自動化総合健診システムにおける 健診成績の顔形グラフによる表示

稲田 紘¹⁾, 藤原 誠²⁾, 吉川 博通³⁾, 武田 裕⁴⁾,
井上 通敏⁴⁾, 福島 正勝⁵⁾, 吉田 途男⁵⁾, 阿部 裕⁶⁾

はじめに

自動化総合健診システム (Automated Multi-phasic Health Testing and Services, AMHTS) において、医師は、面接時に受診者に対して、多項目にわたる健診成績を提示し、健康状態について説明しなければならない。その際、種々の検査の集団の正常値や受診者の個人正常値との比較から、受診者の状態を理解させることが必要となるが、この場合従来のように、健診成績を数値で提示するだけでは十分とはいえない。

そこで、各種の検査データや、著者らが設定した生物学的年齢、個人正常値、多変量個人正常値のようなスクリーニング指標¹⁾の経年変化などを、受診者が視覚的に一目でとらえやすくするため、これらをコンピュータを用いて、Chernoff の顔や星座グラフなどにより表示することを計画し、著者らが進めているコンピュータによる AMHTS の医師の業務支援²⁾の一環にせんとした。

本研究は、その第一歩として、顔形グラフを用い、多項目にわたる検査データをパーソナルコンピュータで表示することを試みたものである。

対象および表示検査項目

対象として、住友生命総合健診システムを5年以上、継続して受診している受診者を選び、そのデータを表示しようとした。

表示しようとする検査項目としては、まずスクリーニング指標の設定に用いた項目と同じで、個体の特徴を総合的に把握するのに適していると考えられる19項目を選択した。すなわち、体重、聴力 (4000 Hz)、肺機能1秒率、収縮期血圧、拡張期血圧、PSP 15 分値、血清中の総蛋白、アルブミン、尿素窒素、総コレステロール、アルカリフォスファターゼ、尿酸、GOT および LDH、空腹時血糖、50 g ブドウ糖負荷1時間後血糖値、赤血球数、ヘマトクリット、胸部 X 線心胸比である。そして、さらに、これらの中から10数項目を選び、各データを顔の輪郭、目、眉毛、鼻、口の大きさや角度などに対応させるようにした。

上述した項目のうち、今回は、身長と体重から計算した肥満度 (受診者の体重と Broca の変法に基づき算出した標準体重との比を%で表わした比体重) など15項目を選択して、それぞれ顔形グラフの各部位に対応させた。

表1に選択した検査項目と省略記号、および顔形グラフの対応部位を示す。

顔形グラフの描写方法

顔形グラフの描写方法としては、Chernoff による方法³⁾があるが、本研究では、受診者の各検査項目の値の変化が、直接、それぞれに対応する顔の各部位の変化として描写されるように、Chernoff の方法をそのまま用いないで、著書らの考案

Presentation of Examination Data of AMHTS Examinees by Facegraph

1) 国立循環器病センター研究所

2) 大阪回生病院

3) 住友生命総合健診システム

4) 大阪大学医学部附属病院医療情報部

5) 国立大阪病院

6) 大阪労災病院

表1 表示する検査項目と顔形グラフの対応部位

No.	検 査 項 目 名	顔形グラフの部位	表示可能範囲	単 位
1	肥満度 (OI)	顔の上下比	80 - 160	%
2	コレステロール (Chol)	上顔の曲率	130 - 260	mg/dl
3	赤血球数 (RBC)	下顔の曲率	380 - 600	$\times 10^4 / \text{mm}^3$
4	尿酸 (UA)	鼻の長さ	1.5 - 12.0	mg/dl
5	肺機能 1 秒率 (FEV)	口の位置	50 - 140	%
6	空腹時血糖 (FBS)	口の曲率	50 - 180	mg/dl
7	心胸郭比 (CTR)	口の幅	25 - 60	%
8	尿素窒素 (BUN)	目の位置	5 - 80	mg/dl
9	GOT (GOT)	目の間隔	5 - 100	U
10	収縮期血圧 (SBP)	目の傾き	90 - 200	mmHg
11	総蛋白質 (TP)	目の曲率	6.0 - 9.0	g/dl
12	LDH (LDH)	目の幅	150 - 600	U
13	アルカリフォスファターゼ (Alp)	眉の位置	2 - 20	KAU
14	PSP 15分値 (PSP)	眉の傾き	15 - 50	%
15	拡張期血圧 (DBP)	眉の長さ	45 - 110	mmHg

した方法によった。著者らの方法を図1と図2に示すが、図1は顔の輪郭についての、また図2は眉、目、鼻、口の描写方法を表わしている。

顔の輪郭は、上顔と下顔に分けて描かれるが、まず最初に任意の位置に顔全体の中心点である点Oを定める。つぎにこれを原点として、(0, 65)の点を上顔の中心に、(0, -5)の点を下顔の中心に選ぶ。

ついで、上顔と下顔を表わす円を描くが、それぞれの半径UFR, DFRは次の通りである。

$$\text{UFR} = 190 - \text{OI}$$

$$\text{DFR} = 10 + \text{OI}$$

ここでOIは肥満度(比体重)であり、身長をH、体重をWとすると、次式で表わされる。

$$\text{OI} = \text{W} / \text{W}_0 \times 100$$

$$\text{W}_0 = (\text{H} - 100) \times 0.9$$

これより、肥満度が大きであるほどUFRは小さく、DFRは大きくなる。すなわち、下半分が大きい顔として描かれる。このように、肥満度は顔の上下比を定める指標となる。

なお、上顔、下顔を表わす二つの円の交点(XCROSS, YCROSS)は次式で表わされる。

$$\text{YCROSS} = \{(\text{UFR}^2 - \text{DFR}^2) - (\text{UYO}^2 - \text{DYO}^2)\} / \{-2(\text{UYO} - \text{DYO})\}$$

$$\text{XCROSS} = \text{SQRT}\{\text{UFR}^2 - (\text{YCROSS} - \text{UYO})^2\}$$

ただし、UYOとDYOは、Y軸方向に測った顔の中心Oと、上顔の中心および下顔の中心との距離

図1 顔形グラフの描写方法(その1) - 顔の輪郭の描写

図2 顔形グラフの描写方法(その2) - 顔の各部位の描写

である。

こうして作成された上顔と下顔は、適当な歪率(縦横比)により楕円に変えられるが、この場合、上顔の歪率 UFE は血清総コレステロール値 (Chol) によって、また下顔の歪率 DFE は赤血球数 (RBC) により決定される。そして、上顔、下顔の歪率を示す Chol と RBC の値が大きいほど、それぞれの形を表わす楕円は円形に近づくことになる。

つぎに目、鼻、口、眉の描き方について記す(図 2 参照)。

まず鼻であるが、これは長さのみで、その指標には血清尿酸値 (UA) があてられ、顔の中心である原点から、Y 軸の上下に UA の値に相当する長さ NL の線分を引けばよい。

口は楕円の一部によって示されるが、その元の円の直径は胸部 X 線心胸比 (CTR) の値 MW で表わされ、空腹時血糖値 (FBS) に相当する ME なる歪率に応じた楕円に変換される。したがって、CTR が大きいほど口幅が広く、FBS が大であるほど曲がった形の口として表わされることになる。

目の描き方は、まず目の中心点 (XE, YE) を定める。ここで XE, YE には、それぞれ血清中の GOT (GOT)、尿素窒素 (BUN) の値が充当される。目の中心が決まると、つぎに血清 LDH (LDH) の値に相当する大きさ RE の円が描かれる。そして、血清総蛋白値 (TP) の大きさに従う歪率 E による楕円に変えられる。この際、目を表わす楕円の長径は、Y 軸に対して TH なる傾きを持つが、この角度 TH (rad) は、収縮期血圧値 (SBP) の大きさによるものとする。この結果、SBP が大きくなるほど目がつり上がることになる。

眉毛は、まず目の中心から YB だけ Y 軸に沿って上った点 (XE, YE+YB) を定め、その点が中点となる長さ LB の線分を引くことにより描かれる。ただし、YB は血清アルカリフォスファターゼ (Alp) の値に、また LB は PSP 15 分値 (PSP) によるものとする。この場合、眉は目と同様、拡張期血圧値 (DBP) によって定まる角度 THB (rad) なる傾きを持つ。したがって、DBP が大であるほど眉がつり上がって描かれる。

なお、目、眉とも左右対称に描かれることはいうまでもない。

具体的な検査値を代入して顔形グラフを描く際、極端な異常により、検査値が非常に大きいか、小さすぎる値をとる場合には、目や眉が顔から飛び出したりするなど、不都合な結果が生じる。そこで、各検査値に表 1 に示すような制限をもうけ、これを表示可能範囲とした。さらに各検査値に正常範囲を設定したが(表 2)、その範囲は通常の正常値よりも狭い範囲とした。この理由は、AMHTS の受診者の大半が健常者であることから、受診者に注意を促すため、異常一步手前のものでも異常として表示する方が、健診データの図形表示の目的にかなうからである。

以上のような方法により、幾つかの検査値が異常を示す受診者の顔形グラフを描き、正常者との比較から、異常状態がうまく表現されているかどうかということを検討した。また、同一の受診者の時系列データを表示し、その変化の表現度についても検討を試みた。

顔形グラフの下画面には、各検査データを示す数値が、その単位と各検査項目の省略記号(表 1 参照)とともに表示されるようになっている。ここで、各検査項目が顔形グラフのどの部分に相当するのかがわかるように、それぞれの部位をも示すようにした(図 3 参照)。さらに、検査データが表 2 に示す正常範囲をはずれる場合には、そのデータを示す数値を赤色で表わした。

システムの概要

パーソナルコンピュータとして、日本電気(株)製 PC 9801 VX 4 システム(内部記憶容量 640 KB)を使用し、これにシャープ(株)製のカラー CRT ディスプレイ装置 CU-14 A 3 を付随させた。そして、フロッピーディスクにより、ホストコンピュータからパーソナルコンピュータへの受診者の検査データの授受が可能なるようにはからった。フロッピーディスクには、受診者の検査データの管理のため、ID 情報など関連情報をも格納するようにした。なお、ディスプレイに表示された内容をハードコピーとして出力しうようにするため、プリンタ PC-PR 201 H を使用した。

表 2 各検査項目について設定した正常範囲

No.	検 査 項 目 名	正 常 範 囲	単 位
1	肥満度 (OI)	95 - 105	%
2	コレステロール (Chol)	140 - 220	mg/dl
3	赤血球数 (RBC) (男性) (女性)	390 - 550 350 - 500	$\times 10^4 / \text{mm}^3$
4	尿酸 (UA)	2.5 - 8.0	mg/dl
5	肺機能 1 秒率 (FEV)	80 - 120	%
6	空腹時血糖 (FBS)	60 - 110	mg/dl
7	心胸郭比 (CTR)	50 以下	%
8	尿素窒素 (BUN)	8 - 22	mg/dl
9	GOT (GOT)	5 - 40	U
10	収縮期血圧 (SBP)	100 - 150	mmHg
11	総蛋白質 (TP)	6.5 - 8.4	g/dl
12	LDH (LDH)	200 - 450	U
13	アルカリフォスファターゼ (Alp)	4 - 12	KAU
14	PSP 15分値 (PSP)	30 以上	%
15	拡張期血圧 (DBP)	60 - 90	mmHg

なお、前述した方法により顔形グラフを描写するためのプログラムは、BASIC 言語を用いて作成した。

顔形グラフを描出するにあたり、使用者はまずディスプレイに表示された、受診者の検査データと正常者のそれとの比較を行なう、受診者へのアドバイス、同一受診者の経時変化を見る、時系列データの比較、のいずれかのモードをカーソルによって選ぶ。ついで、受診者の ID と検査年月日を入力した後、カーソルとキーを使って、順次、各検査項目の数値を入力してゆけばよい。

なお、ホストコンピュータからフロッピーディスクによりデータの受渡しをする場合には、受診者の ID と検査年月日を入力すれば、各検査デー

タは自動的に前述した処理式に代入され、顔形グラフが描写される。

結 果

前述したような方法とシステムにより、幾つかの検査値が異常を示す受診者について描いた顔形グラフと、同一受診者の経時データについての顔形グラフの結果を例示する。

まず図 3 は前者の例で、肥満度が 120 %、空腹時血糖が 160 mg/dl、収縮期血圧が 160 mmHg、拡張期血圧が 92 mmHg であり、その他の項目は表 2 に示す正常範囲にある受診者のグラフである。またこの例では、血清総コレステロールは 220 mg/dl、血清尿酸は 8.0 mg/dl とそれぞれ正常

図3 異常例の顔形グラフ (その1)

図4 異常例の顔形グラフ (その2)

図5 顔形グラフによる時系列データの比較 (その1)

図6 顔形グラフによる時系列データの比較 (その2)

範囲の上限を示している。その結果、このグラフを同図の左側に示す正常の場合と比較すると、顔の下半面がふくれ、上半面は短縮するとともに、目と眉がつり上がり、さらに鼻がやや長く、口の曲率が大きいという顔形が描かれ、各検査値の異常を一目で認めることができる。なおグラフの下面には、各検査項目の略号と顔形グラフ上の部位、および検査データが表示されている（図3では、さらに表2の正常範囲をはずれた異常検査項目の数値が赤色で示されているが、図3はカラー写真ではないため、認識困難である）。

図4は、血清中のGOTが80 Uを示し、総蛋白が6.3 g/dl、LDHが470 U、アルカリファスファターゼが15 KAUと、肝機能に関する検査データが異常な例である。このため、顔形グラフにおけ

る目の間隔、目の曲率、目の幅、眉の位置（目と眉の間隔）といった目に関する部位の形状が普通ではなく、肝機能が異常であることが容易に理解される。

次に、時系列データの表示例を図5、図6に示す（図5と図6の顔形グラフは同じであるが、グラフの下の検査データは、図5は左側のグラフの数値を、図6は右側のグラフのそれを表わしている）。

図5の左側の顔形は、一応正常ではあるが、顔形グラフの下面に表示されている検査データからわかるように、表2に示す正常範囲の境界値に近い値を示す検査項目がかなり多い。このため、グラフの形状を見ても完全な健康状態にあるとはいえないことを窺わしめるものである。

これに対して、右側は同一受診者の2ヵ月後の顔形グラフを示しており、これより、この受診者は以前に比べて、より健康な状態にあることが容易に理解される（このことは、図6に示す2ヵ月後の検査データからも明らかである）。

以上のように、今回の試みから、顔形グラフにより、受診者の検査値の集団正常値との差異や、経時変化を容易に把握することの可能性が示された。

考 察

本研究は、AMHTSにおける受診者の多項目健診成績をChernoffにならって顔形グラフで表わし、受診者が自分の健康状態を視覚的に一目で理解することを可能にしようとするものである。

図的表示により、多数のデータを視覚的に捉えやすくしようとする方法には、レーダーチャート、顔形グラフ、体形グラフ、星座グラフ、木形グラフ、三角多項式グラフなど種々のものがある。このうち、Chernoffによる顔形グラフは、多変量データの各変数の値を顔の造作の大ききで表わし、変数間の相関度と顔の造作間の関連性を対応させたもので、多変量データの直観的な把握が可能な方法として有名である。しかし、このChernoffの顔形グラフは、これまで、各国や各都市の経済力や民度の比較、あるいは企業の財務分析といったように、経済を主とするデータないし指標に対する応用がきわめて多く、医学的な応用は少数にとどまっている。

医学に対する応用例としては、近藤らによる長崎市原爆被爆者定期健診成績の表示がある⁴⁾。この研究では、赤血球数、白血球数、血色素量、血沈、収縮期血圧、拡張期血圧の6項目のみの検査値しか使用していないため、貧血とか高血圧など、2, 3の病的状態しか表わすことができない。したがって、受診者の健康状態を把握するには不十分である。

Chernoffの顔形グラフそのものではなく、その変形である体形グラフを考案した脇本は、これによって、学童の体位、体力診断テスト、運動能力テストを表わしている⁵⁾。すなわち、身長、体重など体位に関する4項目、反復横とび、垂直とび

など体力診断テストに関する7項目、50m走、走り幅とびなど運動能力テストに関する5項目のデータにより、顔のみならず手、足など人間の身体全体を用いて、図的表示を行っている。この方法は、身体計測データや体力に関するデータの表示に関しては直観的把握が可能であり、優れているといえるが、本研究のように、多項目の検査データを表示し、受診者の健康状態を視覚的に捉えようとする場合には、適切とはいえない。

このように、AMHTSにおける健診データのような多項目の医学データを顔形グラフで表示し、受診者にそれぞれの健康状態を提示しようとする試みは見当らず、本研究がはじめてといってもよい。本研究では、受診者が単に病気であるかどうかというだけでなく、検査項目ごとに正常範囲を逸脱したかどうか、あるいは前回の検査値からの変動はどのくらいか、といったことを顔形グラフにより一目で把握しうるようにするとともに、各項目の実際の検査値を読みとることが可能になることをめざして、Chernoffとは異なる表示方法を工夫した。そして、検査データを用いて顔形グラフを描いた結果、正常状態との差異や、同一受診者の時系列データの表示に基づく経時変化などを視覚的に容易に捉えることの可能性が窺われた。

しかしながら、多変量データの表示といっても、顔形グラフによる方法には、表示可能な項目数に制限があるため（本研究における方法では15項目）、総合健診のように、きわめて多数の検査データが得られる場合には、そのうちのどれをグラフ表示すればよいかの判断が困難である。本研究では、著者らがこれまでに実施した多変量個人正常値に関する研究の経験に基づき、すでに述べたような個体の特徴を総合的に捉えるのに適していると思われる検査項目を用いたが、受診者の健康状態を表わすには、これのみでは十分とはいえない難い点が問題である。

顔形グラフによる健診データの表示に関するいま一つの問題点は、顔の個々の部位と検査項目との対応をどのようにするかということである。すなわち、本研究では、たとえば血清尿酸値を鼻の長さに対応させているが、この両者の対応にはとくに意味があるわけではないので、受診者は、鼻

の長さの変化を見て、直ちに尿酸値の変動であることを理解しえない。それでも、本研究においては、図3に示すように、肥満度が大きい場合には、下ぶくれの顔にしたり、血圧が高値になれば目や眉が上がり上がるなど、顔の部位と検査項目との対応にできるだけ工夫するとともに、顔形グラフの下面にその対応が明示されるようにしている。また、各検査項目の数値を示すとともに、健康管理の立場から設定した正常範囲からはずれた場合には、赤色で検査値を示し、認識が容易になるようにはからっている。このため、上述のような問題点はあるものの、それがとくに支障になっていることは認められず、本研究の目的である AMHTS の医師の受診者との面接時における業務支援に有用であると思われる。

顔形グラフや体形グラフのような表示法ではないが、折茂らは、健診データを図的に表示するにあたって、前述のような問題点を避けるため、標準偏差指数(SDI)に基づき、疾患スコアを算定し、これを疾患マップで表示することを試みている⁶⁾。その方法は、検体検査を主体とする53の検査項目についてSDIを求める。そして、53の検査項目を全身状態、炎症性疾患など12の状態・疾患に関連の深い項目の組合せに分け、それぞれの状態・疾患ごとに疾患スコアを求める。スコアの求め方は、個々の検査項目のSDIの絶対値により、一定のポイントを加算し、検査項目の組合せに基づく合計点をその状態・疾患のスコアとするものである。ついで、全身状態を頭、血液疾患を動脈というように、それぞれの状態・疾患を線画で描いた人体の器官の模式図に対応させ、4段階に分けた疾患スコアの程度を色表示している。この方法は、疾患スコアの求め方に関して若干の問題はあるものの、健診における多数の検査項目を、その組合せにより図的表示を行うことが可能であり、また、受診者の状態や疾患の程度をそれぞれに応じた器官の模式図の色により、直ちに理解することができる。

しかし、こうした方法は、著者らが目的としている AMHTS の医師の受診者との面接時における業務支援には必ずしも適しているとはいえない。というのは、折茂らの方法によれば、たとえ

ば、受診者の血圧値のみが前回の検査値よりも10 mmHg 上昇したというような場合、それが疾患スコアに及ぼす影響は小さく、しかも器官模式図による色表示は、スコアがある閾値以上でなければ次の段階に移行しないから、その表示はまったく変わらないという場合が少なくない。もちろん、単に疾病状態かどうかということだけであれば、このような表示法でもよい。けれども AMHTS では、大半の受診者が健常状態で presymptomatic stage にあることを考えると、連続受診者については、個人正常値という立場から、時系列的な健診データを提示し、検査項目ごとに前回との差異を把握しうる方法の方が望ましい。

この観点からすれば、著者らの顔形グラフによる方法の方が優れており、AMHTS における医師の受診者との面接時の業務支援に、より適しているといえよう。

今後、顔形グラフのよりよい表現法について検討するとともに、多数の項目の検査データを表示する必要のあるときは、折茂らによる方法などとの併用をはかることにより、AMHTS における受診者の健康状態を視覚的に把握する利点がいつそう増すものと期待されよう。

まとめ

ANHTS の医師の面接時における業務を支援するため、その一環として、受診者が自分の健康状態を視覚的に一目で理解可能になることをめざし、つぎのようにして、受診者の多項目にわたる健診成績を顔形グラフで表示することを試みた。

(1) 住友生命総合健診システムを5年以上、継続受診している受診者について、個体の特徴を総合的に把握するのに適していると考えられる肥満度(比体重)、肺機能1秒率、収縮期血圧、拡張期血圧など15の検査項目を表示するようにした。

(2) 顔形グラフの描写法として、Chernoff とは異なる方法を考案し、各検査データの変動が直接、それぞれに対応する顔の各部位の変化として表示されるようにした。

(3) 上記の方法に基づき、BASIC 言語を用いてプログラムを作成し、パーソナルコンピュータにより処理して、その CRT ディスプレイ装置に顔形

グラフを描くとともに、必要時にハードコピーとして出力しうるようにした。

(4) 幾つかの検査値が異常を示す受診者の顔形グラフを描き、同時に描写した正常者のグラフと比較したところ、その異常状態を顔形グラフにより明確に認識可能なことが認められた。

(5) 同一の受診者の経時データを顔形グラフで表示することにより、前回の検査データとの差異を明瞭に把握しうることが示された。

(6) 顔形グラフによる AMHTS の受診者の健診成績の表示に関しては、表示しうる検査項目数や検査項目と顔の各部位との対応などに関する問題点はあるものの、本研究の目的とする医師の受診者との面接時における業務支援という観点からは大きな支障はなく、本研究のような顔形グラフによる健診成績の表示が有用であることが窺われた。

文 献

- 1) 稲田紘, 吉川博通, 平位勉, 武田裕, 井上通敏, 藤原誠, 阿部裕: 連続受診者の Follow-up における評価に用いる指標の算出, 日本自動化健診学会誌, 10:353-363, 1983.
- 2) Inada, H., Fujiwara, M., Takeda, H., Inoue, M., Kamada, T., Yoshikawa, H., Fukushima, M. and Abe, H.: An instruction support system for AMHTS, Automedica, 7: 53 - 62, 1986.
- 3) Chernoff, H.: The use of faces to represent points in k-dimensional space graphically, J. Amer. Statis. Assoc., 68: 361 - 368, 1973.
- 4) 近藤久義, 森弘行: Face-分析を利用した多項目検査値表示システム, 医療情報学, 4:249-253, 1984.
- 5) 脇本和昌: チャーノフの顔形グラフの変形の試み: 体形グラフ, 行動計量学会誌, 4 (2):67-73, 1977.
- 6) 折茂淳, 若林正雄: 健診データの図表化出力, 日本総合健診医学会誌, 4:323-330, 1985.