

# 肩関節をサポートする バレーボール用インナーウェアのパターン提案

A proposed pattern for volleyball undershirts that support the shoulder joint

横 尾 優 美\*      武 本 歩 未\*\*      大 塚 美智子\*\*  
Yumi YOKOO      Ayumi TAKEMOTO      Michiko OTSUKA

**要 約** 肩関節をサポートするバレーボール用インナーウェアのパターンの提案を行った。バレーボールのスパイク動作には、最も肩関節への負荷が少ないとされるゼロポジションへ誘導させることが有効であると仮説を立て、衣服形状とテーピング理論の2つの視点から検討した。バレーボール経験のある若年男性7名の立位姿勢とゼロポジション姿勢の三次元計測データから、それぞれの平均形状を作成し体表面展開を行って、動作に伴う筋肉の変化を配慮したパターンとした。本パターンを用いて3Dバーチャルフィッティングを繰り返してパターンを修正し提案パターンを作成した。また、同被験者に対してゼロポジション位への誘導に期待できるテーピングを施し、スパイク動作の動作解析、表面筋電図計測を行ったが、テーピングのような一部の筋肉への加圧より、コンプレッションウェアのような身体全体への適切な加圧の方が肩関節周辺のサポートに有効であることが示された。

**キーワード**：パターン、バレーボール、ゼロポジション、テーピング理論、コンプレッションウェア

**Abstract** A pattern for volleyball undershirts that support the shoulder joint has been proposed. A hypothesis was formulated that encouraging adoption of the zero position would facilitate spiking. A garment that encourages adoption of the zero position was examined from the two viewpoints of garment shape and athletic taping. Based on 3-D measurement data of a standing position and the zero position of 7 young men who had played volleyball, the average shape of each posture was created and a surface layout was created. Using these patterns, 3-D virtual fitting was repeated, and these patterns were modified to create the proposed pattern. In addition, athletic tape was applied to the same subject, spiking was analyzed, and surface electromyography was performed. Results indicated that proper pressurization of the entire body is more effective in supporting the area around the shoulder joint than pressurization of some muscles.

**Key words** : pattern, volleyball, zero position, athletic taping, compression wear

## 1. 緒言

東京オリンピックに向けたスポーツへの関心の高

まりや健康ブームの影響により、ランニングやジム通いなどスポーツを行うことが身近な習慣となった。文部科学省の世論調査によると、成人のスポーツ人口はここ30年増加の一途を辿っている。スポーツを行う上でスポーツウェアは、身体保護やパフォーマンス向上の面で大きな役割を担うが、スポーツ人口の増加とともに、より専門性の高い高機能なスポーツウェアが求められている。本研究では、競技

---

\* 家政学研究科被服学専攻  
Graduate School of Home Economics,  
Division of Clothing

\*\* 被服学科  
Department of Clothing

人口が多いにも関わらず専用ウェアの開発が十分にされていないバレーボールに焦点を当て、競技を行う際の身体保護を目的としたインナーウェアのパターンを検討した。

バレーボールにおいて、スパイクやサーブといった肩を大きく動かす打球動作は肩周辺に負荷をかけていると考えられ、肩関節障害を引き起こしている。ボールを打つ瞬間に肩周りの筋肉や腱に負荷をかけることは、スパイク動作を安定させ怪我の軽減につながる。本研究では最も肩関節への負荷が少ないとされるゼロポジション位に導く最適なパターンを作成することを目的とし、立位姿勢及びゼロポジション位の三次元計測を行い、2 姿勢の平均形状を作成して、バーチャルフィッティングによる肩関節をサポートするインナーシャツのパターン提案を行った。ゼロポジションとは、Fig.1 のように肩甲骨と上腕骨が一直線（0°）になったポジションであり、腕角度をおよそ外転 130°、水平内転 30°とした姿勢を指す。

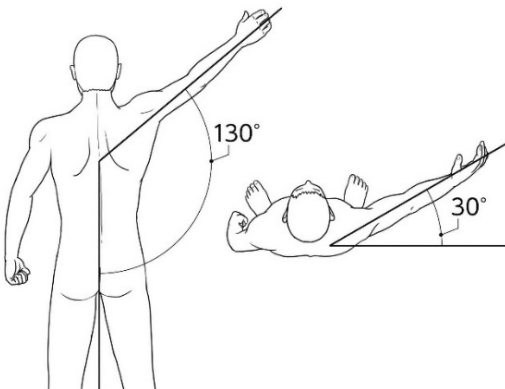


Fig.1 Arm angle in the zero position

## 2. 方法

### 2-1 バレーボールの身体負荷に関するアンケート調査

バレーボールの活動による身体負荷等の問題点や、活動中に着用する衣服の改善点を抽出するため、インターネットでのアンケート調査を実施した。対象はバレーボール経験のある若年男性とした。

### 2-2 立位姿勢とゼロポジション位の三次元計測

#### 1) 実験方法

ゼロポジション位に最適なパターンの作成を目的

とし、立位姿勢及びゼロポジション位の三次元計測を行った。三次元計測データを相同モデル化し各姿勢の平均形状を作成後、体表面展開を行って二次元パターンとし、ゼロポジション位において必要となるゆとり量を検討する。作成したパターンをつなぎ合わせ、立位姿勢及びゼロポジション位の平均形状に CLO を用いて三次元バーチャルシミュレーションによる着装評価を行う。

#### 2) 実験条件・使用機器

被験者は、アンケート調査に回答したバレーボール経験のある若年男性 112 名の内 7 名である。被験者は頭部にシリコンキャップ、下肢にスパッツを着用し、ランドマークを貼付して計測を行った。計測姿勢は、立位姿勢とゼロポジション位の 2 姿勢であり、計測機器に浜松ホトニクス社製ボディラインスキャナ、三次元形状作成に HBM-Rugle、体表面展開に CLO Enterprise、型紙製作にクリアコンボを用いた。

### 2-3 テーピングによる効果の検証

肩関節周辺をサポートに有効であると期待するテーピング方法が、バレーボールのスパイク動作に及ぼす影響について、動作解析、表面筋電図計測、官能評価を行い検討した。またテーピングを部分加圧によるサポーターとした場合、市販のコンプレッションウェアを全体加圧によるサポートとして比較した。

#### 1) 打球動作解析実験

被験者は、何も着用しない状態、テーピングをした状態、コンプレッションウェアを着用した状態の 3 条件で、バレーボールの打球動作を行った。打球動作とは、踏み込みからジャンプし着地するまでを含み、利き腕を大きく振り上げボールをアタックするように振り下ろす動作を指す。この時、肩先点、肘頭点、尺骨茎突点、前腸棘点にランドマークを貼付した。ハイスピードカメラと Motion Recorder（キッセイコムテック社製）を用いてランドマークを追い、計測処理には 3DCalculator（キッセイコムテック社製）を使用した。

#### 2) 上腕の表面筋電図計測実験

被験者に筋電図計測センサを貼り付け、動作解析実験と同様の 3 条件で、打球動作を行う動作解析実

験の撮影と同時に計測した。センサの取り付け位置は、三角筋前部と後部の2箇所である。計測機器は、マルチセンサー生理計測システム Nexus（キッセイコムテック社製）の EMG 筋電図機能を用いた。取得したデータは、BIMUTAS-Video（キッセイコムテック社製）及び KineAnalyzer（キッセイコムテック社製）を使用し RAW データとして書き出して、二乗平方根（RMS）処理を行った。

### 3) 着用感の官能評価

動作解析実験及び表面筋電図測定後、被験者の感覚に基づく着用の官能評価を行った。

### 4) 実験条件

被験者は三次元計測実験に参加した 19～25 歳の若年男性の内の 6 名であり、いずれもバレーボール経験を有する者である。実験に使用するテーピング方法は、肩関節周辺のサポート及びゼロポジションへの誘導に効果があるとされる、『スポーツ外傷障害からみたテーピングの実技と理論』に記載された「肩関節屈曲・外転・外旋制限のテーピング」を採用する。コンプレッションウェア着用の条件時に用いる実験衣は、野球の投球動作に適しテーピング理論を取り入れた設計を謳う SKINS A400（株式会社デサント製）を用いた。野球の投球動作はバレーボールの打球動作と類似するため、効果の検証に有効であると考ええる。

## 3. 結果・考察

### 3-1 バレーボールの身体負荷に関するアンケート調査

有効回答数は 112 名で、20 代の若年男性である。Fig.2 より、「活動後に痛みや疲労を感じる部位」の項目で、肩関節周辺と回答した人は 20%であった。また肩甲骨周辺 13%、二の腕 5%を合わせると、約 4 割の人が肩周辺部位に痛みや筋疲労を感じていることが分かり、肩周辺のサポートの必要性が明らかとなった。

### 3-2 立位姿勢とゼロポジション位の三次元計測

#### 1) 体表面展開と着装シミュレーション

7 名の三次元計測データより、平均形状を作成した。各姿勢の平均形状を、骨格を基準としたセットインスリーブの展開方法に従って二次元パターンに

体表面展開した。Fig.3 より、2 姿勢において体表面の形状が大きく異なることが分かる。作成した各姿勢の体表面展開パターンを、バーチャルシミュレーション上で縫い合わせ衣服の形とし、立位姿勢及びゼロポジション位の平均形状に着装させた。

Fig.4 は立位姿勢の体表面展開パターンを 2 姿勢に着装させた結果であるが、ゼロポジション位平均形状に着装させた場合では腕や上肢全体に衣服圧が発生しており、特に腕付け根周辺では強い衣服圧が見られる。一方で、裾のずり上がりによって生じる生地のためにより、肩線や頸部周辺の表示は衣服圧が低くなっている。Fig.5 はゼロポジション位の体表面展開パターンを 2 姿勢に着装させた結果である。立位姿勢平均形状への着装を見ると、肩周辺及び腕を中心に強い衣服圧が見られる。腋窩においては生地が破れ非着用となるほどの圧が発生している。また前後腋窩点周辺にしわや生地のたるみが発生する一方で、衣服の首回りの生地は伸び、襟ぐりが広く開いた着装になった。従って、ゼロポジション位での体表面展開をそのままパターンにすると、

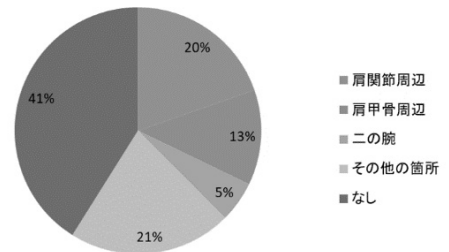


Fig.2 Body parts that feel pain or fatigue after activity

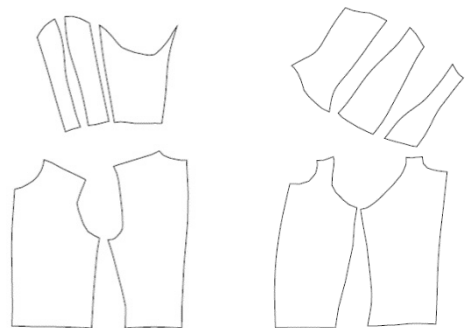
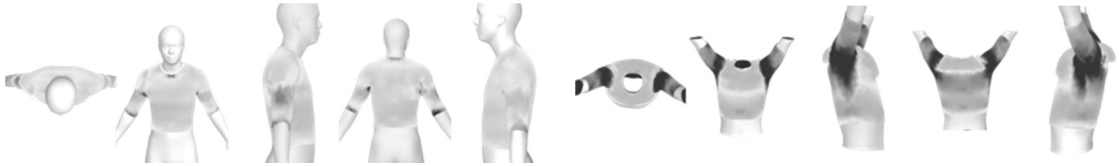


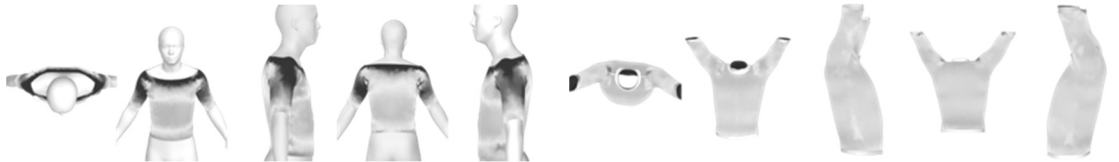
Fig.3 Laid out surface pattern

(Left: Laid out surface with a set-in sleeve in a standing position, Right: Laid out surface with a set-in sleeve in the zero position)



**Fig.4** Results of a fitting simulation for the laid-out surface pattern in a standing position

(Left: Results of wear in the average standing position, Right: Results of wear in the average zero position,  
Clothing pressure: 20 kPa, 100% light color to 120% dark color)



**Fig.5** Results of a fitting simulation for the laid-out surface pattern in the zero position

(Left: Results of wear in the average standing position, Right: Results of wear in the average zero position,  
Clothing pressure: 20 kPa, 100% light color to 120% dark color)

立位時の身体に過剰に負荷がかかるため、ゼロポジション位に適した衣服設計でありながらも、立位時の負荷にも配慮したパターンを考えていく必要があることが示された。

## 2) 修正方法の検討

立位姿勢体表面展開パターンでは腕付け根周に過剰な衣服圧が発生する一方で、頸付け根周周辺にはたるみが見られることから、腕付け根周周辺にゆとりを持たせ、さらにこの頸付け根周のたるみ部分を上腕部に持っていくことが望ましい。ゼロポジション位体表面展開パターンでは、腕付け根周よりも上腕や首回りに強い衣服圧が発生することが確認できるが、これはゼロポジション位時では立位姿勢時よりも肩幅が狭まり、肩幅部分のゆとり量の不足から生じるためであると考えられる。以上より、立位姿勢体表面展開パターンをもとに、腕付け根周にゼロポジション位の腕角度を考慮したゆとりを持たせ、頸付け根周周辺のたるみを上腕部に持っていくために、アームホールでのパターンの区切りが無い肩とアームホールを接続したカッティングのパターンを検討する。

修正パターンのカッティング方法にはアナトミー・トレインの知見を参考にする。アナトミー・トレイン（筋筋膜経線）とは、筋肉（筋膜）のつながりであり、張力を感じあうラインを指す。全身に存在する 600 ほどの大きささまざまな筋肉は、それぞ

れが独立しているわけではなく筋膜でつながっている。ラインが連動して動くことで、より小さなエネルギーで効率よく体を動かすことが出来ると考えられている。この特徴からあらゆるスポーツにおいて、身体機能のサポートや怪我の軽減、パフォーマンスの向上に期待されており、本研究においてもアナトミー・トレインを考慮したカッティングが、ゼロポジションへの誘導及び肩周辺のサポートに有効であると仮説を立てた。

## 3) 提案パターンの作成

セットインスリーブの展開方法で切り開いた立位姿勢体表面展開パターンを、さらに分割したパターンを Fig.6 に示す。分割方法には、皮節構造・皮膚の伸展機能に沿わせるためのカッティングを取り入れた。ゼロポジション位の腕角度を考慮し、分割したセットインスリーブパターンを組み換えて再配置したパターンを Fig.7 に示す。配置に用いたゼロポジション位の角度データは、①前身頃の袖付け角度：143° ②後ろ身頃の袖付け角度：144° ③肩線に対する袖山から垂直におろした線の角度：28° の3つであり、三次元形状から計測した。これに腕付け根周周辺のゆとり量を含ませたものが Fig.8 の肩とアームホールを接続した提案パターンである。

Fig.8 に提案パターンを示す。アームホールでのパターンの切り替えをなくしたことで、アナトミー・トレインおよびバレーボールのスパイク動作

にとって重要な役割を持つ三角筋や、僧帽筋に重なる衣服部分を一続きとした。また、広背筋に合わる部分もおおよそ筋肉形状に沿ったパターンとし、腹直筋や外腹斜筋といった体幹部のねじれ動作に欠かせない筋の部分には、働きを阻害しないよう前腹部と体側に切り替え線を入れた。

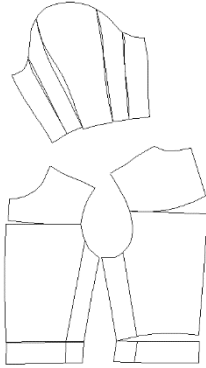


Fig.6 Split pattern for layout of the set-in sleeve

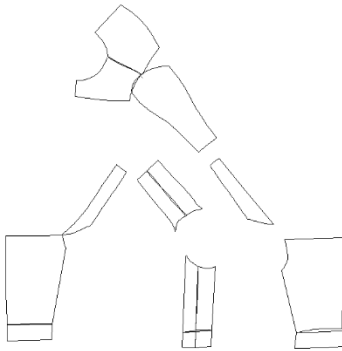


Fig.7 Rearranged pattern of the split pattern

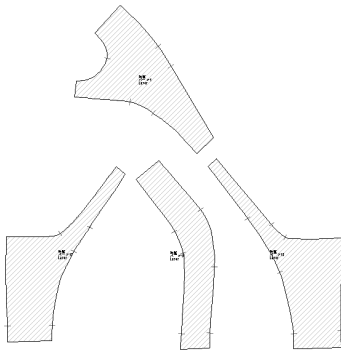


Fig.8 Proposed pattern

#### 4) 提案パターンの着装シミュレーション

提案パターンを着装シミュレーションソフト CLO を用いて、バーチャル上で2姿勢の平均形状に装着させた結果を Fig.9 に示す。立位姿勢への着装では、首回りの生地伸び及び腋窩の非着用であった部分が改善された。肩周辺には多少の衣服圧が残るが、首回りと上腕部分の衣服圧を軽減することができた。ゼロポジション位のへの着装では、裾のずり上がりが改善され、腕付け根周囲の衣服圧が軽減された。

提案パターンは、2 姿勢どちらの着装においても過度な衣服圧がかからず負荷のかからない衣服設計となった。パターンのカッティングは筋や筋のつながりを考慮した設計としたことで、筋の動きを阻害せず、応用としてパーツごとに素材の伸縮性や強度を変え着圧をかけることも可能とする設計であると考えられる。

#### 3-3 テーピングによる効果の検証

##### 1) 打球動作解析実験

本研究では、進行方向 (y 軸) に対して垂直方向の動きを表す x 軸グラフ値の増減が多いことは、左右への動きが大きくなり動作のブレが大きいことを意味すると想定した。被験者 6 名のうち 4 名の結果が裸体時、テーピング時よりもコンプレッションウェア着用時のグラフの値の増減が大きいことから、テーピング着用の方がコンプレッションウェア着用時よりも動作が安定する結果となった。6 名の被験者の内の 1 名のグラフを例として Fig.10 に示す。進行方向 (y 軸) への増減を表すグラフでは、緩やかな右肩上がりに尺骨茎突点と肘頭点が二度山を作る形を描く傾向があるが、この 2 点の増減の多さは打球動作時の腕の振りの大きさを表すと想定した。結果は裸体時、テーピング時、コンプレッションウェア着用時で大きな違いは見られないが、裸体時の増減が最も多く、次いでコンプレッションウェア着用時、わずかな差でテーピング時が最少となった。Fig.11 に例を示す。これより、テーピング時とコンプレッションウェア着用時には動作の制限が働き、わずかにテーピングの方が強い制限が働いていることが分かる。高さ方向 (z 軸) の値では、3 条件ではほぼ差が無く、テーピングやコンプレッションウェアによる動作への影響は、高さ方向には見られないことが分かった。Fig.12 に例を示す。

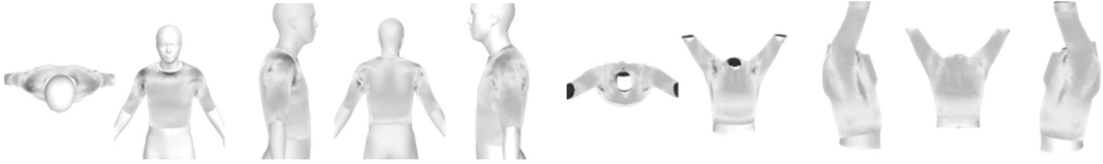


Fig.9 Results of a fitting simulation for the proposed pattern

(Left: Results of wear in the average standing position, Right: Results of wear in the average zero position, Clothing pressure: 20 kPa, light color 100% to dark color 120%)

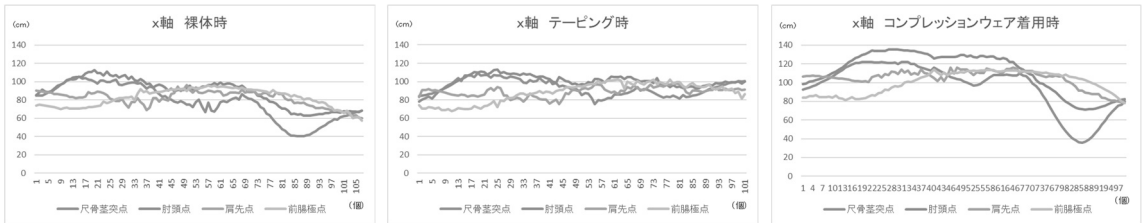


Fig.10 Example of motion analysis: x-axis

(Left: Not worn, Middle: With taping, Right: Compression wear worn)

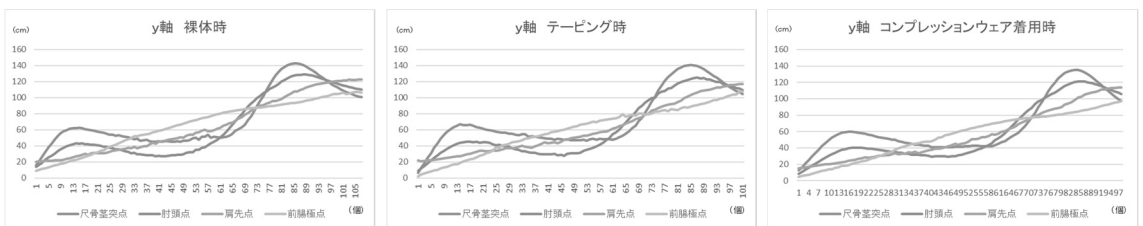


Fig.11 Example of motion analysis: y-axis

(Left: Not worn, Middle: With taping, Right: Compression wear worn)

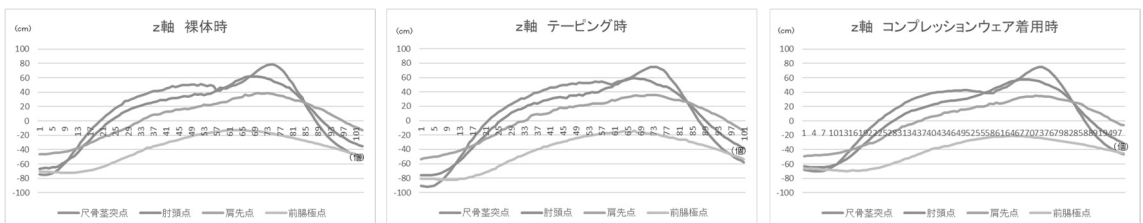


Fig.12 Example of motion analysis: z-axis

(Left: Not worn, Middle: With taping, Right: Compression wear worn)

ゼロポジションは、外転  $130\sim150^\circ$ 、水平内転  $30\sim35^\circ$  のポジションであるが、バレーボールの打球動作において体幹部と上腕によってなす角の角度 (Angle1) はこのゼロポジションの範囲に収まる傾向が見られた。一方で、進行方向 (y 軸) と上腕によってなす角の角度 (Angle2) では、ゼロポジションの範囲から倍以上離れた点を含む軌道を見せ

た。このことから打球動作は、腕を高く上げるよりも強く後方に引き上げる動作であると分かった。Fig.13 に Angle1 および Angle2 を図示し、Fig.14 に例として 1 名の被験者の結果を示す。Angle1 は、3 条件のうちどの条件で最大値、最小値をとるかは被験者ごとに異なりデータにバラつきが見られたため、打球動作時の体幹部と上腕によってなす角度は、

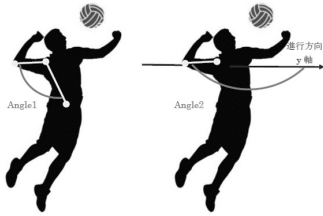


Fig.13 Angle between the trunk and upper arm and angle between the z-axis and upper arm

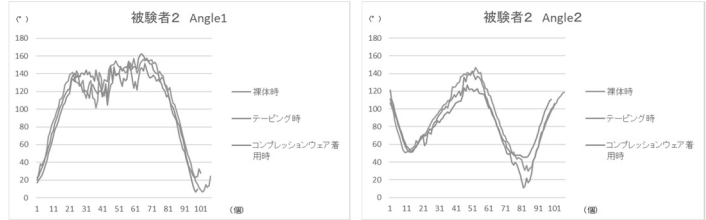


Fig.14 Example of motion analysis: Angle data  
(Left: Angle1, Right: Angle2)

テーピングやコンプレッションウェア着用の影響が少ないと言える。Angle2 のグラフは、まず谷を作り、山を描いて再び谷を作る形となる傾向が見られ、腕を下垂の状態から振り上げるにつれて y 軸と上腕によってなす角の角度は減少し、腕を最大に振り上げた時角度も最大を示して、振り下ろすにつれて角度は再び減少することを表す。裸体時とテーピング時は、この描くグラフの形状が類似する傾向が見られた。一方でコンプレッションウェア着用時は、2 条件に比べ山や谷を小さく描く傾向が見られ、y 軸と上腕によってなす角度において動作の制限が働いていることが分かった。肩関節の外転・外旋の制限に特化したテーピングよりも、コンプレッションウェアの方がゼロポジション位に近づける動作の制限の効果がえられる結果となった。

## 2) 上腕の表面筋電図計測実験

Table 1 に上腕の表面筋電図計測結果を示す。腕を前方に挙げるときに大きく働く筋肉は大胸筋と三角筋前部であり、後方に挙げるときは広背筋と三角筋後部の働きが大きい。腕を後方から前方へ振り下ろすバレーボールの打球動作は、どちらの瞬間も存在すると考えられるが、全体的に三角筋前部よりも後部の筋の働きが大きい傾向が見られた。このことから、三角筋後部は筋疲労やダメージが多く発生する可能性があり、より筋肉のサポートが求められると考える。何も着用しない状態と比較し、テーピング時とコンプレッションウェア着用時は、筋の活動量が増加する傾向が見られた。テーピングやコンプレッションウェアを着用した際は何も着用しない状態と比べ、着圧や関節の固定により動作の制限を受ける状態にある。制限がある中でそれに抗うように動作を行ったことで、筋の活動量が増加したものと考えられる。テーピング時は三角筋前部より後部の

Table 1 Upper arm surface EMG (units: mv)

|                        | 平均値 (センサ1) | 平均値 (センサ2) | 最大値 (センサ1) | 最大値 (センサ2) |
|------------------------|------------|------------|------------|------------|
| 被験者1<br>裸体時            | 40.46      | 88.32      | 154.89     | 196.91     |
| 被験者1<br>テーピング時         | 40.24      | 93.06      | 128.94     | 317.49     |
| 被験者1<br>コンプレッションウェア着用時 | 28         | 159.32     | 103.4      | 610.67     |
| 被験者2<br>裸体時            | 29.88      | 46.28      | 153.4      | 210.96     |
| 被験者2<br>テーピング時         | 21.36      | 69.34      | 103.25     | 339.92     |
| 被験者2<br>コンプレッションウェア着用時 | 27.47      | 24.09      | 116.03     | 79.71      |
| 被験者3<br>裸体時            | 82.21      | 137.82     | 232.04     | 401.64     |
| 被験者3<br>テーピング時         | 86.76      | 216.91     | 456.76     | 635.26     |
| 被験者3<br>コンプレッションウェア着用時 | 162.79     | 106.43     | 415.09     | 220.5      |
| 被験者4<br>裸体時            | 44.35      | 89.51      | 136.87     | 354.13     |
| 被験者4<br>テーピング時         | 34.37      | 104.82     | 152.87     | 277.73     |
| 被験者4<br>コンプレッションウェア着用時 | 20.24      | 45.63      | 84.39      | 165.81     |
| 被験者5<br>裸体時            | 72.72      | 99.46      | 157.46     | 294.94     |

方が大きく働いているのに対し、コンプレッションウェア着用時は三角筋後部より前部の方が大きく働く傾向が見られた。テーピング時は、実験に使用したテーピング方法がゼロポジションへの誘導を目標とする肩関節の屈曲・外転・外旋を制限するものであったため、後方へ腕を挙げる動作が制限されたまま三角筋後部が抗って働いたことが要因であると考えられる。

### 3) 着用感の官能評価

Fig.15 に示す通り、着用感について、テーピングをした状態での通常姿勢時では、6人中4人が不快感を「全く感じない」「あまり感じない」と回答したが、バレーボールの打球動作時は全員が「やや感じる」「強く感じる」を選択し、不快感があると答えた。採用したテーピング方法が、ゼロポジションへの誘導を目的とする肩関節の屈曲・外転・外旋を制限するものであったため、動作を制限されることが不快感へとつながった。一方で、動作の安定性に対する回答では5人が安定すると感じており、高い評価を得た。ウェアパターンに反映する場合、性能と動作性への不快感の改善をともに実現可能な、テーピング強さを検討する必要がある。

Fig.16 よりコンプレッションウェアの着用では、通常姿勢時も打球動作時も評価に変動はなく、5人が不快感はないと答えた。コンプレッションウェアが伸縮性に優れた素材によって構成されていることで、窮屈感を生むことなく打球動作を行うことができた。さらに、コンプレッションウェア着用時の動

作の安定性を「強く感じる」と答えた被験者はテーピング時よりも多く、「やや感じる」を含めた5人が動作の安定性を評価した。

### 4) まとめ

テーピングによる部分的な加圧は動作の安定性が見られる一方、想定した動作の制限、官能評価による着心地の面で課題があり、コンプレッションウェアによる全体的な加圧では、ゼロポジション位に近づける動作の制限が可能となった。今回の実験結果及びアナトミー・トレインの理論を踏まえ、一部の筋肉への加圧より身体全体への加圧の方が、肩関節周辺のサポートにより効果が期待できると示された。

### 4. 総括

本研究は肩関節周辺のサポートを目的に、バレーボールのスパイクにおける打球動作をゼロポジションに誘導するインナーウェアのパターンを検討した。衣服形状の視点では、被験者の平均形状をもとに立位姿勢及びゼロポジション位時に負荷のかからない

Q1 テーピングをした状態での通常姿勢時に不快感を感じるか



■ 1全く感じない ■ 2あまり感じない  
■ 3やや感じる ■ 4強く感じる

Q2 テーピングをした状態での打球動作に不快感を感じるか



■ 1全く感じない ■ 2あまり感じない  
■ 3やや感じる ■ 4強く感じる

Q4 テーピングをした状態での打球動作に動作の安定性を感じるか



■ 1全く感じない ■ 2あまり感じない  
■ 3やや感じる ■ 4強く感じる

Fig.15 Evaluation of the feel of wear when tape is applied

Q5 コンプレッションウェアを着用した状態での通常姿勢時に不快感を感じるか



■ 1全く感じない ■ 2あまり感じない  
■ 3やや感じる ■ 4強く感じる

Q6 コンプレッションウェアを着用した状態での打球動作に不快感を感じるか



■ 1全く感じない ■ 2あまり感じない  
■ 3やや感じる ■ 4強く感じる

Q8 コンプレッションウェアを着用した状態での打球動作に動作の安定性を感じるか



■ 1全く感じない ■ 2あまり感じない  
■ 3やや感じる ■ 4強く感じる

Fig.16 Evaluation of the feel of wear when wearing compression wear



よう修正したパターンを提案した。提案パターンは、袖付けの角度をゼロポジション位の角度に設定し、腋窩を中心に腕付け根囲に十分なゆとり量を確保した。また、打球動作時に作用する上肢の主な筋肉の形状を考慮した切り替え線とし、応用としてパーツごとに異素材を用いることで各筋肉に異なる着圧を発生させることも可能としている。打球動作の動作解析、表面筋電図計測、官能評価から、テーピングのような一部の筋肉への加圧より、コンプレッションウェアのような身体全体への加圧の方が肩関節周辺のサポートに、より効果が期待できることが示された。

## 引用・参考文献

- 1) 中澤愈：衣服解剖学 人体構造・美的要素・パターン，文化出版局，1996 年
- 2) 高岡英夫：肩甲骨が立てば，パフォーマンスは上がる！，株式会社カンゼン，2018 年
- 3) 改訂 被服構成学（第七版），社団法人日本衣料管理協会，1983 年
- 4) 日本人間工学会衣服部会 編：新編 被服と人体，日本出版サービス，1981 年
- 5) 日本衣料管理協会刊行委員会：アパレル設計論・アパレル生産論，一般社団法人 日本衣料管理協会，2013 年
- 6) 原田隆司：着ごちと科学，裳華房，1996 年
- 7) 中澤愈：解剖学と衣服デザインの接点 ―スポーツウェアの動的機能表現について―，実践女子大学家政学部紀要 (29)，p55-61，1992
- 8) 中澤愈：人体機能とスポーツウェア，繊維製品消費科学 18 巻 8 号 p280-284，1977 年
- 9) 板倉尚子：バレーボール選手における肩甲帯および上肢の障害とその予防，バレーボール研究第 15 巻第 1 号 p62-67，2013 年
- 10) 石井直方，肥田岳彦/監修：筋トレのための人体解剖図 しくみと動きをビジュアル解説，成美堂出版，2017 年
- 11) 山本郁榮，野田哲由，平沼憲治：スポーツ外傷障害からみたテーピングの実技と理論（第 5 版），株式会社文光堂，2015 年
- 12) スポーツ庁：スポーツ実施状況等に関する世論調査（平成 29 年度），[https://www.mext.go.jp/sports/b\\_menu/toukei/chousa04/sports/1402343.htm](https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/toukei/chousa04/sports/1402343.htm)

## 謝辞

卒業論文において共同研究を行った劔持花衣氏に感謝の意を表する。