

平成 21 年 6 月 5 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18500495
 研究課題名（和文）投動作による投射角修正過程に関する研究-投動作意識と動きに着目して
 研究課題名（英文）The Analysis of the Adjustment of Throwing Angle in Javelin Throw ; from the viewpoint of consciousness of Throwing Motion
 研究代表者
 田附 俊一（TAZUKE SHUNICHI）
 同志社大学・スポーツ健康科学部・教授
 研究者番号：30197389

研究成果の概要：小学生のボール投げでは、ボールの投射角をリリース時の投げ腕（肩：肩峰点と手首を結んだ線）が水平面（地面）となす角度と意識していることから、小学生にボール投げの投射角を指導する場合、リリース時の投げ腕の角度を意識させる必要性が示唆された。中・高生では、ボールの実投射角よりも見積もり投射角が高いことが示唆された。やり投げの投射角は投げ3歩前離地時の水平面上（投げ動作を上から見た）のやりの角度が影響していることなどが示唆された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	500,000	0	500,000
2007年度	500,000	150,000	650,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	1,600,000	330,000	1,930,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：スポーツ教育学，スポーツ運動学

1. 研究開始当初の背景

人は、自分の運動をビデオなどで見ると、それが、自分の描いた運動イメージと異なることがある。たとえば、「もっと自分ほうまくできていると思ったのに」という経験である。いわゆる、自分の行った運動イメージ、すなわち筋感覚や運動内観と、実際の運動をあわせていくことができれば、運動の修正につながると考えられる。そこで、運動を修正するにあたり、意識と動きの関係について、特に、意識が動きをどのように変容させるのかについて検討しようと考えた。

2. 研究の目的

本学、同志社大学には、フィンランドの装置をモデルにしたリアルタイム投てき測定装置がある。この装置は、投てき直後に初速度、投射角、迎え角（球形でないものを投げた場合）が測定、提示できる装置である。この装置を用いて、投てき直後の投射角を被検者に即時フィードバックし、投てき者自身が身体運動感覚として意識した認識投射角と実投射角のずれが、どのように修正されていくのかを投動作の解析から明らかにすることを、本研究の目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、上記の研究目的を明らかにするため、ボール投げとやり投げを研究対象とした。

ボール投げでは小学生と中学生、そして高校生を被検者とした。小学生の実験は、京都府のN小学校で2007年5月6日に行われ、被検者は6年生の20名(男子8名女子12名)であった。被検者はソフトボールを2回ずつ投げ、それらがビデオカメラによって撮影された。また、同時に、被検者自身から得た投てき直後の認識投射角が記録された。ボールの飛距離も計測された。撮影されたビデオはコンピュータに取り込まれ、動作解析ソフトウェア Dynas 3D ((株)新大阪商会製)を用いて、投げられたボールの投射角が分析された。分析されたボール投げの投射角と被検者が意識した認識投射角を比較し、実投射角と意識した認識投射角の関係を検討した。この検討には、統計処理ソフトのSPSSを用いた。

中学生と高校生の実験は、京都府のD中学校の被検者7名(男子0名女子7名)、及びD高等学校の被検者18名(男子10名女子8名)によって、2007年8月25日に同志社大学京田辺校地陸上競技場で行われた。この中・高生の実験は、リアルタイム投てき測定装置を用いて行われ、各被検者の投てき直後に初速度、投射角が計測された。同時に、被検者から得た彼らが意識した認識投射角が記録された。また、ボールの飛距離も計測された。これらのデータをSPSSを用いて分析し、各データの関係について検討した。

やり投げでは、9名の被検者(男子7名女子2名)によって、2007年11月10日に同志社大学京田辺校地陸上競技場で、リアルタイム投てき測定装置を用いて行われ、やりの初速度、投射角、迎え角が計測された。その他、各投てきの飛距離の計測、および、2台のハイ・スピード・ビデオカメラによってすべての投動作が撮影された。撮影されたビデオは、Dynas 3Dによって3次元解析による動作解析が行われ、次のデータが算出された。

(1) XY平面(投てき横から)とXZ平面(投てき上から)の投げの構えの左足接地、右足接地、その前の左足離地と左足接地時のやりの角度。(2) リリース時、投げの構えの左足接地、右足接地、その前の左足離地と左足接地時の身体重心速度。(3) XY平面(投てき横から)とXZ平面(投てき上から)の投げの構えの左足接地、右足接地、その前の左足離地と左足接地時の体幹角度、投げ腕(肩峯点と手首を結んだ)角度、投げ腕と反対腕(肩峯点と手首を結んだ)の角度。(4) 投げの構えの左足接地、右足接地、その前の左足離地と左足接地時の体幹と投げ腕の絶対角度、体幹と<投げ腕と反対腕>の角度。

被検者は、6回投てきを行い、各回、投てき直後にリアルタイム投てき測定装置から得られた実投射角を聞き、それに基づいて、次の投てき直前に、前回の投てき角度よりも高く投げるのか、低く投げるのか、あるいは同じように投げるのかを申告させて試技を行わせた。その他、投てき後にはその投てきの自己評価を内省として得、記録した。これら得られたデータは、SPSSでその関係が検討された。

さらに、やり投げでは、2008年4月27日に実験が行われ、各被験者の自己記録に応じた目標投射角(表1)に実投射角を調整する実験を行った。実験の方法と算出したデータは、2007年11月10日に実施した実験と同様であった。

表1 矢状面上でのやりの飛距離と最適投射角

Performance	Best throwing angle
over 85m	37 degree
65m to 85m	36 degree
60m to 65m	35 degree
50m to 60m	34 degree
40m to 50m	33 degree

4. 研究成果

本研究の結果、ボール投げによる投射角の認識については、以下のことが明らかになった。

- (1) 小学生によるボール投げでは、認識投射角と実投射角に有意な差が認められなかった。その理由は、認識投射角は、ボールの投射角ではなく、リリース時の投げ腕(肩:肩峰点と手首を結んだ線)が水平面(地面)となす角度としていることが示唆された($t=-7.188$, 自由度 37, 有意確立 0.000)。とりわけ、前腕と水平面のなす角度としていることが原因であること示唆された($t=-13.442$, 自由度 37, 有意確立 0.000)。
- (2) 中・高生のボール投げでは、認識投射角と実投射角に有意な差が認められ($t=5.247$, 自由度 31, 有意確立 0.000)、認識投射角が実投射角よりも高いことが明らかになった。

以上の2点から、小学生にボール投げの投射角を指導する場合、ボールの投射角ではなく、リリース時の投げ腕、とりわけ、

前腕の角度を意識させて指導する必要性が示唆された。

(3) やり投げ選手による投射角修正過程について、やりの投射角は、次の角度と関係していることが明らかになった。

- ① やりの初速度（投射角が低いとやりの初速度が高い）($r=-0.787$, $p=0.01$)
- ② リリース時の身体重心速度 ($r=-0.666$, $p=0.01$)
- ③ リリースから 3 歩前の足離地時の XZ 平面（水平面）上でのやりの角度 ($r=-0.711$, $r=0.01$)
- ④ リリースから 3 歩前の足接地時の XZ 平面（水平面）上でのやりの角度 ($r=-0.882$, $r=0.01$)
- ⑤ リリースから 3 歩前の足接地時の XY 平面（矢状面）上での体幹角度 ($r=0.642$, $r=0.05$)
- ⑥ リリース時の XZ 平面（水平面）上での体幹角度 ($r=0.593$, $p=0.05$)
- ⑦ リリースから 2 歩前の足接地時の XZ 平面（水平面）上での体幹角度 ($r=0.700$, $p=0.01$)
- ⑧ リリース時の XY 平面（矢状面）上での投げ腕（肩峯点と手首を結んだ線）角度 ($r=0.585$, $r=0.05$)
- ⑨ リリースから 2 歩前の足接地時の XZ 平面（水平面）上での投げ腕（肩峯点と手首を結んだ線）角度 ($r=0.552$, $p=0.05$)
- ⑩ リリースから 3 歩前の足離地時の XZ 平面（水平面）上での投げ腕（肩峯点と手首を結んだ線）角度 ($r=0.803$, $p=0.01$)
- ⑪ リリースから 3 歩前の足接地時の XZ 平面（水平面）上での投げ腕（肩峯点と手首を結んだ線）角度 ($r=0.724$, $p=0.01$)
- ⑫ リリース時の XY 平面（矢状面）上での投げ腕と反対腕（肩峯点と手首を結んだ線）角度 ($r=-0.597$, $p=0.05$)
- ⑬ リリースから 1 歩前の足接地時の XY 平面（矢状面）上での投げ腕と反対腕（肩峯点と手首を結んだ線）角度 ($r=-0.787$, $p=0.01$)
- ⑭ リリースから 2 歩前の足接地時の XY 平面（矢状面）上での投げ腕と反対腕（肩峯点と手首を結んだ線）角度 ($r=-0.795$, $p=0.01$)
- ⑮ リリースから 2 歩前の足接地時

の XZ 平面（水平面）上での投げ腕と反対腕（肩峯点と手首を結んだ線）角度 ($r=-0.550$, $p=0.05$)

⑯ リリースから 3 歩前の足接地時の XZ 平面（水平面）上での投げ腕と反対腕（肩峯点と手首を結んだ線）角度 ($r=-0.623$, $p=0.05$)

⑰ リリースから 1 歩前の足接地時の投げ腕と体幹のなす角度 ($r=0.754$, $p=0.01$)

⑱ リリース時の ZY 平面（前額面）上での体幹角度 ($r=0.700$, $p=0.01$)

⑲ リリースから 3 歩前の ZY 平面（前額面）上での体幹角度 ($r=0.561$, $p=0.05$)

これらのことから次のことが示唆された。

- (1) 投射角が高くなると、やりの初速度が低くなった。これは、過去の多くの知見、また、スポーツ・バイオメカニクスの知見の通りである。
- (2) リリースから 3 歩前の足接地時にやりの傾きが X 軸に平行に近づく（助走路から見て真正面に向けば向くほど）と、やりの投射角が高くなった。すなわち、やりの投射角は、リリースから 3 歩前の足接地時の角度が影響している、つまり、やりの投射角をコントロールするには、リリース 3 歩前の助走路から見たやりの向きをコントロールする必要があると示唆された（図 1）。
- (3) リリースから見て 3 歩前の足接地時の体幹の傾きが投てき方向に垂直に近いほど、やりの投射角が高くなることを示唆された。すなわち、やりを高く投げるには、リリースから見て 3 歩前の体幹角度をコントロールする必要があると示唆された（図 2）。
- (4) リリース時の投げ腕の角度が地面と垂直に近いほど、やりの投射角が高くなることを示唆された。すなわち、リリース時の投げ腕の手の高さが、やりの投射角に影響していることが示唆された（図 3）。
- (5) やりを前の投てきよりも高く投げたい、あるいは低く投げたいという意識と、やりの投てき動作には有意な関係が見られなかった。これは、被検者の投擲後の意識の記録から、次のことが考えられた。①やり投げ選手にとって、やりを遠くに投げる、あるいはうまく投げる（たとえば、迎え角を大きくしないなど）ことが主とした目的となるため、やりの投

射角はそのためのひとつの要素でしかないと考えている。②投てき前に、やりの高さを高く、あるいは低くと意識しても、投てき時には、他のことも多く意識されているために、投てき前のやりの投射角意識とやりに投射角に関係が見られなかった。

しかし、やりの投射角はやりの飛距離に最も影響を及ぼす初速度とも強い関係があるため、そのことも含めて、指導の際には、選手の納得を得て、やりの投射角をコントロールする重要性を意識させる必要があると思われる。やりの投射角についてのみ、その影響を検証するには、被検者にやりの飛距離が気にならないように立ち投げなどによって実験をすることも考えられるが、しかしながら、実際のやりに投げのパフォーマンスにやりの投射角を生かそうとすれば、よりよいパフォーマンスを発揮しようと意識している、競技会に近い環境でまた、実験する必要がある。本研究によって、被検者は、投てき前に投射角を意識して投げているにもかかわらず、投擲後には、他の意識も強く持っていることが明らかになったことは、示唆に富む。したがって、やり投げの指導には、やりの投射角が、やりの飛距離に最も大きな影響のある初速度に影響を及ぼすことなどを含め、やりの投射角に意識を持たせて指導することの重要性が示唆された。

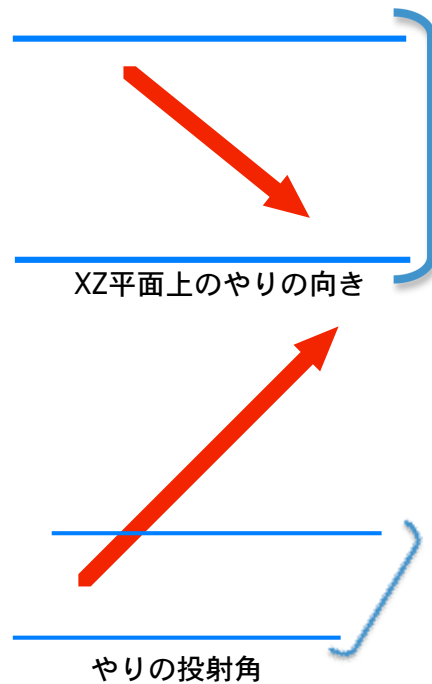


図1 XZ平面上のやりの向きとやりの投射角

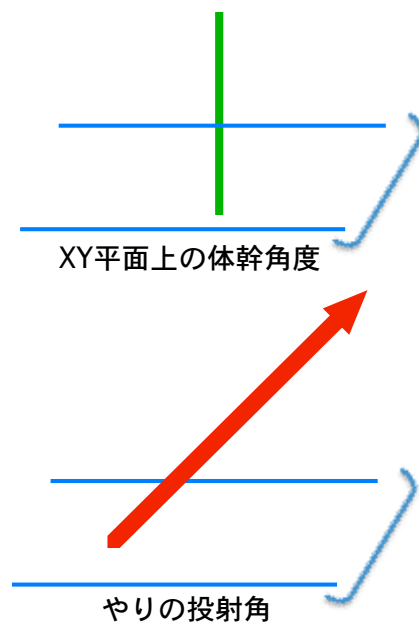


図2 XY平面上の体幹角度とやりの投射角

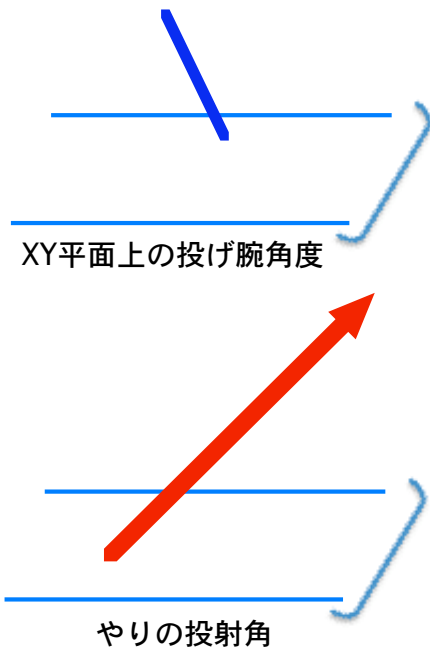


図3 XY平面上の投げ腕角度とやりの投射角

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計2件)

① Shunichi Tazuke, THE RELATION ANALYSIS ON THROWING ANGLE AND MOTION IN JAVELIN THROW, 14TH Annual Congress of the European College of Sport Science, 2009年6月24日, Oslo / Sweden

② Shunichi Tazuke, THE ANALYSIS OF THE ADJUSTMENT OF THROWING ANGLE IN JAVELIN THROW, 13TH Annual Congress of the European College of Sport Science, 2008年7月12日, Estoril / Portugal

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田附 俊一 (TAZUKE SHUNICHI)

同志社大学・スポーツ健康科学部・教授

研究者番号：30197389

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者