

<研究論文>

光学式3次元人体形状計測装置を用いた体型変化の視覚化 ならびに他者との体型比較

省略表題：3Dボディスキャナーによる体型変化の視覚化

升方 美優¹⁾, 藤田 英二²⁾

¹⁾鹿屋体育大学体育学部

²⁾鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

I. 緒言

一般的にスポーツの世界では、競技年数や競技レベルに応じて各競技種目に応じた筋肉の付き方などの体型が最適化していく。また、体型は種目特性に応じた体力と深く関わり、技術や精神力と並んで競技力を大きく左右する要素となる。そして、そのように競技種目ごとに最適化された体型があるとすれば、日々のトレーニングはその体型を目指して行われていくことになる。

アスリートがトレーニングによる身体づくりを行った場合、そのトレーニング前後の身体の変化、すなわち形態面に現れるトレーニング効果の判定は、身体組成測定による除脂肪量や脂肪量の変化や、メジャーを利用した身体各部の周囲径、ならびに超音波観察装置を利用した筋の厚さ（筋厚）や脂肪層の厚さ（脂肪厚）などによるものが多い（千葉ほか、2010；小早川ほか、1991；山田ほか、2009；八百ほか、2017）。

最もアスリート自身が体型変化を理解しやすいのは、視覚化した体型情報を比較することである。以前は写真などによる比較も行われていたが、写真は2次元の情報による比較であるため、それぞれの競技種目に特有の体型を表現するには限界があった。しかし、近年は光学式3次元人体形状計測装置（以下、3Dボディスキャナー）が登場し、それを用いた体型測定は主に服飾の分野で行われるようになってきたが（佐藤ほか:2015）、この3Dボディスキャ

ナーを用いたアスリートにおけるトレーニング前後の体型比較は、視覚的に直接比較する手法がなく行われてこなかった。そこで本研究では、この3Dボディスキャナーを用いて取得した体型情報をトレーニング前後で比較または他者との視覚的な比較が可能なプログラムを作成することを目的とし、その有用性について報告する。

II. 方法

対象はボディビルならびにフィジーク競技を始めて身体づくりのトレーニングを行っている24歳の男子大学院生1名（身長164.3cm、体重78.5kg）とした。対象者の競技歴は大学4年生まで柔道を16年、大学4年生から柔道と平行してボディビルディング競技を始め、2021年度の九州学生ボディービル・フィジーク選手権のフィジーク部門で優勝している。現在のトレーニングは、90分のレジスタンストレーニングを週に5～7日行っている。3Dボディスキャナーによる体型測定は、2021年7月と11月の2回行った。

3Dボディスキャナーによる体型測定は、浜松ホトニクス株式会社製の光学式3次元人体形状計測装置（Body line Scanner, C8300）を用いて行った。頭部は髪の毛を覆うようにシリコンキャップをかぶり、上半身は裸で黒色以外のスパッツ着用させた。足を装置上の足部ガイドラインの上にあわせて立たせ、両上肢は肩関節軽度外転位でまっすぐ伸ばして中指先端を装置のガイドの先にあわせた姿勢をとら



図1. 測定時の風景
a. 測定器の中, b. 測定時の姿勢

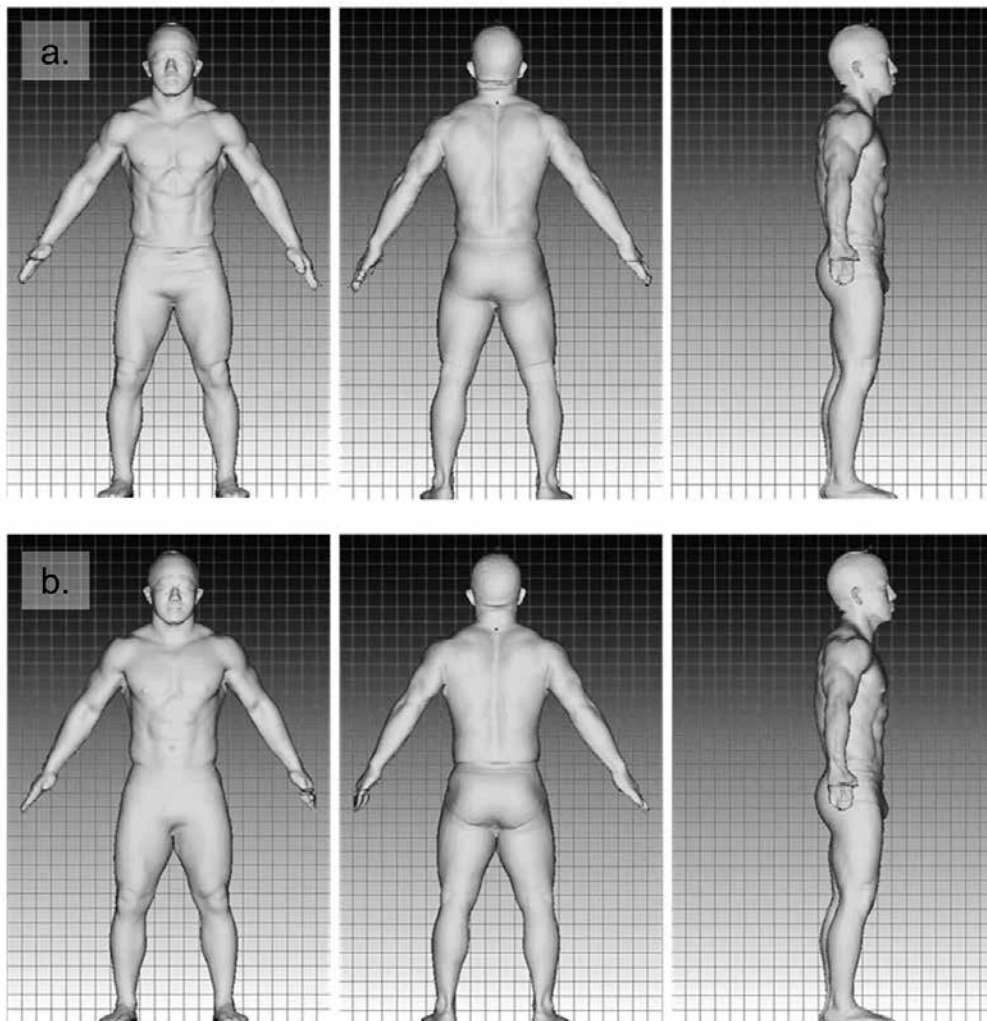


図2. 対象者のトレーニング前後の体型データ
a. 2021年7月, b. 2021年11月

せた(図1)。全身の測定に要する時間は10秒で、その間動かないように指示した。同装置は三角測量法を用いてレーザーカメラから物体までの距離を測定することによって形状をスキャンする装置である。鉛直方向2.5mmごとに水平横断面のスキャンを行い、スキャン平面上にて1周径最大2,560点での測量を行うことができる。これを800枚の水平横断面上で行い、総計最大2,048,000点での測量が可能である。レーザーの照射範囲の制限から脇や股の部分はデータが破損しやすいが、3次元座標の生データの欠損値は人体の表面形状を反映した曲線適合アルゴリズムに基づき、規則正しく配置された点からポリゴン(隣接する3点からなる三角形)を構築す

ることで補完される(高橋ほか, 2020)。この処理は専用のソフトウェア(Body Line Manager, 浜松ホトニクス株式会社)を用いて行い、測定によって得られた対象者の身体表面形状を模った3次元の座標データをASCIIファイルに変換し、プログラミングソフトウェアMATLABで処理ができるファイル形式にして保存した。

III. 結果

Body Line Manager上で表示された対象者のトレーニング前後の体型データ(正面, 背面, 側面)を図2に示した。この3Dボディスキャナーを用いた撮影によって得られたデータを、MATLABに



図3. 作成したプログラムコードの関数、引数やコードの意味
%で始まるコマンドは作成者がコード内に記したメモ

よって体型データを3次元で再構築・視覚化した上でトレーニング前後の体型データを重ね合わせて比較できるプログラムを作成した。具体的には、1つの体型データあたり約13万個あるx座標, y座標, z座標の3つの座標によって示される3次元的な位置のデータを点で図面(グラフ)化した。使用するPCの性能によって13万個でのデータ処理は重すぎるため、グラフ化するデータ数を指定できるように設定した。また、各座標の中心線を入れるや、処理ファイルのデータごとに色を変えて表示できるようにするなど、視覚的な比較がより簡易的にわかりやすくなるような工夫をした。作成したプログラムのコードを以下に示す。また、関数、引数やコードの意味について図3に示す。尚、プロットする際のラインスタイル, ライン幅, マーカー, 色の設定は

MathWorksのヘルプセンター (online) を参照することを前提とする。

```
list = dir ('C:/Users/Miyu Masukata/Desktop/卒論対象者/*.asc')
▶ figure
▶ hold on
▶ max = 2
▶ newcolors = {'#F00000', '#0000FF', '#00F000', '#FF
FF00', '#FF00FF'}
▶ j = 1 : 1 : max
▶ a = importdata(append(append(list(j).
folder, '/'), list(j).name))
▶ for i = 1:50:length(a)
▶ plot3(a(i,1), a(i,2), a(i,3), 'Color', newcolors(j))
```

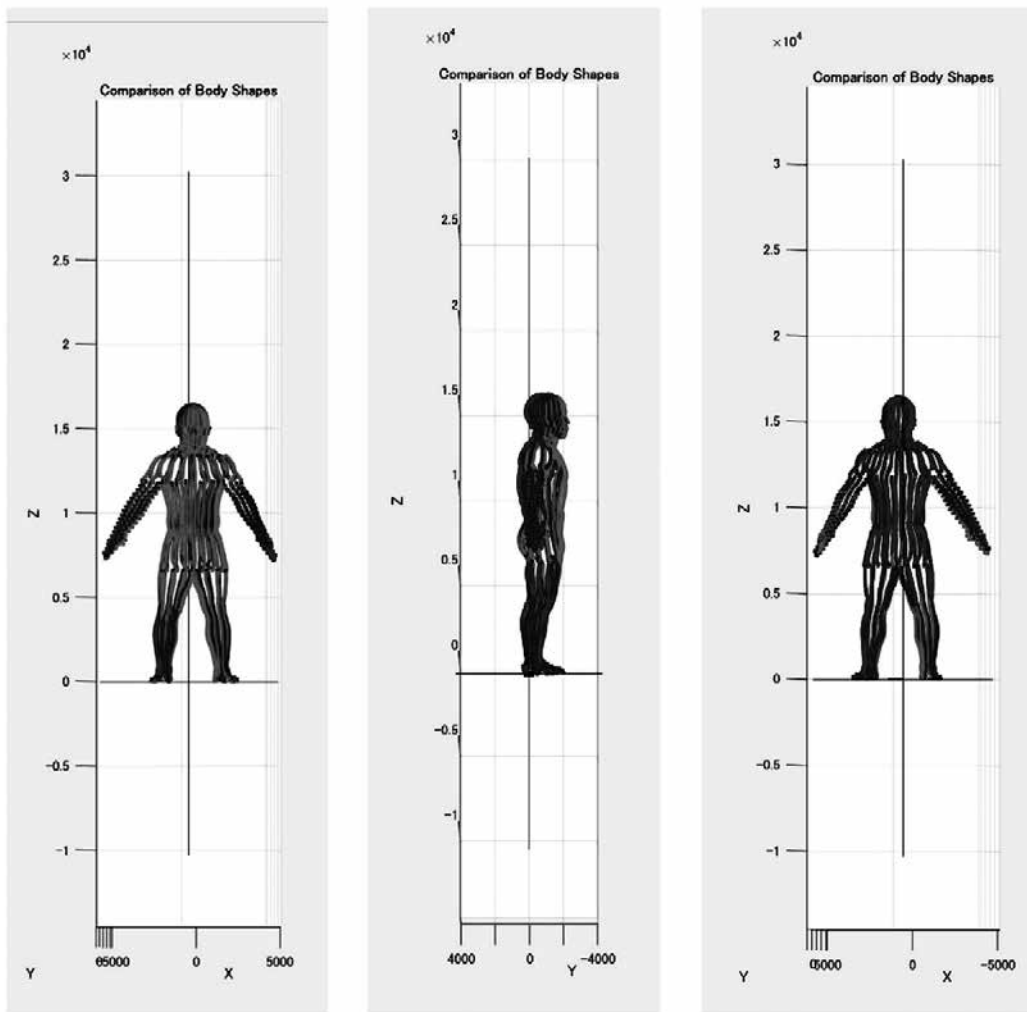


図4. トレーニング前後での体型比較の結果
 青のプロット: 7月のデータ, 赤のプロット: 11月のデータ
 (プロットしたデータ数は元データの1/50)

```

▶ xlabel('X')
▶ ylabel('Y')
▶ zlabel('Z')
▶ title('Comparosion of Body Shapes')
grid on
▶ x = -5000:100:5000;
plot3(x,0,0,'Color',[0 0 0],'LineWidth',0.5)
▶ y = -4000 : 100 : 4000 ;
plot3(0,y,0,'Color',[0 0 0],'LineWidth',0.5)
▶ z = -10000 : 100 : 30000 ;
plot3(0,0,z,1,'Color',[0 0 0],'LineWidth',0.5)

```

今回のトレーニング前後での体型比較の結果（図4）を対象者本人に示したところ、トレーニング前と比べてトレーニング後において筋のボリュームが増した部位を視覚で理解でき、トレーニングの成果や今後の課題を感じることができたとの感想を得られた。

IV. まとめ

本研究では、3Dボディスキャナーを用いて視覚化した体型情報をトレーニング前後または他者との比較が可能なプログラムをMATLABで作成することを目的とした。今回の体型データの比較では、対象者は一目で自身のトレーニング成果と今後の課題を確認・理解することができ、トレーニングに対するモチベーションの向上もみられた。このように体型変化を視覚化して比較できるツールの有用性を確認できた。今回のようにトレーニング前後での体型比較のみに限らず、他者との体型データの比較もトレーニングに対するモチベーションの維持・向上に有用であろう。今後は本プログラムをより改善・発展させ、他の測定で得られた骨格筋量などのデータと併せて、トレーニング効果のより良いフィードバックができるツールとなることや、アスリートのみに限らず一般人のダイエット目的での体型変化などにも利用できるツールになることを期待する。

参考文献

・千葉正・相良康介・宮崎正己・川島一明・井川正

治（2010）大学陸上競技選手のソマトタイプ-体型評価の基礎的研究-。日本体育大学紀要，39：71-75.

・小早川ゆり・清原伸彦・高橋一衛・鷹合喜考・浅野次義（1991）水泳の長期間トレーニングによる皮下脂肪の変化と測定法の検討。日本体育大学紀要，20：189-193.

・MathWorksホームページ(online)ヘルプセンター。
<https://jp.mathworks.com/help/matlab/ref/plot.html>（参照日2022年1月8日）.

・佐藤真理子・小柴朋子（2015）アスリートの体型研究-各競技従事者に適合する最適なウェア作成を目指して-。デサントスポーツ科学，36：41-49.

・高橋英幸・松林武生（2020）身体組成・形態。松林武生編，フィットネスチェックハンドブック-体力測定に基づいたアスリートへの科学的支援-。大修館書店，pp.74-90.

・山田小太郎・朝倉正昭・田中重陽・熊川大介・角田直也（2009）男子新体競技の継続的トレーニングに伴う下肢の筋形態及び筋出力発揮特性の変化。国士舘大学体育研究所報，28：1-5.

・八百則和・木村季由・西村一帆・宮崎誠司・原将浩・力丸静香・丹羽美智子・古泉佳代（2017）東海大学スポーツ医科学雑誌，29：25-30.