin is exposed to outer environment, which always suffers from outer stimuli. Mechanical stimulus is one of such stimuli, which could be the most frequent stimulus affecting skin, however, the effect of mechanical stimulus on human skin has not been adequately investigated. In order to clarify the effects of mechanical stimuli on human epidermis, we employed the equipment that utilized in the investigation of cardiac muscles, and stimulated keratinocytes by stretching cells. Mechanical stretch induced BrdU incorporation, which was inhibited by inhibitors for EGF receptor, MEK1/2, PI3K, and calcium channel. Mechanical stretch induced ERK phosphorylation, which was also inhibited by inhibitors for EGF receptor phosphorylation, MEK1/2 and PI3K. Mechanical stretch induced phosphorylation of Akt, which is known to inhibit cellular apoptosis, and it was also dependent on MEK1/2, PI3K, and EGF receptor. DNA microarray experiment revealed a set of genes regulated by mechanical stretch. These results indicate that mechanical stretch causes activation of signaling molecules, resulting in regulation of a variety of gene expression, some of which induce proliferative and anti-apoptotic phenotype in keratinocytes.

1. 緒言

表皮は、人を構成する組織の一番外側にあつて、常に外的環境の影響を受けている。外的環境因子として、熱、光、化学物質などがあるが、機械的刺激も重要な外的刺激因子である。機械的刺激が実際に皮膚にどのように作用しているかを考えると、たとえば強度の外力は皮膚の外傷の原因となり、また軽度の外力は皮膚の掻破、マッサージ、スクラブ洗顔などの際に皮膚に加えられると考えられる。さらに、ティッシュエクスペンダーによる皮膚の伸展、急激な肥満や妊娠による皮膚の伸展といった現象も皮膚に加わる機械的刺激である。このように、機械的刺激は、日常的に皮膚に影響を及ぼしていると考えられるが、機械的刺激が表皮に与える影響については、ほとんど研究が行われていない。我々は、本研究において、機械的刺激が表皮細胞にどのような影響を与えるのかを、Vitroの実験系を構築し、検討した。さらに、機械的刺激の遺伝子発現への作用を、DNAアレイを用いて網羅的に検討した。

2. 実験

1) 抗体と試薬

抗体に関しては anti phospho-ERK1/2, anti phospho-Akt (Ser 473), anti Akt は Cell Signaling (Beverly, USA) から、anti PCNA, anti ERK2, anti EGFR, anti

phosphotyrosine (PY-20), anti mouse IgG HRP conjugate, anti rabbit IgG HRP conjugate は Santa Cruz (Santa Cruz, USA) から、anti phospho-EGFR antibody は Calbiochem (San Diego, CA) から購入した。試薬については MEK inhibitor U0126 は Promega (Madison, USA) より、PI-3 kinase inhibitor wortmannin, EGFR kinase inhibitor AG1478 と negative control SB202474 は Calbiochem より購入した。

2) 表皮角化細胞の培養

正常ヒト新生児表皮角化細胞 (NHK) のプライマリーカルチャーは岩城硝子より購入し、KBM (keratinocyte basal medium) にヒドロコチゾン、インスリン、甲状腺ホルモン、ウシ下垂体抽出物 (BPE) と EGF を加えた KGM (keratinocyte growth medium, keratinocyte-SFM, GIBCO) で培養した。表皮細胞が 70 - 80% コンフルエントになったところで、トリプシン処理し、底面積比 1 : 4 で、継代培養した。3 - 4 回継代したものを実験に用いた。

HaCaT 細胞は Deutsches Kresforschungszentrum, Fusenig 教授より許可を得、昭和大学黒木登志夫先生より供与されたものを、10% ウシ血清 (FBS) を加えた MEM (modified Eagle's medium) で培養し、70 - 80% コンフルエントになったところで、トリプシン処理し、底面積比 1 : 10 で、継代培養した。

これらの細胞はすべて、37°C、5% CO₂ 下のインキュベーター内で培養した。

3) シリコン製培養皿上での細胞培養

伸縮可能なシリコン製の培養皿 (内空部分 4 × 2 × 1 cm、底面積 8 cm²、太陽興業社製) をオートクレーブした後、



The effects of mechanical stretch on keratinocytes

Mayumi Komine

Department of Dermatology, University of Tokyo

その底面をタイプ I コラーゲン (Sigma) にてコーティングし (0.02mg/個)、その後 NHK ないし HaCaT を 1×10^5 cells/cm² の密度にて播種し、37℃、5% CO₂ 下にて培養した。シリコンを伸展させるためにはステンレス製のチャンパー (東和科学、東京) にシリコン培養皿を装着して引き伸ばして固定する、という方法で +10、+20、+30% の長軸方向の伸展を持続的に可能とした。伸展前と +20% 伸展後の状態とを (図 1) に示した。

4) BrdU アッセイ

正常ヒト表皮細胞および HaCaT 細胞を 20% 伸展刺激を加え 24 時間培養した。最後の 3 時間を 100μM の BrdU でパルスし、スクレーパーを用いて細胞を PBS に回収したものを 96 ウェルプレートに播種して遠心した。乾いた 96 ウェルプレートの BrdU 取り込みを Cell Proliferation ELISA, with a BrdU colorimetric system (Roche, Mannheim, Germany) を用いて測定した。

5) ウェスタンブロット法

NHK および HaCaT 細胞からの蛋白抽出およびウェスタンブロットは、以下のように行った。リン酸化 ERK、リン酸化 EGF、リン酸化 Akt の検出には、Lysis buffer として RIPA buffer (20mM Tris (pH 7.5), 150mM NaCl, 1mM EDTA, 1mM EGTA, 1% Triton X-100, 2.5mM sodium pyrophosphate, 1mM b-glycerophosphate, 1mM sodium orthovanadate, 1mM PMSF, 1mg/ml leupeptin) を用いた。

抽出した蛋白はサンプルバッファー [50mM Tris (pH7.4) / 0.14 % sodium dodecyl sulfate (SDS) / 1 % b-mercaptoethanol (vol/vol)] 中で煮沸し、12.5 % SDS polyacrylamide gel を用いて電気泳動した。PVDF 膜 (Immobilon-P) に転写した後、膜はブロッキングバッファー [5 % BSA in 25mM Tris/0.02 % KCl/0.8 % NaCl (pH7.4)] で 4℃ 2 - 8 時間インキュベーションし、抗ヒトセラチンモノクローナル抗体、あるいは抗リン酸化 ERK、抗リン酸化 Akt、抗リン酸化 EGFR と 4℃ 16 時間インキュベーションした。膜は洗浄後、二次抗体と 1 時間反応させ、化学蛍光抗体法にて発色させた。PVDF 膜はストリッピングバッファーにてストリッピング後、抗 ERK、抗 AKT、抗

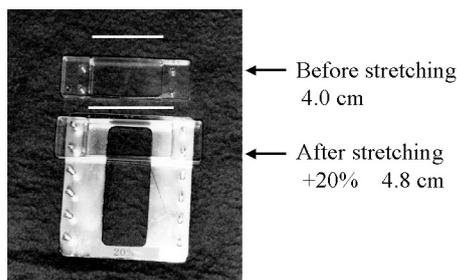


図 1

EGFR 抗体とともに 4℃ 16 時間インキュベートして上記と同様に再度ウェスタンブロットを行った。

6) DNA アレイ

表皮細胞を 4 時間、16 時間、24 時間、48 時間ストレッチ後、ストレッチしない表皮細胞と同時に、キアゲン社の RNA 抽出キットにて RNA を抽出し、Affymetrix 社の DNA マイクロアレイチップを用いて、ストレッチの有無による遺伝子発現の差異を検討した。

3. 結果

1) 表皮細胞に伸展刺激を加えることにより、BrdU 取り込みが促進する。

表皮細胞を 20%、24 時間伸展することにより、BrdU 取り込みは、正常ヒト表皮細胞で 2.2 ± 0.4 倍、HaCaT 細胞で 2.0 ± 0.5 倍に上昇し、これは統計学的に有意であった ($p < 0.05$)。また、この BrdU 取り込みの上昇は、MEK1/2 阻害剤である U0126 (10μM)、PI3Kinase 阻害剤である Wortmannin (1μM)、EGF 受容体阻害剤である AG1478 (200 nM)、カルシウムチャネル阻害剤である Gadolinium (150μM) にて抑制された (図 2)。

以上の結果は、伸展刺激は表皮細胞の増殖能を上昇させ、その伸展刺激による BrdU 取り込みの増加は、ERK、PI3K、EGF 受容体、カルシウムチャネルに依存していることを示している。

2) 表皮細胞に伸展刺激を加えることにより、ERK がリン酸化する。

表皮細胞に伸展刺激を加え、1 分後、2 分後、5 分後、15 分後、30 分後、60 分後に細胞を回収し、ウェスタンブロット法にてリン酸化 ERK を検出したところ、伸展刺激により 2 分後より ERK のリン酸化が認められ、5 分後、15 分後にピークとなり、30 分後、60 分後と次第に減少していくのが確認された。このメンブレンを再度抗 ERK 抗体にてプロットしなおし、ERK の蛋白レベルの変化を検討したところ、図に示すように ERK の蛋白レベルはほぼ

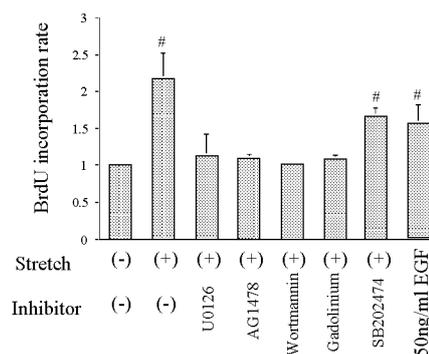


図 2

一定であった (図3)。

3) 伸展刺激による ERK リン酸化は U0126、Wortmannin により阻害される。

表皮細胞に伸展刺激を加える 1 時間前に、MEK1/2 阻害剤である U0126、および PI3K 阻害剤である Wortmannin を加え、伸展後、前述のように細胞を回収し、ウェスタンブロット法にて ERK のリン酸化を検出したところ、伸展刺激による ERK のリン酸化は U0126、Wortmannin によって阻害された。一方、陽性コントロールとして用いた EGF 刺激による ERK リン酸化は、U0126 により抑制されたが、Wortmannin によっては抑制されなかった (図4)。すなわち、伸展刺激による ERK リン酸化は、MEK1/2 および PI3K の下流にあると考えられる。

4) 伸展刺激による ERK リン酸化は、Gadolinium および AG1478 により阻害される。

伸展刺激 1 時間前よりカルシウムチャネル阻害剤である Gadolinium あるいは EGF 受容体チロシンキナーゼ阻害剤である AG1478 を加え、伸展後、前述の如く細胞を回収し、ウェスタンブロット法にて ERK のリン酸化を検出した。伸展刺激による ERK リン酸化は、Gadolinium あるいは AG1478 により濃度依存的に抑制された (図5 a,b)。EGF による ERK リン酸化は Gadolinium では抑制されなかったが、AG1478 によって抑制された。したがって、伸展刺激による ERK リン酸化は EGF 受容体およびカルシウムチャネルの下流にあると考えられる。

5) 伸展刺激は AKT をリン酸化する。

伸展刺激による BrdU の取り込みに PI3K が関与していることから、細胞のアポトーシス抑制的に働き、PI3K の

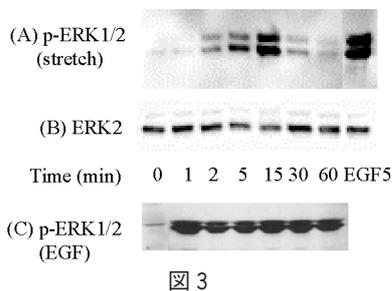


図 3

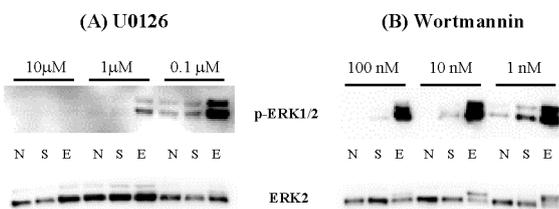


図 4

下流にあると考えられる Akt のリン酸化を検討した。伸展刺激により 5 分後、15 分後、30 分後に Akt のリン酸化が確認された (図6)。

6) 伸展刺激による AKT リン酸化は、MEK1/2 依存적である。

伸展刺激による Akt リン酸化に MEK1/2 が関与するかどうかを検討するため、MEK1/2 阻害剤である U0126 を伸展刺激 1 時間前より加えたところ、伸展刺激による Akt リン酸化は U0126 により抑制された。すなわち、伸展刺激による Akt リン酸化は MEK1/2 依存적であると考えられる (図7)。

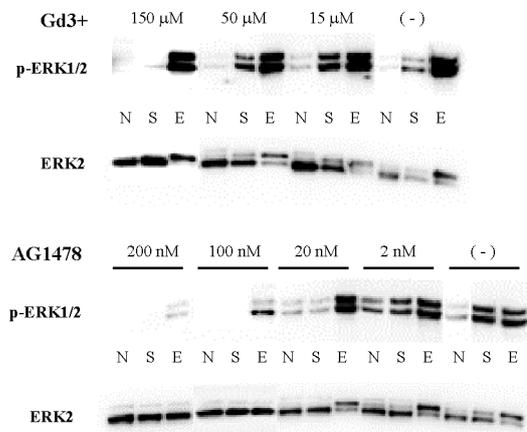


図 5

Mechanical stretch phosphorylated Akt in keratinocytes

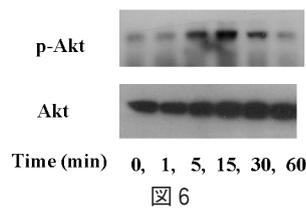
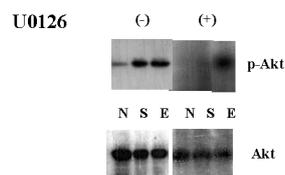


図 6

U0126, the MEK inhibitor, inhibited phosphorylation of Akt by mechanical stretch



N=no stretch, S=stretch for 15 minutes, E=EGF (50ng/ml) stimulation for 15 minutes

図 7

7) 伸展刺激による AKT リン酸化は、PI3K 依存的である。

PI3K が、伸展刺激による Akt リン酸化の上流にあるか否かを検討するため、PI3K 阻害剤である Wortmannin を加え、伸展刺激による Akt リン酸化を見たところ、Wortmannin により、伸展刺激による Akt リン酸化が抑制された。すなわち、伸展刺激による Akt リン酸化は PI3K の下流にあると考えられる (図8)。

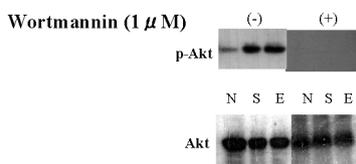
8) 伸展刺激による Akt リン酸化は、EGF 受容体の下流にある。

伸展刺激による Akt リン酸化に、EGF 受容体が関与しているか否かを検討するため、EGF 受容体リン酸化阻害剤である AG1478 を加えたところ、伸展刺激による Akt リン酸化は抑制された。したがって、伸展刺激による Akt リン酸化は EGF 受容体の活性化に依存していると考えられる (図9)。

9) DNA マイクロアレイによる伸展刺激の遺伝子発現に対する作用

DNA マイクロアレイ法は、同時に多数の遺伝子発現調節を検討するのに大変優れた方法である。伸展刺激によ

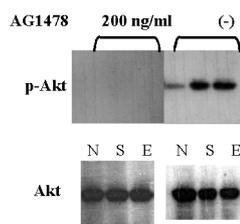
Wortmannin, the PI3K inhibitor, inhibited phosphorylation of Akt by mechanical stretch



N=No stimulation, S=Stretch for 15 minutes, E=EGF (50ng/ml) stimulation for 15 minutes

図 8

AG1478, the EGFR tyrosin kinase inhibitor, inhibited phosphorylation of Akt by mechanical stretch



N=No stimulation, S=Stretch for 15 minutes, E=EGF (50ng/ml) stimulation for 15 minutes

図 9

てどのような遺伝子の発現が調節されているのかを広範囲に検討するため、Affymetrix 社の DNA チップを用いて、12000 個の遺伝子について、伸展刺激による発現調節の有無を検討した。ここではその一部を示す (図 10)。基底細胞に発現の認められるラミニン 5 の 3 つの構成分子 (laminin alpha 3, beta 3, gamma 2)、Bullous pemphigoid antigen 1、Integrin alpha 6 の発現が伸展刺激により誘導され、分化した表皮細胞に発現の認められる Filaggrin、Loricrin、Keratin 1、Keratin 9 の発現は抑制されていた。このうち、ラミニンの 3 つの構成分子についてウェスタンブロットにて蛋白レベルでの発現を検討したところ、図 11 に示すように、alpha 3、beta3 の発現は伸展刺激により誘導されたが、gamma 2 の発現にはあまり変化が認められなかった。

Markers of basal and proliferating keratinocyte

• Laminin alpha 3 chain	0.70	1.50	2.49
• Laminin beta 3 chain	0.85	1.89	2.12
• Laminin gamma 2 chain	0.83	2.23	2.12
• Bullous pemphigoid antigen 1	2.32	0.72	0.68
• Integrin alpha 6	0.69	2.36	1.41
• Keratin 15	0.97	0.30	1.96
• Keratin 6A	2.04	0.76	0.41

4h 18h 48h

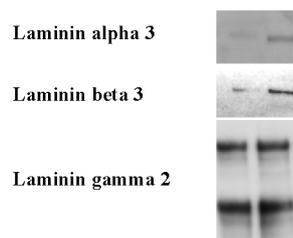
図 10a

Markers of differentiating keratinocyte

• Keratin 1	0.51	0.24	0.51
• Keratin 9	1.61	0.64	0.55
• Filaggrin	0.99	0.16	0.08
• Loricrin	0.70	0.55	0.64

図 10b

Induction of laminin 5 subunits by mechanical stretch



Stretch (-) (+) 24 hours

図 11

4. 考 察

皮膚は体表を多い、外界からの機械的刺激を最も直接に受ける可能性が高い臓器であるが、皮膚に対する機械的刺激についての検討は、現在のところあまり行われていない。今回我々は、皮膚、特に表皮細胞に対して、伸展という機械的刺激が加えられたときに、どのような変化が引き起こされるかを解明するために、実験を行った。今回は、伸展可能なシリコンチャンバーに表皮細胞を播種して伸展刺激を加えた。この方法は、小室らの報告¹⁾に準じたものである。このような伸展刺激が実際にどのような場面で皮膚に与えられるのかは一考を要するが、おそらく搔破によって、表皮に伸展刺激が加わると考えられる。ティシューエキスパンダーで皮膚を伸展させる場合や、表皮内腫瘍の増殖に伴い、表皮細胞が伸展される場合にも、やはり同様な伸展刺激が加わるものと考えられる。さらに、洗顔の際に皮膚を強くこすったり、フェイシャルブラシによる皮膚の刺激の際にも、同様な伸展刺激が表皮に加わる可能性がある。

伸展刺激により、まず表皮細胞に増殖シグナルが生じることは、ティシューエキスパンダーによって皮膚が伸展拡大することや、表皮内腫瘍の周辺部皮膚に増殖性変化を伴うことをよく説明できる。その際に、EGF 受容体の活性化を介していることは、血管平滑筋細胞²⁾ や、血管内皮細胞³⁾ など、他の細胞における機械的刺激の受容とパラレルな結果である。今回、伸展刺激により Br d U の取り込みが亢進し、さらにアポトーシス抑制的にはたらく Akt が活性化したことは、これらの事実を裏付けるものと考えられる。我々の実験により、伸展刺激による ERK のリン酸化および Akt のリン酸化の双方が、EGF 受容体、MEK1/2、PI3K の下流にあることが明らかとなった。これは、今回ポジティブコントロールとして用いた EGF による ERK のリン酸化が MEK1/2 下流にあるが、PI3K の下流にはないことを考えると、伸展刺激による EGF 受容体の活性化が、EGF による EGF 受容体の活性化とは異なったアウトカムを生じることを示しており、興味深い。ドイツのグループ⁴⁾ は、同様の伸展刺激システムを用いて表皮細胞に伸展刺激を加えることにより、ERK がリン酸化し、そのリン酸化は $\beta 1$ インテグリン中和抗体により抑

制されることを示している。 $\beta 1$ インテグリンおよび EGF 受容体はともに細胞膜上にあり、ともに伸展刺激にかかわることから、これらが細胞膜上でなんらかの相互作用を引き起こしている可能性が考えられる。伸展刺激がどのようにしてこれらの分子を刺激するのか、あるいは $\beta 1$ インテグリンと EGF 受容体がどのように相互作用を起こすのかは不明であり、今後の検討課題である。また、DNA マイクロアレイにより、多数の遺伝子発現が機械的刺激により影響を受けることが明らかとなり、その一部として、細胞外マトリックス産生、増殖促進、分化抑制など、より基底層の細胞に近い形質を誘導することがわかった。今後は表皮細胞の構築を正常に維持する上での機械的刺激の意義を検討していきたいと考えている。

(参考文献)

- 1) Komuro I, Katoh Y, Kaida T, Shibasaki Y, Kurabayashi M, Hoh E, Takaku F, Yazaki Y, :Mechanical loading stimulates cell hypertrophy and specific gene expression in cultured rat cardiac myocytes. Possible role of protein kinase C activation, J Biol Chem, 266, 1265-1268, 1991.
- 2) Iwasaki H, Eguchi S, Ueno H, Marumo F, Hirata Y, :Mechanical stretch stimulates growth of vascular smooth muscle cells via epidermal growth factor receptor, Am J Physiol Heart Circ Physiol, 278, H521-H529, 2000.
- 3) Tseng H, Peterson TE, Berk BC, :Fluid shear stress stimulates mitogen-activated protein kinase in endothelial cells, Circ Res, 77, 869-878, 1995.
- 4) Kippenberger S, Bernd A, Loitsch S, Guschel M, Muller J, Bereiter-Hahn J, Kaufmann R, : Signaling of mechanical stretch in human keratinocytes via MAP kinases. J Invest Dermatol, 114, 408-412, 2000.
- 5) Yano S, Komine M, Fujimoto M, Okochi H, Tamaki K, :Mechanical stretching in vitro regulates signal transduction pathways and cellular proliferation in human epidermal keratinocytes. J Invest Dermatol, 122, 783-90, 2004.

XVII型コラーゲン異常に起因する表皮真皮結合破綻の分子機構

北海道大学大学院医学研究科皮膚科学分野

澤村 大輔

Mutations in the gene encoding type XVII collagen have been shown to cause generalized atrophic benign epidermolysis bullosa (GABEB), which is characterized by generalized blistering with skin atrophy, enamel hypoplasia diffuse alopecia and nail dystrophy. To further understand the role of type XVII collagen in the integument, we examined two unrelated GABEB families and also four patients with amelogenesis imperfecta (AI), which comprises a clinically and genetically diverse group of conditions affecting the development of dental enamel. Ultrastructural examination of the GABEB patients' skin revealed tissue separation in the lamina lucida and immunohistochemical analyses showed no or little expression of type XVII collagen in the epidermal basement membrane zone. Mutation analysis of the *COL17A1* gene encoding type XVII collagen revealed that patient 1 was compound heterozygous for a deletion and a nonsense mutation (1285delA and Q1387X) and that the patient 2 carried homozygous deletion mutations 4335delC. The developmental mechanism of enamel hypoplasia in GABEB has yet to be elucidated. To understand the possible *COL17A1* function in enamel formation, we investigated whether mutations exist within the *COL17A1* gene in the patients with AI. However, no significant nucleotide changes were found in the gene, suggesting no significant relation between collagen XVII and enamel disease. Further analysis of GABEB patients and *COL17A1* function is required to understand precise mechanisms whereby these mutations can induce multiple symptoms in the integument.

1. 緒言

XVII型コラーゲン、180kDa 類天疱瘡抗原は皮膚、粘膜などの上皮組織に発現される膜貫通型の糖蛋白である^{1,2)}。XVII型コラーゲンは始めに類天疱瘡の標的自己抗原として同定され、本蛋白の遺伝子の変異により接合部型表皮水疱症が生ずることが明らかにされている³⁾。これらのことから、XVII型コラーゲンは皮膚の基底膜の安定に重要な蛋白であると考えられている。

接合部型表皮水疱症は基底膜のラミナルシダに水疱が形成される遺伝子皮膚疾患群である。その中で、generalized atrophic benign epidermolysis bullosa (GABEB)^{4,5)}は比較的水疱形成が中等度で、歯エナメル質の形成不全や脱毛を合併する稀な病型である^{6,7,8)}。近年、本症の原因遺伝子の一つとして、XVII型コラーゲンが同定された。また、多くの変異は、ノンセンス、挿入、欠失変異となることが見出された^{6,7,9,10,11,12,13,14,15)}。しかしながら、その変異からいかに基底膜の崩壊がおこり、その結果 エナメル質の形成不全や脱毛などのGABEBに特異な臨床症状が生ずる詳細な機序は不明である。

VII型コラーゲンの変異により栄養障害型表皮水疱症が

おこるが、VII型コラーゲンの変異であるが水疱を形成せず爪の変形のみをもつ症例が報告された¹⁶⁾。上述したように接合部型表皮水疱症においても、エナメル質の形成不全を合併する¹⁷⁾が、XVII型コラーゲン遺伝子の変異で水疱はなくエナメル質の形成不全のみを持つ患者がいることが明らかにされた¹⁰⁾。

今回我々は、GABEBの臨床症状をもつ2家系を経験したので、それらの患者におけるXVIIコラーゲンの発現ならびに変異を検索した。さらに、水疱の形成を合併していなエナメル質の形成不全疾患 amelogenesis imperfecta (AI) が歯科領域に報告されているので¹⁸⁾、それらの患者のXVII型コラーゲンの変異を検討したので報告する。

2. 実験

1) GABEB患者

患者1は21歳の男性。両親や兄弟は正常。生下時から全身の繰り返す水疱出現。脱毛、歯牙の異常、爪の変形も合併する。臨床的に略全身に水疱、色素沈着、脱色素沈着が認められる。なお、水疱発生後に癒痕の形成はない。頭髮以外にも眉毛、睫毛、陰毛もなく、すべての爪甲の脱落があった。著明な歯牙の形成異常も認められた。

患者2は41歳の男性。両親は正常。全身の水疱とびらんが生直後から多発している。受診時、主に四肢に水疱とびらんを見るが患者1より明らかに軽微である。色素沈着と脱色素沈着を見るが、癒痕の形成はない。発毛は正常であるが、水疱形成による萎縮性脱毛はあった。患者1とは異なり、眉毛、睫毛、陰毛は存在した。歯牙はエナメル質の形成不全があった。



Molecular mechanisms for collapse of dermoepidermal junction caused by XVII collagen abnormality.

Daisuke Sawamura

Department of Dermatology, Hokkaido University Graduate School of Medicine.

2) AI 患者

エナメル形成不全が認められた4 AI患者について検索した。内2名は父と息子である。また、それらの患者の皮膚に水疱形成はみない。

3) 免疫組織化学と電顕検索

GABEB患者の皮膚から生検を行い、凍結切片を作成し、蛍光抗体直接法を行った¹⁹⁾。使用したXVII型コラーゲンに対するモノクローナル抗体HDD20は、the Netherlands Cancer InstituteのSonnenberg教授から供与を受けたものである。電顕標本には、皮膚を5% glutaraldehydeと1% osmium tetroxideにて固定し、uranyl acetateにて染色した。

4) 変異検索

患者末梢血から genomic DNA を抽出した。そのDNAを鋳型として、XVII型コラーゲン遺伝子のすべてのエクソンとエクソン-イントロン境界領域をPCRにて増幅し、それらの塩基配列を決定した¹²⁾。

3. 結果

1) 電顕的水疱形成部位

患者1と2の水疱部の電顕所見では、水疱はラミナルシダに存在していた(図1 a, b)。ラミナデンサは水疱底に、基底細胞膜は水疱蓋に見られた。これらのことから患者は接合部型表皮水疱症に分類された。XVII型コラーゲンをを用いた免疫染色において、患者1の皮膚では蛍光は観察されなかった(図1 c, d)。一方、患者2では淡く基底膜に一致して線状あるいは顆粒状の蛍光が認められた。これらの所見は、患者1ではXVII型コラーゲンが完全欠損していること、患者2では部分欠損していることを示すものであった。健常人では基底膜に線状の沈着がみとめられている(図1 e)。

2) GABEB患者の変異検出

XVIIコラーゲン遺伝子の検索の結果、患者1ではエクソン15の1285番目のアデニンの欠失とエクソン53の4264番目のシトシンからチミンへの変化が検出された(図2)。1285delAは26塩基下流に早期終止コドンを起こし、4264 C to Tは1387番目のコドンCAG (Gln)を早期終止コドンに変えるQ1387X変異であった。1285delAは父由来、Q1387Xは母由来であった。患者2では、エクソン53の4335番目のシトシンが欠失する変異が両方のアレルに検出された(図3)。この4335delC変異は、35塩基下流に早期終止コドンを派生させた。これらの変異は、すべて制限酵素の消化で再確認している(図2, 3)。

3) AI患者の変異検出

4人のAI患者について、そのXVII型コラーゲン遺伝子を調べたが、ポリモルフィズム以外に病気を起こしうる変異は検出できなかった。

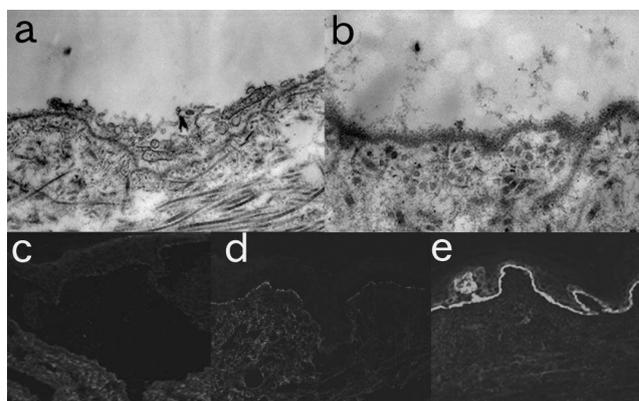


図1 電顕、免疫組織学的検索。患者1 (a)、2 (b)ともに電顕的水疱形成部は、ラミナルシダである。XVIIコラーゲンに対するモノクローナル抗体を用いて蛍光抗体直接法で、患者1 (c)はXVIIコラーゲンの完全欠損、患者2では淡い顆粒状の沈着を認めた (d)。健常人コントロール (e)。

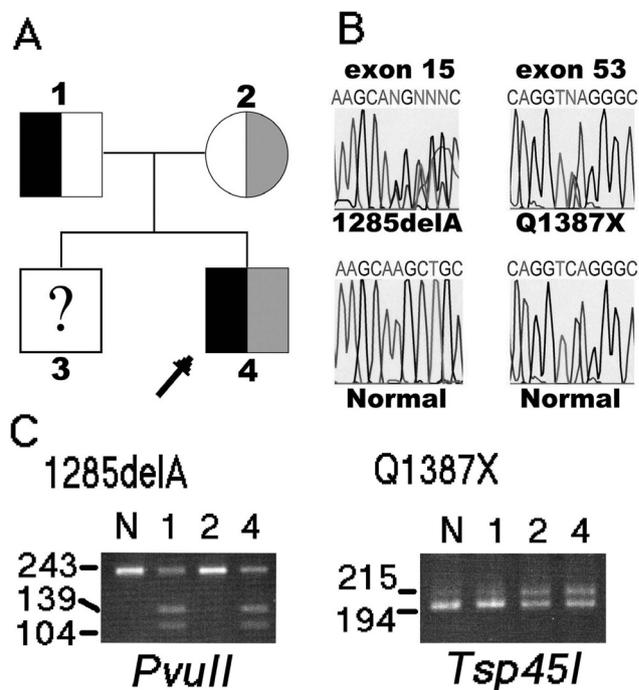


図2 患者1におけるXVIIコラーゲン遺伝子の変異。A: 患者1の家系図。黒色:1285delA変異、灰色:Q1387X変異。B: それぞれの変異のダイレクトシーケンスのクロマトグラム。エクソン15の1285番目のアデニンの欠失とエクソン53の4264番目のシトシンからチミンへの変化のヘテロ接合が検出された。C: 1285delA変異は制限酵素PvuIIのsiteを生じ、Q1387変異はTsp45Iのsiteを消失させた。Nは健常人。

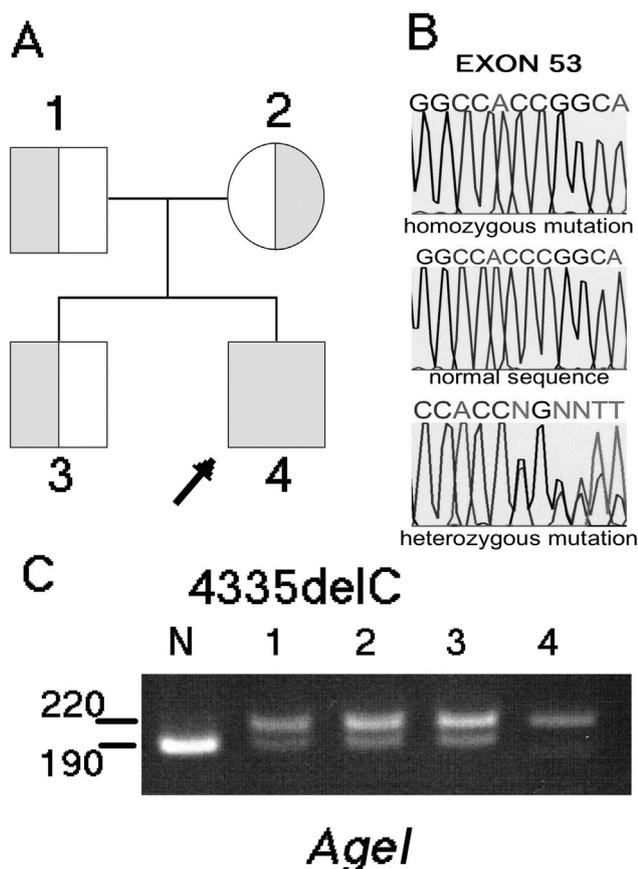


図3 患者2における17コラーゲン遺伝子の変異。A:患者2の家系図。灰色:4335delC変異。B:その変異のダイレクトシーケンスのクロマトグラム。エクソン53の4335番目のシトシンが欠失する変異が両方のアレルに検出された。C:14335delC変異変異は制限酵素Agelのsiteを消失させた。Nは健康人。

4. 考案

本研究で、両患者ともに、ラミナルシダに水疱を形成し、XVIIコラーゲンの発現の著しい減弱があり、臨床的に水疱、脱毛、歯牙の異常、爪の変形を認めたことにより、GABEBと診断した。さらに、患者1は細胞内ドメインにある1285delAと細胞外ドメインにあるQ1387Xのヘテロ接合体、患者2ではC末にあるQ1387Xのホモ接合体であることが示された。

これまでに約50のXVII型コラーゲンの変異が見つかってきているが²⁰⁾、今回の変異は新規のものであった。それらの変異のほとんどは、早期終止コドンを生ずるノンセンス、挿入、欠失変異であり、XVIIコラーゲン蛋白の発現はほとんど検出されなかった。これは早期終止コドンによるmRNAのdecayがおこるためと解釈されている^{3, 11)}。この観点から、変異がどの位置にあってもmRNAが消失ため、変異の位置はあまり症状に影響しないことを意味するものであった。

しかしながら、本研究では明らかに患者1に比較して患者の2の臨床症状が軽かった。さらに蛍光抗体直接法

で、患者1ではXVII型コラーゲンの完全欠損であったが、患者2では軽微ではあるがXVII型コラーゲンの発現が認められた。興味あることに、患者の変異は、過去のホモ接合体変異の中では、もっともC末端に位置していた²⁰⁾。過去の報告ではホモ接合体変異は非コラーゲン領域にある場合とコラーゲン領域にある場合では、臨床症状に相違があることが推測されている⁶⁾。本研究でも、ホモ接合体に限れば、よりC末の方が臨床症状が軽くなる可能性が示唆された。

エナメル形成不全により、歯の陥凹や齲歯を生じ、これがGABEBの特徴的な臨床所見となっている。以前から接合体型表皮水疱症の原因遺伝子・蛋白となる、ラミニン5や $\alpha 6\beta 4$ インテグリンも歯の発生に重要であることが示されている^{21, 22, 23)}が、XVII型コラーゲンとの関連は未だ不明である。AIはエナメル質の形成不全以外に他の臓器の異常を示さない疾患群で、14型に分類されている。現在までに、エナメル蛋白であるamelogenin, ameloblastinやenamelin遺伝子に変異が見つかったが、その原因は不明であるものが多い^{24, 25)}。

そこで、AI患者の一部にXVII型コラーゲンに変異のある物があるのではないかと考え、原因の明らかになっていない4例のAI患者の本遺伝子を検索した。その結果、XVII型コラーゲンに有意な異常が見出されなかった。

今回の研究では、XVII型コラーゲン異常に起因する表皮真皮結合破綻の分子機構に関して、人の本蛋白のノックアウトモデルであるGABEBを中心に解析を行った。今後、さらに本研究を発展させるため、本蛋白のトランスゲニックマウスを使用した研究も予定している。本蛋白の機能をより詳細に検討することにより、本蛋白異常に起因する表皮真皮結合破綻を主徴とする類天疱瘡やGABEBの発症機構がさらに明らかになると予想された。

謝辞

本研究は以下の研究者との共同研究である。北海道大学皮膚科:中村裕之、後藤真希、中村秀樹、清水宏、東京大学皮膚科:三井浩、玉置邦彦、北海道大学遺伝子治療部門:貴田みゆき、有賀正(現北大小児科)、崎山幸雄、江別市立病院皮膚科:富澤幸生。(敬称略)

本研究に対して、助成いただきました財団法人コスメトロジー研究振興財団に深謝いたします。

(文献)

- 1) Zillikens D, Giudice GJ. BP180/type XVII collagen: its role in acquired and inherited disorders or the dermal-epidermal junction. Arch Dermatol Res 1999; 291:187-94.
- 2) Borradori L, Sonnenberg A. Structure and function of hemidesmosomes: more than simple adhesion complexes. J Invest Dermatol 1999; 112: 411-418.

- 3) McGrath JA, Gatalica B, Christiano AM, et al. Mutations in the 180-kD bullous pemphigoid antigen (TYPE XVII COLLAGEN), a hemidesmosomal transmembrane collagen (COL17A1), in generalized atrophic benign epidermolysis bullosa. *Nat Genet* 1995; 11: 83-6.
- 4) Hashimoto I, Schnyder UW, Anton-Lamprecht I, et al. Epidermolysis bullosa hereditaria with junctional blistering in an adult. *Dermatologica* 1976; 152: 72-86.
- 5) Hintner H, Wolff K. Generalized atrophic benign epidermolysis bullosa. *Arch Dermatol* 1982; 118: 375-384.
- 6) Schumann H, Hammami-Hauasli N, Pulkkinen L, et al. Three novel homozygous point mutations and a new polymorphism in the COL17A1 gene: relation to biological and clinical phenotypes of junctional epidermolysis bullosa. *Am J Hum Genet* 1997; 60: 1344-1353.
- 7) Floeth M, Fiedorowicz J, Schacke H, et al. Novel homozygous and compound heterozygous COL17A1 mutations associated with junctional epidermolysis bullosa. *J Invest Dermatol* 1998; 111: 528-533.
- 8) Mazzanti C, Gobello T, Posteraro P, et al. 180-kDa bullous pemphigoid antigen defective generalized atrophic benign epidermolysis bullosa: report of four cases with an unusually mild phenotype. *Br J Dermatol* 1998; 138: 859-66.
- 9) McGrath JA, Darlig T, Gatalica B, et al. A homozygous deletion mutation in the gene encoding the 180-kDa bullous pemphigoid antigen (TYPE XVII COLLAGEN) in a family with generalized atrophic benign epidermolysis bullosa. *J Invest Dermatol* 1996; 106: 771-4.
- 10) McGrath JA, Gatalica B, Li K, et al. Compound heterozygosity for a dominant glycine substitution and a recessive internal duplication mutation in the type XVII collagen gene results in junctional epidermolysis bullosa and abnormal dentition. *Am J Pathol* 1996; 148: 1787-96.
- 11) Darling TN, McGrath JA, Yee C, et al. Premature termination codons are present on both alleles of the bullous pemphigoid antigen 2/type XVII collagen gene in five Austrian families generalized atrophic benign epidermolysis bullosa. *J Invest Dermatol* 1997; 108: 463-468.
- 12) Gatalica B, Pulkkinen L, Li K, et al. Cloning of the human type XVII collagen gene (COL17A1), and detection of novel mutations in generalized atrophic benign epidermolysis bullosa. *Am J Hum Genet* 1997; 60: 352-65.
- 13) Jonkman MF, De Jong MCJM, Heeres K, et al. Generalized atrophic benign epidermolysis bullosa. Either 180-kd bullous pemphigoid antigen or laminin-5 deficiency. *Arch Dermatol* 1996; 132: 145-150.
- 14) Scheffer H, Stulp RP, Verlind E, et al. Implications of intragenic marker homozygosity and haplotype sharing in a rare autosomal recessive disorder: the example of the collagen type XVII (COL17A1) locus in generalized atrophic benign epidermolysis bullosa. *Hum Genet* 1997; 100: 230-5.
- 15) Shimizu H, Takizawa Y, Pulkkinen L, et al. The 97 kDa linear IgA bullous dermatosis antigen is not expressed in a patient with generalized atrophic benign epidermolysis bullosa with a novel homozygous G258X mutation in COL17A1. *J Invest Dermatol* 1998; 111: 887-92.
- 16) Shimizu H, Hammami-Hauasli N, Hatta N, et al.. Compound heterozygosity for silent and dominant glycine substitution mutations in COL17A1 leads to a marked transient intracytoplasmic retention of procollagen VII and a moderately severe dystrophic epidermolysis bullosa phenotype. *J Invest Dermatol* 1999; 113: 419-21.
- 17) Wright JT, Johnson LB, Fine JD. Developmental defects of enamel in humans with hereditary epidermolysis bullosa. *Arch Oral Biol* 1993; 38: 945-55.
- 18) Witkop CJJ. Amelogenesis imperfecta, dentinogenesis imperfecta and dentin dysplasia revisited: problems in classification. *J Oral Pathol* 1988; 17: 547-553.
- 19) Shimizu H, Suzumori K, Hatta N, et al. Absence of detectable $\alpha 6$ integrin in pyloric atresia-junctional epidermolysis bullosa syndrome and its application for prenatal diagnosis in a family at risk for recurrence. *Arch Dermatol* 1996; 132: 919-925.
- 20) Bauer JW and Lanschuetzer C. Type XVII collagen gene mutations in junctional epidermolysis bullosa and prospects for gene therapy. *Clin Exp Dermatol* 2003; 28: 53-60.
- 21) Aberdam D, Aguzzi A, Baudoin C, et al.. Developmental expression of nicein adhesion protein (laminin-5) subunits suggests multiple morphogenetic roles. *Cell Adhesion and Communication* 1994; 2: 115-29.
- 22) Thesleff I. 1995. Differentiation of ameloblasts and its regulation by epithelial-mesenchymal interactions. In: Robinson C, Kirkham J, Shore RC (Eds.), *Dental Enamel: Formation to Destruction*. CRC Press, Boca Raton, pp. 1-22.
- 23) Skobe Z, Stern DN, Probst KS. 1995. The cell biology of amelogenesis. In: Robinson, C., Kirkham J., Shore RC. (Eds.), *Dental Enamel: Formation to Destruction*. CRC Press, Boca Raton, pp. 23-57.
- 24) Kida M, Ariga T, Shirakawa T, et al. Autosomal-dominant hypoplastic form of amelogenesis imperfecta caused by an enamelin gene mutation at the exon-intron boundary. *J Dent Res* 2002; 81: 738-42.
- 25) Hu JC and Yamakoshi Y. Enamelin and autosomal-dominant amelogenesis imperfecta. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003; 14: 387-98.

ヒト皮膚における血管新生刺激サイトカインの発現とその作用機序に関する包括的研究

聖マリアンナ医科大学 皮膚科

相馬 良直

Background: Vascular endothelial growth factor (VEGF) induces proliferation of endothelial cells and in vivo angiogenesis. The regulation of the secretion of VEGF from human skin fibroblasts has not been well investigated, although paracrine interactions between fibroblasts and endothelial cells have been suggested to play a key role in granulation tissue formation. Objective: To explore the significance of human skin fibroblasts as a source of VEGF in granulation tissue formation. Methods: VEGF secreted from cultured human skin fibroblasts was measured by ELISA. VEGF mRNA expression was examined by real-time polymerase chain reaction analysis. Results: Transforming growth factor- β 1, platelet-derived growth factor-BB and interleukin-1 α strongly up-regulated VEGF secretion from human skin fibroblasts. Epidermal growth factor, transforming growth factor- α , basic fibroblast growth factor, tumor necrosis factor- α and interferon- γ had no significant effects on VEGF secretion. Transforming growth factor- β 1, platelet-derived growth factor-BB and interleukin-1 α acted synergistically each other. The levels of secreted VEGF after the stimulation of these cytokines were high enough to exert its biological activities. Interferon- γ enhanced interleukin-1 α -induced VEGF production but diminished the effect of transforming growth factor- β 1. The results of ELISA were confirmed at the mRNA level by real-time polymerase chain reaction analysis, except for the synergistic effect of interferon- γ with interleukin-1 α . Conclusions: Fibroblasts could be an important source of VEGF during wound healing. Paracrine interactions between fibroblasts and endothelial cells via VEGF may play a key role in the formation of granulation tissue.

1 緒言

Vascular endothelial growth factor (VEGF) は血管内皮細胞に特異的に働き、その増殖を刺激する細胞増殖因子である。ホモダイマー構造を持つ分子量 40-45kDa の糖蛋白で、内皮細胞の表面にある 2 種類の特異受容体に結合して活性を発揮する。mRNA の alternative splicing による 5 種のアイソフォームが知られ、大きい方の 2 つ、すなわち VEGF189 と VEGF206 は細胞表面に結合した状態で、小さい方の 3 つである VEGF121、VEGF145、VEGF165 は分泌型で存在する。この 3 種の分泌型アイソフォームは内皮細胞の増殖を刺激し、*in vivo* において血管新生を刺激する^{1) 2)}。

ヒト皮膚においてはケラチノサイトが VEGF を産生、分泌することが知られている³⁾。血管新生が行われている創傷治癒の場において、創傷辺縁のケラチノサイトは VEGF を発現し、後期においては創を被覆すべく遊走してきたケラチノサイトにも VEGF の発現が見られる⁴⁾。また VEGF 受容体は創傷の血管の内皮細胞に強く発現している⁵⁾。正常のマウスでは創傷部に VEGF 発現が認められるのに対し、創傷治癒が遅延したマウスでは VEGF 発現は低下している⁶⁾。これらの結果から VEGF が創傷治癒に重要な役割を果たし

ていると考えられている。このような背景のもと、培養ケラチノサイトによる VEGF 発現は非常に詳しく調べられており、epidermal growth factor (EGF), transforming growth factor- β 1 (TGF- β 1), interleukin-1 β (IL-1 β), interleukin 4 (IL-4), interferon- γ (IFN- γ), tumor necrosis factor- α (TNF- α), 短波長紫外線、過酸化水素などの酸化剤、低酸素状態などが VEGF 発現を誘導することが知られている^{6) - 10)}。このように、皮膚の創傷治癒においてはケラチノサイトが VEGF の主要な供給源と考えられてきた。

創傷治癒の場においては、良好な肉芽組織の形成が重要であり、肉芽組織は炎症性細胞、新生血管、線維芽細胞から成っている。この血管新生に VEGF が主要な役割を果たしていると考えられている。皮膚潰瘍の治癒には活発な血管新生を伴う肉芽組織の形成が必須であるが、潰瘍底にはケラチノサイトは存在せず、この肉芽形成にケラチノサイト由来の VEGF が作用していないことは明らかである。一方、肉芽組織における血管新生には、線維芽細胞と血管内皮細胞の paracrine interaction が大きな役割を果たしていることが、種々の共培養系を用いた実験で示唆されているが^{11) - 13)}、その paracrine がどのような分子を介しているのかは分かっていない。

無刺激状態でのヒト皮膚線維芽細胞における VEGF 産生量は、ケラチノサイトのそれと比べて非常に低い¹⁴⁾。しかし線維芽細胞は肉芽組織中に最も多数存在する細胞であり、個々の細胞から分泌される VEGF は微量であっても、全体としては無視できない量に達する可能性もある。我々は線維芽細胞から分泌される VEGF が、線維芽細胞と血管内皮細胞の paracrine interaction における最重要分子であるとの仮



Comprehensive studies on the expression and working mechanisms of angiogenic cytokines in human skin

Yoshinao Soma

Department of Dermatology, St. Marianna University School of Medicine

説を掲げ、その可能性を検証しようと考えた。ヒト皮膚線維芽細胞からの VEGF 分泌はこれまでにほとんど調べられていない。我々は種々の growth factor やサイトカインを、単独あるいは組み合わせて線維芽細胞に作用させ、その VEGF 産生を調べた。その結果、潰瘍底の肉芽形成においては、線維芽細胞から産生分泌される VEGF が重要であると考えられたので、以下に報告する。

2 実験

2.1 細胞培養とサイトカイン

手術時に採取した皮膚片より定法通りにヒト皮膚線維芽細胞を培養し、継代数 4 から 6 の細胞を実験に供した。培養液には 10% のウシ胎児血清を加えた Eagle minimum essential medium (MEM) を使用した。遺伝子組換えヒト TGF- β 1, IL-1 α , IFN- γ は R&D Systems Inc. (Minneapolis, MN) より購入した。遺伝子組換えヒト platelet-derived growth factor-BB (PDGF-BB), EGF, basic fibroblast growth factor (bFGF), TGF- α は Pepro Tech EC Ltd. (London, UK) から、遺伝子組換えヒト TNF- α は Genzyme/Techne (Boston, MA) より購入した。

2.2 Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)

24 穴プレートでコンフルエントになるまで培養したヒト皮膚線維芽細胞を無血清 MEM 培地で 48 時間培養し、飢餓状態としたのち、培地を吸引し、種々のサイトカインを加えた無血清 MEM 培地 0.5 ml を加えた。37°C で 48 時間培養後、培養上清を回収し、凍結保存した。細胞数は Coulter Counter (Beckman Coulter, Japan) で計測した。培養上清中の VEGF 濃度は IBL 社 (Gunma, Japan) より購入した ELISA キット (感度 7.8 pg/ml) を用いて行った。

2.3 RNA 抽出と real-time polymerase chain reaction (real-time PCR)

T-25 培養フラスコでコンフルエントになるまで培養したヒト皮膚線維芽細胞を無血清 MEM 培地で 48 時間培養し、飢餓状態としたのち、培地を吸引し、種々のサイトカインを加えた無血清 MEM 培地を加えた。37°C で 8 時間培養後、細胞を回収し、SV Total RNA Isolation System (Promega Co., Madison, WI) を用いて、全 RNA を抽出した。1st Strand cDNA Synthesis KIT for RT-PCR (Roche Diagnostics Co., Indianapolis, IN) を用いて逆転反応を行い、1 mg の全 RNA より cDNA を合成した。増幅反応は LightCycler-Primer Set Human VEGF と LightCycler FastStart DNA Master SYBR Green I (Roche) を用いて行った。LightCycler Software Ver. 3.5 にてデータを抽出し、Excel (Microsoft, Redmond, WA) を用いて解析した。

2.4 統計解析

Student's t-test を用いて統計解析を行った。

3 結果

3.1 個々のサイトカインのヒト皮膚線維芽細胞の VEGF 分泌に及ぼす影響

ヒト皮膚線維芽細胞からの VEGF 分泌に及ぼす種々のサイトカインの影響を Fig. 1 に示す。TGF- β 1, PDGF-BB と IL-1 α は強力に VEGF 分泌を増加させたが、EGF, TGF- α , bFGF, TNF- α と IFN- γ は有意な効果を示さなかった。TGF- β 1, PDGF-BB, IL-1 α の VEGF 分泌増加作用はそれぞれ 15 倍、5 倍、10 倍であった。

3.2 サイトカインの組み合わせによる VEGF 分泌の変化

予備実験において、EGF, TGF- α , bFGF, TNF- α は単独でも他のサイトカインと組み合わせても、線維芽細胞からの VEGF 分泌を変化させなかったが、IFN- γ は他のサイトカインと組み合わせるとある作用を示すという結果が得られた。そこで、IFN- γ を PDGF-BB, IL-1 α , TGF- β 1 と組み合わせた場合の効果について検討した。Fig. 2 に示すように、IFN- γ は単独では効果を示さないが、IL-1 α の VEGF 分泌刺激作用を増強させ、TGF- β 1 の作用を減弱させた。PDGF-BB の作用には影響しなかった。また、

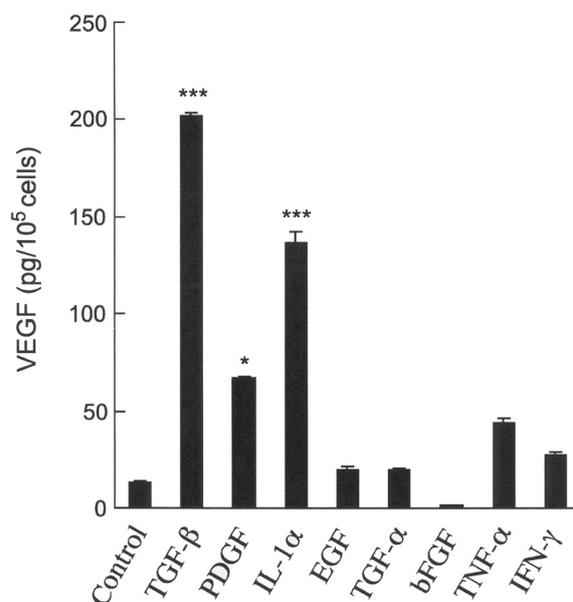


Fig. 1 Effects of individual cytokines on the secretion of VEGF from human skin fibroblasts. Confluent cultures of human skin fibroblasts were serum-starved for 48 hours. Then cells were treated with 10 ng/ml of TGF- β 1, PDGF-BB, IL-1 α , EGF, TGF- α , bFGF, TNF- α , or 500 U/ml of IFN- γ for 48 hours. VEGF concentrations in the conditioned media were determined by ELISA. Data are expressed as mean \pm SD of triplicate determinations. *P<0.05; ***P<0.001

PDGF-BB, IL-1 α , TGF- β 1 の組み合わせの効果を調べたところ、この3つのサイトカインはそれぞれ相乗的に作用することが示された (Fig. 2)。3種すべてを加えた場合にもっとも強い VEGF 分泌刺激作用がえられ、TGF- β 1 と PDGF-BB の組み合わせがそれに次いだ。これらのサイトカインによる刺激作用の強力は驚くべきもので、無刺激の細胞から分泌される VEGF は 5.4 ± 1.0 pg/ 10^5 cells に過ぎないが、3種すべてを加えた場合の VEGF 分泌は 551.0 ± 38.3 pg/ 10^5 cells に及び (Fig. 2)、約 100 倍の刺激効が示された。3種すべてを加えた場合の培養上清中の VEGF 濃度は 1.6 ng/ml であり、VEGF の生物学的活性を發揮するのに十分な濃度であった。

3.3 PDGF-BB と TGF- β 1, IL-1 α の相乗作用

種々の濃度の PDGF-BB と TGF- β 1 または IL-1 α を一緒に加えた場合の VEGF 分泌を調べたのが Fig. 3 である。TGF- β 1, IL-1 α , PDGF-BB は単独でそれぞれ 28 倍、12 倍、10 倍の刺激効果を示したが、PDGF-BB を TGF- β 1 または IL-1 α と組み合わせると、PDGF の濃度に依存して VEGF 分泌は増加した。TGF- β 1 と PDGF-BB の組み合わせ、IL-1 α と PDGF-BB の組み合わせでの最大効果は、それぞれ 69 倍と 44 倍であった。

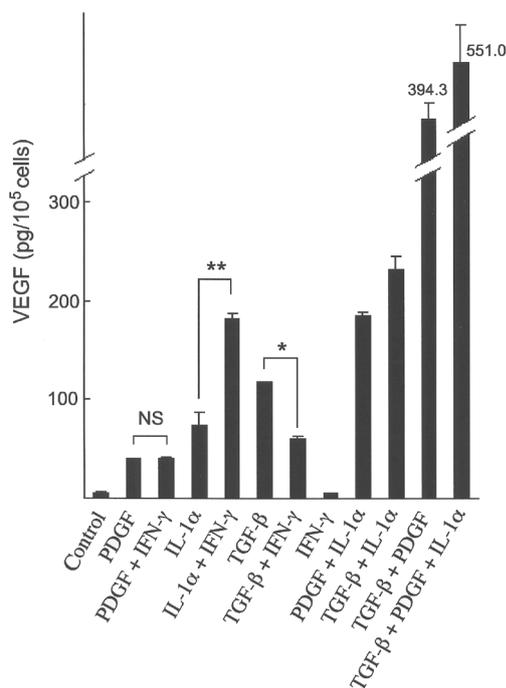


Fig. 2 Effects of the combinations of cytokines on VEGF secretion. Confluent cultures of human skin fibroblasts were serum-starved for 48 hours. Then cells were treated with 10 ng/ml of TGF- β 1, PDGF-BB, IL-1 α , and/or 500 U/ml of IFN- γ for 48 hours. VEGF concentrations in the conditioned media were determined by ELISA. Data are expressed as mean \pm SD of duplicate determinations. NS: not significant; *P<0.05; **P<0.01

3.4 IFN- γ が IL-1 α と TGF- β 1 の作用に及ぼす影響

IFN- γ が IL-1 α と TGF- β 1 の作用に及ぼす影響をさらに検証するため、種々の濃度の IFN- γ を IL-1 α , TGF- β 1 と共に加え、VEGF 分泌を調べた (Fig. 4)。100, 300, 500 U/ml の IFN- γ は IL-1 α による VEGF 産生刺激作用を増強したのに対し、同じ濃度の IFN- γ は TGF- β 1 の VEGF 産生刺激作用を減弱させた。すなわち IFN- γ は線維芽細胞からの VEGF 分泌に関して、bifunctional に作用することが示された。

3.5 サイトカインで刺激された細胞の VEGF 発現の real-time PCR による検討

Real-time PCR の結果を Fig. 5 に示す。TGF- β 1, PDGF-BB, IL-1 α は VEGF mRNA 発現を有意に増加させ、これは ELISA の結果とよく一致していた。PDGF が IL-1 α や TGF- β 1 と相乗的に作用することも ELISA と同様であった。IFN- γ は TGF- β 1 の VEGF 発現増強作用を有意に減弱させ、これも Fig. 4 に示す ELISA の結果とよく一致していた。しかし IFN- γ は IL-1 α による VEGF mRNA 発現増加作用に対し有意の影響を与えず、これは ELISA の結果と一致しなかった。

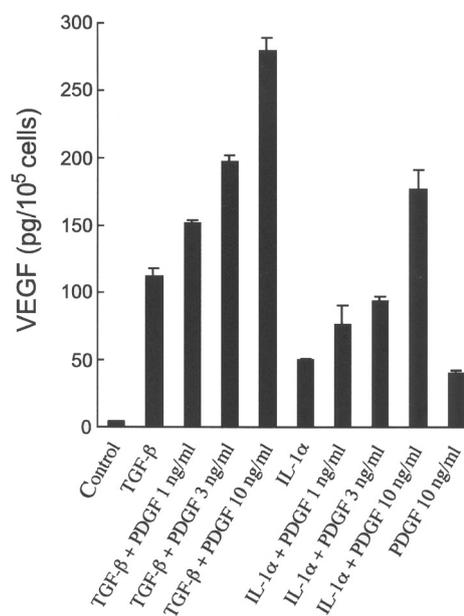


Fig. 3 Synergistic effects of PDGF-BB with TGF- β 1 or IL-1 α . Confluent cultures of human skin fibroblasts were serum-starved for 48 hours. Then cells were treated with 10 ng/ml of TGF- β 1 or IL-1 α with or without the indicated concentrations of PDGF-BB for 48 hours. VEGF concentrations in the conditioned media were determined by ELISA. Data are expressed as mean \pm SD of duplicate determinations.

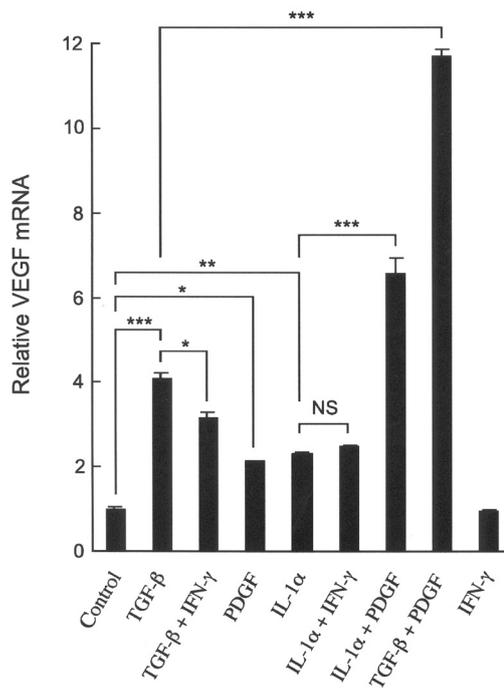


Fig. 5 Real-time PCR analysis of VEGF expression in cells treated with cytokines. Confluent cultures of human skin fibroblasts were serum-starved for 48 hours. Then cells were treated with 10 ng/ml of TGF-β1, PDGF-BB, IL-1α and/or 500 U/ml of IFN-γ for 48 hours. Total RNA was extracted from the cells, reverse transcribed into cDNA, which was then subjected to the real-time PCR analysis as described in Materials and Methods. Expression levels for VEGF were normalized to the amount of GAPDH mRNA and indicated relative to its expression level in untreated cells. As a reference, cells treated with TGF-β1 and PDGF-BB were taken. Data are expressed as mean ± SD of triplicate determinations. NS: not significant; *P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001

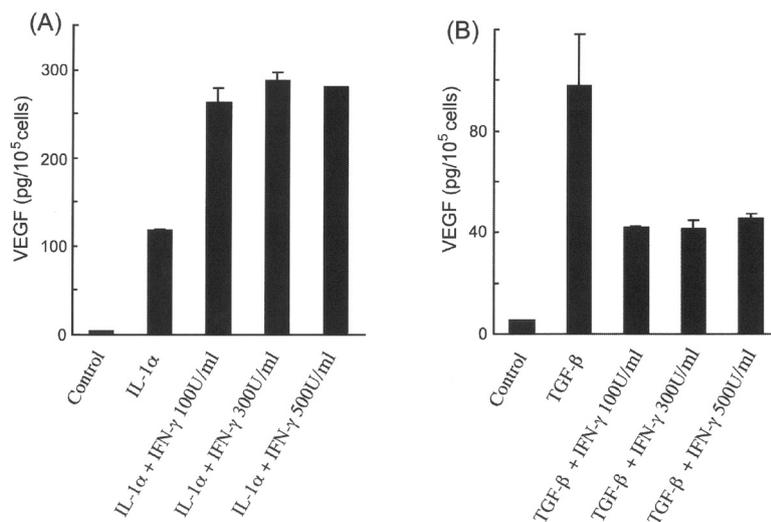


Fig. 4 Effects of IFN-γ on VEGF secretion induced by IL-1α and TGF-β1. Confluent cultures of human skin fibroblasts were serum-starved for 48 hours. Then cells were treated with 10 ng/ml of IL-1α (A) or TGF-β1 (B) with or without the indicated concentrations of IFN-γ for 48 hours. VEGF concentrations in the conditioned media were determined by ELISA. Data are expressed as mean ± SD of duplicate determinations.

4 考察

肉芽組織の形成には、マクロファージの集積、線維芽細胞の遊走と増殖、細胞外基質の蓄積、血管新生などのステップが必要である。これらの現象は様々な細胞増殖刺激因子や走化性因子、すなわち PDGF, TGF- β , EGF, bFGF, VEGF, IL-1, TNF- α , insulin-like growth factor, connective tissue growth factor, IFN- γ などにより制御されている^{15) - 17)}。本研究では、皮膚線維芽細胞が創傷治癒における VEGF の主要な産生源となりうる可能性を検討するため、種々の細胞増殖因子やサイトカインが、線維芽細胞の VEGF 産生に及ぼす影響について調べた。

線維芽細胞における VEGF の誘導は、ケラチノサイトのそれと比べ、十分に検討されていない。マウスの線維芽細胞株である NIH/3T3 や AKR-2B において PDGF と TGF- β が VEGF を誘導すること^{18) 19)}、低酸素状態がヒト皮膚線維芽細胞の VEGF 発現を増強させること^{10) 20)}、低酸素状態、TGF- β , PDGF, IL-1 がヒト滑膜線維芽細胞の VEGF 発現を誘導すること²¹⁾などが断片的に報告されているに過ぎない。最近 Trompezinski らは一連の報告で、ヒト皮膚線維芽細胞からの VEGF 分泌は TGF- β 、紫外線照射、prostaglandin E₂, IL-4 により増強されることを示す一方、常状態における線維芽細胞からの VEGF 分泌はケラチノサイトからのそれに比べてきわめて少量であり、しばしば検出限界以下であると述べている^{8) 14) 22)}。本研究で我々は、TGF- β 1 だけでなく PDGF-BB と IL-1 α もヒト皮膚線維芽細胞からの VEGF 分泌を強力に刺激することを初めて示した。TGF- β 1, PDGF-BB, IL-1 α による分泌増加は、それぞれ 15 から 28 倍、5 から 10 倍、10 から 12 倍という目覚ましいものであった (Fig. 1, 3)。さらにこれらのサイトカインによる増強作用は相乗的であり (Fig. 2)、この 3 種すべてを作用させた場合には、培養上清中 VEGF 濃度は 1.6ng/ml に達した。これは VEGF の血管内皮細胞増殖作用を発揮するのに十分な濃度である。これらの組み合わせによる相乗的な VEGF 分泌刺激作用は、real-time PCR による分析で、mRNA レベルでも証明された (Fig. 5)。

IFN- γ 自体は VEGF 分泌に何の作用を持たないが、IL-1 α と一緒に加えた場合には、IL-1 α の VEGF 分泌刺激作用を増強させた。IFN- γ と IL-1 はいずれも重要な炎症性サイトカインであり、両者の相乗効果はケラチノサイトにおける inducible nitric oxide synthase (iNOS) 誘導²³⁾、同じくケラチノサイトにおける RANTES 誘導²⁴⁾、内皮細胞における bFGF 誘導²⁵⁾ など、いくつかの現象において報告されている。本研究により、線維芽細胞からの VEGF 分泌刺激も、これらの炎症性サイトカインの重要な作用の一つである可能性が初めて示唆された。この点については

ELISA の結果と real-time PCR の結果に乖離が認められたため、我々は同じ実験を 2 回繰り返したが結果は同じで、IL-1 α 単独の場合と IL-1 α と IFN- γ の両方を加えた場合とで、VEGF mRNA 発現量に差はなかった。このことから、おそらくは IFN- γ と IL-1 α の相乗作用は post-transcriptional なレベルで働いているものと思われた。また我々は、IFN- γ が TGF- β 1 による VEGF 産生刺激作用を抑制する効果があることを、ELISA および real-time PCR で示した。同様の現象は Trompezinski らによって蛋白レベルでのみ示されている⁸⁾。このことから、IFN- γ は線維芽細胞からの VEGF 分泌の制御において bifunctional な作用をもつサイトカインであると思われた。

PDGF と TGF- β 1 は創傷治癒の早期の段階で血小板から放出される。IL-1 と IFN- γ は単球やマクロファージなどの種々の炎症細胞から放出される。すなわち、これらのサイトカインは創傷治癒の場に確実に存在し、重要な役割を担っていると考えられている^{15) 16)}。本研究において、PDGF-BB, TGF- β 1, IL-1 α は強力な VEGF 誘導作用を有することが明らかとなり、さらに IFN- γ はこれらの VEGF 誘導に対し bifunctional に作用することが明らかとなった。そしてこれらの刺激により線維芽細胞から放出された VEGF は、生物学的活性を十分に発揮できる濃度であった。以上より我々は、線維芽細胞がヒト創傷治癒における VEGF の重要なソースであり、VEGF を介する線維芽細胞と血管内皮細胞の相互作用が、肉芽形成において中心的な役割を果たしているのではないかと結論した。

(文 献)

- 1) Ferrara N, Houck K, Jakeman L et al: Molecular and biological properties of the vascular endothelial growth factor family of proteins. *Endocr Rev*, 13: 18-32, 1992.
- 2) Neufeld G, Cohen T, Gengrinovitch S et al: Vascular endothelial growth factor (VEGF) and its receptors. *FASEB J*, 13: 9-22, 1999.
- 3) Ballaun C, Weninger W, Uthman A et al: Human keratinocytes express the three major splice forms of vascular endothelial growth factor. *J Invest Dermatol*, 104: 7-10, 1995.
- 4) Brown LF, Yeo K-T, Berse B et al: Expression of vascular permeability factor (vascular endothelial growth factor) by epidermal keratinocytes during wound healing. *J Exp Med*, 176: 1375-1379, 1992.
- 5) Peters KG, de Vries C, Williams LT: Vascular endothelial growth factor receptor expression during embryogenesis and tissue repair suggests a role in endothelial differentiation and blood vessel growth. *Proc Natl Acad Sci USA*, 90: 8915-8919, 1993.

- 6) Frank S, Hubner G, Breier G et al: Regulation of vascular endothelial growth factor expression in cultured keratinocytes. *J Biol Chem*, 270: 12607-12613, 1995.
- 7) Detmar M, Yeo K-T, Nagy JA et al: Keratinocyte-derived vascular permeability factor (vascular endothelial growth factor) is a potent mitogen for dermal microvascular endothelial cells. *J Invest Dermatol*, 105: 44-50, 1995.
- 8) Trompezinski S, Denis A, Vinche A et al: IL-4 and interferon γ differentially modulate vascular endothelial growth factor release from normal human keratinocytes and fibroblasts. *Exp Dermatol*, 11: 224-231, 2002.
- 9) Brauchle M, Funk JO, Kind P et al: Ultraviolet B and H₂O₂ are potent inducers of vascular endothelial growth factor expression in cultured keratinocytes. *J Biol Chem*, 271: 21793-21797, 1996.
- 10) Detmar M, Brown LF, Berse B et al: Hypoxia regulates the expression of vascular permeability factor/vascular endothelial growth factor (VPF/VEGF) and its receptors in human skin. *J Invest Dermatol*, 108: 263-268, 1997.
- 11) Villaschi S, Nicosia RF: Paracrine interactions between fibroblasts and endothelial cells in a serum-free coculture model. *Lab Invest*, 71: 291-299, 1994.
- 12) Tille J-C, Pepper MS: Mesenchymal cells potentiate vascular endothelial growth factor-induced angiogenesis in vitro. *Exp Cell Res*, 280: 179-191, 2002.
- 13) Velazquez OC, Snyder R, Liu Z-J et al: Fibroblast-dependent differentiation of human microvascular endothelial cells into capillary-like 3-dimensional networks. *FASEB J*, 16: 1316-1318, 2002.
- 14) Trompezinski S, Schmitt PD, Viac J: UV radiation and prostaglandin E₂ up-regulate vascular endothelial growth factor (VEGF) in cultured human fibroblasts. *Inflamm Res*, 50: 422-427, 2001.
- 15) Singer AJ, Clark RAF: Cutaneous wound healing. *N Engl J Med*, 341: 738-746, 1999.
- 16) Falanga V, Shen J: Growth factors, signal transduction and cellular responses. In: Falanga V (eds): *Cutaneous wound healing*. Martin Dunitz Ltd, London, 2001, 81-108.
- 17) Nickoloff BJ, Naidu Y: Perturbation of epidermal barrier function correlates with initiation of cytokine cascade in human skin. *J Am Acad Dermatol*, 30: 535-546, 1994.
- 18) Finkenzeller G, Marme D, Weich HA et al: Platelet-derived growth factor -induced transcription of the vascular endothelial growth factor gene is mediated by protein kinase C. *Cancer Res*, 52: 4821-4823, 1992.
- 19) Pertovaara L, Kaipainen A, Mustonen T et al: Vascular endothelial growth factor is induced in response to transforming growth factor- β in fibroblastic and epithelial cells. *J Biol Chem*, 269: 6271-6274, 1994.
- 20) Minchenko A, Bauer T, Salceda S et al: Hypoxic stimulation of vascular endothelial growth factor expression in vitro and in vivo. *Lab Invest*, 71: 374-379, 1994.
- 21) Berse B, Hunt JA, Diegel RJ et al: Hypoxia augments cytokine (transforming growth factor-beta (TGF- β) and IL-1)-induced vascular endothelial growth factor secretion by human synovial fibroblasts. *Clin Exp Immunol*, 115: 176-182, 1999.
- 22) Trompezinski S, Pernet I, Mayoux C et al: Transforming growth factor- β 1 and ultraviolet A1 radiation increase production of vascular endothelial growth factor but not endothelin-1 in human dermal fibroblasts. *Br J Dermatol*, 143: 539-545, 2000.
- 23) Frank S, Kolb N, Werner ER et al: Coordinated induction of inducible nitric oxide synthase and GTP-cyclohydrolase I is dependent on inflammatory cytokines and interferon- γ in HaCaT keratinocytes: implications for the model of cutaneous wound repair. *J Invest Dermatol*, 111: 1065-1071, 1998.
- 24) Wakugawa M, Nakamura K, Akatsuka M et al: Interferon-gamma-induced RANTES production by human keratinocytes is enhanced by IL-1 β , IL-4 and IL-13 and is inhibited by dexamethasone and tacrolimus. *Dermatology*, 202: 239-245, 2001.
- 25) Samaniego F, Markham PD, Gendelman R et al: Inflammatory cytokines induce endothelial cells to produce and release basic fibroblast growth factor and to promote Kaposi's sarcoma-like lesions in nude mice. *J Immunol*, 158: 1887-1894, 1997.

D-アミノ酸で評価する太陽紫外線による皮膚タンパク質の損傷と老化

京都大学原子炉実験所

藤井 紀子

We previously reported that biologically uncommon D-aspartyl residues are present in sun-damaged skin from elderly people, possibly in elastin. Here, we report the kinetics of Asp racemization in model peptides corresponding to elastin sequences from exons 6 and 26A. We estimated the activation energy (E) of racemization of Asp residues, the racemization rates (RR) at 37°C and the time (t) required for the D/L ratio of Asp to approximate to 1.0 (D/L ratio of Asp=0.99) at 37°C. For an exon 6 peptide, E=29.0 kcal/mol, RR=2.59 × 10²/yr and t=101.0 yr. For an exon 26A peptide E=26.2 kcal/mol, RR=4.27 × 10²/yr and t=61.3 yr; and for a second exon 26A peptide E=25.7kcal/mol, RR=5.55 × 10²/yr and t=47.0 yr. These results suggest that racemization of Asp residues in elastin could occur within a human life span. We propose that D-Asp could be a useful molecular indicator of aging.

1. はじめに

生体を構成するタンパク質はすべてL-アミノ酸から構成されているが、近年、老化に伴って眼の水晶体 [1,2]、脳 [3,4]、動脈壁 [5]、歯 [6]、軟骨 [7]、皮膚等 [8,9] の代謝の遅い組織のタンパク質中で、本来生体内には存在しないはずのD-アスパラギン酸 (D-Asp) が増加することが明らかとなってきた。L-アミノ酸から構成されているタンパク質中でL-アミノ酸の光学異性体であるD-アミノ酸が生成されれば、タンパク質の立体構造は大きく変化し、不溶化、凝集が生じ、機能低下を引き起こすと考えられる。上記の組織ではこの様な一連の変化によって白内障、アルツハイマー病、動脈硬化が惹起されたものと考えられている。筆者らは水晶体主要構成成分である α -クリスタリン中でAsp残基が著しくD-体化し、同時に異性化(α -Asp → β -Asp)している部位を発見し、この反転反応がなぜ、生じるのかを詳細に検討した。その結果、1) タンパク質中のAspの隣接残基が立体障害の少ないアミノ酸であるとき、Asp残基が5員環イミドを経由して反転する。2) タンパク質自身の立体構造がD-Aspを誘導する反応場を形成しているという機構が明らかとなった [10]。これは従来の生体内でのD-アミノ酸生成反応は体温における単純なラセミ化反応の結果であるという考えとは一線を画するものであり、条件さえ整えば容易に他の組織でもD-アミノ酸が生成されることを示している。申請者らはFig. 1に示すように、老化した皮膚に、D- β -Aspが多量に蓄積され、紫外

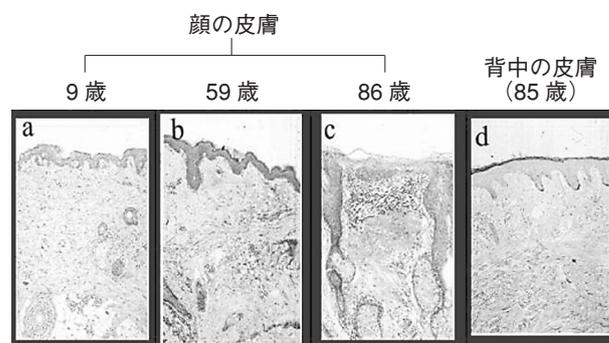


Fig. 1 ヒトの皮膚に存在するD-beta-Asp含有蛋白質(赤色部分)

線照射部位で特にその傾向が著しいことを見いだした [8]。

さらに、老人の顔の皮膚よりD- β -Asp含有タンパク質を抽出し、D- β -Asp含有タンパク質を特異的に認識する抗体を用いて2次元電気泳動によりWestern blottingを行ったところ、本タンパク質はエラスチンと考えられたので、本研究ではエラスチン中に含まれるAsp残基周辺と同一配列のペプチドを3種類合成し、そのペプチドを用いてAsp残基のラセミ化反応のキネティクスを解析した。

2. 実験

2-1 サンプル

合成したペプチドは下記の通りである。

- 1) Exson 6 : GVADAAAA,
- 2) Exson 26-1 : REGDPSSS,
- 3) Exson 26-2 : AGADEGVR

これらのペプチドを50, 60, 70, 80, 90°Cで32日間保温した。8日間ごとに各温度でのAspのD/L比を調べ、上記試料における各温度でのAspのラセミ化反応速度定数(k)を求めた。各温度の速度定数(k)からArrhenius式を用い各試料でのAspのラセミ化反応の活性化エネルギーを求め、体温(37°C)でAspのD/L比が1.0に達する時間を求めた。



The evaluation of for sun-damaged skin by D-amino acid

Noriko Fujii

Research Reactor Institute, Kyoto University

2-2 アミノ酸の D/L 比の分析

コンタミネーションを防ぐため、全てのガラス器具を 500℃で4時間加熱処理した後、使用した。加水分解は Pico Tag Work Station (Waters Tokyo) を用いて 6 N-HCl、108℃で7時間加熱することによって気相加水分解をおこなった。次いで、加水分解物の試料に 0.13M borate buffer (pH 10.3) を加え、この溶液に o-phthalaldehyde (OPA) と N-tert-butoxycarbonyl-L-cysteine (Boc-L-Cys) を反応させ、ジアステレオマーを形成させた。このジアステレオマーを、Nova-Pak ODS, 3.9×300mm (Waters Tokyo) のカラムを使用した RP-HPLC (Shimadzu, LC-10A) で分析し、蛍光検出計 (励起波長 344nm、蛍光波長 433nm) でそれぞれ検出した。溶媒は 0.1M acetate buffer / 3% tetrahydrofuran / acetonitrile を用い、acetonitrile の濃度が 7–47% の linear gradient になるように流速 0.8 ml/min、30℃で分析し、D/L 比はピーク面積の比によって求めた [11]。

2-3 ラセミ化反応速度

ペプチド中のアスパラギン酸のラセミ化は可逆的な一次平衡反応で次のように示すことが出来る。

$$-d[L]/dt = k[L] - k[D] \quad (1)$$

[L] と [D] は、それぞれ L-Asp と D-Asp の濃度を表しており、k はラセミ化反応の速度定数を表している。この式を積分により解くと以下のような数式が得られる。

$$\ln [(1+D/L)/(1-D/L)] = 2kt + \ln [(1+D/L)/(1-D/L)]_{t_0} \quad (2)$$

t は反応時間をあらわし、 t_0 は $t = 0$ を表している。この t_0 時のラセミ化は酸による加水分解によって引き起こされたものである。

本研究では、測定した D/L 比とこの (2) 式を用いて、3つのペプチド (Exon 6, 26A-1, 26A-2) 中に存在する Asp 残基のラセミ化反応速度定数を、各温度 (50℃、60℃、70℃、80℃、90℃) ごとに算出した。

他方、Arrhenius の式 (3) を用いて、各ペプチドにおいて Asp がラセミ化反応する活性化エネルギーを算出した。

$$\ln k = \ln A - E/RT \quad (3)$$

E は活性化エネルギー、R は気体定数、A は頻度因子、T は絶対温度を表している。

3. 結果

例として 60℃の結果を Fig. 2 に示した。(2) 式の左辺を縦軸に、時間 t を横軸にとり、60℃で、8日間ごとに測定した各ペプチド中に存在する Asp の D/L 比を縦軸 ($\ln [(1+D/L)/(1-D/L)]$) に適用した値を Fig. 2 のようにプロットした。プロットから得られた近似直線は、3つのペプチドとも高い直線性を示しており ($r^2 = 0.971 \sim 0.999$)、このことから合成ペプチドのラセミ化反応は、可逆一次反応であることがいえる。さらに (2) 式から、各温度でのペ

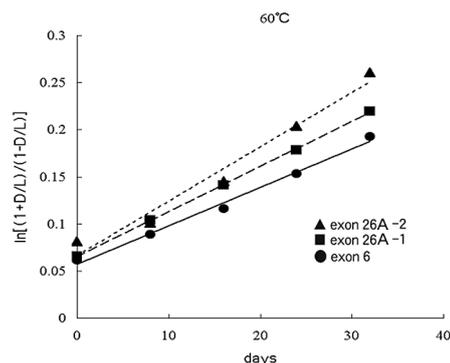


Fig. 2 60℃における Exon 6、26A-1、26A-2 中の Asp 残基のラセミ化反応

Table 1 Comparison of racemization constants(k) of elastin mimic peptides at 50℃~90℃

t °C	$k \times 10^2 \text{ day}^{-1}$		
	Exon 6	Exon 26A-1	Exon 26A-2
50	0.05	0.07	0.09
60	0.21	0.24	0.29
70	0.68	0.56	0.75
80	1.78	1.87	2.33
90	7.72	7.04	7.47

プチド中の Asp のラセミ化反応速度定数 k は、Fig. 2 における近似直線の傾きの 1/2 に相当することがわかる。このことから、60℃での exon 6 中の Asp ラセミ化反応速度定数 k_{60} は $0.21 \times 10^2 \text{ day}^{-1}$ 、exon 26A-1 の k_{60} は $0.24 \times 10^2 \text{ day}^{-1}$ 、exon 26A-2 の k_{60} は $0.29 \times 10^2 \text{ day}^{-1}$ であることがわかった。この結果は、exon 26A-2 中の Asp 残基が最もラセミ化しやすく、exon 6 中の Asp 残基が最もラセミ化しにくいことを示している。

同様に、50℃、70℃、80℃、90℃の全ての温度で、各ペプチド中の Asp 残基のラセミ化反応速度定数を算出した。その結果を Table 1 に示した。

3つのペプチドのラセミ化反応速度定数が温度に依存していることから Arrhenius の式を用い、ラセミ化反応の活性化エネルギーを算出した。

次に Table 1 に示した各温度でのラセミ化反応速度定数と Arrhenius の式を用い、各ペプチド中の Asp がラセミ化反応する活性化エネルギーを算出した。

(3) 式 $\ln k = \ln A - E/RT$ から、 $\ln k$ を縦軸に、 $1/T$ (絶対温度の逆数をとったもの) を横軸にとり、各温度 (50℃~90℃) のラセミ化反応速度定数 k の自然対数をとった値をそれぞれプロットした。

Fig. 3 に示すように、各ペプチドのプロットから得られた近似直線は高い直線性を示しており ($r^2 = 0.991 \sim 0.998$)、この近似直線の傾きが $-E/R$ に相当することがわかる。このことから、exon 6 (GVADAAAA) の活性化エネルギー E は 29.0kcal/mol、exon 26A-1 (REGDPSSS)

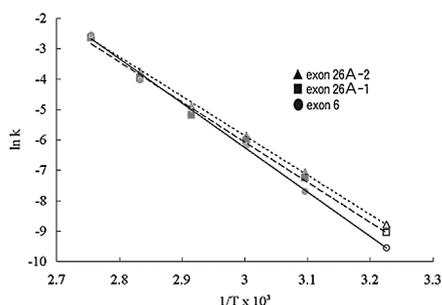


Fig. 3 exon6, 26A-1, 26A-2 中の Asp のラセミ化反応速度定数の Arrhenius plots

は 26.2kcal/mol、exon 26A-2 (AGADEGVR) は 25.7kcal/mol と算出され、exon 26A-2 の活性化エネルギーが最も低く、ラセミ化反応が起こりやすいことが明らかとなった (Table 2)。

前述したように、本研究では exon 6 (GVADAAAA)、exon 26A-1 (REGDPSSS)、exon 26A-2 (AGADEGVR) の 3 つのペプチドを合成し、加熱実験によってこれらのペプチド中に存在する Asp のラセミ化反応速度定数と活性化エネルギーを求めた。さらに、Arrhenius の式を用いてヒトの体温 (37°C) における各ペプチド中の Asp のラセミ化反応速度定数 k_{37} を求め、各ペプチド中の Asp の D/L 比が 1.0 (0.99) に達するのにかかる時間を算出した。その結果を以下に示す。

Table 2 に示すように、ヒトの体温での速度定数 k_{37} は exon 6 では $0.71 \times 10^4 \text{ day}^{-1}$ 、exon 26A-1 では $1.17 \times 10^4 \text{ day}^{-1}$ 、exon 26A-2 では $1.52 \times 10^4 \text{ day}^{-1}$ と算出され、exon 26A-2 での速度定数 k_{37} は exon 6 での速度定数 k_{37} の約 2 倍の値を示した。さらに、各ペプチド中での Asp 残基の D/L 比がヒトの体温 (37°C) で 1.0 (0.99) に達する時間は、exon 6 で 101 年、exon 26A-1 で約 61 年、exon 26A-2 で 47 年かかることが明らかになった。仮に皮膚中のエラスチンに存在する Asp のラセミ化反応が、本研究の合成ペプチドと同じように起こっているのならば、エラスチン中の Asp 残基は、ヒトの一生の間にラセミ化反応を起こしうるのに十分な反応速度を有していることになる。

4. 結論

本研究において、3 つのペプチド (GVADAAAA、REGDPSSS、AGADEGVR) での Asp ラセミ化反応は可逆的な一次平衡反応であることが確認できた。さらに、これらのペプチド間での違いは小さく、ペプチド中に存在するアスパラギン酸の D/L 比が 1.0 (0.99) に達する時間は約 50 年から 100 年であることが分かった。このことからエラスチン中の全てのアスパラギン酸が、ヒトの一生の間で非常にラセミ化反応を起こしやすいということが示唆された。

Table 3 に本研究の結果とすでに報告されている結果をまとめた。エラスチン中のアスパラギン酸のラセミ化は、

Table 2 Summary of racemization of Asp residues in elastin mimic peptide

Peptide	E (kcal/mol)	$k_{37} \times 10^4 \text{ (day}^{-1}\text{)}$	Year ₃₇
Exon 6	29.0	0.71	101.0
Exon 26A-1	26.2	1.17	61.3
Exon 26A-2	25.7	1.52	47.0

E : activation energy

k_{37} : racemization constant at 37°C

Year₃₇ : time to approximate a D/L ratio of 1.0 (0.99)

Exon 6 : GVADAAAA

Exon 26A-1 : REGDPSSS

Exon 26A-2 : AGADEGVR

Table 3 他組織の結果との比較

		$k_{37} \text{ year}^{-1}$
本研究の結果 [12]	Exon 6	2.59×10^{-2}
	皮膚のエラスチン	4.27×10^{-2}
	Exon 26A-2	5.55×10^{-2}
Ritz-Timme et al. の結果	皮膚のエラスチン [9]	3.6×10^{-3}
	黄色靭帯 [7]	4.1×10^{-3}
Powel et al. の結果	動脈壁 [5]	1.14×10^{-3}
	Shapiro et al. の結果	
肺気腫 [13]	8-9Asx * の平均	1.76×10^{-3}

* Asp と Asn の総称

ヒトの皮膚、黄色靭帯、動脈、肺気腫のような様々な組織で報告されており、このことからエラスチン中のアスパラギン酸のラセミ化反応は非常に起こりやすいと考えることができる。また、エラスチン中で D-Asp の量が増加し老化皮膚中に蓄積されるのは、エラスチンの代謝が非常に遅いためであると予想することができる。

Table 3 の Ritz-Timme らの結果は、本研究の結果と比べて一桁低い値を示しているが、これは彼らの結果が、全 Asp の平均として表されているのに対し、我々の示した値は部位特異的なラセミ化を扱っているためと考えられる。Ritz-Timme らの値は 4-5Asx 残基の平均値であるので、部特異的なラセミ化が存在するならば、本研究の結果と比べて Ritz-Timme らの値は非常に良い一致を示しているといえる。D-β-Asp 含有タンパク質は異常なタンパク質で有り、その光学的性質のために酵素が認識できず、組織中に蓄積されるのではないかと考えられる。また、D-β-Asp 含有タンパク質は紫外線によっても増加し蓄積され、エラスチン抗体とも交叉反応を示した。この結果は、皮膚のエラスチン中における D-β-Asp の形成が、老化だけでなく紫外線とも密接な関係にあることを示している。

以上のことから、我々は、D-β-Asp が老化や紫外線による皮膚のダメージを知る上での分子マーカー (指標) と

して応用できるのではないかと考えている。

謝辞

本研究を遂行するに当たり、ご支援を頂きました(財)コスメトロジー研究振興財団及び共同研究者に深く感謝いたします。

(References)

- 1) Fujii N, Satoh K, Harada K, Ishibashi Y. Simultaneous stereoinversion and isomerization at specific aspartic acid residues in alpha A-crystallin from aged human lens. *J Biochem* 1994;116:663-9.
- 2) Fujii N, Ishibashi Y, Satoh K, Fujino M, Harada K. Simultaneous racemization and isomerization at specific aspartic acid residues in alpha B-crystallin from the aged human lens. *Biochim Biophys Acta* 1994;1204(2):157-63.
- 3) Fisher GH, Garcia NM, Payan IL, Cadilla-Perezrios R, Sheremata WA, H. ME. D-aspartic acid in purified myelin and myelin basic protein. *Biochem Biophys Res Commun* 1986;135:683-7.
- 4) Roher AE, Lowenson JD, Clarke S, Wolkow C, Wang R, Cotter RJ, Reardon IM, Zurcher-Neely HA, Heinrikson RL, Ball MJ, et al. Structural alterations in the peptide backbone of beta-amyloid core protein may account for its deposition and stability in Alzheimer's disease. *J Biol Chem* 1993;268(5):3072-83.
- 5) Powell JT, Vine N, Crossman M. On the accumulation of D-aspartate in elastin and other proteins of the ageing aorta. *Atherosclerosis* 1992;97(2-3):201-8.
- 6) Helfman PM, Bada JL. Aspartic acid racemisation in dentine as a measure of ageing. *Nature* 1976;262(5566):279-81.
- 7) Ritz-Timme S, Laumeier I, Collins M. Age estimation based on aspartic acid racemization in elastin from the yellow ligaments. *Int J Legal Med* 2003;117(2):96-101.
- 8) Fujii N, Tajima S, Tanaka N, Fujimoto N, Takata T, Shimo-Oka T. The presence of D-beta-aspartic acid-containing peptides in elastic fibers of sun-damaged skin: a potent marker for ultraviolet-induced skin aging. *Biochem Biophys Res Commun* 2002;294(5):1047-51.
- 9) Ritz-Timme S, Laumeier I, Collins MJ. Aspartic acid racemization: evidence for marked longevity of elastin in human skin. *Br J Dermatol* 2003;149(5):951-9.
- 10) Fujii N, Harada K, Momose Y, Ishii N, Akaboshi M. D-amino acid formation induced by a chiral field within a human lens protein during aging. *Biochem Biophys Res Commun* 1999;263(2):322-6.
- 11) Hashimoto A, Nishikawa T, Takahashi K, Hayashi T. Determination of free amino acid enantiomers in rat brain and serum by high-performance liquid chromatography after derivatization with N-tert.-butyl-oxycarbonyl-L-cysteine and o-phthaldialdehyde. *J Chromatogr* 1992;582:41-8.
- 12) Kuge K, Fujii N, Miura Y, Tajima S, Saito T. Kinetic study of racemization of aspartyl residues in synthetic elastin peptides. *Amino Acids* 2004;27(2):193-7.
- 13) Shapiro SD, Endicott SK, Province MA, Pierce JA, Campbell EJ. Marked longevity of human lung parenchymal elastic fibers deduced from prevalence of D-aspartate and nuclear weapons-related radiocarbon. *J Clin Invest* 1991;87(5):1828-34.

Ⅲ. 精神、文化に関する分野

機能性香料による抗肥満作用

福島大学 保健管理センター

渡辺 英 綱

There were several reports suggested that the grapefruit and Raspberry ketone have lipolysis and anti-obesity action. There are few these reports that investigated the trend of the group that hopes the slimming effect by aroma, although several reports that the aroma has the slimming effect is obtained.

I divided into 2 groups whether or not they hope the body weightloss support by aroma in addition to conventional exercise and diet therapy. I checked the background in 2 groups (the participation and non-participation group). In the non-participation group, there was much proportion that the woman occupies more significantly in comparison with the non-participation group. In participation group, the perceived health ratings were lower than that of Non participation group. In participation group, there were many diabetes, hypertension patients in their family history. In participation group, there were much proportion tried the body weight loss by the diet therapy and anti-obesity drug up to now. In participation group, time when attached to sleep was late. In the poor perceived health ratings group, there is the possibility that is easy to accept the weight loss support by aroma, whether that group becomes difficult to take exercise to decrease body weight.

By using functional aroma, the half of the participants admitted anti-obesity effect. The improvement was admitted on the points of a general healthy questionnaire (GHQ30) in the effective group. I couldn't find this improvement in functional aroma user everyone. I suggest the decrease of this points (GHQ30) is not the effect by using functional aroma and there are the possibility of derivative effects by body weight loss.

1. 緒 言

現在、生活習慣病の主な原因である肥満が各種疾患の温床になっており、単なる減量のみでなく、生活習慣病予防を含めたライフスタイルの改善が必要とされるが、容易ではない。

これまで、グレープフルーツやラズベリーケトンに体脂肪分解および燃焼効果が有り、これにより痩身効果が得られるとの報告が有る。これらの報告から、香りは痩身効果があるとの示唆は得られるが、香りによる痩身効果を望む集団の傾向を調査した報告は少なく、今回の研究と平行して、減量を希望する学生に対し、従来の運動食事量法に加え、香りによる減量支援を希望するか否かで2群に分け、その背景を調べ、中間報告を行なった¹⁾。香料による減量支援を望む学生は、以前に減量経験が有り、家族歴として糖尿病、高血圧を有し、自己判断による健康度が低い集団である事を明らかにした。これらの背景を理解した上で、市販されている痩身効果を有する香料を利用し、その減量効果と減量効果の有無による集団背景の違いを明らかにする。

2. 実 験

肥満学生および減量を希望する学生に対して、従来の運動食事指導以外に、香料を用いた減量支援が有る旨を説明し、香料による減量支援を希望する群に対し、本人の同意を得た上で、痩身効果を有する事を謳った市販されているカネボウ社のボディジェルを使用していただいた。市販のボディジェルを使用前に、健康度自己評価²⁾を用いて、現在の自分の健康状態について質問し、健康である、まあ健康である、普通、あまり健康ではない、健康ではない、の5段階で回答していただいた。さらに参加者の家族歴および家族内(自分以外の)の肥満の有無、これまでの減量経験を問診により調査し、GHQ 質問紙と食行動質問紙に自己記入式で回答していただき、体重、体脂肪、腹部超音波による内臓脂肪厚測定を測定した。約1ヶ月の香料使用後にもう一度 GHQ 質問紙と食行動質問紙に自己記入式で回答していただき、体重、体脂肪、腹部超音波による内臓脂肪厚測定を行ない、香料による減量効果の有無とその背景を検討した。

2・1 腹部超音波による内臓脂肪厚測定法

被験者をベット上に寝かせ、次に、心窩部においてプローブを正中線と平行に保持して皮膚に垂直に当てて、剣上突起の下から臍までの縦走査を行う。この際深く息を吸い込ませることで肝が下がり、肝表面が皮膚面と平行になるので、そこで呼吸を止めさせて画像を固定する。画像上で腹壁前脂肪の最大の厚さ(P)と腹壁皮下脂肪の最小の厚



Anti-obesity effect using functional aroma
Hidetsuna Watanabe
Fukushima University Health Care Center

さ (S) を計測する。この比 P/S を計算して腹壁脂肪指数 (abdominal wall fat index; AFI) とする。X線 CT 法の内蔵型の脂肪蓄積に対応して、男性では AFI>1.0, 女性では AFI>0.7 を内蔵型の脂肪蓄積とするとの報告もある³⁾。

上記の方法を用いて、内臓脂肪型肥満の指標である P がインスリン抵抗性や中性脂肪値と正の相関を示し、TNF (tumor necrosis factor) α とも正相関する事を明らかにした。腹部超音波法による簡易な P の測定は、動脈硬化を引き起こす危険因子の 1 つである内臓脂肪型肥満の測定法になりうる事を報告した⁴⁾。

2・2 GHQ 質問紙 (The General Health Questionnaire) ;

WHO 世界保健機構版に準拠して作られている日本版 GHQ30 を今回使用している。質問紙法による検査法で、主として神経症者の症状の把握、評価および発見にきわめて有効なスクリーニングテストであり、一般的疾患傾向、身体的症状、睡眠障害、社会的活動障害、不安と気分変動、希死念慮とうつ傾向が分かる。

2・3 食行動質問表

体質や体重に関する認識、食動機、代理摂食、空腹/満腹感、食べ方、食事内容、食生活の規則性、の 8 領域に分類され、食行動のずれとくせを解析する。肥満治療導入前後で比較する事で、問題になる食行動の把握と、改善の度合いを追跡するために用いられる。

3 結果

香りによる減量効果は、参加者 19 名中、変化無しまたは増加が 8 名、わずかに減少から 3 kg 以上の減量が 11 名であり、以下、変化無しまたは増加した 8 名を無効群、わずかに減少から 3 kg 以上の減量を認めた 11 名を減量群とした (図 1)。

香りによる減量効果の有無により 2 群に分け、その背景を示す。無効群では男性の割合が高かった。本人の肥満の発症年齢、血圧、BMI において 2 群間で有意な差はなかった (表 1)。

香りによる減量効果の有無により、開始時の体脂肪率、腹部超音波法による皮下脂肪厚、内臓脂肪厚に有意な差を認めず、終了時の体脂肪率は減量群で減少し、P 値も減少したが、S 値に変化は見られなかった (表 2)。

香りによる減量効果の有無による 2 群間で、自己判断健康度の割合は異なり、無効群は、自己判断の健康度が高く、減量群は自己判断の健康度は低かった (図 2)。

香りによる減量効果の有無による 2 群間で、無効群は家族内に肥満の親族がいる割合が減量群に比して、有意に高値であった (図 3)。

香りによる減量効果の有無による 2 群間で、これまでの

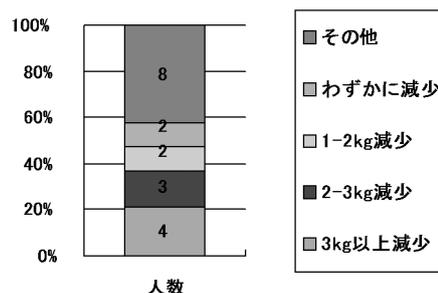


図 1 減効

表 1 Characteristic of Obese group

Characteristic	Effective group	Not Effective group
Entry (N)	11	8
male/female	2/9	3/5
Age (year)	20±1	20±1
Baseline BMI	28±4.2	27±3.3
Age on set (year)	10±5.1	11±6.3
Blood pressure (mmHg)		
Systolic	118±15	115±17
Diastolic	66±9	68±11

表 2 Change in BF %, P, S, and AFI from Initial to Final

Characteristic	Effective group	Not Effective group
Initial		
BF%	33.3±4.9	33.8±8.0
P(mm)	14.3±3.7	13.2±3.4
S(mm)	15.2±2.9	15.4±6.6
AFI(P/S)	0.9±0.2	0.9±0.3
Final		
BF%	32.3±4.6	35.1±6.9
P(mm)	13.1±3.3	14.8±4.9
S(mm)	15.2±3.1	16.3±6.7
AFI(P/S)	0.9±0.3	1.0±0.3

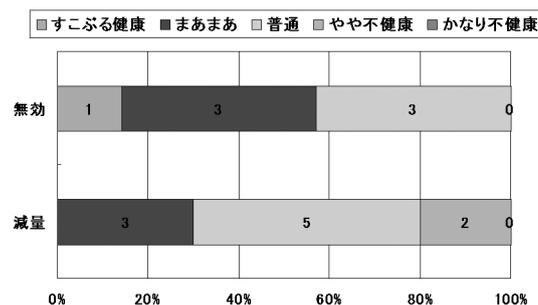


図 2 減効と自己判断健康度

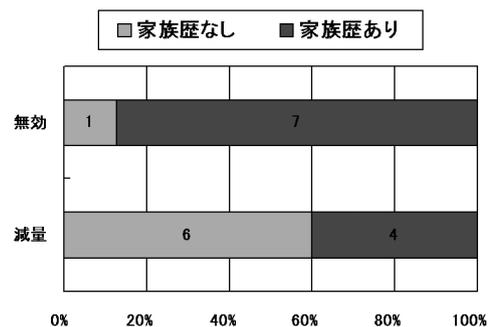


図 3 減効と家族内肥満歴

減量経験に有意な差はなかった（図4）。

香りによる減量効果の有無による2群間で、減量群では開始時と終了時に行なったGHQ30質問紙上、有意にGHQ総得点は低下するが、無効群では前後で変化を認めなかった（図5）。

香りによる減量効果の有無による2群間で、GHQ30質問紙の各項目の前後での変化を見ると、減量群では、身体症状、睡眠障害、不安と気分障害、希死念慮とうつ傾向の得点数が有意に改善するのに対して、無効群では各群とも前後で変化を認めなかった（図6、7）。

香りによる減量効果の有無による2群間で、減量群では開始時と終了時に行なった食行動質問紙の総得点は減量群と無効群では開始前に差があり、食行動質問紙で高得点である群は、減量効果が認め難いのかもしい（図8）。

4 考察

健康日本21では、2010年の予想糖尿病患者数を1,080万人とし、8%減の1,000万人までにとどめる事を目標に定め、健康診断受診促進などが計画されているが、今後どのように実行に移すかが重要な課題となっている。糖尿病の発症予防は世界的にも注目されており、種々の研究が報告されているが⁶⁻¹¹⁾、特に生活習慣の改善^{12,13)}による効果が期待されている。

今回減量効果が得られたのは19名中11名で、女性が効果が出やすい傾向にあり、前回、香料使用による減量法を受け入れやすいのは、もともと女性である事とあわせると、選択する可能性の高い性差と効果が一致している。また前回、自己判断による健康度の低い方が香料による減量支援を受け入れ易い傾向に有るが、自己判断による健康度が低い方が減量効果が得やすい事からも需要と供給が一致した関係にあると言える。

減量効果と家族内における肥満者の有無の割合を無効群と、減量群とで比較すると、減量効果の有るものは、家族内に肥満者を有する割合が低く、遺伝的背景が異なる可能性があり、そのために家族歴を多く有する無効群で減量効果が出にくいのかもしい。

今回、減量群では日本語版GHQ30質問紙表（一般健康調査表）総得点が香料使用後に有意に減少しており、質問紙表上の健康度の改善と、減量効果には関連性があるのかもしい。GHQ30のなかで、「身体症状」、「睡眠障害」、「不安と気分障害」、「希死念慮とうつ傾向」の得点数が減少している点が減量効果との接点であるのかもしい。自己判断健康度とGHQ30得点は相関はなく、減量群と無効群との間にGHQ30総得点に有意差がなかった。

食行動質問表は、肥満治療を始める際に、使用される場合が多く、正常体重者の平均総得点は85点程度といわれているが、今回、参加したBMI25以上の肥満者の総得点

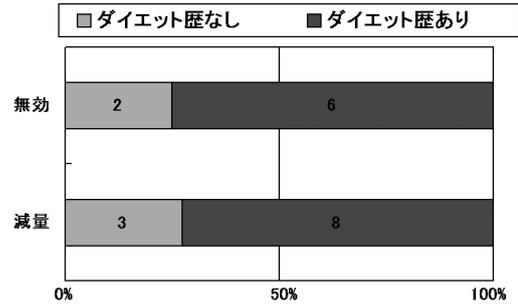


図4 減効とこれまでのダイエット歴

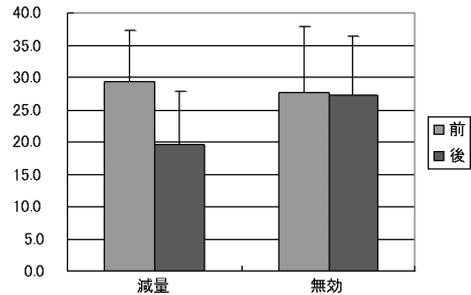


図5 減効とGHQ得点変化

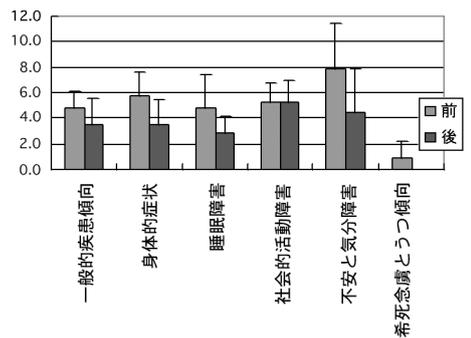


図6 減効群とGHQ各得点項目変化

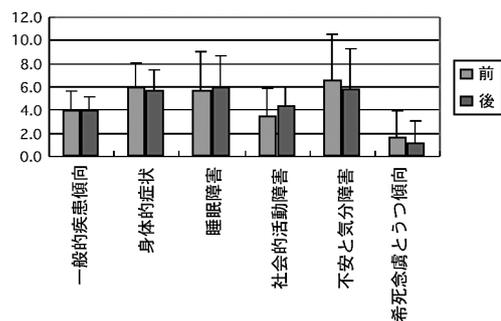


図7 無効群のGHQ各得点項目変化

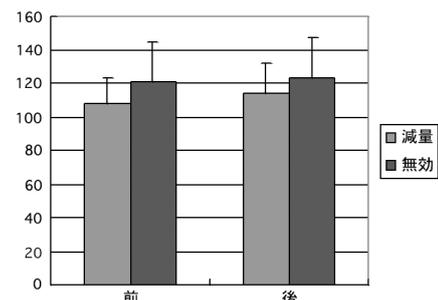


図8 減効と食行動質問紙得点変化

は100点を超えていた。約1ヶ月間の香料使用により、その得点に変化はみられなかった。食行動の改善を引き起こすには香料の使用のみでは不十分であった。

5 総括

瘦身効果を有することを謳った市販されているカネボウ社ボディジェルの使用により、半数は減量効果を認め、減量効果を認めた群では一般健康調査表の得点上、改善が認められた。この改善は、香料使用者全員に認めたわけではなく、香料使用による効果ではなく、減量による二次的効果の可能性があるが、香料を使用しない減量法で減量効果が見られた群における一般健康調査表の得点上の変化を調査する必要がある。一般的に減量法で身体症状、睡眠障害、不安と気分障害、希死念慮とうつ傾向のいずれかに改善が見られなければ、香料による改善の可能性とともに香料による瘦身効果のカギとなる作用である可能性がある。

(参考文献)

- 1) 渡辺英綱、肥満における機能性香料による減量効果：福島大学保健管理センター コスメトロジー研究振興財団 研究業績 中間報告集 第13号, p1-7, 2004
- 2) George A. Kaplan, Terry Camacho: A nine-year follow-up of the human population laboratory cohort. *A J Epi.* Vol. 117, No.3, p292-304, 1983
- 3) 村野俊一、田所直子、森崎信尋；超音波による内臓型脂肪蓄積の診断法、*日本臨床* 53巻, 203-208, 1995
- 4) Watanabe Hidetsuna, Baba T, Shigetomi S. 他1名.; TNF α , its Receptores and insulin resistance in obese subjects. The comparison between the preperitoneal and subcutaneous fat deposition. *The International Diabetes Federation Abstract Volume of the 18th Congress.* A192. 2003
- 5) CM. Buchfiel, DS. Sharp, JD. Curb, 他4名: Physical activity and incidence of diabetes: The Honolulu Heart Program. *Am J Epidemiol* 141, 360-366, 1995
- 6) Diabetes Prevention Program Research Group: Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 346, 393-403, 2002
- 7) J. Tuomilehto, J. Lindstrom, JG. Erikson, 他9名: For the Finnish Diabetes Prevention Study Group: Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 344, (1343-1350) 2001
- 8) JE. Manson, EB. Rimm, MJ. Stampfer, 他6名: Physical activity and incidence of non- insulin-dependent diabetes mellitus in women. *Lancet* 338, 774-778, 1991
- 9) KF. Eriksson, F. Lindgarde: Prevention of type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus by diet and physical exercise. The 6-year Malmo fesibility study. *Diabetologia* 34, 891-898, 1991
- 10) The Diabetes Prevention Program research Group: The diabetes prevention program; Design and methods for clinical trial in the prevention of type 2 diabetes. *Diabetes Care* 22, 623-634, 1999
- 11) XR. Pan, GW. Li, TH. Hu, 他15名: Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The Da Qing IGT and diabetes study. *Diabetes Care* 20, 537-544, 1997
- 12) FB. Hu, JE. Manson, MJ. Stampfer, 他4名: Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *N Engl J Med* 345, 790-799, 2001
- 13) 石井さくらこ、伊藤千賀子、村上文代、他9名；生活習慣介入による糖尿病一次予防 (The Diabetes Prevention Program of Hiroshima; DPPH) *糖尿病* 57(9),707-713, 2004

日本人と韓国人の化粧観の国際比較研究 男女学生のアンケート調査から

大阪樟蔭女子大学被服学科*、大阪大学大学院人間科学研究科**、韓国韓端大学校美容学科***

村澤博人*、大坊郁夫**、趙鏞珍***

The purpose and background of research

We know that Japanese people and a South Korean have similar features and a heterogeneity about beauty, such as makeup and cosmetic surgery. In this research, the questionnaire was carried out for the Japan-South Korea man-and-woman college student for the purpose of showing the difference between Japanese and South Koreans in concept of makeup and beauty

The contents of investigation come out to their behavior of an everyday makeup, a fragrance, cosmetic surgery, cosmetic service, service of esthetics and beauty therapy, image of color of skin, processing of body-hair and body-smell, concept of beauty, concept of body-and-mind, the youth, the marriage partner, an attractive men and women and ordinary life.

In analysis, we did statistics processing of the data. Factor analysis were also performed and the difference in Japan and South Korea was clarified.

Result and consideration

The subject was 416 Japanese college students and 475 South Korean college students. It consists of 198 Japanese men, 218 Japanese women, 123 Korean men, 352 Korean women.

A Japanese women students was doing makeup very much about daily life compared with the South Korean women students and the Japanese of 37% sufficiently applied the mascara. It was shown clearly that Japanese woman student did makeup when dating than usually and when dressing up than when dating.

The result that 67% of Japanese women dislike their body hair and 86% of Japanese women is characteristic and seems that they prefer no odorization so to speak, and a tendency which is completely different from a male also with a South Korean woman was shown. The tendency not to like the body can be considered as the different situation in Japanese society or the men-women relations.

By the scent of the cosmetics currently used, the tendency for Japan-South Korea man and woman to be reverse to the present condition and an opinion was seen. It thinks as a future taste.

In spite of being this registered questionnaire, the South Korean 8% woman and 1% men has answered that they underwent an operation on their face by cosmetic surgery. Japanese men and women were 0% to it. This difference shows cosmetic surgery has not acquired citizenship yet in Japan, I think.

About cosmetic surgery, Japanese students's answer rate was lower than those who answered the South Korean students and we learnt South Korean's opinion more clearly that South Korean students of 50% agreed with the cosmetic surgery and their 50% felt insecurity in the safety of the cosmetic surgery. It has been understood that pros and cons exist though it tends to be talked that the cosmetic surgery is active in South Korea in the mass media.

We were able to find a part of the difference of the opinion between the make-up and beauty in Japan-South Korea. We want to discuss basic sense of values while individually digging it down in the future.

1 緒言

日本人がどのような美の価値観の下に化粧をおこなってきたのかというような化粧観、あるいは化粧する以前の顔やからだについての基本的な価値観を意味する顔観やからだ観についてはあまり研究がおこなわれてこなかった。ましてや諸外国、特に顔立ちが似ている東アジアにおける現代人の化粧観の国際比較などにはほとんど目が向けられなかったと言えよう。



Research of Japanese and Korean concept of beauty in their makeup and appearance
From the questionnaire survey of the man and woman student in Japan-South Korea
Hiroto Murasawa

Department of Clothing Sciences of Art,
Osaka Shoin Women's University

筆者は日本人の化粧文化研究の一環として顔の美意識についての研究をしてきたなかで欧米との比較をおこない、日本の顔文化の特徴として「顔隠し文化」「正面顔文化」を指摘した¹⁾。このような特徴、とくに横顔に対する意識の違い（日本人は正面から平面的に顔をとらえがちで、横顔を美としてこなかった）について、美術解剖学、人類学などの従来の学問分野の研究者から、顔の形態的な違い、すなわち日本人は平面的な顔立ちだから横顔がなくて当然という指摘をされたことがある。

この点については筆者ら²⁾は1991年より日韓、1997年より日韓中の美貌観研究（ポーラ文化研究所）に着手し、日本人は顔を正面から平面的に見る傾向があるなど、顔の見方について韓中とは異なる価値観の存在を指摘し、その違いは歴史的文化的背景に帰因することを示唆してきた。

そこで、本研究では化粧そのものを研究対象として、まず、調査対象を両国の男女大学生に絞り、日本人と韓国人

の化粧や顔からだについての美意識のの違いを明確にするために、アンケート調査を実施した。本研究報告では、主たる結果を報告する。

2 アンケート調査

2.1 調査目的

日韓男女大学生を対象として、記入式と選択式を併用したアンケート調査を通して日本人と韓国人の化粧観、顔観の違いを探る。

2.2 調査方法

化粧観、顔観に関連する調査項目を作成して、選択式、あるいは自由記述（記入）式にて回答を得、その回答を比較分析してその違いを探る。

具体的な内容は、ふだんのメイクアップの実態とその程度、流行の取り入れ方、化粧美容関連の手入れの実態、美容整形などを含む、美容化粧関係の経験の実態、エステの利用と目的、美肌感、体毛観、体臭観、フレグランスの利用、肌色観、染毛実態、美貌観、美容整形の経験、若さと基準、外見と内面・結婚相手・魅力的な異性同性・人並みなどに対する意識、となる。

実査は、日韓の男女大学生を対象に、アンケート用紙を配布してその場で記入してもらい、回答する方式を採った。分析にあたっては単純集計、および因子分析などの多変量解析も行う。

調査対象は日本の男女大学生と韓国の男女大学生で、各国男女各 200 名を目標とした。

3 調査結と考察

3.1 調査対象者

人数：日本人大学生（男 198 名、女性 218 名） 関西大学、天理大学、日本大学芸術学部
 韓国人大学生（男 123 名、女性 352 名） 漢瑞、仁川、ベッソック、韓端、忠南、明知、各大学校

年齢：日本男子（18 - 25 歳）平均 19.49 歳、日本女子（18 - 29 歳）平均 20.17 歳
 韓国男子（17 - 27 歳）平均 21.07 歳、韓国女子（18 - 29 歳）平均 20.47 歳

3.2 結果と考察

3.2.1 日韓女子学生の TPO 別によるメイク度の違い

Fig. 1 は「ふだん」「異性とのデート

時」「パーティなどのドレスアップした時」の 3 つの TPO 別に、どんな化粧をしているのか、10 の選択肢から選んでもらい、さらにそれぞれのメイクの程度（以下メイク度）を「しっかりやっている」「ふつう」「していない」の 3 段階で回答してもらった日本の女性の結果である。

a) 日本の女子学生の「ふだん」のメイク Fig. 1 の上の横棒グラフで「しっかりメイク」+「ふつうのメイク」=「メイクしている」人は「ベースメイク」で 83%、「眉」で 81%、「ヘアカラー」で 80%、「マスカラ」で 79%であった。

「しっかりメイク」だけを見ると、「マスカラ」が 37% と一番高く、「ベースメイク」が 29%、「眉」24%、「ヘアカラー」21%となる。

つぎに「デート時」を見ると、「メイクしている」人は全体的に増え、「ドレスアップ」においてはさらに増える傾向にある。

この増え方を「しっかりメイク」と「ふつうのメイク」を対比させて見たのが Fig. 2 である。

「ふだん」のメイクでは、「マスカラ」が「ふつう」と「しっかり」との差がたいへん少ないことを除くと、ほとんどのメイクで「しっかり」が「ふだん」の半分以下である。

「デート」となると、「ベースメイク」で「しっかり」と「ふだん」が同率になり、「マスカラ」では「しっかり」が「ふだん」の倍以上の回答となった。

さらに「ドレスアップ」したときを見ると、「ふつう」と「しっかり」の違いにおいて「マスカラ」は 3 倍近く「しっかり」が増え、「ベースメイク」でも「ふつう」の 1.5 倍増えた回答を得た。「アイライン」「アイライナー」「リップカラー」「ネイルカラー」「眉」については、「ふだん」と「しっかり」の差が同等あるいはほぼ近い支持となった。

流行との関連を見ると、ここ数年の若い女性のマスカラを中心としたアイメイクの流行がこの調査結果からはっきりと確認することができた。特にドレスアップしたと

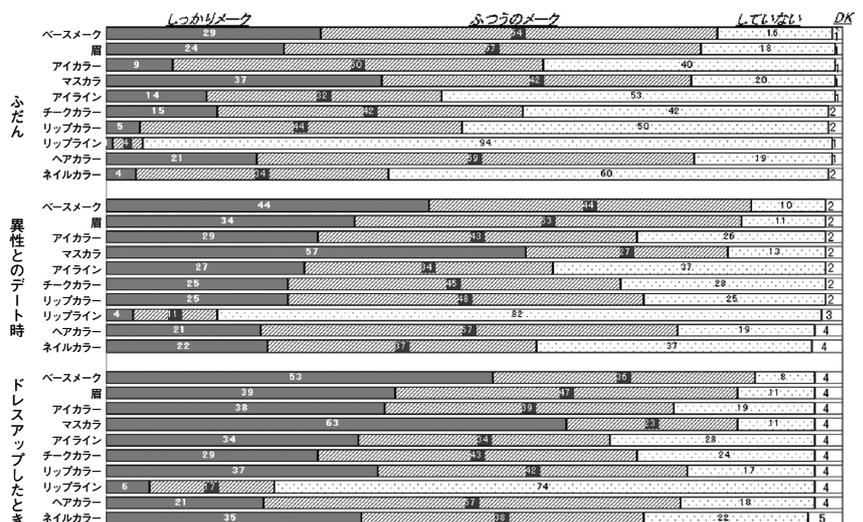


Fig. 1 日本人女子学生の TPO 別化粧度

きの「マスカラでしっかりメイクする」人は63%とほぼ3人に2人おり、長い睫毛が美しいとする流行を示しているといえよう。

韓国の女子学生の結果はFig. 3である。全体を見ると、DK、すなわち無解答が多かった。これは韓国の学生は基本的にあまりメイクをしていないので、回答を飛ばしてしまったと判断できる。したがってここでは「していない」と同じ意味として扱うことにした。

「ふだん」のメイクで「しっかりメイク」+「ふつうのメイク」=「メイクしている」人は「ベースメイク」で70%と一番高く、次は「眉」で46%、「リップカラー」で41%、「マスカラ」で33%であった。

この「メイクしている」人の「ふだん」と「デート」「ドレスアップ」での変化を見ると、日本人の女子学生に比べて著しい変化は見られない。

つぎに「しっかりメイク」だけを見ると、「ふだん」のメイクでは「ベースメイク」が24%と一番高く、「眉」が15%と下がり、他は10%にも満たなかった。日本の女子学生に比べると、全体に低い。しかし、高くても20%に満たないが、「アイライナー」「マスカラ」「アイライン」「リップカラー」は「デート」「ドレスアップ」の順に高くなる傾向が見られた。

さらに「しっかりメイク」と「ふつうのメイク」を対比させてみると(Fig. 3)「ふだん」と「デート」「ドレスアップ」での変化のなかで、日本の女子学生のように、「しっかりメイク」している人が「ふつうのメイク」している人の率を超えることはなかった。

このように、韓国の女子学生と日本の女子学生とははっきり異なる化粧傾向が存在するという結果であった。まとめると次のようにある。

1. 大きな違いは、「メイクしてい

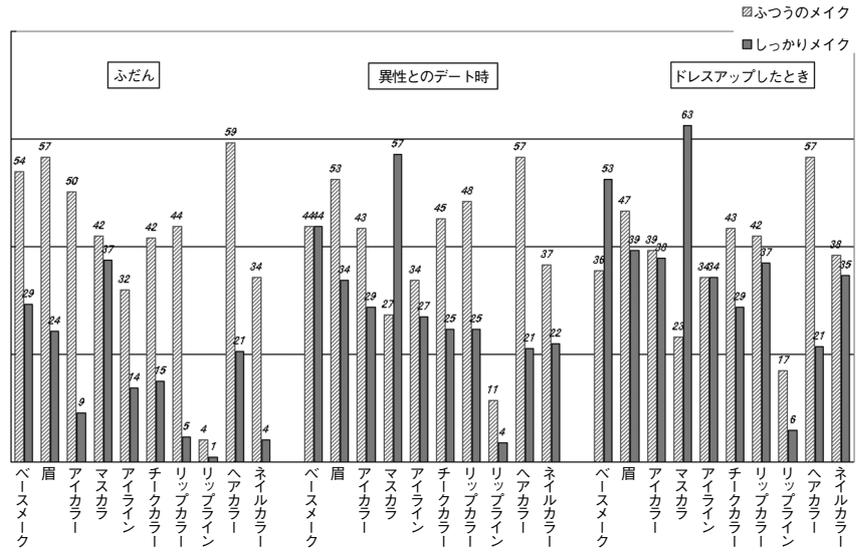


Fig. 2 日本女子学生のTPO別化粧度

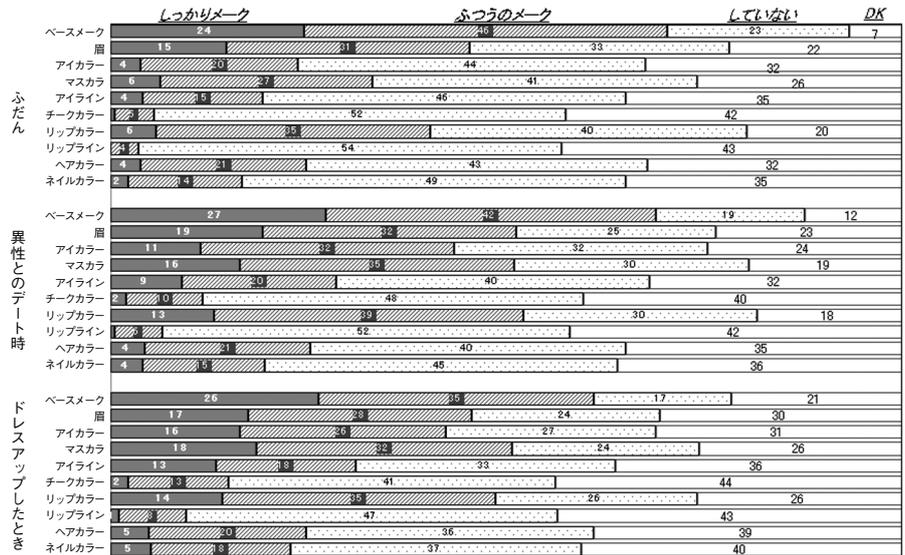


Fig. 3 韓国女子学生のTPO別化粧度

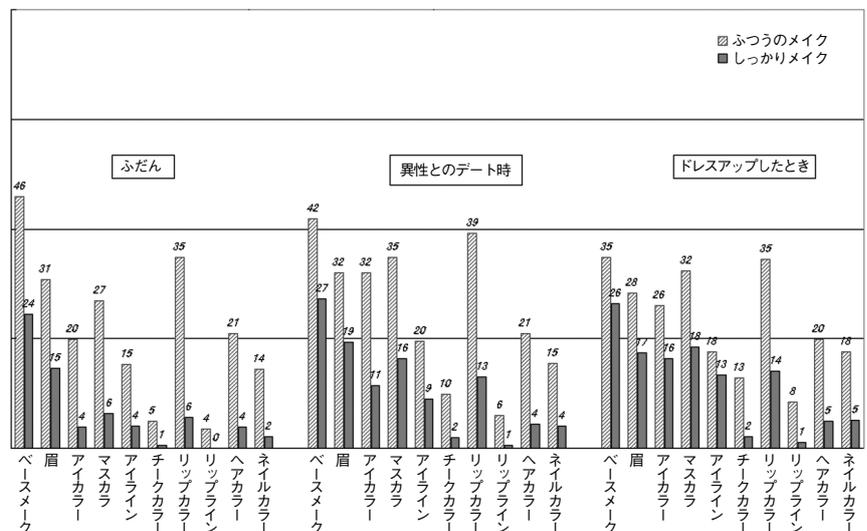


Fig. 4 韓国女子学生のTPO別化粧度

る」女性の比率である。「ふだん」「デート」「ドレスアップ」のそれぞれの場合において、日本の女子学生のメイク率は、韓国の女子学生に比べて高い結果であった。

2. ヘアカラーは毎日染め直すことができないので除くが、日本の女子学生は「ふだん」より「デート」「ドレスアップ」の順に「しっかりメイク」する傾向にある。言い換えると、アイメイクを中心にネイルカラーに至るまで、TPOに応じてメイクを変えていることを意味する。いわばフルメイク志向の日本の女子学生であり、おしゃれ意識は高いと言うことはできよう。

それに比して、韓国の女子学生は「ベースメイク」「眉」のように「デート」「ドレスアップ」の時も「ふだん」も変えない部分をもちつつ、目や唇や爪などのポイントメイクではしっかりとメイクする人も少数がいる。

このように、学生を対象にしたアンケート調査では日本と韓国ではメイク度の違いは大きく存在するという結果であった。今後、日本と同様に、学生レベルでの化粧人口が増えるであろうし、さらにはメイクの低年齢化が起きるだろうが、どう変化するのか、装うことの文化に関心をもつものとして大きな関心事である。そのためには、メイクだけでなく、人のもつ美的感覚をも含めた視点で見っていく必要がある。

3.2.2 ふだんの手入れの日韓学生の比較

Fig. 5、6はふだん肌の手入れとしておこなっていることについて、「垢すり」「サウナ」「顔パック」「鼻パック」「産毛剃り」「顔剃り」「ひげ剃り」「脱毛」と分けて質問した結果である。

日本の女子学生は「脱毛」「産毛剃り」「顔剃り」がほぼ半数の回答を得て、「鼻パック」が約1/3で続くのに対して、韓国女子学生は「垢すり」「顔パック」がほぼ半数、「サウナ」が1/4であった。傾向としては日韓で逆である。

日本の男子学生はヒゲが9割近く、顔剃りが2割強であったのに対して、韓国の男子学生は「ひげ剃り」「顔剃り」が半数以上の回答を得たほか、「垢すり」や「サウナ」が20%の回答を得ており、女子学生同様、「垢すり」や「サウナ」が高いことがわかる。

3.2.3 肌をきれいにするために

肌をきれいにするために何をしているかを聞いた結果はFig.7である。

日本の女子学生の特徴を見ると、多い順に「化粧品で肌の手入れをよくする」(79%)「睡眠をよく取る」(51%)「肌によい食べ物を食べる」(45%)である。韓国の女子学生の特徴は「化粧品で肌の手入れをよくする」(57%)「睡眠をよく取る」(56%)「垢すり・風呂・温泉に行く」(53%)の三大要素に加えて「自家製パックなどを利用する」(31%)

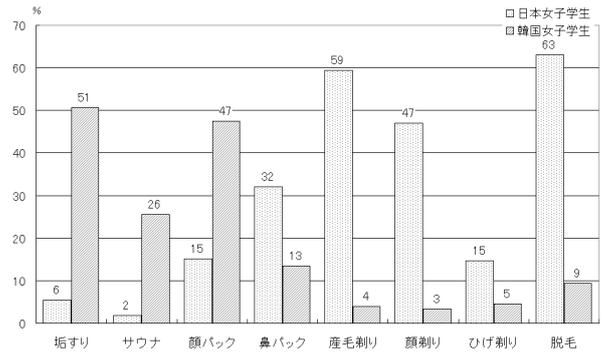


Fig. 5 ふだんの手入れの日韓女子学生の比較

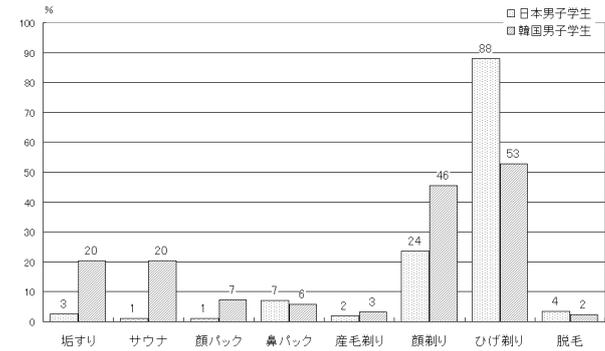


Fig. 6 ふだんの手入れの日韓男子学生の比較

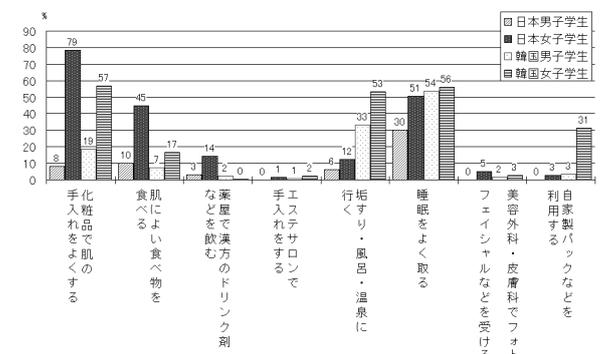


Fig. 7 肌をきれいにするために

となる。自家製パックは主にきゅうりを搾り下ろし、小麦粉と混ぜて顔にのぼして使うパックで、韓国の家庭で一般的に用いられ、肌をしっとりさせるといわれている。

日本の女子学生は化粧品好きで食べ物にこだわり派に対して、韓国の女子学生は垢すりパック派であろうか。

日本の男子学生の回答は「睡眠をよく取る」(30%)、韓国の男子学生は「睡眠をよく取る」(54%)「垢すり・風呂・温泉に行く」(33%)で、男子学生はどちらも特徴を述べるまでに至らない結果であった。

3.2.4 ピアス・美容整形などの経験

広く美に関連する経験を「ピアス」「タトゥー」「美容整形」「歯列矯正」「ダイエット・食事指導」「メイクサービス」

「エステ（美顔）」「エステ（全身美容）」「垢すり」「カラー
アドバイス」「デザイナーによるヘアカット」「トータルフ
ァッションアドバイス」の13項目に渡って回答してもら
った結果が Fig. 8 である。

ピアスは日本人が多かった。トップは日本の女子学生で
51%、続いて日本の男子学生で20%、韓国の女子学生は
11%、韓国の男子学生は8%であった。かつて言われた「儒
教の国」だからからだを傷つけることは好まないという理
由はもはや両国に通じないように見えるが、美容整形につ
いては後述する「美容整形への意見」でさらに議論をして
いる。

タトゥーは日本の女子学生で2%、日本の男子学生で1
%、韓国の女子学生は1%、韓国の男子学生は1%であ
った。日本では昨今、ミュージシャンを含めてからだに入れ
る人が目立つために一部では流行しているといわれ、専門
誌もいくつも出てはいるが、このような調査で数値として
上がってくるほど高いのであろうか。今回、質問項目とし
てただ「タトゥー」としたが、日韓共に「眉に入れるパー
マメントメイク」としてタトゥーがおこなわれる場合があ
り、この調査では区別していなかったため、このデータが
入り込んだ可能性が高い。したがって、ここでは眉に入れ
るタトゥーも含んだ結果として判断した。

その結果、眉に入れたタトゥーと眉以外のタトゥーとの
区別が困難であるためにこれ以上の考察は避けたい。

美容整形は、記名式のアンケートであるにもかかわらず、
韓国の女子学生は8%。韓国の男子学生で1%が経験あり、
日本人は男女共0%であった。韓国人の結果はかなり現実
を反映しているのに対して、日本は美容整形が市民権が得
られていないために、現実を反映していないようにも考え
られる。さらには記名式であったことが日本人にとっては
回答しにくかったことも考えられよう。

逆に前述のピアスについては、市民権が得られているた
めに日本人の回答は現実が反映されており、韓国に比べて
多かったと考えられる。後述する「美容整形への意見」で
理解を深めたい。

歯列矯正は日本の女子学生で19%、日本の男子学生で
11%、韓国の女子学生は10%、韓国の男子学生は6%
であった。日本の学生の治療経験は5人から10人に1人
の割合で、韓国の学生より高いが、だからといって日本人
の方が全面的に歯並びがよいかという決してそうは言え
ないだろう。NHKのハンゲル講座（2003）で日本人の特
徴を述べる韓国人の台詞に「体毛が濃くて歯並びがわる
い」とあるほど、日本人の歯並びの悪さは既知の事実のよ
うに思える。昨今の韓流ブームで韓国の俳優をテレビで
見る機会が増えたが、韓国人の歯並びに対する意識、すな
わち、徹底して整えるという美意識は日本人以上のもので
あろう。

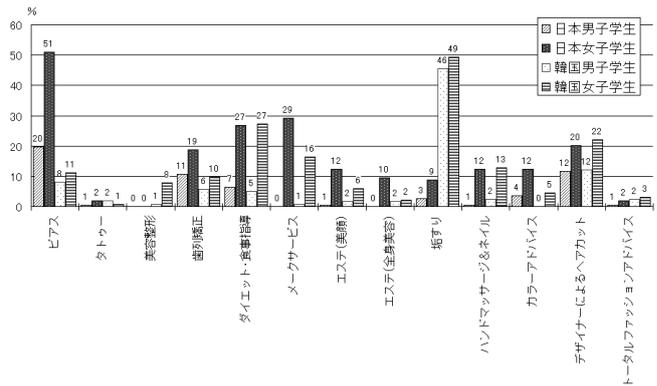


Fig. 8 美容・サービス関係の経験

ダイエット・食事指導などの経験者は日本の女子学生で
28%、男子大生で6%、韓国の女子学生で27%、男子大
生で5%で、日韓とも女子大生に多い結果であった。両国
とも「見られる対象としての女性」という意味であろうか。

メイクサービスも両国とも女性に高い回答があった。日
本の女子学生で30%、韓国の女子学生で16%であった。
エステも同様、両国とも女性に高く、日本の女子学生で顔
で12%、全身で10%、韓国の女子学生で6%、全身で2
%であった。メイクサービス、エステともに日本の女子学
生が高かったが、メイクサービスは有料が話題にはなっ
ているが多くの場合、無料サービスであるのに対して、エ
ステはPRのためのサービスを除くと有料と考えられる。経
済的に余裕がないと受けられないサービスであろう。

垢すりはもともと韓国の習慣であるために韓国男女が高
く、約50%であった。日本人は10%に至らなかった。

ハンドマッサージ&ネイルケアも女性に多かった。日本
の女子学生で12%、韓国の女子学生で13%であった。

デザイナーカットは日本の女子学生で20%、韓国の女
子学生で22%、日本の男子学生で12%、韓国の男子学生
は12%であった。両国共に専門家の意見を生かしたヘア
カットが浸透しつつあるということであろう。

カラーアドバイスは日本の女子学生で12%、日本の男
子学生で4%韓国の女子学生で5%、韓国の男子学生は0
%であった。

トータルファッションアドバイスは全体に低く、サービ
スを受けても経済的な余裕がないと実現できないことであ
るためか、両国ともまだそのようなサービスを受けるには
至っていないようである。

3.2.5 体毛観・体臭観の比較

日本では1980年代後半以降、清潔志向が高まり、体臭
や体毛に対して否定的な評価が支持されて毛深いとエステ
に通ったり脱毛する若い男性が増えている。

3.2.5.1 体毛について

自覚レベルの回答であるが、「自分の体毛について」の

回答を有意差検定をおこなうと、0.01%で日韓で有意差が認められた。体毛は韓国の学生は日本の学生よりも体毛は濃くないようである。また、前述の「ハングル講座」での日本人の特徴表現として「体毛が濃くて菌並びがわるい」とあるから、韓国人の方が体毛が薄いと認識していると考えても差し支えないであろう。

「自分の体毛についての意見」を求めた結果が Fig.10 である。日韓で有意差 (p=0.01%) が認められるが、それ以上に両国とも男女で差が明確である。女子学生で嫌う傾向が認められ、特に日本の女子学生の67%が「嫌い」と回答した点は特徴的であるといえる。日韓共に伝統的には女性は見られる対象であったが、日本の女子学生の回答は著しい特徴である。日本人は韓国人に比べて体毛が濃いといわれているが、体毛の濃さのみの結果ではないだろう、再度体臭のところで議論する。

つぎに「あなたの友達や恋人の体毛」についてどう思うのかを聞いてみると (Fig.10)、自分の体毛を最も嫌う日本の女子学生は男性が「濃くてもよい」が20%と一番多く、「濃いのが嫌い」が一番少なかった。自分の体毛の濃さを否定しながらも異性友達や恋人の濃さは許容する意味は相手により好まれたいという常に周りとの関係をよい状態におこうとする意識の自己像の現れであろうか。日本社会における若い女性のあり方、男女関係をも含めて考察する必要がありそうである。

体毛の最後に産毛についての意見は聞いている。韓国人はもともと体毛が薄いということから3/4の学生が気にならないと答えている。韓国人に比べて日本人は日本の女子学生の「気になるので」抜いたり剃っている回答は特徴的である。アジア大陸では多くの民族で産毛を含めた体毛の処理に糸を使う文化があるのに対して、日本では剃刀を使って処理する文化という違いはあるが、産毛や体毛をむだな毛、不必要なものとする日本人の文化の特徴であろうか。日本の女子学生の回答は体毛で記したことを感じる。

3・2・5・2 体臭観の比較

自分の体臭については、日韓での有意的な差は認められなかったが、男女においては日韓共に認められた。全体としては「弱い」も含め、半数以上の学生が自分の体臭の存在を認識しているという結果であった。その一方、「わからない」人が2割前後いた。

自分の体臭に対する意見においても日韓の違いのみならず、日本の女子学生の結果が目立つ。すなわち、日本の女子学生の67%が体毛を嫌い、86%が無臭化を好んでいることである。このことから、日本の女子学生は自分を体毛もなく体臭もない存在になりたがっていると読み取ることができよう。

村澤は「現代人の体毛観」(村澤 1988)、「現代人の体

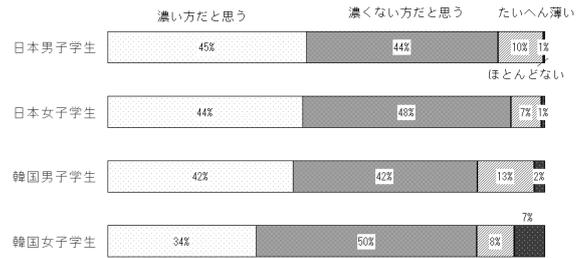


Fig. 9 自分の体毛について



Fig.10 自分の体毛についてのあなたの意見

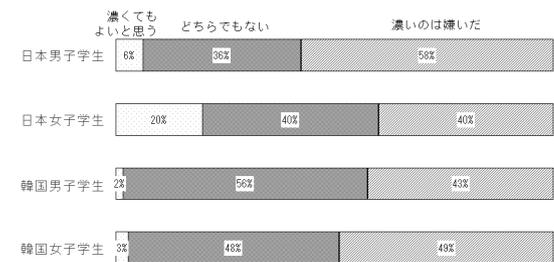


Fig.11 あなたの異性の友達(恋人)の体毛について

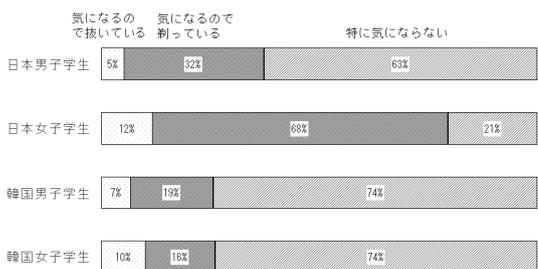


Fig.12 顔の産毛についてのあなたの意見

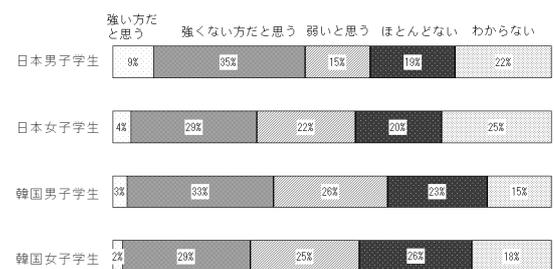


Fig.13 あなたの体臭は

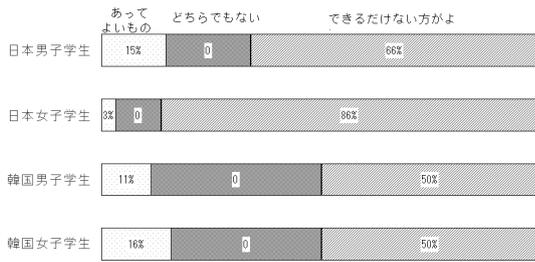


Fig.14 自分の体臭についてのあなたの意見は

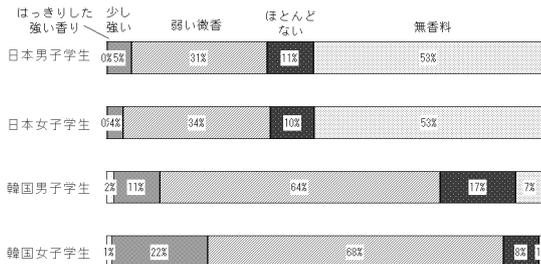


Fig.15 あなたが使う化粧品、ヘアケア剤、洗剤などの香りは

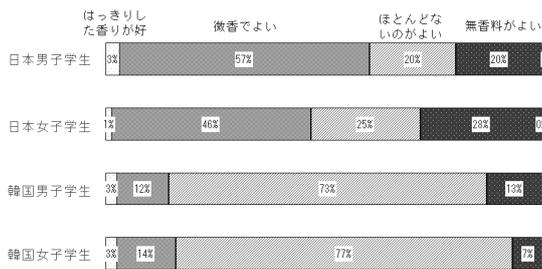


Fig.16 あなたが使う化粧品などの香りについての意見は

臭観」(村澤 1989)で無毛(脱毛)化、無臭化について述べ、匂いを出す身体、毛が生える身体を無化する傾向について指摘したが、現在でも同じ傾向が見られるということになる。この傾向は男性とは異なる彼女たちの置かれている日本の社会状況を暗示しているようにも思える。

3・2・5・3 化粧品などの香り

自分で使っている化粧品などの香りについて聞いたのが Fig.15 である。日韓ではっきりした違いが見られ、日本の学生は無香料、微香が主に対して、韓国の学生は微香を含む、香りがあるものを男子学生で76%、女子学生では91%、使用していた。日韓で対照的な結果である。

Fig.16 は化粧品の香りについての意見の結果を示している。日本の男女学生は「微香がよい」がトップで半数近くを占め、「無香料」はほぼ半減し、現状を必ずしも肯定していない結果であった。韓国の男女学生も「ほとんどないのがよい」がほぼ3/4を占め、現状と逆転した結果であった。現状と意見の食い違いは興味深い、今後の嗜好を示す結果として考えることができるであろう。

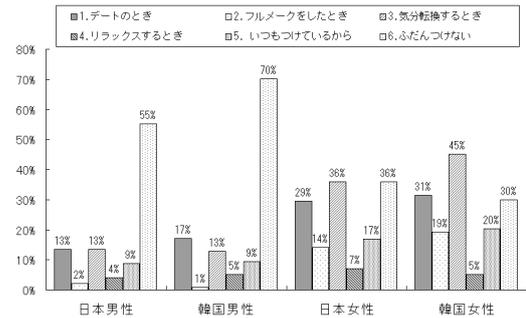


Fig.17 あなたはフレグランスをどのようなときに使いますか

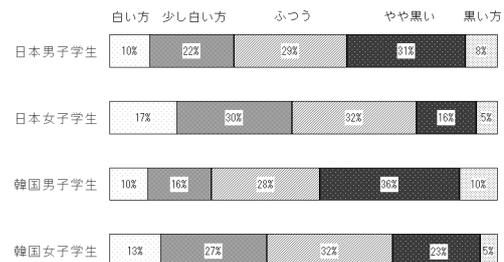


Fig.18 あなたの肌色は

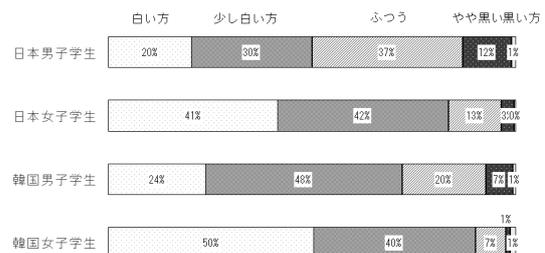


Fig.19 あなたの肌の色の好みは

さらに、フレグランス類の使用状況を聞いたのが Fig.17 である。両国とも男女で差があり、「ふだんつかわない」のは韓国の男子学生で70%、日本の男子学生が50%であった。使用するときで一番多かったのは、女性においては「気分転換するとき」が一番多く、「デートのとき」が続く。常時使用は両国とも男性で10%弱、女性で20%ほどであった。

3・2・5・4 肌色

肌色に関する認識と好みを見たのが Fig.18、Fig.19 である。認識としては、日韓とも男子学生は黒い方とっており、女性では白い方と答えている回答が多かった(日本、韓国とも男女間では有意差あり。日本で $p=0.19%$ 、韓国では $p=0.05%$)。

一方、自分の肌色の好みについては、男子学生よりも女子学生が、日本人よりも韓国人の方がより白い肌色を好む傾向が見られた。

日韓の比較では日本人の方が白く思っている傾向にある(有意確率 $p=14.1%$) が、好みに関しては、韓国人の方が白い方を好む傾向があった。

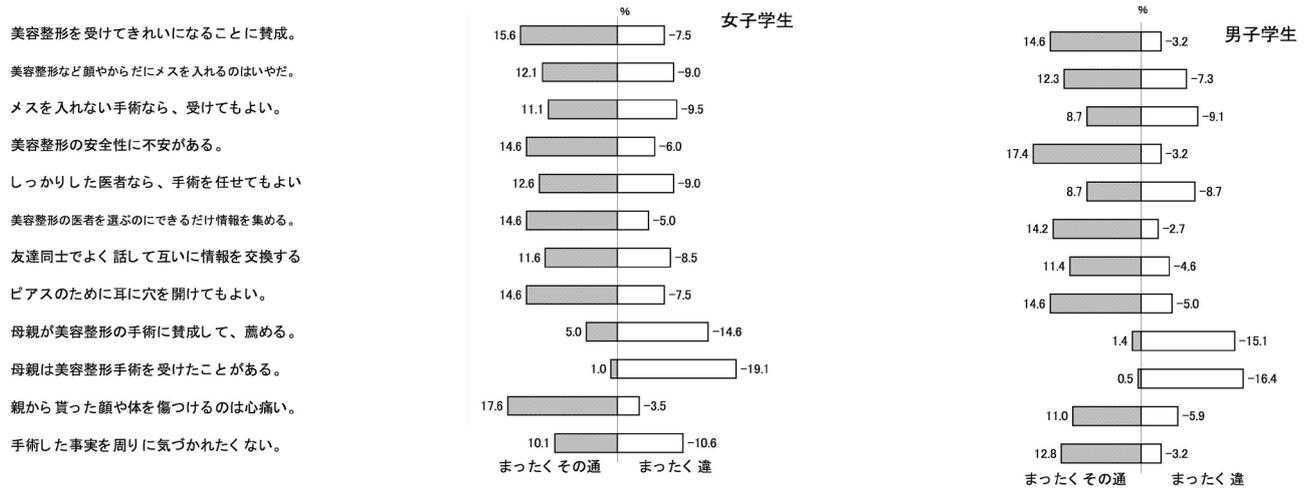


Fig.20 美容整形などについての意見—日本

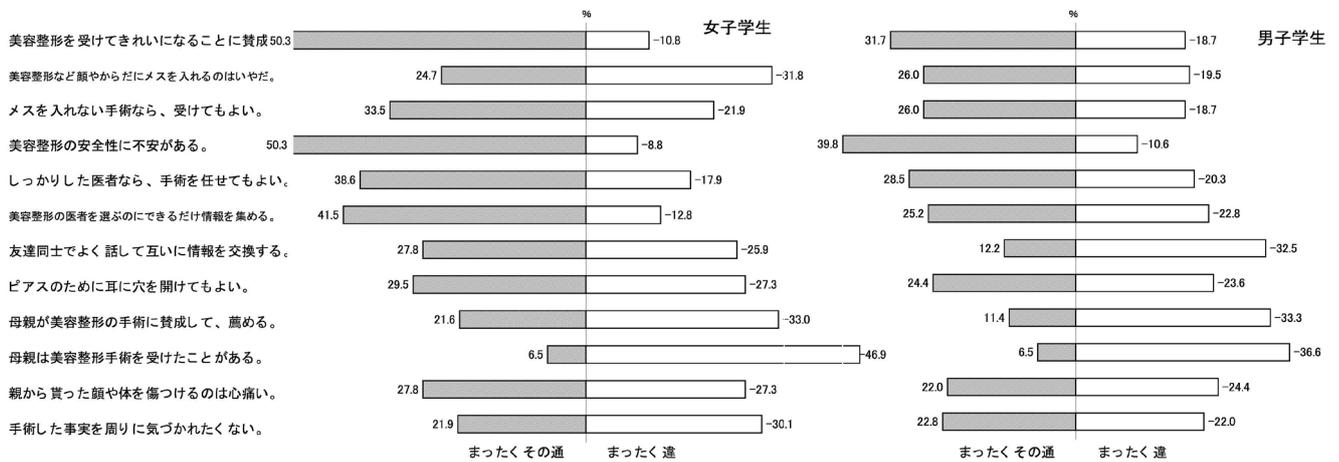


Fig.21 美容整形などについての意見—韓国

3・2・6 美容整形などの意見

Fig.20、Fig.21 は美容整形に関する 12 の意見について「まったくその通り」「まったく違う」の選択（無解答あり）をしてもらった結果である。以下のその特徴をまとめると、

1. 日本の学生は賛否合わせて最大でも 23% の回答で残りの 8 割近くが回答していないため、美容整形に対する意見は不鮮明になりがちである。それに対して、韓国の学生は最大で 62% 最低で 43% の幅で、日本の学生と比べると鮮明な回答である。そこで、多くの場合、当事者に当たり、回答率が高い韓国の女子学生の特徴から見てみた。
2. 韓国の女子学生は、美容整形そのものに対して 50% が「賛成」、同じく 50% が「安全性に不安がある」とも答えている。「2. 美容整形など顔やからだにメスを入れる」ことに対しては、32% がよいと肯定する一方、否定は 25%、「11. 親から貰った顔や体を傷つけるのは心痛い」と思う人は 28%、反対は 27% と、賛否が拮抗している。この傾向は「8. ピアスのために耳に穴を開けてもよい」の回答にも賛成 30%、反対 27% と現れている。

「不安」を解消するために、「6. 美容整形医を選ぶのにできるだけ情報を集め」（42%）て、「7. 友達同士でよく話して互いに情報交換」（28%）して、結果として「5. しっかりした医者なら手術を任せてもよい」（39%）と考えている。

日本でいうプチ整形に当たる「3. メスを入れない手術なら受けてもよい」とする人は 34%、プチ整形に反対する人は 22% いた。母親の影響を見てみると、「9. 母親が美容整形の手術に賛成して薦める」で賛成 22%、反対 33%、「10. 母親は美容整形手術を受けたことがある」かどうかはその通りが 7%、そうでないとする人が 47% いた。韓国の女子学生で美容整形の手術を受けた人が 8% であったが、この程度の数値として経験者は出てくるのであろうか。後述のように日本では 1% であったことを考えると、反対意見はしっかりありながらも美容整形を受ける人もそれなりにいるという韓国が見えてきそうである。

美容整形したことに対しては、「12. 手術した事実を周

りに気づかれたくない」と思う人は22%、知られてもよいとする人は30%と気にしない女子学生が多かった。このデータにも、一般にテレビなどで紹介されている韓国の美容事情だけでなく側面、「気づかれたくない」と考えている韓国の女子学生の存在を感じざるを得ない。賛否両論がしっかりある社会のように見える。

3. 日本の女子学生は回答率が低いため、傾向が読みにくい、美容整形そのものに対して17%が「賛成」、反対に「安全性に不安がある」は15%いる。「2.美容整形など顔やからだにメスを入れる」ことに対しては、11%がよいと肯定する一方、否定は10%、「11.親から貰った顔や体を傷つけるのは痛い」と思う人は18%、反対は4%となり、美容整形に否定的な学生の意見はぼんやりとどが見えてくるが、肯定派は「顔や体を傷つけるのは痛い」とは思わないが4%出会ったように明確に意見が出ていないようである。「8.ピアスのために耳に穴を開けてもよい」という意見は日本では市民権が得られたのか賛成15%、反対8%であった。

「不安」を解消するために、「6.美容整形医を選ぶのにできるだけ情報を集め」(15%)で、「7.友達同士でよく話して互いに情報交換」(12%)して、結果として「5.しっかりした医者なら手術を任せてもよい」(13%)となるが、回答率の低さが解釈を不鮮明にしていることは否めない。

プチ整形に当たる「3.メスを入れない手術なら受けてもよい」とする人は11%、プチ整形に反対する人は10%いた。母親の影響を見てみると、「9.母親が美容整形の手術に賛成して薦める」で賛成5%、反対15%、「10.母親は美容整形手術を受けたことがある」かどうかはその通りが1%、そうでないとする人が20%いた。

美容整形したことに対しては、「12.手術した事実を周りに気づかれたくない」と思う人は10%、知られてもよいとする人は11%とほぼ同率であった。

いずれのデータもすでに述べたように日本の学生の回答率が20%前後と低いため、明確な傾向を指摘することは困難さを伴うと考える。

4. 男子学生に関してはほとんどの場合まだ当事者でないため、ここでは省略することとする。

3・2・7 外見を中心にした生活観についての意見

外見を中心の内面、年齢、結婚、魅力、髪型など広く生活に関する考え方について40項目の質問を用意し、各項目について「まったくそう思う」「ややそう思う」「ややそう思わない」「まったくそう思わない」の4段階で回答してもらい、因子分析(主因子法、varimax回転)してその構造を表にしたのがTable 1(注:表中、因子の順番は重要順で因子次元の高低を示したものではない)である。

全体を見ると、日韓、男女でかなり似通った構造があり、日韓の男子学生で6因子、日本の女子学生で5因子、韓国の女子学生で4因子あることがわかった。

日韓男女で共通する因子として、「結婚に、お金のあるなしは重要な問題である」「人生を成功させるためにはお金は必要だ」というような「お金指向を意味する因子」、「年上の女性と結婚してもよいと思う」で代表される「年上女房指向を意味する因子」、「できるなら、20代で結婚して家庭をつくりたい」「結婚するなら30歳前である」という「早婚指向を意味する因子」がみられた。

「結婚するなら美しい(ハンサムな)異性がよい」とか「人生を成功させるためには美貌は必要だ」というような「美貌指向を意味する因子」は日本の女子学生を除いて、「顔をきれいしていることはその人の内面をもきれいにしていることに通じる」「いい加減なメイクをしている人はいい加減な内面をもっていると思う」などで代表される「外顕=内面指向を意味する因子」は韓国の女子学生を除いて、ほかで共通して存在した。

そのほか、「友達なら美容整形や自分たちの顔かたちについても具体的に意見を言いあう」「男性が化粧してもいいと思う」という「おしゃれ指向」が日韓の男子学生に存在した。

以上のように、外見を中心とした生活観についての分析結果からは、日韓男女とも類似した因子構造をもっていることがわかった。

日韓の生活観の違いを見いだすために設計したつもりであったが、結果的には明確なものを出てこなかった。言葉の表現の問題を含め、再検討する必要がある。

Table 1 外見を中心とした生活観についての因子構造のまとめ

	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子6
韓国の男子学生	美貌指向 お金指向	年上女房指向	早婚指向	おしゃれ指向	外見=内面指向	若さ指向
韓国の女子学生	美貌指向	年上女房指向	お金指向	早婚指向		
日本の男子学生	美貌指向	外見=内面指向	年上女房指向	お金指向	おしゃれ指向	早婚指向
日本の女子学生	外見=内面指向	お金指向	年上女房指向	魅力指向	早婚指向	

(主因子法、varimax回転)

4 総括

今回の日韓の学生への調査を通して、しっかり流行の化粧をしている日本の女子学生、体臭や体毛について特異な結果を示した日本の女子学生、美容整形に対してはっきり回答し、かつ賛否両論の存在が見えた韓国の女子学生、広く生活観を扱った調査では因子構造的には類似した傾向をもつ日韓の学生、などを知ることができた。目論みながら諸事情で実現できなかったこともあるが、これをきっかけにさらにテーマを絞った調査研究を実施して広く化粧文化に関する見方を拡げていく所存である。その結果、日本人と韓国人の化粧観や顔やからだの美に対する価値観の同質性や異質性について理解が深まると同時に、日本人らしさ、延いては日本人とはという大きなテーマに化粧文化研究というアプローチから一歩でも近づくことができれば幸甚である。

感謝

本アンケート調査において、韓国語への翻訳と実査で韓国明知大学校教授の崔京國先生にはたいへんお世話になりました。また、韓国語学校学生（在ソウル：当時）の齊藤尋美さんにはアンケート調査設計時からインタビュー調査、「時代別ファッションの傾向とメイクアップ」の翻訳でたいへん尽力いただきました。ここに感謝申し上げます。

(参考資料)

- 1) 『美人進化論』（東京書籍 1987）、『顔の文化誌』（東京書籍 1992）
- 2) 大坊郁夫・北星学園大学教授（現大阪大学大学院教授・心理学）、趙鏞珍・韓国ソウル教育大学校教授（現韓端大学校美容学科教授・美術解剖学）、李当岐・北京清華大学美術學院教授（美術解剖学）、との共同研究で、1991年より日韓、1997年より日韓中の美貌観研究（ポラ文化研究所）を開始。
大坊郁夫・村澤博人・趙鏞珍 1993 魅力的な顔と美的感情—日本と韓国における女性の顔の美意識の比較—感情心理学研究 第1巻第2号
最近では、村澤博人・大坊郁夫・趙鏞珍・李当岐 2001 男性顔の魅力認知についての韓日中の比較（1）— 調査方法と基本属性の検討— 韓日美術解剖学シンポジウム予稿集
大坊郁夫・村澤博人・趙鏞珍・李当岐 2001 男性顔の魅力認知についての韓日中の比較（2）— 魅力認知はどのくらい一致するのか— 韓日美術解剖学シンポジウム予稿集
- 3) 「身体のパリティクス—日本美容外科手術を中心に—」（川添裕子 2000 千葉大学大学院社会文化化学研究科都市研究専攻博士論文 日韓比較も含まれている）
- 4) 韓国の大手の化粧品会社の太平洋が発行した『時代ファッションの傾向とメイクアップ』（CD-ROM 版 2004年 12月現在未公開資料 齊藤尋美訳）

モーションキャプチャーシステムを用いた、 スマイルトレーニング前後の笑顔の動的变化に関する研究

大阪大学大学院歯学研究科 顎口腔機能再建学講座

莊村 泰治、若林 一道、川村 芳子

There is few people who can make a natural smile in front of company or a camera, a lot of people cover their mouth and control their smile. Many books say "To make a good smile, it is important to have high self-esteem and improve themselves." In dentistry, it is often said that white and regular teeth is necessary to make a good expression (smile). In the previous studies, the smile was analyzed by static. But the smiling action was not static but dynamic, it is necessary to analyze the smiling action by dynamic for evaluate a smile. The aim of this study is to analyze the asymmetry of the smiling action by dynamic using the motion capture system. The smiling action of 7 female were taken by DV camera and analyzed by motion capture system. And the angle and speed of corners of mouth, the length of both sides of upper and lower lips were analyzed by mean CV of Asymmetry Index (AI). As a result, in all subjects except for one subject, mean CV of AI significantly decreased in at least one of four parameters after smile training. In one subject, all mean CVs significantly decreased. On the whole, the CV of AI decreased in all four parameters, especially the decrease was significant in the AI-UP. The asymmetry of the lip in the process of smiling action could be dynamically analyzed using a motion capture system. The study results suggest that the smile training could be an effective method to make symmetric smile.

1. 緒言

人前やカメラの前で自然な笑顔を作ることができる人は少なく、日本では多くの人が口（歯）を隠し、笑いを抑えようとする。それはいい笑顔が作れず、顔が崩れてしまうためと考えられる。

我々歯科の分野において、白い歯やきれいな歯並びなどがいい表情を作るために必要であるといわれる。美しい笑顔では唇のあいだからこぼれる歯のライン（スマイルライン）が下唇に沿って美しいカーブを描いている。このいい表情（笑顔）を作るため、スマイルトレーニングや口唇周囲の筋肉を鍛える装置などが紹介され、いくつかの報告も見られる¹⁾。

しかし、これまでの研究は安静時と微笑時、もしくはトレーニング前後の写真で左右の非対称性を分析した報告がほとんどであった。“笑う”という行動は“静止”しているものではなく、口唇から目周囲の軟組織にわたる一連の“動作”である。最終的な形態が左右対称であっても、左右の動きが対称でなければ、美しい笑いであるとは言いがたいと思われる。そのため、“笑う”という一連の動作を定量的に分析することがよい表情（笑顔）を得るために必要である。

そこで本研究は、よりよい笑顔を得るための示唆を得る



Analysis of the Dynamic Change of Smiling Face before and after Smile Training using Motion Capture System

Taiji Sohmura, Kazumichi Wakabayashi, Yoshiko Kawamura

Division of Oromaxillofacial Regeneration, Osaka University Graduate School of Dentistry

ため、スマイルトレーニングの効果について、モーションキャプチャーシステムを用いることにより、トレーニング前後における口唇周囲の形態的变化を動的な観点から分析を行った。

2. 実験方法

2-1. 被験者

被験者は本学歯学部職員の職員より、研究の趣旨を説明し同意の得られた者の中から、顎顔面外傷の既往がない20歳代女性7名（平均26.4歳、SD3.8歳）を選択した。

2-2. スマイルトレーニングの方法

スマイルトレーニングは以下の手順で行った。

- ①鏡の前で人差し指を口唇の両端にかかるくあて、ゆっくりと斜めに引き上げる。初めは少しだけ引き上げて5秒間保持後、元に戻す。
- ②もう少し口唇を引き上げて10秒間保持後、元に戻す。
- ③大きく口唇を引き上げて10秒間保持後、元に戻す。
- ④頬骨に指をあてて、マッサージを行う。

上記①～④のスマイルトレーニングを一日に5セット行うように指示した（図1）。

2-3. 計測方法

モーションキャプチャーで運動を追跡する標点には、絹田ら²⁾が考案した直径約10mmのラベル紙に円形のパターンを印刷した標点を用いた。被験者を椅子に座らせ、左右のキューピッドボウ頂点（marker 1、2）および口角（marker 3、4）、下唇の中央（marker 5）に標点を貼付した（図2）。そして各標点の運動を被験者の前方1mに設置した家庭用DVカメラ（DCR-TRV900、ソニー；解像度：



1. 鏡の前で人差し指を左右の口角にかかるくあてる
2. ゆっくりと口角を斜めに引き上げる
3. もう少し口唇を引き上げて10秒間保持後、元に戻す
4. さらに口唇を引き上げて10秒間保持後
5. 頬骨に指をあてて、表情筋のマッサージを行う
6. 上記のトレーニングを1日5回行う

図1 スマイルトレーニングの方法

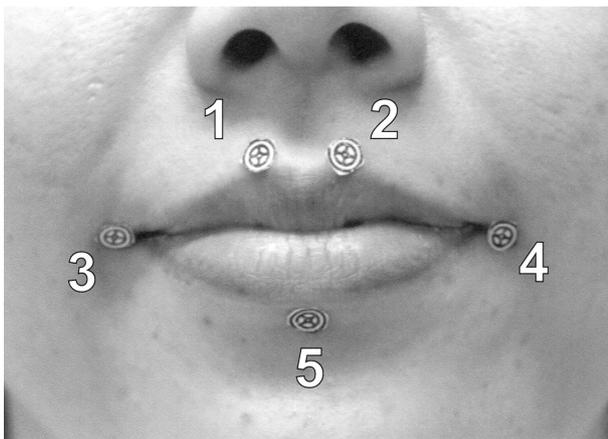


図2 口唇周囲に貼付した標点

720×480ピクセル、毎秒30フレーム)で撮影した(図3)。得られた動画データを、IEEE1394端子を経て32ビットPC(Pentium4 2.4GHz Dual、Windows XP(マイクロソフト)、Memory 1GB)に転送し、動画ファイル変換ソフトウェア(Motion Capture AVI、デジモ)およびモーションキャプチャー解析ソフトウェア(2D-PTV、デジモ)により、各標点の運動軌跡を得た(図4)。各被験者について、計測点の速度、加速度、口角部の角度のデータを取得した。被験者には、1日5回1ヶ月間のスマイルトレーニングを指示し、トレーニング前と、終了後の計2回測定を行った。一回の測定において、笑う運動を5回行わせた(図5)。

2-4. 分析方法

標点ならびに計測項目を図6に示す。計測項目はmarker 1、3間の距離(line 1)、marker 2、4間の距離(line



図3 デジタルビデオによる運動の記録

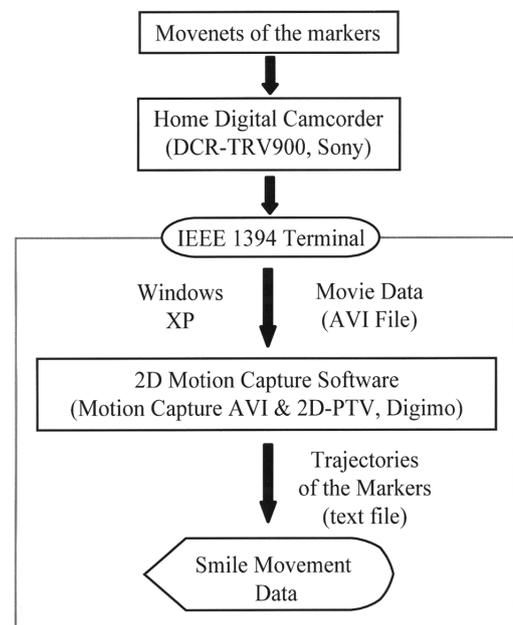


図4 運動の記録から解析までの流れ

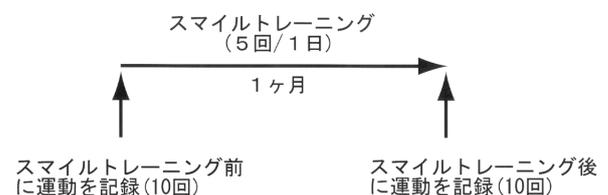


図5 運動記録のタイムスケジュール

2)、marker 3、5間の距離(line 3)、marker 4、5間の距離(line 4)、marker 3、4間の距離(line 5)、marker 3、4部の角度(angle 1、2)、marker 3、4の移動速度(speed 1、2)とした。

左右非対称性の判定には非対称性指数(Asymmetry Index: 以下AIと略す)を用いた。

$$AI (\text{Asymmetry Index}) = \{(R-L) / (R + L)\} \times 100$$

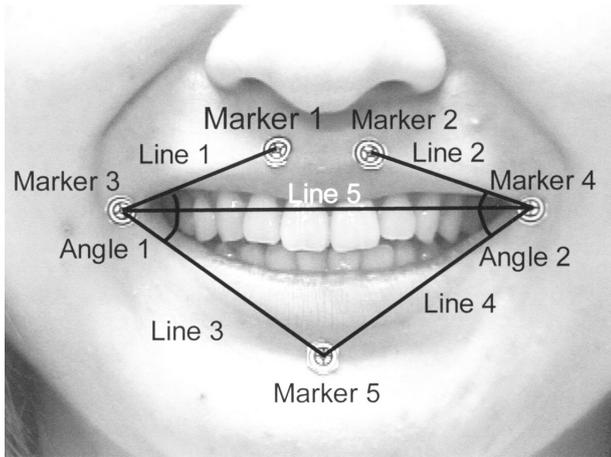


図6 運動解析に用いた標点、距離および角度

トレーニング前後において、被験者毎に以下の4項目についての分析を行った。

- 1) Line 1とLine 2のAI (AI-UP)
- 2) Line 3とLine 4のAI (AI-LW)
- 3) Angle 1とAngle2のAI (AI-Ang)
- 4) Speed 1とSpeed2のAI (AI-Vel)

トレーニング前後において、10連続の笑顔の動作の中でmarker 3、4間の距離(line 5)が中央値をとる笑顔の動作を本実験のデータとして採用した。上記4つの分析項目について、AIの変異係数(CV)を5回の運動についてそれぞれ算出し、その平均値を求めた。そしてトレーニング前後における変異係数の変化をpaired Student's t-test ($\alpha = 0.05$)にて検定を行った。

3. 結果

トレーニング前後で比較を行った結果、被験者6を除くすべての被験者において、スマイルトレーニング後、4つのパラメーター (AI-UP、AI-LW、AI-Ang、AI-Vel)のうち少なくとも1つで、AIの変異係数(CV)の平均値は有意に減少した(表1)。

被験者3においてはすべての項目においてAIの変異係数(CV)の平均値は有意に減少した。特に、AI-UPにおいて大きく減少していた(図7)。

被験者のうち1名は上顎犬歯の唇側転位によりmarker 4の傾斜が強くなり、モーションキャプチャーによる計測が不可能であったため本実験から除外した。

4. 考察

4-1. 計測方法について

顔貌の対称性を検討する方法として、顔面正貌写真³⁾やモアレトポグラフィー^{4, 5)}が多く用いられている。これらの方法では、主に笑う動作の最終状態において、顔面における特徴点間の距離などを分析している。しかし、写

表1 スマイルトレーニング前後の平均CV

		Mean CV			
		AI-UP	AI-LW	AI-Ang	AI-Vel
Subject1	Before	0.30	0.84	0.44	0.80
	After	0.27	0.29 **	0.35 *	0.66 **
Subject2	Before	0.33	0.12	0.23	0.88
	After	0.22 *	0.17	0.14 **	0.73 **
Subject3	Before	0.50	0.49 *	0.64 *	0.79
	After	0.24 **	0.25 *	0.42 *	0.66 **
Subject4	Before	0.93	0.74 **	0.64 *	0.87
	After	0.42 **	0.05 **	0.11	0.85
Subject5	Before	0.60	0.22 ** +	0.63	0.71
	After	0.29 **	0.78 ** +	0.82	0.82 ** +
Subject6	Before	0.11	0.17	0.10	0.73
	After	0.10	0.19	0.29 ** +	0.86
Subject7	Before	0.46	0.30	0.45	0.80
	After	0.26 **	0.25	0.35	0.76

*<0.05 **<0.01 +はCVが増加

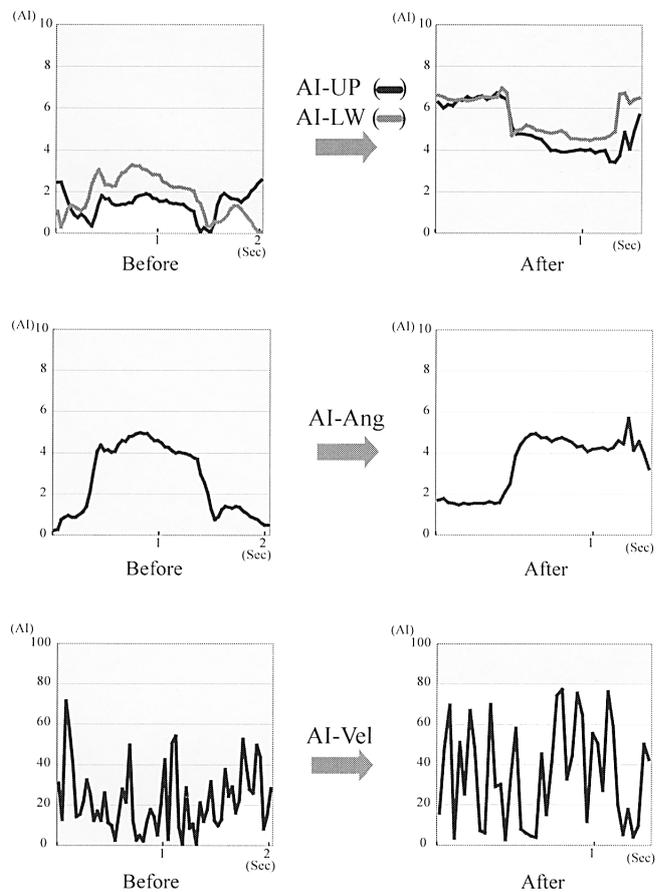


図7 スマイルトレーニング前後におけるAIの変化(被験者3)

真を使用した分析では笑う動作の途中における非対称性を分析することはできない。また、写真分析では笑顔を撮影する際、笑顔を維持するために表情筋が緊張しているため、自然な笑顔を得ることが極めて困難である。精神的にも緊張しており不自然な笑顔となっている写真が多い。これらの問題点を考慮し、本研究では自然な状態で笑顔の非対称性を動的に分析するため、DVカメラを使って動画を撮影し、モーションキャプチャーシステムを用いて計測を行った。その結果、自然な笑顔の経時的な変化について分析を行う

ことができた。

本実験に用いたDVカメラは1秒間に30枚の640×400ドット画像を撮影するものである。現在、ハイビジョン用カメラなどが安価に発売されるようになってきたため、このようなカメラを用いれば、より、精度の高い解析が可能となるものと考えられる。

4-2. 被験者の選択について

被験者の選択については、スマイルトレーニングに対するモチベーションの強さが実験結果に影響を及ぼすものと考えられた。そのため、被験者には、1日の中で鏡を見る時間が長く、また口唇周囲に関する関心が高いと考えられる、20代の女性歯科医師を選択した。

1名については、上顎犬歯の唇側転位によりmarker 4の傾斜が強く、モーションキャプチャーによる計測が不可能であったため本実験から除外した。被験者には、犬歯、小臼歯部に歯列不正を有するものは除外する必要があるものと考えられた。

4-3. 実験結果について

人の顔の表情は、精神活動の中でも特に感情状態を最も顕著に反映し、その感情の伝達に重要な役割を果たしている。とりわけ笑顔は相手に好意と安心を与える貴重な財産とされている。顔の表情における非対称性には左右の筋活動量の差などが考えられる。東らは「笑い」の表情が表出された時の表情筋の筋活動について評価を行った結果、表情の大きさと、下唇下制筋、大頬骨筋、口輪筋の筋活動量との間には、正の相関を示す傾向がみられたと報告している⁶⁾。我々は筋活動量を評価する代わりに、口唇周囲の特徴点の速度や距離、角度の時間的変化に着目し、運動の評価を行った。AIは一連の運動の中で時間経過とともに変化しており、左右の非対称性を動的に分析することの必要性が示された。

スマイルトレーニングの効果については、トレーニング前のAIの値が0ではないため、AIの変化でその効果を評価せず、変異係数を一連の運動中における筋活動のバランスとすることにより、評価した。被験者6を除く全ての被

験者においてスマイルトレーニング後、4つのパラメーターのうち少なくとも1つでAIの変異係数(CV)の平均値が有意に減少した。被験者3においてはすべての項目においてAIの変異係数(CV)の平均値は、有意に減少した。必ずしもすべての項目においてCVの減少は認められなかったが、スマイルトレーニング前後において、左右の筋活動のバランスが安定するようになる傾向が認められた。

1名の被験者において、歯列の影響によりmarkerの追跡ができなかった。歯列不正や顔の形態が口唇周囲の形態に影響を及ぼすものと考えられるため、画一的なスマイルトレーニング方法ではなく、歯列や顔の形態を考慮したスマイルトレーニングの方法を検討する必要があるものと考えられた。

5. 結論

モーションキャプチャーシステムにより、笑う過程における口唇周囲の非対称性を動的に分析することができた。また、本研究の結果よりスマイルトレーニングが左右対称的な笑顔をつくるための有効な方法であることが示唆された。

(参考文献)

- 1) 松尾 通：大顔展図録，78-79，読売新聞社，1999.
- 2) Kinuta, S., Wakabayashi, K., Sohmura, T., Kojima, T., Nagao, M., Nakamura T. and Takahashi, J.: Simple system to record jaw movements by a home digital camcorder. *Int. J. Prosthodont.*, 16, 563-568, 2003
- 3) 大作武彦, 李 团团, 上田路和子, 佐藤義孝, 中村昌幸: 顔(正貌)と咬合との研究 正貌顔面規格写真の分析 ベッグ矯正歯科ジャーナル, 8, 47-51, 1997.
- 4) 河相安彦: モアレトポグラフィによる顔面形態に関する研究 咀嚼の習慣が顔面形態に及ぼす影響について, *日大口腔科学* 18, 1-4, 1992.
- 5) 北條健三: モアレ縞による顔面の対称性に関する研究. *歯科学報*, 81, 1203-1235, 1981.
- 6) 東 和生, 丸山剛郎: よい表情を生み出す筋肉 微笑みをあなたに, 7, 6, 1995.

顔の運動情報が表情認知に与える効果に関する心理学的研究 — 視覚空間周波数分析を用いて —

立教大学文学部*、立教大学文学研究科**

長 田 佳 久*、本 間 元 康**

This experiment was performed on the effects of motion information on the recognition of facial expressions by the use of band-pass filtered images. Two spatial frequency band levels (low and high), two facial expressions (happy and sad), two modes of presentation (dynamic and static), and three morphing rates (10, 30 and 50%) were used, and eight subjects took part in the experiment. A 2AFC task was employed to judge the facial expression. With respect to happy faces of 10 to 30% morphing rates presented at the low spatial frequency band level, the percentage of correct responses was higher in the dynamic mode of presentation than in the static mode. With respect to sad faces, too, the performance was higher in the dynamic mode than in the case of static faces of 10 to 30% morphing rates presented at the high spatial frequency band level. These results suggest that motion information plays an important role in the recognition of facial expressions. And face motion has different influence on the recognition of two facial expressions.

Key words: recognition of facial expression, motion information, band-pass filtered facial image

1. 緒 言

倒立効果¹⁾やサッチャー錯視²⁾に見られるように、顔の表情認知に関する従来の心理学的研究では目や口などの部分の布置（部分間の位置関係；configuration）が重要であるとされてきた。これらは顔刺激として静止画像を使った多くの研究から得られた貴重な知見であるが、研究の多くは、眉、目、口またはそれらの間の空間的な布置関係などの検討に焦点をあてている。我々の日常のコミュニケーション場面を想起してみると、顔の表情は常に連続的に変わり、瞬時に動くダイナミックな表情を我々はすばやく認知している。事実、ダイナミックな顔の表情の変化は日常生活における意思伝達や豊かな感情表現には不可欠なものであり、時々刻々変化する表情の意味を理解することは極めて重要な日常のコミュニケーション行動の一つである。ひとたび運動の知覚が障害を受けると眼や口の動きが知覚できないため、会話中に話すタイミングを失い、満足なコミュニケーションがとれなくなる³⁾。それほど顔の動きは重要な意味を持っている。近年では静止画像研究に加えて、顔の動きに着目した研究が行われるようになった。

Knight & Johnston⁴⁾では動画像を使って顔の動きを提示し、人物の同定を行わせた。ネガフィルムの手法を使って顔画像を不鮮明にすると、静止画像に比べて動画像の正答率が上昇した（以下、運動情報効果）。その効果は顔画

像の鮮明度に依存した。Kamachi, Bruce, Mukaida, Gyoba, Yoshikawa & Akamatu⁵⁾では顔動画像を使って、表情変化の速度が表情印象の強さに影響を与えることを明らかにした。同じ表情でも変化速度が異なると表情の印象が変化するので、顔の運動情報が表象レベルで影響を与えていることを彼女らは主張した。またThornton & Kourtzi⁶⁾は、人物同定課題と表情同定課題で顔の運動情報が異なる効果を持つことを見だし、同じ運動情報がそれぞれの課題で異なる処理をしていると述べている。さらに筆者らHonma & Osada⁷⁾は表情認知における運動情報の効果を時系列的に検討し、顔の運動情報は表情認知の正答率を高め、表情の判断を促進すると報告した。以上の研究から、顔の運動情報は顔及び表情認知の重要な手がかりになっていることが明らかになってきた。しかし、顔の運動情報が表情の全体情報と部分情報のどちらに影響を与えているかを具体的に検討した研究は極めて少ない。

一方、Osada & Nagasaka^{8, 9, 10)}では静止画像の表情判断を行っている実験参加者の眼球運動を測定し、多くの注視点顔の皮溝（facial lines; 以下シワとする）に沿って移動することを明らかにした。すなわち表情の変化によって生じる表情シワが表情の読み取りに重要な役割を果たしていた。従来の研究では、顔に対する眼球運動は眉、目、鼻、口などに集中するとされ、表情の読み取りは個々の部分の表情に応じた特徴変化とそれらの関係（例えば、つり上がった眉とへの字口による怒りの表情）によってなされると考えられている。Osadaらの発見は、眼球運動が個々の部分よりもむしろ個々の部分を動かしている表情筋によって作られる顔の表面の隆起とそれによる表情シワに集中することを明らかにしたものであった。

表情が動くとき、シワは表情の読み取りでどのような役割を果たしているのだろうか。表情を動かしている表情



Psychological research for the effects of dynamic information of a face on the recognition of facial expression by spatial frequency analysis.

Yoshihisa Osada, Motoyasu Honma

* Faculty of Letters, Rikkyo University

** Department of Psychology, Graduate School of Letters, Rikkyo University

筋が連続的に変化すると、それによってシワは動的に変化する。表情の変化に伴ってダイナミックに変化するシワは表情認知の重要な手がかりとなる可能性が高い。

2. 実験

2.1. 目的

我々を取り囲む視覚世界のすべての視覚刺激は2次元の濃淡強度値の分布として記述でき、フーリエ解析によって周波数の異なる正弦波成分に分解することができる。視覚の空間周波数分析は視覚刺激に含まれる情報や、人や動物の視覚システムの感受性を記述するための有効な手段である。また、視覚システムは入力した情報を低空間周波数、高空間周波数に分解し、それぞれ別の処理チャンネルが存在することを示唆する多くの研究がある^{11,12,13}。顔の処理過程における全体的処理、部分的処理といった二つの区別は、低空間周波数、高空間周波数と言い換えることができる。空間周波数によって、顔に含まれる情報をより定量的に制限して表すことができる。高空間周波数成分は細かい解像度をもちパターンの部分的な情報を含むが、これに対し、低空間周波数成分は粗い解像度をもち全体的な形態や陰影などの大まかな情報から成る。シワに着目すると、高空間周波数成分で表された顔画像にはシワの陰影情報はほとんど含まれないが、低空間周波数成分で表された顔画像にはシワの陰影情報は残されている (Fig. 1-a,b 参照)。

時系列分析を行って顔の運動情報の効果を検討した。例えば、静止画像の真顔をモーフィング率 0%、表情 happy をモーフィング率 100% とし、モーフィング率 50% の動画は真顔から表情 happy まで変化する動画を 1/2 まで提示した (Fig. 2 参照)。また、静止画像による先行研究では表情間で処理過程が異なることが示唆されている^{14,15,16}。例えば、笑顔は低空間周波数だけで表情判断が可能だが、それ以外の表情は高空間周波数を必要とする。そのため、笑顔 (以下、表情 happy) と悲しみ顔 (以下、表情 sad) を用いて比較・検討した。



Fig.1-a : Low spatial frequency

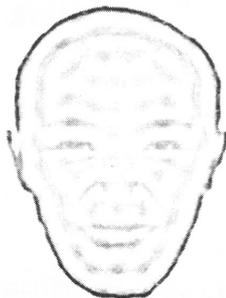


Fig.1-b : High spatial frequency

Fig. 1 Fig.1-a は低空間周波数の表情 happy の画像、Fig.1-b は高空間周波数の表情 happy の画像である。なお実験に用いた画像よりもコントラストを強めてある。

本研究では顔動画の空間周波数帯域を操作することによって観察者に与える手がかりを全体情報と部分情報に限定し、顔の運動情報が表情認知の正答率に及ぼす効果を検討した。また、シワの動きが表情認知にどのような影響を与えるかを論じた。

2.2. 方法

2.2.1. 実験参加者

正常な視力を有する大学生と大学院生計 8 名が参加した (男性 4 名、女性 4 名)。

2.2.2. 装置

コンピュータ (Apple PowerMac G4) によって作成した顔刺激を刺激提示用モニター (SONY 17GS) に提示した。顔刺激の提示、カテゴリー反応の記録、実験試行の制御のソフトウェアは VISION SHELL PPC (HARVARD 大学製) を使用した。実験参加者はチンレストによって頭部を固定され、テンキーボードとマウスによって反応した。

2.2.3. 刺激

長田・石井・秋田¹⁷ が作成した静止画像を動画の第 1 フレーム (真顔) と最終フレーム (特定のプロトタイプ表情) に用いた。これらの静止画像は、頭髮をグラフィック処理で除去した男性 2 名と女性 2 名のそれぞれの表情写真を MORPH version2.5 (GRYPHON 社製) によって合成した平均顔画像であった。これらの静止画像に 2 オクターブの 2 次元フーリエフィルタを通過させて、高空間周波数帯域 (中心周波数 28.86 cycle/face width) と低空間周波数帯域 (中心周波数 4.65 cycle/face width) の平均顔画像とした (Fig. 1-a,b 参照)。さらにそれら顔画像を加工してそれぞれの表情に応じた動画を制作した。動画をそれぞれ真顔から happy、真顔から sad へ連続的に変化させた (Fig. 2 参照)。提示時間はモーフィング率で示し、モーフィング率 10% で 336ms、30% で 1037ms、50% で

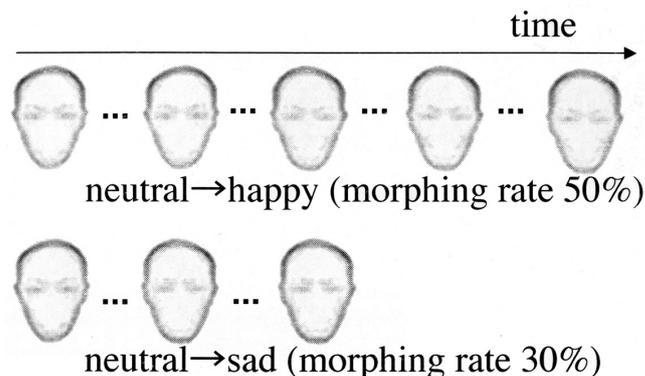


Fig. 2 動画刺激の説明図。横軸はモーフィング率 (時間) を示す。

1687msであった。観察距離は57cmであり、顔画像の大きさは視角度数 $18.0^\circ \times 12.5^\circ$ であった。

2.2.4. 手続き

各試行開始時に画面中央に凝視点を1000ms提示し、500-1000msのランダムな時間後に顔刺激を提示した。実験参加者の課題は顔画像の表情をできるだけ速く判断し、キー押しによる反応をすることであった。反応後にhappyかsadかの表情を強制選択法で判断させた (Fig. 3 参照)。実験参加者1人当たりの試行数は、表情；2×動画像・静止画像パターン (以下、提示パターン)；2×モーフィング率；3×空間周波数帯域；2×10試行の計240試行であった。

3. 結果

Fig. 4-a,bは空間周波数別に実験参加者全員の平均正答率を示したものである。実験参加者全員の正答率について、空間周波数別に表情×提示パターン×モーフィング率の3要因分散分析を行った。

[低空間周波数 (Fig. 4-a 参照)] 表情 ($F_{(1,79)}=12.31, p<0.01$)、提示パターン ($F_{(1,79)}=7.43, p<0.01$)、モーフィング率 ($F_{(2,158)}=6.29, p<0.01$) の主効果はそれぞれ有意であった。提示パターンの主効果について、モーフィング率ごとに Turkey の多重比較を行った結果、モーフィング率10%と50%、モーフィング率10%と30%、及びモーフィング率30%と50%の間で正答率に有意差が見られた (各々、 $p<0.05$)。さらに各表情のモーフィング率ごとに1要因の分散分析を行った結果、表情 happy の正答率は、モーフィング率10% ($F_{(1,159)}=22.81, p<0.01$)、30% ($F_{(1,159)}=10.34, p<0.01$) において動画像と静止画像に有意差が認められ、モーフィング率50%においては有意差がなかった。これに対し、表情 sad の正答率は、全てのモーフィング率において静止画像と動画像に有意差は認められなかった。すなわち、低空間周波数の表情 happy の正答率は、静止画像では低かったが、動画像では高かった。他方、低空間周波数の表情 sad の正答率は、モーフィング率に関わらず、静止画像と動画像の正答率の差は変化せず、ほぼ横ばいであった。

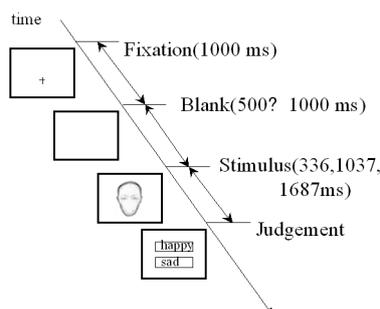


Fig. 3 一試行の提示順序。

[高空間周波数 (Fig. 4-b 参照)] 表情 ($F_{(1,79)}=10.67, p<0.01$)、提示パターン ($F_{(1,79)}=8.42, p<0.01$)、モーフィング率 ($F_{(2,158)}=7.88, p<0.01$) の主効果はそれぞれ有意であった。提示パターンの主効果について、モーフィング率ごとに Turkey の多重比較を行った結果、モーフィング率10%と30%、モーフィング率10%と50%、及びモーフィング率30%と50%の間で正答率に有意差が見られた (各々、 $p<0.05$)。さらに各表情のモーフィング率ごとに1要因の分散分析を行った結果、表情 sad の正答率は、モーフィング率10% ($F_{(1,159)}=22.81, p<0.01$)、30% ($F_{(1,159)}=10.34, p<0.01$) において静止画像と動画像に有意差が認められ、モーフィング率50%においては有意差が認められなかった。これに対し、表情 happy の正答率は、全てのモーフィング率において静止画像と動画像に有意差が認められなかった。すなわち、高空間周波数の表情 sad では、静止画像の正答率は低かったが、動画像の正答率は高かった。他方、高空間周波数の表情 happy の正答率は、モーフィング率に関わらず静止画像と動画像との差はなかった。

4. 考察

低空間周波数の顔画像では表情 happy で運動情報効果が認められたが、表情 sad ではその効果はなかった。他方、高空間周波数の顔画像では表情 sad で運動情報効果が認められたが、表情 happy ではその効果はなかった。すなわち顔の運動情報は表情の読み取りに積極的な効果を持つが、表情 happy では低空間周波数でのみ効果があったのに対して、表情 sad では高空間周波数でのみ効果があった。

表情間で正答率が異なるという結果は、従来の静止画像研究と一致する^{14,15,16}。例えば、Endo, Endo, Kirita & Maruyama¹⁶では、低空間周波数の顔画像 (表情 happy, 表情 sad, 真顔) を使って表情の弁別課題を行った結果、表情 happy と真顔の弁別課題では低空間周波数帯域が低くても高い正答率を維持したのに対し、表情 sad と真顔では低空間周波数帯域が低くなるにしたがい、正答率は大きく低下した。この結果から、表情 happy を特定する情報は低空間周波数帯域 (全体情報) にも含まれているが、表

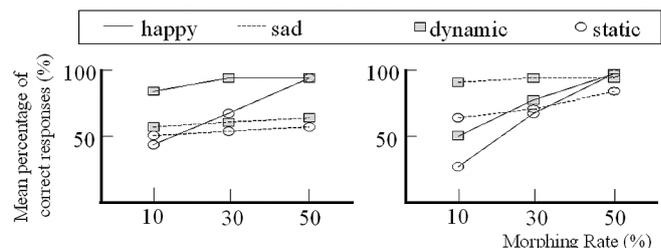


Fig. 4 実験結果。Fig.4-aは低空間周波数、Fig.4-bは高空間周波数の結果である。縦軸は平均正答率、横軸はモーフィング率を示す。実線は表情 happy、点線は表情 sad、□マークは動画像提示、○マークは静止画像提示を示す。

情 sad を特定するためには、高空間周波数帯域（部分情報）の情報が必要であることが明らかになった。動画像を用いた本実験においても、表情 happy の正答率は高空間周波数に比べ低空間周波数で高かった。この結果から高空間周波数の表情 happy では運動情報の効果はなく、低空間周波数の表情 happy では運動情報の効果が生じると考えられる。対照的に、表情 sad では低空間周波数の全てのモーフィング率で動画像と静止画像の正答率に差が認められず、高空間周波数においてのみ有意差が認められた。この結果から低空間周波数の表情 sad では運動情報の効果はなく、高空間周波数の表情 sad においては運動情報の効果が生じると考えられる。

顔の運動情報効果が生じるのは、特定の表情認知に応じた空間周波数帯域が存在していることを基盤として考えると考えられる。静止画像における特定の表情の読み取りにセンシティブな周波数帯域をもつ表情が動くことによって、運動のまとまりとして体制化して、読み取りを促進していると言えるかもしれない。

空間周波数分析から得られた結果をシワの有無に置き換えて推論してみよう。シワの陰影がある低空間周波数の表情 happy で運動情報の効果が生じた。表情 happy を認知するには、全体情報が大きな手がかりとなっており、シワの動きを効率よく使用していることが考えられる。これに対し、シワの陰影が存在しない高空間周波数の結果は、表情 sad で効果が生じた。表情 sad を認知するには、シワの動きを多くは使用していない可能性を示す。しかし、高空間周波数にはシワ以外の情報が残されており、今回の実験結果だけからでは詳細な言及はできない。眼球運動測定などを用いた詳細な検討が今後に残された課題である。

シワは表情筋の一部が作っているものであり、表情筋の神経解剖学からの知見がシワの動きの効果に関して新たな考察を導くことが考えられる。例えば、眼輪筋と呼ばれるまぶたを開閉する筋肉は目尻のシワを作り、口輪筋と呼ばれる唇を取り囲む筋肉は口元の複雑で微妙な表情を作り出す¹⁸⁾。こうした表情筋の動きが表情認知に大きな影響を与えていることは十分に考えられることであり、その表情筋が作るシワの動きは表情認知には欠かせないものである。これら表情筋およびシワの物理的な測定を行い、それらの物理的の配置や変化量を分析し、心理データと比較することによって、シワの動きの効果が明確になることが期待できる。

相手の感情を読み取る際に、表情は個人の内的な状態を他者に伝える信号伝達機能の役割を担っている。特に、シワの動きによって作られる情報が表情認知においてどのような役割を果たしているのか、その検討がノンバーバルコミュニケーションとしての顔認知メカニズム解明の一つの鍵となろう。

(引用文献)

- 1) Yin, R. K. :Looking at upside-down faces. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 141-145, 1969.
- 2) Tompson, P. :Margaret Thatcher: a new illusion. *Perception*, 9, 483-484, 1980.
- 3) Zihl, J., von Carmon D., & Mai, N. :Selective disturbance of movement vision after bilateral brain damage. *Brain*, 106, 313-340, 1983.
- 4) Knight, B., & Johnston, A. :The role of movement in the recognition of famous faces. *Visual Cognition*, 4, 265-273, 1997.
- 5) Kamachi, M., Bruce, V., Mukaida, S., Gyoba, J., Yoshikawa, S., & Akamatu, S. :Dynamic properties influence the perception of facial expressions. *Perception*, 30, 875-887, 2001.
- 6) Thornton, I.M., & Kourtzi, Z. :A matching advantage for dynamic human faces. *Perception*, 31, 113-132, 2002.
- 7) Honma, M., & Osada, Y. :The effect of the dynamic property on the recognition of moving facial expressions. *Journal of Vision*, 3(9), 835, 2004.
- 8) Osada, Y., Nagasaka, Y., & Yamazaki, R. :The effects of partially masked faces on judgements of emotion on eye movements. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 39, S172, 1998.
- 9) Osada, Y., & Nagasaka, Y. :Fixation on facial lines plays an important role in judgements of facial expressions. *Perception*, 28, supplement , 115, 1999.
- 10) Osada, Y., & Nagasaka, Y. :Judgments of facial expressions studied with the use of band-pass-filtered morphed photographs and eye movements. *Perception*, 29, supplement , 7, 2000.
- 11) Cambell, F. W. C., & Robson, J. :Application of Fourier analysis to the visibility of gratings. *Journal of Physiology*, 197, 551-566, 1968.
- 12) Graham, N., & Nachmias, J. :Detection of grating patterns containing two spatial frequencies: A comparison of single channel and multiple channel models. *Vision Research*, 11, 251-259, 1971.
- 13) Wilson, H. R., & Bergen, J. R. :A four-mechanism model for spatial vision. *Vision Research*, 19, 19-32, 1979.
- 14) Ladavas, E., Umiltà, C., & Ricci-Bitti, P.E. :Evidence for sex differences in right hemisphere dominance for emotions. *Neuropsychologia*, 18, 361-366, 1980.
- 15) Kiouac, G., & Dor, F. Y. :Accuracy and latency of judgment of facial expressions of emotions. *Perceptual and Motor Skills*, 57, 683-686, 1983.
- 16) Endo, N., Endo, M., Kirita, T., & Maruyama, K.

:The effects of expression on face recognition. *Tohoku Psychologica Folia*, 51, 1-10, 1992.

- 17) 長田佳久, 石井巖, 秋田喜代美 : 眼球運動測定実験に基づいた顔の表情認知過程に関する研究. 平成8・9・10年度 文部省科学研究費補助金 基盤研究 (B) 研究

成果報告書, 2000.

- 18) Rinn, W, E. :Neuropsychology of facial expression. In R. S. Feldman & B. Rinn(Eds.), *Fundamentals of nonverbal behavior*, Cambridge, Cambridge University Press, 1989, 3-30.

カムフラージュメイクは万能ではない —顔に疾患のある当事者へのインタビュー調査から—

お茶の水女子大学大学院 人間文化研究科

西 倉 実 季

The purpose of this paper is to evaluate the merits and the demerits of the makeup for camouflage, based on the narratives of women with facial disfigurements. Furthermore, I attempt to examine how the support for those with facial disfigurements should be developed.

The conclusions of my paper are as follow: the makeup for camouflage is not necessarily all-rounded. The merits and the demerits of the camouflage makeup depend on the social context in which women with facial disfigurements are actually situated and the human relations they have. In supporting to those with facial disfigurements, we should consider the pluralistic meanings of the camouflage makeup.

1. はじめに

本稿の目的は、顔に血管腫などの疾患がある当事者の視点から、疾患や外傷に施されるメイク（以下では「カムフラージュメイク」とする）の有効性と問題点を検討することである。具体的には、顔に疾患のある女性へのインタビュー調査で得られたデータをもとに、彼女たちはカムフラージュメイクをすることでどのような効果を経験し、反対にどのような問題を感じているのかを明らかにする。

研究対象を顔に疾患をもつ当事者としたのは、次の理由による。筆者はこれまでの研究成果から、カムフラージュメイクが顔に疾患のある女性たちの自己意識に密接に関係しているという知見を得た。顔に疾患を抱える女性たちにとって、カムフラージュメイクはこれほど必要不可欠な存在であるにもかかわらず、従来の化粧文化研究（人文・社会科学領域での化粧研究）においては、主としてより美しくなるための化粧に焦点があてられ、疾患や外傷に施される化粧は考察の対象とされてこなかった。今日、化粧の役割がたんに「美」の提供にとどまらず、医療福祉的、社会心理的な領域にまで拡大していることを鑑みれば、疾患や外傷をもつ人々のカムフラージュメイクを研究の射程に入れることは重要な課題となってくる。

また、メイクアップアーティストや医療従事者が顔に疾患や外傷を抱える人々を援助する際は、とりわけカムフラージュメイクの有効性が強調され、その問題点は見すげされてきた。カムフラージュメイクを施したことによる成功例ばかりが取り上げられ（たとえば「メイクで疾患をうま

くカバーできた」「QOLが向上した」「笑顔が戻った」など）、失敗した事例の報告や、それがなぜ失敗に終わったのかという検討はなされていない。こうした状況を考えると、まずは顔に疾患や外傷のある当事者がどのようなことを考え、カムフラージュメイクに関してどのような経験をしているのかに注目することは、大きな意味をもっている。

以下の第2節と第3節では、メイクアップアーティストや医療従事者によるカムフラージュメイクの実践がもつ意義を確認したうえで、そこに含まれる問題点を検討する。第4節では、当事者へのインタビューで得られたデータを検討し、第5節では、本稿の立場から、コスメトロジーが何を実践するべきかを提言する。

2. メイクと医療との連携の意義

通常、顔に疾患や外傷のある人々への援助というと、形成外科手術やレーザー照射による治療が考えられる。しかし、こうした治療によって疾患や外傷の改善がみられたとしても、必ずしも完治に至るわけではない。この場合、疾患・外傷をカバーするカムフラージュメイクのはたす役割は大きい。たとえばフェイシャルセラピストのかづききれいこは、外見の悩みに関しては従来の医療の力が及ばないことを指摘し、「そのとき、もちろん医療行為としての外科的な顔の再建も大切ですが、そこにフェイシャルセラピストがリハビリメイクを加えていくと、顔は驚くほど魅力的になり、そして患者さんは本当にいきいきと社会復帰していきます¹⁾」と述べている。かづきの主張は、メイクと医療との連携による顔に疾患・外傷のある人々への援助の必要性である。

野澤桂子が述べるように、日本の医療現場においては、患者の心理に与えるメイクをはじめとする美容の効果がじゅうぶんに認識されてきたとは言いがたい²⁾。フランスでは対照的に、美容を用いた治療「ソシオエステティック」が医療の一分野として組み込まれ、患者の心理的支援の面でもめざましい実績をあげているという。この指摘をふまえ



Camouflage Makeup Is Not Necessarily All-Rounded : An Analysis of Narratives by Woman with Facial Disfigurements.

Miki Nishikura
Ochanomizu University

ば、カムフラージュメイクを媒介としたメイクアップアーティストと医療従事者との連携の意義は、強調してもしすぎることはない。

3. 専門家主導の支援がはらむ陥穽

メイクと医療との連携によって、疾患・外傷をもつ人々のQOLを向上させていくことには大きな意義がある。カムフラージュメイクを通じた支援は、コスメトロジーの重要な使命といえるだろう。しかし、こうした「支援」が、現在のところ専門家が「与えるもの」としてイメージされていることには注意が必要である。支援がこのようにイメージされる背景には、医療や看護、福祉の場面において「専門家モデル」、なかでもとりわけ「生物医学モデル」がいまなお支配的に作用しているという社会構造がある。

精神科医であり、医療人類学者でもあるアーサー・クラインマンは、患者の話を理解しようとせず、それをひたすら生物医学的診断に還元しようとする医師の姿勢を批判的に描き出している³⁾。そして「患者や医療者がある特定の病いのエピソードについて抱く考え」である「説明モデル explanatory model」という概念を提示し、患者も医療者もそれぞれの「説明モデル」をもっており、両者はしばしば食い違いをみせることを指摘している。たとえば、医療者は生物医学という「説明モデル」を頑なに保持するあまり、患者の身体の問題にばかり目を向けがちで、心理的・社会的な悩みや生活上の困難にはほとんど関心を示さないという。一方患者は、心理的・社会的な悩みや生活上の困難が軽視され、あくまでも付随的な問題としてしか考慮されないことに不満を覚える。患者が医療者とは異なる「説明モデル」を生きているということを見ようとしないう結果、野口裕二が指摘するように、医療者は「医療者と患者の「説明モデル」の違いに気づき、その違いから出発するケアをおこなうチャンスをみすみす見逃す」⁴⁾ ことになってしまう。

つまり、疾患・外傷をもつ人々の「説明モデル」を理解しようとしないう限り、当事者視点による支援は達成されないのである。クラインマンは、患者の「説明モデル」を理解するために、患者にとっての「病いの経験」、そして「病いの意味」「病いの語り」に着目するⁱ⁾。「患者は彼らの病いの経験を——つまり自分自身や重要な他者にとってそれがもつ意味を——個人的な語りとして整理するのである」⁵⁾。患者の「病いの経験」は、非専門家的「説明モデル」によって組み立てられている。クラインマンによれば、個人の「病いの語り」すなわち「病い」について語られる語りを通して、われわれはその人が「病いの経験」をどう生きているかを理解でき、さらにはより効果的なケアを提供する機会を得るといふ。本稿が当事者の語りに注目するのは、まさにこうした理由による。

4. 当事者の語り

—カムフラージュメイクの有効性と問題点—

以下では、顔に疾患のある女性たちへのインタビューで得られたデータをもとに、カムフラージュメイクの有効性と問題点を検討していくⁱⁱ⁾。女性たちは、カムフラージュメイクに関してどのような経験をしているのだろうか。なお、インタビューの対象者は、顔に疾患のある成人女性であり、男性や子どもは含まれていない。その理由は筆者の関心が成人女性にとってのカムフラージュメイクにあるためであるが、これは男性や子どもにとってのカムフラージュメイクが重要でないことを意味しない。事実、今回のインタビュー調査の対象者となった女性たちの中にも、幼少時からカムフラージュメイクをしていた人が多く、子どもにとってのカムフラージュメイクの有効性と問題点はきわめて重要な研究課題である。また単純性血管腫をもつ当事者である石井政之は、カムフラージュメイクのモデルを務めた経験から、女性が望むメイクと男性が望むそれとは違っていることを指摘している⁶⁾。メイクはもっぱら女性のものだとみなされており、必然的に男性に対するカムフラージュメイクの支援や研究は立ち遅れているのが現状である。その意味では今回のインタビューには偏りがあると言わざるを得ないが、本稿では「成人女性にとってのカムフラージュメイク」という限定をつけることでむしろ、より掘り下げた検討が可能になると考える。以下の「」内は、インタビュー・データからの引用であることを示す。

4.1 カムフラージュメイクの有効性

まず、カムフラージュメイクの有効性を検討していこう。顔に疾患のある女性たちは、カムフラージュメイクに関して、どのような効果やメリットを感じているのだろうか。

【事例1：自分に自信をもたせる手段】

やっぱり人間関係つくううえで、仕事をするにしても学校に行くにしても、やっぱりこう、一番顔っていうところは目につくもので、それによってやっぱり、人の印象っていうのが左右されるっていうのがあると思うんですよ。あの、だから、何ていうかなあ、自分がね、それによってね、化粧で隠していくらか精神的に安心できるんであればね、化粧とかそういう手段も、あの、隠すっていうよりは、自分をこう、自信をもたせるっていうか、そういう手段であるから、あの、何ていうかなあ、いいかなって。使えるものがあれば使っていたらいいっていう考え方なんで(Aさん・30代・単純性血管腫)。

Aさんいわく「内面的なものとはまた別に外面的なものっていうのは、人間関係つくっていくうえで重要」である。Aさんは、あざのある彼女をそのまま受け入れてくれる人

との恋愛や当初の不安をよそに営業職として充実して働くことができた経験から、「見た目がどうであっても、やっぱり見てくれる人はちゃんと中身を見てくれる」という確信をもっている。しかしAさんによれば、中身を評価してもらえない段階に至るまでには「やはり見た目は大事」なのである。とくに初対面では、顔で第一印象が決まってしまうことが少なくない。Aさんにとってカムフラージュメイクは、人間関係の端緒を開いていくための「手段」という意味をもっていることがわかる。同様の語りは、Gさんにもみられた。

【事例2：出会いのきっかけになる】

たとえば、あの、カツラの人が、前テレビで見たんですけど、若いのにカツラの男の人がいて、最初たとえば、恋愛なりお見合いなりするときに、まあ、若いのに、なんか、すごい頭ツルツルだと、やっぱりちょっと引かれちゃうんですけど。だけど、カツラ被って、出会う。それで、自分の人となりを付き合ってるうちにわかってもらって、そうすると、「実は僕はカツラなんだよ」とかって言ったときでも、もう人となりをわかってもらってるから、自分の内面に惹かれてもらってるから、そのまま、うまくいくこともあるかもしれないけど、カツラをしてないと、まず出会いもない。最初から引かれちゃうから。それを考えると、カバーマークⅢも、あの、悪いことばっかじゃないと思うんですけどね。たぶん、その、なんか、(出会いの)きっかけを。すっぴんだったらたぶん、お見合いもたぶん、する勇気も出なかっただろうし(Gさん・40代・単純性血管腫)。

Gさんはこのように、カツラを使用している男性を引き合いに出しながら、カムフラージュメイクが「出会いのきっかけ」(ここではとくに異性との出会いのきっかけ)になると語っている。カツラやカムフラージュメイクは確かに「本来の自分を隠す」ものであるが、それをしないと、薄毛や疾患が「ネック」となって出会いの段階でつまづいてしまう。自分の「人となり」を理解してもらい段階になれば、薄毛や疾患は問題にならないかもしれないのに、その段階まで進めないというわけである。Gさんは見合い結婚をしているが、この出会いもまた、カムフラージュメイクが「きっかけ」となったことが語られている。

【事例3：普通に生きるために必要】

(カムフラージュメイクは)普通に生きるために必要なもの。だから、うーん、たとえば地震があったときとか、なんかあったときに、ひとつ持って逃げていいよって言われたらカバーマークって答えるぐらい。食べるものより何よりも大切なもの(Fさん・30代・太田母斑)。

Fさんによれば、「普通に生きる」というのは「ただ差別されないっていうか、人に見られないこと」だという。われわれが見ず知らずの他者と対面的にかかわる際、相手にわずかに視線を向けることはあるが、すぐにそらし、その人に対して特別の関心がないことを示す。これを社会学者のアーヴィング・ゴフマンは「儀礼的無関心」と名づけた⁷⁾。儀礼的無関心を装うことで、「われわれはまわりに居合わせた他人の意図を疑ったり、その存在を恐れたりしていないことを、また彼らに敵意をもったり、彼らを避けてはいいことをほめめかす」⁸⁾のである。しかしゴフマンによれば、この儀礼的無関心はいつでも遵守されるとは限らず、外見に特徴のある人々に対しては不作法な視線が向けられることがある。たとえばFさんは、電車の中での執拗な視線や子どもによるあからさまな言及について語っている。カムフラージュメイクは、Fさんが「普通に生きるために」、すなわち儀礼的無関心を欠く行為の対象とならないために「必要なもの」なのである。

【事例4：仕事で利害関係を発生させないために】

私は絶対、仕事では素顔になるつもりはないんですね。なんでかというと、会社とか仕事では利害関係が発生するじゃないですか。やっぱり不利なんですよ。(中略)あと、たとえば、おんなじ仕事の失敗とかしても、なんか、あの、やっぱりそういうの(=あざ)があるとマイナス・イメージになっていっちゃうから、やっぱり利害関係が発生するから。だから、絶対仕事では、素顔になるつもりはないんですね。仕事ではカバーマークがあってよかったなって思う(Bさん・40代・単純性血管腫)。

Bさんいわく、顔にあざがあっても私生活における人間関係には利害関係は生じない。というのは、もしBさんの顔を侮蔑するような人がいたとしても、その人との関係を断ち切ればすむためである。一方、仕事においては事情が異なる。たとえどんな侮蔑を受けたとしても職務上必要な関係は続けていかなければならない。さらにBさんは、仕事であざのない人と同様のミスをした場合、あざを理由に、より「マイナスな」処遇を受けるのではないかと危惧している。Bさんが「仕事では絶対、素顔になるつもりはない」のは、顔のあざがこうした「利害関係」の原因となりうるためである。このことから、Bさんにとってのカムフラージュメイクとは、「利害関係」に巻き込まれることなく仕事を継続していくうえで必要不可欠なものであると言える。

以上、当事者の語りをもとに、カムフラージュメイクの有効性を検討してきた。自分に自信がもてる、好奇心や侮蔑の対象とならない、仕事で不利な立場に置かれない。これらは、すでにメイクアップアーティストらによって指摘

されてきたことであり、目新しい知見ではない。しかし、個々人の「病いの語り」の中でそれらをみたとき、実に多様な意味合いをもっていることがわかる。

4.2 カムフラージュメイクの問題点

次に、カムフラージュメイクの問題点を検討していこう。顔に疾患のある女性たちは、カムフラージュメイクに関して、どのような問題やデメリットを感じているのだろうか。第1節でも述べたように、カムフラージュメイクの問題点はこれまであまり検討の対象とされてこなかった。そのため本稿では、なるべく多くの事例を紹介しながら、検討を進めていくことにしたい。

【事例5：普通にするのに30分】

普通にする、普通の、普通にするのに30分ていうか。そこから始まるみたいな。まずみんなと同じレベルにするまでに30分かけてみたいんじゃないですか。で、それでやっと、こう、終わって、で、もうとにかく、あざが隠れて、で、普通でいったところのファンデーション塗った状態になって、そこから、こう、メイクがはじまるみたいな。だから、普通のメイクアップとは全然違いますね（Hさん・40代・単純性血管腫）。

Hさんの語るカムフラージュメイクの問題点は、何よりその「煩わしさ」である。Hさんのあざは顔だけでなく、耳や首など、かなり広範囲に及んでいる。毎朝、ティッシュペーパーを何枚も使い、手をファンデーションまみれにしながら「こんなこといつまでしないといけないんだろう」と思ってしまうのだという。また語りの引用において、Hさんのメイクと「普通のメイクアップ」とが区別されていることに気がつく。通常のメイクアップのスタート地点である「普通」の状態にするまでに30分も要することが、Hさんに自分の顔がいかに「みんなと同じレベルじゃない」かを痛感させている。こうした語りは、次にみるAさんにも共通するものである。

【事例6：かえて「普通でない」と感じてしまう】

化粧しても、私のなかの化粧っていうのは限りなくその、なるべくその、自分の欠点をカバーするための化粧であって、きれいにするとか、もちろんきれいにするっていうのもどっかであるかもしれないけど、メイクをするっていうのは、とくにまあ、カバーマークもそうなんですけど、色を隠す、なるべくその、なんていうかな、人の目から見て、見たときなるべく目立たなくするというか。うーん、そういう、いわゆる防御じゃないですけど、そういう意味のメイクかなと思うんですね。あんまりその、世間一般の意味の、ただ単にきれいにするっていう意味の化粧とはまた違う意味の化粧なんかかなと思うんですね。だから、そういう意味でも、なんていうかなあ、やっぱり

そういうことのたんに、自分は普通じゃないというか、ちょっとこう、違うっていうのを、なんか意識せざるをえないじゃないんですけどね。（Aさん・30代女性・単純性血管腫）。

Aさんがカムフラージュメイクをはじめたのは、中学生のときである。Aさんは「みんなは勉強とか遊びに集中してるのに、なんで私だけ顔に気を使わないとあかんのやろ」「なんで私だけ普通の顔じゃないんやろ」という当時の「悔しさ」を振り返っている。

大学に入学し、周囲の友達がメイクをはじめると、今度はAさん自身と周囲のメイクがもつ意味合いの「違い」を意識せざるをえなくなったという。友達のメイクは「自分をきれいに見せるため」であるのに対し、Aさんのメイクは人の視線からの「防御」であり、両者は大きく異なっている。そのためAさんは、カムフラージュメイクがもつ意味を考えるたびに「自分は普通じゃない」と感じてしまうのである。このように、カムフラージュメイクがかえて、Aさんに「普通じゃない」「みんなと違う」という意識をもたらしている点は注目に値する。

【事例7：強迫観念のようになってしまった】

もう、外出するときは化粧するって、強迫観念のように。なんか、けっこう時間かかるじゃないですか。40分とか。だから、なんか寝坊とかしてお化粧できなかったらどうしようって、なんか夜も眠れなくなっちゃって。起きなくちゃ起きなくちゃと思って。うん。で、もう、それから（=いったんカムフラージュメイクをはじめてから）、もう、お化粧なしでは生きていけないあれになっちゃって（Bさん・40代・単純性血管腫）。

Bさんの人生の「転機」は、大学生になってカムフラージュメイクをはじめたことだという。というのは、メイクをすることで「視線がこわくて気持ちが休まらない」という不安は解消したものの、一度メイクをするとそれが「強迫観念」になってしまったためである。この「強迫観念」は、ノーメイクのBさんがいる部屋に突然誰かが入ってくる夢をしばしば見るほど強いものだという。カムフラージュメイクをはじめて以来、それなしでは「生きていけな」くなったBさんは、人間関係において次のような問題を感じている。引き続き、Bさんの語りをみていこう。

女の友達とでも、親しくなっても、やっぱり、自分の素顔を知らないってことは、隠してるってことは、ほんとに友達なんだろうかっていう。一回隠してしまうと、途中から、あの、話したりとか見せたりとかっていうのは無理なんですよ。そうすると、ほんとに、あの一、なんか、いつもなんか、なんでしょう、あの、架空の付き合いをしてるような感覚。隠すっていうのって、ほんと、精神的にきついですよね。

このように、Bさんにとってそれを使いはじめたことが人生の「転機」として感じられるほど、カムフラージュメイクはかつては経験しなかった日常生活上の、また人間関係上の問題をもたらししている。

【事例8：後ろめたい】

メイクをするとすごくあの、一瞬はすごく楽になるんだけど、やっぱりあの、何ていうか、メイクをするっていうことはメイクを取るっていう瞬間もあるわけで、何かそのあたりの切り替えがうまくできなかったっていうか。(中略)やっぱり隠してるっていうか、まあ、隠してることには変わりはないんだけど、何かこう後ろめたさみたいな罪悪感みたいなも持つ人もいる。罪悪感といえば罪悪感だし、後ろめたさといえば後ろめたさなんだけど、何かなあ、やっぱり隠してるっていうことなのかなあ (Cさん・40代・単純性血管腫)。

カムフラージュメイクであざを「隠す」ことの「罪悪感」や「後ろめたさ」は、Cさんへのインタビューの中で繰り返し語られた言葉である。それは、生まれもった自分の顔を「隠す」Cさん自身に対する「罪悪感」であり「後ろめたさ」であるという。Cさんがカムフラージュメイクをはじめたのは、「そのままの顔で出て行くことの生きにくさ」を感じたためである。けれども、「なんでそんなに隠してコソコソするのか」と思う「もうひとりの自分」がいる。

カムフラージュメイクをしていれば、視線の対象となることなく「普通にやり通せる」。しかしそのぶん、「楽な方に流れていってしまって」自分の顔に「対面しないで」すませてしまったとCさんは振り返る。それをCさんは「化粧の功罪」と表現している。

【事例9：化粧は「ハンデ」】

うーん、じっとテレビ見ても、なかなかなれるもの(＝就ける職業)ないですよ。これだけのハンデで。化粧してるだけのハンデで。もちろんスポーツ選手は無理ですよ。ダラダラ汗かいて。スポーツも運動音痴だからいいんですけど(笑)。で、たとえば、こう、キャリアウーマンでバリバリしようとしても、働くとしても、なんか、たとえば宿泊の出張が多かったり、なんかそういうものあるところ(＝カムフラージュメイク)の方で気を使わないといけなから、もうそっち、仕事に集中できないだろうなって。なんかちょっとずつ、全部引っかかるんですよ (Dさん・40代・単純性血管腫)。

Dさんにとって、カムフラージュメイクは「パッシング」の意味をもっている。「パッシング」とは、社会学者のゴフマンの用語であり、露見すれば差別の対象となる自己に関する情報(属性や身体的特性など)を隠蔽すること

である⁹⁾。「カバーマークがなければ就職もきつかった」とDさんが言うように、パッシングとしてのカムフラージュメイクは、彼女の就職を後押ししている。しかし一方で、Dさんによれば、職業の選択肢を限定してしまうという意味でカムフラージュメイクは「ハンデ」である。引用では、隠蔽したはずの情報が容易に露見してしまうスポーツ選手と、パッシングにばかり集中しなければならない宿泊出張の多い仕事が、就けない職業の例として語られている。

パッシングと職業との関係については、Eさんのインタビューにおいても語られた。

【事例10：仕事に身が入らない】

お化粧品も汗とかで落ちたりするとイヤやなと思うから、しょっちゅうコンパクトでこうして、はたき直して。それで、ちょっとこう、お化粧がはげかかって下の地肌がね、何となく黒くなってね、「まずい!」と思うと、カバーマーク塗ってこよやかなと思って家まで帰ったりとか。でも、あんまりカバーマークの付きが悪いとね、仕事も身に入らない。それぐらい、いっつも片隅に置きながらね (Eさん・40代・大田母斑)。

パッシングによって情報の隠蔽に成功したとしても、当の本人は、自らが隠蔽する必要のある情報をもっていることを忘れることはできない。それどころか、それは意識の中心に居座り、つねに不安に駆り立てることになる。

【事例11：晩年はどうするのだろう】

カバーマークも年齢的に限界がくると思うので。これから。しわ強調しちゃうし。変ですよ、おばあさんが、なんか厚い化粧してたら。うん、だから、あの一、それ考えるとぞっとしちゃうんですよ。カバーマークで生きてた人の晩年って、どうされてたんだろうと思って (Gさん・40代・単純性血管腫)。

40代を迎えたGさんは、カムフラージュメイクの乗りが悪くなったことを気にかけている。Gさんによれば、いつかカバーマークが使えなくなったとき、「すっぴんで生きてく勇気をもつ」か「外出さえも困難になってしまう」かのいずれかだという。しかし、これまで「カバーマークで構築してきた人間関係」を考えると、前者を選択することは至難の業である。「カバーマークできない年寄り」になることを想像して、Gさんは「ぞっと」してしまうのである。

石井政之は、欧米では手記やウェブサイトという形で顔に疾患や外傷のある当事者の肉声が記録され、誰でもアクセスできるのに対し、日本では当事者の支えとなる情報が不足していると指摘している¹⁰⁾。そのため、疾患や外傷のある顔で生きる際に直面するであろう困難にいかに対処すればよいか、当事者がその方法を知ることは容易ではない。「カバーマークで生きてきた人たちはいったいどんな

晩年を送ったんだろう」というGさんの言葉からは、こうした問題が浮かび上がってくる。

5. まとめ—当事者視点の支援に向けて—

以上、顔に疾患のある女性たちへのインタビューで得られたデータをもとに、カムフラージュメイクの有効性と問題点を検討してきた。カムフラージュメイクは、顔に疾患のある女性たちの日常生活においてきわめて重要な役割をはたしている。しかしその一方で、メイクをすることでかえって「普通でない」と感じてしまう、自分自身に「罪悪感」を抱いてしまう、メイクが「強迫観念」になってしまうなどの問題点がある。

顔に疾患のある女性たちの語りが示すのは、カムフラージュメイクがもつ意味合いの重層性である。カムフラージュメイクが有効であるか問題含みであるかは、一概に決まるものではなく、それをする個人を取り囲む状況や人間関係に依存している。Cさんが「化粧の功罪」、またBさんが「メイクの陰と陽」と表現するように、カムフラージュメイクは本質的に両義性をはらむとさえ言える。さらに、ライフステージの移行にともない、カムフラージュメイクのもつ意味合いも刻々と変化していく。生物医学という専門家の「説明モデル」にのみ依拠してしまうと、「カムフラージュメイク→患者のQOLの向上」といった一般的な見方に陥る可能性がある。なぜなら、カムフラージュメイクがもたらす問題点の多くは、心理的・社会的な悩みや日常生活上の困難であり、それらは生物医学というモデルでは把握できないためである。カムフラージュメイクに含まれる意味の重層性や両義性をすくい上げるためには、非専門家的な「説明モデル」によって組み立てられた「病いの経験」をめぐる語りを理解する必要がある。

近年、メイクアップアーティストや医療従事者により、顔に疾患・外傷のある人々への支援としてカムフラージュメイクが注目されていることは先に述べた。顔に疾患や外傷のある人々へのより効果的な支援を目指し、メイクと医療との領域を越えた連携が進められている。日本の医療現場において、外見の問題が等閑視されがちであったことを考えれば、これは評価しうる動向である。しかし、当事者の視点からみたとときカムフラージュメイクが決して万能ではないことを念頭に置きつつ、支援を行なっていく必要があるのではないだろうか。いつ、いかなる状況で、どのようなライフステージにおいて、当事者はカムフラージュメイクにメリットあるいはデメリットを感じるのか。そうしたメリットはどのように増幅させていくことができるのか。また、デメリットはどのように軽減することができるのか。コスメトロジーの実践は、当事者の「病いの経験」に積極的に目を向け、それを起点に支援を構築していくことから始まる。

- i) クラインマンは「疾患 disease」と「病い illness」とを対比的に用いている。江口の表現を借りると、「疾患とは、医療専門職がその医学モデルに従って病気をいわば「外側」から再構成するものであるとするならば、後者の「病い」とは、患者や家族の当事者にとって、いわば内側から経験されたものということになる」(強調点は江口による)¹¹⁾。
- ii) インタビューは2003年11月～2004年12月にかけて、8名を対象者として実施した。インタビューに要した時間はそれぞれ2～3時間程度である。インタビューは録音し、逐一文字化した。インタビュー・データの引用中の()内は、意味を明確にするための筆者による補足である。
- iii) あざや傷のうえに塗る化粧品。cover(=覆う) mark(=あざ)。

(参考文献)

- 1) かづきれいこ「リハビリメイクは自分の顔を受け入れ社会復帰するためのサポート」かづきれいこ・田上順次(編)『デンタル・メディカルスタッフのためのリハビリメイク入門』医歯薬出版、2004年、2-9頁。
- 2) 野澤桂子「治療場における美容—ソシオエステティックの心理的効果」『こころの科学』117、日本評論社、2004年、63-69頁。
- 3) Kleinman, Arthur 1988 The Illness Narratives: Suffering, Healing and the Human Condition, Basic Books. =江口重幸ほか(訳)『病いの語り—慢性の病いをめぐる臨床人類学』誠信書房、1996年。
- 4) 野口裕二『物語としてのケア—ナラティブ・アプローチの世界へ』医学書院、2002年、65頁。
- 5) Kleinman 前掲書、61頁。
- 6) 石井政之『顔がたり—ユニークフェイスな人びとに流れる時間』まどか出版、2004年。
- 7) Goffman, Erving 1963 Behavior in Public Places: Note on the Social Organization of Gatherings, The Free Press. =丸木恵祐・本名信行(訳)『集まりの構造—新しい日常行動論を求めて』誠信書房、1980年。
- 8) Goffman 前掲書、95頁。
- 9) Goffman, Erving 1963 Stigma: Notes on the Management of Spoiled Identity, Prentice-Hall, Inc. =石黒毅(訳)『スティグマの社会学—烙印を押されたアイデンティティ』せりか書房、1970年。
- 10) 石井政之「当事者が語り、書くという冒険」石井政之・藤井輝明・松本学(編著)『見つめられる顔—ユニークフェイスの体験』高文研、2001年、198-205頁。
- 11) 江口重幸「病いの経験を聴く—医療人類学の系譜とナラティブ・アプローチ」小森康永・野口裕二・野村直樹(編)『ナラティブ・セラピーの世界』日本評論社、1999年、36頁。

●その他の参考文献

- ・Flick, Uwe 1995 *Qualitative Forschung*, Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH. =小田博志・山本則子・春日常・宮地尚子（訳）『質的研究入門—〈人間の科学〉のための方法論』春秋社、2002年。
- ・藤井輝明（編）『顔とトラウマ—医療・看護・教育における実践活動』かもがわ出版、2001年。
- ・石井政之『顔面漂流記—アザをもつジャーナリスト』かもがわ出版、1999年。
- ・石井政之『迷いの体—ボディイメージの揺らぎと生きる』三輪書店、2001年。
- ・かづきれいこ『メイク・セラピー—顔と心に効くりハビリメイク』筑摩書房、2001年。
- ・かづきれいこ『かづきれいこのいきいきメイク』筑摩書房（ちくま文庫）、2002年。
- ・松本学・石井政之・藤井輝明（編）『知っていますか？ ユニークフェイス—問一答』解放出版社、2001年。
- ・桜井厚『インタビューの社会学—ライフストーリーの聞き方』せりか書房、2002年。

特別講演

●
第23回IFSCCアワード受賞講演 田中 健一
●

毛髪内部の3次元動的可視化

株式会社コーセー研究本部

田中 健一、丹呉 豊、新本 浩一

場所 (株)コーセー本社2階会議室

日時 平成16年11月19日(金)

The ability to examine interior hair structure is very important in designing effective hair products. But, a non-destructive method for continuous, full-color examination of the interior hair structure has been lacking.

This study proposes a new method that enables non-destructive and continuous measurement of the interior hair structure with color information. In our method, Optical CT (OCT) is used for reconstruction of interior hair structure. Our new theories enabled us to solve the crucial problem of OCT system related to a large observational error caused by internal light scattering, and to make practical application possible.

A High-Resolution OCT system based on our method was implemented. This system displayed sufficient accuracy when the phantom image was measured, and by observing human hair, clear and full-color cross-section images were obtained without destruction of the sample. When the bleaching and dyeing processes were continuously measured, changes in the interior hair with time could be observed. These results clearly indicate that our new method provides a powerful tool in research and product development.

1 緒言

ヘア製品の多くは、毛髪内部に浸透することによりその効果を発揮する。染毛剤やトリートメントはその代表であり、その効果は毛髪内部への吸収過程に大きく依存している。そのため、毛髪の内部3次元構造を鮮明に可視化することで、多くのヘア製品の効果を評価することができる。加えて、製品が毛髪に作用している過程を連続的に観察することが出来れば、より効果の高い製品を開発する際の有効なツールとなりうる。

従来から、毛髪内部を観察する手法として光学顕微鏡や電子顕微鏡を用いて観察する手法が提案されているが¹⁾、これらの手法は試料切片を観察するため、毛髪内部で起こる変化を連続的に観察できないという欠点を有していた。一方、試料内部を非破壊に測定する手法としてX線CTが用いられているが、物体内部をグレースケールでしか観察できず、化粧品評価にとって重要である色彩情報が得られないという問題を有していた。このため、非破壊かつ連続的に、毛髪内部の色彩情報を計測しうる新しい手法の開発が強く望まれていた。

本研究では、光を用いて毛髪内部の3次元構造を非破壊かつ連続的にカラーで可視化する新しい手法を提案する。本手法では、毛髪内部の色彩情報を鮮明に可視化し、3次

元構造を再構築するための手法として光CTに着目し、光CTの問題点である内部散乱光による大きな観測誤差を新しい理論を構築することで解決し、実用化可能であることを示す。また、その理論に基づき、動的計測を可能とする高解像度光CT装置を開発し、毛髪を用いて断面像の再構成を行い、脱色や染毛過程の連続的な計測を検討することで本手法の有効性を示す。

2 理論

光CTは、試料内部の3次元分光情報を非破壊で計測できるという利点を持つ^{2)、3)、4)}。しかし、光は試料内部で散乱を受けるため、鮮明な透過像が得られない、高速かつ高精度な再構成手法が存在しないという問題点を持つ。前者の問題点については、光の偏光特性を利用して直進透過光を選択的に検出する手法を提案する。後者については、高速に再構成できるが精度が低いフィルタ逆投影(FBP)法⁵⁾と、再構成の精度は高いが膨大な計算時間を必要とする特異値分解(SVD)法⁶⁾の、それぞれの利点を組み合わせた新しい再構成手法を提案する。

2.1 直進透過光の選択的検出

鮮明な透過像を得るためには、試料を透過した光を散乱光と直進透過光とに区別し、直進透過光を選択的に検出する必要がある。偏光が試料を透過した場合には直進透過光の偏光は保持され、散乱光は非偏光に変化するため区別が可能である。したがって、互いの透過軸が平行な2枚の偏光フィルタを、試料の前後に配置することで直進透過光を選択的に検出することが可能である。ここで、散乱光が偏光フィルタに入射する際の強度を I_{in} 、透過光の強度を I_{out} とすると、その比は(1)式により与えられる。



Continuous Three-Dimensional Examination of Interior Hair Structure

Ken-ichi Tanaka, Yutaka Tango, Koichi Shimmoto *

Research & Development Division, KOSÉ Corporation

$$I_{out}/I_{in} = \frac{I \int_0^{2\pi} \sin^2 \theta d\theta}{I \times \pi} \quad (1)$$

2.2 再構成手法

FBP法を用いて少ない投影像から精度の低い断面像を再構成した後、得られた断面像を小領域 (Particle) に分割し、各 Particle にSVD法を適用することで高速かつ高精度な断面像を実現する。

始めに、投影像 $g(s, \theta)$ にFBP法を適用し、一次断面像 $f_1(x, y)$ を再構成する。ここで、 (x, y) は断面像内の位置、 s は光線の位置、 θ は光線の入射角度を表す (Fig. 1)。また、 $h(s)$ を Shepp-Logan のフィルタ関数、 $*$ を畳み込み演算とすると、再構成式は次式により与えられる。

$$f_1(x, y) = \int_0^\pi \{g(s, \theta) * h(s)\} d\theta \quad (2)$$

続いて、1次断面像を小さな Particle (P_i) に分割し、さらに各 Particle を有限要素に分割する。投影像と1次断面像における有限要素の吸光度 $Q(x, y)$ の関係から式 (3)、式 (4) を導くことができる。式 (3) および式 (4) 中の $Q(x, y)$ は、SVD法によって係数行列の一般逆行列から算出することができる。このとき、 $Q(x, y)$ は最適値からのずれをあらわすため、 $f_1(x, y)$ に対応する $Q(x, y)$ の値を、(5) 式に従い全ての Particle について加算することで2次断面像を求めることができる。この一連の演算をGSVD法と呼ぶ。ここで、断面像中の全ての点を \vec{r}_n ($1 \times n$)、 m 番目の式における投影データを g_m 、 g_m に対応する係数ベクトルを \vec{a}_m とする。 \vec{a}_m は光線が透過する経路に存在する全ての有限要素の透過度 (光線と有限要素の交わる面積) に応じて決定する。

$$e(x, y) = f_1(x, y) \quad ((x, y) \notin P_i) \\ = f_1(x, y) + Q(x, y) \quad ((x, y) \in P_i) \quad (3)$$

$$\begin{pmatrix} \vec{a}_1 \\ \vdots \\ \vec{a}_m \\ \vdots \\ \vec{a}_M \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e(\vec{r}_1) \\ \vdots \\ e(\vec{r}_n) \\ \vdots \\ e(\vec{r}_N) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} g_1 \\ \vdots \\ g_m \\ \vdots \\ g_M \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$f_2(x, y) = f_1(x, y) + Q(x, y) \quad ((x, y) \in P_i) \quad (5)$$

GSVD法では、SVD法に比べて非常に少数の連立方程式を扱うため、計算時間を大幅に短縮することが可能である。また、GSVD法を繰り返して適用し、断面像の精度をさらに向上させることが可能である。

3 実験

3.1 高解像度光CT装置

試作した測定装置の概要を Fig. 2 に示す。測定装置は、毛髪を固定・回転させるステッピングモータ式の回転ステージ、倍率50–400倍のレンズ、CCDカメラ、メタルハライド光源、2枚の偏光板、フローセルから構成され、任意の角度における光透過画像の撮像が可能よう設計した。ま

た、試料として、未処理の東洋人黒髪、東洋人白髪、欧米人金髪、欧米人ブラウン毛を用いた。

3.2 毛髪断面像の可視化

毛髪を回転ステージに固定し、ステージを $36^\circ/\text{sec.}$ で一回転させ、透過像を撮影した。検出されたカラー画像をR、G、B画像に分け、各画像の断面を再構成し、重ね合わせてカラー断面像を得た。連続観察を行う際には、同時に実験溶液を 3 mL/min. で送液しながら実験を行った。

4 結果および考察

4.1 直進透過光の選択的検出

2枚の偏光板の有無、それぞれの場合における同じ毛髪のRGBそれぞれの規格化された輝度の平均値を Table I に示す。偏光板の有無における平均輝度の変化を比べると、Redの平均輝度に比べてBlueの平均輝度の方がより大きく

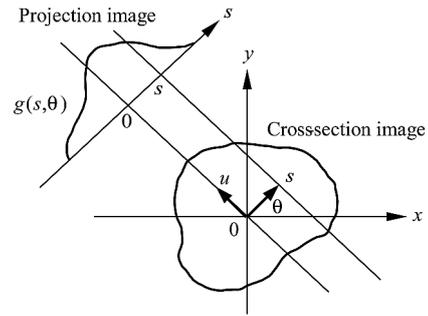


Fig.1 Coordinate system for cross-section and projection images.

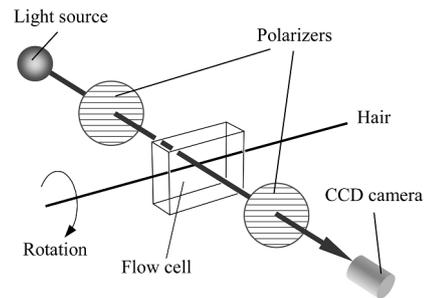


Fig.2 Schematic diagram of experimental apparatus.

Table I Normalized average brightness of RGB images with / without polarizers.

Each value was calculated from a projection image of untreated black hair with/without polarizers.

		Without polarizers	With polarizers
Normalized mean	R	95.4	92.1
	G	92.9	90.0
	B	82.3	77.0

減少した。一般的に短波長の光ほど散乱を強く受けることから、偏光フィルタの効果によって散乱光が除かれ、直進透過光を多く含む鮮明な透過像が得られたことがわかる。

4.2 再構成手法

ファントムを用いて提案した再構成手法の検証を行った。ファントムを Fig. 3 に示す。投影像は毛髪の断面様のファントムから算出し、NMSE (normalized mean squared error) を用いて精度を評価した。断面像を再構築する際に要した時間、精度を Table II に示す。FBP 法のみ

で再構成を行う場合に比べ、GSVD 法を併用する場合は計算時間が若干長かった。しかし、SVD 法のみで断面を再構成した場合と比較すると、高速に計算を行うことが可能であった。一方、精度の面では、GSVD 法を併用することで SVD 単独の場合とほぼ同等の精度を得ることが出来た。また、GSVD 法を繰り返すことで精度はより向上するが、ほぼ2回の繰り返いで精度が頭打ちになることが明らかとなった。これらの検討結果から、この再構成手法が十分実用的な速度で高精度な断面像の再構成を実現していることが示された。

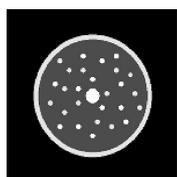


Fig.3 Mathematical phantom image simulating hair cross-section image.

Table II Comparison of the reconstruction performances.

Reconstruction method	SVD	FBP	FBP +GSVD*1	FBP +GSVD*2	FBP +GSVD*3
NMSE [-]	0.119	0.433	0.204	0.107	0.107
Calculation time [sec.]	>100,000	30.2	92.5	158	222

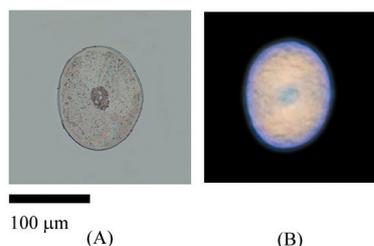


Fig.4 Cross-section images of brown hair observed by an optical microscope (A) and reconstructed by our proposed method (B).

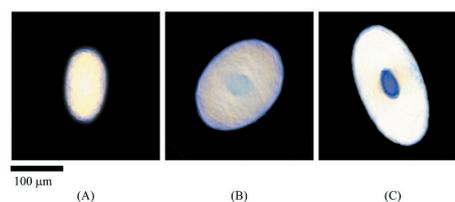


Fig.5 Reconstructed full-color cross-section images of untreated (A) blonde, (B) black, and (C) white hair.

Each cross-section image was reconstructed from 200 projection images by our combination

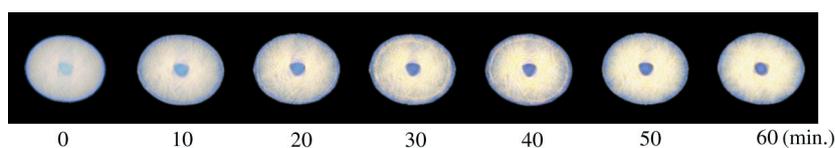


Fig.6 Changes in the reconstructed images of black hair through bleaching.

Each cross-section image was reconstructed from 200 projection images by our combination method. Only images observed at 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 minutes after the start of the hair bleaching were selectively shown.

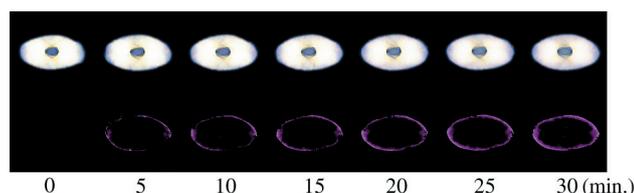


Fig.7 Changes in the reconstructed images of white hair and the distributions of colorant through dyeing.

Each cross-section image was reconstructed from 200 projection images by our combination method. The distributions of colorant were determined by extracting areas from the reconstructed images having similar hue to measured color of dye agent in vitro. Only images observed at 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 minutes after the start of the dyeing were selectively shown.

4.3 毛髪断面の可視化

試作した装置により得た画像を用いてブラウン毛の内部構造を再構築した結果を Fig. 4 B に示す。また、同じ毛髪の切片試料を光学顕微鏡で観察した結果を Fig. 4 A に示す。両者を比較すると毛髪断面の形状が正しく再現されていることが確認された。同様に、金髪、黒髪、白髪について再構成した結果を Fig. 5 に示す。光学顕微鏡による観察では非常に薄い試料切片を作成する必要があるため、断面の持つ色情報が十分に表現できないが、我々の方法を用いると金髪と黒髪の色相差を明確に可視化しうることが示された。これらの結果から、本手法が十分な精度と解像度を有し、毛髪内部の非破壊評価に有効であることが示された。また、この手法は撮影された透過像の領域内に存在する任意の断面像を再構成できるため、連続した複数の断面像から立体像を構築することも可能である。

4.4 ブリーチ、染毛過程における毛髪内部の連続観察

脱色過程における黒髪断面の経時変化を Fig. 6 に示す。脱色に伴い毛髪全体が明るくなる様子が観察された。同時にわずかではあるが毛髪が太くなることも観察された。また、染毛過程における白髪断面の形状、染毛剤の分布の経時変化を Fig. 7 に示す。染毛剤は毛髪の外側から徐々に浸透し、そのスピードは部位によって異なることが示された。染毛剤のような比較的分子量の大きな物質の浸透速度は内部組織の粗密と密接に関わっていることが予想されるため、染毛剤の分布変化を捉えることは毛髪内部組織の粗密状態を評価することにつながると考えられる。このように、毛髪内部の連続的な測定を行うことで、ヘア製品の効果を詳細に評価することが出来るだけでなく、毛髪内部の形態や組織の診断にも応用しうることが示された。

5 結 論

本研究では、毛髪内部を計測する新しい手法を提案し、毛髪に適用した。その結果、以下に示すような顕著な成果が得られた。

- ・毛髪内部の3次元構造を非破壊かつ連続的に計測する新しい理論を提案した。
- ・提案した装置と再構成手法は、高い性能と十分な精度を有していた。
- ・毛髪に適用可能であり、内部のカラー断面像を高精度に測定することが可能であった。
- ・脱色／染毛過程を動的に測定し、効果の詳細な評価や毛髪内部組織の診断に応用しうることが示された。

さらに、本手法は毛髪内部の形態や組織状態の診断をも可能にする、潜在能力の高い有用な手法であることが示唆された。

(参考文献)

- 1) S. Naito, T. Takahashi, and K. Arai, Proc. 8th Inter. Wool Text. Res. Conf., Christchurch, Vol. I, 276-285 (1990)
- 2) M. Yoo and R. R. Alfano, Opt. Lett., 15-6, 320-322 (1990)
- 3) H. Inaba, M. Toida and T. Ichimura, Proc. SPIE., 1399, 108-115 (1990)
- 4) H. Horinaka, K. Hashimoto, K. Wada, T. Umeda and Y. Cho, Opt. Rev., 3-5, 315-318 (1996)
- 5) H. Hiriyannaiah, IEEE Signal Processing, 114-2, pp.42-59 (1997)
- 6) Forsythe, George E., Malcom, Michael A., and Moler, Cleve B., Method for Mathematical Computations, Chapter 9 (1977)

記念講演

●
平成16年度記念講演 陶 智子
●

江戸時代の不美人を考える

富山短期大学

陶 智 子

場所 (株)コーセー本社2階会議室
日時 平成16年11月19日(金)

一江戸の美人の描かれ方一

江戸時代の美人ってどんなだろう。誰でも一度は考える、素朴な疑問である。なんとなくわかったような気がしているが、実はこんなにわからないものもない。

そこで、江戸時代の浮世絵を見ながら、江戸時代の不美人を解き明かそうというわけである。そこいらへんにいっぱいある美人を描いた浮世絵を見ればわかるだろう、なんて話はそれほど簡単ではない。今は写真があるが、どんなにちゃんと写された写真でも、必ずしも肉眼で見る実体と同じとは限らない。浮世絵などは、絵師の主観はもちろん、学んだ流派やテクニックなど、もろもろの条件によって実像とはかけはなれているのが常なのである。浮世絵を見るには、浮世絵を見るにあたっての常識がある。この常識、何も難しいことではない。あたりまえと言えばあたりまえのことなのだ。わかってしまえば、なーんだそんなことか、つまらないの、などと言われかねない。

一明和の三美人一

江戸時代の有名な美人に「お仙」と「お藤」と「お芳」がいる。

この三人、江戸三美人などと称される。明和の頃(一七六四～一七七二)に評判だったから明和の三美人とも言われる。

谷中の笠森稲荷の水茶屋鍵屋五兵衛の娘お仙、浅草浅草寺裏の楊枝店本柳屋仁平次の娘お藤、そして浅草の茶屋蔦屋のお芳の三人である。この三人、江戸中の人気をよんだ評判の美人としてたいへんに有名だった。三人の中でもお仙の人気はすごかった。童謡にも歌われるくらいだから、その人気のほどがしのばれるというものだ。

向ふ横町のお稲荷さんへ一銭あげて

ざつと挿んでお仙の茶屋へ腰をかけたら渋茶を出した
渋茶よこよこ横目で見たら



Consideration of plain woman in Edo period
Tomoko Sue
Toyama Junior College

米の団子か土の団子か
お団子団子

童謡の歌詞は記録にあるが、どのような節回しかは、残念ながら知らない。歌詞の載った本は昭和に出版されたものであり、歌われているという記述があることから見ると、もしかしたら歌える方もいらっしやるかもしれない。昔のレコードなどないものかと、探してみている。明和の頃の俚謡にはお仙とお藤が登場する。

なんぼ笠森お仙でも銀杏娘にかなやしよまい
どふりでかぼちやが唐茄子だ

「銀杏娘」とはお藤のこと。柳家は銀杏の木の下にあったことから、お藤の渾名は銀杏娘だったと言われる。で、お仙はお藤にかなわないというのだから、この歌では軍配はお藤にあがっている。先に、お仙の人気はすごかったと書いたが、お藤だってすごい人気だったのだ。

お仙については、童謡だけではなくて、いろいろな記述が残されている。蜀山人の『半日閑話』の明和六年の条には、「谷中笠森稲荷地内水茶屋お仙(十八歳美なり)とて皆人見に行く、家名鍵屋五兵衛といふ、錦絵の一枚絵、或は絵草紙、双六読売等に出る、手拭に染る、(略)中村松江お仙の狂言あり大当り」とある。

多くの人がお仙を見に谷中まででかけ、錦絵に描かれ、絵草紙にもなり、双六や、読売にも出る。その上、手拭いにまで染められ、とはほんとうにすごい。そして、実在の人物が芝居の登場人物となるとは、その人気のほどがしのばれるというもの。この露出度は、現代で言えば誰にあたるだろう。

また、舳羅山人(大田南畝)は明和五年奥州土平という異様の扮装をした飴売が歌をうたって江戸の町々を歩いたことを題材として著した滑稽本『売飴土平伝』(明和六年刊)に「阿仙阿藤優劣弁」を書いている。どちらが美しいかという美女対決である。もちろん、本人同士がどうこうというわけではない。

同書には、お仙は「琢かずして潔いに、容つくらずして美なり」と書かれている。彼女の美しさは生来のものなのだ。現代のように美しくなるためには手段を選ばすというのとは違う。

対するお藤は「玉のような生娘きむすめとはそれこれこれ之を謂うか」と絶賛される。玉のようとは、こちらも最上のほめことばである。

この戦いどちらが勝ったのか、ちょっと興味がわくところだ。勝敗を決めたのは人間ではなく、王子稲荷大明神だった。なんだかよくわからない、納得がいかない気もする。というのはふたりの美しさを検討して結果が出たというわけではないからだ。地理的条件で決まったのだ。お仙は谷中という繁華街とはほど遠い場所、お藤は浅草というたいへんな繁華街と、ふたりが評判をとった場所はまったく異なっていた。で、繁華街ではない所に在りながらたいへんな評判をとったお仙が勝利した、というのである。

とにかく、こんな記述では、具体的にどのような容姿かはまったく判然としない。が、彼女たちはそれぞれにまぎれもなく美しいのだ。いや、どのような美人を想像するかは、人によってそれこそ千差万別、お好きにどうぞというのに等しい。他に映像のメディアがなかったからこそこういったことが成り立った。そうとしか考えようがない。とにかく、文章ではその実態はわからないのだ。

—江戸の美人をビジュアルで探そう—

そこで、ビジュアルだ。さっそく、絵を探そう、ということになる。そうして、けっこう簡単に見つかってしまう。

この三人を鈴木春信が描いているのだ。三人が一枚の浮世絵の中にいる。これで、三人それぞれの美しさは明々白々である。

右がお仙、左がお藤。真ん中にいるのは浅草表参道の二十軒茶屋の蔦屋のお芳という絵がある。振袖を着ていることから、お芳とするか踊子（町芸者）とするか意見のわかれるところであるが、ここはとりあえずお芳としておこう。三人とも美しいなあ、などと思うのだろうか。なんか体型などはリカちゃん人形ばい。

鈴木春信は、この他にもお仙の姿を十数種も浮世絵に描いている。これらは実在の評判の美人を浮世絵師が描いた最初のものとも言われている。

お仙は実在の人物なのだ。彼女をめぐる艶聞もいろいろあるのだが、その中でも当時人気の歌舞伎役者瀬川菊之丞と駆け落ちをしたなどという噂もあった。春信はこの一件も描いている。男が女を背負って、遠くには笠森稲荷らしき社が見えるという絵。もうひとつ、伊勢物語の芥川の見立てでも描いている。ちなみに、中村松江がお仙を演じた絵も描いている。

駆け落ちなんてすごい。とっと思っていれば、別にお仙はかたい娘だったから許嫁と結婚をしたという説もあり、今となっては何がほんとうかは判然としない。美人に噂は絶えないということだ。それでこそ美人である。ご参考までに、お藤を描いたものもある。銀杏娘だから銀杏の葉っぱも描

かれている。ちなみにお仙の墓は東中野正見寺に現存するという。洋画家の故川村清雄はお仙の曾孫ということだ。

—寛政の三美人—

もうひとつ例をあげよう。

明和期から約三十年の後、寛政期の三美人である。描くは喜多川歌麿。

こちらの三人は、高島お久、難波屋お北、富本豊雛である。

お久、お北と、あとひとりを芝明神前の水茶屋菊本おはんとする説もある。

お久は、両国薬研堀米沢町二丁目の煎餅屋高島長兵衛の長女として生まれた。この煎餅屋は公儀御用の巻煎餅を商う大店で、資産も多く、両国橋付近の興行場も所有していた。お久は大店のお嬢様、堅気の娘だったのだ。これは、当時の美人と称され浮世絵に描かれた女たちがいわゆる水商売の女性であったこととは対局をなす。彼女は婿養子を貰い、長次郎、直吉という子どもをもうけたことも知られている。が、残念ながら美人薄命のとおり、早世したそうである。

お北は、浅草寺隨身門脇の水茶屋の娘。人気はびか一であったといわれる。

豊雛は、富本節の名取りの吉原芸者であった。

この三人も一枚の中に描かれている。三人で一枚におさまるものは、二種類が知られているがいずれも傑作の誉れ高い。

また、お久とお北が人気を争うかたちで描かれたものもたくさんある。ふたりが腕相撲をしている絵もある。二種類あるのだが、そのうちの一枚は、西ノ方浅草難波屋おきた、東ノ方高しまひさとあり、行司役はなんと瀬川菊之丞である。もう一枚の行司は扇屋の花扇という遊女である。ちなみに、花扇も評判の美人であった。だから歌麿が描いているのだ。

美人と評判の娘と瀬川菊之丞の組み合わせは明和期と同様ではないか。美人と人気女形の組み合わせは異なる種類の花が妍を競うようであり、おおいに興味をかきたてられ、好まれたに違いない。

ところで、歌麿には「かぎ屋お仙と高島屋お久」「本柳屋お藤と難波屋お北」という明和期と寛政期の美人を一枚の中に描いた作品がある。この浮世絵については、『江戸浮世絵を読む』（小林忠著・ちくま新・二〇〇二年刊）に詳しい。

明和のお仙やお藤は、錦絵草創の頃に鈴木春信によって描かれ、評判に評判を呼んだ人気の町娘であった。その彼女らが年を経て母親の代わりとなり、歌麿の版画によって寛政の二美人ともてはやされるお久とお北に巻物を手渡しているという図であるから、これらは、母から娘への春画の授与、そして一方では美人となるべき資質を伝える虎の巻の下賜、つまりところは春信から歌麿への浮世絵美人画正統の継承をこそ表象しているとみられるのである。

「浮世絵美人画正統の継承」というところからも、本来美人と称された本人が美人であるかどうかということとは、

横に置かれているという感が強い。浮世絵の美人画とはそういうものなのだ。

—ふたりだったら瓜二つ。三人だと……

ここで再び浮世絵の常識の問題—

話をふりだしに戻そう。

美人を描いた浮世絵の常識とは何か。

春信の描いた「お仙」と「お藤」と「お芳」。この三人の顔を見比べれば答えは簡単だ。いや、高島お久、難波屋お北、富本豊雛の三人を一枚におさめた歌麿の絵を見ればいい。一目瞭然とはこのことだ。

どちらも、三人の顔に大きな違いを認めることは困難である。三人はそっくりなのだ。

笠森お仙が、笠森お仙だとわかるのは、その容姿ではなく、お店の様子からであろう。笠森お仙らしき女がお団子を運んでいるからだ。女の向こうに、鳥居があるからだ。団子や鳥居がなくともわかっているものもある。例えば、提灯の紋からお仙とわかる。同様に、お藤がお藤とわかるのもお藤を取り巻く描かれた状況からである。例えば、お藤の横に楊枝があるからお藤だとわかるのだ。銀杏もしかりである。

これが、団子や楊枝が描かれてなかったとしたらどうだろう。何で見分ければいいのか、私には判然としない。

容姿の具体的な特徴から誰であるかを類推するという事ではない。極端な言い方をすれば、春信の描く美人はそれが誰であれ、実在の人物であれ、架空の人物であれ、誰を描いたのかわからない場合でも、皆同じ春信の描いた美人の顔を持っているのだ。

私も清水の舞台から飛び降りるといふか、真逆さまに落ちこちる思いで春信の浮世絵を買った経験がある(図1、2)。余談だが、こんなもの一枚のおかげで、私はその後半年以上にわたる貧困生活を強いられた。逆さにして足を持って振られても何も出ないような状態だった。にもかかわらず、つい最近また男女でむつまじく桜の木の下の長いすに腰掛けて爪を切っている一枚をみつけてしまい、今ハムレットのような心境となり購入してしまった。

さて、私が入手した浮世絵に描かれているのは残念ながらお仙でもお藤でもない。そんなものももっとも高く買えるわけがない。誰だかわからない美人もその顔はお仙と同類である。いや、ほんとうにそっくりだ。

とにかく、春信型の美人の容姿を持っていることが大切なのだ。あのか細い手足を持った可憐な乙女こそを皆期待したのだ。首も手首も足首もほんとうに華奢である。折れてしまいそうとはこのことだ。この細さは、ある意味現代の若い女性の憧れかもしれないとちょっと余計なことも考えてしまう。

江戸時代の浮世絵ファンは「春信が描く美人」が見たかった、と考えればいいのではなからうか、と私には思える。この場合「春信」が「歌麿」でも「英泉」でも「国貞」でも「国

芳」でもいいということになる。ある浮世絵師の描くその絵師の特徴をそなえた美人が、ある人々に好まれたということなのだ。

歌麿の描く三美人もだから同様なのである。三人の顔から特徴を掴み出すことは困難だ。この三人を見分けられたらそれはすごいことだと私には思える。例えば、高島お久には三つ柏の紋が描かれることが多いといった特徴を知れば、三つ柏の紋が入った団扇を持っている女がお久だとわかったりもする。しかし、顔で判断することは困難だ。

—春信美人、歌麿美人—

ちょっと整理してみよう。

浮世絵の中の美人は、誰を描いたかということが重要なのではなく、誰が描いたかが問題なのである。例えば、お仙への興味、お仙が実際どのような容姿であったのかということへの関心よりも、お仙を春信が描いたということの方が大切なことだったということだ。妍を競い合うはずの美人の顔が瓜二つということの答えはこんなふうを考えざるを得ない。

浮世絵師独自の定型とも言える美人の容姿こそが、浮世絵を求める人たちにとっては見たいものだったのかもしれない。春信がそして歌麿がどのように描くかということこそが大切だったのだ。

昭和五年五月刊の『浮世絵志』五号に「歌麿の美人絵」(尾高鮮之助著)という論考がある。



図1



図2

歌麿の描ける美人絵は、現実の美人からその美の精を抽出して彼の中に於て溶冶し、理想化したといふ意味に於ては、確かに典型化せるものであって、忠実なる写真に基く所謂似顔絵でなかったといふ事は、既に多くの人々に依って繰り返し論述せられて来た所である。事実歌麿の美人絵には、当時美人としての艶名を天下に馳せた遊女或は水茶屋女の明記せられた例は数多くあるが、然しそれ等の美人は要するに悉く類型的なるものであって、其処に作画年代の先後より必然的に結果する画風の変化並びに流行、結髪、服飾の推移は跡づけ得られるとしても、その各時期に於ける美人の顔容に至っては殆んど皆一定せるものであり、其の間に何等かの個人的差異を発見する事は全く不可能であるときへ考へられて来た。

この類型的なる美人絵にこそ我々は、歌麿が彼の心に描ける女性美の極致を追求して止まざりしその努力と、執拗さの跡を窺ひ知る事が出来る。歌麿は確かに理想画家であった。現実を在るが儘に見てこれを忠実に描写して行く、その意味に於ける写実画家では決して無かったのである。

然しながら歌麿の芸術の秘訣が、現実に対する鋭き彼の感受性と、その驚く可き表現力とに基くものであったと言ふ事に就ては、恐く何人と雖も異論は無いてあらう。彼の霊筆は秋草にすだく虫の声をすらその紙上に偲ばせ得たのである。かの天明八年開板の彩色摺大本二冊「画本虫撰」は繻く者は一葉々々、彼の繊細なる注意力と、鋭敏なる感受性とに驚嘆せずには居ないであらう。この非凡なる注意力と、感受性とを以って、彼は森羅万象の凡てに對したのである。その対象が女である場合に、其処にかの惱しきまでに妖艶なる歌麿の美人絵が生まれる。

以上は歌麿の美人画についての記述であるが「個人的差異を発見する事は全く不可能である」と考えられるという点は、何も歌麿が描く美人画にかぎったことではあるまい。これは、浮世絵師の描く美人画には多かれ少なかれあてはまると考えられる。

ということは、江戸時代の美人を浮世絵や版本から探るということは困難だということになるのだろうか。実は必ずしもそうとは限らない。その一例として歌川国芳が描く七人の女とその詞書をみてもいい。

いや、その前にもうひとつ。幕末に大坂の浮世絵師が描いた「白人市箱入娘価千金」を見てみよう。これは、ものすごく高価な娘人形を描いたもの。当時の大坂の娘の美しさをうかがい知ることができる貴重な資料である（図3）。ちなみに、今年の夏この一枚を見つけて、再び私の貧困生活が始まってしまった。詞書の一部を翻刻する。

白人市箱入娘価千金

目元 ソレごらふじろめは鈴形ジヤ。べつして張がよろしい。ぶどうと取ちがへぬやうさつしやれ。是がおとこを惑はす一の色道具ジヤ。目尻へくろ玉がよつたら夫こそ買手の有卦に入た仕合せ。(略)

ゑくぼ サアこれジヤ是がこの娘の見どころジヤぞ。コノゑくぼが八重がき姫と云。ナゼと云に廿四孝四だんめの浄瑠璃にゑくぼせうとておすがたを画にはかゝせぬものをとかけぬ処が五六百兩の直打がある。どんな男でも完示わらはれてはぐにや〜ジヤ。ふんどししつかりズ買たり〜。(略)

まゆげ サアこれジヤ細からず太からず濃からず薄からず。ヨイカ手かづが入てある遠山の岱と云はこれじや。のちにこれをそりおとすは惜いが女房にもつ男はけなりい咄ジヤ。(略)

はな サア是がかを中のごく鼻形ジヤ能見やしやれ。今時の化粧ばかしの左官ばなではないぞ。(略)

口元 ソレ可愛らしいど天上ジヤ丹花の唇水晶の齒並びジヤ。これが姫ずきの好むところであり舛。こへは鶯の初音ジヤ。(略)

み、ひいわり赤いは耻しいが出ます処ジヤ。福耳ジヤ。女房に福とくがないと家は繁昌せぬぞ。(略)

この後に「かみ」「首すじ」「後姿」「いしやう」「股倉」の記述があるが省略する。訳さなければならぬほどの古文でもないが、特徴を上げると次のようなことである。

目は鈴形で黒目がち。しかし、これは現代的な意味でけって目が大きいということではない。えくぼはたいへんなチャームポイントである。男を骨抜きにしてしまう威力ありだ。眉毛は太からず細からず。鼻もあまり高すぎることなく鼻筋が通っていることが大切。唇は赤く、歯並びは水晶にたとえられる。これなど現代でもいけそうな感じがする。耳は勿論福耳である。これが美人であるということならば、不美人はこれにあてはまらない要素を備えているということになるのだろう。



図3

—女、すべからく、剣呑、けんのん—

剣呑。

最近、とんと目にも耳にもしないことばだ。

小学館の『日本国語大辞典』第七卷（昭和四十九年刊）には次のように記されている。

けんのん【陰難・剣呑】〔形動〕（「けんなん（陰難）」の変化した語という。「剣呑」はあて字）危険だと思さま。また、どうなることかと不安であるさま。危険。

けんのん、「あぶなっかしいなあ」とでもしておこうか。「七けんのんむすぶ縁日」と題された浮世絵がある（図4）。あきらかに職種も年齢もいろいろと異なる女が七人。あぶなっかしい女が七人ということか。その存在が危険なのか、やっていることが危険なのか。しかし、絵をみたかぎりには、みんな結構美人みたいだし、あぶなくもなんともなさそう。それどころか、興味津々だ。それでは、向かって右から順番にご紹介しよう。

縞の着物をしどけなく着た女。職業は何だろう。遊女かな。

こんなけだもの、そばへよるのはわるく、なんでもこのやうなものにはちかよらぬがよし。陰で見てさへもけんのんけんのん。

確かに、よく見ると髪も乱れているし、着ているものもぐずぐずだ。だらしないなあ。とはいえ、けだものとはひどい。なにをして、人でなしだということか。人間らしい心をもたないだなんてあんまりだ。近寄らないだけではなくて、こっそりと見ることもいけないだなんて。まあ、それだけ魅力的ということでもある。見るだけで、毒牙にかかってしまうのだろうか……。とにかくきつと彼女は魔性の女ってことなのだ。

奥には女中奉公の女。

ごほうこうはありがたい事にてぎやうぎをしつけ女の第一の事也。しかしかほどかたくしてもゆだんしては心がゆるみつい心得ちがひが尽たがる也。これとてもはたからみればどうもけんのんけんのん。

これはまた、うってかわって堅いお仕事の女である。女中奉公をしているということは、一通りの礼儀作法は身につけているということであろう。そんな女であっても油断は大敵なのだ。ちゃんとしていると自分も人からも思われているというところに危険が潜んでいる。



図4

手前に勇みな女。

女はとかく心をやはらかにもつてやさしくするが第一也。にうわの男をみても女のようにいふくらいなもの。こんなにいさみな女はなんぼきりやうがよくてもむだでもいつたらはりたをされそうこれもけんのんけんのん。

かっこいい感じだ。女中奉公の女とは違って見るからにきりっとしている。しかし、女は優しいのが第一番だと書いてある。そう言われれば優しくするには見えないかも。でも、人は見た目では判断出来ないものだ。こんな感じで、実は優しかったりするかもしれないではないか。

柔和とは、性質がおとなしくてやさしいこと。勇みな女とは、勇気満々な女ということである。気力の充実した女は器量がよくても、何か余計なことでも言おうものならはりたおされそうだから危険であるとは、こりゃまた意気地のないことで。

眉を剃っているということは人妻。しかし、なんだか様子が変である。

女はあまりさけをすごすはわるく、女のよつたのはみにくいもの也。わるくするとさけの上にては心がみだる、ものにてまちがひが尽たがるゆへ、はたからみればこれもけんのん。

なんだか様子が変だと思ったら、酔っぱらっていたというわけだ。詞書の様子ではもはやいい御気分を通りこしてぐてんぐてんなのかもしれない。既にろれつがまわらない、とか。この女、きちんとしていれば両家の奥様って感じであろうに……。ところで、女が酔ったのはみにくいものだと書いてあるが、度を越した酔っぱらいがよろしくないことは、なにも女に限ったことではない。男女にかかわらずである。お酒を飲み過ぎて心が乱れるなどということも男女問わずである。お酒に飲まれることは論外なのだ。

あきらかにお年をめした女。

女はとしをとつてはあまりであるくはわるし。たとへにもあるとふり、年よりのひや水とやらにてあんまり人ごみの中へひとりあるくはゑんりよするがよし。たとへ馬がはねようが犬がけんくわをせうがけんのん。

お年をめした方が元気に出歩いて何が悪いと言うだろう。「年寄りの冷や水」とは年取った人が、自分の身体の衰えも考えないで無理な行動をすることを言うが、自分の体調をわきまえて出歩くのであれば結構なことではないか。歩くことは健康の第一歩だと言われている。足は第二の心臓なのだ。特に、この浮世絵の人物はお元気そうだ。とはいえ、運動能力の衰えは否めないものであるから、馬やら犬やらが出てきても咄嗟によけきれないという可能性は大いにある。ということは、やっぱり危険か。

きりっとした女、芸者のようだが。

人はしんぼうがかんじんにてうはついていてはゆかず。こんなやつが「で、きやすか」でもいふとそのまゝにてはおかれなくたちよらぬがよし。なをこれは大けんのん大けんのん。

これはまたなんともいい感じみたいだ。で、こんな感じの女に誘われると、男はついふらふらとついていってしまい、後でひどいめを見てしまう。大危険人物である。七人の中では最も危険ということらしい。ということは、この女こそが魔性の女か。

最後は若い女、娘である。

十六七になるとたゞがらがらとしてとちぐるひきわぎたがるもの也。わるくするとどこぞのかどではとんだ事ができるなり。むすめも十五六になるととかくけんのん。

十六、七歳とはお年頃である。この頃になるとなんとなく落ち着きがなくなってしまうらしい。恋をしたいお年頃なのだ。で、悪い虫がつかなければいいのだが……、ということにもなるわけである。というわけで、危険なお年頃に突入ということか。

以上が七人の女のあらましである。

—七人の女の顔—

歌川国芳が描く七人の女。詞書から、いろいろな女であることはよくわかった。

ところで、この七人の女の顔は描き分けられているのだ

ろうか。詞書から異なるタイプの女であることはよくわかる。実際、違って見える。間違いなく描き分けられてはいるのだ。少なくとも、ふたりは国芳型美人に属さないことはあきらかであろう。奥に描かれたふたりである。女中奉公の女とあきらかにお年をめした女は国芳が描く典型的な美人の姿形をしてはいない。しかし、他の五人はどうか。縞の着物をしどけなく着た女、勇みな女、人妻、きりっとした女、若い女は、それぞれ装いは異なるが、顔はよく似ているように思われる。人妻の眉がないことが大きな違いではあるが、顔の造作自体は同じ種類のものではないか。ちなみに、勇みな女ときりっとした女の顔を重ね合わせてみた。これが、ぴたりと重なったではないか。ほんとうに同じ顔だったのだ。どちらもきりっとして見えたのだが、それは同じきりっとした顔の持ち主だったからなのだろうか。が、同じ顔でも、髪型や装いや、座っている姿、立っている姿勢によってこれほど違って見える。若い女の顔もこのふたりの顔と相似形である。顔の大きさがやや小さいが、少し拡大して重ねるとぴたりと合わさる。それだけではない。縞の着物をしどけなく着た女も、顔の向きを逆にして重ねるとこれまたぴたりと重なってしまった。そうして眉のない人妻と縞の着物をしどけなく着た女の顔もほとんど同じである。ただ口の位置がほんの少しだけ違っていた。これほど同じであるとは、驚くと言うよりはあきれてしまう。結局、五人の顔は同じなのである。

—何が違うのか—

それでは、違うと書いたふたりの顔は何が違うのだろうか。

あきらかにお年をめした女は、他の女たちとは異なり横顔で描かれているし、顔全体がシワシワだから他の六人とはまったく異なっている。ただ、シワシワだからといって若い頃の輪郭の片鱗が窺えないというわけでもない。彼女の顔で、国芳が描く典型的な国芳型美人と決定的に異なる点は鼻筋であろう。鼻が短く、上を向いている。これは横顔だからこうなったという代物ではない。意図的にこう描かれているのだ。国芳が老女を描くとすべからくこうなるというわけではあるまい。

そこで、もうひとりの女中奉公の女の顔である。こちらは、まず輪郭が丸い。そして、鼻が短く、他の五人よりあきらかに鼻が低いし、鼻筋が通っていない。口は他の女たちに比べて大きい。口を開いているからそういう感じがするというたぐいのものではない。これはあきらかに大きい。

そして、決定的に異なることがある。それは、彼女の目が二重まぶたであるということだ。しかも、中途半端な奥二重などではなく、くっきりはっきりとした二重まぶたであるということだ。いまどきの日本人の若い女の結構大多数がなりたいというタイプの二重まぶたである。目頭の部分が重なっていない二重まぶたなのだ。だからといって、

いまどきの若い女がこの女中奉公の女のような容姿に憧れるとは言ってはいない。あくまでもまぶたのみの話である。

女中奉公の女の顔の中で他のどこよりも目立っているのは、このくっきりはっきりとした二重まぶたの目である。そして、それが他の五人の女たちとの決定的な違いでもある。他の女たちと異質な感じは、このくっきりはっきりとした二重まぶたの目のせいではなからうかと私は思う。

ちなみに、きりっとした女と女中奉公の女の額から顎までの長さは同じである。口から顎までの長さも同じである。違っているのは目と口の間の長さである。女中奉公の女は額が広く、したがって目の位置が低い。もちろん、眉がないことから額が広い感じがするのではないかということも考えられる。そうであれば、人妻と女中奉公の女を比較してみればよい。ふたりとも眉がないが、人妻よりも女中奉公の女の目の位置は低い。眉のあるなしに関係なく、女中奉公の女の目の位置の低さは間違いのないものである。

ついでながら、もしかしたら、あきらかにお年をめした女の目元も、皺に埋もれてはいるが、二重まぶたかもしれないと思われなくもない。この絵では、二重まぶたなのかもっと重なっているのかはよくわからない。そして、このあきらかにお年をめした女は若い頃には女中奉公の女と類似の顔であった可能性もある。それは、鼻の長さなどから見て取ることができる。

—二重まぶたを探せ—

ところで、江戸時代の浮世絵を眺めていて二重まぶたの人物と出会うことはほんとうに稀である。たくさんの人間が描かれていればきっと二重まぶたの持ち主もいるのではなからうかと、つい探してしまふ。きっといるはずだ。ところがどっこいそうは問屋が卸さないのだ。

例えば、「五節句の内」と題された豊国の描いた五枚の揃いものがある。いろいろな職業の女が節句にちなんだものとともに描かれている。五人も揃えば誰かひとりくらい二重まぶたでもいいのではと思うのだが、豊国型美人たちの誰ひとりとして二重まぶたのぱっちりとした目の持ち主はいない。

五人では少ない。もっとたくさん描いてあればきっといるだろう、などと普通は誰でも思うもの。そこで、すぐたくさんの女が描かれているものを見ていただく。

お屋敷の中で観劇をしているという浮世絵がある。

お姫様のための観劇会のようなものである。豪勢だ。お姫様の周りには、それこそ大勢の奥女中たちがいる。もちろん、数えてみた。五十人以上い

る。五十二人だと思うのだが、襖の奥にもうひとり数えていいものかちょっと自信がない。その中で顔が確認出来るのは、四十人ほどである。

本図の女中たちは、先ほどの剣呑の絵の女中奉公の女と同業者である。ちなみに、この浮世絵作者も同じく国芳だ。で、穴が開くほど眺めてみたが、先の女中奉公の女のような二重まぶたは見当たらない。もちろん、こんなにたくさんの女の顔を描いているのだから、そんなところまで描き込むことはしてないのだ、という考え方もできよう。

後で詳しく述べようと考えているが、江戸時代の美人の概念に二重まぶたのぱっちりとした目というものはない。もし、そうであれば美人画の大家たちはこぞってそういう目を描いたであろう。二重まぶたが必須であれば、極論すれば、大勢の女中たち全員が二重まぶたに描かれたっていいわけだ。しかし、二重まぶたは描かれていないのだ。しかし、ひとりひとりをよく見ると、お姫様のお相手をしていたり、ご馳走を運んでいたり、控えてきちんと座っている人もあり、お隣の人とおしゃべりをしていたり、ほんとうによく描き分けられている。

一番奥にいる女など大口を開いていかにも楽しそうだ。お園黒の黒光りしそうな見事な歯並びがずらーっと見えている。彼女などは、仕事を忘れてお芝居に熱中しているようにも見える。

同じく国芳の作で「きたいなめい医 難病療治」という有名な浮世絵がある(図5)。これは、嘉永三年(一八五〇)六月十一日に日本橋通三丁目遠州屋から版行されたものである。「きたいなめい医」とは江戸時代には珍しかった女医をさしている。名前は「やぶくすし竹斎娘 名医 こがらし」である。弟子の医者も四人。いろいろな病を療治している。描かれている人物を幕府の高官に見立てたために大評判になって、たいへんな売れ行きであったが、幕府に対するあからさまな風刺が問題視されて三日で発禁処分となり、絶版となってしまった。そして、海賊版が出まわることになる。国芳は町奉行所で取り調べを受けたそうだ。そんな問題作でもある。



図5

いろいろな難病を治しているところが描かれているのだが、ここにも女中奉公の女と同業の女が描かれている。彼女は「でつしり」（出っ尻）を医者に治してもらっている。後ろ向きの横顔だからわかりにくいだが、鼻が短いところは先の女中奉公の女と似ているようだ。輪郭も似ているのではなからうかと思われる。しかし、彼女は二重まぶたの持ち主ではない。

手前には、人妻らしき女もいる。彼女は虫歯を病んでいる。お医者は無理矢理歯を抜こうとしているようだ。痛そう……。歯医者は私も苦手だ。できることならば行きたくない。この女も鼻が短いところなど先の女中奉公の女とよく似ているが、彼女も二重まぶたではない。この絵の中にもたくさん人間が描かれているが、二重まぶたの持ち主は医者にひとり、患者にひとり（いずれも男）である。しかも、そのどちらも二枚目という感じで描かれてはいない。いや、その対局のようである。

この絵の中には実はたいへんに興味深い部分があるのだが、それは二重まぶたとは関連がないので、また後にしよう。

—あまり大き過ぎたるは見苦し—

「あまり大き過ぎたるは見苦し」は、江戸時代の化粧書『都風俗化粧伝』の一説だ。

何が大き過ぎると見苦しいのか。当然目のことである。えーっ、現代の常識とはあまりにも異なっている。目が大き過ぎるのは見苦しいというのだから。現代は、大きければ大きいほどいいのだ。目が大きいことが、もしくは大き過ぎることが見苦しいなんてあり得ない。しかし、江戸時代には大き過ぎる目は見苦しいものだったのだ。

で、問題のこの文章は、「目の大なるをほそく見する伝」の中に書かれている。原文をあげる。古文が苦手という方も簡単に読める説明文である。段落ごとにわけて、一文ずつ細かく見ていくことにする。

○目の大なるをほそく見する伝

目は面上の中央にありて、面上の恰好を引き立てる第一のものなれば、りんどつよきがよし。然れども、あまり大き過ぎたるは見苦し。害理に細き眼にせんとして、目をせば狭めるなどすれば、瞼、外皆皺みて、世にいう藪にらみといえる目付きになり、却って眼の癖をあしくする人あり。

目が重要であると考えていることは、最初の文章からもわかる。

目は顔の中央にあつて顔の恰好を引き立てる第一のものなのだ。だから、凛として強いことをよしとする。

化粧品の広告で「目力」なることばが使われていたことは記憶に新しい。意志的なまなざしの美しさは、時代を超えた、いや時代だけではなく性別をも超えたものかもしれない。眼力ということばもある。「目は口ほどにものをいう」という

ことわざもある。凛と強い目とは、現代にも通じる表現である。

というわけで、ここまでは、異論あるまい。しかし、問題は冒頭に引いた次の文章である。

「目力」の存在は認める。しかし、あまり大き過ぎるのは見苦しいのだ。かといって、大き過ぎる目を無理矢理細い目にしようとして、目を狭めるなどということをする、瞼とか目尻とかが皺っぽくなって、世間で言うところの藪にらみと言う目付きになってしまつて、かえつて目にへんな癖をつけてしまう人がある。

目が大き過ぎる人が、目を細く見せようとするなど、現代では考えられない。だいたい、いつも目を細めているなどということは不可能である。目付きがへんになってしまうだろう。目のまわりもほんとうにシワシワになってしまうかもしれない。

—美しくない女が描かれた化粧絵—

美しくない女が堂々と化粧をしているという化粧絵がある。そういう化粧絵をご覧ください。

図6と図7はお歯黒をした後、余分なお歯黒で黒くなった唇や歯茎を拭いているという、まったく同じ瞬間を描いている。そうは見えないかもしれないが、やっている化粧の工程は同じである。

化粧道具の豪華さや衣装、髪型などいろいろ異なる点はある。一見、まったく別のものに見える。が、よく見ていただきたい。

この二枚の化粧絵はほんとうによく似ているのである。お歯黒をするために女のひざの前に置かれた道具の数まで同じなのだ。鏡を左手で持ち、布らしきものを人差し指と



図6



図7

中指あたりに巻きつけてにーと四角に開いた唇を拭おうとしている。同じ瞬間をとらえているのだ。口の開き方に潔さがあるかどうか、もしくは品があるかないかの差はあるが、このふたりの状態は図6の狂句のとおりである。

おはぐろの口を四角に女房ふき

お歯黒のあと、こうやって口を拭うのは化粧の工程の中でやらなければならないことであった。せっかくきれいにお化粧をしても、歯だけでなく歯茎や口のまわりまでお歯黒がついたままで黒くなっているのは興ざめである。というわけで、この工程はお歯黒をしている人は、皆行った。貴賤も美醜も関係ない。

お歯黒をすることに慣れれば、口のまわりまで真っ黒くなるなどということはないのだろう。が、初心者であれば、口のまわりにはみだして真っ黒というようなことも起こり得る。

『化粧ものがたり』（高橋雅夫著・一九九七年・雄山閣）に、昭和五十二年に秋田県の子崎スガさん（当時九十六歳）のお歯黒の調査を行ったことが書かれている（二三五頁～二三八頁）。その中に「染め終わると、口唇や歯ぐきについてお歯黒を布で拭きとります」（二三七頁上段写真）という説明つきの写真が掲載されている。この姿、図6と酷似していることは言うまでもない。

—顔が違う、体型が違う—

さて、この二枚はまったく同じ瞬間を描きながら、まったく異なるものがある。それは女の顔だ。

そして体型も違っていることを予想させる。実際は着物に隠されているから、腕いだらすごいのはどちらかということとは判断しかねる。しかし、輪郭や鼻筋の通り方や口の大きさや、と露出しているところを比べても容姿が決定的に異なっていることはあきらかだ。

このふたりどちらが美人として描かれているかは考えるまでもなからう。

もちろん見る人によっては、どちらも美人ではない、と断じるかもしれない。こんな顔を美人だなんて、あなたはどうかしている、と思うかもしれない。それはそれでよしとしよう。美人かどうかという判断は主観的な要素が大きいし、一般的ではない判断もありえるわけだし。ここで大切なことは、私たちはどちらが美人として描かれているかを判断できるということである。主観的に美人であると判断することと、美人と認識されているのだということがわかることは異なるのだ。

—役者が白粉（美艶仙女香）の宣伝をする—

お歯黒の話の次は、白粉である。江戸時代は白粉で顔を真っ白にしていたと思っている人も多いようだが、それは

正しくはない。しかし、江戸時代も現代に劣らず肌の美しさに重きを置いていたことは間違いでない。それは、白粉の宣伝販売がさかに行われていたということからもうかがえる。江戸時代の代表的な白粉といえば「美艶仙女香」である。

数年前にキムタクが女性用化粧品の広告に出るということでも話題になった。そのとき私が思ったのは、そんなこと江戸時代からやっていたことで新機軸でも何でも無いということだ。というわけで実例である。

立役が子役とともに美艶仙女香の宣伝をしているという役者絵がある（図8）。

沢平 申し旦那様江戸から仙女香のおしろいが参り升た。

訥升 ヲ、此間江戸の便りにたのんだ京ばしの仙女香うり物には花とやら歌にもうたふ。岡崎でもよいがうへにもよい女郎と江戸にもまさる大ふくやしるものが大事だ。此仙女香のおしろいで随分ときれいに化粧してくりやれ、へ。

思いつき宣伝である。最初この一枚を神田で見つけたときは、この役者絵が三枚続きとは知らなかった。次に古書目録で二枚揃ったものを見つけて入手した。それが、図9である。こちらには「大ふく屋宗六 沢村訥升」の女房役の「大ふくや女房おくら 中山みよし」と「宿ばのあんま 関歌助」が登場する。

哥升 いかさま所の風とはい、ながら吉田でも岡崎でもひるは女郎衆 夜にいれば仙女香のおしろいでけわいけせうでぬり立て岡崎女郎衆はよい女郎衆へ

役者を使った実に宣伝らしい宣伝である。

役者絵を見ていると「あれっ」と思うようなところで美艶仙女香とでくわす。

相撲取りに扮した市村羽左衛門が手をつけているのは鳥居。そこには「奉納 京橋 仙女香坂本氏」の文字がくっ



図8



図9

きり。美人画の中にも、女がたたずむ鳥居に同様な文字が読み取れるものがある。ほんとうに寄進をしていたとすれば、坂本屋は社会活動も行ってたというアピールともとれる。また、直接的な化粧絵ではなく、このようなところにも顔を出すというということには広告の極意がある。役者ファンにも仙女香の名前を知ってもらおうということである。美艷仙女香の宣伝は東海道五拾三次のシリーズにも見出すことができる。

仙女香の機能

仙女香は、江戸京橋南伝馬町三丁目稲荷新道の坂本屋から売り出されていた。

具体的な機能は、次の通りである。

- 一、色を白くする。
- 二、きめを細かにする。
- 三、はたけ、そばかすにきく。
- 四、できものの跡を早く直す

この四つがあげられている。

また高齢者になっても皺が寄らないというのは、現代の化粧品でもうたわれる非常に重要な効能である。なお皺に関しては次の川柳が詠まれている。

縮緬を羽二重にする仙女香（柳樽一〇八13）

縮緬は絹織物のひとつで、細かな皺があることが特徴である。それで、細かい皺のことを「縮緬皺」などと言うのだ。一方「羽二重」は、「光絹」とも表記し（『書言字考節用集』）、緻密な肌触りの良い、光沢のある上質な白生地のこと、紋付の礼装に用いられたりするような高級品である。ここから「羽二重肌」ということばが生まれ、きめが細かく色の白いなめらかな肌のことを言う。

先の川柳は「仙女香は、縮緬皺を伸ばして羽二重肌にする」ということである。

ところで、仙女香の宣伝は実に巧みである。例えば、十包以上購入した方には、中村座、市村座、森田座、（あわ

せて江戸三座）の役者自筆の扇を一本プレゼントだ。今でもこの種の景品に弱い消費者は少なくない。近代の化粧品の広告にも購入者に人気女優のサイン入り写真プレゼントなどという企画がみられる。さまざまな景品を付けて商品売るといふ広告戦略は江戸時代からのことだったので。

仙女香十包ねだるばかりむすめ（柳樽百十・7）

という川柳があるが、これなどは景品に惑わされた、まさに馬鹿娘である。そういえば、図8で沢平が仙女香の包みを随分たくさん持っている。これなども、まとめ買いのプレゼントを前提としたものであったのだろうか。詞書には、そういった表記はないが、消費者にその知識があったと考えるならば、あの絵は一層興味深い。

—江戸の不美人とは—

やはり不美人を語ることは難しい。話は集約せずどんどん拡散していくばかりである。ただ、多くの文献や浮世絵の中からうかがえるのは、肌の美しさが大切であるということ。また、輪郭がすんなりとしていることが理想であること。その輪郭の中におさまる目、眉や口、鼻といった部分が大きすぎないこと。目については特に頬が落ち窪んでいないこと。これらが美しさの条件であるとするればそれをみたさないことが、不美人ということであろう。

最近、勤務先の短大生の自分の顔の中で嫌いなところを上げてもらったところ、目、口、鼻、などが小さいことという回答が多くあり驚いた。目が小さいことが悩みというのは別に驚かない。大きな目は相変わらず美人の大切な条件だ。鼻が低いというのもずっと継続的にある。が、今年特に目立ったことに「口が小さい」ということがあった。かつておちょぼ口は美しいとされた。しかし、今は大きな口がチャーミングということらしい。

美感は、個人個人のものであり、また時代を語るものでもある。

江戸時代の不美人をさぐることは難しい。しかし、これは現代の美人不美人を考える上でも大切なことなのである。

コスメトロジー研究雑感

平成 14 年度 研究助成

細胞外マトリックス (ECM) の科学とコスメトロジー

丑田 公規

この研究助成の期間中、コスメトロジーとは化粧品、またはその材料を多角的に科学するものであると理解するようになった。よりよい化粧品を開発するための基礎科学に話を限っても、例えば、その使用によって皮膚にアレルギーや害を生じさせたり、皮膚の健康をそこなったりしてはいけないということが第一義である。そこには、化粧品材料と皮膚細胞表面の間の相互作用について深い理解が必要であるのは言うまでもない。

我々はヒアルロン酸 (HA) という、まさに近年急激に化粧品材料として普及しだした化合物を物質として研究しながら、その中で起こる化学物理現象 (輸送現象や化学反応動力学) が、細胞外マトリックス (ECM) の生理作用の研究に大きな寄与を果たすことを認識するようになった。近年わかり始めた細胞接着に関する研究だけを取っても、発生、再生、分化、臓器形成などに ECM は大きく関わっており、HA はガン細胞の転移や活性化にも大きな役割を果たしていると言われている。これらは、細胞と触れる

ECM との間に、物質による情報伝達が起こるために見られる現象であるが、ECM をもっと素朴な成分物質である、HA やコラーゲンと置き換えれば、まさに化粧品材料が皮膚細胞表面に触れて起きることと同等であることが理解できる。化粧品と皮膚細胞のコミュニケーションに関する知見が、生理作用の理解に立派に役にたつのだ。先端科学では、ECM と細胞の相互作用は情報伝達物質のやりとりとして、理解されつつあり、ECM に薬剤を投入して効果的に細胞に吸収させる研究も、ドラッグデリバリーの形態として重要だろう。

皮膚と化粧品の相互作用の研究だけを取っても、コスメトロジー研究が、基礎的な医学生物学、果ては生命の神秘の解明にも大きな影響を与える時代が到来していることが理解できる。それは古来人間にとって重要な生活の科学としての長い歴史に由来するものであるからだと思う。

(理化学研究所 環境ソフトマテリアル研究ユニット)

平成 15 年度 研究助成

私とコスメトロジー

尾崎 幸洋

私がコスメトロジーという学問領域を強く意識したのは比較的最近のことである。しかしよくよく考えてみるともう 20 年位前からコスメトロジーと関係の深い研究に携わっていた。私はもともと物理化学の出身でタンパク質の構造と機能に関する研究が専門であったが、24 年前、医科大学 (東京慈恵会医科大学) に職を得たこともあり、次第に病気とタンパク質の変性との関係の研究に入っていった。その中で始めたのがコラーゲンの変性の研究である。全反射吸収赤外分光法を用いて、できるだけあるがままの状態ですべて組織 (正常組織と病態組織) のスペクトルを測定し、非破壊で病変にともなうコラーゲンの構造変化を調べるといったものであった。このとき「化粧品学」という本を読み、皮膚のこと、コラーゲンのことなど勉強した。したがって私の場合は医学を通じて化粧品学、コスメトロジーと初めて出会ったことになる。当時、コラーゲンの研究

に関連して皮膚の修復の問題にも少し関わったが、そのような中で患者と化粧品という問題についても触れる機会があった。コスメトロジーの幅の広さ、ふところの深さを実感させられた。

16 年前に慈恵医大から現在の関西学院大学に移り、比較的すぐに始めたのが髪の毛の水分を近赤外分光法を用いて測定するという研究であった。今から 13 年も前に論文を発表したこともあり、今から考えるとかなり評価を得た。その後しばらく中断していたが、最近また再び皮膚、爪、髪の毛の水分、ケラチンの構造研究などでコスメトロジーの研究に携わっている。もともと化粧品にはあまり縁のなかった私であるが、医学や分光学の研究を通じてコスメトロジーとはそれなりに長い御縁となった。

(関西学院大学理工学部)

コスメロジーと表皮細胞

小宮根 真弓

私は以前より、表皮細胞を主に研究の対象としている。表皮は皮膚の一番外側にあり、外界の刺激から身体を守っているが、種々のコスメティックスが直接接触するのも表皮である。コスメロジーを考える上で表皮は重要な意義を持っていると考える。表皮細胞は、身体を覆う保護シートとしての役割だけでなく、様々な免疫反応の場でもあり、その生理機能は全身状態にも密接に関連する。常に種々の外的刺激が加わっているにもかかわらず、通常はたいした問題もなく恒常性を維持しているということは、表皮には相当に強力な恒常性維持機構が備わっているにちがいない。しかしながら冬場に過度の乾燥から湿疹が生じたり、掻破により新たな皮疹が生じたり、また洗剤の使いすぎによって手荒れが生じたりすることも事実で、表皮に対する

過度の刺激は皮膚の病的状態を引き起こすもとである。コスメティックな面より考えると、美しい皮膚を保つためには、外的刺激は適度に抑えるべきということであろう。また逆に、荒れてバリアー機能の低下した皮膚には、通常は無害の化粧品も刺激となろう。何種類もの化粧品を重ね使いするのも、外的刺激をブロックし、生来の皮膚のバリアー機能を強化するという点からは意味があると考えられるが、逆に化粧品そのものが刺激となってしまう場合も少なくない。生来の表皮の生理機能を最大限に生かしてこそ、コスメティックスの効果も最大限に得られるはずである。表皮とコスメロジーとは今後もずっときっても切れない関係を続けていくことだろう。

(東京大学医学部附属病院皮膚科)

女子医学生の変遷

澤村 大輔

私が大学の医学部に入学した20年ぐらい前、私の学年には、総勢120名の新生入生に12名の女子学生がいました。私も18歳と若鮎のようにぴちぴちしていますし、女子学生だって同じぐらいの年ですので、当然惹かれてよいのですが、不思議にそういう感情は抱かなかったような気がします(どうか、同級生がこの文章をみていないように)。まあ、向こうからも私が相手にされなかったことも、明確な真実ではありますが。多くの女子学生の方が、男の中に入って、女の部分を殺して、男なんかに負けないで、がんばっているという印象を持ちました。恋愛の対象というより、なんか頭が下がるような畏怖の対象でありました。勿論、化粧なんか、なによ、って感じでした。

その後、大学で教える側になって、女子学生に接するようになると(もちろん、女子学生と男子学生の差別はしてはいません)、その変貌に驚くしだいです。多くの方がうまくお化粧して、きれいなんですね。白衣だって、白では

なくて薄い黄色やピンク色なんか入っていて、ブランドで上下一組2万円ぐらいするものを着ている学生さんもいます。我々のときは診療というよりは、実験室で着るような生協のものでしたが……。前述したように、私の学生時代は女性の部分を隠してがんばっているという感じでしたが、今の方は積極的にその部分を表現している印象をうけます。

今にこの年になってみると、なんか、前のタイプの方が、けなげで、親しみがわくところもあります。他の人により美しく見せたい、これが化粧品を多方面から研究する学問を発展させてきたことは事実ですが、実は、他人を鏡にして、きれいに見せていると自己に満足するために、化粧をしている状況に陥ってしまうこともあるのかもしれない。

まとまらずにすみません。やはり、助成と女性はむずかしい。(北海道大学大学院医学研究科)

平成 15 年度 研究助成

コスメトロジーと創傷治癒

相馬 良直

皮膚科に入局して2年目ですから1984年のことです。皮膚潰瘍を早く乾かす効果があるとして、潰瘍面にふりかけるパウダー剤が発売されました。先輩医師のすすめで早速試してみたところ、確かに傷は早く乾くのですが、どうも治ったあとが癒痕になりやすい印象を持ちました。パウダーをかけないと傷はいつまでも湿っていますが、かえってその方がきれいに治るように見えました。

その後アメリカで細胞増殖因子の研究をする機会があり、その関連で創傷治癒に興味を持ちました。創傷治癒理論を勉強しますと、傷は乾かすより湿らせておいた方が早く治ることは明らかで、動物実験でもそれを証明するデータが次々と発表されていることが分かりました。1990年代に入ると、皮膚潰瘍の治癒には創を湿潤環境に保つことが重要であることがようやく皮膚科医の間でも認識されるようになり、前述の傷を早く乾かすパウダーは皮膚科の現場から姿を消しました。

傷を早く治すというのは、もちろん病悩期間の短縮という面で大切なことですが、もう一つ癒痕化を防ぐために重要です。癒痕化という現象はまだ理論的に十分解明できておらず、分からないことが多いのですが、治癒までに時間がかかった傷ほど癒痕化しやすいことが経験的に明らかです。つまり、いかに早く治して癒痕にしないかが皮膚科医の重要な仕事となってくるわけです。

コスメトロジーの観点からもっとも大切な顔面の皮膚にも、外傷、ざ瘡(にきび)、水痘や帯状疱疹などの様々な理由で、癒痕ができてしまうことがあります。癒痕を治療によって消すことはきわめて困難ですので、予防が大切です。癒痕化を防ぐための創傷管理はいかにあるべきか、その基礎的理論の確立に私の研究が少しでも役に立てばと思いますし、また臨床家としても、皮膚潰瘍の治療はいかにあるべきかを日々考え、実践、発言していきたいと考えています。(聖マリアンナ医科大学皮膚科)

平成 15 年度 研究助成

コスメトロジー雑感

藤井 紀子

まず、この度コスメトロジー研究振興財団の助成を賜りましたことに厚く御礼申し上げます。今回、助成金を頂いたことで、コスメトロジーというキーワードが、材料、皮膚科学、生命科学、心理学など実に多様な学際的分野を包括していることを知ることができました。私自身の研究生生活は博士課程の時に皮膚のプロテオグリカンの同定とその性質を研究することによって始まりました。その後、現在の「D-アミノ酸と老化」という研究テーマに突き当たり、これがライフワークとなりました。対象タンパク質は水晶体でしたが、ひょんな事から、皮膚を構成するタンパク質にもD-アスパラギン酸が存在することが明らかとなり、久しぶりに皮膚が研究対象となり、皮膚科学との関わりに縁を感じている次第です。

一口に老化といっても老化の尺度を測る適当なマーカーはそうありません。私は本来生体内のタンパク質には

存在しないはずのD-アミノ酸という分子が一つの老化指標となるものと考えています。タンパク質は本来、L-アミノ酸のみから構成されていますが、光学異性体であるD-アミノ酸が生じると高次構造に乱れが生じ、機能低下を引き起こします。現在、種々の老化したタンパク質中にD-アミノ酸が見出されており、様々な疾患と関連づけられています。本研究によって皮膚のエラスチンタンパク質中でも容易にD-アミノ酸が生成されることが明らかとなりました。これを防御するにはどうしたらよいか？過度に紫外線に曝されないようにする、化粧をする、日焼け止めを塗るなども効果があると思われます。コスメトロジーが美容だけでなく、QOL (quality of life) を考える上でも重要な役割を果たしていくであろう事を期待したいと思います。

(京都大学原子炉実験所)

捨てる神あれば……

渡辺 英綱

2000年4月、留学先のヴァージニア州立大学から福島大学保健管理センターに移動し、これまでの細胞培養や動物実験、臨床研究からは離れてしまったと落ち込んでいた時に、肥満の学生の減量支援をやってみてはと励まされ、何もしないで風邪の患者ばかり見てるよりはと考え直しました。実際、減量支援をやりはじめるとその困難さはかなりのもの、特に、減量をしようという気にさせる事の難しさを実感した次第です。いままで、臨床で糖尿病患者に気軽に減量を勧めていましたが、学生の減量指導でその困難さを目の当たりにしました。その気にさせるために、いろいろな方法（学生のほうがいろいろ試している場合が多いのですが）を提示して、気に入ったものを始めていましたが、機能性香料による減量支援は受け入れが良く、継続もしやすいようでした。どの程度効果があがるかは、はじめまでブラックボックスでしたが、効果の有無には個人の背景因子が絡んでくる例が多く、一概には言えないようです。また、はじめてみると減量が必要な学生に限って体重

計を持っていなかったり、必要な備品も増えてきました。そんな時、本助成の存在を知り、応募させていただき、減量支援に必要な物品、減量効果の判定のための機器を購入させていただきました。正直、減量は1に食事、2に運動と考えておりましたが、指導をするにあたり、程度の差こそあれ、睡眠障害（特に昼夜逆転）、気分障害が問題になる事が分かってきました。今後はこれまでの研究成果を基に減量効果を有する機能性香料の開発や、その機序までも解明していきたいと考えております。

最後に、本研究助成により私の研究意欲を再び覚醒させ、研究を継続させていただけたコスメトロジー研究振興財団に心から感謝するとともに、今後のさらなる御発展をお祈りいたします。また、私をスタッフとして迎えて下さり、本研究のきっかけとなった保健管理センターの渡辺厚教授ならびに、研究を手伝ってくださる酒井、川上さんに深く感謝申し上げます。（福島大学保健管理センター）

化粧文化研究のネットワークを

村澤 博人

私自身で顔の文化と化粧文化のホームページをもっているせいか、よく大学生から卒論の相談がある。もちろんメールである。忙しいといっても気分転換を兼ねて返事は可能なので、読んだ上でさらに突っ込んだ具体性を求める質問を入れて返事することになる。数日のうちにまた返事が来て、数回の往復で終わる場合もあれば、中には直接会って話をするケースも出てくる。

昨年から大学に化粧文化研究室を開設し、内外に化粧文化研究を訴えるようになったので、たいへんである。自分の大学の学生を放っておくわけにはいかないし、かといっていろいろ迷ったり悩んだりしてメールをくれるのであろうから、可能な限りいいアドバイスをしてあげたいとも思う。

その一方で、若手の化粧文化研究者が少しずつだが増えてきており、そろそろネットワークづくりをしなければと有志が集まって具体的な活動の検討を始めている。大学で

化粧文化の研究室は私のところ以外ではまだ存在しないし、化粧文化の授業もまた、自由度は少ないと聞く。

25年以上前に、「化粧文化」という言葉を研究誌の名前につけた本人としては四半世紀経っているのだから、男性たちも眉の形を整え、スキンケアをする時代なのだから状況がもっとよくなっていてもと思いたいが、どうだろうか。それだけに、既存の研究者がしっかりとガイド役をして、広く化粧文化研究に関わりたい人をサポートしていく必要があるだろう。

今回コスメトロジー研究振興財団から助成をいただき、韓国の化粧の一端を研究することができた。これをきっかけにさらに深く研究を掘り下げていくだけでなく、新たな研究者の卵の発掘を含め、化粧文化の研究者のネットワークをしっかりと立ち上げ、この分野に少しでも貢献できるように努力していくつもりである。

（大阪樟蔭女子大学化粧文化研究室）

平成 14 年度 研究助成

コスメトロジー雑感

莊村 泰治

「初頭効果」という言葉がありますが、人の印象というものは、会ってから最初の 0.6 秒から 6 秒で決まり、そしてその時の印象は消えることはないといわれています。言い方を換えれば 6 秒という短い時間で自分を十分に表現しなくてはいけなく、必然的に表情や動作、眼差しなどの言葉によらない非言語表現に頼らざるを得ません。そのため、歯科医療に携わる者にとって、笑顔はきわめて大切であると言えます。初対面の患者さんは「この歯医者さん、優しいかな」「腕は確かかな」「治療費、高いかな」と不安いっぱいの中、歯医者さんの表情を観察します。そのため、いい笑顔（スマイル）を持つ歯医者さんは、「明るく親しみやすい」、「感じがいい」、「優しそう」「面白い」などの評価を受け、スムーズな歯科治療を行うことが可能となります。また、治療後の患者さんに関しては、歯の治療を終え、白い歯やきれいな歯並びが自分のものになったにもかかわらず、上手に笑えない方が非常に多いです。せっかく白く美しい口元になったのに、それを生かせないのは非常にもったいないことです。

美しい笑顔では唇のあいだからこぼれる歯のライン（スマイルライン）が下唇に沿って美しいカーブを描いており、いい表情を作るために必要であるといわれています。このいい表情（笑顔）を作るため、スマイルトレーニング（スマイルエクササイズといわれることもあります）というイメージトレーニングが推奨され、色々なメディアでとりあげられています。しかし、スマイルトレーニングについて各種論文等を検索しましたが、その効果について統計的に検討したものはほとんど見当たりませんでした。本研究により、スマイルトレーニングの効果をモーションキャプチャーシステムで動的に分析することができ、その有用性を示すことができました。実際に私もトレーニングを行いました。我ながらいい笑顔になったと感じています。

スマイルは健康にも重要で、呼吸機能や消化機能をよくし、免疫力を高めて身体を活性化させていくといわれます。誰にでもできて、お金のかからない最高の健康法です。さあ、みなさんも今日からスマイルトレーニングを始めましょう!!
(大阪大学大学院歯学研究科)

平成 15 年度 研究助成

本研究成のコスメトロジーに及ぼす影響

長田 佳久

顔の表情は刻一刻と変化し、他者はその変化からその表情を判断する。また Osada & Nagasaka (1999) が示したシワの重要性から、シワの動きが表情の認知に重要な役割を担っていることが判明している。大きな情報量を持つシワの動きを考慮し、顔の表情表現をすることで、生き生きとした活性感のある印象を他者に与えることが可能になる。表情の動きを検討することで、シワの持つ情報が表情認知に対してどのような役割を果たしているかを科学的に解明することができる。それらが明らかになれば、シワの動きを想定した化粧を行い、より魅力のある化粧行動が可能となるかもしれない。しかしこれまでの研究では、常に変化している表情の認知を、静止画像の表情の特徴から検討しており、顔の運動情報が持つ効果は明らかになってい

ない。特にシワに関しては手付かずである。本研究では視覚空間周波数分析に焦点を当て、顔の運動情報が表情認知に与える影響を検討し、その考察からシワの動きが表情認知に与える影響の可能性を論じた。本実験で得られたデータから、顔の運動情報は表情の空間周波数帯域に依存することが明らかになり、さらにシワの動きの重要性を指摘した。今後は眼球運動測定などを用いた詳細な検討によってシワの動きの効果の解明が望まれる。化粧行動の動機は人によって異なるが、その重要な側面は対人魅力を増加させることである。本研究によって基礎的な心理学的資料をコスメトロジーに提供する一歩となり得たと考えている。

(立教大学文学部)

コスメトロジー雑感

西倉 実季

外見上の「違い」をもつ人々は、どのような問題に直面し、それにどのように対処しているのだろうか。私がこれまで実施してきた顔に疾患のある女性たちへのインタビュー調査は、こうした問題関心から出発している。その過程において、インタビューの対象者が、カムフラージュメイクについて否定的に語る場面が幾度もあった。「自分の顔を隠していることが後ろめたい」「本当なら化粧はしたくない」「なぜ私は、生まれもった顔のまま生きていくことができないのか」。もちろん、精神的な安定をもたらす、好奇の視線の対象とならないなど、カムフラージュメイクが肯定的に語られる場面は多い。しかしながら、ほとんどの対象者が、カムフラージュメイクのメリットと同時に、そのデメリットを語るのである。

近年、カムフラージュメイクによる疾患・外傷をもつ人々への支援に向け、メイクアップアーティストと医療従事者の連携が声高に叫ばれている。カムフラージュメイクが必ずしも万能ではなく、問題をもたらすことがあるという当

事者の声は、専門家たちに届いているのだろうか。届いていないとするならば、顔に疾患・外傷のある人々への支援が試みられたとしても、それは当事者不在という意味でじゅうぶんなものではない。まずは当事者がカムフラージュメイクについてどのような経験を積んでいるのか、改めて目を向ける必要があるのではないだろうか。こうした研究課題に取り組むために、コスメトロジー研究助成課題に応募させていただいた。

人文・社会科学領域では、大学院生が研究助成金を得ることは決して容易ではない。また、質問紙を用いた量的調査と比較して、インタビュー調査などの質的研究は「客観性」や「妥当性」に欠けると考えられがちで、その意味でも研究助成の機会は限られている。今回の研究の意義を認めてくださり、課題に取り組む機会を与えてくださったコスメトロジー研究振興財団に深く感謝申し上げます。

(お茶の水女子大学大学院人間文化研究科)

外国人研究者招聘助成による国際交流

大塚 藤男

平成 17 年 1 月 27、28 日の両日、第 28 回皮膚脈管・膠原病研究会を東京都千代田区の学術総合センターで開催した。本研究会の特別講演者に Witten-Herdecke 大学教授 Percy Lehmann 氏をコスメトロジー研究振興財団授与の平成 16 年度外国人招聘助成金により招聘した。P. Lehmann 教授はドイツにおける光線過敏性皮膚疾患研究の第一人者で、「Photosensitivity and Phototesting in Lupus Erythematosus」と題した講演をお願いした。約 200 名の研究会参加者が熱心に講演を拝聴した。光線過敏性皮膚疾患の診断、病態、治療についての包括的な講演に加えて、日本ではあまり知られていない lupus erythematosus tumidus という皮膚型ループスエリデマトーデスの一型について詳しく説明され、注目を集めた。Lupus erythematosus tumidus は顔面などにしばしば見られる紅斑で、1930 年代にすでに記載されているが、疾患概念がしっかり確立されないまま、長らく忘れ去られていた。しかし、最近、Lehmann 教授は多数例を解析して、その病

態を再認識し、以下のような特徴を掲げている。

- 1) 光線過敏を示し顔面などに慢性の紅斑を生じる。
- 2) 全身性紅斑性狼瘡でみられるような液状変性などの表皮変化は伴わない。
- 3) 真皮にリンパ球を中心とする斑状の浸潤がある。
- 4) 間質にムチンが沈着する。
- 5) 抗マラリヤ薬が奏功する。

講演では LE tumidus の多数の臨床写真が示され、特に若年女性の顔面に生じることが多いことから、この疾患が多大な整容的問題を含むことが理解された。また光線の病態発生機序に果たす役割が示されて遮光指導の重要性が述べられた。講演終了後の質疑も活発で、整容上の大きな問題を含む疾患概念を再構築して多くの本邦皮膚科医の認識を新たにする特別講演であった。本講演はコスメトロジー分野に大きく貢献、また大きな成果を挙げたと考えている。

(筑波大学臨床医学系皮膚科)

付 録

●
事業報告書（平成16年度）

役 員
●

事業報告書

(自平成16年4月1日 至平成17年3月31日)

《研究助成等の選考関連》

2004	5	6	公募開始	全国285ヶ所の大学・病院・研究機関等、関係学術雑誌8誌 当財団HP他2HPに掲載
	7	2	公募締切り	応募数107件
	9	7	選考委員会(分科会1)	素材、物性に関する分野の選考
	9	13	選考委員会(分科会2)	生体作用、安全性に関する分野の選考
	9	9	選考委員会(分科会3)	精神、文化に関する分野の選考
	9	21	本選考委員会	各分科会の結を総合的に判断して研究助成22課題、国際交流援助1課題を選考
	11	19	表彰贈呈式	記念講演：「江戸時代の不美人を考える」 富山短期大学助教授 陶 智子氏 特別講演：第23回IFSCCアワード受賞講演 「毛髪内部の3次元動的可視化」 株式会社コーセー研究本部 田中 健一氏
	11	19～	助成課題の公表	関係学術雑誌7誌、当財団HPに掲載
2005	2	中旬	持ち回り企画委員会	平成17年度の研究助成課題選考に関して

《理事会関連》

2004	6	21	常理事会	平成15年度事業報告ならびに収支決算報告、第8期評議員の選任、理事長及び専務理事の互選、選考委員の選任、株主としての議決権行使について、報告事項
	11	19	常理事会	平成16年度(第15回)研究助成者等の承認、平成17年度事業計画及び予算案の承認、選考委員の補選 役員退職慰労金に関する内規制定

《評議員会関連》

2004	6	21	常評議員会	平成15年度事業報告及び収支決算報告、第8期理事及び監事の選任、報告事項
	11	19	常評議員会	平成16年度(第15回)研究助成者等の承認、平成17年度事業計画及び予算案の承認

《その他》

2004	3	末	財団活動の情報更新	当財団HPへ平成16年度事業計画を記載
	6	末		当財団HPへ平成15年度事業報告を掲載
	12		コスメトロジー研究報告	「コスメトロジー研究報告」12号の概要を当財団HPに記載

第15回 研究助成を受けられたかたがた

(J：一般研究助成，H：国際交流援助)

管理番号	研究課題	分野	代表研究者
J-04-01	ラミニン-5由来ペプチドによる表皮細胞遊走活性化の検討	皮膚科学分野	京都大学大学院医学研究科 皮膚生命科学講座助教授 宇谷厚志
J-04-02	新しい皮膚成分の分析手法としてのコレステロールセンサの開発	分析化学 生体医用工学	大阪府立大学先端科学研究所助手 椎木弘
J-04-03	表皮細胞におけるエピプラキンの機能	皮膚科学	大分大学医学部生体分子構造 機能制御講座教授 藤原作平
J-04-04	酵母を利用した組み替えヒト型セラミド生産系の開発	脂質生物学	広島大学大学院生物圏科学研究科 助教授 船戸耕一
J-04-05	メラノソーム輸送に必須の因子Slac2-aの分解メカニズムの解明とメラノソーム輸送制御への応用	細胞生物学	(独)理化学研究所 ユニットリーダー 福田光則
J-04-06	皮膚の光音響学的診断法の開発	生体医用光学	防衛医科大学校防衛医学研究センター 情報システム研究部門助教授 佐藤俊一
J-04-07	薬用人参の皮膚老化防止作用と育毛効果の分子メカニズム	薬理学	東京医科歯科大学難治疾患研究所 教授 古川哲史
J-04-08	インターロイキン12による紫外線防護に関する研究	細胞生物学	長崎大学先端生命科学支援 センター教授 松田尚樹
J-04-09	大豆ビクニンを用いた日焼け防止クリームの開発	産婦人科	浜松医科大学助教授 小林浩
J-04-10	表皮細胞の増殖・分化・細胞死に影響を与える遺伝子群の機能解析システムの構築	分子生物学	大阪大学医学系研究科教授 竹田潤二
J-04-11	脂質分子集合体の活性酸素種分解機能の解明による新規な抗酸化系の構築	生物反応工学	山口大学工学部応用化学工学科 助教授 吉本誠
J-04-12	新たな生理機能を付加させることを目的とした新規化粧品素材の酵素的分子創製	生物有機化学 酵素化学	岡山理科大学理学部臨床生命科 学科講師 石原浩二
J-04-13	ビスアンモニウム塩製Gemini（二鎖二親水基型）界面活性剤の抗菌剤への応用についての検討	界面材料学	京都工芸繊維大学物質工学科 助教授 老田達生
J-04-14	リン脂質ベシクル上にリポアミノ酸が形成するナノチャンネルとその薬物放出能の検討	界面物理化学	金沢大学大学院自然科学研究科 助手 太田明雄
J-04-15	高齢者の顔面における常在真菌フローラのタイピング—老人性色素斑および脂漏性角化症の新たな発生病序の解明と予防について	皮膚科学	筑波大学大学院人間総合科学研究科 研究科講師 伴野朋裕

管理番号	研究課題	分野	代表研究者
J-04-16	ショウガ成分誘導体の美白、抗老化作用の分子メカニズム	生化学	東京大学先端科学技術研究センター特任助教授 野口 範子
J-04-17	シルクプロテイン-ポリフェノールコンジュゲートの合成と機能評価	グリーン高分子材料、 バイオマテリアル高分子 材料化学	大阪大学大学院工学研究科物質化学専攻教授 宇山 浩
J-04-18	皮膚における弾性繊維形成とトロポエラスチンの細胞機能解析	細胞生物学	星薬科大学講師 輪 千 浩 史
J-04-19	口唇裂患者の化粧品による外観変化と内面変化について	口腔外科	大阪大学大学院歯学研究科教授 古 郷 幹 彦
J-04-20	アミロース工学による分子認識性ナノゲル微粒子の設計と応用	バイオマテリアル	東京医科歯科大学生体材料工学研究所教授 秋 吉 一 成
J-04-21	化粧品やネイルケアが高齢者のライフスタイルやQOLと免疫能の向上に及ぼす影響	予防医学 健康福祉医療政策	早稲田大学人間科学部教授 町 田 和 彦
J-04-22	化粧品療法による被介護者と介護ボランティアの精神的活性化	精神医学	仙台大学教授 吉 田 寿 美 子
H-04-01	膠原病における光線過敏症の実験モデル	皮膚科学	デュッセルドルフ大学病院教授 Percy Lehmann 受入責任者 筑波大学臨床医学系皮膚科教授 大 塚 藤 男

(敬称略・受付順)

※第1回～14回の研究助成課題はホームページ (<http://www.cosmetology.or.jp/>) でご覧ください。

役員

平成17年3月31日現在

理事長	小林禮次郎	(株)コーセー代表取締役会長
専務理事(常勤)	有本 亨	(元厚生省薬務局安全課長)
理事	磯邊 律男	(株)博報堂相談役(元国税庁長官)
理事	宇佐美昭次	早稲田大学名誉教授
理事	内山 充	(財)日本公定書協会 会長
理事	小林 保清	(株)コーセー代表取締役社長
理事	高橋 久	帝京大学名誉教授
理事	新村 嘉也	高砂香料工業(株)代表取締役会長
理事	西川 武二	慶應義塾大学医学部教授
理事	花輪 隆昭	昭和館 館長(元厚生省援護局長)
理事	廣部 雅昭	静岡県立大学 学長
理事	牧野 利孝	日本化粧品工業連合会専務理事 (元厚生省生活衛生局食品化学課長)
監事	小田倉正典	公認会計士
監事	黒田 節哉	弁護士
評議員	上野 芳夫	元東京理科大学薬学部教授
評議員	緒方 宏泰	明治薬科大学教授
評議員	北原 文雄	東京理科大学名誉教授
評議員	近藤 保	東京理科大学名誉教授
評議員	齊藤 勲	日本製薬団体連合会理事長 (元厚生省大臣官房審議官)
評議員	多島 新吾	防衛医科大学校教授
評議員	長野 哲雄	東京大学大学院薬学系研究科教授
評議員	西岡 清	横浜赤十字病院 院長
評議員	野田 裕充	(株)コーセー顧問
評議員	野呂 影勇	早稲田大学大学院人間科学研究科教授
評議員	溝口 昌子	聖マリアンナ医科大学教授
評議員	宮崎 榮三	東京工業大学特任教授
評議員	山崎 幹夫	新潟薬科大学 学長

(専務理事以外は全員非常勤)

*本財団についてのお問い合わせは下記に
お願いいたします。

財団法人 コスメトロジー研究振興財団

〒104-0061 東京都中央区銀座三丁目5番12号
電話 03(3564)6731

コスメトロジー研究報告 Vol.13/2005

非売品

2005年9月1日発行

編集責任者 有本 亨
発行 財団法人 コスメトロジー研究振興財団
〒104-0061 東京都中央区銀座三丁目5番12号
電話 03(3564)6731
制作 エイエム企画
〒170-0013 東京都豊島区東池袋三丁目15番2号
電話 03(3590)5375
印刷 太陽印刷工業