

ることがみられる。しかし正電荷をもつ膜については基本味本来の応答と大きくずれていることがあるため、今後同様の測定を繰り返し、応答を確認する必要がある。

最近、ヒアルロン酸を主成分とした人工唾液が開発されている。このヒアルロン酸を味覚センサで測定したときの濃度別応答を図-9に示す。実際に使用されるときヒアルロン酸の濃度は0.1%程度であるが、図-8と比較したとき、これは数%の唾液と同様な波形である。

このことから、この人工唾液に用いられているヒアルロン酸は味覚に対しては影響を与えていないことが認められる。

今後、実際の唾液を測定する場合の考慮すべき点として、試料調整中および測定中における試料の酸化などの経時変化が考えられる。現在の装置はプローブ型のセンサ電極を試料容器中に浸漬する方式（バッチ式）であるため、空気との接触は避けられない。

さらに、一回の測定には100 ml程度の試料を必要とするため、高齢者などから唾液を採取して測定することは困難である。

そのため、極めて少量の試料で、かつ密閉した系で測定可能な方式（フロー式）のセンサシステムを製作中である。なお、試作はすでに成功しており、基本味に対する応答は確認している。

## E. 結論

唾液成分と味覚の関係について、その客観的評価方法として、味覚センサを用いた。

唾液中に含まれる無機イオンが呈味物質のもつ味質へ影響を与えることが示唆された。さらに唾液そのものを測定した結果、若干ではあるが、基本味である「うま味」に近い応答を示した。このことから、口腔内が乾燥し、唾液濃度が濃い状態では、常にうま味に順応していることになり、その結果、うま味に対する感覚が鈍くなるといったことが推測される。

今後、さらに同様の実験を繰り返して、データを増やすとともに、唾液分泌の少ない場合での唾

液および唾液・呈味物質の応答を調べる。そのためにセンサの改良も並行して行う。

## 「参考文献」

- (1)都甲 潔：感性バイオセンサ，朝倉書店(2001)
- (2)河野正司：唾液，医歯薬出版（1999）。

研究協力者 藤居 仁 九州工業大学情報工学部  
 分担研究者 西原 達次 九州歯科大学口腔微生物学講座

#### 研究要旨

レーザー散乱現象を利用した血流画像化法(LSFG)を用いて、口腔内の血流分布を画像化するシステムを新たに試作し、舌血流測定を行った。

#### A. 研究目的

口腔乾燥症に限らず、口腔内の諸器官の機能に血行が重要な役割を演じることは十分理解されているが、これを定量的に評価できる装置はまだあまり開発されていない。特に舌は味覚、嚥下、発音など極めて複雑な機能を司っているにもかかわらず、その血行動態はほとんど把握されていない。一方舌には全身の体調が現れると考えられており、東洋医学では舌で健康状態チェックする舌診(ぜつしん)が発展している。舌の形や色などの所見と平行して、もしその血流を同時に測定することが可能になれば、口腔診断技術に飛躍的な進歩をもたらすことが期待できる。

我々は過去10数年にわたって、レーザー散乱現象と画像計測を組み合わせた血流画像化法(Laser Speckle Flowgraphy 以下LSFG)の研究を行ってきた[1,2]。これは測定部位にレーザーを照射し、発生するスペックルパターンと呼ばれる干渉模様を統計的に解析することで、散乱体(血球)の移動速度の分布、すなわち血流分布を求める方法である。LSFGシステムは、無侵襲性、非観血性であるだけでなく、血流速を二次元のマップとして捉えることができる。また現在はパーソナルコンピュータ(以下PC)の発展が目覚しく、その性能を活用することで、測定部位の血流マップをリアルタイムに得ることも可能になっている[2]。これまでにLSFGシステムを用いて、皮膚、網膜、頭皮、臀部皮膚血流など、様々な部位の測定に成功しているが、本研究ではこれを初めて舌血流分布の測定に適用するものである。

#### B. 研究方法

図1は今回試作した舌血流画像化システムの構成である。測定部位である舌にレーザーを照射し、発生するスペックルをラインセンサ上に結像する。ラインセンサの電気信号は、同期信号と共にPCIフレームメモリーボードに送られ、A/Dコンバータによりデジタルデータに変換される。デジタルデータはPCIフレームメモリーボード上のフィールドバッファに一度保存され、一定量データが保存されると一括してPC上のメモリに転送される。PCではそのデータから血流マップを求め、2次元血流マップとして表示している。

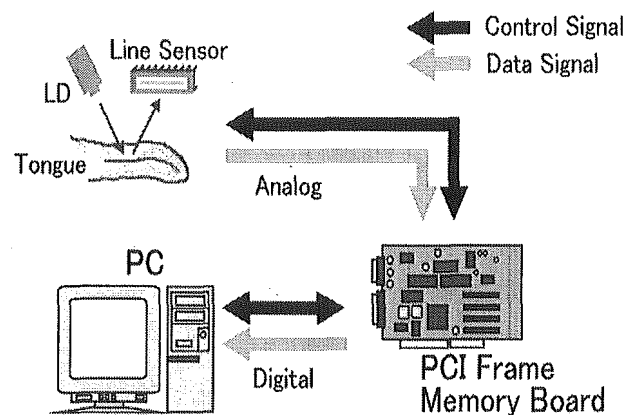


図1 舌血流画像化用LSFGシステム

舌血流測定を安定かつ容易に行うために、専用の測定プローブを試作した。図2が測定プローブの外観である。プローブ上面にある三角形の突起部分を被験者の口に含ませ、測定面に位置する舌の血流を測定する。測定を行う際は測定プローブを直接口に含ませるために、衛生上の観点から、測定プローブの突起部分に被せたり、取り外して洗浄できる透明

樹脂製マウスピースの試作を九州歯科大学に依頼し、測定する際に用いた。

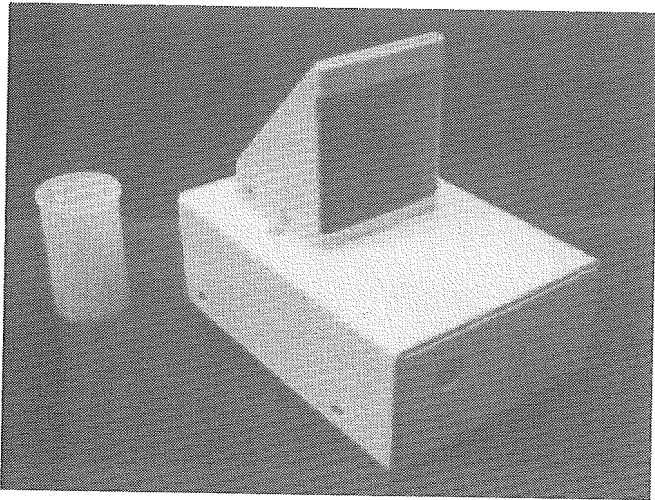


図2 測定用プローブの外観

プローブ内部の専用プリントボード上には、半導体レーザー光源、受光素子となるラインセンサ、回転ミラー、光学系が配置されている。ラインセンサは1次元センサであるが、回転ミラーにより2次元走査を行っている。

試作した装置の評価実験として、測定面にオパールガラスを設置し、これをモーターで回転させながらAD値を解析し、回転速度に対するAD値の変化を調べた。測定結果は図3のようになり、ある範囲

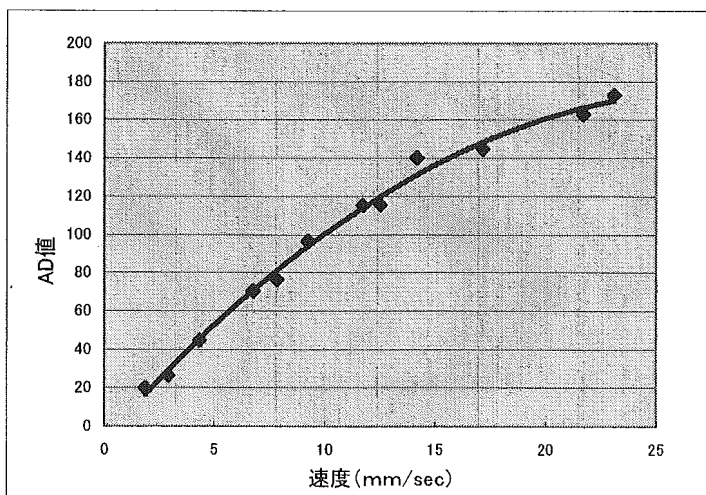


図3 試作した装置の速度特性

までは散乱粒子の移動速度とAD値が比例していることが確認できた。オパールガラスには無数の気泡が含まれ、その気泡を血液中の血球と見立てることで、代替実験とすることができる。

舌血流分布を測定・表示するために、今回開発した専用ソフトウェアを図4に示す。測定開始ボタンをクリックすると、約5秒後に左上のように血流マップが表示される。このマップ内に任意の矩形領域を設定して、値を読みとることができる。

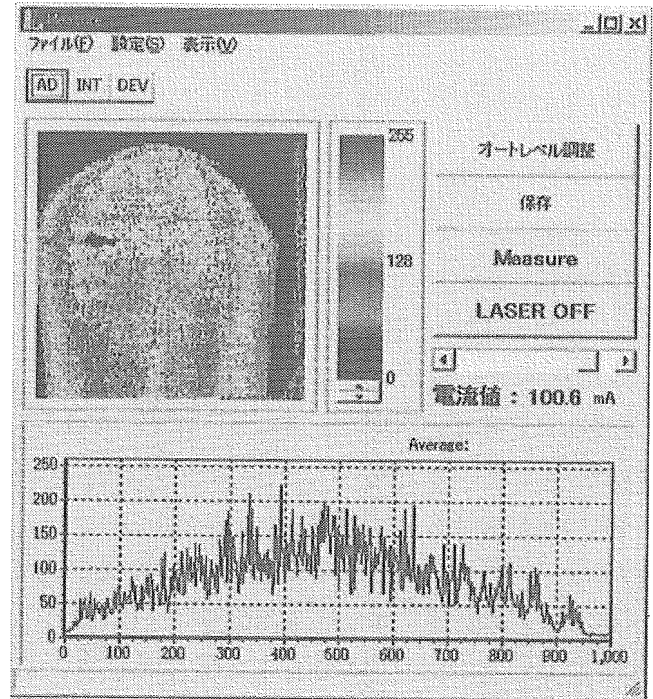


図4 測定・解析ソフトの主画面

また測定位置を確認するための光強度マップや、あるライン上の血流分布の経時変化も、画面上に表示することができる。測定データはハードディスクなどに記録し、後から読みだして種々の比較検討も行える。

### C. 研究結果

図5に示すように、測定プローブを被験者の口に含ませ、実際に舌血流測定を行った。図6 (a) に強度マップ、(b) に血流マップを示す。血流マップは血流の遅いところほど青く、速いところほど赤く表示されるように擬似カラー表示している。

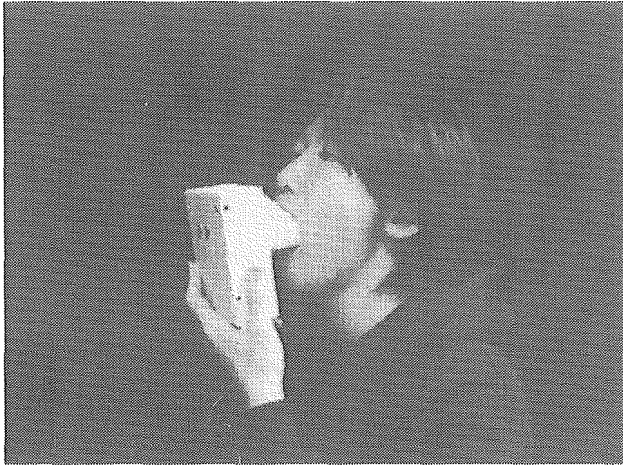


図5 測定風景

これは透明樹脂製のマウスピースにレーザーが当たって正反射を起こしているため、この部分の血流は測定できない。

次に舌を冷やした場合に、血流がどのように変化するかを調べる実験を行った。被験者(24歳)に2~3分ほど口に氷を含ませた後に測定を行った。図7(a)が平常状態で、(b)が冷やした後の血流マップである。平常時に比べ、氷で冷やした場合は全体的に青い部分が増えており、血流値の減少が確認できる。これは氷を口に含むことによって舌が急激に冷やされ、毛細血管が収縮して血行が低下したためと考えられる。

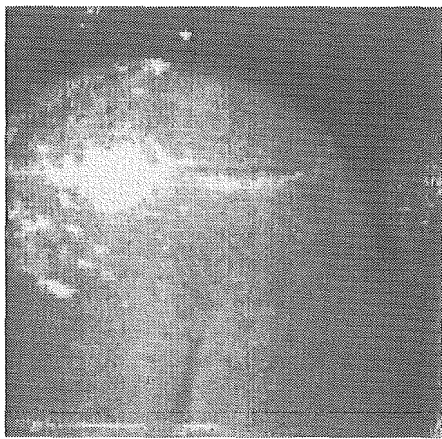


図6(a) 光強度分布

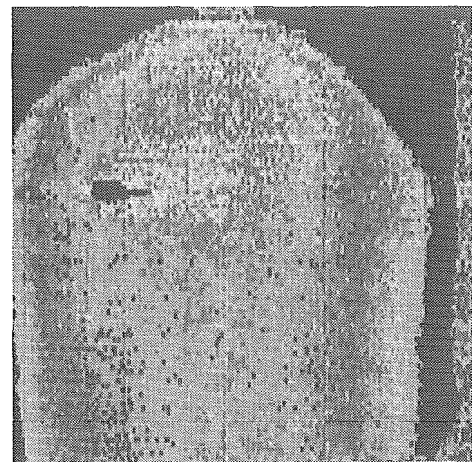
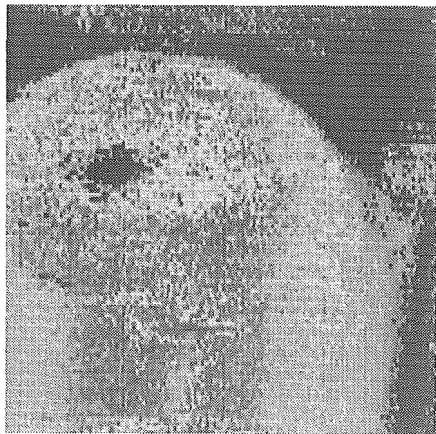


図7(a) 平常時の舌血流マップ



(b) 舌血流マップ

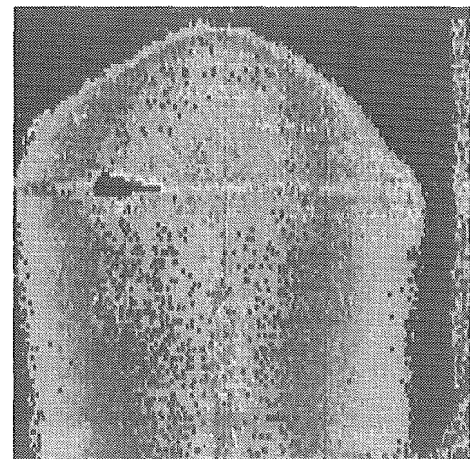


図7(b) 氷で冷却した場合

血流マップを見ると、舌の先端付近および中心付近で血流値が若干高くなっている。血流値が最も高い先端中心付近では、AD値が130ほどであるが、速度特性の線形領域内にまだ入っていることが解る。図6(a)で左上に明るく光っている部分があるが、こ

次に味覚に対する血流変化を調べる実験を行った。図8は舌に塩を塗る前後の血流変化をプロットしたもので、2例とも血流が一旦低下しているのが解る。

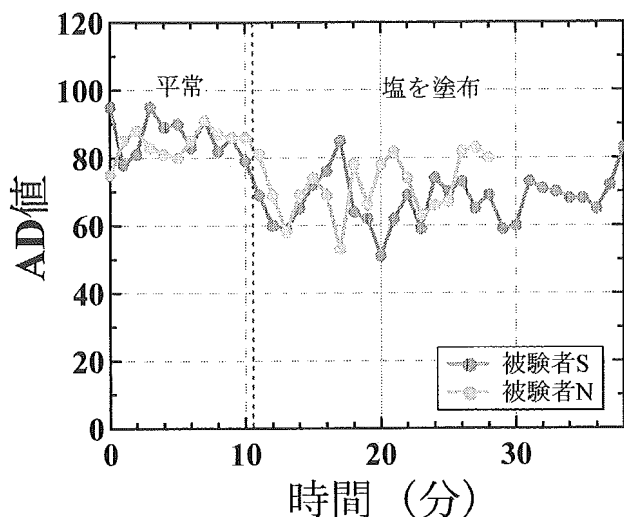


図8 塩分に対する血流変化

また糖分に対する血流変化を調べたものが図9で、ここでも舌血流が一旦低下している様子が観察された。

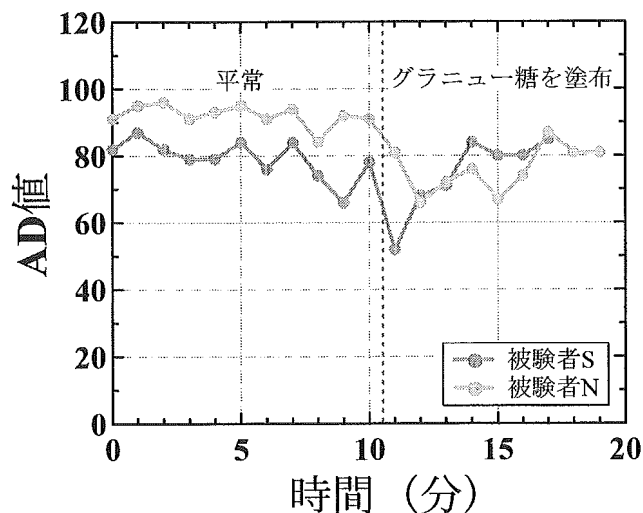


図9 糖分に対する血流変化

まだ測定例が少ないので確実とは言えないが、これらの実験結果から、舌に対する味覚刺激は一時的な血流低下をもたらす可能性があることが示唆された。

#### D. 結論

本研究ではLSFGシステムを拡張した、舌血流画像化システムの開発を行った。試作した装置の速度特性はほぼ線形であることが確認された。実際に被験

者の舌血流を測定したところ、血流分布が観測でき、経時変化も捉えられることが解った。本装置では主に舌血流を測定するためにプローブ形状をデザインしたが、口に含む部分の形状を変えれば、歯肉、口蓋など口腔全般の血流分布の可視化も可能である。現在口腔内の血流を測定する有効なシステムはまだ無いため、本研究で開発された血流画像化システムが実用化されれば、口腔内血流動態に関する詳細な基礎データが得られ、口腔乾燥症を始めとする様々な疾患の予防や治療の手助けとなることが期待できる。

#### 参考文献

- [1] 藤居 仁、小西直樹：レーザースペックルを利用した血流分布の可視化, 応用物理, 66, no.5, 476-480, 1997
- [2] 藤居 仁：レーザースペックルフローグラフィの原理, 新しい眼科, 15, no.2, 175-180, 1998.

資料

# 口腔の乾燥度に関するアンケート

ACode[ ]- No.[ ]

本アンケートは、厚生労働省・長寿科学総合研究事業により実施されます。ご協力をお願いいたします。

お名前（イニシャル可）<sup>01</sup> [ ]<sup>02</sup> [ ] 歳（1男・2女）<sup>01</sup> [ ]  
<sup>02</sup> [ ]

1. 身長<sup>03</sup> [ ] cm 体重<sup>04</sup> [ ] kg ※ご記入ください <sup>03</sup> [ ]  
<sup>04</sup> [ ]

2. 歩行状態（○印） 0.自力歩行可、1.杖が必要、2.車椅子移動、3.移動困難 <sup>05</sup> [ ]

3. 自力で動ける範囲 0.外出可、1.家(施設)の中、2.部屋の中、3.ベッド上 <sup>06</sup> [ ]

4. 全身状態（疾患名に○、軽度の場合は△）  
 0特になし、A.気管支喘息、B.アレルギー性鼻炎、C.花粉症、D.アトピー性皮膚炎 <sup>07</sup> [ ]  
 1高血圧、2糖尿病、3消化器疾患、4呼吸器疾患、5心疾患、6心不全、 <sup>08</sup> [ ]  
 7肝臓疾患、8血液疾患、9パーキンソン病、10腎疾患、11尿路疾患、12心身症、 <sup>09</sup> [ ]  
 13精神疾患、14その他（具体的に ) <sup>10</sup> [ ]

5. 口の状態に○印をつけてください。 ※入れ歯：取り外しできる義歯(ブリッジは除く)  
 1) 上の歯： 0自分の歯、1部分入れ歯、2総入れ歯、3入れ歯も歯もない <sup>11</sup> [ ]  
 2) 下の歯： 0自分の歯、1部分入れ歯、2総入れ歯、3入れ歯も歯もない <sup>12</sup> [ ]

6. 口腔乾燥感（自覚症状）の該当するものに、○印を付けてください

1) 口の中が乾く、カラカラする。	0ない、	1時々・少し、	2ある	<sup>13</sup> [ ]
2) 水をよく飲む、いつも持参している	0ない、	1時々・少し、	2ある	<sup>14</sup> [ ]
3) 夜間に起きて水を飲む	0ない、	1時々・少し、	2ある	<sup>15</sup> [ ]
4) クラッカーなど乾いた食品が咬みにくい	0ない、	1時々・少し、	2ある	<sup>16</sup> [ ]
5) 食物が飲み込みにくい	0ない、	1時々・少し、	2ある	<sup>17</sup> [ ]
6) 口の中がネバネバする、話しにくい	0ない、	1時々・少し、	2ある	<sup>18</sup> [ ]
7) 味がおかしい	0ない、	1時々・少し、	2ある	<sup>19</sup> [ ]
8) 口で息をする(寝るときも含む)	0ない、	1時々・少し、	2ある	<sup>20</sup> [ ]
9) 口臭が気になるといわれる	0ない、	1時々・少し、	2ある	<sup>21</sup> [ ]
10) 目が乾きやすい	0ない、	1時々・少し、	2ある	<sup>22</sup> [ ]
11) 汗をかきやすい	0ない、	1時々・少し、	2ある	<sup>23</sup> [ ]
12) 義歯で傷が付きやすい	0ない、	1時々・少し、	2ある	<sup>24</sup> [ ]

7. 薬の服用あるいはアルコールの飲用がありますか？（主なもの5つ以内に○） <sup>25</sup> [ ]  
 0.特になし、1.抗高血圧剤、2.抗ヒスタミン剤、3.精神安定剤、4.抗うつ剤、 <sup>26</sup> [ ]  
 5.抗パーキンソン剤、6.利尿剤、7.β遮断剤（心臓の薬、胃潰瘍の薬など） <sup>27</sup> [ ]  
 8.アルコール（ほとんど毎日の方）9.抗アレルギー剤 ※市販薬も含みます※ <sup>28</sup> [ ]  
 A.吸入薬（商品名 ) <sup>29</sup> [ ]  
 ※分類不明(記号また薬剤名: )

8. 喫煙の習慣がありますか？ <sup>30</sup> [ ]  
 0ない：ある（ある方→1日平均 [ ] 本で、約 [ ] 年間喫煙） <sup>31</sup> [ ]  
<sup>32</sup> [ ]

9. 日頃から気をつけていることにいくつでも○をつけて下さい。

① ( ) 1日3回定期的に食事する、	② ( ) 余分な間食をしない	<sup>33</sup> [ ] [ ]
③ ( ) 体重に気をつけている	④ ( ) 睡眠を7～8時間とっている	<sup>35</sup> [ ] [ ]
⑤ ( ) 意識的に運動をしている	⑥ ( ) タバコは吸わない	<sup>37</sup> [ ] [ ]
⑦ ( ) 酒の量はひかえている*	⑧ ( ) 特に何もしていない	<sup>39</sup> [ ] [ ]

T13-1

ご協力ありがとうございました。





# 口腔乾燥に関する臨床検査表

CCode[            ]- No.[            ]

お名前（イニシャル可） \_\_\_\_\_ [            ]歳 （1男・2女）      01[            ]

02[            ]

## 1. 臨床分類基準

0：正常（0度）：口腔乾燥や唾液の粘性亢進はない      03[            ]

1：軽度（1度）：唾液が粘性亢進、やや唾液が少ない。

2：中程度（2度）：唾液が極めて少ない。細かい泡がみられる

3：重度（3度）：唾液が舌粘膜上にみられない

※唾液の泡は、粘性亢進や口腔乾燥の傾向がある。

細かい泡=おおよそ1ミリ以下の泡あるいは白くみえる泡

粘性亢進は、糸引き状態で判定する。1～2ミリ以上の泡の場合も軽度と判定する。

## 2. 唾液湿潤テスター値(Saliva Wet Tester) ※唾液テスターが必要(ミリ数)

1) [10秒法]      04[            ]

測定用具を舌尖から10mmの舌背部に垂直に立てて、10秒間接触させて保持し、その後取り外して、明るい光源下で湿潤した部分の幅を測定する。

2) [30秒法] ※可能であれば、30秒法も測定する      05[            ]

10秒法に続いて、すぐに20秒続けて測定する。

※以下は、必要に応じて実施する。

## 3. <水分計>      ※水分計が必要(%)

測定法：水分計のセンサー部分をラップで覆い、測定部に当ててスイッチを押す

1) 舌尖から10mmの舌背部      06[            ]

2) 右口角から10mmの頬粘膜部（不可能な場合は左側）      07[            ]

## 4. <唾液の曳糸性検査>      ※曳糸性測定器が必要(ミリ数)

測定法： 1. 唾液を、専用の採取器で採取する。      08[            ]

2. 採取した唾液を、測定器に入れる。

3. 自動測定ボタンを押す（平均値が表示されます）。

## 5. <ろ紙による生化学的検査>      ※測定キットが必要(要郵送)

測定法： 1. 定量用濾紙を用いて、唾液を吸着させる      09[            ]

2. 採取後、専用濾紙を容器に入れる。      10[            ]

3. その容器に1ml程度の滅菌蒸留水を入れる。      11[            ]

4. 冷凍庫に保存する      12[            ]

5. 施設番号と患者番号等を記録する      13[            ]

6. 検査センターにクール宅急便で冷凍送付する。      14[            ]

## 6. <安静時唾液量測定>      ※電子はかりが必要(グラム数)

測定法： 1. 電子はかりで、新しいワッテを測定する（ゼロ設定）。      15[            ]

2. ワッテを舌下部に置く。

3. 30秒後に取り出して、電子はかりで増加した重量を計測する。

## 7. <粘膜細胞診検査>      ※検査キットが必要(要郵送)

測定法： 1. 黄色い記入欄（荒い面の方）に期日、氏名、部位を書く      16[            ]

2. 採取用ブラシで粘膜をこする      17[            ]

3. <A法>スライドガラスに塗りつける      <B法>蒸留水に溶解させる      18[            ]

4. <A法>乾燥させる      <B法>そのままに置く      19[            ]

5. 保管箱に入れたものを検査センターに送付する。      20[            ]

この1週間の、あなたのからだや心の状態についてお聞きします。下の20の文章を読んでください。各々のことがらについて

- ◎もし、この1週間で全くないか、あったとしても1日も続かない場合は [A]
  - ◎週のうち1～2日なら [B]
  - ◎週のうち3～4日なら [C]
  - ◎週のうち5日以上なら [D]
- のところを○でかこんでください。

	この一週間のうちで			
	ない	1-2日	3-4日	5日 以上
1. 普段は何でもない事がわずらわしい。	A	B	C	D
2. 食べたくない.食欲が落ちた。	A	B	C	D
3. 家族や友達からはげましてもらっても,気分が晴れない。	A	B	C	D
4. 他の人と同じ程度には、能力があると思う。	A	B	C	D
5. 物事に集中できない	A	B	C	D
6. ゆうつだ。	A	B	C	D
7. 何をするにも面倒だ。	A	B	C	D
8. これから先のことについて積極的に考えることができる。	A	B	C	D
9. 過去のことにについてくよくよ考える。	A	B	C	D
10. 何か恐ろしい気持ちがある。	A	B	C	D
11. なかなか眠れない。	A	B	C	D
12. 生活について不満なくすごせる。	A	B	C	D
13. ふだんより口数が少ない。口が重い。	A	B	C	D
14. 一人ぼっちでさびしい。	A	B	C	D
15. 皆がよそよそしいと思う。	A	B	C	D
16. 毎日が楽しい。	A	B	C	D
17. 急に泣き出す事がある。	A	B	C	D
18. 悲しいと感じる。	A	B	C	D
19. 皆が自分をきらっていると感じる。	A	B	C	D
20. 仕事が手につかない。	A	B	C	D

※ここから下は、記入しないでください。

1. 臨床分類基準      0 : 正 常 (0度)      : 口腔乾燥や唾液の粘性亢進はない      21[      ]  
                          1 : 軽 度 (1度)      : 唾液が粘性亢進、やや唾液が少ない。  
                          2 : 中程度 (2度)      : 唾液が極めて少ない。細かい泡がみられる  
                          3 : 重 度 (3度)      : 唾液が舌粘膜上にみられない

※唾液の泡は、粘性亢進や口腔乾燥の傾向がある。

細かい泡=おおよそ1ミリ以下の泡あるいは白くみえる泡

粘性亢進は、糸引き状態で判定する。1～2ミリ以上の泡の場合も軽度と判定する。

2. 唾液湿潤テスター値(Saliva Wet Tester) ※唾液テスターが必要(ミリ数)      22[      ]  
     測定用具を舌尖から10mmの舌背部に垂直に立てて、10秒間接触させて保持し、  
     その後取り外して、明るい光源下で湿潤した部分の幅を測定する。

## 研究成果の刊行

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社	出版地	出版年	ページ
柿木保明	口腔乾燥症	柿木保明 西原達次	歯科医師・歯科衛生士のための舌診入門	ヒョーロン	東京	2001	190-194

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
柿木保明	湿潤剤配合洗口液	今注目の歯科器材・薬剤2002, 歯界展望別冊	2002年別冊	170-175	2001
柿木保明	口腔領域に症状を現す常用薬とその臨床対応—口腔乾燥症—	歯界展望	98-4	729-731	2001
柿木保明	口腔領域に症状を現す常用薬とその臨床対応—歯頸部う蝕—	歯界展望	98-4	734-737	2001
柿木保明	口腔乾燥の現状と口腔湿潤剤(オーラルウェット)の効果	デンタルダイヤモンド	No.37	138-141	2002
柿木保明	高齢者の口腔乾燥症	デンタルダイヤモンド	No.373	42-47	2002
柿木保明	高齢者の根面う蝕の問題とその対応	日本歯科評論	62-3	79-86	2002.

20010283

以降は雑誌/図書等に掲載された論文となりますので  
P101「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください