

Readout

HORIBA Technical Reports

特集 赤外線ではかる

July 1993 ■ No.7

鼓膜体温計 (IT-500M)

Tympanic Thermometer (IT-500M)

松本直之・辻岡唯二・迫田博文

Naoyuki MATSUMOTO, Yuiji TSUJIOKA,

Hirofumi SAKODA

(Pages52-56)

株式会社 堀場製作所

鼓膜体温計 (IT-500M)

Tympanic Thermometer (IT-500M)

松本 直之・辻岡 唯二・迫田 博文
Naoyuki Matsumoto, Yuuji Tsujioka, Hirofumi Sakoda

【要旨】

従来の約1/100の時間で、簡単に体温を測定できる鼓膜体温計 IT-500M を株式会社ニッショー殿と共同で開発した。本機は病院や診療所などの医療現場での体温測定をより簡単にする目的で開発、製品化した。本機は、鼓膜及びその周辺の温度を非接触で測定するものであり、鼓膜を傷つけることなく、約2秒で体温を測定できる。また本機は従来の電子体温計と同レベルの測定精度(再現性) $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ を実現している。本稿では鼓膜温による体温測定の利点および本機の概要と測定原理について説明するとともに、本機の測定精度の実測結果および臨床データについて報告する。

Abstract

HORIBA has recently developed the tympanic thermometer IT-500M capable of simply measuring body temperature in about 1/100th the time of conventional thermometers jointly with Nissho Corp. The IT-500M was developed and commercialized for the purpose of simplifying the measurement of body temperature at the site of treatment such as in hospitals and clinics. The IT-500M measures the temperature of the ear drum and its periphery in a non-contact manner, and can measure the body temperature in about 2 seconds without any damage to the eardrum. Also, it achieves a measurement accuracy (reproducibility) of $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$, the same level as that of conventional electronic thermometers. This paper describes the advantages of measuring body temperature by the temperature of the eardrum, an outline of the eardrum thermometer, and principles of measurement, and reports the results of measuring its accuracy and clinical data.

1. はじめに

体温は健康状態の重要なバロメータであり、病院や診療所はもとより一般家庭においても体温測定は日常的に行われている。

体温測定の方法としては、腋下、舌下、直腸温をはかるのが一般的である。しかし腋下、舌下温は外気温の影響を受けやすく、体内温度の指標とするには不適当な場合がある。そして温度計を挿入するときに測定部位の体温が一時的に低下し、もとの温度にもどるまでは5分間以上が必要となる。これらのために腋下、舌下温を正確にはかるのには時間がかかってしまうことになる。一方、直腸温は内臓の温度をよく反映しており、安定した測定結果が得られるが、被験者

が脱衣する必要があり容易に測定できるものではない。この為現状では、外来・入院患者の体温測定は、一般に成人では腋下で、乳児では直腸で測定している。そこで、より簡便に、短時間でかつ正確に体温をはかる手段の開発が永年望まれていた。

当社はこれまで汎用の放射温度計を開発 製品化してきたが、体温の測定にこれらの技術を応用することを検討してきた。放射温度計は接触式の温度測定方法にくらべて短時間で、かつ測定対象に熱的・物理的な影響を与えずに測定できるという長所がある。しかし体温測定に用いるには、放射温度計自体の精度と人体のどの部分で測ればよいのかという点が問題となっていた

今回、内頸動脈に近く、そのため脳温によく一致するとされている鼓膜温に着目して、鼓膜付近の温度を非接触で測定する鼓膜体温計IT-500Mを株式会社ニッショー殿と共同で開発した。

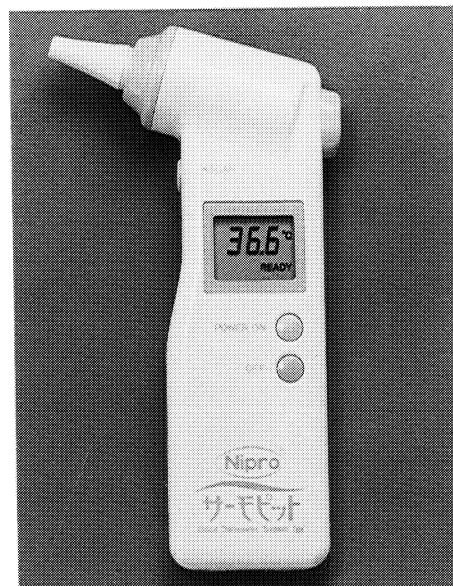


図1 鼓膜体温計 IT-500M の外観
External appearance of tympanic thermometer IT-500M

2. IT-500M の構成

2.1 IT-500M の構造

本機の外観および構成を図1、図2に示す。

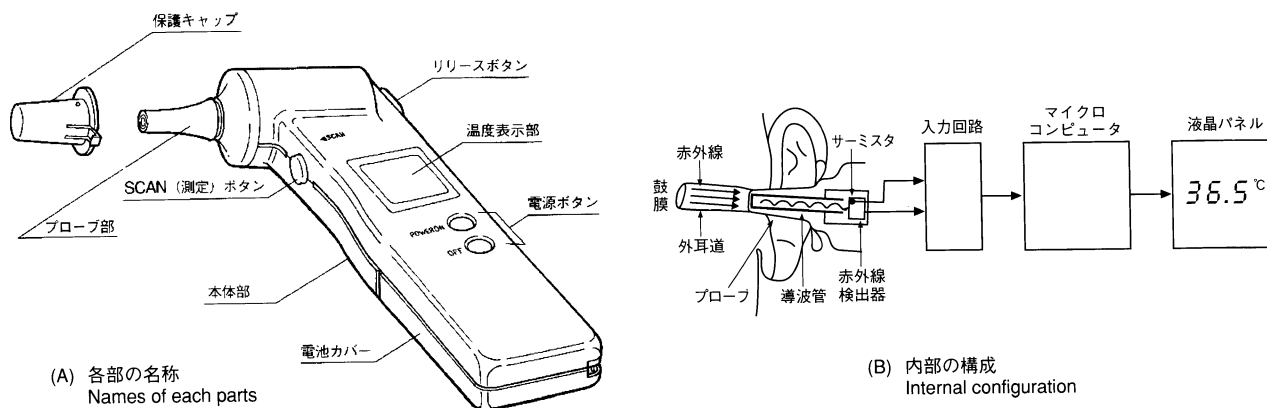


図2 IT-500Mの構成
Configuration of IT-500M

本機は鼓膜およびその周囲から放射され赤外線を探測部の先端でとらえて体温に換算、表示する。測定の際、本機のプロベ部を被測定者の外耳道に挿入することになる。この時おきるプロベ部先端のよごれの防止および患者間の相互感染の防止のため、プロベ部にプロベカバーをとりつけて測定するように設計している。また鼓膜等を傷つけないようにするため、プロベ部は外耳道の奥までは入らない構造にしてある。

本機は片手で持って使用できるように、コンパクトなボディに光学系、検出器、回路などをおさめている。また単三乾電池2本で長時間使用できるように設計されている。

2.2 IT-500M の使用方法

本機の使用方法を図3に示す。プロベカバーを取り付け、被測定者の外耳道にプロベ部を軽く挿入しSCAN(測定)ボタンを押す。約2秒で測定が完了し、ブザー音とともに測定結果が表示される。

繰り返し測定するときには、プロベカバーを交換、あるいは消毒する。

プロベカバーは赤外線を透過する材質でできているが、汚れたり傷がついた

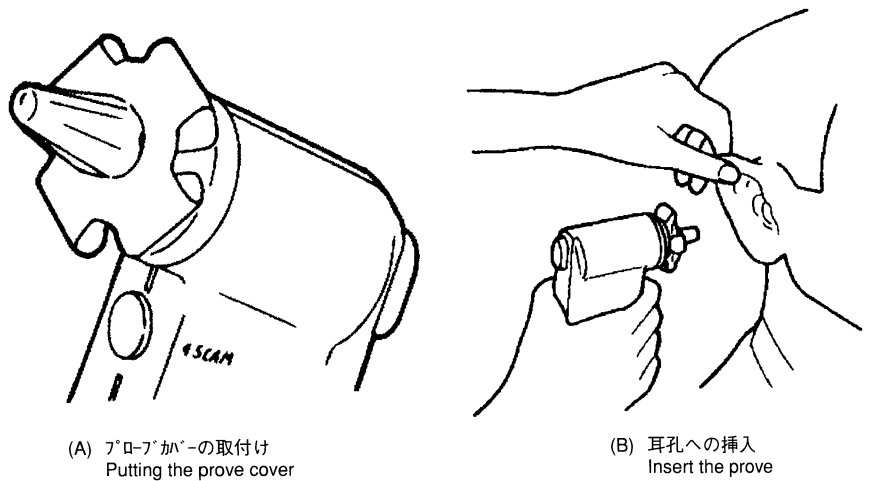


図3 IT-500Mの使用
Method of use of IT-500M

りすると透過率が低下して所定の測定精度が維持できなくなる。また患者間での相互感染の恐れもあるので、プローブカバーは使用ごとに交換あるいは消毒する必要がある。

2.3 測定時のポイント

本機は前述のようにプローブ部を耳孔に挿入し、測定ボタンを押すだけで誰にでも簡単に使える体温計である。しかし、より正確に安定した測定を行うためには、次の点に注意する必要がある。

- a プローブおよびプローブカバーにゴミ、汚れなどの異物がついていると正確な測定ができない。
- b プローブカバーを取り付けたときに、先端にたるみ、汚れ等があると正確な測定ができない。
- c プローブを耳孔に挿入する場合、プローブを鼓膜の方に確実に向けることにより正確な測定結果が得られる。この時、耳介を後方上向きに軽くひっぱると鼓膜までがほぼ一直線になり、挿入しやすくなる。

なお、同じ被測定者を繰り返し測定して得られた結果の再現性が悪いときは、プローブ部の挿入方向、深さが一定していない場合が多い。そのようなときは上記のcに留意して測定してみる必要がある。

2.4 IT-500Mの仕様

本機的主要仕様を表1に示す。

測定範囲	32~42℃
測定精度	±0.1℃ 但測定範囲37.0~39.0℃、周囲温度23℃、相対湿度55%の場合 ±0.2℃以内 周囲温度18~28℃、相対湿度45-85%の場合
動作周囲温度範囲	15~35℃
電源	3.0V単3乾電池2本
消費電力	100mVA
電池寿命	約140g(乾電池含む)
外形寸法	161 x 90 x 32 (mm)

表1 IT-500Mの仕様
Specifications of IT-500M

現在、非接触で体温を測定する体温計の測定精度についての規格が制定されていないため、電子体温計のJIS規格(JIS T 1140)に準拠した本機は予測式ではなく実測式であるが、測定部位から放射される赤外線で温度測定しているため、測定時間が約2秒と非常に早い。

3 測定原理

3.1 赤外線による温度測定

すべての物体は電磁波を放射している。この電磁波の波長と強度はその物体の温度に依存する。物体の温度が室温付近であれば、放射される電磁波は赤外線領域になる。温度が高くなれば放射される赤外線の強度も大きくなる。したがって測定対象物から放射される赤外線の量を赤外線検出器で測定して演算をすれば、測定対象物の温度を求めることができる。図4に測定系を簡略化したモデルを示す。対象物の温度を T_x 、放射率を ϵ 、対象物の周囲の温度を T_r 、検出器の温度を T_s とする。対象物が検出器の視野よりも大きく、また光学系の絞りなどの視野外の部分の温度が検出器の温度 T_s に等しい場合、検出器への入射赤外線量 I は

$$I = \epsilon \cdot f(T_x) + (1-\epsilon) \cdot f(T_r) - f(T_s) \quad \dots\dots(1)$$

となる。ここで $f(T)$ はレンズ、検出器の分光特性などによって決まる関数である。放射率は物体の材質と表面状態によってさまじり、すべての物体の放射率は0から10の間の値になる。同じ温度であれば放射率が高いほど単位面積あたりから放射される電磁波は強くなる。ゴム、紙、水、人の皮膚などの放射率は10に近い値である。一方、金属の光沢面、空気などは0に近い値になる。

IT-500Mは赤外線検出器にサーモパイルを使用している。サーモパイルは入射赤外線量に比例した直流電圧を出力する。

対象物の温度 T_s は、周囲温度 T_r と検出器の温度 T_s が同じ場合、赤外線検出器の感度を g 、出力を V とすると

$$T_x = f^{-1} \left(\frac{V}{\epsilon \cdot g} + f(T_s) \right) \quad \dots\dots(2)$$

で求められる。

3.2 汎用の放射温度計との違い

体温計では $\pm 0.1^\circ\text{C}$ の精度が要求される。一般に市販されている放射温度計では、これほどの精度を有するものはない。放射温度計は(2)式によって、赤外線検出器の出力と検出器の温度から測定対象の温度を算出している。このため温度センサの出力から直接、測定対象の温度が求められる接触式の温度計よりも誤差発生要因が多くなる。したがって放射温度計では、接触式の電子体温計と同等以上の精度を実現するためには、それ以上の精度で検出器自体の温度を正確に測定する必要がある。IT-500Mでは、このような面での精度の向上をはかった結果、 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ の精度を実現できた。

4 性能

一般に普及している接触式の電子体温計の規格および試験方法はJIS規格(JIS T 1140)に定められている。一方、IT-500Mのような非接触の体温計の規格は現在のところ

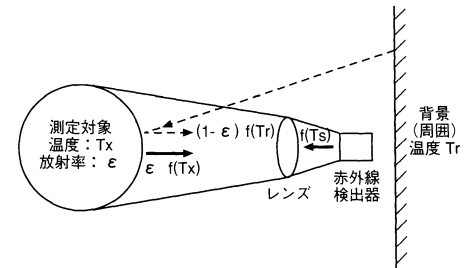


図4 放射温度計の測定原理
Principle of measurement of radiation type thermometers

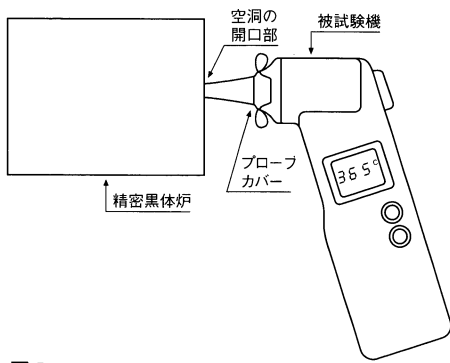


図5 IT-500Mの精度試験方法
Method of inspecting accuracy of IT-500M

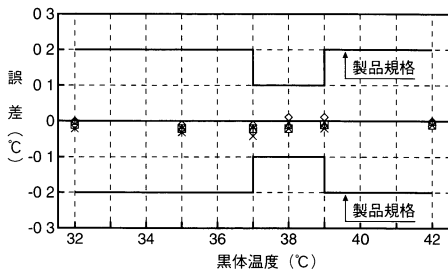


図6 測定精度試験結果
Results of measurement accuracy test

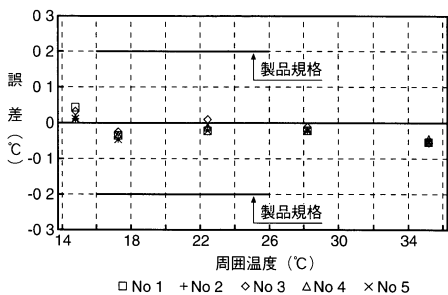


図7 周囲温度影響試験結果
Results of peripheral temperature influence test

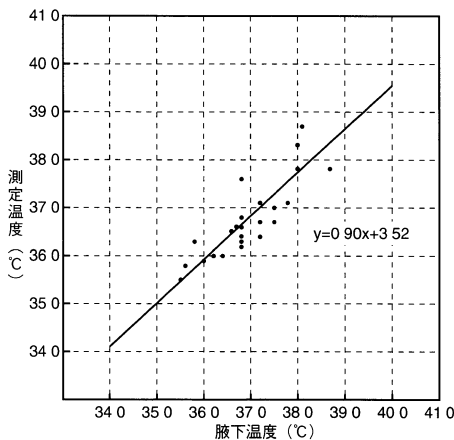


図8 腋下温度と鼓膜温度との比較
Comparison of arm pit temperature and tympanic temperature

ろ制定されていない JIS 規格では、電子体温計の精度の試験方法は、被試験機を恒温水槽に入れ、水槽の温度との比較で行う。しかし放射温度計の場合は恒温水槽には入れられないため、恒温水槽のかわりに精密黒体炉を使用し、この黒体炉の表示温度との比較で精度試験を行っている。図5に試験方法を示す。精密黒体炉は、高精度で温度コントロールされており、放射率が1.0に近い値になるようにつくられた空洞と開口部をもつ。

図6,7にIT-500Mの当社での測定データを示す。図6は周囲温度を23°Cに保ち、黒体炉温度を32°C, 37°C, 39°C, 42°Cの各温度に設定した時の黒体炉の温度と指示値の差をプロットしたものである。グラフの太線は電子体温計のJIS規格をもとに定めた製品仕様での許容誤差である。

このグラフより全測定温度範囲にわたって、十分に規格を満足していることがわかる。

図7は黒体炉を38°Cに保ち、周囲温度を15~35°Cに変化させた時の黒体炉温度と指示値の差をグラフ化したものである。グラフの太線はIT-500M製品仕様として設定した許容誤差である。このグラフにより周囲温度の影響もほとんど受けなことがわかる。

5 臨床テスト結果

IT-500Mで行った臨床テストの結果を図8に示す。

図8は、滋賀医科大学第一外科で行った成人26名の水銀体温計による腋下温測定結果とIT-500Mの測定結果をプロットしたものである。

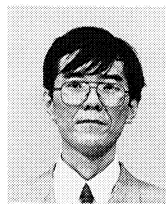
IT-500Mによる鼓膜温測定は、従来の測定方法に対して良好な相関を得られることがわかる。

6 おわりに

今回開発した鼓膜体温計IT-500Mを使えば早く、簡単に、かつ正確に体温を測定できる。本機により、病院や診療所などの医療現場での体温測定作業が改善されることを期待している。また、一般家庭においても、特に乳幼児のいる家庭において、鼓膜体温計のメリットは大きい。今後はこれらの方面にも普及を図っていきたい。皆様方からのご教示を願っている。

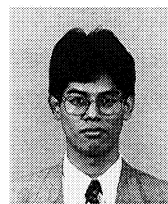
参考文献

野崎洋文他, “体温モニターとしての鼓膜温”, 臨床麻酔, Vol 2, No 2(1978)



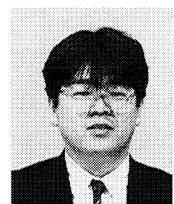
松本 直之
Naoyuki Matsumoto

科学計測開発部 主任
1980年入社
赤外線検出器、放射温度計の開発に従事



辻岡 唯二
Yuiji Tsujioka

科学計測開発部 主任
1986年入社
放射温度計の開発設計に従事



迫田 博文
Hirofumi Sakoda

営業推進部 主任
1987年入社
放射温度計の製品企画から販売に従事

