

傾斜埋入されたインプラントに対する作業用模型の精度
－印象材の硬度がアナログの変位に及ぼす影響－

奥羽大学歯学部歯科補綴学講座

山内 貴子

(指導教員：山森 徹雄)

Accuracy of Master Casts for Tilted Implants
-Effect of Impression Material Hardness on the
Displacement of Abutment Analog-

Department of Prosthetic Dentistry,
Oju University School of Dentistry

Takako Yamanouchi

(Director: Tetsuo Yamamori)

英文抄錄

Objective: Hard impression materials are recommended for the impression of implant superstructures to avoid displacement of abutment analogs. The aim of this study was to investigate the influence of the hardness of impression materials on the displacement of abutment analogs during the process of making impressions and master casts under the condition of tilted implant abutment.

Materials and methods: A metal mould with 2 analogs for superstructures (S1, S2) and 2 for reference (R1, R2) was constructed. S1 and S2 were buccolingually tilted for 30 degree, and placed between R1 and R2. The impression copings were connected by pattern resin (S1, S2) or fixed to the tray (R1, R2) before making impressions. Two types of additional silicone rubber impression materials of different hardness (IJ, EI) were used in this study. Master casts were made by pouring a stone after connecting abutment analogs on impression copings. After a rectangular coordinate by R1 and R2 was set, positions of S1 and S2 were determined using a three coordinate measuring machine.

Results: Significant differences between IJ and EI were found in the Z axis and the total amount of displacement, along with the Y axis inclination of S1 and S2. The amount of the displacement was less than 50 μ m on the average, which meant that they would be easily adjusted in the try-in procedure. The change of the relative position of S1 and S2 showed no significant differences between the used impression materials.

Conclusions: Although the displacements of abutment analogs were bigger in IJ than EI, they seemed to be adjusted

before setting of the superstructures. The fit of the superstructures was not influenced by the hardness of impression materials under the condition of this study.

Keywords: dental implant, impression material, displacement of abutment analog, accuracy of master cast

英文抄録の和訳

目的：作業用模型製作時のアナログ変位を抑制するため，インプラント上部構造の印象採得には硬度の大きな印象材が推奨されている。本研究の目的は，傾斜埋入されたインプラントを想定した金型模型を用い，印象材の硬度が作業用模型製作過程におけるアナログの変位に及ぼす影響を検討することである。

材料と方法：上部構造用アナログ2本（S1，S2）と，その両側に設置した基準用アナログ2本（R1，R2）を含む金型を製作した。S1，S2は頬舌的に30°傾斜させた。印象採得前にS1とS2に装着した印象用コーピングをパターン用レジンで連結し，R1とR2上の印象用コーピングをトレー連結装置で個人トレーに固定した。印象材には硬度の異なる2種類の付加型シリコン印象材（IJ，EI）を用いた。印象用コーピングにアバットメントアナログを連結し，超硬質石膏を注入して作業用模型を製作した。三次元座標測定器により，R1とR2から座標を設定し，S1とS2の位置を計測した。

結果：Y軸方向の傾斜，Z軸方向および三次元的変位量では，S1，S2の変位量に有意差を認めた。変位量は平均50 μ m未満であったため，口腔内試適の段階で容易に調整可能と考えられた。またS1とS2間の相対的な位置の変化には使用した印象材間に有意差はなかった。

結論：アバットメントアナログの変位はEIよりIJで大きかったが，上部構造装着前に調整が可能と思われた。本研究の条件下においては，上部構造の適合性に対する印象材の硬度の違いによる影響はなかった。

キーワード：歯科インプラント，印象材，アバットメン

トアナログの変位，作業用模型の精度

緒 言

口腔内に装着されたインプラント上部構造が，長期的に機能を維持するためには優れた適合性が求められる^{1,2)}。近年ではコード化したヒーリングアバットメントを利用した光学印象法が開発されている³⁾が，適応範囲や精度上の制限から広汎に採用されるには至っておらず，一般的には間接法により上部構造が製作されている。そのため口腔インプラント治療において上部構造の印象採得法は重要であり，口腔内のインプラント体やアバットメントの状態を正確にトランスファーすることを目的として，臨床応用の初期段階から印象用コーピングをパターン用レジンで固定することが推奨された⁴⁾。また，その後も印象採得法について種々の検討^{5~8)}がなされ，オープントレー用の印象用コーピングをパターン用レジンで連結した場合^{5,6)}や，スチールピンとパターン用レジンで連結した場合^{7,8)}に良好な適合の上部構造が製作されることが示されている。

一方，インプラント上部構造に用いる印象材に関しては，作業用模型製作の過程でアナログの変位を抑制するという目的で高硬度の印象材が推奨⁹⁾されてきた。しかし，印象材の種類によって作業用模型やインプラント上部構造の精度が影響を受けるかどうかについての検討はほとんどなされていない。Del'Acquaら¹⁰⁾による，硬度の高いポリエーテルゴム印象材が硬度の低いシリコンゴム印象材よりも上部構造の浮き上がりが少なかったとする報告のみが検索されたが，この研究では印象用コーピングは連結せずに使用されており，臨床に即した条件とはいえない。部分欠損症例に対する口腔インプラント治療において，硬度の高い印象材を使用する場合には，残存歯などによるアンダーカットを厳密にブロックアウ

トする必要がある。また高硬度印象材を用いた印象では、トレー撤去時に患者が苦痛を訴えることを臨床で経験することから、アンダーカットの大きい症例等では、高硬度の印象材は使用しにくいといえる。よって当講座の松村ら¹¹⁾は、金型と硬度の異なる付加型シリコーンゴム印象材を用いた実験的研究を実施し、印象材の硬度に関わらず作業用模型におけるアナログの位置が正確に再現されたことを報告している。

しかしながら、松村らの報告¹¹⁾では垂直に植立されたアバットメントアナログを印象採得している。臨床においてはインプラント埋入部の解剖学的制約から傾斜させて埋入せざるを得ない症例^{12, 13)}が存在し、通常の症例においても咬合平面に対して傾斜することが報告されている^{14~17)}。また、傾斜埋入されたインプラントに対する上部構造の印象採得では、垂直に埋入された場合に比較して再現性が劣る^{18~22)}ことが示されているため、インプラントが傾斜している場合についても作業用模型における再現性を確認する必要がある。そこで本研究では、傾斜埋入されたインプラントを想定した金型を用い、印象材の硬度が作業用模型製作過程におけるアナログの変位に及ぼす影響を三次元座標測定器での計測により検討した。

材料と方法

1. 基準模型と印象採得システム

基準模型はステンレス製金型により製作した(図1)。金型上面の中央部に10.0mmの間隔でアバットメントアナログ(Novel Biocare)を頰側に30°傾斜させて2本植立し、上部構造装着部とした(近心側:S1, 遠心側:S2)。また、S1, S2の延長線上の近遠心側12.0mmの位置に測定基準のためのステンレス製の基準アナログを垂直に植

立した（近心側：R1，遠心側：R2）。

S1, S2 の印象採得には印象用コーピング（Novel Biocare, 29089）をパターンレジン（ジーシー）で連結して用いた。連結した中央部を薄型のレジンディスクで切断し，少量のパターンレジンにより基準模型上で再度連結した。また R1, R2 のトランスファーのため基準アナログ用コーピングを製作し，トレー連結部にネジ固定した（図 2）。トレー連結部は，金型で製作した個人トレー外枠とネジで連結する構造とした。基準模型に印象用コーピングとトレー連結部を設置した状態でパラフィンワックスによりリリース（図 3），個人トレー外枠との間隙に常温重合レジン（トレーレジン II，松風）を填塞してオープントレーを製作した。トレー開口部はコーピングの固定用スクリューが通過する程度の大きさとした（図 4）。

2. 印象材と印象採得方法

印象採得および作業用模型の製作は恒温恒湿室（室温 22℃，湿度 50%）中で行った。印象材として付加型シリコーンゴム印象材を用いた（表 1）。低硬度印象材にはエグザミックスファイン インジェクションタイプ（ジーシー，以下 IJ と略す）を，高硬度印象材としてエグザインプラント（ジーシー，以下 EI と略す）を採用した。高硬度印象材による印象採得に際しては，臨床術式に準じて，まず印象用コーピングのパターンレジン下方からアナログ周囲の基準模型面に少量の IJ を注入し，次いで印象用コーピングの上部から周囲に EI をシリンジで注入した後，直ちに EI を盛り上げた個人トレーを圧接した。さらにトレー連結部と個人トレーをネジで連結し，15 分後にコーピングのスクリューを緩めて個人トレーを基準模型から撤去した。低硬度印象材による印象採得では，印象用コーピング周囲へのシリンジによる注入や，個人ト

レーに盛り上げる印象材は IJ のみとし，高硬度印象材と同様の手順で印象採得を行った。

3. 作業用模型の製作

印象材硬化の 1 時間後に，基準模型から撤去した個人トレー印象面の S1，S2 部の印象用コーピングにアバットメントアナログを，R1，R2 部のコーピングには基準用アナログをスクリュー締結した。個人トレー外枠にステンレス製のボクシング用金型枠を設置し（図 5），超硬質石膏（ニューフジロック，ジーシー（表 1））を注入した後 100% 保湿箱で 2 時間保管した。ボクシング用金型枠および個人トレーを撤去し測定に供した（図 6）。試料数は，低硬度印象材による印象で製作した模型（以下 IJ 群），高硬度印象材による印象で製作した模型（以下 EI 群），それぞれ 5 個とした。なお，印象用コーピングのスクリュー締結はすべて 10Ncm のトルクで行った。

4. 計測項目と計測器

三次元座標測定器（BH-V707，ミットヨ）を用いて変位量の計測を実施した。R1，R2 のフレンジ上面を計測し，それらの中点を R1，R2 それぞれの位置とした。これらの計測結果から基準平面を設定し，R1，R2 を通る直線を X 軸とし，R1 と R2 の中点を原点とした。基準平面上で X 軸に直交する直線を Y 軸，基準平面に直交する直線を Z 軸として座標系を設定した（図 7）。プローブ先端が直径 1 mm の球形であり，S1 と S2 が 30° 傾斜していることから，これらを直接計測するのが困難であったため，円筒形の測定用ジグをスクリュー固定して計測した（図 8）。ジグ上面から S1 と S2 フレンジまでの長さ（9.0mm）を減じ，計測値とした。各模型上で計測した S1，S2 の位置と基準模型における計測値との差を変位量とし，X，Y，Z 軸方向での変位量および三次元的変位量を算出した。

また、基準模型に対する X 軸方向、Y 軸方向におけるアバットメントアナログの角度の変化を算出した。さらに S1, S2 間の相対的位置を算出し、基準模型の値からの差を各作業用模型における S1, S2 間の相対的位置の変化量として算出した。計測値の統計処理には Student-t テストを用い、有意水準は $P < 0.05$ とした。

結 果

1. R1, R2 に対する S1, S2 の変位量

基準模型に比較した作業用模型での S1, S2 の変位量(平均 \pm S D)は、IJ 群, EI 群の順に X 軸方向で $-28.3 \pm 23.1 \mu\text{m}$, $-19.4 \pm 15.0 \mu\text{m}$, Y 軸方向で $-12.1 \pm 15.5 \mu\text{m}$, $-1.3 \pm 16.0 \mu\text{m}$, Z 軸方向で $-26.2 \pm 14.0 \mu\text{m}$, $-5.2 \pm 19.0 \mu\text{m}$ であり、Z 軸方向のみで有意な差が認められた(図 9)。また三次元的変位量は、IJ 群で $47.2 \pm 17.2 \mu\text{m}$, EI 群では $33.0 \pm 13.3 \mu\text{m}$ であり、IJ 群, EI 群間に有意な差が認められた(図 10)。

2. 基準模型に対する S1, S2 の角度の変化

基準模型に比較した S1, S2 の角度の変化量(平均 \pm S D)は、IJ 群, EI 群の順に X 軸方向で $-0.004 \pm 0.020^\circ$, $0.007 \pm 0.068^\circ$, Y 軸方向で $0.15 \pm 0.087^\circ$, $0.073 \pm 0.044^\circ$ であり、Y 軸方向において IJ 群, EI 群間に有意な差が認められた(図 11)。

3. S1, S2 間の相対的位置の変化

基準模型に比較した作業用模型での S1, S2 間の相対的位置の変化量(平均 \pm S D)は、IJ 群, EI 群の順に X 軸方向で $17.4 \pm 15.0 \mu\text{m}$, $8.4 \pm 10.0 \mu\text{m}$, Y 軸方向で $5.8 \pm 5.0 \mu\text{m}$, $16.6 \pm 22.0 \mu\text{m}$, Z 軸方向で $4.3 \pm 4.0 \mu\text{m}$, $17.6 \pm 11.0 \mu\text{m}$ であった(図 12)。これらから算出した S1, S2 間の相対的位置の三次元的変化量は、IJ 群で $19.6 \pm 13.2 \mu\text{m}$, EI 群で $27.6 \pm 15.1 \mu\text{m}$ であり、いずれにおいても群間に有意差はな

かった（図 13）。

考 察

1. 実験条件の設定について

本研究の基準模型として用いた金型は，松村ら¹¹⁾のものと基本的に同一の設計である。すなわち印象採得時にトレー連結部を介して基準アナログ用コーピングを個人トレー外枠にネジ固定し，印象撤去からアナログ連結，石膏注入などの過程での基準アナログ用コーピングの変位を抑制して三次元測定の基準とした上で，S1，S2の変位量を算出した。異なる点は，S1，S2を頬舌的に30°傾斜させたことである。

臨床におけるインプラント体埋入方向の実態に関してはいくつかの報告がある。岡田ら¹⁶⁾は，28症例を対象とした検索で咬合平面に対する埋入角度は上顎第一小白歯部から第二大臼歯部まで，それぞれ73.7°，77.2°，85.5°，83.7°と報告している。また石浦¹⁴⁾は15症例に対し埋入された複数インプラント体間の角度を調べ，その最大値が24.5°，最小値が0°で平均10.2°と述べており，Diagoら¹³⁾は，顎骨の頬舌径が不足する症例に対して傾斜埋入した39本のインプラント体では，26°～30°傾斜しているものが8本含まれていたとしている。前述の通り，傾斜埋入されたインプラント体では，垂直な場合に比較して上部構造の印象採得における再現性が劣る^{18～22)}とされており，さらに傾斜角度が大きいほどその傾向が強い^{18～20)}ことから，本研究ではこれらの最大値を基準としてS1,S2の傾斜角度を30°に設定した。

2. R1, R2 に対する S1, S2 の変位量について

R1, R2 に対する S1, S2 の三次元的変位量は IJ 群で

47.2±17.2µm, EI 群では 33.0±13.3µm であり, Z 軸方向での変位量とともに IJ 群と EI 群との間に有意差を認めた。また S1, S2 の角度変化は, X 軸方向では印象材間の差がなく, Y 軸方向で IJ 群, EI 群の順に 0.15±0.087°, 0.073±0.044° であり IJ 群, EI 群間に有意な差が認められた。計測値のうち, 低硬度印象材における Y 軸, Z 軸方向の変位量や X 軸方向の角度変化では, 平均値に対して SD 値が著しく大きな値となった。この原因として, 各軸方向の変位量や角度変化は大きさのみならず方向にも意味があるため, 原点を中心にプラス方向とマイナス方向への変位や変化が同程度に生じたことによるものと考えられた。

本研究の設定では, 印象撤去時における印象材の変形や, アバットメントアナログを印象材中の印象用コーピングにスクリー締結後に石膏硬化までの間における重力による変位などによって, 印象用コーピングが印象材中で傾斜を強める方向に変位することが推察され, 低硬度印象材を使用する IJ 群で角度変化が大きくなったものと考えられた。さらに, その結果として Z 軸方向の高さを減じたと推察された。

垂直に埋入されたインプラント体上のアバットメントを想定した基準模型を用いて検索した松村らの報告¹¹⁾では, R1, R2 に対する S1, S2 の三次元的変位量は IJ 群で 56.8±16.7µm, EI 群では 41.7±15.1µm であり, 印象材間の有意差はなく, 本研究の結果と明確な差は認めない。ただし, 本研究とは異なり各軸方向の変位量においても印象材間の差はなかった。これは本研究でみられた Z 軸方向の変位量における印象材間の差が傾斜埋入によるものであることを裏付けていると考えられる。

傾斜埋入されたインプラント体の印象採得での再現性

に関するこれまでの報告によると，茂木¹⁸⁾はインプラント体の傾斜が 15° の場合に作業模型における再現性に有意差を認め，また Assunção ら²⁰⁾は埋入角度が 75° になるとアナログの傾斜角に有意な差を生じると述べている。さらに重岡¹⁹⁾はインプラント印象撤去角度が 10° では問題ないが， 15° では作業用模型に有意な変化があったと報告している。印象システムや使用印象材が異なることを考慮する必要はあるが，概して咬合平面や撤去方向に対して 15° 以上の傾斜が作業用模型の再現性にとって問題を生じる可能性がある。本研究では，臨床上考えられる最大の傾斜角度^{13~16)}を想定した設定において印象材の硬度により有意な差を生じたことになる。上記の通り，傾斜角度の増加が再現性の低下に影響を及ぼしていることから，S1, S2の傾斜が 15° より小さくなった場合には，印象材間の差がなくなる可能性がある。

また，Z軸方向でマイナス方向に変位したため，歯列模型に対してアバットメントアナログが低位になることを意味し，作業用模型上で製作した上部構造の咬合高径が大きくなる。松下²³⁾は，クラウン作製過程において口腔内の咬頭嵌合位に対して模型の咬頭嵌合位では約 $191\mu\text{m}$ 咬合が高くなることを報告しており，口腔内装着時に調整を要することになるが，インプラント上部構造では天然歯の歯冠補綴装置に比較して $30\sim 50\mu\text{m}$ 程度，調整量が多くなると考えられる。またY軸方向の角度変化も認められたが，差が僅かであるため咬合接触関係や隣接接触関係に及ぼす影響は限定的と考えられ，Z軸方向の変位を含め口腔内における調整の範囲と推測される。したがって臨床的な観点からは，天然歯とインプラントが混在する口腔内において，術者や患者にとって負担の少ない低硬度印象材を使用した場合でも，上部構造の歯列におけ

る位置の面で，高硬度印象材と同等の結果が得られることが明らかとなった。

3. S1, S2間の相対的位置の変化について

S1, S2間の相対的位置の三次元的変化量は，IJ群では $19.6 \pm 13.2 \mu\text{m}$ ，EI群では $27.6 \pm 15.1 \mu\text{m}$ で有意な差はみられなかった。S1, S2を垂直に植立した基準模型による松村らの報告¹¹⁾におけるS1, S2間の相対的位置の変化は，IJ群で $40.6 \pm 19.4 \mu\text{m}$ ，EI群で $56.1 \pm 12.3 \mu\text{m}$ であり，これらの間に有意差はなかった。本研究においても，松村らの研究でもS1, S2上の印象用コーピング間をパターン用レジンで連結した状態で印象採得しているため，S1, S2間の相対的位置の変化における本研究と松村らの報告¹¹⁾との差異が生じた原因としては，ディスクで切断する際の削除量や連結に用いたレジンの量などが考えられる。また三次元座標測定器を用いてレプリカや印象用コーピングの変位を調べたKimら²⁴⁾の報告によると，印象採得から作業用模型作製までの過程における変位量は，印象用コーピングを連結しない場合で $36.8 \pm 18.5 \mu\text{m}$ ，連結した場合に $37.6 \pm 16.5 \mu\text{m}$ であったため，本研究の結果は松村らの報告やKimらの報告と同等，もしくは小さな値といえる。

この値は作業用模型上で製作した上部構造の口腔内の適合に関係することになるが，Maら²⁵⁾は，Bränemark systemでのパーツ間の適合性におけるXY平面での許容度は $22 \sim 100 \mu\text{m}$ であると報告していることから，本研究でのX軸，Y軸方向での相対的位置の変化量はこれに含まれる可能性が高い。またZ軸方向での適合検査については，スクルー締結時に初期抵抗を認知した時点から最終締結点までのgold screwの回転角による方法²⁶⁾が用いられ，gold screwの回転角が 45° 以内で良好と判定

される。gold screw のピッチが約 0.3mm であるため、この方法による Z 軸方向の許容度は約 40 μ m となり、本研究で最大値を示した試料における位置変化でも良好と判断される範囲に入るため、臨床的には問題を生じないと考えられた。

結 論

インプラント体の傾斜埋入を想定した基準模型を用いて、印象材の硬度が作業用模型におけるアバットメントアナログの変位に及ぼす影響を検討し、以下の結論を得た。

1. R1, R2 に対する S1, S2 の三次元的変位量は IJ 群で $47.2 \pm 17.2 \mu\text{m}$, EI 群では $33.0 \pm 13.3 \mu\text{m}$ であり、IJ 群で有意に大きかった。また Z 軸方向の変位量および Y 軸方向の角度変化に印象材の硬度の違いによる有意差が認められたが、これらは臨床的には口腔内調整の範囲と考えられた。
2. S1, S2 間の相対的位置の変化量は、IJ 群では $19.6 \pm 13.2 \mu\text{m}$, EI 群では $27.6 \pm 15.1 \mu\text{m}$ で有意な差はみられなかった。また、ほとんどの試料で適合性の許容度の範囲内にあると考えられた。

以上のことから、傾斜埋入されたインプラントの印象採得では、印象材の硬度の高低に関わらず適合に優れる上部構造の製作が可能であることが示唆された。

文 献

- 1) Jemt, T.: Failure and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Bränemark implants in edentulous jaws: A study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual

- checkup. *Int. J. Oral Maxillofac Implant* 6; 270-276 1991.
- 2) Jemt, T., Lekholm, U.: Measurement of bone and frame-work deformations induced by misfit of implant superstructures. A pilot study in rabbits. *Clin. Oral Implant Res.* 9; 272-280 1998.
- 3) Eliasson, A., Örtorp, A.: The accuracy of an implant impression technique using digitally coded healing abutments. *Clin. Implant Dent. Relat. Res.* 14 (Suppl 1); e32-e38 2012.
- 4) Bränemark, P.I., Zarb, G.A., Albrektsson, T.: 印象採得，ティッシュインテグレイション補綴療法（関根 弘，小宮山彌太郎，吉田浩一 訳）；251-257 クインテッセンス出版 東京 1990.
- 5) Assif, D., Fenton, A., Zarb, G., Schmitt, A.: Comparative accuracy of implant impression procedures. *Int. J. Periodont. Rest. Dent.* 12; 113-121 1992.
- 6) Assif, D., Marshak, B., Schmidt, A.: Accuracy of Implant impression techniques. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 11; 216-222 1996.
- 7) Naconecy, M.M., Teixeira, E.R., Shinkai, R.S.A., Frasca, L.C.F., Eng, A.C.: Evaluation of the accuracy of 3 transfer techniques for implant-supported prostheses with multiple abutments. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 19; 192-198 2004.
- 8) Del'Acqua, M.A., Chavez, A.M., Castanharo, S.M., Compagnoni, M.A., Mollo Jr, F.A.: The effect of splint material rigidity in implant impression techniques. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 25; 1153-1158 2010.
- 9) Carr, A.B. : Comparison of impression techniques for a five-implant mandibular model. *Int. J. Oral Maxillofac.*

- Implants 6; 448-455 1991.
- 10) Del`Acqua, M.A., Chavez, A.M., Amaral, A.L.C., Compagnoni, M.A., Mollo Jr, F.A.: Comparison of impression techniques and materials for an implant-supported prosthesis. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 25; 771-776 2010.
- 11) 松村奈美, 山内貴子, 山村文弘: 印象材の硬度がアバットメントレプリカの変位に及ぼす影響. *奥羽大学歯学誌*. 40 2013 (印刷中).
- 12) Bilhan, H.: An alternative method to treat a case with severe maxillary atrophy by the use of angled implants instead of complicated augmentation procedures: A case report. *J. Oral Implantol.* 34; 47-51 2008.
- 13) Diago, M.P., Ferrin, L.M., Oltra, D.P., Canullo, L., Guirad, J.L.C., Diago, M.P.: Tilted implants for the restoration of posterior mandibles with horizontal atrophy: An alternative treatment. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 71; 856-864 2013.
- 14) 石浦雄一: インプラント作業模型の寸法精度ー支台歯間の傾斜の影響についてー. *補綴誌* 43; 809-820 1999.
- 15) 岡田常司, 塩田 真, 藤森達也, 立川敬子: 咬合平面に対するインプラント埋入角度の分析. *日口腔インプラント誌* 15; 89 2002.
- 16) 岡田常司, 塩田 真, 藤森達也, 立川敬子: 上顎臼歯部におけるインプラントの上顎咬合平面に対する埋入角度の分析. *日口腔インプラント誌* 15; 258 2002.
- 17) 前田芳信, 十河基文, 小宮山彌太郎, 西田尚人, 矢儀一智, 山本英貴, 堀坂充広: 卒後臨床研修におけるインプラント埋入実習の試み. *日口腔インプラント誌*

- 18 ; 437-443 2005.
- 18) 茂木 満, 渡邊文彦, 畑 好昭: 傾斜植立されたインプラントの模型上における位置の再現性 - 5種印象法による違い -. 日口腔インプラント誌 15 ; 315-322 2002.
- 19) 重岡祐一: トランスファーシステムによる作業用模型の寸法精度に及ぼす印象撤去方向の影響. 補綴誌 48 ; 563-572 2004.
- 20) Assunção, W.G., Britto, R.C., Barão, V.A.R., Delben, J.A., dos Santos, P.H.; Evaluation of impression accuracy for implant at various angulations. *Implant Dent.* 19; 167-174 2010.
- 21) Sorrentino, R., Gherlone, E.F., Calesini, G., Zarone, F.; Effect of implant angulation, connection length, and impression material on the dimensional accuracy of implant impressions: An in vitro comparative study. *Clin. Implant Dent. Relat. Res.* 12 (Suppl 1); e63-e76 2010.
- 22) Jang, H.K., Kim, S., Shim, J.S. Lee, K.W., Moon, H.S.: Accuracy of impressions for internal-connection implants prostheses with various divergent angles. *Int. J. Oral Maxillofac. Implant* 26; 1011-1015 2011.
- 23) 松下和夫: 歯冠補綴物の咬合面精度に関する研究 - 全部鑄造冠の製作過程が咬合の高さに及ぼす影響 -. 補綴誌 26 : 250-266 1982.
- 24) Kim, S., Nicholls, J.I., Han, C.H., Lee, K.W: Displacement of implant components from impression to definitive casts. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 21;747-755 2006.
- 25) Ma, T., Nicholls, J.I., Rubenstein, J.E.: Tolerance

measurements of various implant components. Int. J.

Oral Maxillofac. Implants 12; 371-375 1997.

- 26) 高 錫 愨，森下 亜 矢 子，高岡 元 文，中嶋 亜 紀，高梨 芳
彰，辻 吉 純，堀田 宏 巳，嶋村 一 郎，岸 正 孝：
Osseointegrated implant における 上部 構造 の 適合 性 向
上 に関する 臨床 的 検討 (第 2 報) - 上部 構造 の 被 覆 範
囲 の 差 と 適合 精度 と の 関係 - . 歯 科 学 報 99; 689-699
1999.

図表の説明

- 図 1 ステンレス製金型による基準模型
- 図 2 印象用コーピングとトレー連結部
- 図 3 個人トレー製作時のリリース
- 図 4 個人トレー内面
- 表 1 使用材料の理工学的性質（メーカー公表値）
- 図 5 アナログを締結した印象とボクシング用金型枠
- 図 6 作業用模型
- 図 7 基準模型上に設定した座標系
- 図 8 測定用ジグ
- 図 9 R1, R2 に対する S1, S2 の変位量（各座標軸方向）
- 図 10 R1, R2 に対する S1, S2 の三次元的変位量
- 図 11 基準模型に対する S1, S2 の角度の変化
- 図 12 S1, S2 間の相対的位置の変化量（各座標軸方向）
- 図 13 三次元的な S1, S2 間の相対的位置の変化量

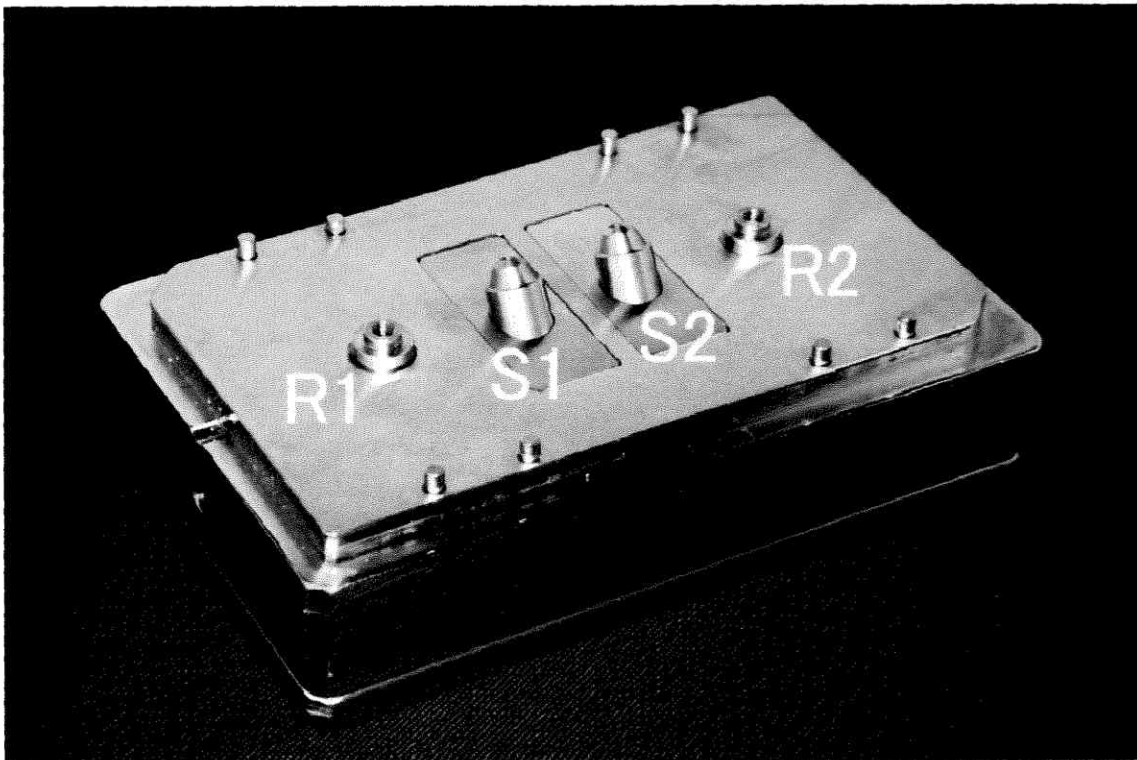


図1 ステンレス製金型による基準模型

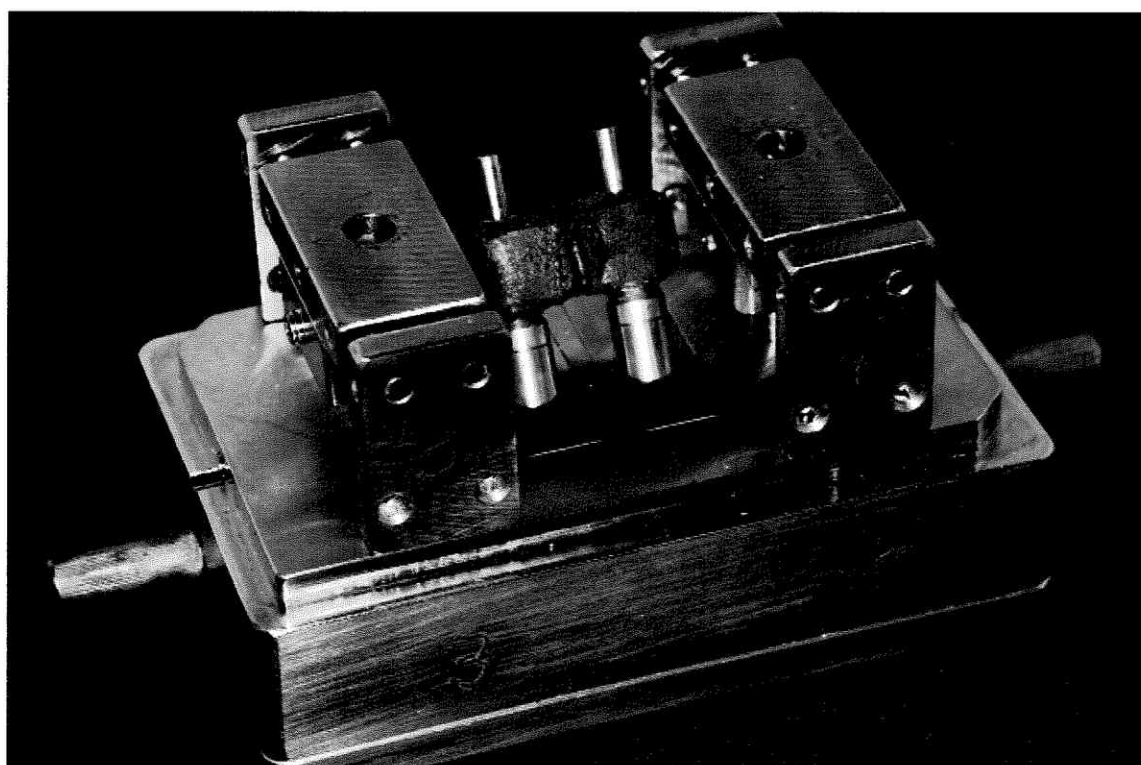


図2 印象用コーピングとトレー連結部

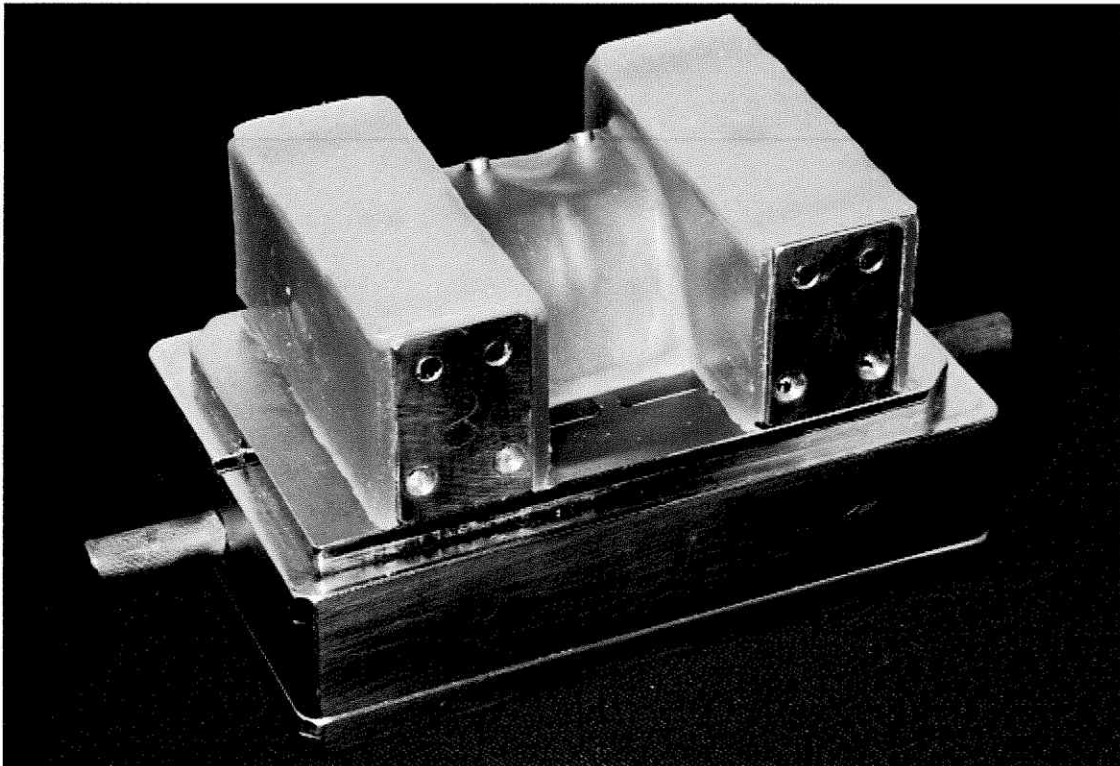


図3 個人トレー製作時のリリーフ

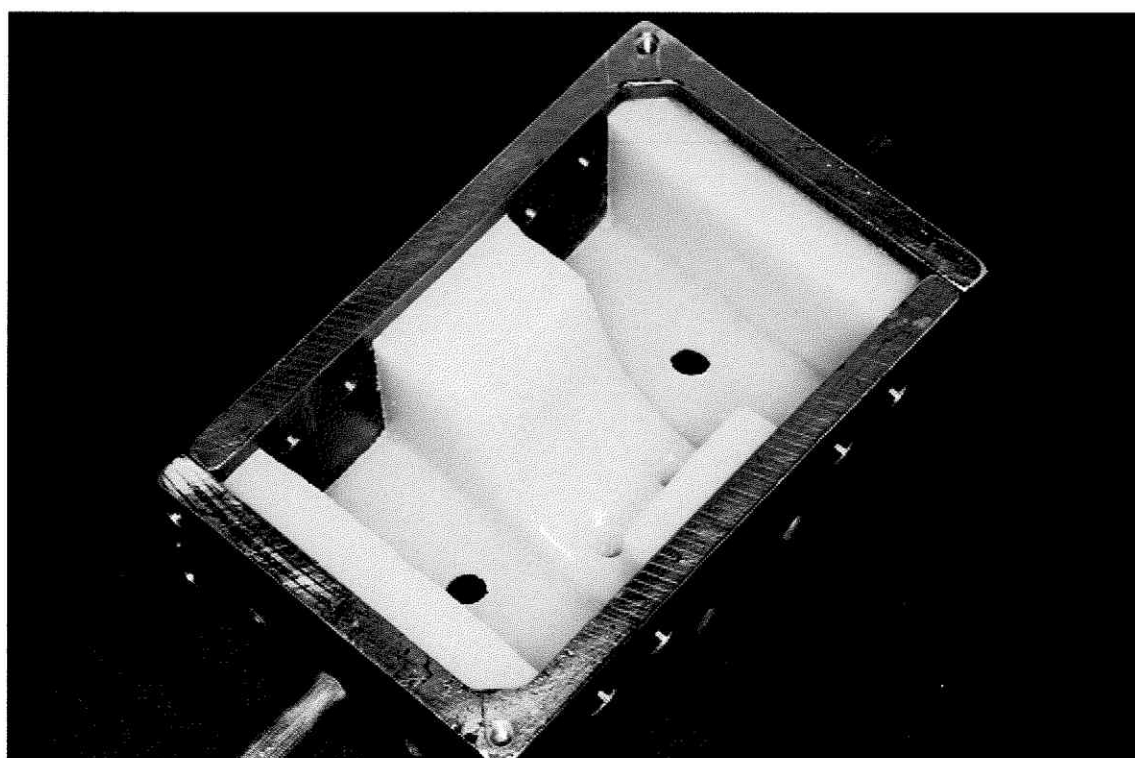


図4 個人トレー内面

使用材料の理工学的性質（メーカー公表値）

印象材	ショアA硬度	永久ひずみ(%)	寸法変化(%)
エグザミックスファイン インジェクションタイプ (ジーシー)	33	0.3	0.1
エグザインプラント (ジーシー)	66	0.6	0.1
模型材	混水比(水/粉)	硬化膨張率(%)	圧縮強さ(MPa)
ニューフジロック (ジーシー)	0.20	0.08	63.7

表1 使用材料の理工学的性質（メーカー公表値）

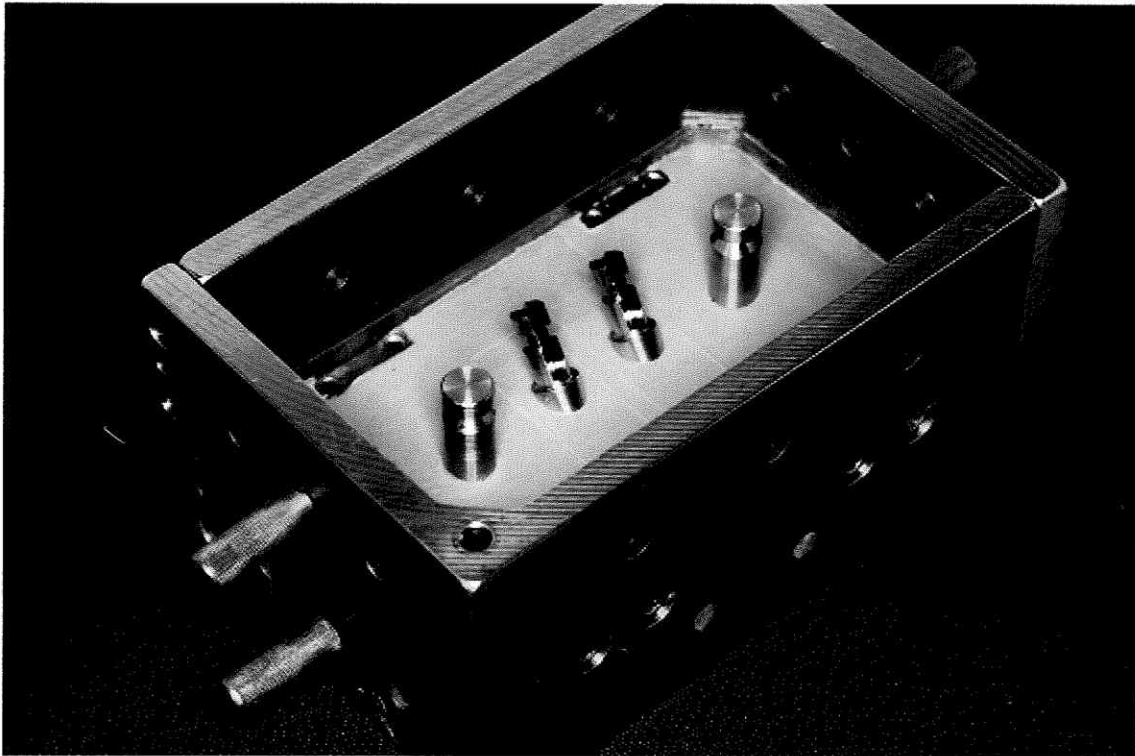


図5 レプリカを締結した印象とボクシング用金型枠

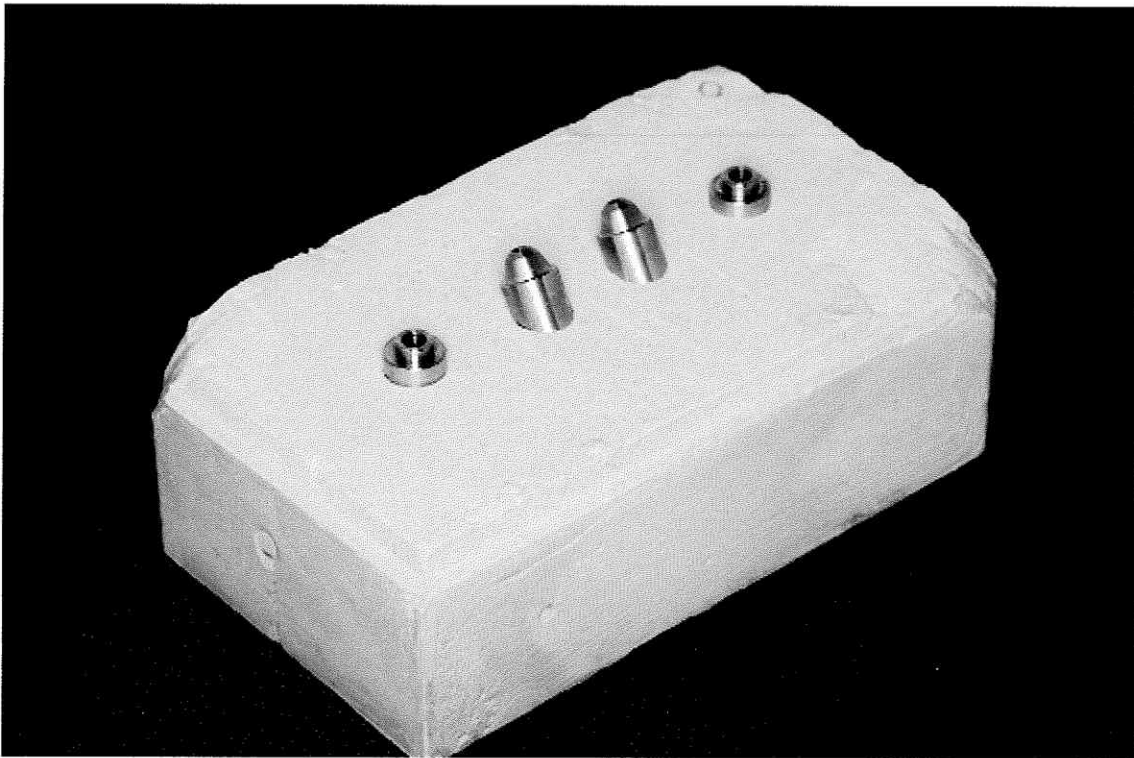


図6 作業用模型

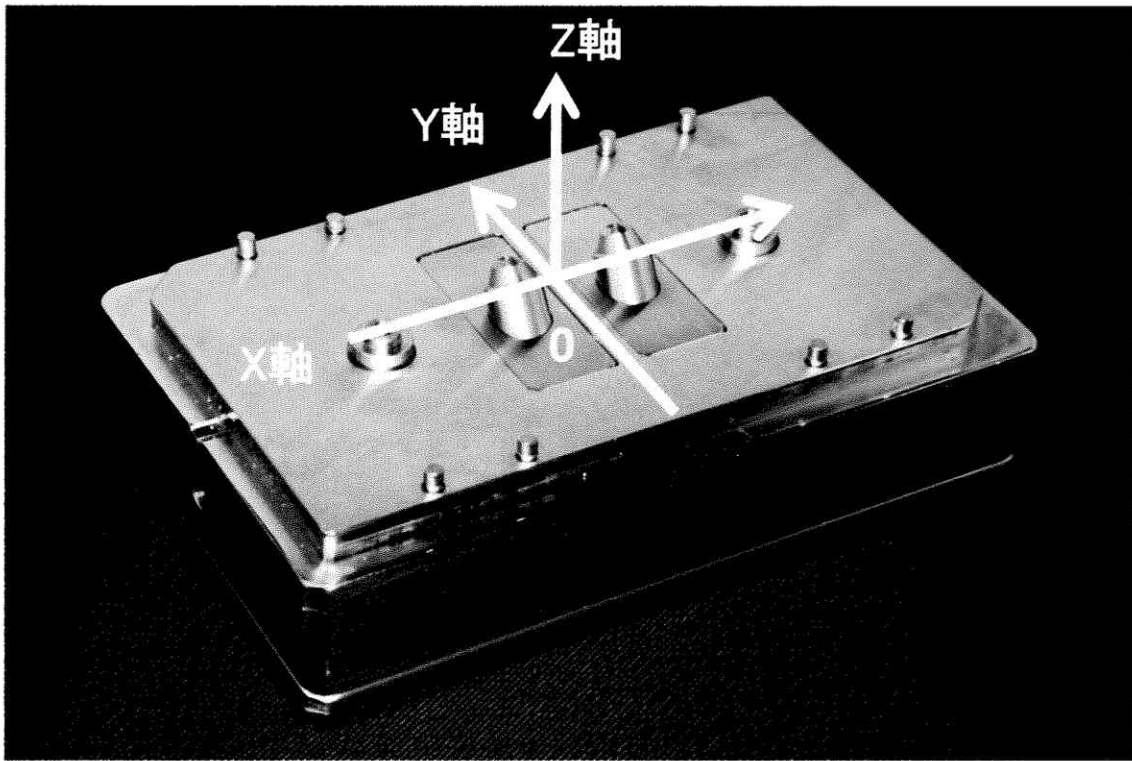


図7 基準模型上に設定した座標系

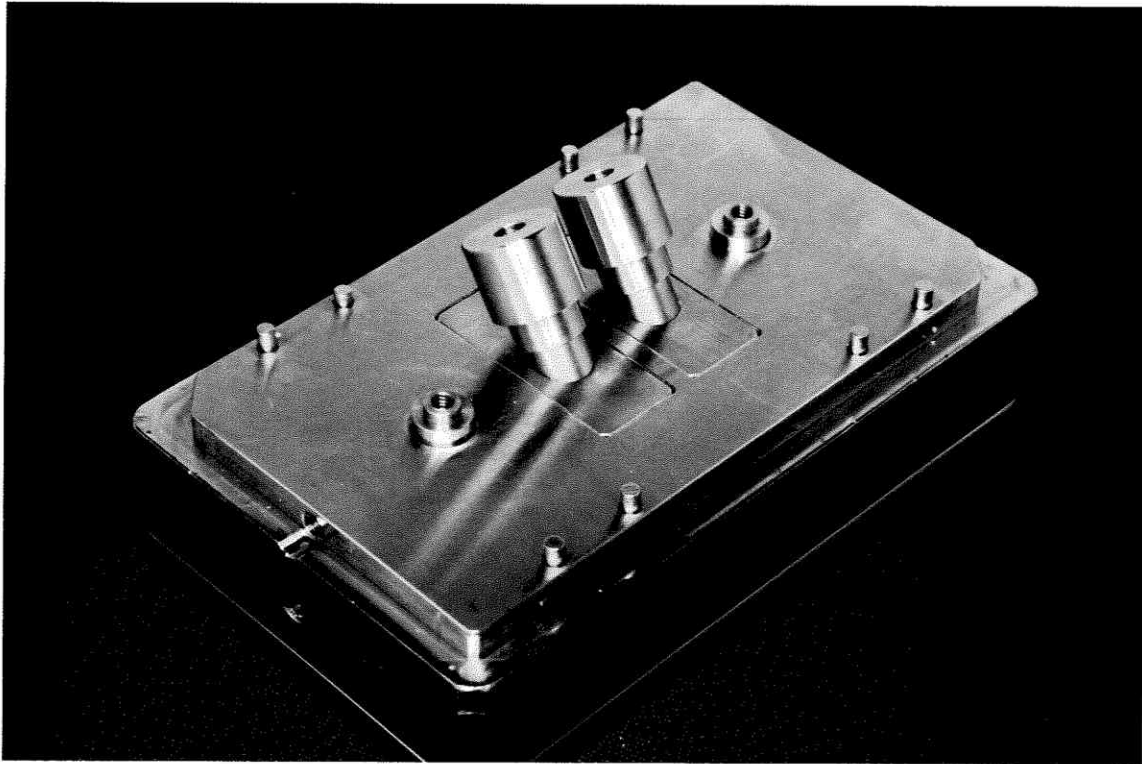


図8 測定用ジグ

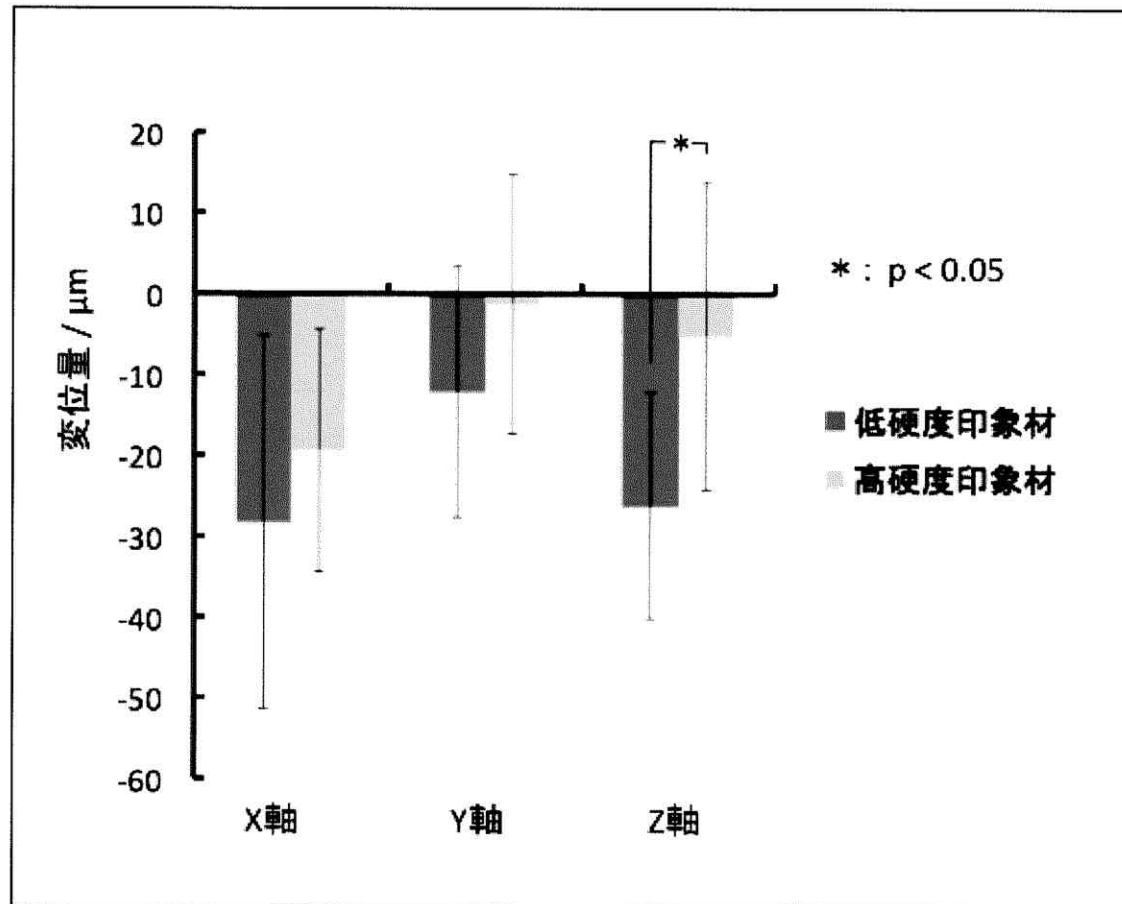


図9 R1, R2 に対する S1, S2 の変位量 (各座標軸方向)

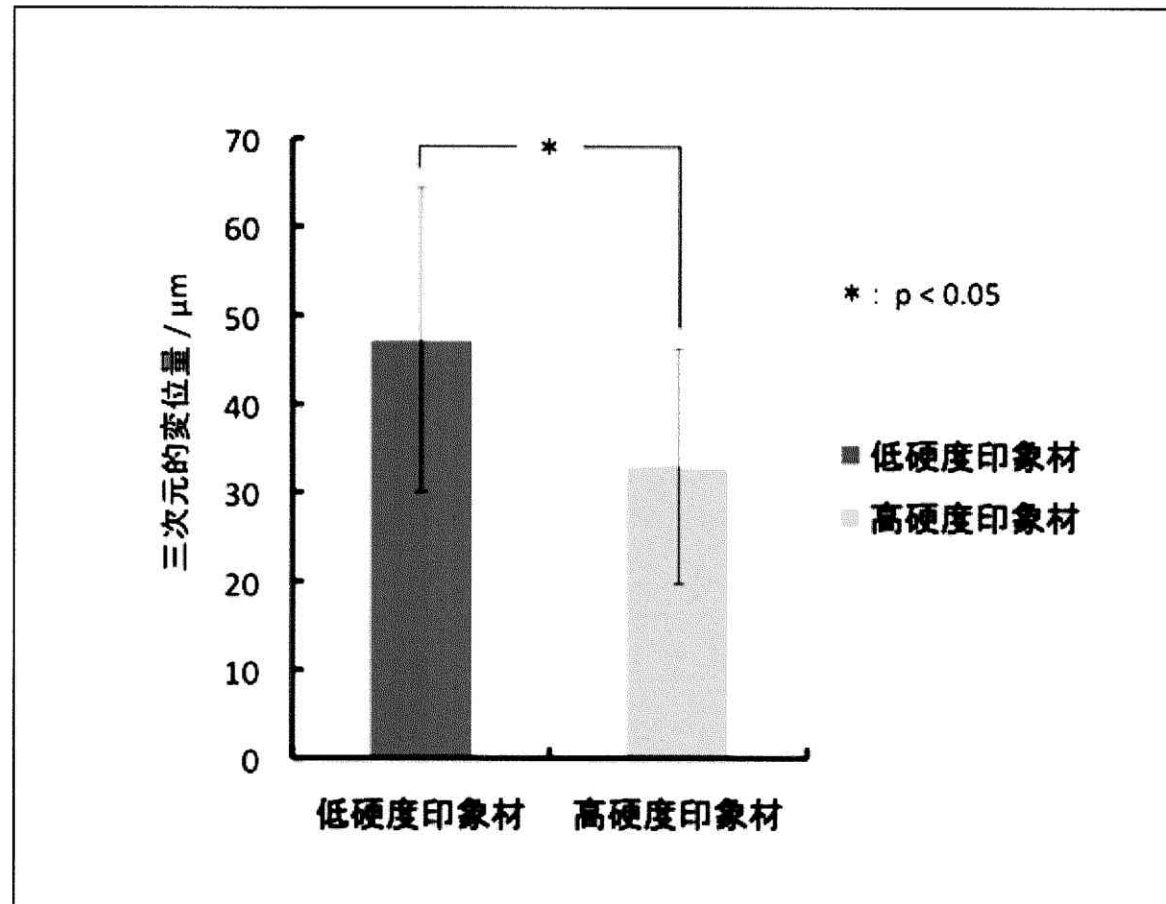


図 10 R1, R2 に対する S1, S2 の三次元的変位量

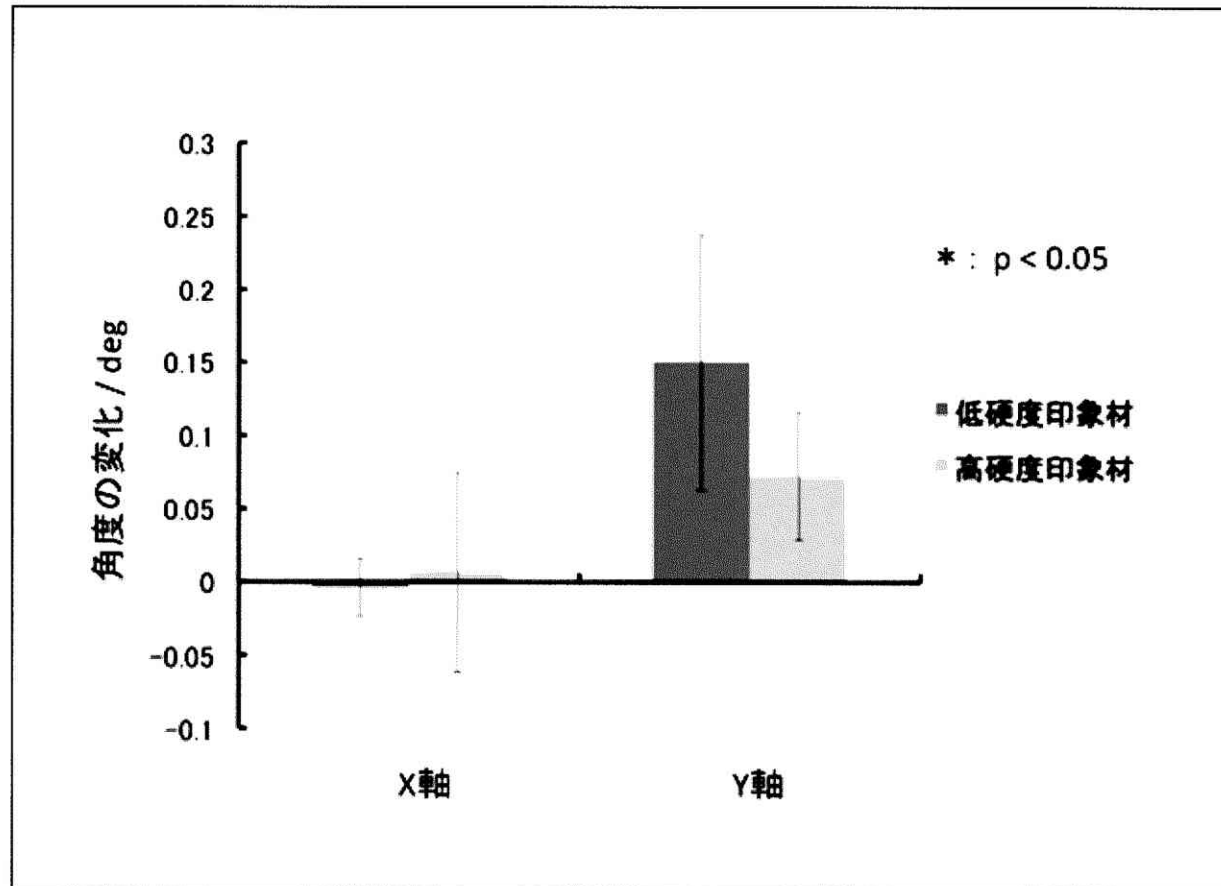


図 11 基準模型に対する S1, S2 の角度の変化

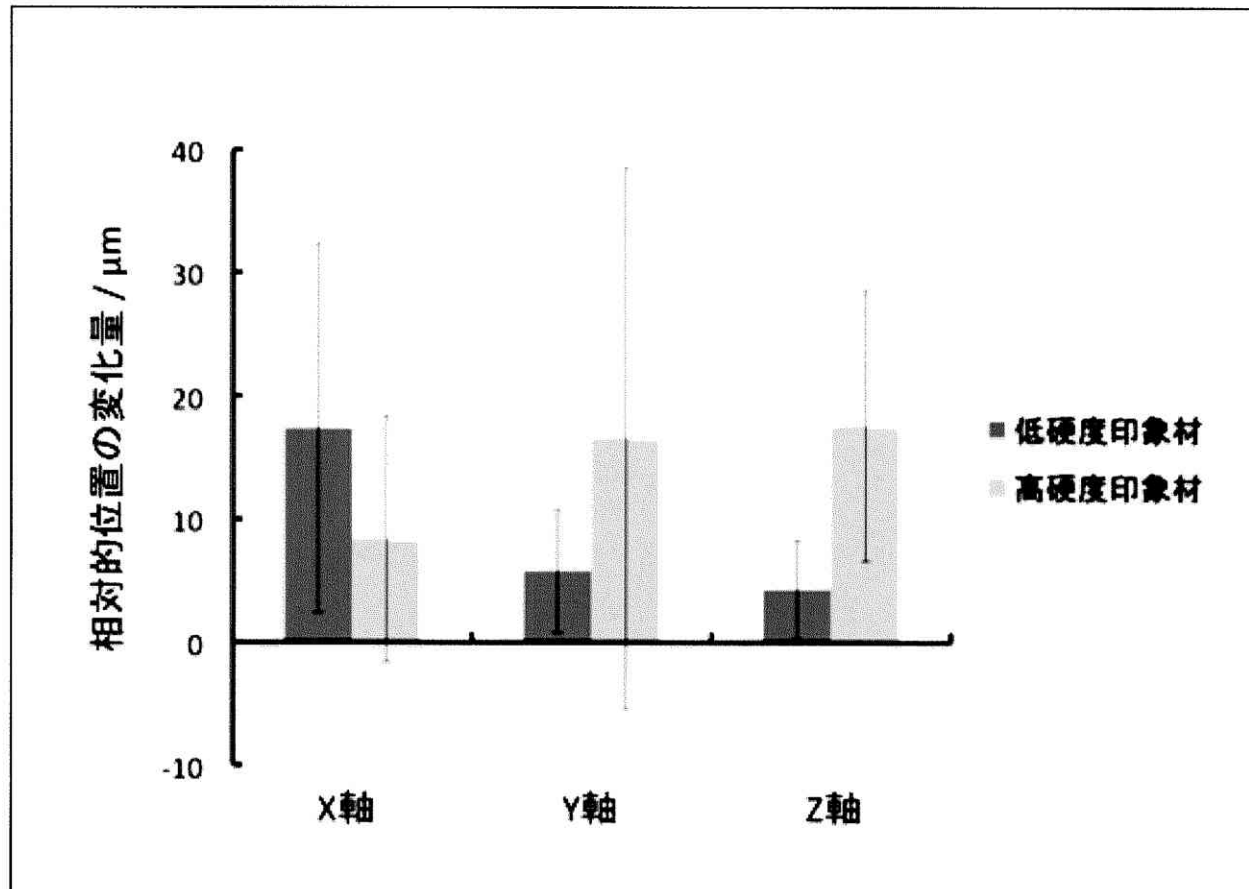


図 12 S1, S2 間の相対的位置の変化量 (各座標軸方向)

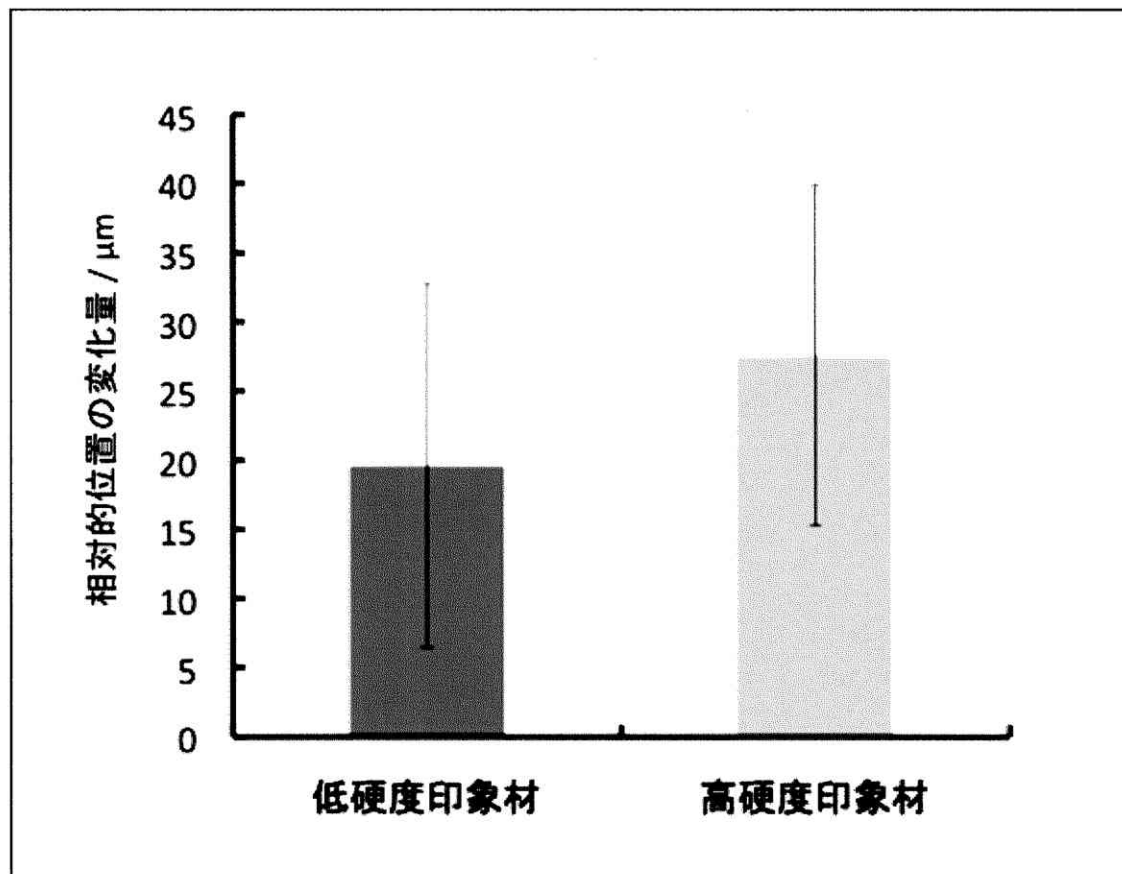


図 13 三次元的な S1, S2 間の相対的位置の変化量