

図3 ファンクショナルリーチ ($p < 0.001$)

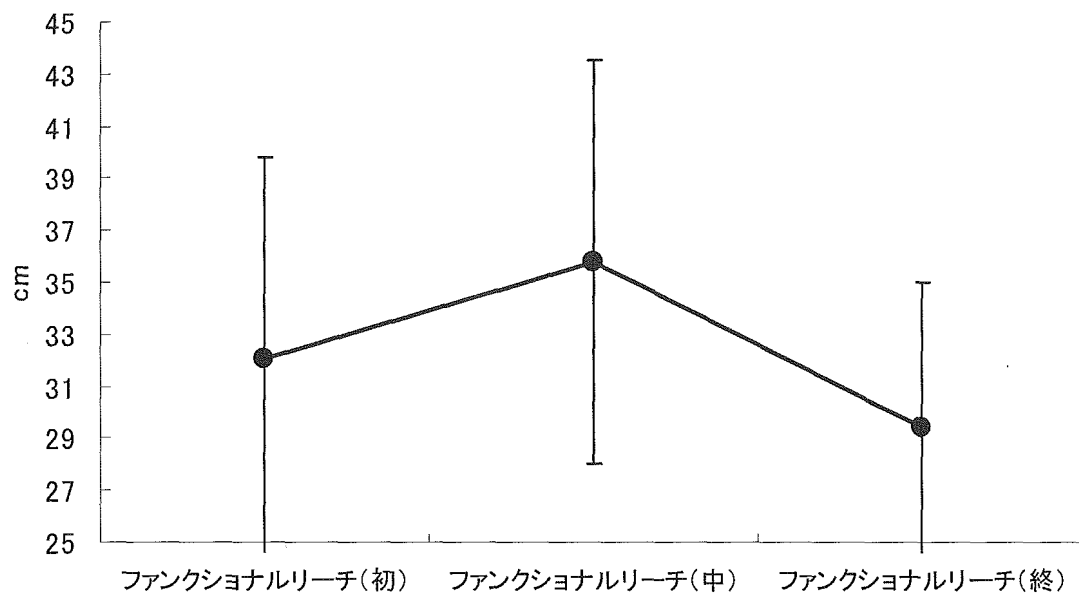


図4 6分間歩行 ($p < 0.00001$)

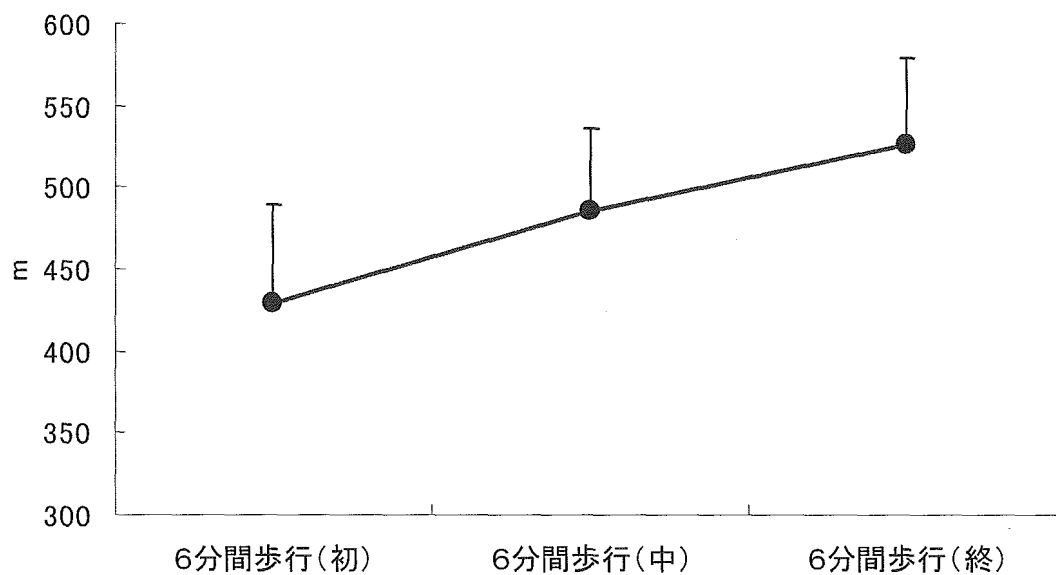


図 5. SF36 によるアンケート調査 事業参加者

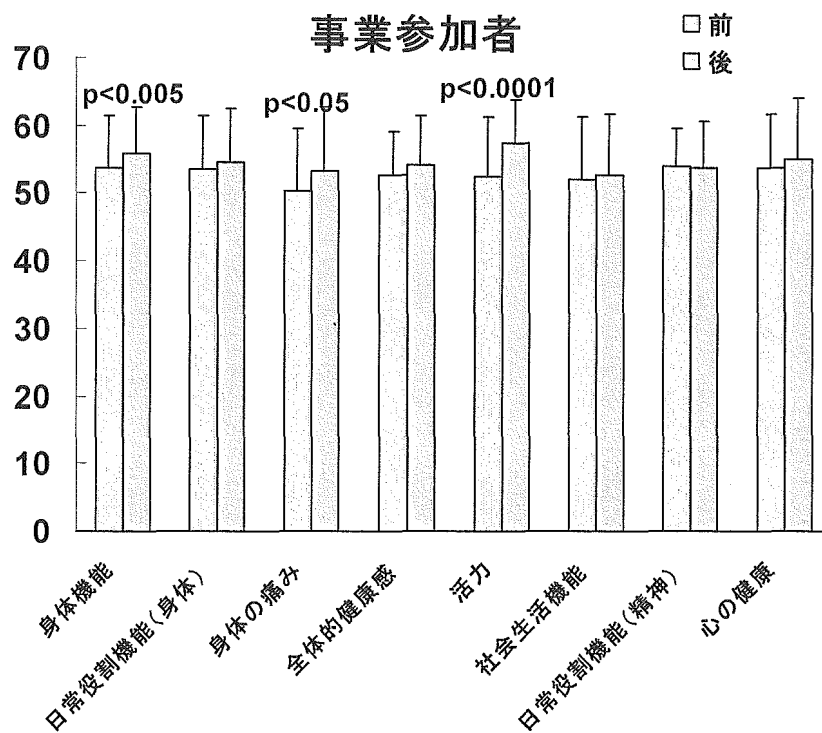
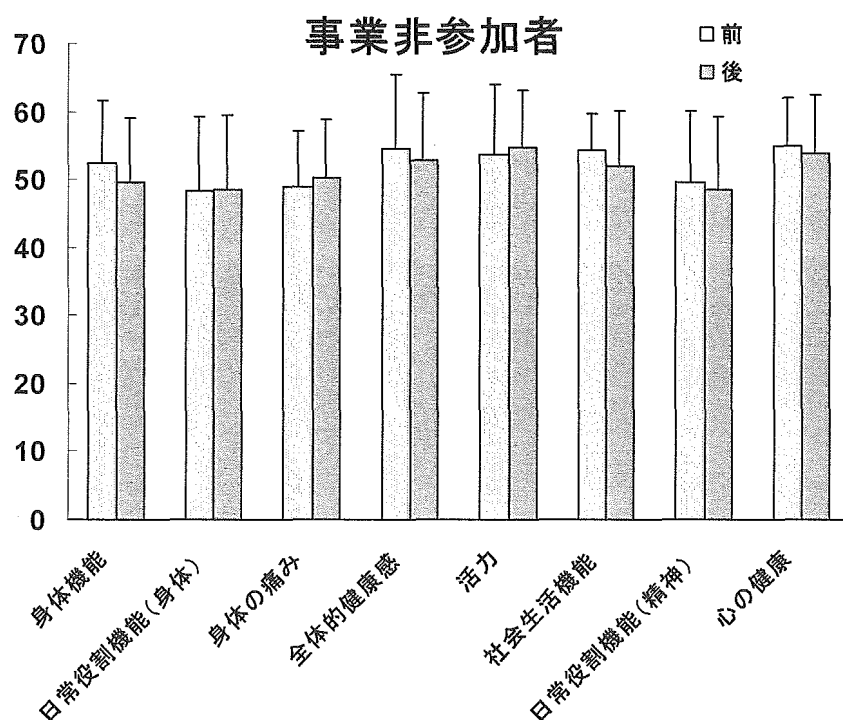


図 6. 事業非参加者



厚生労働科学研究費補助金（健康科学総合研究事業）
分担研究報告書

24時間深部体温モニタリングからみた入浴行動の検討

鏡森定信	富山大学医学部教授	(保健医学)
関根道和	富山大学医学部講師	(保健医学)
金山ひとみ	富山大学医学部助手	(保健医学)

研究要旨 温浴に係る研究において、深部体温の測定値そしてその日内変動・サーカディアンリズムは、各種生理機能を介する健康効果の基盤ともなる重要な生体指標である。

この深部体温の値は、実験室などでは直腸温を測定することによって行われている。一方、現場では、直腸温による測定は困難なことから赤外線を利用した鼓膜温の測定で代用されることが多い。しかしながら、鼓膜温の連続測定は現実的には無理なことから、断続的な測定で深部体温のモニタリングを行わざるを得ない状況であった。

最近、現場で連続的に深部体温を測定できるツールとして、USAのMini Mitter Company Inc.が、飲用できるカプセル型温度計とその体外センサー（記録計）をセットにした装置を開発した。われわれは、所属施設の倫理審査を受け、入浴の深部体温への影響に関する臨地研究あるいは温浴利用者の健康管理における本装置の活用について検討することを目的に本研究を行った。

カプセルの飲用時、また飲用後そして排泄時などで健康に係わる問題は特になかった。センサー（記録計）の操作も容易であることからハードの面からも特に問題はなく、現場で一般人にも利用可能な装置であった。この装置でセンサー（記録計）を体から30センチ以上離さなければ24時間の深部体温の動きを1分間隔で観察することが可能であった。但し、便通の状況により24時間測定できない場合やそれ以上測定できるという個人差が生じる。また、入浴時はセンサー（記録計）を防水する必要がある。実際の測定値では、深部体温が高値を示す昼間の入浴（12時前後）では、24時間中最高の深部体温を記録し、24時間内の深部体温の最高値と就寝時の最低値との差異も2℃位になった。一方夜（22時前後）の入浴では、深部体温はおおむね下降期にあったが、多くの例で入浴によって24時間中の最高値を示した。したがって、夜の入浴は、その後の就寝時に出現する最低値まで急速に深部体温が下降する状態をもたらしたことになる。このカプセル型の飲用可能な深部体温測定装置は、現場での個々人の入浴に係わる健康実態の把握あるいは入浴指導後の効果の確認にきわめて有用であると考えられた。

A, 研究目的

深部体温の連続測定による24時間モニタリングは、温浴時の効果のみならずその後の健康作用、例えば睡眠への影響を検討する等の際にもきわめて重要な情報を提供する。

現場では、直腸温の連続測定を使用できることは少ないので、鼓膜温の断続的測定で対応することが多かった。この度、USAのMini Mitter Company Inc.が開発した飲用できるカプセル型温度計とその体外センサー（記録計）から成る装置を利用できる機会を得たので、入浴の深部体温への影響に関する臨地研究あるいは温浴利用者の健康管理にこの装置が利用できるかどうかの検討を行うことを目的とした。

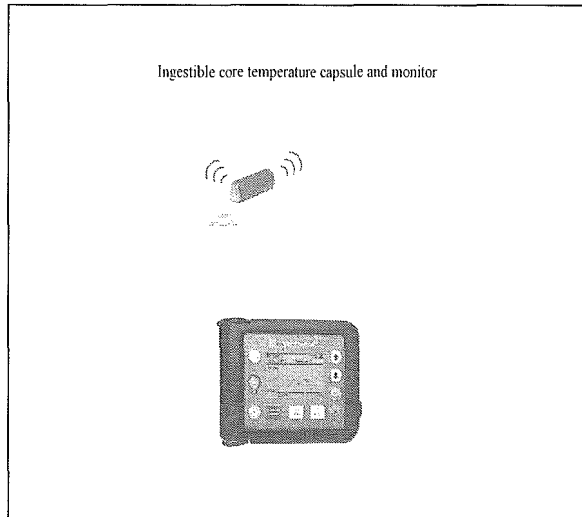
B, 研究対象と方法

飲用カプセルを使った深部体温連続測定装置はまだわが国で商業ベースで利用できないことから、富山医科薬科大学（現富山大学）の倫理委員会に本実験を申請し審査を受けた。

それが承認されてから、深部体温測定用飲用カプセルを輸入し医学部学生を対象に本実験を行った。本研究の実施にあたり、ドイツの伝統的温浴療法に関する教材（文献）を翻訳し参考に供した。

図1に、深部体温測定用飲用カプセルとその体外センサー（記録計）を示した。

図1. 深部体温測定用飲用カプセルとその体外センサー（記録計）



った。入浴の時間としては、昼間は12時の入浴、よるは22時の入浴とした。深部体温測定用カプセルの飲用は、それぞれの入浴時の深部体温に間に合うようにあらかじめ行った。体外センサー（記録計）を体から30センチ以上離れないようにベルトで装着した。また、入浴時はセンサー（記録計）を防水用の袋で覆うって記録を連続した。センサー（記録計）は、30分以上信号をキャッチできない場合は記録を中止するが、それ未満の時間であれば、一旦信号が途絶えてもまた記録を再開するよう設定されていた。

温浴は、40℃のお湯に15分間座位で入浴して行

C. 結果

1. 12:00時（昼）に入浴した5人の対象者の深部体温連続記録。

各対象者は、12:00時に入浴を行い、その際に深部体温の連続記録を行った。これを2回繰り返した結果を図2に示した。

深部体温は、おおむね就寝時の深夜に下降し最低を示していた。そして起床前から徐々に上昇し、起床時に一気に上昇するパターンを描いていた。午前中はその上昇が継続し、それがおおむね14時から15時くらいまで続いていた。この間に入浴が入ったことからそれによる深部体温上昇のため一気に上昇ピークが観察された。この間にとった昼食による一過性の深部体温上昇も見られている。その後は、徐々に下降に転じ、体動や食事によると思われる上昇を挿入しながらその下降傾向は維持された。

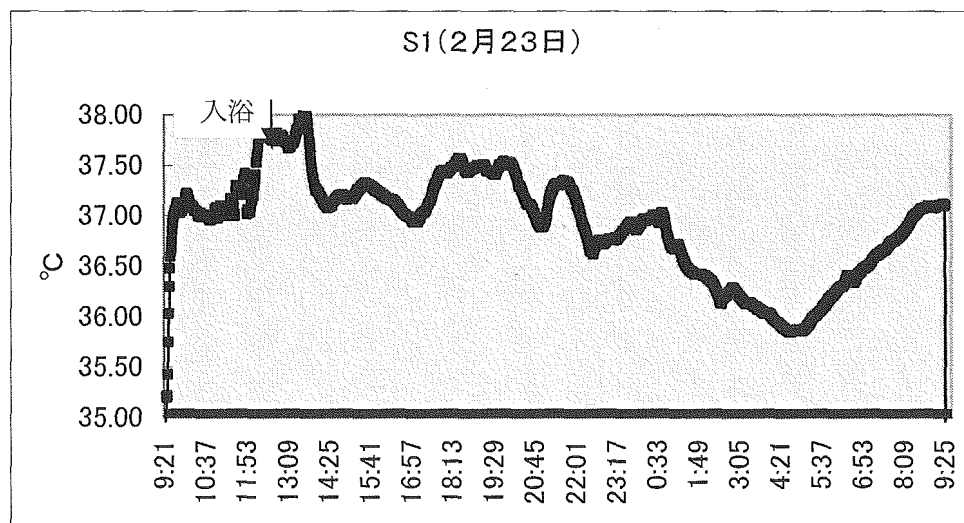
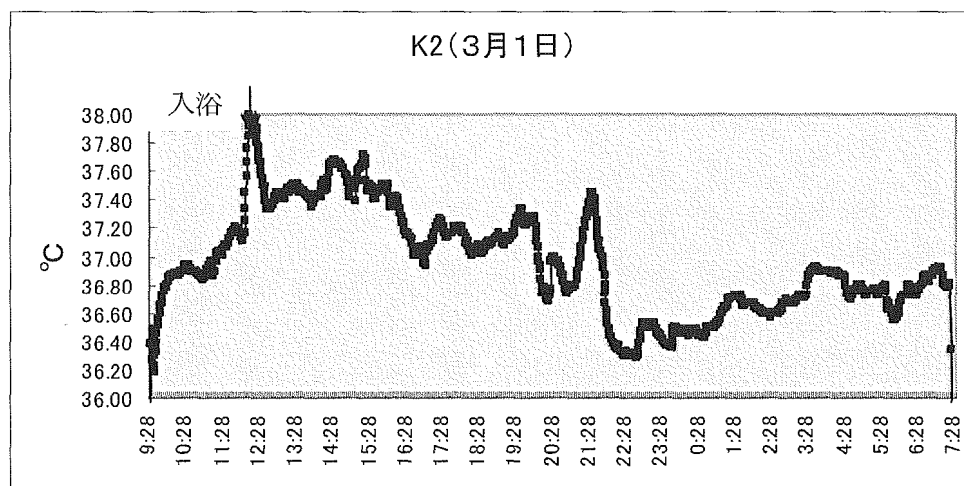
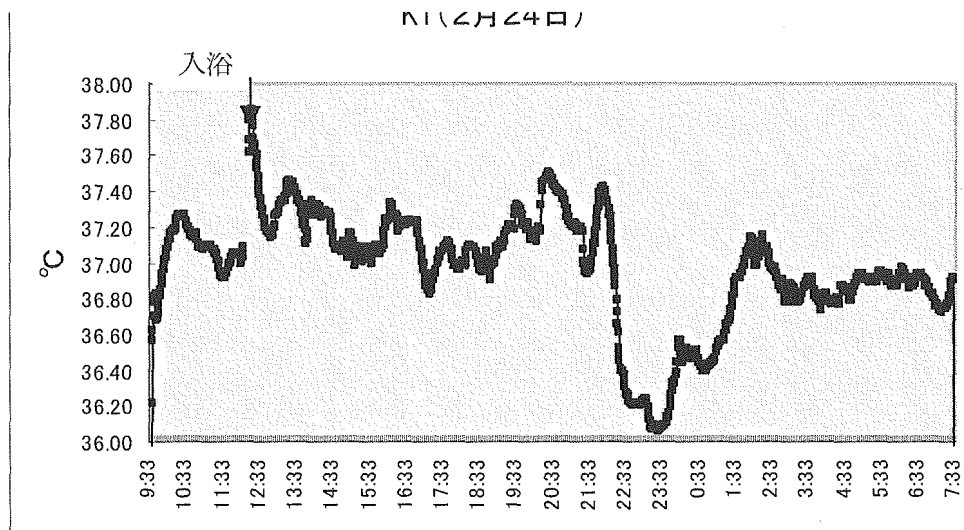
3. 22:00時（夜）に入浴した5人の対象者の深部体温連続記録。

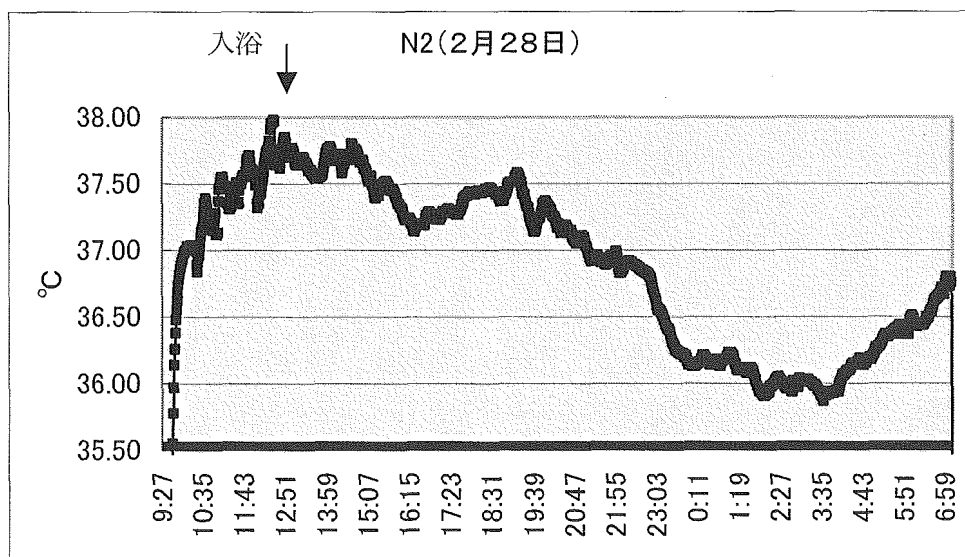
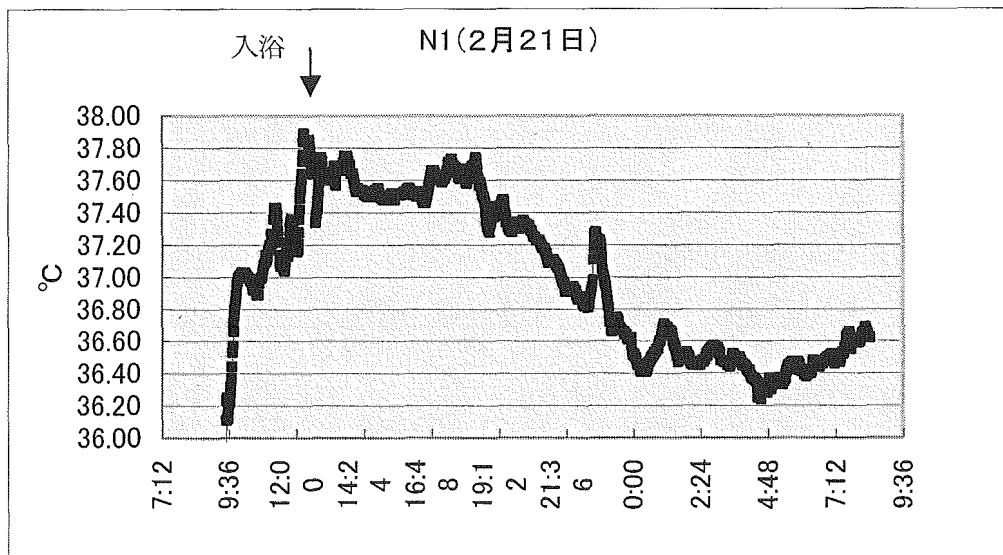
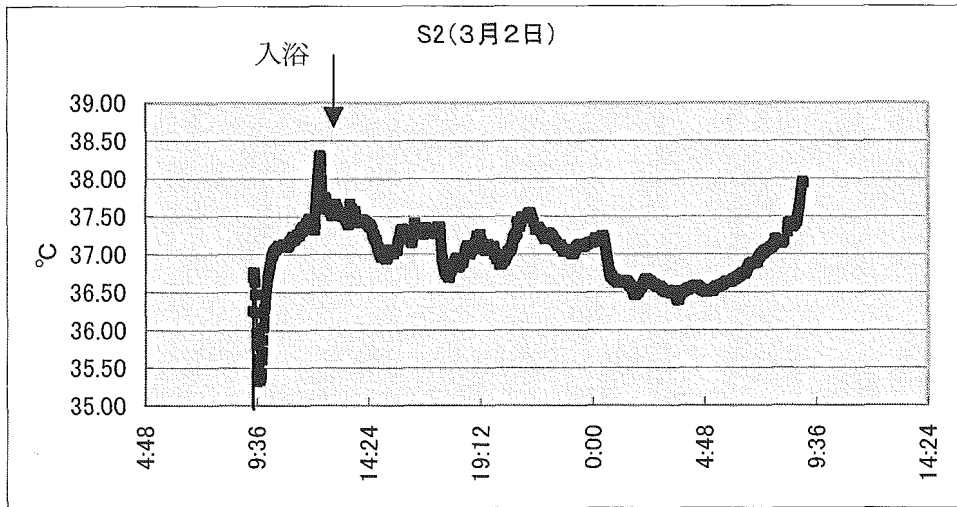
各対象者は、22:00時に入浴を行い、その際に深部体温の連続記録を行った。これを4回繰り返した結果を図3に示した。

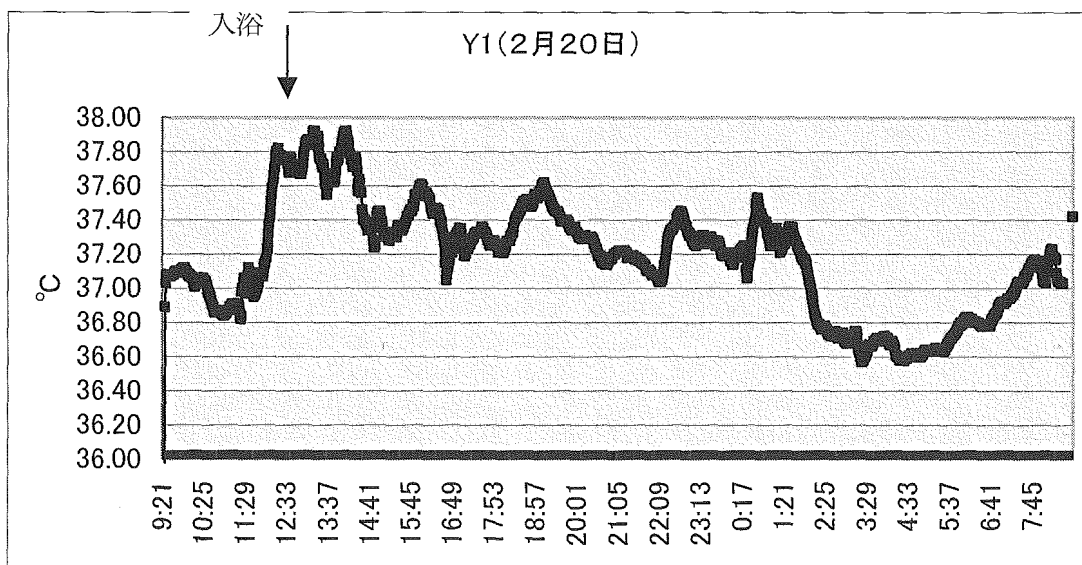
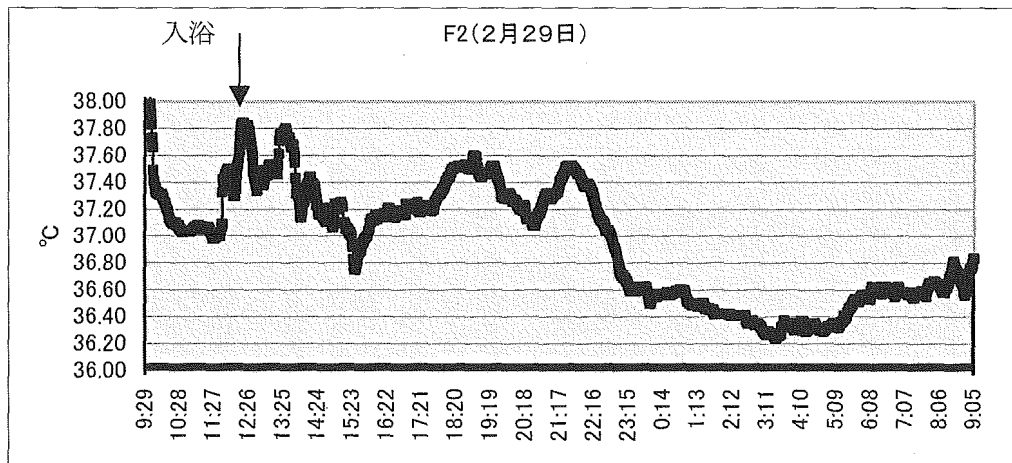
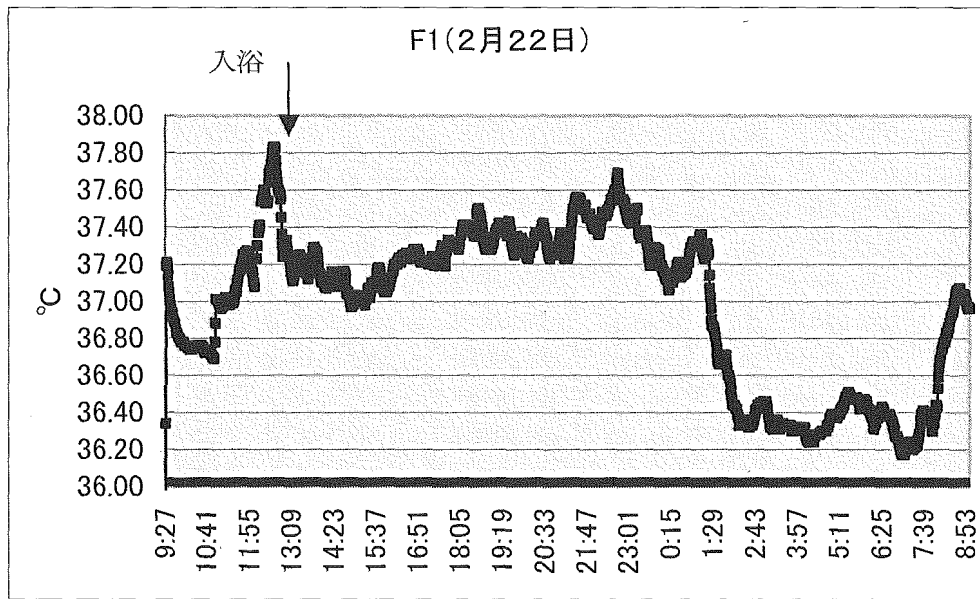
22:00時の入浴時には、おおむね深部体温の下降期に入っていたが、それでも入浴により上昇した深部体温は、24時間の中で最高値を示す場合が多かった。しかしながら、24時間の深部体温の最高値と最低値の差異は、昼に入浴した場合とほぼ同様の2℃であった。

したがって、夜の入浴では、就寝までの深部体温の下降の速度（降下度）が、入浴しない場合に比較して大きくなっていた。

図2. 12:00 (昼) に入浴した場合の深部体温の記録







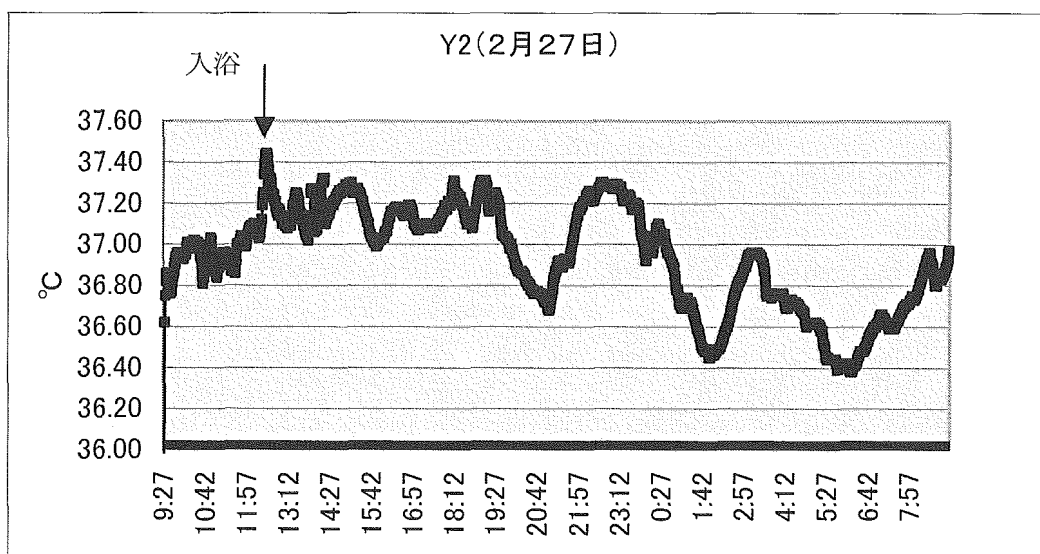
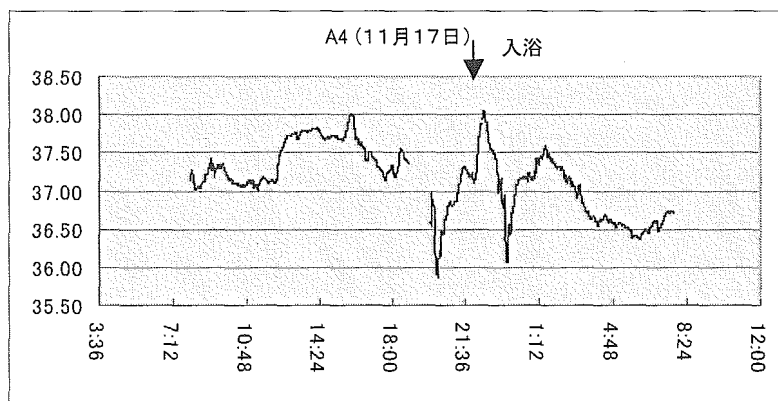
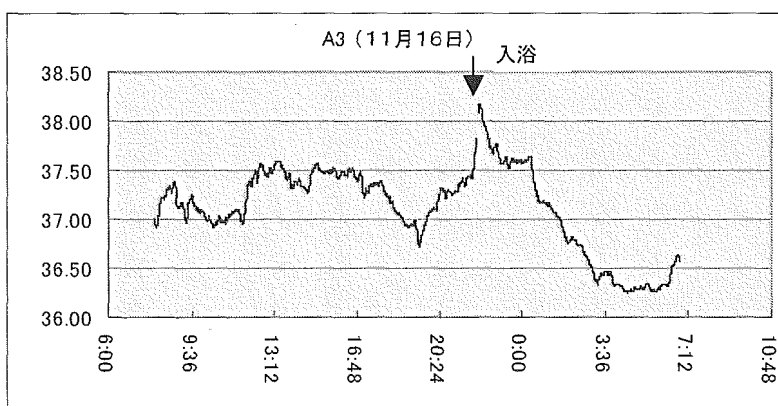
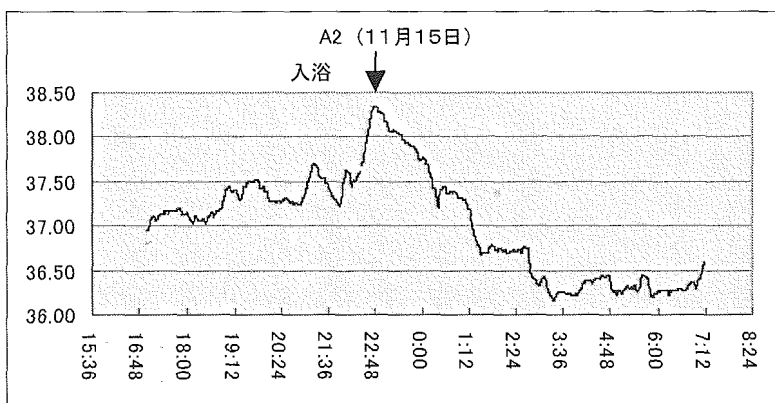
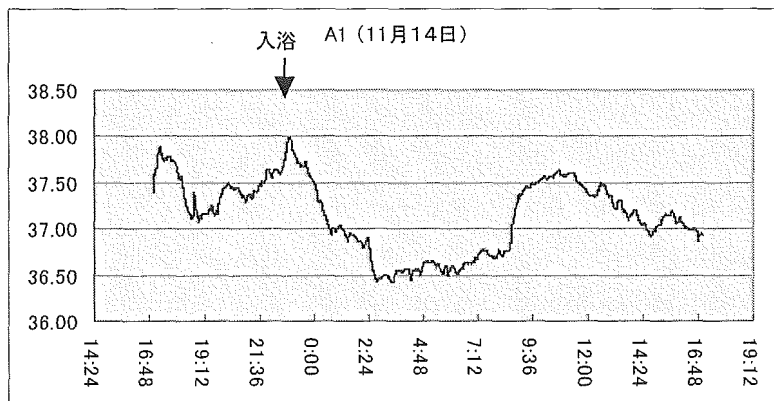
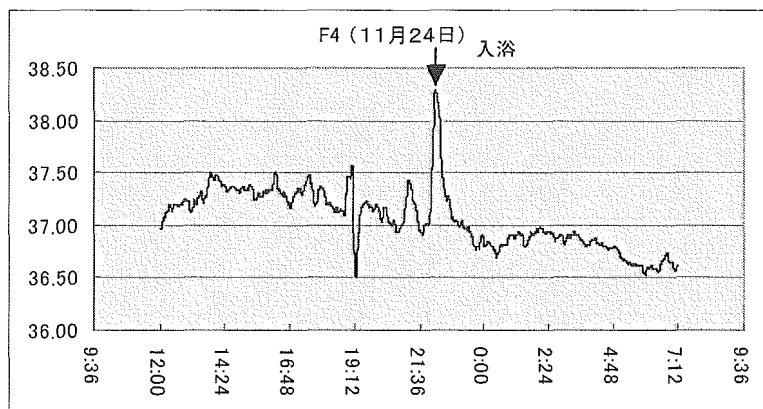
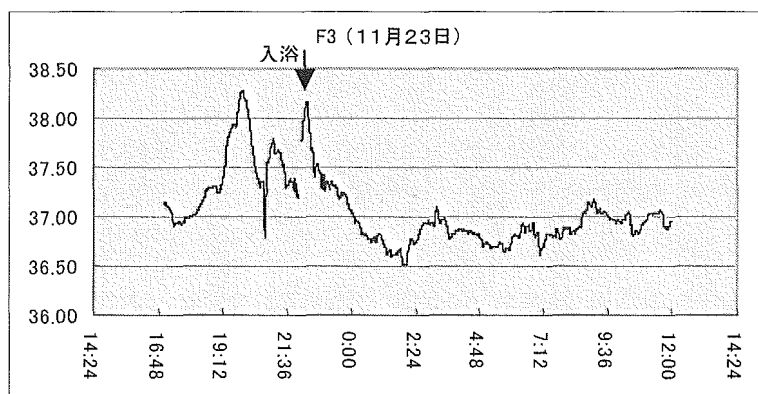
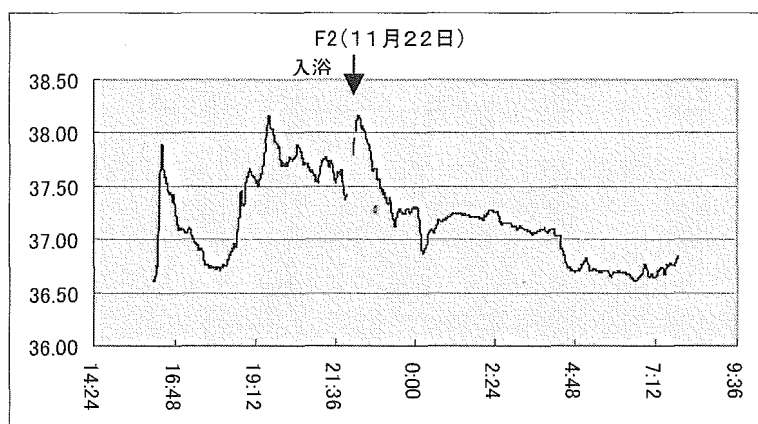
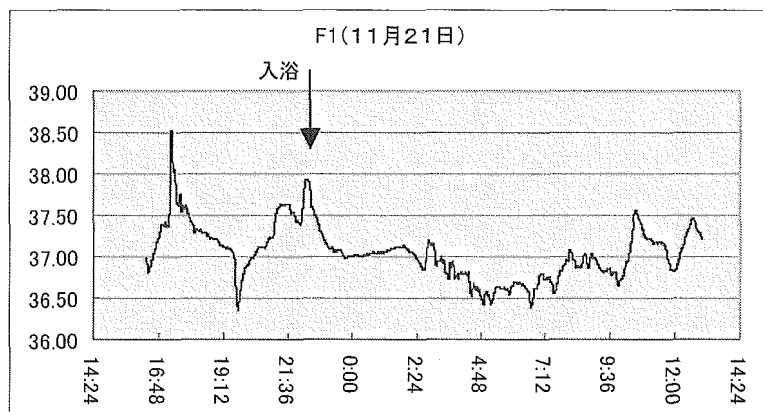
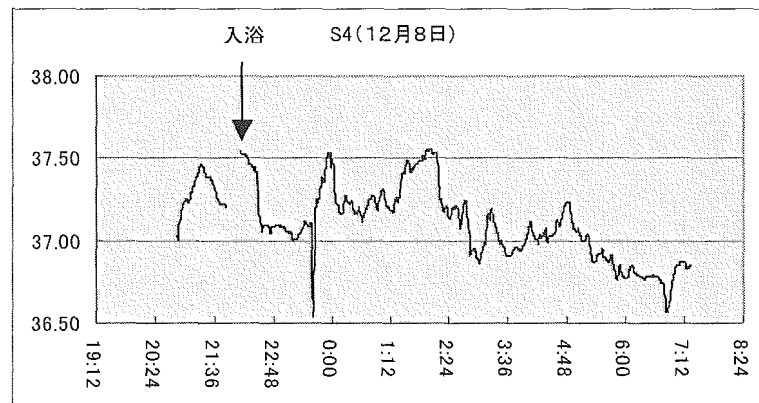
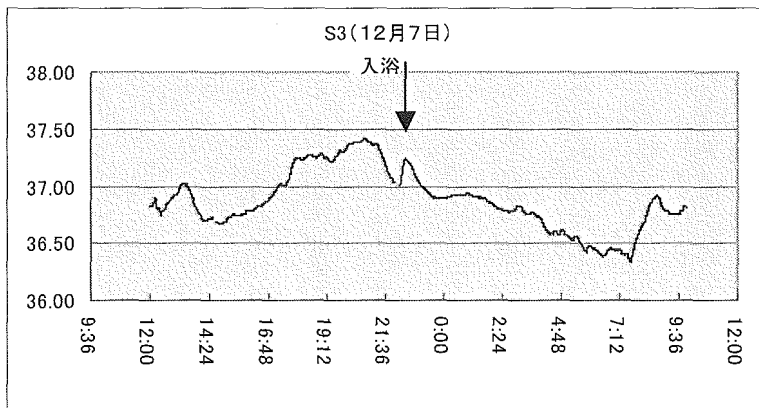
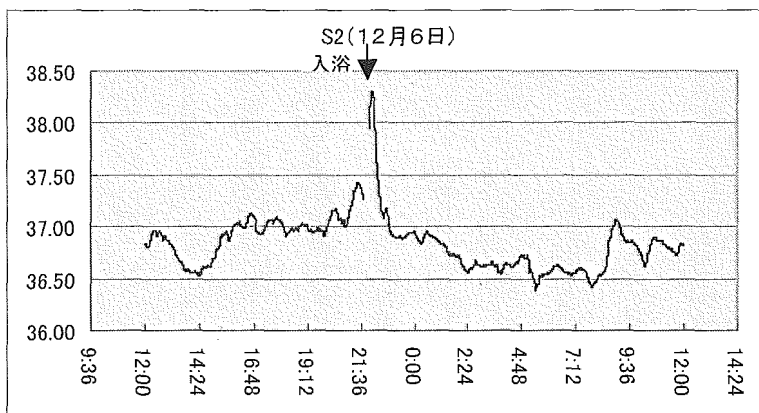
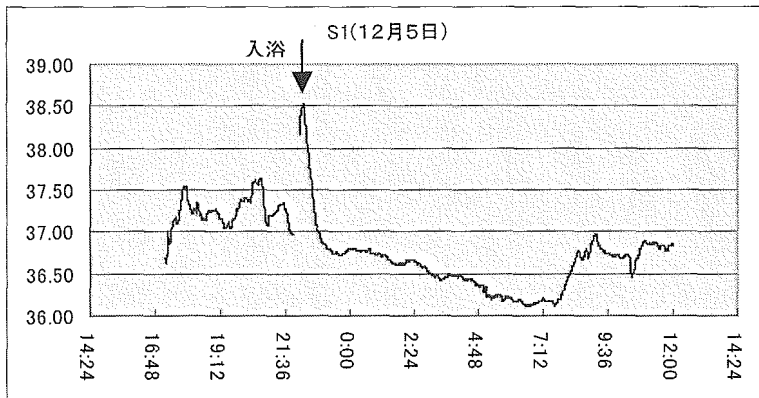
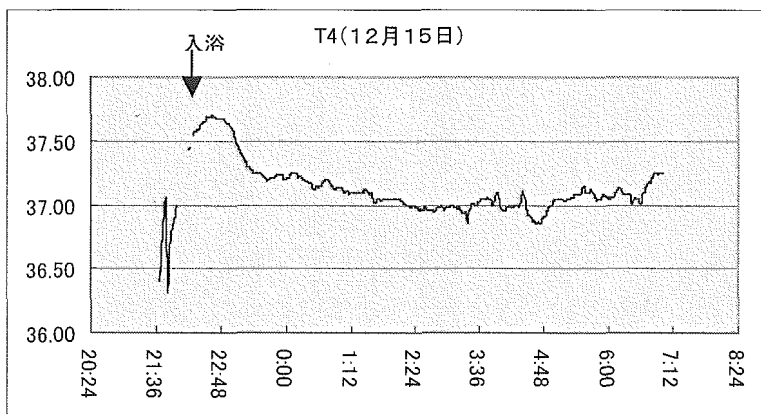
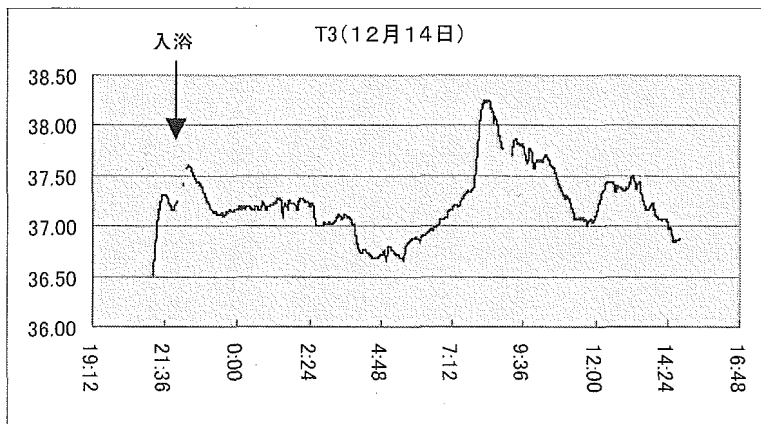
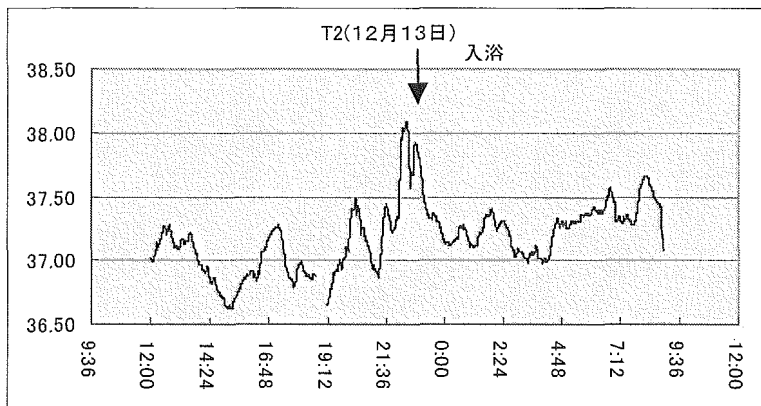


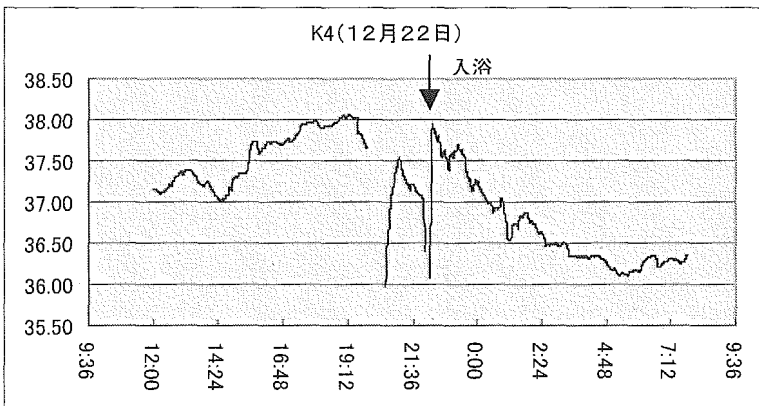
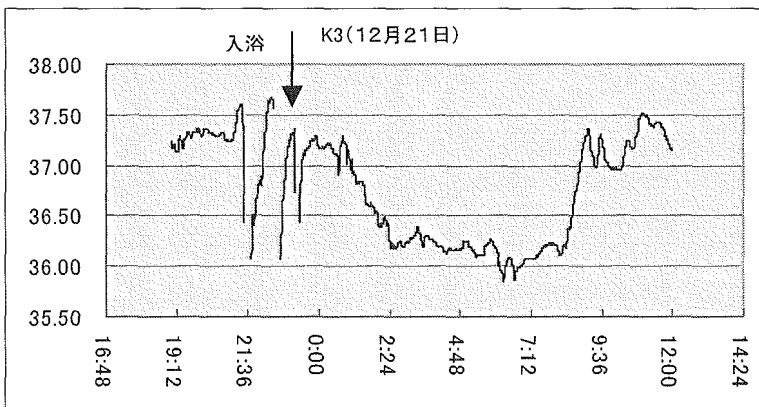
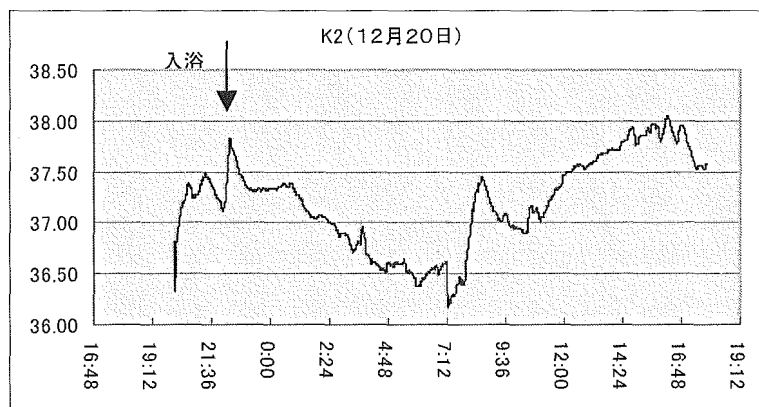
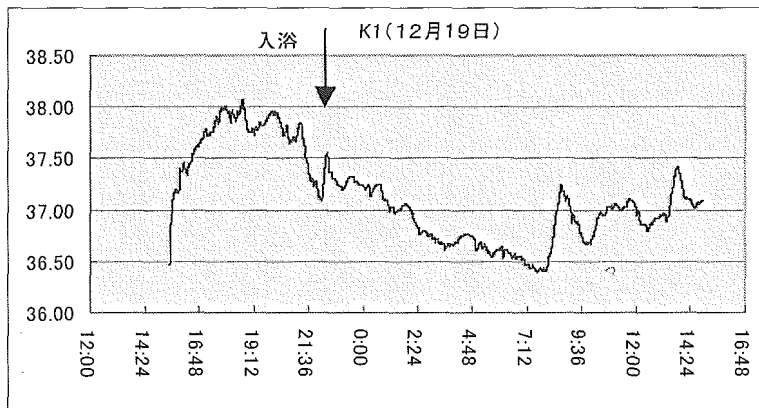
図3. 22:00時（夜）に入浴した5人の深部体温の連続記録











D. 考察

深部体温の連続測定は、直腸温測定端子を直腸内に挿入して行なうのが一般的な方法であった。この他には、体外から一定の放射熱を供給し、その皮下深部の体温に与える影響から間接的に深部体温を測定する方法等が開発されているが、携帯用のものが利用可能にならないことから普及していない。今回、開発された飲用カプセルには体温測定器とその発信機が組み込まれており、その大きさも通常の薬剤の飲用カプセルの大きさであり、表面も樹脂様材質で覆われており飲用に際しても違和感をもたらすことはなかった。

測定に関しては、カプセルから1メートル以内であれば、体外センサー（受信機）が、その信号をキャッチできるので、腰部のベルトに収納ケースを装着して携帯しながら連続測定できた。しかしながら、入浴時においては、体外センサー（受信機）が防水加工されていないため防水シートに包んで使用した。

連続記録中、深部体温値を表示できるので、測定が上手く行われているかどうかを途中で確認することもできた。いろいろな局面で観察したところ、おおむね体から30センチメートル以上離れなければ測定に支障は起きなかった。また、一旦信号が途絶えても、接近すれば測定が再開された。30分以上信号の受信が途絶えなければ測定が再開されるように設定されていた。終了は、カプセルが排便によって排泄されるまで可能であり、連続記録の時間は10数時間から3日間に及んだ。したがって、目的によっては、排便を調節してこのカプセルでの測定時間を加減することができることになる。

実際に得られた深部体温の連続記録をみると、昼の深部体温高値の時間帯であれ、夜の深部体温下降期の時間帯であれ、入浴によって24時間の最高値を呈していた。したがって、入浴が24時間の深部体温の最高値と最低値の差異を大きくしていたことになる。

一般にこのような差異を大きくするものとして、日常生活では運動が上げられる。対象が、医学生であったためか、運動によると思われる深部体温上昇も散見されたが、それもほとんどが入浴時を超えるような深部体温の上昇をもたらしていなかった。このような生活状況における深部体温の上昇時刻やその程度を記録するためには、飲用カプセルの方が、直腸内や体

表装着型の測定器に比較して正確にそして確実にデータを得ることができる。

ところで、就寝前に入浴が熟睡に結びつくことについては多くの報告がある^{1,2)}。今回観察した夜の入浴後の深部体温の下降の時間的経過を分析することで、対象者それぞれの入浴から就寝までの過程を評価することが可能となる。

次年度の調査においては、公衆浴場の利用およびそれ以外の生活状況の一日の行動記録を作成し、それと連続記録した深部体温の変動とをつき合わせて、公衆浴場利用の健康面への効果を明らかにすることができる。例えば、朝湯、午後入浴、夕食前やのその後の入浴、さらには就寝直前入浴など、その時間帯の違いが、生体機能にどのように影響しているかを深部体温の24時間変動から検討できるようになることも考えらよう。

以上、飲用カプセル深部体温計の利用面の優位性を述べたが、表面を覆っている樹脂に対してアレルギー反応を示す人がまれにはあるが報告されているので、それを疑わせる症状には注意をして喚起する必要がある。

E. 結論

飲用カプセルに組み込まれた深部体温計からの信号を体外で受信して記録する装置の現場での試用実験を行った。実験は昼(12:00時)と夜(22:00時)の2種類の入浴で行った。飲用カプセルによる深部体温の連続測定は支障なく実施できた。

深部体温が高値を示す昼間入浴(12時前後)では、24時間中最高の深部体温が記録され、24時間内の深部体温の最高値と就寝時の最低値との差異も2℃くらいになった。一方夜(22時前後)の入浴では、深部体温はおおむね下降期にあったが、多くの例で入浴によって24時間中の最高値を示した。したがって、夜の入浴は、その後の就寝時に出現する最低値まで急速に深部体温が下降する状態をもたらしたことになる。このカプセル型の飲用可能な深部体温測定装置は、現場での個々人の入浴に係わる健康実態の把握あるいは入浴指導後の効果の確認にきわめて有用であると考えられた。

F. 危険情報
なし

G. 研究発表
なし

H. 知的所有権の出願・登録状況
なし

参 考 文 献

- 1) Horne, J.A. and Reid, A.J.: Night-time EEG changes following body heating in a warm bath. EEG Clin Neurophysiol. 60: 154-157, 1984.
- 2) Bunnell, D.E., Agnew, J.A., Steven, Horvath, S.M., Jopson, L. and wills, M.: Passive body heating and sleep: influence of proximity to sleep. Sleep, 11: 210-219, 1988.