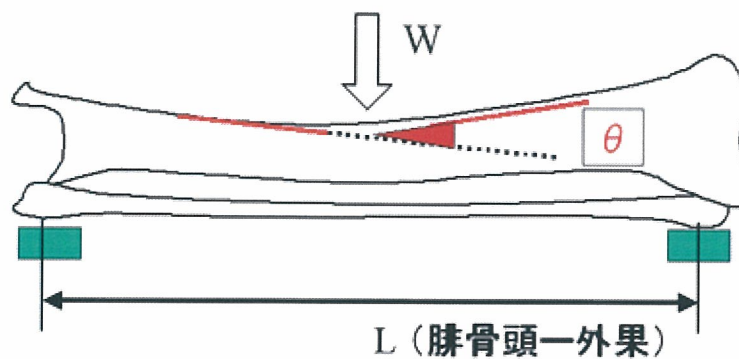


骨粗鬆症測定における ET 変形角の定義



$$ET \text{ Stiffness} = W \cdot L / ET \text{ angle}$$

(N·m / degree)

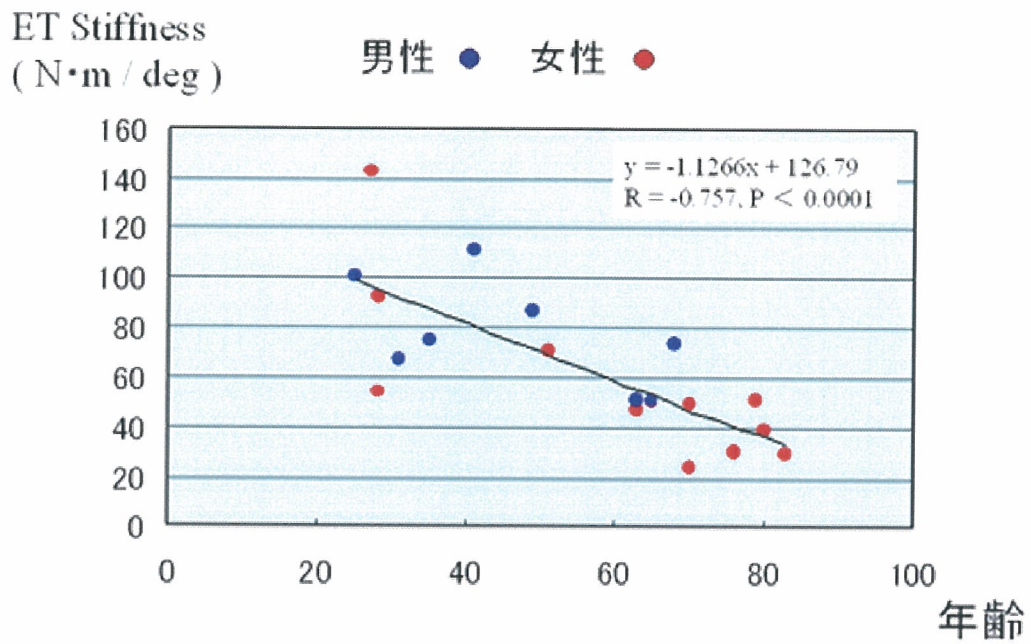
骨粗鬆症測定における ET Stiffness の定義



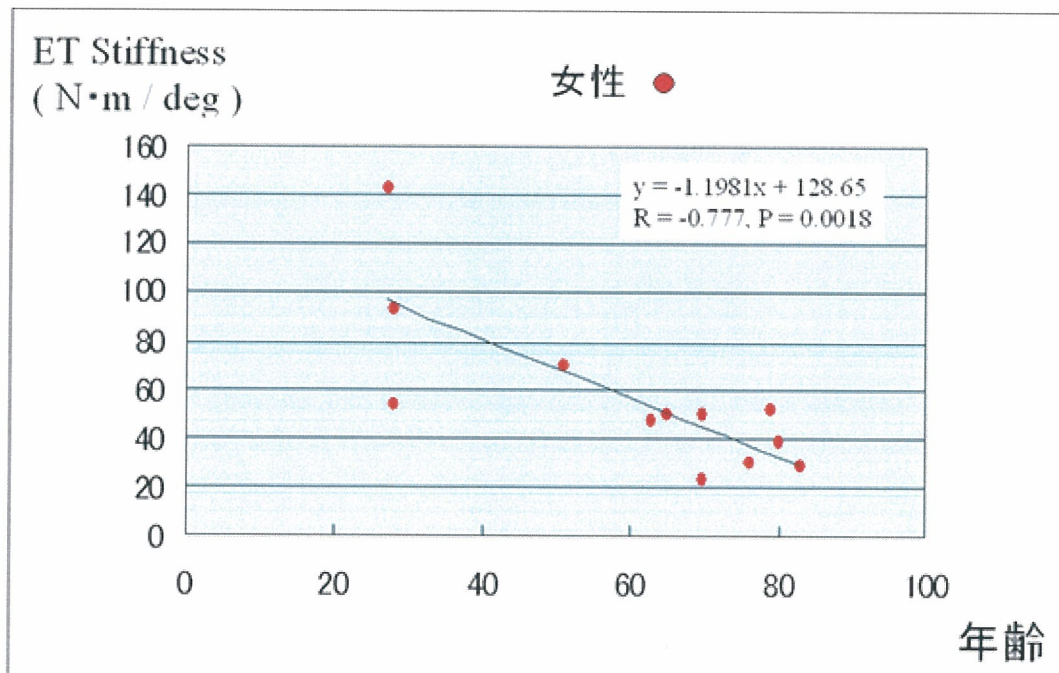
測定における固定冶具・プローブ（新規冶具開発前）

	性別	年齢	E T Angle(deg)	E T Stiffness	DEXA 腰椎YAM(%)	DEXA 頸部YAM(%)
1	女	70	0.301	24.1	49	56
2	女	65	0.167	50.1	67	82
3	女	76	0.247	30.4	54	26
4	女	79	0.138	51.6	54	63
5	女	70	0.155	50	70	83
6	女	80	0.21	38.7	91	68
7	女	63	0.167	47.2	54	64
8	女	83	0.238	29.4	67	72
9	女	51	0.114	70.2	72	78
10	男	63	0.149	51.2	87	100
11	男	68	0.113	74.1	93	56
12	男	41	0.074	111.5	92	103
13	男	35	0.107	74.8	110	100
14	男	49	0.095	86.8	81	80
15	女	28	0.097	92.8		
16	女	27	0.05	142.5		
17	女	28	0.143	54.2		
18	男	65	0.135	51.9		
19	男	31	0.118	67.8		
20	男	25	0.09	101.9		

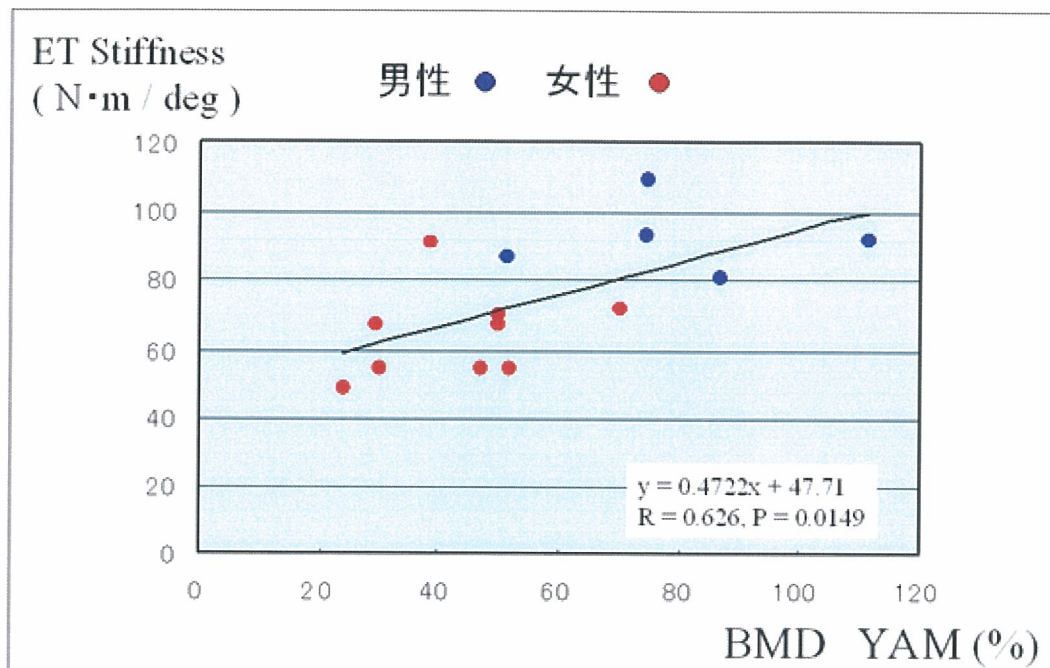
健常者・骨粗鬆症患者における ET 測定と DXA 測定の結果



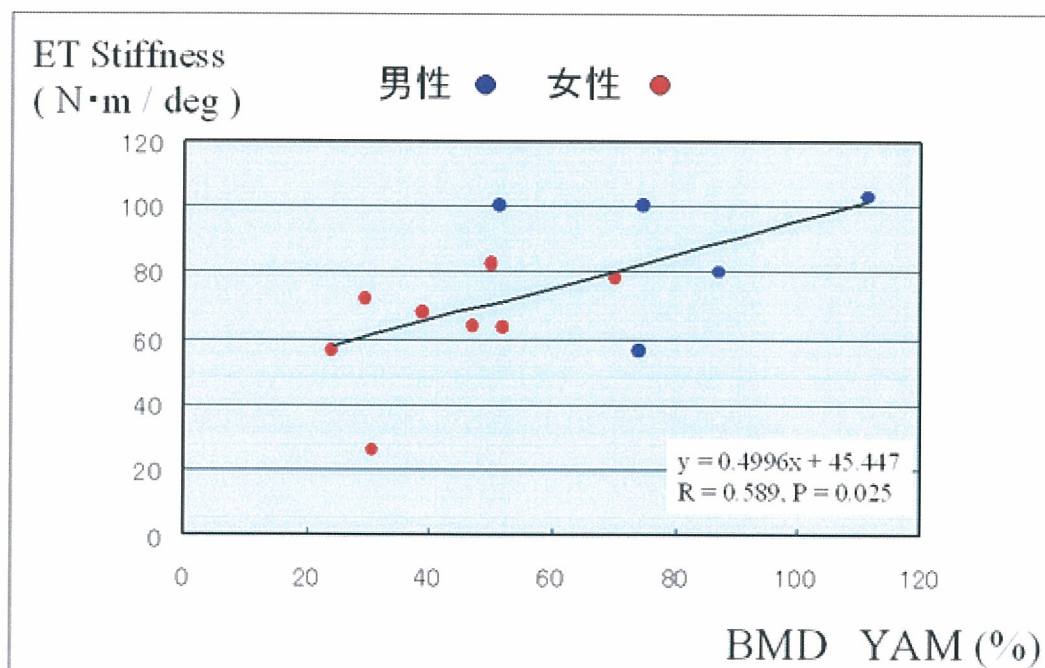
健常者骨粗鬆症患者測定（男女）における年齢と ET Stiffness の関係



健常者骨粗鬆症患者測定（女性のみ）における年齢と ET Stiffness の関係



健常者・骨粗鬆症患者測定における BMD(腰椎)と ET Stiffness の関係



健常者・骨粗鬆症患者測定における BMD(大腿骨頸部)と ET Stiffness の関係

エコートラック計測システムに関する研究

分担研究者 土肥 健純 東京大学大学院情報理工学系研究科 教授

研究要旨 骨粗鬆症測定に特化した測定装置の開発を行った。特に測定精度と簡便性の改善を目的としプローブ開発と固定治具について新規開発を行った。

単振動子を平面配置した骨計測用平面プローブは既存のリニアプローブと遜色のない ET 測定が可能であり、かつ面変化を検出できることが明らかにされた。また、固定治具では下腿を支持する支点部が明確になり荷重に対しても安定した固定性を有し設置再現性が得られた。新規固定治具により操作性も向上し、測定精度に関しては既存方法の約 2 倍の精度が測定再現性にて実現された。

A. 研究目的

本研究の最終的な目的は骨粗鬆症患者における骨折のリスクを非侵襲且つ高精度に定量評価することである。昨年度までの研究においてエコートラック（ET）法を用いることにより骨の歪・変形が検出可能であることが基礎実験により明らかにされた。また、臨床測定でも骨折症例において、これらが非侵襲に達成できることが確かめられた。しかし、これまでの臨床測定を通じ、この ET 法による測定を骨粗鬆症患者に実施するにはいくつかの改善が必要であることも明らかにされた。

改善点は大きく分けて測定精度と簡便性の 2 つである。基礎実験では ET 法により角度計測を行い、3 次元計測器と比較したところ標準偏差は 0.0015 度であった。しかし、これを骨折の臨床測定に応用したところ 5 回計測による設置を含めた測定の再現性は標準偏差で 0.015 度であった。骨折の治癒過程における脛骨の剛性変化はこの測定により十分経時変化を捉えることが可能であったが、骨粗鬆症患者における測定では健常者群との有意な差異、さらには一骨粗鬆症患者における薬剤効果による剛性、もしくは強度変化の検出が要求され

るため、より高精度な測定が必要となる。また、測定対象が高齢者になるため測定作業時間の短縮と更なる安全性の確保が必要となる。現状の測定時間は 15 分から 20 分程度であるが高齢者の場合、長時間の姿勢保持が困難であり作業中に動くことも十分に考えられる。以上のことから骨粗鬆症測定用に特化した治具が必要であると考え、測定精度と簡便性の改善を目的とし研究開発を行った。

B. 研究方法

ET 法による前年度までの骨折患者測定では測定は市販されている 7.5MHz の電子リニアプローブを遠位と近位にそれぞれ設置し、下肢の固定は下腿遠位と近位を包み込み陰圧により形状を保持する治具を用い ET 測定を実施した。しかし、これまでの経緯よりこれらプローブと下肢固定治具が臨床測定の再現性・測定精度に大きく寄与していることが明らかにされた。つまり、市販の電子リニアプローブは振動子が直線配列であり、さらに ET 測定点の設置間隔も 1cm と限定されるため脛骨の個体差に対応できず必ずしも良好な位置に ET 測定点が設置できない場合があるからである。

また、下腿をそれぞれ大きく包み込む冶具による固定は支点が明確でなく、冶具の形態上再現性に乏しいということである。このためプローブ開発と固定冶具について新規開発を行った。

プローブ開発

新規プローブの要求仕様としては、個体差のある脛骨で測定可能であり、また脛骨以外の骨の表面形状にも対応可能なプローブである。現状の直線配置のプローブに対し各振動子を面において配置を行えば理論上変形が2次元ではなく3次的に検出可能となる。しかし、その際1つのET測定点には振動子が必ず一つは必要であるため各振動子は小型化される必要がある。小型振動子としては生体に用いられているものとして経直腸用シングルプローブ（周波数 7.5MHz、形状φ8mm 円形、重量 0.6g）があり、これに着目し開発を開始した。（実験1）まず、初歩的な問題として電子プローブではなくシングルプローブによりエコーラッキングが可能であるか検討を行った。さらに、独自の配列が可能ないように骨計測用のシングルプローブ作成した。仕様は厚さ 3mm で縦横 3mm 四方のプローブで、初期試作としてこれを縦横 3 個ずつ計 9 個の振動子を 15×12.2mm のケース内に収めた面配置プローブを作成した。各振動子のケーブルはケースの側面から出しエコーゼリーによりショートしないようケーブルの防水処理と補強を行った。（実験2）そして、この新たに開発した骨計測用面配置シングルプローブの音響特性に加え、水中にプローブを設置しプローブから 20mm の距離でハイドロフォンを移動させプローブ特性を調べた。

この新規面配置プローブは一個につき同時 9 点の ET 測定が可能となるが、このプローブを用いた測定のデータ収集機器・解析ソフトを新たに開発した。この装置では 4 つのプローブにて最大 36 点同時 ET 計測が可能である。さらに測定データは個々の振動子について処理可能であるため振動子を必要に応じ自

在に配置し、測定間隔・位置データを入力することにより面変化を検出可能である。これにより狭小・変形症例のみならず脛骨以外でも測定が可能になる。（実験3）基礎実験では、まずこの試作した面配置プローブで面変化を検出可能であるか金属平板を用い実験を行った。実際の測定に則すように2つのプローブ A、B を連結冶具で固定しこれをクランプで保持した。プローブ A の振動子に対しては台座上に設置した金属平板を向け、プローブ B の振動子に対しては傾斜し台座に設置された別の金属平板を向けた。傾斜した金属平板の一端を昇降機で持ち上げ傾斜角度を変えることによりもう一方の金属平板との面変化を生じさせ、プローブ A、B にて ET 測定を行い面変化の検出を試みた。傾斜させる金属平板はもう一端を溝にはめ込んであるためプローブ A、B の長軸と平行に傾斜するようにしてありそれが確認できるように金属平板上にも傾斜計を設置した。また傾斜している金属平板の中央部分には 1 ミクロンの精度を有する接触式変位センサーを設置し金属平板の角度変化を算出可能とした。

下肢固定冶具開発

骨粗鬆症測定では集団の中での骨強度の位置付けも重要であるため、測定値が一般化される必要がある。脛骨測定でも脛骨長の差異も一般化する必要がある、そのためには下腿を支持している支点が明確である必要がある。脛骨は腓骨と近位では腓骨頭部、遠位では外果部と接しており脛骨前内側面から荷重を受けた際この部分が支点となると考えられ、この部分で下腿を支持することが望ましいと考えた。

われわれは初期試作段階でこれら条件を満たすものとして、近位と遠位をそれぞれ局所的に両端からクランプ可能な冶具を検討した。クランプ部分はクッションを挿入し疼痛がないように配慮した。しかし、この試作機では単回の測定では問題なく測定できたが固定がクランプ部の摩擦力にのみ依存していた

ため、時間経過とともに下腿の位置ずれが生じた。また近位部と遠位部で脛骨-腓骨を連結している軸が解剖学的に異なるため固定を強めると回旋を生じた。

そこで、クランプにより下腿を支持する方式から下腿を外旋位で保持し重力方向と荷重方向を一致させ下腿を底面から支持する方式へ変更した。被検者はリクライニングチェアに座り、測定下腿部を近遠位の支持台の上に載せる。支持台はシリコンゴムスポンジを支持部材料として用いた U 字状の治具で、近位部は 4cm、遠位部は 2cm 程度の幅でそれぞれ腓骨頭、外果を保持する。さらに脛骨前内面部中央に小型の傾斜計を設置し平行となる位置に下腿を設置する。この際、長軸方向でも平行に設置できるように近遠位の支持台は水圧ポンプ式の高さ調整機能を備えたものとした。これらにより支点の明確化と設置再現性を図った。この方式では下腿はゴムスポンジ状に載せているだけであり、たとえ長時間の測定でも疼痛は生じなかった。また、補足的な機能として下腿の支持がどのように行われているか検討可能なように、近遠位の支持台にはロードセルを内蔵し下腿設置時の下腿荷重分布、また荷重付加時の荷重分布を計測可能なものとした。

また、ET 測定は測定対象の併進運動をいかに抑制するかが精度を出す上でもっとも重要となる。ET 測定で用いている超音波は直線性を持たせて発信しているため超音波ビーム方向以外の併進運動は測定誤差となる。測定に際し荷重方向の沈み込みは軟部組織を介しているためお 0 にはなりえないが、この荷重方向への沈み込みは現状の測定方法ではキャンセル可能であるため問題とならない。ET 測定で固定の鍵となるのが荷重付加に対しどの程度下腿の回旋を抑制可能かである。(実験 1) よって、この固定治具の固定機能を検討するために荷重付加に伴う下腿の回旋を計測し評価を行った。健常者の下腿近位にバンドにてデジタルアングルメーター(測定精度 0.1 度)を固定し脛骨前内側面にこのメーター部分が向くように設置した。臨床と同じように

下腿を固定治具に設置し 25N の荷重を加え下腿回旋角度を計測した。(実験 2) 続いてアングルメーターは設置せず、実際の脛骨剛性測定を実施した。5 回計測をそれぞれ下腿の設置から始め、設置位置の再現性計測を行った。また、この際測定時間の手順ごとの計測も行った。

(倫理面への配慮)

今回の研究で用いられる超音波はすでに臨床で用いられているものと周波数・音圧ともにかかわらず安全性は確立されている。また、検査の際に負荷される荷重は被検者が日常生活において常に受けている荷重より充分小さいものでありこの検査による骨への損傷は無く安全である。

検査に際しては対象者および対象者家族に口頭および文書を用いて説明を行い、十分に理解し同意を得られたもののみを対象とする。また、全研究を通して患者の個人情報公開されない。

C. 研究結果

プローブ開発

(実験 1) では、経直腸用シングルプローブにおいても金属表面のエコートラッキングが可能であり、ミクロンの精度で測定可能であった。

(実験 2) 新たな骨計測用小型プローブの音響特性を評価した結果、中心周波数 7.47MHz、比帯域 74.7%、素子感度 -30.7dB、静電容量 700pF と骨表面波形を取得するために十分な特性、感度があることが実証された。またハイドロフォンを用いビーム幅を測定した結果、-10dB 幅においてリニアプローブ(長軸方向) 1.9mm に対し小型プローブ 1.9mm と同等のビーム特性を有していた。

(実験 3) 三回の施行において接触式センサーは 1084、1083、1081 ミクロンを示し、この際金属平板上に設置された傾斜計の傾きはプローブ A、B の長軸と一致していた。これに

対しプローブは 1 番と 3 番の振動子は各施行とも 250、245、250 ミクロンと同値で、8 番は 178、180、177 ミクロンであった。接触式変位センサーから算出した傾斜角度の平均と標準偏差は 0.73 ± 0 でプローブから算出した角度は 0.67 ± 0.04 であった。

下肢固定治具開発

(実験 1) 新規下肢保持具では近位部と遠位部を局所的に保持することに成功し、2.5 N 荷重による回旋角度は脛骨骨幹部上に設置したアングルメーターにて 0.1 度以下の回旋しか生じず、十分な保持力を有していることが実証された。また、これらの臨床健常骨測定において測定中・測定後の痛みや不快感を残すことはなく、安全性についても問題は全く見られなかった。

(実験 2) この治具を用いた測定時間は下腿へのマーキング平均 3 分、治具・プローブ設置平均 4 分、ET 測定平均 3 分で平均計 10 分であった。健常脛骨における測定の結果、5 回計測において標準偏差 0.007 度であった。

D. 考察

新たに開発したシングルプローブは、リニアプローブと比してプローブ特性、ビーム特性と ET 測定に対し遜色ないことが確かめられた。また、このシングルプローブを平面内に 9 つ配置した平面プローブでは面変化が検出可能であり角度変化も接触式変位センサーと比較して遜色のない測定が可能であった。もっともこの実験では測定スパンが 6mm であり現行の臨床測定の 4cm に対し測定精度が低下することは避けられない。いずれにしろ基礎実験レベルではこの平面プローブによりリニアプローブと同等の精度で ET 測定が可能であり、かつ面変化を検出できることが明らかにされた。また、このシングルプローブを自在に平面状に設置することにより、現行で困難であった骨端部や曲面の計測も可能となる。これは、今後測定を予定している橈骨測定にお

いて大きく貢献すると考える。

あらたに開発した固定治具は支持部位の局所化を行ったが、これによっても荷重に対し安定した固定性を有していた。また、固定法も下腿を載せるだけのものであり痛みもなく安全面でも問題がない治具となった。測定精度に関しては標準偏差 0.007 度と陰圧方式の既存測定の 0.015 度に対して 2 倍程度の精度で測定再現性が実現されより高精度なものとなった。

E. 結論

骨粗鬆症患者の測定に対し安全性が確保され、且つ高精度で簡便な測定が可能な機器・治具が必要であった。新たに平面プローブと下肢固定治具の開発を行い、基礎実験ではこれらが安全性に優れ機能的にも精度・操作性の向上が得られたものであることが確かめられた。

F. 健康危険情報

G. 研究発表

1. 論文発表

Matsuyama J, Ohnishi I, Sakai R, Suzuki H, Harada A, Bessho M, Matsumoto T, Nakamura K. A new method for measurement of bone deformation by echo tracking. *Med Eng Phys* 2006;28(6):588-95.

2. 学会発表

超音波エコー-tracking 法を用いた骨粗鬆症に対する骨強度定量評価

松山 順太郎・大西 五三男・大橋 暁
別所 雅彦・松本卓也・中村 耕三第 8 回 日本骨粗鬆症学会 2006 新宿

A new method for evaluation of fracture healing by echo tracking.

Matsuyama, J; Ohnishi, I; Sakai, R; Miyasaka, K; Harada, A; Bessho, M; Ohashi, S; Matsumoto, T; Nakamura, K. The 53rd Annual Meeting of the

Orthopaedic Research Society, Poster session
2007. San Diego

超音波エコートラッキングを用いた骨癒合判定法

松山 順太郎・大西 五三男・大橋 暁

別所 雅彦・松本卓也・中村 耕三

第79回日本整形外科学会学術集会 シンポジウム 2006 横浜

A new method for evaluation of fracture healing
by echo tracking.

Matsuyama J, Ohnishi I, Ohashi S, Bessho M,
Matsumoto T, Nakamura K

第32回日本骨折治療学会 シンポジウム
2006 仙台

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）

1. 特許取得

「ULTRASONIC DIAGNOSTIC APPARATUS」

出願国 : 米国

発明者 : 原田烈光 : 酒井亮一 : 中村耕三 :
大西五三男

出願人 : アロカ(株) : 国立大学法人東京大
学

出願番号 : 11/390,788

出願日 : 2006年3月28日

「ULTRASONIC DIAGNOSTIC APPARATUS」

出願国 : EP (英、仏、独、伊、スイス)

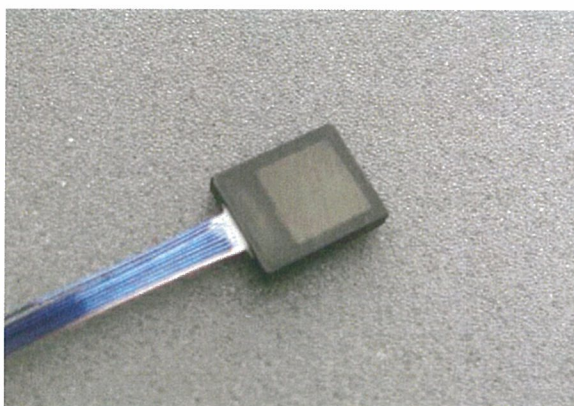
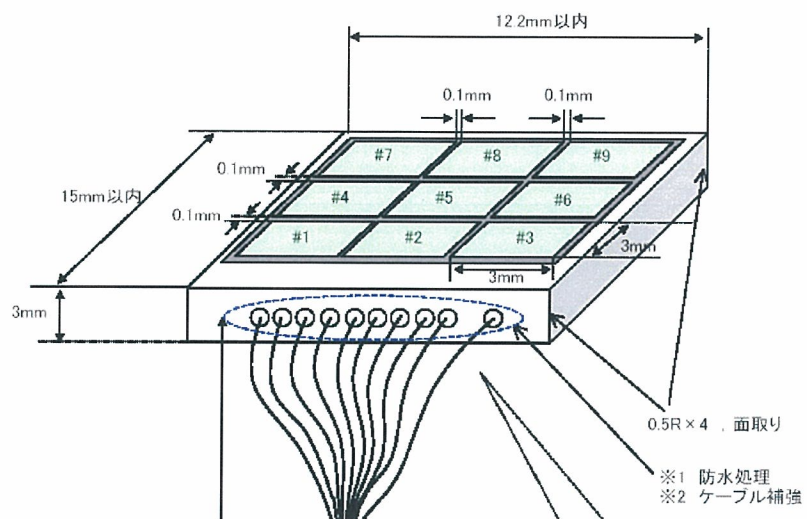
発明者 : 原田烈光 : 酒井亮一 : 中村耕三 :
大西五三男

出願人 : アロカ(株) : 国立大学法人東京大
学

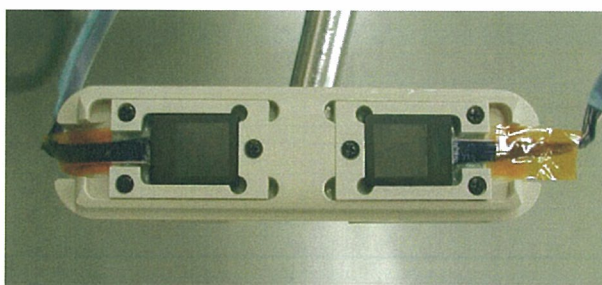
出願番号 : '06006394.8

出願日 : 2006年3月28日

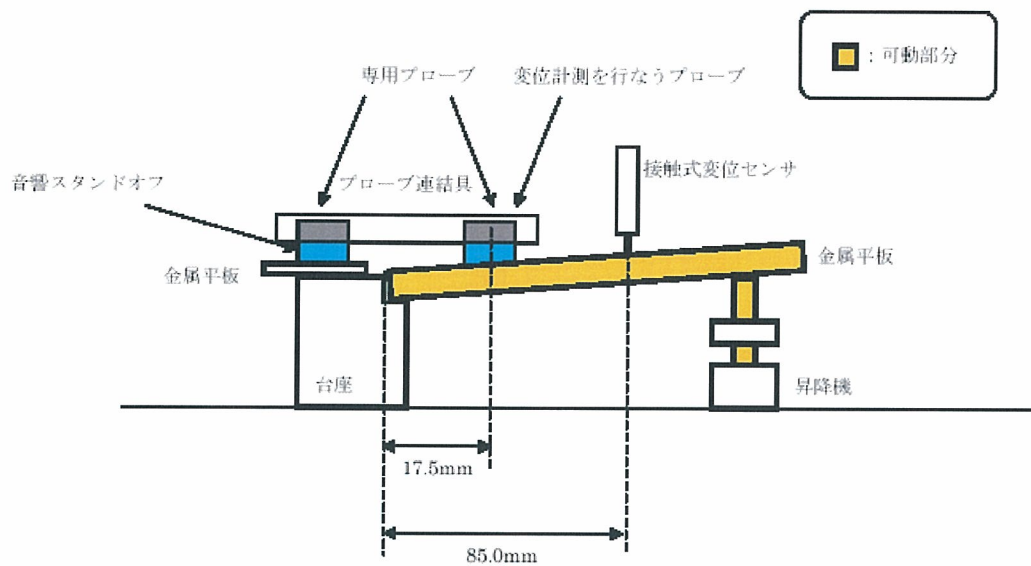
資料



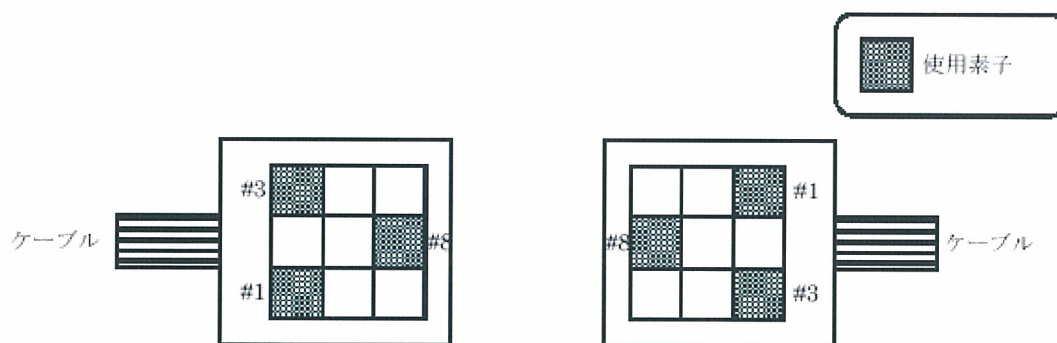
シングルプローブを平面上に9個配置した平面プローブ



平面プローブを直列配置した脛骨計測用プローブ



平面プローブによる金属平板傾斜角度の検出実験



傾斜角度測定に使用した素子の位置

	#1 [μm]	#3 [μm]	#8 [μm]	接触式変位センサ [μm]
1回目	250	250	178	1084
2回目	245	245	180	1083
3回目	250	250	177	1081
平均	248	248	178	1083
S.D.	2.9	2.9	1.5	1.5

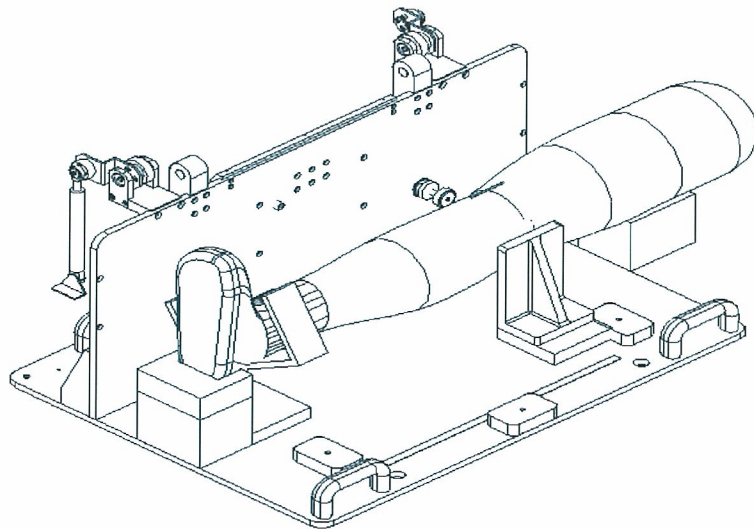
各素子と接触式変位センサーの測定結果



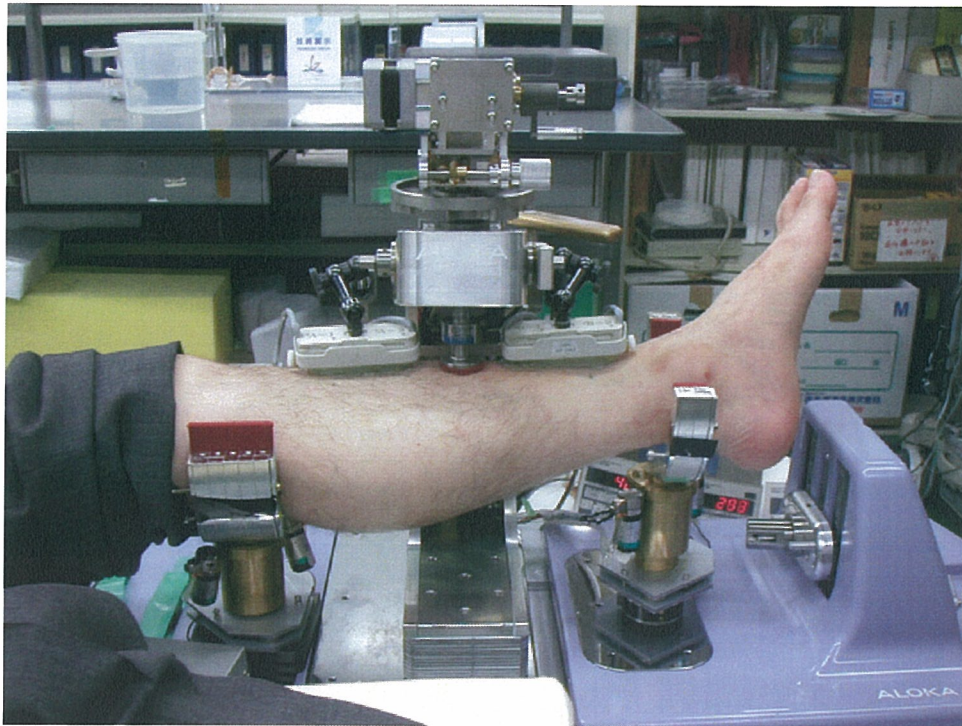
クランプ式による固定治具

モデル骨を用いた検討

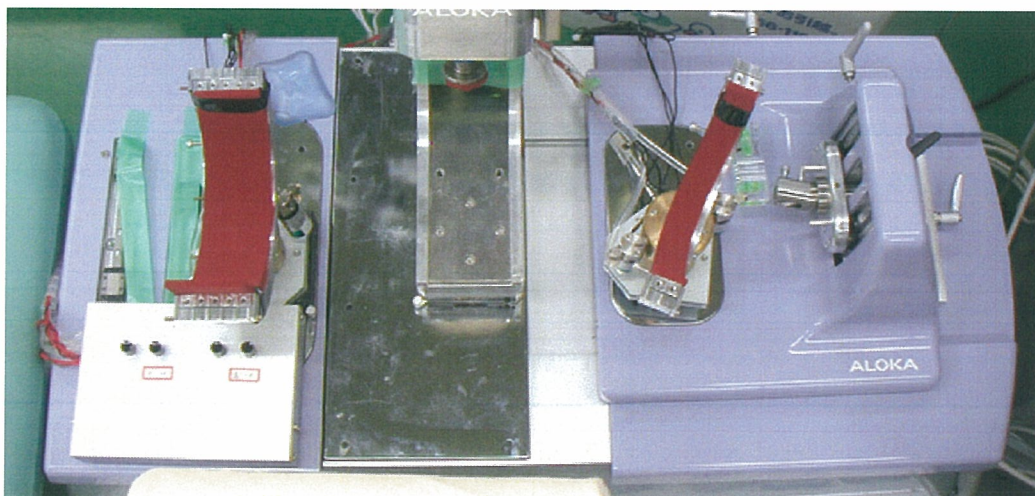
近遠位の軸がねじれの位置にある



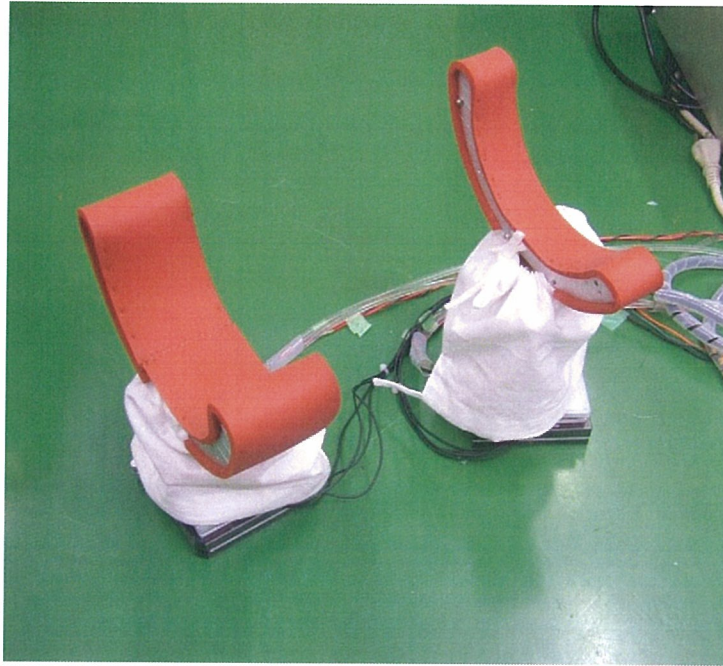
クランプ式による固定治具



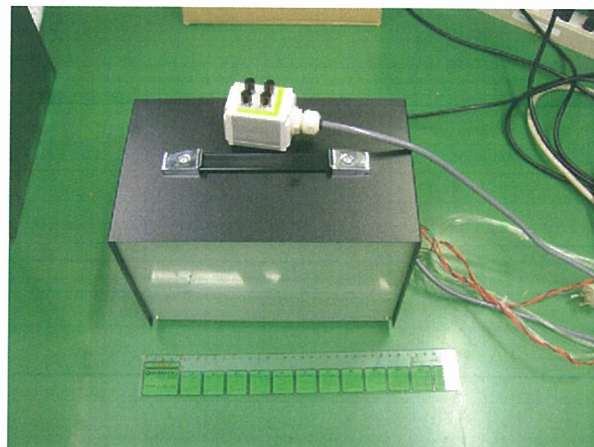
下腿底面から支持する固定治具（側面図）



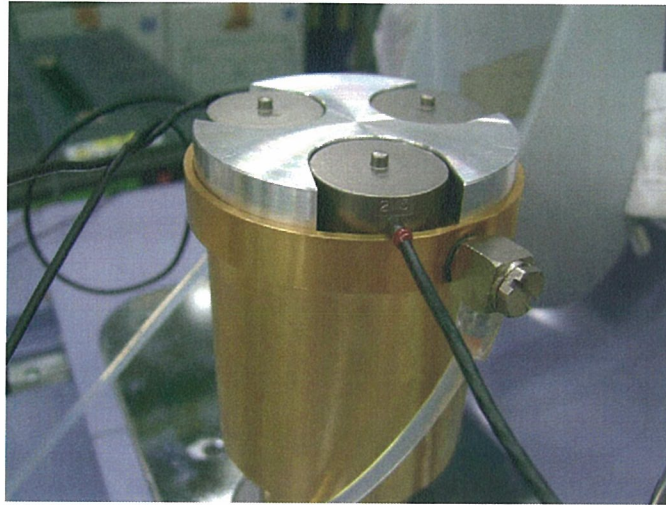
下腿底面から支持する固定治具（側面図）



下腿底面から支持する固定治具の支持部分（シリコンゴムスポンジ）



下腿底面から支持する固定治具の支持部分における上下水圧可動システム



下腿底面から支持する固定冶具の支持部分にける荷重計測システム
(ロードセル)



下腿底面から支持する固定冶具の支持部分にける荷重計測システム
(計器部)

エコーラッツキング法による粘弾性測定に関する研究

分担研究者 佐久間 一郎 東京大学大学院工学系研究科 教授

研究要旨

臨床において骨粗鬆症の骨の粘性を定量評価するために機械的荷重システムの開発を行った。開発した偏心円錐カムを用いた変位量制御方式の荷重システムは正確な Sin 波出力可能であることが確かめられ、3つの制御機構による安全機構も規定値に従い機能することが確かめられた。

A. 研究目的

本研究の目的は骨粗鬆症の骨の粘性を *in vivo* で検出し骨強度を評価することである。現在まで臨床における粘性評価の報告は健常骨においても実現されていない。しかし、これまでに骨粗鬆症の骨では骨量の減少だけでなく骨を形成している組成が変化することにより骨強度が低下することが明らかにされており、骨粗鬆の骨が健常骨に比べ脆性であることは骨質の変化とも関係していると考えられる。臨床測定において骨粗鬆症の骨の粘性を評価し得ることは、骨の強度を類推する上で剛性以外の骨の mechanical property を得ることが出来ることであり、その臨床的意義は大きいと言える。

人体における骨の粘性値は、一般に金属より大きくポリマーより小さい値である。周波数による変化では日常生活で加わると想定される 0.1 Hz から 100Hz の範囲では Tan δ で 0.02 から 0.03 の範囲で挙動し、0.1 Hz 以下もしくは 100Hz 以上ではいずれも粘性値は大きくなる傾向があったと報告されている。前年度までの研究においてエコーラッツキング (ET) 法による粘弾性測定の精度評価実験を行い臨床応用の可能性を検討した。実験では Tan δ にて 0.009(PC)から 0.114(PE)の範囲の材料を ET 計測と粘弾性測定装置で測定を行い比較した。ET 計測された粘

性値 (Tan δ) は粘弾性測定装置の粘性値と有意に相関 (相関係数 = 0.9407) が見られ、Tan δ (ET 法) により定量評価可能であることが明らかにされた。これにより ET 法による粘弾性の臨床測定の可能性が示された。

動的粘性の測定は一般に粘弾性測定装置により行われる。これは、サンプルを入れる温度一定のボックスがありこの中で 3 点曲げ、引っ張り、圧縮、ねじりといったサンプルに適した力学試験を行うものである。粘性値は圧縮子により周期的な変位を加え、その際の変位量と荷重量からその周期遅れを検出し算出される。ET 法では荷重を加えた際の骨の変位量を検出し ET 粘性値 (Tan δ) として評価する。しかし、粘性を定量評価するためには高精度に周期的な荷重 (sin 波) を加えられる機械的荷重システムが必要である。このため本年度は生体計測用の機械荷重システムの開発を行った。

B. 研究方法

生体計測用の機械荷重システムの要求仕様は前述のとおり高精度に周期的な荷重 (sin 波) を加えられること、そして安全に荷重が加えられることである。本測定で用いる荷重量は 25N と微小な荷重であり骨粗鬆症の骨に対しても非侵襲の荷重量といえるが機械で加える

以上幾重かの安全機構が必要となる。

動作部分の機構として初期試作ではバネを用いたものを考案した。これは加圧力制御方式でバネ圧縮力により加圧するものである。しかし、この機構では加圧初期の下肢の沈み込みがあると所定加圧力が出せないこと、加圧面に垂直に接していないと所定加圧力が出せないといった問題点があり臨床測定には不適と判断した。

続いて考案したのが偏心円錐カム機構を用いたもので、これは変位置制御方式のものである。偏心円錐カムの斜面のスライド部分を用いることで通常の3点曲げにおける直線性の荷重が行え、偏心円錐カムを回転することによりモーター駆動によるSin波を加えることが可能となる。また変位置は偏心円錐カムをスライドさせることで任意の変位置を加えることを可能とした。カムの仕様はスライド距離を50mm、この傾斜による押し込み量を0-5mmとした。つまり50mmのところをカムを回転させると最大5mmのSin波による変位が加えられることになる。また、臨床測定では軟部組織の影響で荷重が骨に伝わらず荷重を安定して加えるためにプレロードを要することがある。このため、この機構ではプレロード調整機構も備えた。これは手動ノブの調整により荷重機構全体をスライドさせ上下に調整するもので5mmまでの移動を可能とした。加圧部シャフト部にはロードセルを設置しモーター駆動部とPC制御部に反映させた。

安全機構としては3段階の制御機構を備えたものと考案した。一つはモーター駆動部における電子制御でロードセルから一定以上の荷重量を感知したら自動停止するもので、二つ目はPC部分で設定以上の荷重量が記録されたらモーター駆動を自動停止させるソフト制御である。そして、これらに加えメカ制御のものとしてプランジャー機構によるメカニカルフューズを備え一定以上の荷重が加わるとロックがはずれ、すべて抜重されるものを安全機構として考案し

た。

これら、偏心円錐カム機構と安全機構を備えた荷重機構は決して軽量なものではないため保持アームで支持した上に反対側にカウンターバランサーを備え付け機構自体のバランスの安定化を図った。(実験1)作成した偏心カム方式による荷重機構がSin波を加えることが可能であるか評価するために荷重機構の圧縮子部にプッシュプルゲージを当てこれに荷重を加え出力評価を行った。(実験2)作成した3つの安全機構が作動するか規定値以上の荷重を加えた際の作動確認を行った。また、メカニカルフューズに関しては荷重量を規定する調整つまみが所望する荷重値を規定できるか確認するために調整つまみのリニアリティーを評価した。

C. 研究結果

カム形状や作動にも問題がなく安定した荷重機構を開発することが出来た。

(実験1)理論値のSin波とほぼ同等の理想的な周期波が加えられており基礎実験から荷重機構が粘弾性を十分定量評価できることが確かめられた。

(実験2)必要十分と考えられる2~4.3Kgの範囲においてリニアリティーが確かめられた。このことから調整つまみにより荷重値は正確に設定ができ、安全機構も機能することが確かめられた。

D. 考察

これまでET計測の荷重は徒手的に行ってきたが粘弾性測定を行う上で精確なSin波による荷重は必要不可欠なものであった。しかし、機械荷重は微小荷重を加えるとしても安全性が高く求められるものである。今回開発した荷重機構は安全性では3つの制御機構を有しており十分と考えられた。今後、耐久試験も含め機能評価を十分に行い、小型化なども行い臨床運用へ向けていく。また、臨床測定では周囲軟部組織との複合材料として粘弾性が検出されるため、これらの分離法と最適測定

周波数についても検討を行う。

E. 結論

臨床において骨粗鬆症の骨の粘性を定量評価するために高精度に周期的な荷重を加えられる機械的荷重システムの開発を行った。開発した偏心円錐カムを用いた変位量制御方式の機械荷重システムは精確な Sin 波で荷重が可能であり、安全性も十分と考えられるものとなった。今後、機能評価を十分に先行臨床応用していく。

F. 健康危険情報

G. 研究発表

1. 論文発表

Matsuyama J, Ohnishi I, Sakai R, Suzuki H, Harada A, Bessho M, Matsumoto T, Nakamura K. A new method for measurement of bone deformation by echo tracking. *Med Eng Phys* 2006;28(6):588-95.

2. 学会発表

超音波エコー-tracking 法を用いた骨粗鬆症に対する骨強度定量評価

松山 順太郎・大西 五三男・大橋 暁
別所 雅彦・松本卓也・中村 耕三
第 8 回 日本骨粗鬆症学会 2006 新宿

A new method for evaluation of fracture healing by echo tracking.

Matsuyama, J; Ohnishi, I; Sakai, R; Miyasaka, K; Harada, A; Bessho, M; Ohashi, S; Matsumoto, T; Nakamura, K. The 53rd Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society, Poster session 2007. San Diego

超音波エコー-tracking を用いた骨癒合判定法

松山 順太郎・大西 五三男・大橋 暁
別所 雅彦・松本卓也・中村 耕三
第 79 回日本整形外科学会学術集会 シンポ

ジウム 2006 横浜

A new method for evaluation of fracture healing by echo tracking.

Matsuyama J, Ohnishi I, Ohashi S, Bessho M, Matsumoto T, Nakamura K

第 32 回日本骨折治療学会 シンポジウム 2006 仙台

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）

1. 特許取得

「ULTRASONIC DIAGNOSTIC APPARATUS」

出願国 : 米国

発明者 : 原田烈光 : 酒井亮一 : 中村耕三 : 大西五三男

出願人 : アロカ (株) : 国立大学法人東京大学

出願番号 : 11/390, 788

出願日 : 2006 年 3 月 28 日

「ULTRASONIC DIAGNOSTIC APPARATUS」

出願国 : E P (英, 仏, 独, 伊, スイス)

発明者 : 原田烈光 : 酒井亮一 : 中村耕三 : 大西五三男

出願人 : アロカ (株) : 国立大学法人東京大学

出願番号 : '06006394.8

出願日 : 2006 年 3 月 28

「ULTRASONIC DIAGNOSTIC APPARATUS」

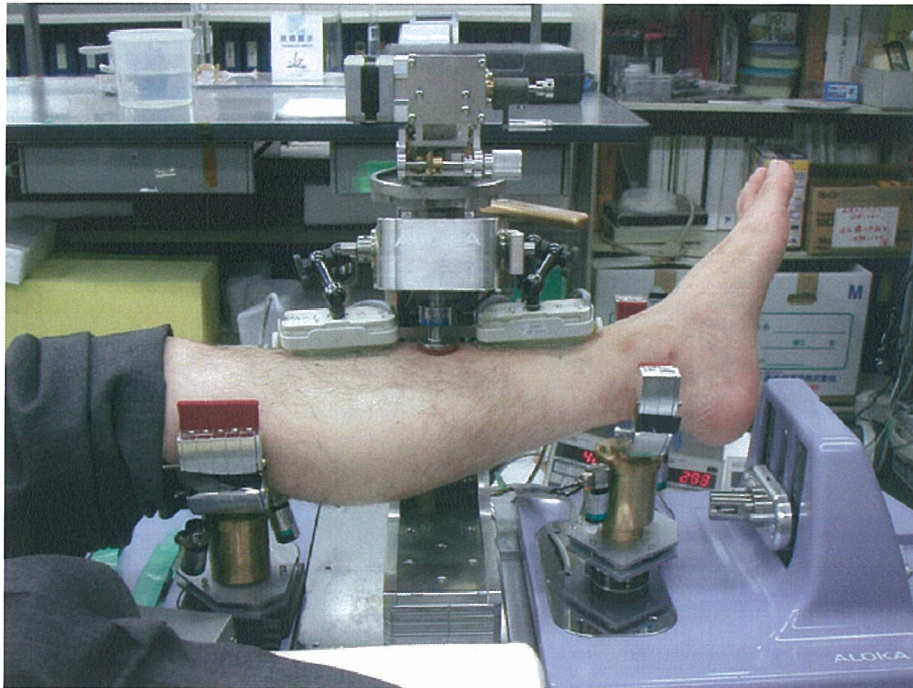
出願国 : E P (英, 仏, 独, 伊, スイス)

発明者 : 原田烈光 : 酒井亮一 : 中村耕三 : 大西五三男

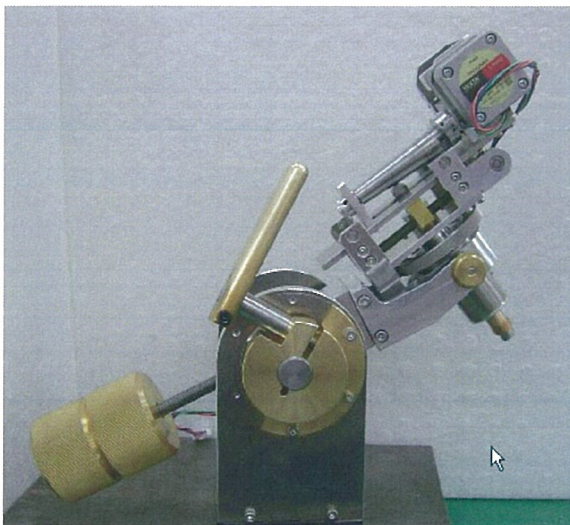
出願人 : アロカ (株) : 国立大学法人東京大学

出願番号 : '06006394.8

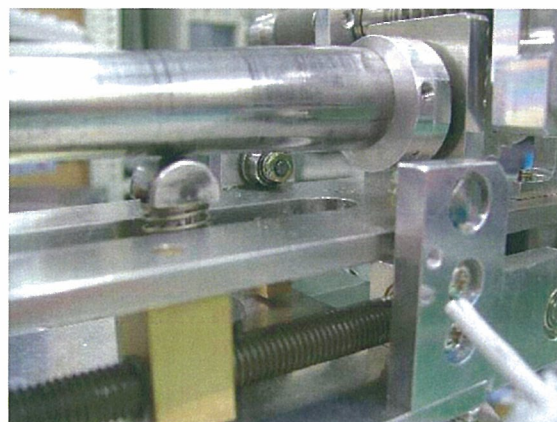
出願日 : 2006 年 3 月 28



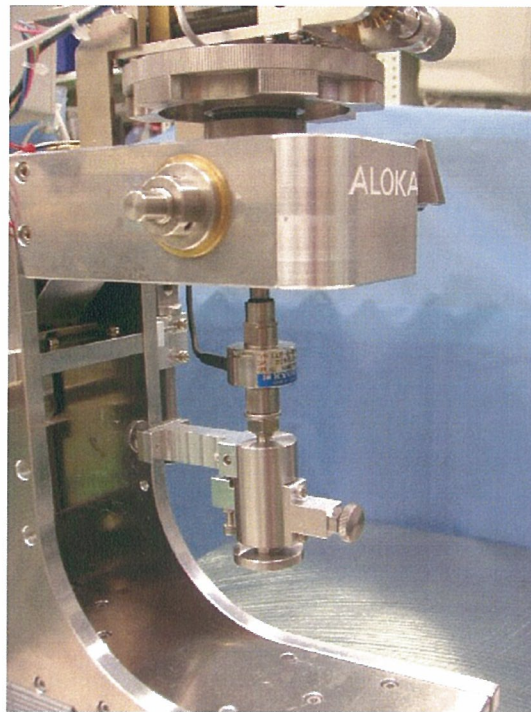
粘性生体計測用機械荷重システムと骨粗鬆症用下腿固定治具



粘性生体計測用機械荷重システム



偏心円錐カム



粘性生体計測用機械荷重システムに取り付けたメカニカルフューズ



プランジャー機構によるメカニカルフューズ