

《原 著》

マイクロ波灸（マイクロ波ツボ刺激）の局所加温作用

*明治鍼灸大学・東洋医学教室 **京都府立医科大学・第一生理学教室

***ミナト医科学（株）技術部研究課

松本 勅* 西川 弘恭** 川端 勲二***

要旨：高い治療効果を有するにも拘らず、皮膚を焼くために敬遠されている灸に代わるツボ熱刺激療法のためのマイクロ波ツボ刺激装置を開発した。本装置は直径20mm、厚さ7mmの円盤形の超小型アンテナをツボ（経穴）に密着させてマイクロ波を照射し、皮膚と皮下の深部を同時に加温するものであり、熱痛を感じた時点で患者自身がリモートスイッチを切るものである。熱痛を感じた時の皮膚温のピークは約43～45℃、皮下5mmのそれは約40℃であり、深部温は中切りもぐさでの灸にはほぼ相当する。皮膚の火傷を起こさず、むしろ快い感覚が得られるため、婦人、子供にも受け入れられ易いので患者層の拡大が期待できる。

A New Model of Stimulation Apparatus of Acupuncture points
by Microwave Heating

Tadasu MATSUMOTO*, Hiroyasu NISHIKAWA**
and Kunji KAWABATA***

* Department of Oriental Medicine, Meiji College of Oriental Medicine

** Department of Physiology, Kyoto Prefectural University of Medicine

*** Minato Medical Science Co., Ltd.

Summary: Moxibustion is well approved as an effective therapy. But patients, especially young people and children, often prefer the acupuncture for their treatment to moxibustion, because this leaves scars on the skin.

Therefore, an alternative method for them required to give heat stimulation of the skin. For the purpose heat stimulation by microwave absorption, as generally utilized today, is preferable, since it is not only effective but also makes no scars.

The conventional equipment has problems at the antenna for it, while this is of large size and the microwave power can not be effectively utilized.

Through our study, these problems have been resolved using a newly devised antenna of small size which is disk shaped, 20mm in diameter, 7mm thick.

Measured with the apparatus the temperature in depth of 5mm is about 40℃ when the patients feel warm with a slight pain (43～45℃ superficially).

They can by themselves turn off the remote control switch at any time as they want.

Several clinical trials showed good results in removing disturbance of peripheral circulation, stiffness and pain.

Further works will be continued to clarify the therapeutic effectiveness of this method using this apparatus.

Key Words: マイクロ波 Microwave, 熱刺激 Heat stimulation, 皮膚温 Skin temperature, 深部温 Deep temperature, 灸 Moxibustion, 経穴（ツボ）Acupuncture point.

I はじめに

灸は、鍼と同様に高い治療効果を有するが、鍼と比べて患者、施術者双方から敬遠され使用が少ないくらいがある。患者に敬遠される理由としては、(1)熱さが苦痛 (2)灸痕を嫌う (3)灸に対して古くさく、非科学的なイメージを持っている等があり、特に若年あるいは婦人層には受け入れられにくいものとなっている。一方、施術者側においても(1)操作が面倒 (2)時間がかかる (3)火傷による苦情を言われる等の理由により敬遠される傾向があり、また視覚障害者は、自分で灸施術を行えない場合が多いため、効果があるとわかっていても行わない場合が多いと思われる。

著者は、火傷を起こさず、灸痕を残さずに有痕灸と同様の効果を上げることが出来、しかも操作の簡単な新しいツボ熱刺激装置の開発に取り組んできたが、この度、超小型マイクロ波アンテナを用いてマイクロ波をツボに照射して熱刺激を加えるマイクロ波ツボ刺激装置を開発したので報告する。なお、この装置による治療法をマイクロ波灸

と名付けた。

II 装置の構造

装置の外観を写真1に示す。アンテナは、図1及び図2に示すように本体から出ている太さ3.0mm、長さ2mの同軸ケーブルの先に付いている。アンテナの形状は直径20mm、厚さ7mm(1円玉4枚の大きさ)の円盤形を呈している。アンテナの上部及び横は反射板を兼ねる金属カバーで被い、下方からだけ照射されるようにしてあり、この下面を皮膚に接触させて、手あるいは絆創膏で密着、固定して照射する。

従来のマイクロ波装置は照射アンテナが大きく、肩、背、腰、手足等を広く暖めるのみであったが、照射アンテナを直径約20mmに超小型化することにより、ツボのような小さい部分へのスポット的な照射による点状加温が可能となった。

同軸ケーブルは、従来のマイクロ波装置に比べて3.0mmと細いので、かなり自由に曲げることが

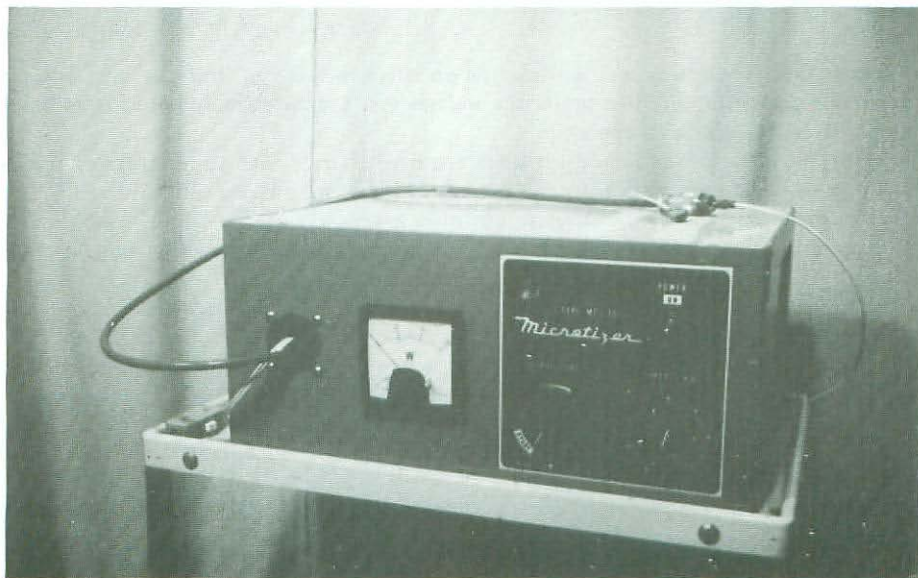


図1 マイクロ波灸装置の外観

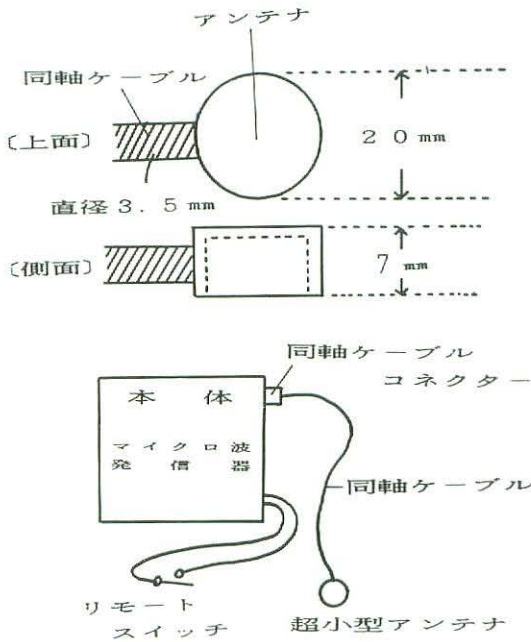


図2 マイクロ波灸装置の構成

出来、また長さが2 mであるため、臥床している患者のどのツボにも照射が可能となっている。

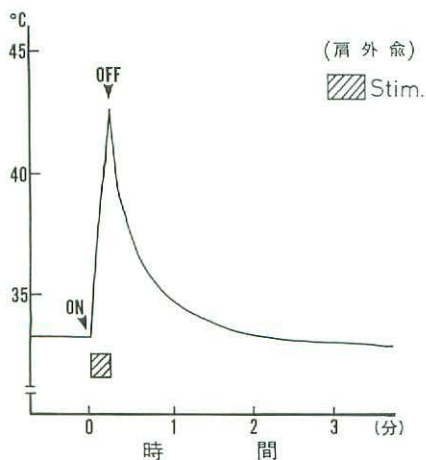


図3 肩外俞穴マイクロ波灸による皮膚温変化

また、マイクロ波の照射のオン・オフは、照射前の組織の温度によって熱痛を感じるまでの加温時間が異なるため、照射時間を一律に規定することが困難であるので、リモートスイッチにより患者自身が行うことが出来るようにし、オンした後熱痛を感じた時点でオフにするようにした。

なお、マイクロ波は2450MHz、波長12.5cm、出力10～20Wである。

Ⅲ マイクロ波灸による組織の加温効果

1) マイクロ波灸による皮膚温の変化

(1) 一回の照射による皮膚温の上昇

肩外俞（肩甲上部で肩甲骨上角の内上縁）と合谷（手背で第1、第2中手骨の間に15Wのマイクロ波照射を一回行った際の、局所の皮膚の温度変化を微小熱電対によって測定した結果の例を図3、4に示す。熱電対は照射部位にポリエチレン性絆創膏トランスポアで固定した。この熱電対は極めて細い（ $\phi=0.41\text{mm}$ ）ため、マイクロ波照射による熱電対自身の加熱が起らないことを確認している。

照射開始後直ちに皮膚温が上昇し、熱感が起こって来て数十秒で熱痛に変わり、スイッチを切るとその途端、速やかに温度が下降を示した。このよ

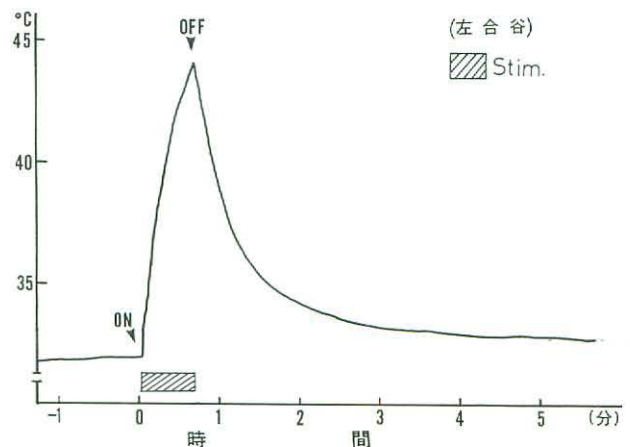


図4 合谷穴マイクロ波灸による皮膚温変化

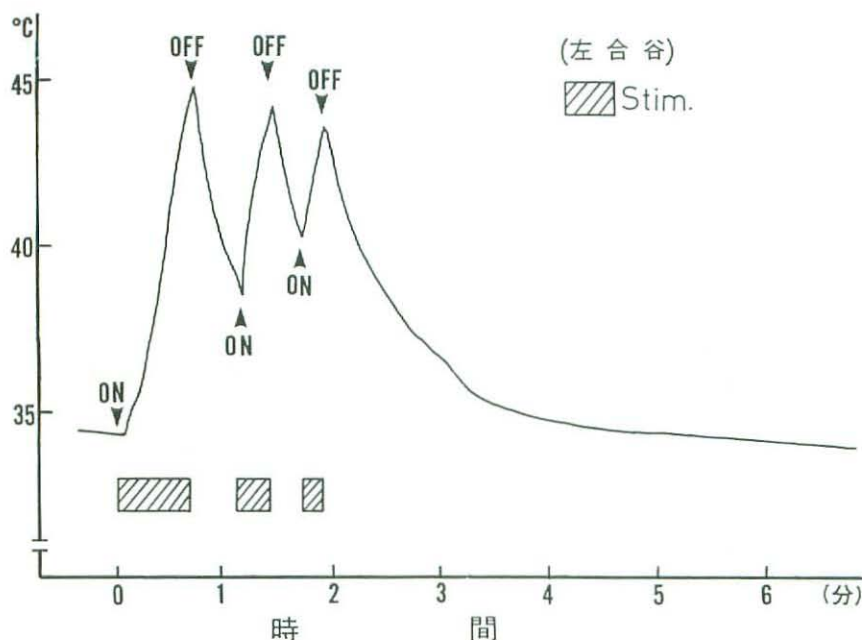


図5 合谷穴マイクロ波灸3回による皮膚温変化

うに、スイッチのオン・オフによって温度の上昇・下降が速やかに起こるため、灸の感覚に類似した熱感覚が得られる。熱痛感覚は個人差が有るため、ピークの温度は若干個人差が有るが、約43～45℃の範囲内にあり、また熱痛を感じる（ピークに達する）までの時間は、マイクロ波照射前の皮膚温によって多少異なり、冷えている部分ほど時間がかかる。図の例では合谷穴の方が照射前の皮膚温が低いのでピークに達する時間が長くなっている。

(2) 反復照射による皮膚温の上昇

次に、マイクロ波灸を反復した際の皮膚温の変化を調べた。図5はマイクロ波を3回行った時、即ちスイッチを切った後、熱痛を感じなくなったら再びスイッチを入れる操作を繰り返して、3回照射した時の局所の皮膚温の変化の例を示したものであり、一回目のピークは44.8℃、2回目は44.2℃、3回目は43.6℃に達している。一回の場合と同様、3回行った場合の温度のピークも時間も個人差があるが、ピーク温度すなわち熱痛を感

じる温度はほぼ43～45℃である。同部位で反復して照射する場合の2回目以降のピークに達する時間（秒）は、前にスイッチを切ってから時間に左右される。すなわち再照射前の温度が何度まで下がっているかにより異なり、時間が短いほど高い温度で再照射されるので熱痛が速やかに起こる。約10～15秒間あけた方がよい感覚が得られるようである。

2) マイクロ波灸による深部温の変化

マイクロ波の熱効果の特徴の一つは、灸や電気ヒーター、赤外線等の熱と異なり、深部まで電磁波が到達し、深部を直接加温するところにある。灸は皮膚表面への熱刺激であり、深部は伝導熱によって加温されるので、深部を速やかに高温にするためには皮膚を焼く程の高熱であることが必要であるが、マイクロ波は皮膚と深部を同時に暖めるので火傷を生じない程度の強さでも深部を灸と同様に加温出来るものと思われる。

そこで普通の灸とマイクロ波の深部の加温状態

を比較検討するため、家兎の後肢下腿で測定を行った。

(1) 灸による深部温の上昇

家兎の後肢下腿前側の皮膚の下と皮下約5mmに微小熱電対を置き、皮膚に施灸した。釜屋もぐさ小切り3壮施灸により、皮膚直下の温度ピークは55.7℃に達したが、皮下5mmのピークは36.6℃であり、2.2℃上昇するのみであった。中切りもぐさ3壮では、皮膚直下は62.7℃、皮下5mmは41.6℃まで上昇し、大切りもぐさ3壮では、皮膚直下は66.7℃で、皮下5mmが43.7℃まで上昇した。図6に中切りもぐさ3壮の結果を示す。

(2) マイクロ波灸による深部温の上昇

マイクロ波灸の測定の場合は、兎が熱痛を告知出来ないため、人間が確実に熱痛を訴えたと考えられる45℃まで皮膚温が上昇した時点でスイッチをオフにした。皮下5mmの温度は、図7に示すように、1回目39℃に達し3回目には40℃に達した。

このことから、マイクロ波灸は、皮膚に火傷を生じない程度の強さでも皮下5mmの深部温を中切りもぐさの施灸にはほぼ匹敵する40℃以上に加温す

ることが可能であることがわかった。

IV マイクロ波灸による加温のされ方

(アドヘア糊中での照射実験)

一般の大きなアンテナを用いたマイクロ波装置は、5～10cmの距離から照射した場合、皮下3ないし5cmまで加温するとされているが、今回開発したこの超小型マイクロ波アンテナの加温特性を調べるため、アドヘア糊の中に超小型アンテナを入れて照射した。アドヘア糊は温度が45℃以上になると、初め透明であった溶液が急に析出し白濁する性質を有している。したがって、45℃になった所から徐々に白濁してゆくため、温度の立体的分布の経時的な変化がわかる。

マイクロ波の照射を開始すると、まずアンテナの中心部分から白濁が起り、図8のように次第に白濁が広がり、白濁の部分の厚さもそれにつれて厚くなってくる。図9はアンテナの照射面全体の大きさに白濁が広がり厚さも厚くなった状態であり、丁度カガミ餅がアンテナの照射面にくっついていてる様な状態を呈してくる。この結果から、

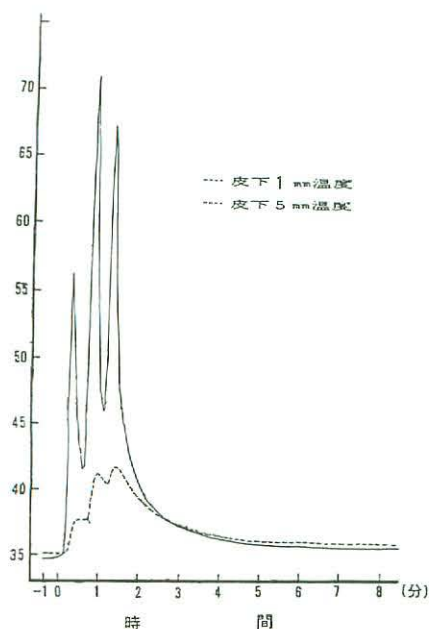


図6 中切りもぐさ3壮による皮膚温と深部温の変化
(家兎右下腿前側)

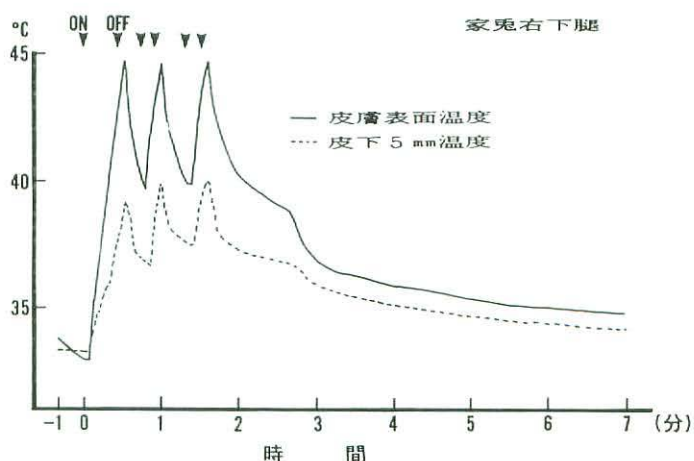
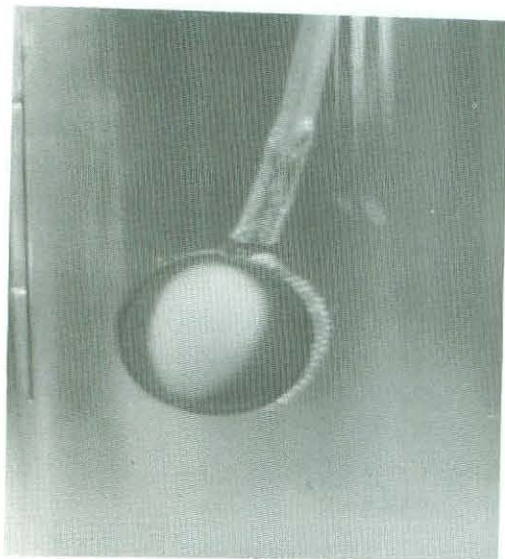


図7 マイクロ波灸による皮膚温と深部温の変化
(家兎右下腿前側)



8 マイクロ波照射による加温 (アドヘア糊中)

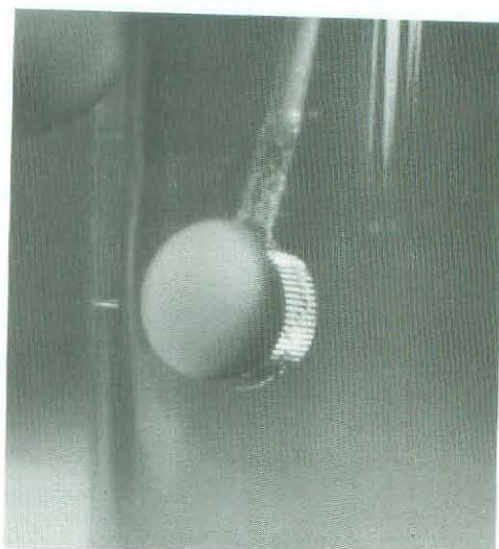


図9 マイクロ波照射による加温 (アドヘア糊中)

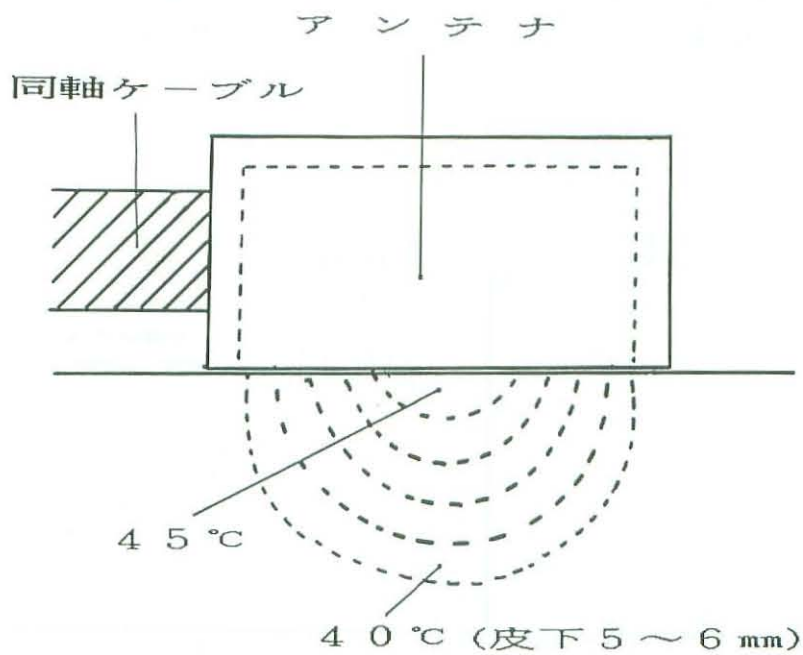


図10 マイクロ波灸による皮膚および深部の加温

照射開始後アンテナの皮膚接触面の中央から加温が始まり、次第に深く、広く加温してゆくものと考えられる。

V マイクロ波灸による組織の温度分布

皮膚温および深部温の測定、ならびにアドヘア糊の中でのマイクロ波照射実験の結果から、アンテナを皮膚面に置いてマイクロ波を照射した時の組織の加温による温度分布は図10に示すように、アンテナ中央の皮膚接触部を中心とする等温線を描くものと思われる。15Wのマイクロ波照射開始後数十秒で熱痛を感じた時の皮膚中央の温度が45℃の時、皮下5mmは約40℃になっているものと思われる。

ツボの広さ、深さというものは、まだ明らかにされていないが、ツボに現れる硬結、陥下等の反応から推測すると、広さ、深さ共、数mmから1cm前後と思われる。したがって、この超小型アンテナを用いてのツボへのマイクロ波照射によって、ツボの部分が十分に加温されているものと考えられる。

VI マイクロ波灸装置の応用について

灸の治療効果は、温熱刺激、もぐさの成分、火傷等の要素による局所や遠隔部の循環の変化あるいは血液成分の変化等によるものと考えられているが、それぞれの要素が灸の効果にどのような役割を演じているのかは未だ十分明らかにされていない。

マイクロ波灸は、火傷を起こさない、もぐさの成分による薬理作用が期待できない等の点で普通の灸とは異なるので、全く同一のものとは言えない。しかし灸による血液成分の変化が、果たして火傷だけによるものか、あるいは熱刺激も関与しているのかは明らかではない。マイクロ波灸は前述の如く皮膚を焼くことなくツボの深部を中切りもぐさの灸と同程度に熱するので、温灸とは明らかに異なるものと考えられる。ツボを深部まで加温することによるツボ熱刺激効果について今後明らかにして行きたいと考えている。臨床研究はまだ緒についたばかりであるが、循環改善効果や鎮

痛効果が著明に見られ、筋疲労、凝り、疼痛疾患、冷え症、末梢循環障害、生理不順などに、早い効果がみられている。すでに幼稚園児から老人まで、殆どの年齢層の患者に行っているが、全ての者が『暖かくて気持ちが良い』『暖かさが長い間続く』等の感想を述べており、子供や若い女性も喜んで受け入れている。

VII ま と め

効果が有りながら種々の理由により、使用が一部の患者層に限られ、あるいは一部の鍼灸師が使用しにくい現状にある灸治療に代わる新しいツボ熱刺激療法のためのマイクロ波灸装置（マイクロ波ツボ刺激装置）を開発した。

この装置は、直径20mm、厚さ7mmの超小型アンテナを皮膚に置いて、マイクロ波を照射し、加温するものであり、熱痛感覚を指標としてリモートスイッチにより患者自身がオフを行うことが出来るようにしたものである。

このほか本装置は次の様な特長を有している。

- (1) 火傷を起こさずに深部まで速やかに直接加温出来る。
- (2) 温度カーブが灸に類似しており、灸と同様の熱痛感覚が得られる。
- (3) リモートスイッチにより刺激強度を患者自身が選択できる。
- (4) 苦痛が無く、むしろ快適な感覚が得られるので、若年や婦人層にも好まれるため、新しいツボ刺激療法として患者層の拡大が期待出来る。
- (5) 灸の様な点火操作を要さず、取り扱いも簡単であるため、視覚障害を有する鍼灸師も灸に代わる治療法として利用することが出来る。