原著論文

デジタルカメラを用いた顔貌分析の試み

—システムならびに義歯装着者への応用の検討—

鎌下 祐次 大西 千晶 鎌田ユミ子 川畑 直嗣 長岡 英一

Trial of Facial Appearance Analysis Using a Digital Camera

—Analyzing System and Clinical Application for Denture Wearers—

Yuji Kamashita, Chiaki Onishi, Yumiko Kamada, Naotsugu Kawahata and Eiichi Nagaoka

Abstract: In this study, a new analyzing system was developed to evaluate the facial appearance of denture wearers affected by inadequate dentures and aging. In this system, the frontal and lateral digital facial images captured using a digital camera were displayed on a computer monitor and were analyzed according to the linear and angular measurements by image analysis software.

This system required a short time to complete the analysis, and showed high reliability because the dimensional error on image distortion and difference of lens-subject distance was small. The facial images of 59 dentulous subjects (44 males and 15 females aged 23 to 29 years) were analyzed. Furthermore, this system and a polygon (a standard deviation diagram) from the data on the male dentulous subjects were applied to the analysis of the facial appearance of a denture wearer (78-year-old male).

Dentures were useful to obtain lip support, but the effect of denture wearing was different for the analytical items. It was speculated that the differences in measurements between the edentulous subject with dentures and dentulous subjects were caused by aging and/or features of each edentulous subject.

This system could be useful for routine clinical use in prosthetic dentistry.

Key words: digital camera, facial appearance, aging, lip support, complete denture

I. 緒 言

近年、社会の高齢化が進み、クオリティ・オブ・ライフがますます重要視されてきている。高齢者の快適な生活において、食事、会話、年齢相応の容貌（自然な顔貌）は重要であり、これらに有床義歯は大きく関与している。そのなかでも、顔貌については、その不自然さが不適切な義歯に起因するものかあるいは加齢に起因するものかの判別が必要となる¹⁻³⁾。この点については、補綴臨床において、顔貌についての適切な評価法が確立されておらず、経験

的、主観的に判断されているのが実状である。

ところで、顔貌を客観的に評価するには、顔面の形態計測が必要である。その計測には、従来、生体計測法⁴⁾、顔面写真計測法⁵⁻¹⁴⁾、および頭部X線規格写真計測法^{15,16)}などが利用されてきたが、近年の計測機器の発達により三次元計測法^{2,17-20)}も行われている。

一方、著者らは、義歯装着者の顔貌に対する義歯の影響を判別する方法として、顔貌スライドの透写図を分析する方法^{1,3)}や三次元レーザー計測画像による分析方法^{2,19,20)}について検討してきた。しかしこれらは、透写図作製の煩雑さ、画像の色の不自然さ、機器が高価で大型であることなどの点で日常臨床には不向きな側面があった。

そこで、日常臨床に使用しやすいように簡便性を追求し、デジタルカメラで撮影した画像を利用して分析する方法（以下、デジタルカメラ顔貌画像分析システム）を考案

鹿児島大学歯学部歯科補綴学第2講座（主任：長岡英一教授）
The Second Department of Prosthetic Dentistry, Kagoshima
University Dental School (Chief: Prof. Eiichi Nagaoka)
平成11年2月1日受付

し、義歯装着者の顔貌を分析する方法について検討した。

II. 材料と方法

1. システム

図1ならびに表1は、デジタルカメラ顔貌画像分析システムのブロックダイアグラムとシステムの構成機器を示している。

顔貌撮影は、望遠レンズを装着したデジタルカメラ（図2、表2）を用い、被験者とカメラの位置を一定（200 cm）にし、フォーカスをマニュアルで調整して行う。本研究では、撮影感度をHIGHモード（ISO 1600相当）、シャッタースピードを1/8、絞りを22に設定した。

撮影した画像は、カメラに装着したPCカードに記録

し、これをパーソナルコンピュータに接続したPCカードリーダーで読み込み、ハードディスクに記録保存する。次いで、パーソナルコンピュータのモニター上に再生表示した画像の平面座標値をもとに、解析用ソフトウェアを用いて計測・分析する。

本解析用ソフトウェアは、再生画像上の分析に必要な計測点をマウスで指定することにより、所定の分析項目を自動的に計算して解析する。

なお、本システムでは、計測結果を画像とともにプリントアウトすることができる。

2. システムの信頼性の検討

1) 画像の歪み

画像辺縁部でのレンズによる画像の歪みを少なくするた

図1 Block diagram
ブロックダイアグラム

表1 Hardware
構成機器

	Trade name	Manufacturer
Digital camera	Fujix DS-505 A	Fuji Photo Film, Tokyo, Japan
Telephoto lens	AF Zoom-Nikkor ED 80-200 mm f/2.8 D	Nikon, Tokyo, Japan
Display monitor	C-14 VC 1	SANYO Electric, Osaka, Japan
Personal computer	PC-9821 Xa 16	NEC, Tokyo, Japan
Display monitor	Diamondtron RD 17 GX II	Mitsubishi Electric, Tokyo, Japan
PC card reader	Fujix CR-500	Fuji Photo Film, Tokyo, Japan
Hard disk drive	HDV-1.6 G	I-O Data Device, Ishikawa, Japan

図2 Digital camera with telephoto lens
望遠レンズを装着したデジタルカメラ

表2 Specifications of digital camera and telephoto lens
デジタルカメラと望遠レンズの性能

Digital camera		
Resolution (pixels)		1,280×1,000
Color depth		24 bit
CCD density (million of pixels)		1.3 million
Lens-mount type		Nikon F
Shutter speed (second)		1/2 to 1/2,000
ISO equivalency		800-3,200
Compressed/decompressed file size		1.3 MB/3.7 MB
Storage capacity/Number of shots		15 MB/81
Telephoto lens		
Focus length		80-200 mm
Maximum aperture		f 2.8
Picture angle		30° 10'-12° 20'

図 3 Stone mask
石膏マスク

めに望遠レンズを用いたが、その歪みを確認するため、10.0 mm 間隔の方眼紙を顔貌撮影と同条件で撮影し、中央部と辺縁部 4 カ所における 4 マス分の 2 点間距離 (40.0 mm) を計測した。計測は 10 回ずつ行い、計測値の平均誤差を百分率で求めた。

2) レンズ被写体間距離による計測誤差

レンズ被写体間距離が異なることによる計測誤差を調べるために、5 種類のレンズ被写体間距離 (210, 205, 200, 195, 190 cm) で 10.0 mm 間隔の方眼紙を撮影し、4 マス分の 2 点間距離 (40.0 mm) を計測した。計測は各条件ごとにそれぞれ 10 回ずつ行い、計測値の平均誤差を百分率で求めた。

3) 測定者による計測誤差

測定者による 2 種類の計測誤差を調べるために、有歯顎被験者 1 名の正貌を撮影し、後述する計測項目について分析した。まず、同一測定者による繰り返し誤差 (以下、測定者内誤差) を検討するために、1 名の測定者が 10 回計測を行った計測値の標準偏差 (以下、S.D.) を求めた。次に、異なる測定者間の計測誤差 (以下、測定者間誤差) を検討するために、3 名の測定者が 10 回ずつ計測を行い、計測値の平均の差を求めた。

4) 従来の計測法との比較

今回のデジタルカメラ顔貌画像分析システムと、生体直接計測法、顔貌スライド透写図分析法^{1,3)}およびレーザー計測顔貌画像分析法^{2,19,20)}とを比較した。撮影時での表情筋の緊張度の違いによる誤差ならびに生体直接法での眼瞼周囲の計測に伴う危険を除外するために、石膏マスク (図 3) を被験体として、同一測定者がそれぞれの方法で 10 回ずつ計測し、それぞれの計測値の平均と S.D. を求めた。さらに、各分析法による結果を比較するために、それぞれ内眼角幅の計測値を 1 とした相対数値に換算し、それぞれの数値を比較した。

表 3 Dentulous subjects

The students of Kagoshima University Dental School
被験者
鹿児島大学歯学部学生

	N	Age	
		Range	Mean
Male	44	23~29	25.5
Female	15	23~28	24.6
Total	59	23~29	25.3

3. 被験者ならびに撮影条件

撮影にあたっては、被験者は椅子に座ってフランクフルト平面を水平に保ち、撮影補助者がその頭位を確認した。本研究では、頭部固定装置は使用しなかったが、撮影直後にモニター上に再生表示した画像で頭位を確認し、不適切であれば再度撮影した。

1) 有歯顎者

基礎データを採取するための有歯顎者として、本学の 20 歳代の男女学生 59 名を被験者とし (表 3)、咬頭嵌合時の正貌ならびに右側貌を撮影した。被験者の条件を、残存歯による両側臼歯部での咬合支持があり、前歯部に固定性補綴装置で修復された部位以外の歯牙欠損がないこととした。なお、全被験者の顔貌には明らかな左右非対称などは認めなかった。

2) 無歯顎者

臨床応用を検討するため、本学附属病院で新義歯を作製した 78 歳の無歯顎男性患者 1 名を被験者 (以下、無歯顎被験者) とした。

義歯装着時の咬頭嵌合位ならびに義歯撤去時のいわゆる安静位 (リラックスして口唇が軽く接触した状態) における正貌ならびに右側貌を撮影した。

4. 計測点ならびに計測項目

計測点ならびに計測項目は、補綴臨床への応用を考慮して、以下のように設定した。計測点の呼称は、Martin の生体計測法を基本とした成書⁹⁾を参考にし (括弧内)、これに記載のないものについては、著者らが定義した。

1) 正貌

正貌分析についての計測項目とそれに必要な計測点は、著者らの顔貌スライド透写図分析法¹⁾に準じて設定した (図 4, 図 5)。

(1) 計測点

1. en_d: 右内眼角点 (Entokanthion dexter)
2. en_s: 左内眼角点 (Entokanthion sinister)
3. al_d: 右鼻翼点 (Alare dexter)
4. al_s: 左鼻翼点 (Alare sinister)
5. ali_d: 右鼻翼下縁点
6. ali_s: 左鼻翼下縁点

図4 Landmarks on frontal view
正貌の計測点

7. ch_d : 右口角点 (Cheilion dexter)
8. ch_s : 左口角点 (Cheilion sinister)
9. ls_d : 右上赤唇の上縁点
10. ls_s : 左上赤唇の上縁点
11. ls' : 正中での上赤唇の上縁点
12. sto : 口裂線と正中矢状面との交点 (Stomion)
13. li : 下赤唇の下縁点 (Labrale inferius)
14. sto_d : ls_d を通る矢状面と口裂線との交点
15. sto_s : ls_s を通る矢状面と口裂線との交点
16. gn : 下顎の正中下縁点 (Gnathion)

(2) 計測項目

a. 水平距離計測

1. 内眼角幅 (Inner-canthal distance) : en_d-en_s 間距離

2. 鼻翼幅 (Nose width) : al_d-al_s 間距離

3. 口裂幅 (Width of the oral fissure) : ch_d-ch_s 間距離

b. 垂直距離計測

4. 上顔面高 (Upper facial height) : en_d-ch_d 間距離と en_s-ch_s 間距離との平均値

5. 鼻高 (Nose height) : en_d-ali_d 間距離と en_s-ali_s 間距離との平均値

6. 上唇高 1 (Upper lip height 1) : ali_d-ch_d 間距離と ali_s-ch_s 間距離との平均値

7. 下顔面高 (Lower facial height) : ali_d-gn 間距離と ali_s-gn 間距離との平均値

8. 上唇高 2 (Upper lip height 2) : ali_d-ls_d 間距離と ali_s-ls_s 間距離との平均値

9. 上赤唇高 1 (Upper lip vermilion height 1) : ls_d-sto_d 間距離と ls_s-sto_s 間距離との平均値

10. 上赤唇高 2 (Upper lip vermilion height 2) : $ls'-sto$ 間距離

図5 Measurements of frontal view
正貌の計測項目

11. 下赤唇高 (Lower lip vermilion height) : $li-sto$ 間距離

12. 口裂湾曲度 (Convexity of the oral fissure) : ch_d と ch_s とを結ぶ直線から sto までの距離 (上に凸の湾曲の場合が正の値)

13. 上下顔面高比 (Lower facial height/Upper facial height) : 上顔面高と下顔面高との比

2) 側貌

側貌分析についての計測項目とそれに必要な計測点は、著者らのレーザー計測顔貌画像分析法¹⁹⁾に準じて設定した(図6, 7)。

(1) 計測点

1. g : 前頭部での最前方突出点 (Glabellare)
2. prn : 鼻尖の最前方突出点 (Pronasale)
3. cms : 鼻柱直線部の上縁点
4. cmi : 鼻柱直線部の下縁点
5. sn : 鼻下点 (Subnasale)
6. lss : 上唇直線部の上縁点
7. lsi : 上唇直線部の下縁点
8. ls : 上赤唇の上縁点 (Labrale superius)
9. lst : 上赤唇の最前方突出点
10. sto : 口唇接合点 (Stomion)
11. lit : 下赤唇の最前方突出点
12. li : 下赤唇の下縁点 (Labrale inferius)
13. $labm$: オトガイ唇溝部の最深点 (Labiomentale)
14. pg : オトガイ部の最前方突出点 (Pogonion)
15. ex : 外眼角点 (Extokanthion)
16. ch : 口角点 (Cheilion)

(2) 計測項目

a. 角度計測

1. 鼻唇角 (Nasolabial angle) : cms と cmi を結ぶ直線と lss と lsi を結ぶ直線によって構成される角

2. 上赤唇角 ($ls-ch-sto$) : ls , ch , sto の3点で構成される角

3. 下赤唇角 ($li-ch-sto$) : li , ch , sto の3点で構成される角

図 6 Landmarks on lateral view
側貌の計測点

4. 総赤唇角 (ls-ch-li) : ls, ch, li の 3 点で構成される角 (上赤唇角と下赤唇角の和)

b. 距離計測

a) 水平距離計測

水平距離計測の基準として、鼻オトガイ線いわゆるエセティックライン (以下 E. line) とイザール平面 (以下 I. plane) を設定し、各計測点からこれら基準との水平距離を計測した。E. line または I. plane より前方に位置する場合を正の値とした。

5. lst-E. line : lst から E. line までの距離
6. lit-E. line : lit から E. line までの距離
7. prn-I. plane : prn から I. plane までの距離
8. sn-I. plane : sn から I. plane までの距離
9. lst-I. plane : lst から I. plane までの距離
10. lit-I. plane : lit から I. plane までの距離
11. labm-I. plane : labm から I. plane までの距離
12. pg-I. plane : pg から I. plane までの距離
- b) 垂直距離計測
13. ex-ch : ex から ch までの距離
14. sn-pg : sn から pg までの距離
15. sn-pg/ex-ch : ex-ch と sn-pg との比

III. 結 果

1. 分析所要時間

分析に必要な時間は、計測点のプロットに約 1 分、解析用ソフトウェアによる角度と距離の自動解析に約 30 秒であり、撮影から分析まで全体で 4~5 分であった。一方、顔貌スライド透写図分析法では、撮影後スライドの現像に時間を要し、その後のトレースと計測に約 15 分要した。また、レーザー計測顔貌画像分析法では、レーザーによる計測時間は約 10 秒、その後の画像処理と計測に約 15 分要

Angular measurement

図 7 Measurements of lateral view
側貌の計測項目

した。

2. システムの信頼性

1) 画像の歪み

撮影した画像の中央部と辺縁部 4 カ所における 2 点間距離は、中央部よりも辺縁部で大きかったが、その差は平均 1.24% であった。

2) レンズ被写体間距離による計測誤差

レンズ被写体間距離 190~210 cm では、実際の 2 点間距離と計測値との平均誤差は、最大 0.4% であった。

3) 測定者による計測誤差

測定者内誤差については、各計測値の S.D. が 0.5 mm 以内であった。測定者間誤差は、最大値を示した口裂幅と上顔面高で 0.7 mm であった。

4) 他法との比較 (表 4)

石膏マスクを 3 種類の方法で計測した結果、本システムによる計測値の S.D. は、他法と同様に小さい値を示した。

3. 計測結果

1) 有歯顎者

(1) 正貌

表 5 は正貌の計測値、表 6 は内眼角幅を 1 として換算した相対値を示している。

計測値は、女性のほうが男性より小さい傾向を示し、計測項目の鼻翼幅、口裂幅、上顔面高、鼻高および下顔面高で有意差が認められた。しかし、内眼角幅を 1 とした相対値においては、男女間に有意差が認められた項目は鼻高のみであった。

(2) 側貌

表 7 は、側貌の計測結果を示している。

角度計測の値は、女性のほうが男性よりも大きい傾向を示したが、いずれも有意差は認められなかった。

水平距離の計測では、計測点が基準となる E. line ある

表 4 Comparison of relative values to the inner-canthal distance as to measurements by three methods

Digital : Digital camera method

Slide : Slide projection method

Laser : Laser measuring method

内眼角幅を基準とした計測結果の比較

Digital : デジタルカメラ顔貌画像分析法

Slide : 顔貌スライド透写図分析法

Laser : レーザー計測顔貌画像分析システム

	Digital		Slide		Laser	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Inner-canthal distance	1.00		1.00		1.00	
Nose width	1.07	0.00	1.06	0.01	1.06	0.02
Width of the oral fissure	1.67	0.01	1.67	0.01	1.68	0.03
Upper facial height	1.94	0.00	1.99	0.02	1.98	0.03
Nose height	1.27	0.00	1.25	0.01	1.24	0.01
Upper lip height 1	0.67	0.00	0.74	0.02	0.73	0.01
Lower facial height	1.83	0.01	1.88	0.02	1.85	0.03
Upper lip height 2	0.49	0.00	0.46	0.01	0.46	0.01
Upper lip vermillion height 1	0.18	0.00	0.22	0.00	0.20	0.01
Upper lip vermillion height 2	0.17	0.08	0.22	0.00	0.18	0.01
Lower lip vermillion height	0.23	0.01	0.22	0.00	0.23	0.01
Convexity of the oral fissure	-0.01	0.00	0.10	0.00	0.06	0.01
Lower facial height/Upper facial height	0.94	0.00	0.94	0.01	0.93	0.01

表 5 Measurements in dentulous subjects (frontal view)

有歯顎被験者の計測結果 (正貌)

	Male		Female		Significant difference
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Inner-canthal distance	36.8	3.1	35.1	1.8	ns
Nose width	40.1	2.2	37.0	2.4	**
Width of the oral fissure	53.3	4.0	48.7	3.5	**
Upper facial height	68.9	3.9	64.7	3.1	**
Nose height	45.8	3.1	42.9	2.3	**
Upper lip height 1	23.1	2.2	21.8	2.2	ns
Lower facial height	68.9	5.1	62.8	4.2	**
Upper lip height 2	14.5	2.2	13.8	1.6	ns
Upper lip vermillion height 1	8.6	1.6	8.1	1.5	ns
Upper lip vermillion height 2	6.4	1.8	6.4	1.7	ns
Lower lip vermillion height	10.1	2.3	9.7	1.7	ns
Convexity of the oral fissure	-0.5	2.4	-0.4	2.0	ns
Lower facial height/Upper facial height	1.00	0.07	0.97	0.06	ns

Unit : mm ns : not significant, ** : $p < 0.01$

いは I. plane より前方にある場合を正の値としたので、計測値が大きいくほど計測点が前方に位置していることを示している。

E. line を基準線とする計測項目において、その計測値が女性のほうが男性より大きく、計測点が女性のほうが男性より前方に位置していた。I. plane を基準とする計測項目においては、その計測値が女性のほうが男性より小さく、計測点は女性のほうが男性より後方に位置していた。しかし、いずれの計測値にも、男女間に有意差はなかった。

一方、垂直距離の計測では、上顔面高 (ex-ch) と下顔面高 (sn-pg) とともに、女性は男性より有意に小さい値を示した。

2) 無歯顎者

図 8 と図 9 は、男性有歯顎者のデータを標準値として作製したポリゴン表に、男性無歯顎被験者の義歯装着時と非装着時のデータを記入したものである。

義歯装着時の計測値で、有歯顎者のデータの ± 1 S.D. 内を示したものが正貌に関する 13 項目のうち 6 項目 (鼻翼幅、口裂幅、上口唇高 1、下顔面高、下赤唇高、口裂湾曲

表 6 Relative values to the inner-canthal distance as to measurements in dentulous subjects (frontal view)
内眼角幅を基準とした相対値に関する有歯顎被験者の計測結果 (正貌)

	Male		Female		Significant difference
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Inner-canthal distance	1.00		1.00		
Nose width	1.11	0.06	1.05	0.06	ns
Width of the oral fissure	1.46	0.15	1.39	0.10	ns
Upper facial height	1.88	0.15	1.85	0.13	ns
Nose height	1.25	0.10	1.22	0.09	*
Upper lip height 1	0.63	0.08	0.62	0.07	ns
Lower facial height	1.89	0.20	1.79	0.11	ns
Upper lip height 2	0.40	0.06	0.39	0.04	ns
Upper lip vermillion height 1	0.23	0.05	0.23	0.05	ns
Upper lip vermillion height 2	0.17	0.05	0.18	0.05	ns
Lower lip vermillion height	0.27	0.07	0.28	0.05	ns
Convexity of the oral fissure	-0.01	0.06	-0.01	0.06	ns
Lower facial height/Upper facial height	1.00	0.07	0.79	0.06	ns

ns : not significant, * : $0.01 < p < 0.05$

表 7 Measurements in dentulous subjects (lateral view)
有歯顎被験者の計測結果 (側貌)

	Male		Female		Significant difference
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Angular measurement (°)					
Nasolabial angle	88.6	14.6	88.9	16.7	ns
ls-ch-sto	24.4	7.5	28.2	10.0	ns
li-ch-sto	57.7	12.2	57.9	12.6	ns
ls-ch-li	82.2	12.1	86.0	15.0	ns
Linear measurement (mm)					
lst-E. line	-0.4	2.9	0.0	2.3	ns
lit-E. line	1.1	2.9	1.5	3.2	ns
prn-I. plane	10.0	3.5	7.5	6.1	ns
sn-I. plane	-5.7	4.5	-7.7	6.4	ns
lst-I. plane	-2.7	6.0	-5.1	6.4	ns
lit-I. plane	-6.8	6.9	-9.2	7.0	ns
labm-I. plane	-17.0	8.7	-17.9	9.4	ns
pg-I. plane	-18.3	10.1	-19.6	9.2	ns
ex-ch	73.0	5.1	69.2	6.5	*
sn-pg	53.6	6.1	49.7	3.9	*
sn-pg/ex-ch	0.73	0.10	0.72	0.10	ns

ns : not significant, * : $0.01 < p < 0.05$

度), 側貌に関する 15 項目のうち 11 項目 (鼻唇角, lst-E. line, prn-I. plane, sn-I. plane, lst-I. plane, lit-I. plane, labm-I. plane, pg-I. plane, ex-ch, sn-pg, sn-pg/ex-ch) であった。

また, 義歯装着時と非装着時とで計測値に比較的大きな差が認められた項目は, 正貌に関する 6 項目 (口裂幅, 上顔面高, 上口唇高 1, 下赤唇高, 口裂湾曲度, 上下顔面高比), 側貌に関する 6 項目 (鼻唇角, lst-E. line, lit-E. line, lst-I. plane, lit-I. plane, pg-I. plane) であった。

IV. 考 察

顔貌の客観的評価法について, 補綴臨床での応用を目指した研究は少なく²¹⁻²⁵⁾, 歯科矯正の領域では成書²⁶⁾も著されているが, その評価法をそのまま補綴領域とりわけ無歯顎補綴に臨床応用するのは適切でない。そこで, 著者らは補綴領域における顔貌の評価法について検討してきた^{1-3,19,20)}。今回, デジタルカメラ顔貌画像分析システムを構築し, その臨床応用の可能性について検討した。

図8 Analysis results of an edentulous subject (frontal view)

無歯顎被験者の分析結果（正貌）

1. 分析所要時間

本システムでの顔貌の撮影から分析までに必要な時間は、4～5分であり、顔貌スライド透写図分析法やレーザー計測顔貌画像分析法に比べ、大幅に短縮することができたことから、本システムは、所要時間の点から臨床応用に適しているといえる。

2. システムの信頼性

1) 画像の歪み

通常のカメラを使用した写真あるいは顔貌スライド分析法では、レンズ被写体間距離が短くなると画像の周辺部に歪みが生じ、また、印画紙への焼き付け時あるいはスライド投影時にも画像に歪みが生じる。これらを解決する方法としては、レンズ被写体間距離を160～200 cmにし、印画操作に十分注意すべきであることが報告されている⁶⁾。

デジタルカメラで撮影した画像は、印画操作は不要であるため、この過程での誤差はないが、通常のカメラで撮影した場合と同様、レンズ被写体間距離が短い場合には周辺部画像の歪みが予想される。

そこで本システムでは、この影響を最小限にするために、高精度の望遠レンズを使用し、レンズ被写体間距離を200 cmに設定した。その結果、撮影された画像の中心部と辺縁部における2点間距離の計測値の差は約1.2%と小さかった。また、本研究で利用した計測点の多くが中央部付近に位置することを考えると、画像の歪みによる影響はほとんどないと考えられる。

2) レンズ被写体間距離による計測誤差

顔には凹凸があるため、計測部位によりレンズ被写体間距離が異なることによる計測誤差が生じる。これを小さく

図9 Analysis results of an edentulous subject (lateral view)

無歯顎被験者の分析結果（側貌）

するため、レンズ被写体間距離を長く設定すべきであることが報告されている⁶⁾。本研究では、レンズ被写体間距離を190～210 cmまで変化させ、方眼紙の2点間距離(40.0 mm)を計測したが、計測値と実際の距離との計測誤差は、0.4%以内と小さく、顔貌写真での研究^{13,14)}とほぼ同等であり、本研究で利用したレンズ被写体間距離200 cmは適切と考えられた。

3) 測定者による計測誤差

測定者内誤差ならびに測定者間誤差は、それぞれ0.5, 0.7 mm以下であった。測定者間誤差で誤差の大きかった口裂幅と上顔面高は口角点を基準とするものであり、頬オトガイ溝の存在などにより口角点の規定がやや困難であったためである。しかし、いずれもおおむね小さく、顔貌写真での研究^{13,14)}とほぼ同等であり、本システムを臨床応用する上での再現性には、問題はないと考えられる。

4) 従来の方法との比較

著者らは、顔貌スライド透写図分析法、レーザー計測顔貌画像分析法、ノギスを使用した直接計測法を比較した結果を報告した²⁾。それによると、顔貌スライド透写図分析法とレーザー計測顔貌画像分析法によるS.D.は同等であり、ノギスによる直接計測法によるS.D.より小さかった。生体を直接ノギスで計測する方法の計測誤差が大きい原因は、被験者の心理的緊張や術者の計測手技の困難さによると考えられる^{2,27)}。

一方、顔貌スライド透写図分析法では、透写図作製による誤差が生じる。また、レーザーによる三次元計測法は、レーザー光の投光方向となす角度の小さい部分のデータは不鮮明になり、さらに画像が自然色でないために計測点の採得が困難な場合がある²⁾。

本研究では、本システムによる計測値と顔貌スライド透

表 8 Comparison with other reports (frontal view)
他の研究との比較 (正貌)

	Present study		Asami (1978)		Tokunaga (1993)	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Inner-canthal distance	36.8	35.1	35.0	35.9	35.0	34.0
Nose width	40.1	37.0	41.5	40.2	39.3	36.2
Width of the oral fissure	53.3	48.7	48.3	44.9	47.8	46.5
Upper facial height	68.9	64.7	66.9	64.9		
Nose height	45.8	42.9	42.7	42.3		
Upper lip height 1	23.1	21.8				
Lower facial height	68.9	62.8	79.2	62.7	67.7	65.9
Upper lip height 2	14.5	13.8				
Upper lip vermillion height 1	8.6	8.1	8.6	8.3		
Upper lip vermillion height 2	6.4	6.4	6.0	6.3		
Lower lip vermillion height	10.1	9.7	11.4	10.0		
Convexity of the oral fissure	-0.5	-0.4				
Lower facial height/Upper facial height	1.0	1.0				

Unit : mm

写図分析法ならびにレーザー計測顔貌画像分析法による計測値との間には大差は認められず、また、本システムの計測値の S.D. もおおむね小さかったことから、本システムの信頼性は高いと考えられる。

3. 有歯顎被験者の分析結果

本研究の結果は、ほとんどの計測項目において、これまでに著者らが報告した顔貌スライド透写図分析法^{1,3)}やレーザー計測顔貌画像分析法^{2,19,20)}の結果ならびに他の報告^{9~12)}と類似していた (表 8)。

1) 正貌

本研究では、すべての計測項目において、男性より女性のほうが小さい計測値を示し、鼻翼幅、口裂幅、上顔面高、鼻高、下顔面高において有意差が認められた。しかし、内眼角幅を 1 として換算した相対値による比較では、鼻高以外では有意差が認められなかった。これらのことから、この男女間の差は、男性と女性の体格差によるものと考えられる。

上口唇高、下口唇高、下赤唇高および口裂幅は、女性のほうが男性より小さいとの報告¹¹⁾があり、本研究でもその傾向を示したが、有意差は認められなかった。しかし、上下口唇高は、加齢変化を受けるとの報告^{7,28)}がある。著者らも、顔貌についての各年代有歯顎者のデータを現在集積中であり、これまでに集積したデータについて、50~70 歳代のデータと 20 歳代のデータを比較し、上口唇高 2 や上顔面高が若年有歯顎者より中高年有歯顎者のほうが大きく、上下赤唇高は小さいことを報告した²⁹⁾。また、これらは義歯の影響を受けることも考えられ、著者らはそのような治験例も報告した³⁾。

口裂湾曲度すなわち口裂線の形態については、ほぼ水平になる者が多いという報告¹¹⁾があるが、本研究でも同じ傾向を示した。

さらに、上顔面高と下顔面高は、無歯顎者の咬合高径の決定に有効な計測項目であり、これまでに Willis の顔面形態計測法など^{5,7,21~23)}が報告されており、著者らは顔貌スライド透写図分析法やレーザー計測顔貌画像分析法による評価法とその有用性について報告してきた^{1~3)}。本研究では、上顔面高と下顔面高は男性ではほぼ同じ値で、上下顔面高比はほぼ 1 を示し、著者らの顔貌スライド透写図分析法¹⁾、レーザー計測顔貌画像分析法²⁾や先人の報告^{11,22)}と一致した。また、女性では、下顔面高は上顔面高より少し小さいが、その比は一定の値を示し、顔貌スライド透写図分析法¹⁾、レーザー計測顔貌画像分析法²⁾や他の報告^{10,11)}と同じ結果であった。これらの結果は、顔貌スライド透写図分析法の報告¹⁾でも考察したように、咬合高径の決定法として、Willis の顔面形態計測法が日本人でも有効であることを示している。

2) 側貌

(1) 鼻唇角

鼻唇角は、矯正の領域では側貌の評価に用いられてきた^{16,30,31)}が、補綴領域では、義歯作製時におけるリップサポートの適否の指標になると考えられる。鼻唇角について、本研究では、鼻小柱の直線部と上口唇の直線部とのなす角度と定義したが、計測結果は 90 度弱であり、男女間で計測値に有意差はなかった。これは、欧米人に関する報告^{30,31)} (約 110 度) より小さく、これまでの日本人に関する報告^{16,25)}とおおむね一致した。

この鼻唇角については、側方セファログラム上で 3 種類の鼻唇角 (鼻小柱点・鼻下点・上唇点のなす角、鼻尖点・鼻下点・上唇点のなす角、鼻下点と鼻小柱点間ならびに鼻下点と上唇点間の直線部のなす角) を計測した報告²⁵⁾がある。この報告によると、鼻下点と鼻小柱点間ならびに鼻下点と上唇点間の直線部のなす角のばらつきが少ないため、鼻唇角として適当であるとされており、本研究の鼻唇角の

定義はこれにほぼ該当している。

(2) 赤唇角

正貌の赤唇高に相当する項目として、上赤唇角、下赤唇角およびそれらの和である総赤唇角を設定した。これらは、正貌の赤唇高と同様に、加齢や義歯の影響を受けることが考えられる。

赤唇角は、男性よりも女性で大きい傾向を示し、正貌の赤唇高と逆の結果であったが、正貌の赤唇高と同様、男女間に有意差は認められなかった。正貌と側貌で逆の結果が得られた原因として、次のことが考えられる。すなわち、正貌の上赤唇高と口裂湾曲度に男女差がなかったことは、側貌における赤唇上縁 (ls)、口唇接合点 (sto) および口角点 (ch) の垂直的位置関係が、男女でほぼ等しいことを示している。したがって、側貌における赤唇角が女性のほうが男性より大きくなったのは、側貌における口角点と口唇接合点との水平距離が、女性のほうが男性より小さかったためと考えられる。

(3) 赤唇から E. line までの距離

E. line は、矯正の領域では側貌の評価に利用されている^{15,16,30-34)}が、補綴領域でも、義歯作製時のリップサポートの有効な指標となると考えられる。本研究では、赤唇の前方への最突出点である上下赤唇点から E. line までの水平距離を計測した。

本研究の結果において、上赤唇点は男性では E. line より 0.4 mm 後方、女性では E. line と一致し、下赤唇点は、男性で 1.1 mm、女性で 1.5 mm 前方であった。欧米人に関する報告³⁰⁻³²⁾では、上赤唇は E. line に対して、4~6 mm 後方、下赤唇は 2~4 mm 後方に位置するものが審美的に優れていると述べられている。日本人に関する報告^{15,16,33,34)}では、E. line に対し、上赤唇は後方にあるが、下赤唇についてはやや前方にあるとする報告¹⁶⁾と後方にあるとする報告^{33,34)}があるが、その値は小さく、ほぼ E. line と一致している。本研究結果は、これら日本人の報告とほぼ一致している。

(4) I. plane を基準とした水平距離

水平距離の基準面として、フランクフルト平面に垂直で前頭部での最突出点と接する平面である I. plane を使用した。I. plane 以外にフランクフルト平面に垂直な基準面として、矯正領域では、Nasion を通るドレーフェス平面が側貌の計測に利用されている³⁵⁾。日本人においては、Nasion は眼瞼によって隠れる場合があるため³⁵⁾、ドレーフェス平面は日本人の顔貌分析の基準としては不適切と考えられる。

補綴領域では、I. plane に対する水平距離のうち、赤唇点は義歯作製時のリップサポートの指標、オトガイ点は下顎の水平的位置の指標となり、鼻下点やオトガイ唇溝点は義歯床形態の影響を受けることが考えられる。本研究では、どの項目にも男女間での差は認められなかった。

I. plane を基準とする分析項目については、撮影時の位置付けの影響を受けるため、慎重に行わなければならないが、本システムにおいては、同一患者で義歯の診断を行う場合には、画像の回転などによる位置合わせが可能であるため、その影響を最小限にすることができる。

(5) 上顔面高ならびに下顔面高

側貌における上顔面高 (ex-ch) と下顔面高 (sn-pg) は、正貌におけるそれらとは定義が異なるが、その値は正貌と同様に女性のほうが有意に小さい値を示し、正貌の結果と一致した。これは、正貌での結果と同様に男女の体格差によるものと考えられる。また、上下顔面高比はほぼ一定の値を示し、正貌での結果と同様に義歯作製時における咬合高径の指標となると考えられる。

4. 無歯顎被験者の分析結果

無歯顎被験者の義歯装着時と非装着時の顔貌の特徴は、20 歳代有歯顎者を標準値とするポリゴン表に表示され、その分析結果が明瞭に示されている。しかし、ポリゴン表の分析項目のなかには加齢変化が認められるものがあると報告^{7,24,28,36)}されており、義歯患者の顔貌を正確に評価するには、各年代の有歯顎者のデータをもとにしたポリゴン表が必要であり、今後の課題である。

一方、義歯装着時と非装着時で大きな差が認められた項目は、義歯の有無の影響を受けた項目である。

1) 正貌

口裂幅は、義歯非装着時には有歯顎者の値の -1 S.D. より小さかったが、義歯装着時には大きくなり、有歯顎者の値の ± 1 S.D. の範囲内になった。これらの結果は、義歯非装着時には歯の喪失により内方へ落ち込んでいた口唇ならびに頬が、義歯装着時には人工歯によるリップサポートを得たためと考えられる。一方、著者らは口裂幅が、50~70 歳代の中老年有歯顎者では 20 歳代の若年有歯顎者より大きい傾向を示したことを報告した²⁹⁾。本被験者の口裂幅は、若年有歯顎者の ± 1 S.D. の範囲内であったが、若年有歯顎者の平均値より大きく、中老年有歯顎者の平均値とほぼ同等であった。高齢無歯顎者の口裂幅は、これを規定する口角点が、頬オトガイ溝の存在とその加齢変化に加え、義歯非装着時にはリップサポート喪失によるしわも生じ、口角点の採取が困難になる。さらに、咬頭嵌合時に口唇に不自然な力が生じることによって口角の位置が変化する可能性もある。これらの点は、口裂幅の決定に注意が必要であることを示している。

上下赤唇高の加齢変化について、著者らは中老年有歯顎者のほうが若年有歯顎者より小さいことを報告した²⁹⁾。無歯顎者の上下赤唇高は、加齢による生体組織の萎縮とリップサポートの喪失の影響を受けることが考えられ、義歯非装着時には双方の影響を受け、適切な義歯装着時には主に前者の影響を受けるものと考えられる。本研究の無歯顎被

験者の義歯装着時には、下赤唇高は有歯顎者とほぼ同じ値となったが、上赤唇高は有歯顎者の値の-1 S.D. より小さかった。これは、加齢による組織の萎縮変化が下赤唇では小さかったが、上赤唇では比較的大きかったためと考えられる。また、この無歯顎被験者の義歯非装着時と装着時の差は、上赤唇高では比較的小さく、下赤唇高では大きかった。これは、歯牙喪失によるリップサポート喪失の影響すなわち赤唇の内方への落ち込みが下赤唇のほうが上赤唇より大きかったため、リップサポート獲得の効果が大きかったことを示していると考えられる。

口裂湾曲度は、義歯非装着時には有歯顎者の値の-1 S.D. より小さく、義歯装着時には有歯顎者とほぼ同じ値を示した。この口裂湾曲度については、すでに顔貌スライド透写図分析法の研究において、“へ”の字状の口裂形態が、義歯の不適切な点の改善（咬合平面再構成による下顎位の適正化、前歯部排列位置の変更によるリップサポートの適正化）により、改善されたことを報告した¹⁾。したがって、本症例における義歯装着時の結果は、義歯が適切であったことを示している。一方、義歯非装着時に口裂湾曲度が小さい値を示した結果については、上口唇高2が義歯装着時とほぼ同じで、口角を計測点とする上口唇高1が、義歯装着時より小さいことから、リップサポートの喪失により、口角の垂直的位置が上にあったためと考えられた。この口唇高については、上下口唇高が加齢変化を受けるとの報告^{7,28)}があり、また口裂幅の項で述べたように、口角点の採取には注意が必要である。

上顔面高、下顔面高および上下顔面高比の値は、義歯非装着時では有歯顎者とほぼ同じであり、義歯装着時では、義歯非装着時に比べ、下顔面高はほとんど変化なく、上顔面高は大きくなり、その結果、上下顔面高比は小さくなった。これは、義歯装着に伴うリップサポートの獲得により、口角の位置が下がったことを示している。一方、顔面高は加齢に伴い増加するという報告^{24,36)}があること、前述したように、加齢によってしわが形成されることを考慮する必要がある。また、義歯作製時の咬合高径決定に際して、口角を参考にする場合には、その位置の決定に注意する必要がある。

2) 側貌

鼻唇角は、義歯非装着時には有歯顎者の値より2 S.D. 以上大きく、義歯装着時には有歯顎者の値の±1 S.D. 以内で、ほぼ同じ値を示した。これは、鼻唇角が無歯顎患者のリップサポートの指標として有効であることを示している。

上赤唇角ならびに下赤唇角は、義歯装着時にも有歯顎者の値の-1 S.D. より小さな値を示した。この義歯装着時の結果は、加齢による組織の萎縮変化によるものと考えられ、著者らの高齢有歯顎者の報告²⁹⁾と一致する。一方、上赤唇角ならびに下赤唇角ともに、義歯装着時と非装着時と

でほぼ同じ値を示した結果については、正貌の赤唇高が義歯装着時のほうが義歯非装着時より大きい値を示した所見とは異なった。これは、義歯装着によるリップサポートの獲得により赤唇が前方へ移動するに伴い、口角と口唇接合点との水平距離ならびに口唇接合点と上赤唇上縁との垂直距離がともに大きくなったため、角度としては変化しなかったためと考えられる。

E. line を基準にした上下赤唇点は、義歯非装着時には有歯顎者の値の-2 S.D. より小さく、義歯装着時には±1 S.D. 内あるいは-1 S.D. よりわずかに小さい値になった。これは、これまでの報告³⁷⁾とほぼ一致した。また、I. plane を基準にした上下赤唇点は、義歯非装着時には有歯顎者の値の1 S.D. 以上後方に位置し、義歯装着時にはほぼ同じ値を示した。これらの結果は、E. line や I. plane に対する上下赤唇の位置がリップサポートの指標として有用であることを示している。

また、I. plane を基準にした鼻尖点、鼻下点、オトガイ唇溝点およびオトガイ点は、義歯装着時、義歯非装着時ともに有歯顎者の±1 S.D. 内あるいはわずかに小さい値を示したが、義歯装着時のほうが前方に位置していた。これは、これらの項目が義歯の影響を受ける可能性があることを示している。この点に関しては、旧義歯と新義歯により変化した症例を報告した¹⁾が、鼻尖点、鼻下点、オトガイ唇溝点は床翼の影響を受け、オトガイ点は、水平的な下顎位の影響を受けることを示していると考えられる。

上顔面高ならびに下顔面高は、義歯装着時のほうが義歯非装着時よりやや大きかったが、ともに有歯顎者の±1 S.D. 内であり、正貌における顔面高と傾向がやや異なった。これは、正貌計測と側貌計測とで使用した基準点が違うこと、あるいはすでに述べた口角部の頬オトガイ溝などの影響などにより、口角点のプロット位置が正貌計測と側貌計測とで異なったことに起因すると考えられる。

V. 結 論

簡便に義歯装着者の顔貌を分析する方法として、デジタルカメラとパーソナルコンピュータを用いたデジタルカメラ顔貌画像分析システムを構築し、その評価を行った。その結果、デジタルカメラ顔貌画像分析システムは、煩雑な操作が不要であり、分析所要時間が短く、義歯装着者の顔貌における義歯の影響と加齢の影響を判別するのに有用であることが示された。さらに、本システムでは画像と分析結果をモニター上に表示する機能や、プリントアウト機能もあり、臨床において患者への説明の手段としても有用である。

文 献

- 1) 長岡英一, 是枝美行, 斉藤福一郎ほか. 高齢義歯患者における顔貌スライド透写図を用いた審美的分析による義歯の診断法—治療例における咬合高径の影響についての検討—. 老年歯学 6: 132-140, 1992.
- 2) 西 恭宏, 鎌田ユミ子, 弘野福子ほか. 顔貌の画像による義歯の診断法—3次元形状計測装置の応用—. 歯科審美 8: 73-78, 1995.
- 3) 濱野 徹, 水流和徳, 木下智恵ほか. 上顎前歯部顎堤骨吸収が著明な無歯顎患者の容貌の改善—顆粒状ハイドロキシアパタイトを適用した1治療例—. 歯科審美 9: 309-316, 1997.
- 4) 保志 宏. 生体の線計測法 66-69, 東京: てらべいあ, 1989.
- 5) 光井敏郎, 釜谷博之, 本沢誠一. 補綴学上から見た顔面並びに顎の研究 其1 邦人顔面計測 (成人). 歯科医学 14: 317-328, 1951.
- 6) 光井敏郎, 山田早苗, 北上徹也ほか. 顔貌写真の補綴学的考察 その1 写真作成法について. 歯科医学 22: 2683-2687, 1959.
- 7) 八竹良清. 老年期の邦人顔貌についての計測的研究 第1報 正面計測成績. 歯科医学 22: 2521-2538, 1959.
- 8) 八竹良清. 老年期の邦人顔貌についての計測的研究 第2報 側面計測成績. 歯科医学 22: 2539-2551, 1959.
- 9) 滝本和男, 山内和夫. 日本人成年女性の所謂「美しい顔」に関する研究 第2編 規格写真による分析 第3報. 阪大歯学誌 7: 7-15, 1962.
- 10) 山内和夫, 伊藤敬一, 末松 尚. 規格顔面写真計測法による青年男女側貌の比較. 日矯歯誌 25: 70-74, 1966.
- 11) 阿左見和夫. 顔面規格写真による前面からみた日本人顔面の解剖学的研究 その1 閉口時の顔面. 歯科学報 78: 835-878, 1978.
- 12) 徳永和敬. 日本人の顔面の審美的特徴—成年有歯顎者群と高齢有歯顎者群および義歯装着者群との比較—. 九州歯会誌 47: 159-173, 1993.
- 13) Bishara SE, Cummins DM, Jorgensen GJ et al. A computer assisted photogrammetric analysis of soft tissue changes after orthodontic treatment. Part 1: Methodology and reliability. Am J Orthod Dentofacial Orthop 107: 633-639, 1995.
- 14) Cummins DM, Bishara SE, Jorgensen GJ et al. A computer assisted photogrammetric analysis of soft tissue changes after orthodontic treatment. Part 2: Results. Am J Orthod Dentofacial Orthop 108: 38-47, 1995.
- 15) 藤田 茂. 頭部 X 線規格写真法による軟組織側貌の研究—成人女子軟組織側貌の標準値および近接する硬組織との関連について—. 西日矯歯誌 32: 6-11, 1987.
- 16) 木村鉄生, 村田 悟, 宮島邦彰. 軟組織側貌に関する研究—成人女性について—. 愛院大歯誌 32: 587-595, 1994.
- 17) 熊谷啓二, 南館祐二, 松木和彦ほか. モアレ縞を応用した顔面の形態計測 第1報 無歯顎患者治療への指針. 岩医大歯誌 7: 210-218, 1982.
- 18) 安藤秀二. 35 mm カメラによる3次元形態測定システム 第1報 システムの開発と臨床応用のための基礎的研究. 補綴誌 29: 1388-1402, 1985.
- 19) 鎌下祐次, 西 恭宏, 斉藤福一郎ほか. 顔貌の3次元計測による有床義歯の診断法—側貌の評価方法について—. 補綴誌 38: 92 回特別号: 71, 1994.
- 20) 鎌下祐次, 鎌田ユミ子, 大西千晶ほか. 総義歯患者の顔貌—リップサポートが側貌に与える影響—. 補綴誌 40: 96 回特別号: 39, 1996.
- 21) Willis FM. Esthetics of Full Denture Construction. J Am Dent Assoc April: 636-642, 1930.
- 22) 坪根政治. 総義歯患者の咬合採得法 22-58, 東京: 医歯薬出版, 1958.
- 23) 山田敏郎. 無歯顎者の中心咬合の高さ決定に関する研究補遺. 補綴誌 5: 35-51, 1961.
- 24) 打田年実. 頭部 X 線規格写真計測法による咬合高径の研究 (特に全部床義歯装着者と有歯顎者との比較). 口病誌 45: 669-681, 1978.
- 25) 小林義典, 三田貢司, 児玉秀夫. 咬合高径決定のための臨床的指標, 第1報 矢状鼻唇角に関する予備的研究. 歯学 79: 239, 1991.
- 26) Powell N, Humphreys B (木下善之介). Proportions of the Aesthetic Face (顔面のバランスと審美, 東京: 医歯薬出版, 1993), 1993.
- 27) 池田次郎. 人類学講座 第6巻 日本人II 101, 東京: 雄山閣出版, 1978.
- 28) 石井和雄. 前歯部歯列形態並びに口唇にみられる加齢的变化の人工歯排列への応用. 阪大歯学誌 41: 275-294, 1996.
- 29) 鎌下祐次, 大西千晶, 鎌田ユミ子ほか. デジタルカメラ画像による顔貌分析—若年有歯顎者群と中高年有歯顎者群との比較—. 歯科審美 11: 323-329, 1999.
- 30) Zylinski CG, Nanda RS, Kapila S. Analysis of soft tissue facial profile in white males. Am J Orthod Dentofacial Orthop 101: 514-518, 1992.
- 31) Nanda RS, Ghosh J, Bazakidou E. Three-dimensional facial analysis using a video imaging system. Angle Orthod 66: 181-188, 1996.
- 32) Ricketts RM. Planning treatment on the basis of the facial pattern and an estimate of its growth. Angle Orthod 27: 14-37, 1957.
- 33) 野田修司, 野代悦生, 吉松史恵ほか. コンベックス, ストレイトおよびコンケイブタイプの側貌における E-line と下口唇の位置に関する研究. 九州歯会誌 47: 377-384, 1993.
- 34) 吉松史恵, 野代悦生, 楠本修己ほか. 種々の上下顎関係における E-line と下口唇の位置に関する研究. 西日矯歯誌 38: 1-9, 1993.
- 35) 中島榮一郎. 顔貌写真を利用した新しい側貌プロフィールの評価法について. 渡邊 滋, 中原リサ子, 河原英雄ほか編, デンタルエステティック パートIII. 美の基準と MSK の分類 142-163, 東京: クインテッセンス出版, 1994.
- 36) 林 政男. 頭部 X 線規格写真の補綴学的検討 第1報 年代的变化について. 補綴誌 20: 235-250, 1976.
- 37) 吉田達矢, 金澤 毅, 平沼謙二ほか. 中・高齢者の側貌分析. 歯科審美 9: 192-198, 1997.

著者連絡先: 鎌下 祐次

〒890-8544 鹿児島県鹿児島市桜ヶ丘 8-35-1

TEL 099-275-6222