

# 経穴取穴に関する解剖学的構造の可視化及び3Dモデルの製作

## -MRI画像に基づく大腰筋の抽出と製造-

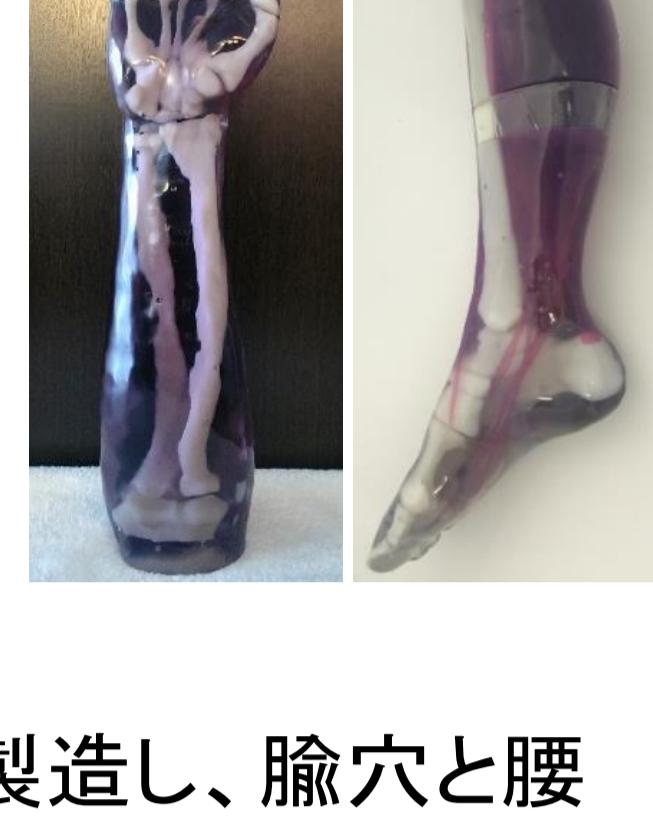
小川 一<sup>1)2)</sup>、土井 章男<sup>3)</sup>

1)日本鍼灸理療専門学校 2)東洋医学研究所 3)岩手県立大学

### 背景と目的

人体の腧穴(ツボ)は、経穴として分類されるとともに「取穴」が定義されてきた。近年では、WHOにおいて取穴の標準化もされている。

その取穴・刺鍼の訓練で、経穴と深部構造を立体的に対比しつつ認識できるモデルはこれまでなく、H25年度東洋療法学校協会学術大会およびH26年度の本学会にて、皮膚面から内部の構造を透過させ実際に即して前腕と手および下腿と足の透過型経穴・立体解剖モデルを製造(右図)し、①経穴と骨や筋の立体的関係の可視化 ②取穴部位の触覚と深部の視覚情報による立体的な体感の可能性を報告した。



今回は、腰部の深部にある大腰筋を可視化した3Dモデルを製造し、腧穴と腰椎及び大腰筋の関係や刺鍼の方向・深さの立体的な認識を示せるか検討した。

### 方法

- (1) MRI画像を撮像
- (2) 経穴をマッピング、骨・筋・皮膚面および経穴を抽出
- (3) 対象別に3Dデータ化
- (4) 3Dプリンタで造形
- (5) 画像計測・アンケート調査

#### (1) MRIによる撮像

- 対象:51歳男性 身長174cm 体重71kg 体脂肪率24%
- 体位:伏臥位 部位:腰部、第1腰椎(以下、L1)よりL5の間
- 撮像装置:東芝製 FLEXART MRT-50GP (0.5T)
- 撮像方法:FE, T1強調(筋や骨の抽出を考慮)
- スライス面および間隔:水平断~3mm 矢状断~9.5mm



#### (2) 経穴・筋・骨の抽出

経穴・腧穴は、下記1,2の部位に貼ったマーカーを参照し、MRI画像上でマッピングした。筋は腸肋筋、最長筋、多裂筋、腰方形筋を、骨は腰椎(L5は部分)を対象とした(右図参照)。

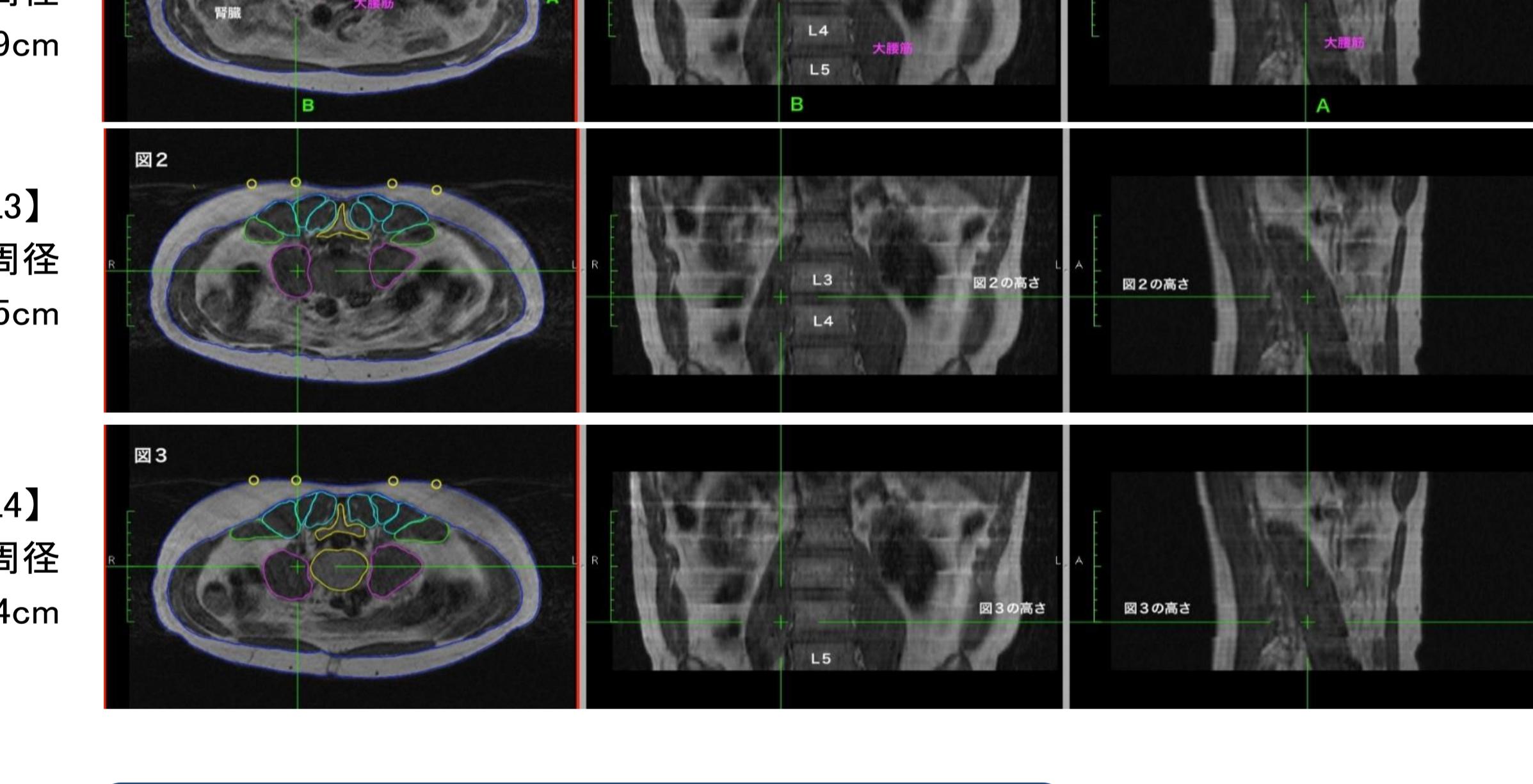
1. 督脈上のL2とL3棘突起間の陥凹部(経穴:命門穴)



【図1 L2の高さのMRI画像。マーカーを参照しマッピングした腧穴と皮膚面および筋・骨と腎臓の抽出も行った。】

2. L2およびL3、L4の高さで皮膚面を上下に挟んだ皺上の後正中線より外1.5寸と3寸付近(位)の陥凹部(腧穴)

抽出は、DICOM形式で画像解析ソフト「OsiriX」に取り込んだスライス画像(上下60枚、左右21枚)に対して、上記経穴・腧穴と骨・筋を関心領域として設定し行った。図1~3は、腧穴を配置した高さの画像の抽出例を示す。図A・Bはスライス画像から作成された前頭断と矢状断の画像(縦3枚共通)で、大腰筋の位置と画像上に水平断の高さが緑線で示され、図1,2,3は棘突起の高さ、図1,2は椎体間の位置となった。



#### (3) 3Dデータの作成

- 抽出した個別の構造を「OsiriX」のセグメンテーション機能用いて3Dデータ(ポリゴン)化(右図)
- obj形式で出力
- 3Dデータを3Dモデリングソフトの「Zbrush」にて取得
- 構造別の3Dデータをボリュームを変えず平滑化
- 経穴・腧穴は球体(直径8mm)に置換
- 皮膚・骨・筋・経穴のデータをSTL形式で出力



【OsiriXの画面  
(ポリゴン化した大腰筋の画像)】



【Zbrushの画面 左は前方から、右は後方からみたモーリング中の画像(他の構造を透過して大腰筋を強調)】

#### (4) 3Dプリンタでの出力

造形はマルチマテリアル・マルチカラーの造形が可能な3Dプリンタを持つ(株)ファソテック メディカルエンジニアリングセンターに依頼し下記の通り出力。

- 3Dプリンタ:Objet500 Connex3 (Stratasys Japan Co.,Ltd)
- 使用材料:アクリル系樹脂  
皮膚:クリア(透明) 骨:白 筋:マジンダ+クリア
- 積層方法:インクジェット方式  
・積層時間:65時間31分
- 積層間隔:30μm  
・積層数:5747スライス

<3Dプリンタについて>  
コンピュータ上のデータを基に立体構造を造形する装置。印刷用プリンタのインクに相当する樹脂等の「材料」で薄い層で立体物を形成する。  
[特長]・意図するあらゆる形状を作成可能、変更も容易  
・3Dデータがあれば造形が可能、特殊スキルは不要  
・造形のスピードも早く、少數では低コストで実現

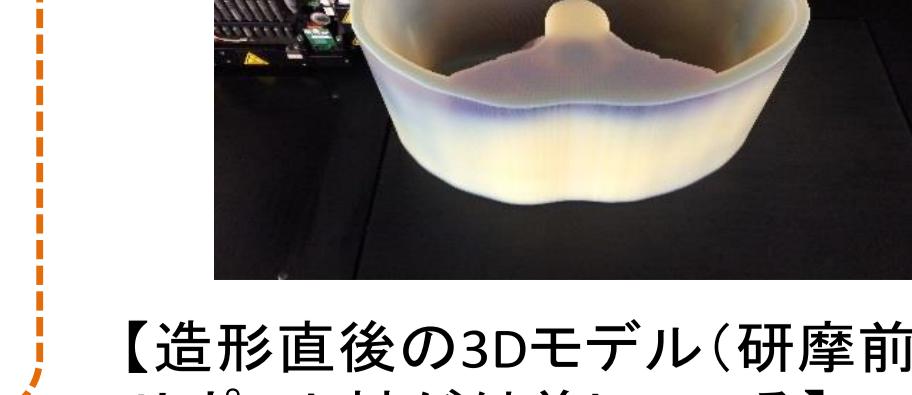
<3Dプリンタの積層方法>  
a.光造形法 b.熱溶解積層法 c.粉末法  
d.インクジェット方式 (採用プリンタ)  
・樹脂を噴射し、紫外線で固めて積層  
・サポート材を利用し、造形後剥離する



【出力前のファイルの画像】



【使用した3Dプリンタ】



【造形直後の3Dモデル(研磨前)  
サポート材が付着している】

### (1) 結果: 造形の全体像



※(株)ファソテック提供  
腰部3D認知モデル(上前方から撮影) (上後方)



(上方) (下方)



【モデル外寸および重量】 (前上方) (上左方) (後左方) (上右方)

342mm 170mm (4.6kg) 200mm

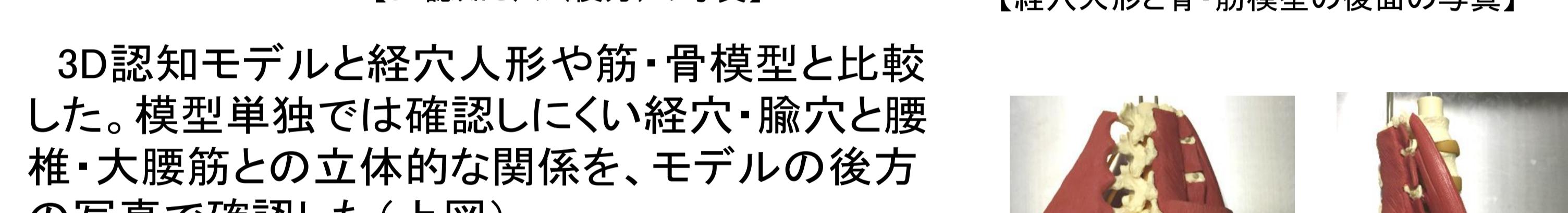
【(株)ファソテック提供】

腰部3D認知モデル(上前方から撮影) (上後方)

(上方) (下方)

(前上方) (上左方) (後左方) (上右方)

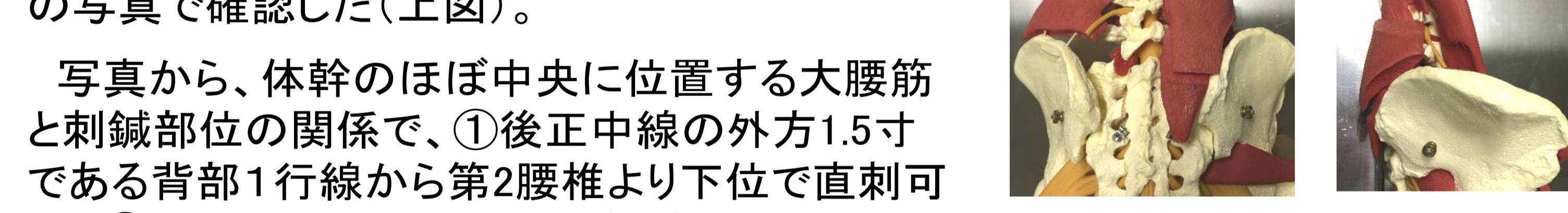
【(2) 3D認知モデルと経穴人形、骨・筋模型の比較】



【3D認知モデル(後方)の写真】



【経穴人形と骨・筋模型の後面の写真】



【3D認知モデルと経穴人形や筋・骨模型と比較】

透過された大腰筋を視認できる

L2の棘突起

L2外方3寸位

L2外方1.5寸位

L3外方1.5寸位

L4外方1.5寸位

【3D認知モデル(後方)の写真】

【経穴人形と骨・筋模型の後面の写真】

【(3) 腘穴から大腰筋までの深さ・角度とその認識】

表1.2に図1~3のMRI画像上で計測した結果を示す。表1では1.5寸位から体幹の厚みに対する大腰筋までの深さの割合の左右平均が、L2・L3・L4に従い37%~43%・48%と深さを増す傾向を示し、表2では3寸位から大腰筋への角度の左右平均がL2・L3・L4に従い垂線に対して36.7°~27.3°~22.0°と浅くなる傾向を示した。

そこで、被検者5名(a-e)にモデルの視認によるアンケート調査を行った(表3.4)。視覚で認識された1.5寸位での体幹の厚さに対する大腰筋の刺入深度の割合と、3寸位から大腰筋までの刺入角度をL2、L3、L4で比較すると、全員の認識が画像計測による変化の傾向との一致を示した。

表1.2に図1~3のMRI画像上で計測した結果を示す。表1では1.5寸位から体幹の厚みに対する大腰筋までの深さの割合の左右平均が、L2・L3・L4に従い37%~43%・48%と深さを増す傾向を示し、表2では3寸位から大腰筋への角度の左右平均がL2・L3・L4に従い垂線に対して36.7°~27.3°~22.0°と浅くなる傾向を示した。

そこで、被検者5名(a-e)にモデルの視認によるアンケート調査を行った(表3.4)。視覚で認識された1.5寸位での体幹の厚さに対する大腰筋の刺入深度の割合と、3寸位から大腰筋までの刺入角度をL2、L3、L4で比較すると、全員の認識が画像計測による変化の傾向との一致を示した。

そこで、被検者5名(a-e)にモデルの視認によるアンケート調査を行った(