

スポーツ医・科学的トレーニングへの取り組み 事例報告

報告 1

平成19年度強化指定選手（野球・中学）の機能評価及び結果報告

スポーツ医・科学的トレーニング専門委員会委員

高岡市民病院 リハビリテーション科 高畑 芳信

平成19年9月29日(土)に総合体育センタートレーニング室において、強化指定選手の機能評価を実施したので以下に報告する。



対象：野球強化指定選手（中学生） 7 名

ポジション： ピッチャー 4 名

キャッチャー 2 名

野手 1 名

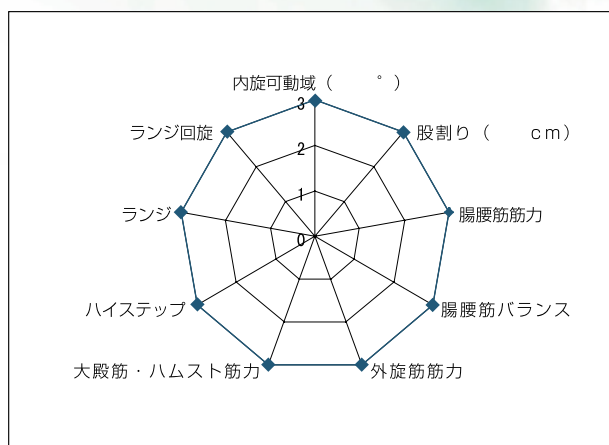
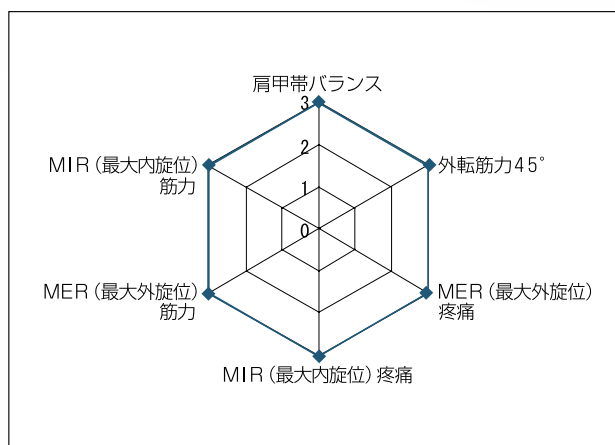
評価項目：肩・股関節を中心とした柔軟性・筋力・アライメント・その他徒手検査など

（表 1、2 参照）

氏名	
年齢	
身長 cm	体重 kg
ポジション	
野球歴	年 月
現病歴	
既往歴	
その他	

		右	左
アライメント	F F H		
	肩甲骨外転位		
	肩甲骨内転位		
筋 萎 縮	棘上筋		
	棘下筋		
不 安 定 性	Sulcus 内旋		
	Sulcus 外旋		
肩 後 方 関 節 包 Tightness	投球側（利き手） 距離（ ） cm		

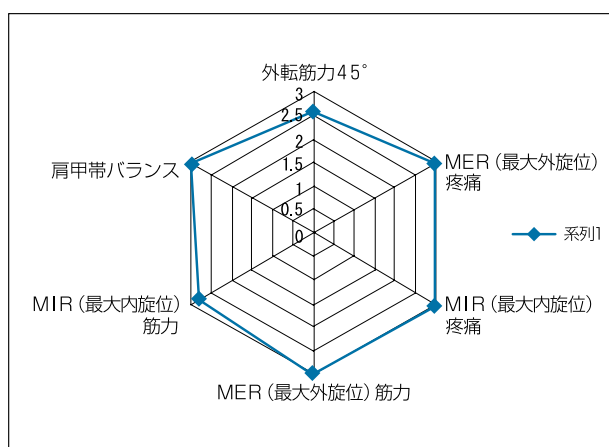
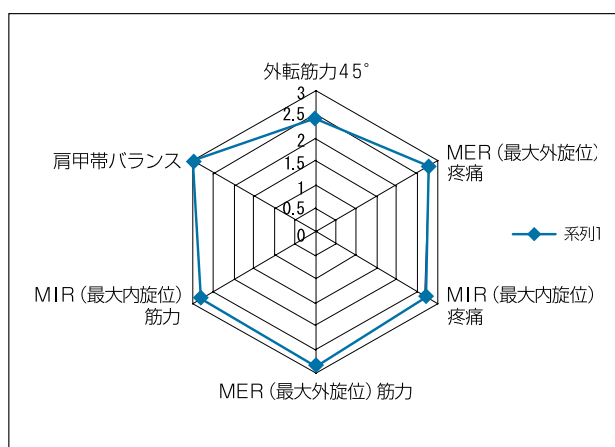
【表 1】



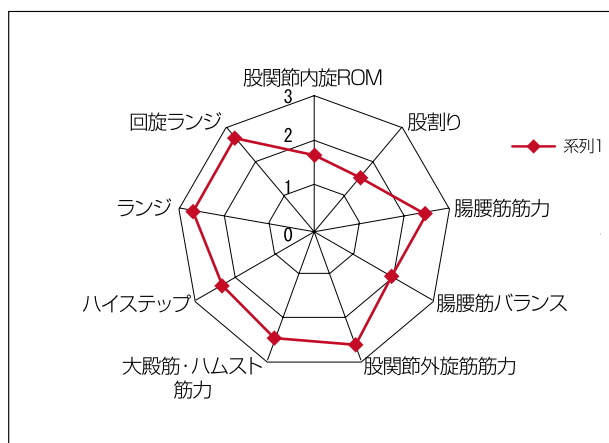
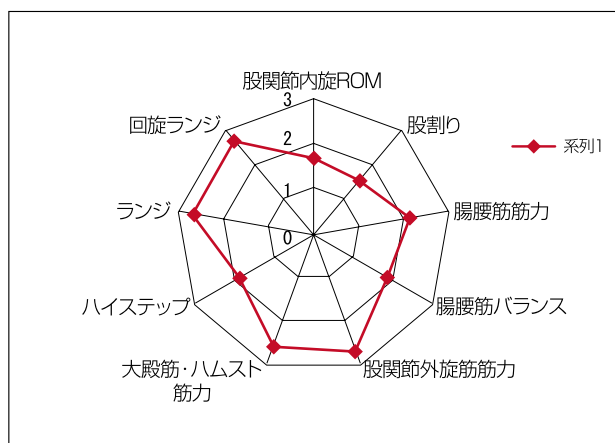
【表 2】

結果：平均値を表 3、4 に示す。

肩関節を中心とした柔軟性・筋力は良好であったが、股関節を中心とした柔軟性・筋力においては低値を示した。



【表 3】



【表 4】

典型的な選手 2 例を紹介する。

選手 E ポジション：ピッチャー

現病歴：現在は投球していないので痛みなし

既往歴：3～4 年前から肩・肘に痛みあり

（総評）肩・股関節の柔軟性の低下が著しい

肩周囲筋（棘下筋）の筋萎縮あり

- ・投球時のストライドが短い
- ・野球の現場でよく使われる所謂“体の開きが早い”
- ・肩後方要素の柔軟性低下から、上腕骨頭の肩甲骨関節窩に対する位置が悪く（前方へ偏位）、肩挙上に重要なインナーマッスル（rotator cuff）の効率が悪くなり、結果として“肘の下がった”投球フォームが推察される

※肩・肘関節への負担が増大し、疼痛の原因となりやすい

選手 G ポジション：ピッチャー

現病歴：特になし

既往歴：右大腿部痛、左大腿後面痛（肉離れ）

（総評）股関節屈筋（腸腰筋）筋力低下あり

股関節柔軟性の低下が著しい

- ・投球側軸足の腸腰筋筋力低下からワインドアップ期の姿勢を安定させるため大腿四頭筋への負荷の増大
- ・下肢柔軟性の低下からステップ足の大腿後面（ハムストリングス）の伸張負荷の増大

今後の課題：野球の動作、特に投球動作は下肢から体幹・上肢に連なる全身運動であり、その中で股関節は下肢と体幹を連動させる重要な役割を担っている。今後、高校・大学とより競技レベルの高いところで野球を続けるには、けがの予防・競技力の向上を含め股関節の柔軟性・筋力は必須と思われる。

次年度も同様に機能評価を実施する予定であるが、より多くの選手に参加して頂きたいこと、また、今後は実際のフォーム（投球、打撃）の評価が必要と思われた。

1. はじめに

本年度、ウェイトリフティング競技会における選手の動作を市販のデジタルビデオカメラで撮影した。大会関係者のご配慮によって、カメラを試技台の横方向に設置させていただき、選手の右横方向から動作を撮影をすることができた。しかしながら競技会中であるため、撮影現場の十分な準備や動作を観測するためのマークの貼り付けなどは行うことができず、定量的分析を行うことはできなかった。定量的な分析はできなかったが、その中でも、以下に示すようないくつかの観点で評価のポイントをみることでここに報告する。

2. 対象動作と評価観点

撮影対象とした種目はスナッチとクリーン&ジャークであったが、Ⅰ：スナッチ、Ⅱ：クリーン、Ⅲ：ジャークを評価対象動作とした。Ⅰ～Ⅲは具体的には、以下に示す動作であった。

Ⅰ：床からバーベルを持ち上げるところから、頭上でバーベルを受け止めるところまでの動作。

Ⅱ：床からバーベルを持ち上げるところから、胸でバーベルを受け止めるところまでの動作。

Ⅲ：ジャーク動作の後に立ち上がったところから、頭上でバーベルを受け止めるところまでの動作。

次に評価の観点は①：シャフトの動き、②：基底面とシャフトとの位置関係、③：肩とシャフトとの位置関係とし、具体的には以下に示す観察と比較であった。

①：動作中にシャフト端点を描く軌跡について、軌跡そのもののパターン観察と動作開始時のシャフト端点を通る鉛直線との比較。

力学的観点からは、シャフト端点の軌跡が鉛直線上にあることが、力の発揮効率と力制御の単純化の2点で利があるといえる。力の発揮効率とは、力の発揮方向とバーベルの運動方向とが一致することである。また力制御の単純化とは、シャフト端点の軌跡が前後方向へずれると、頭上でバーベルを受け止める際に、前後方向の減速のために、ずれに合わせて発揮する力を制御する必要があるが、軌跡が鉛直線上にある場合は、鉛直方向の力の制御だけでよいことになる。

②：左右両足のつま先とつま先および踵と踵とを結んで作られる面である基底面とシャフト中点の位置の比較。

力学的観点からは、バーベルと身体を合わせた重心を通る鉛直線が基底面内になれば、バーベルによって発生する力のモーメントを支えきれず、バランスを失うことになる。身体とバーベルを合わせた重心の位置はバーベル重量と選手の体重の内分比の位置となる。

ここでは選手の身体重心位置は算出できないが、バーベル重量は選手の体重以上であることを考慮すると、バーベルを受け止める際には、シャフト中点が基底面内にあることがバランス維持に有利といえる。

③：バーベルを頭上で受け止めた際の両肩の midpoint とシャフト midpoint の位置の比較。

力学的観点からは、頭上でバーベルを受け止める際、両肩の midpoint とシャフト midpoint の水平位置が一致すること、すなわち、同一鉛直線上にあることが力の発揮効率が高いといえる。両肩とシャフトの midpoint が同一鉛直線上になれば、肩関節でバーベル重量と両肩の midpoint とシャフト midpoint 間の距離の積で算出される力のモーメントが働き、肩周りの筋力によってこの力のモーメントを支えなければならなくなる。一方、 midpoint が同一鉛直線上にある場合、バーベル重量を骨格によって支えるため、理想的な状態では肩関節力を発揮しなくてよいことになる。

以上3つの対象動作と3つの評価観点からⅠ－①、Ⅰ－②、Ⅰ－③、Ⅱ－①、Ⅱ－②、Ⅲ－①、Ⅲ－②の7項目について評価をした。

3. 具体的な評価のポイント

ここでは、1選手を例に7つの項目を評価するポイントを説明する。

(1) Ⅰ－①：スナッチにおけるシャフトの動き

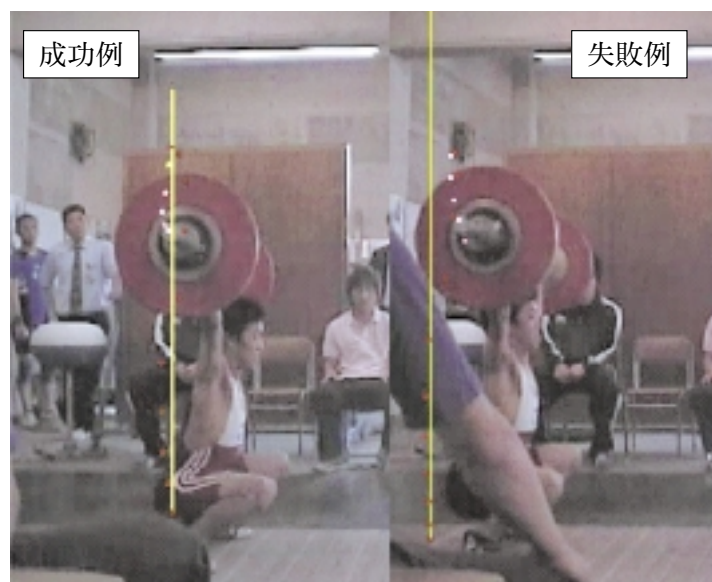


図1．スナッチにおけるシャフトの動き

図1にスナッチにおけるシャフトの動きを示す。黄色の線が動作開始時のシャフト端点を通る鉛直線を示し、赤または桃色の点がシャフト端点の軌跡を示す。

平成14年度国立スポーツ科学センター委託研究報告書¹⁾では、一流選手のスナッチ動作を分析した結果を示している。ここではシャフト端点の軌跡が、いったん身体に引き寄せられ、次に身体から離れ、最後に再び身体に引き寄せるようにしてバーベルを受け止める、全体としてS字を描くようであった。今回の選手におい

ても一流選手と同じ傾向を示していた。シャフト端点の軌跡がS字を描くのは、人の体の構造上の問題と船渡²⁾³⁾、船渡ら⁴⁾が述べているような、ファーストプルとセカンドプルによるものと考えられる。図1の例ではシャフト端点の軌跡と鉛直線とのずれが、成功例では小さく失敗例では大きかったことが観察される。また伊坂ら⁵⁾は、効率的にバーベルを挙上するには、前後方向の動

きを少なくすることが必要だとしている。観察されたことと先行研究から、2. 対象動作と評価観点の力学的観点で述べた通り、シャフト端点の軌跡が鉛直線上にあるか否かが評価のポイントといえる。

(2) I-②：スナッチにおける基底面とシャフトとの位置関係



図 2. スナッチにおける基底面とシャフトとの位置関係

図 2 にスナッチにおける基底面とシャフトとの位置関係を示す。黄色と緑の線は基底面の前後の範囲を示す。緑は、動作途中で移動した後の基底面である。また、水色の点はシャフト端点の軌跡を示す。

シャフト端点の軌跡が、成功例では基底面内に収まっていたのに対して、失敗例では基底面のつま先側の外側に外れていたことが観察される。2. 対象動作と評価観点の力学的観点で述べた通り、バーベルを受け止める際には、シャフト中点が基底面内にあるか否かが評価のポイントといえる。

(3) I-③：スナッチにおける肩とシャフトとの位置関係

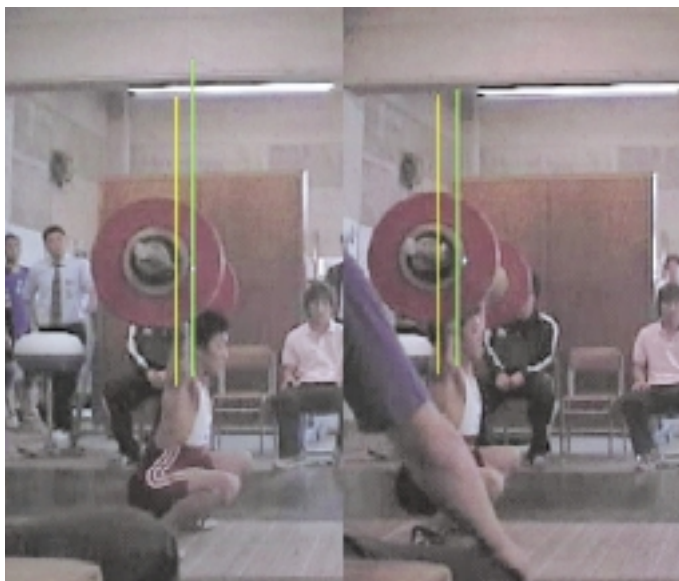


図 3. スナッチにおける肩とシャフトとの位置関係

図 3 にスナッチにおける肩とシャフトの位置関係を示す。黄色の線は右肩を通る鉛直線を示し、緑色の線は両肩の midpoint を通る鉛直線を示す。また、水色の点はシャフト中点の位置を示す。

成功例では両肩の midpoint を通る鉛直線上にシャフト中点があった。つまり両肩の midpoint とシャフト中点とが同一鉛直線上にあった。一方失敗例では両肩の midpoint を通る鉛直線よりもシャフト中点が前方に位置していた。失敗例では、バーベルを身体の前方に落下させてしまった。このよう

に、2. 対象動作と評価観点の力学的観点で述べた通り、両肩の midpoint とシャフト中点の水平位置が一致するか否か、すなわち、同一鉛直線上にあるか否かが評価のポイントといえる。

(4) II-①：クリーンにおけるシャフトの動き



図4. クリーンにおけるシャフトの動き

図4にクリーンにおけるシャフトの動きを示す。黄色の線は動作開始時のシャフト端点を通る鉛直線を示す。赤色と桃色の点はシャフト端点の軌跡を示す。

鉛直線とシャフト端点の軌跡のずれは、失敗例の方が成功例よりも小さかったことが観察される。成功例と失敗例は、試技が最終的に成功したか否かを判断基準としているが、クリーンから立ち上がる際に成功例では前方へ移動しながら立ち上がったのに対し、失敗例ではその場でまっすぐに立

ちあがった。すなわち、クリーンだけを考えれば、失敗と成功が反対であったともいえる。クリーンだけを考えた場合には、2. 対象動作と評価観点の力学的観点で述べた通り、シャフト端点の軌跡が鉛直線上にあるか否かが評価のポイントといえる。しかし、クリーンにおける評価を考えると、成功と失敗をどのような判断基準で決めるかが今後の課題といえる。

(5) II-②：クリーンにおける基底面とシャフトとの位置関係



図5. クリーンにおける基底面とシャフトとの位置関係

図5にクリーンにおける基底面とシャフトとの位置関係を示す。黄色と緑の線は基底面の前後の範囲を示す。緑は、動作途中で移動した後の基底面である。また、水色の点はシャフト端点の軌跡を示す。

II-①：クリーンにおけるシャフトの動きで示したように、クリーンだけを考えた場合には、シャフト端点の軌跡が、成功例では基底面内に収まっていたのに対して、失敗例では基底面のつま先側の外側に外れていたことが観察され、2. 対象動作と評価観点の力学的観点で述べた

通り、バーベルを受け止める際には、シャフト中点が基底面内にあるか否かが評価のポイントといえる。しかし、成功と失敗の判断基準が今後の課題といえる。

(6) Ⅲ-①：ジャークにおけるシャフトの動き



図6. ジャークにおけるシャフトの動き

図6にジャークにおけるシャフトの動きを示す。黄色の線は動作開始時のシャフト端点を通る鉛直線を示す。赤色と桃色の点はシャフト端点の軌跡を示す。

シャフト端点の軌跡と鉛直線とのずれは、成功例では小さく失敗例では大きかったことが観察される。また、平成14年度国立スポーツ科学センター委託研究報告書¹⁾では、一流選手のジャーク動作の分析では、シャフト端点の軌跡が反動動作のための沈み込みから受け止めにいたるまで、鉛直線上を移動していた。観察さ

れたことと先行研究から、2. 対象動作と評価観点の力学的観点で述べた通り、シャフト端点の軌跡が鉛直線上にあるか否かが評価のポイントいえる。

また図6の例では、シャフト端点の軌跡が鉛直線上から外れ、頭上で受けるまでに後方に移動していた。このことは一流選手の描くシャフト端点の軌跡が鉛直線上を移動するパターンとは異なり、さらに力学的観点での力制御の単純化の面からも有利ではなく、今後の改善点としてあげられるといえる。

(7) Ⅲ-②：ジャークにおける肩とシャフトとの位置関係

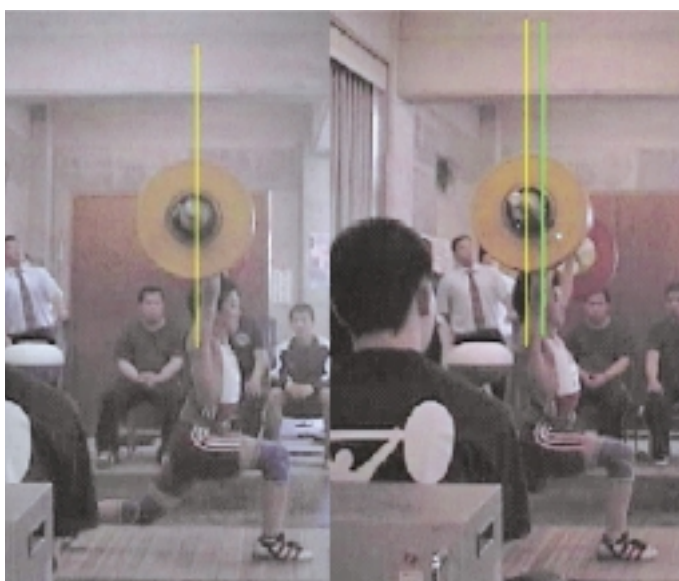


図7. ジャークにおける肩とシャフトとの位置関係

図7にジャークにおける肩とシャフトの位置関係を示す。黄色の線は右肩を通る鉛直線を示し、緑色の線は両肩の midpoint を通る鉛直線を示す。また、水色の点はシャフト midpoint の位置を示す。

成功例では選手のほぼ真横から撮影されており、両肩の midpoint と右肩の位置およびシャフト midpoint とシャフト端点が一致している。そして、両肩の midpoint を通る鉛直線上にシャフト midpoint があった。つまり両肩の midpoint とシャフト midpoint とが同一鉛直線

上にあった。一方失敗例では両肩の midpoint を通る鉛直線よりもシャフト midpoint が前方に位置していた。失敗例では、バーベルを身体の前方に落下させてしまった。このように、2. 対象動作と評価観点の力学的観点で述べた通り、両肩の midpoint とシャフト midpoint の水平位置が一致するか否か、すなわち、同一鉛直線上にあるか否かが評価のポイントといえる。

4. おわりに

本報告では、市販のデジタルビデオカメラで競技会中の動作を撮影し、評価対象動作を3つにわけ3つの評価観点から7つの項目で動作を評価するポイントを説明した。クリーン&ジャーク種目をクリーンとジャークに分けた場合のクリーンでは、成功と失敗の判定基準を検討する必要性が今後の課題として明確になったが、そのほかでは、動作を善し悪しを評価するポイントが妥当であり、定量評価はできないなかでも、選手に何らかの示唆を与えることができるであろう。

5. 文献

- 1) 社団法人 日本ウエイトリフティング協会：ウエイトリフティングにおけるスキル評価基準の策定。平成14年度国立スポーツ科学センター委託研究報告書，2002.
- 2) 船渡和男：ウエイトリフティングの動きー筋力トレーニングとフォームー. 体育の科学，43: 563-567, 1993.
- 3) 船渡和男：ウエイトリフティング動作中の床反力と筋放電バイオメカニクス研究 '90: 54-59, 1990.
- 4) 船渡和男，関口脩：ウエイトリフターと力み. 体育の科学，58: 36-42, 2008.
- 5) 伊坂忠夫，岡本直輝，船渡和男：バーベルの軌跡からみた挙上技術の分析ースナッチ種目の場合ー. 第44回日本体育学会大会号 B: 632, .

平成19年12月23日全国高校駅伝において、富山県男子代表の県立富山商業高等学校は第26位でした。この大会に出場した選手の中に、野球部から転向した2人の選手（N.A.君とW.T.君）がいました。彼らは野球部員として高校生活を送り、夏の甲子園の富山県予選で敗退したことを一区切りとして、陸上部駅伝の監督に勧められて約5ヵ月間駅伝選手として練習をした高校3年生です。スポーツ・医・科学的トレーニング推進事業では、大会後の12月26日に2人の呼吸循環機能測定を行いました。駅伝選手の呼吸循環機能の特性を理解するための資料として、18年度・19年度の駅伝選手であった3人のデータ（平成18年6月24日測定）と比較検討をしました。



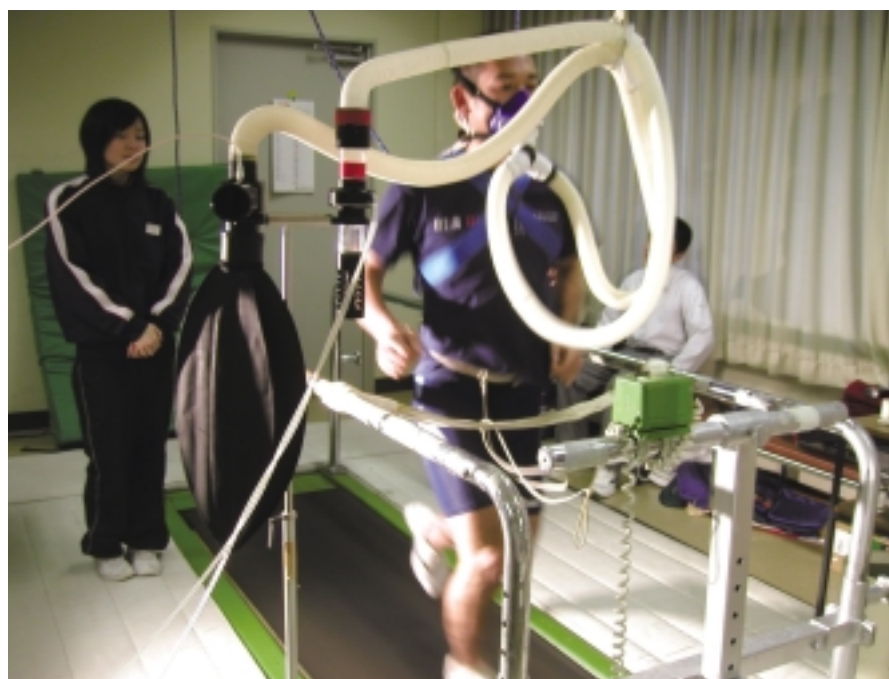
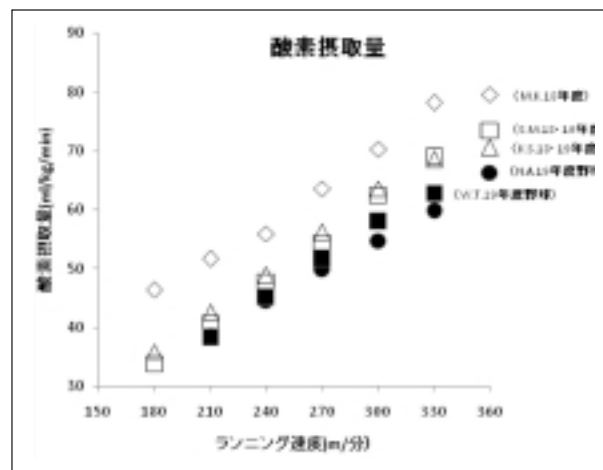
選手の身体特性と走記録

	駅伝選手	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)	BMI	1500m走	3000m走
M.K.	18年度	165.9	49.1	11.4	17.8	4分13秒	
S.M.	18・19年度	170.1	58.3	12.6	20.1	4分02秒	
K.S.	18・19年度	164.5	62.7	11.0	23.2		8分39秒
N.A.	19年度（野球から）	174.1	72.7	12.6	24.0	4分10秒	
W.T.	19年度（野球から）	164.0	57.7	12.0	21.5	4分10秒	

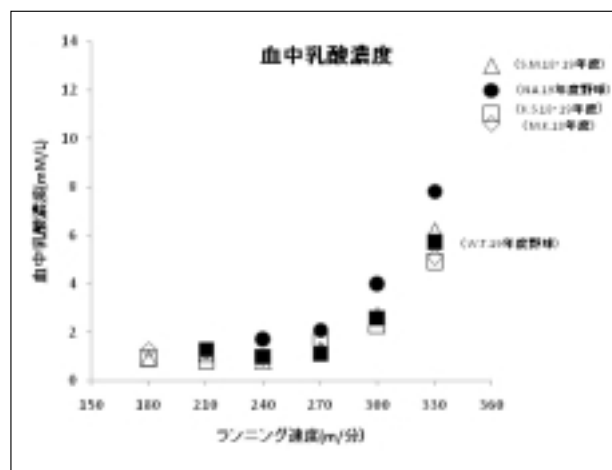
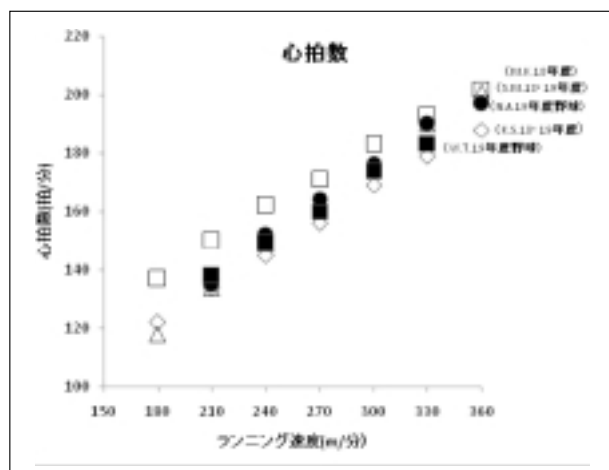
野球選手から陸上駅伝選手に転向するときの身体的課題は体重です。駅伝選手は野球選手よりも体脂肪率に注意を要します。また一般的に、野球選手は全身の筋肉量をくまなく大きくす

るような志向性がありますが、駅伝選手は身体各部位の筋肉量の適量とバランスに志向性があります。今回の例は、成長期にある高校3年生が半年以内で転向の成果が求められる状況でありましたから、筋肉量にも変化があったと考えられます。しかしながら、今回の測定は駅伝の大会後に行っただけなので、変化の内容については不明です。

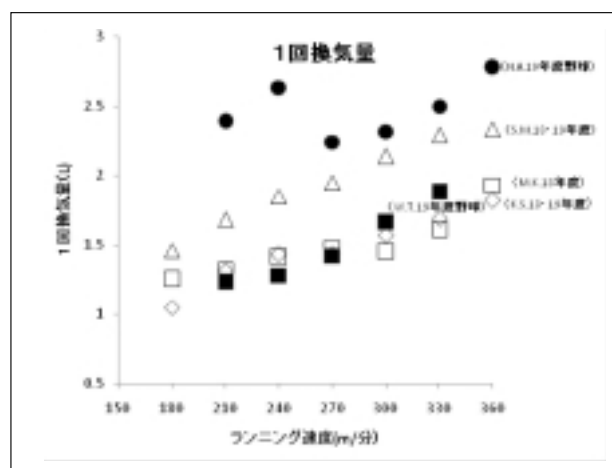
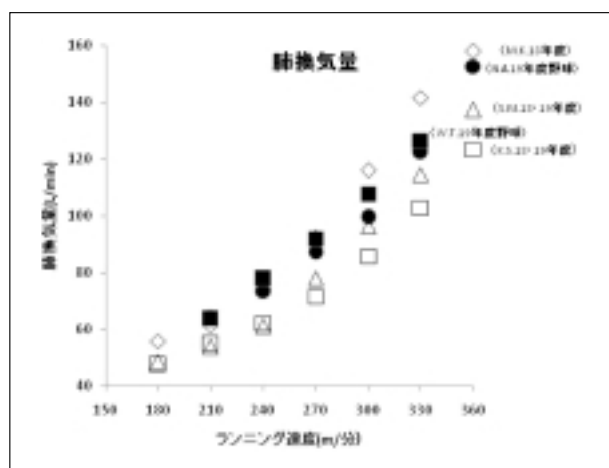
N.A.君はBMIが24.0で多少大きいのですが、体脂肪率は12.6%で他の駅伝選手とほぼ同じ程度でした。W.T.君は駅伝選手とほぼ同じ身体特性でした。最大酸素摂取量の測定においてW.T.君はマスクの息苦しさにより最終段階の測定ができませんでした。2人の最大酸素摂取量は他の駅伝選手と比べると若干小さいと考えられます。

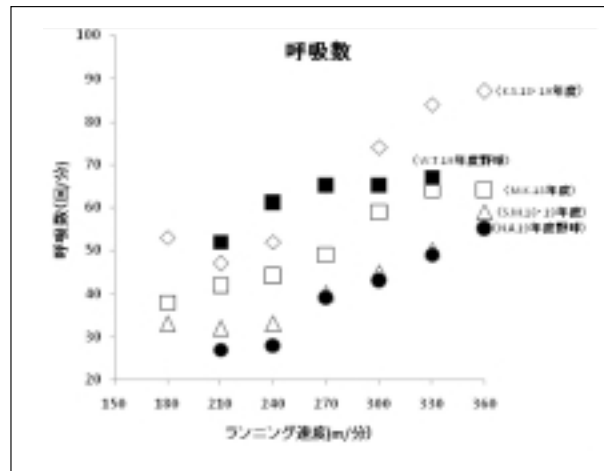


運動強度に応じた心拍数の変化は2人とも他の駅伝選手とほぼ同じでした。N.A.君の血中乳酸濃度は他の選手よりも1段階低い運動強度で乳酸性作業閾値（4 mM / L）を超える状態を呈しましたが、運動強度が大きくなってからの血中乳酸値の変化は他の選手と同じ傾向を示しました。



N.A.君は他の選手よりも少し早い段階で運動のきつさを感じながらも、運動強度の大きい最終段階では他の選手と同じ程度の運動を遂行したと考えることができます。N.A.君は体格の大きさも関係していると考えられますが、1回換気量の大きさと呼吸数の少なさが特徴的です。5人の駅伝選手の毎分の肺換気量は運動強度の増大に対応してほぼ同じ増加傾向を示していますが、最大運動時の換気量には差が認められます。5人の選手において、1回換気量が大きい選手は呼吸数が小さい傾向を示しています。





最大運動になると苦しさゆえに呼吸数が増えますが、この現象は肺での酸素と二酸化炭素のガス交換に直接関わることのない換気量の増加を引き起こします。しかしながら、ひとりひとりの選手の呼吸数と換気量という呼吸のリズムとガス交換の効率性に関する検討は十分な資料に基づいて行われるべきであります。今回の測定結果は、事実の確認であって、記録の向上への提言まで結びつけることはできません。

N.A.君とW.T.君は駅伝大会で立派な実績を残しました。今後も他の運動種目から駅伝選手が誕生する機会があるならば、駅伝選手としてのトレーニングの開始時点から医・科学的体力測定を実施して体格体力と身体機能の変化の確認をとおして、選手の心と体の健康とパフォーマンスの向上に貢献するサポートを行っていききたいと思います。



スポーツ医・科学的トレーニング専門委員会委員

富山県立大門高等学校 安谷 佳浩

富山県工業技術センター生活工学研究所 溝口 正人

【はじめに】

野球の指導現場において、実戦での結果分析や投球・打撃フォームの解析によるデータをもとにコーチングを行うことは、選手自身の技術習得の理解度を高め、技能向上と障害予防を図るうえで非常に有効であると考えます。しかし、それらの結果分析や動作解析データは、残念ながら指導現場にあまりみられません。

そこで、本県大会、春・秋季の北信越大会、夏の全国高等学校野球選手権大会の指導者研修会（県外視察）等を中心に、富山県代表校へ参考資料等の情報提供と、夏の全国大会終了後富山県代表校の投球・打撃について過去数カ年にわたる継続的な調査・研究を行いましたので、本稿ではその概要を報告します。

【目 的】

野球の競技力向上には、強化と普及部門が必要となり、それぞれ①組織整備、②現場指導支援、③戦術サポート、④合宿・遠征検討、⑤アドバイザー・トレーナー招聘検討等の実行項目があると考えます。中でも、現場指導支援と戦術サポート事業は、現場に密接に関係しており、競技力向上、強化には必要不可欠であると思われます。現場指導支援の取り組み例として、測定項目は、スポーツデータ（戦術）、スポーツバイオメカニクス（動作解析）、スポーツカルテとメソッド、メディカルチェック、スポーツ栄養、体力測定、スポーツフィジカルトレーニング、スポーツメンタルトレーニング等多岐にわたります。それに伴い主な研究項目としては、ピッチング（投球スピードアップ、コントロールの向上）、バッティング（スイングスピードアップ、打率向上）、ランニング（ランニングスピードアップ）等が主にあげられ、中でも、バイオメカニクス、トレーニング、栄養に関連する3項目に重点をおいて実行しています。

現場指導支援、戦術サポート事業の主目的は、富山県代表校が全国高等学校野球選手権大会で優秀な成績を収めるよう支援することにあります。本稿では、過去数カ年の夏の実際の本県大会、全国大会数試合の投球・打撃結果から、より精度の高いパフォーマンスを発揮するための要因を探求し、解明することを目的としました。そこで、実戦における投球や配球の分析を行うとともに、動作解析の手法を用い投球・打撃フォームの比較、検討を行いました。また、野球の指導現場で、この調査・研究結果のデータをもとに指導を行うことは、高校生のみなら

ず、小、中学生の選手自身の技術習得の理解度やモチベーションを高めるうえで有効であるとも考えます。さらに、本年度は本県からプロ野球に指名された選手が数名おり、選手の協力により今後の本県野球選手の指標となるよう動作解析を現在行っています。

【方 法】

全国大会のビデオ画像から全投球の球速、コースをリストアップした後、それをグラフ化し、1. 球速の変化と球速別の球数率・イニング毎の平均球速、2. ストライクとストレート率・コース率、3. ストライク・ボールのコース率等のスピード変化、コントロール、コース変化について継続して検討を行っています。

打撃については、1. 打撃成績、2. 打球方向の傾向、3. 打者に対する配球分析等を行っています。

さらに、その画像をコンピュータに取り込んで、投球と打撃動作解析を行い、身体の各部位で速度、角度等に違いが見られないか検討を加えました。

〔スポーツデータとバイオメカニクス、メソッドの具体的手順〕

①実戦データの収集（全国大会、県大会）

- ・投球：球速変化、コントロール、高低・内外の揺さぶりのデータを検討する。

具体例：・球速別の球数率、イニング毎の平均球速

- ・ストライクとストレート率・コース率

- ・ストライク・ボールのコース率 等

- ・打撃：打撃成績、打球方向の傾向、打者に対する配球分析のデータを検討する。

以上のデータから考察し、パフォーマンス向上の要因を探る。

- ・現場へ即フィードバック。指導者の意見を収集。

② 動作解析 1 実戦のデジタルビデオ画像から合成図を作成（全国大会、県大会）

- ・動作解析のポイントを探る。

- ・現場へ即フィードバック。指導者の意見を収集。

③ 動作解析 2 実戦デジタルビデオ画像の動作解析（全国大会、県大会）

- ・投球・打撃フォームをデジタルビデオ画像から取り出し、2次元の動作解析を行う。

以上の動作解析から得られたデータを考察し、パフォーマンス向上の要因を探る。

④ 動作解析 3 研究機関での測定データの動作解析

- ・投球・打撃フォームを高速度カメラ映像から取り出し、より詳細な2次元および3次元の動作解析を行う。

以上の動作解析から得られたデータを考察し、より詳細にパフォーマンス向上の要因を探る。

⑤ 投球、打撃動作改善法を作成、資料提供

- ・現場へフィードバック。指導者の意見を収集。
- ・投球、打撃動作改善マニュアル作成。

【結果と考察】

〔実戦の投球分析、ピッチングフォームの過去の動作解析例〕

全国大会での2試合の結果から、本県代表校投手は立ち上がりとグラウンド整備後（1・2・6イニング）に失点していました。その原因を探るため、ビデオ画像から全投球の球速、コースをリストアップし、①球速別の球数率、イニング毎の平均球速、②ストライクとストレートの率・コース率、③ストライク・ボールのコース率等の球速変化、コントロール、高低・内外の揺さぶり等について検討しました。さらに、比較的調子の良いイニング（4・8イニング）と失点したイニング（1・6イニング）の投球フォームを、観客席より撮影したデジタルビデオ画像から取り出し、静止画での比較検討を行うとともに、2次元の動作解析を行い、身体各部位で速度、角度の違いについて検討しました。第1試合の球速変化から、立ち上がりはストレートの多く、失点したイニングでは球速の差が小さい傾向がみられました。第2試合でも同様に、調子の良いイニングでは、球速の差が大きく、逆に投球数が100球前後で球速の差が特に小さい傾向がみられました。

第1と第2試合の球速別の球数率を図1に示します。これより、第2試合の方がストレート、変化球とも第1試合より速く、球速の分布から変化球は2～3種投球していたと推定されます。イニング毎の平均球速を示す図2より、前述のように球速の差が大小のイニングに分かれています。どのコースに投げ分けているかを調査した結果、図3に示すように1・6イニングはインコースに投球される割合が低く、アウトコースから真ん中の投球が多く、その上高めの投球が少ないという傾向もみられました。以上の結果から、1、4、6、8イニングの投球フォームをピックアップして動作解析を行い、その原因を探索しました。

動作解析により得られたイニング毎のスティックピクチャーの重ね合わせ画像を図4に示します。これより、身体各部位のうち、主として右腕の速度変化、左膝の角度変化、頭頂部の軌跡等について検討しました。その結果、図5・1、2に示すように、リリース前後の左膝の角度、いわゆる左足荷重の動きに違いがみられました。これは、比較的安定した投球を行っているイニングは、前に重心がのり球速に変化を与え、コントロールを安定させる効果があると考えられます。

以上から、実戦での投球分析を行った結果、対戦相手校を含め91～100球の前後で最低球速

を示す投手が多く、70球前後で疲労の影響が出始めるのではないかとという一般的傾向がみられます。実戦では6、7イニング目でストレートと変化球の球速差がなくなり、ボール速度が低下することになります。その原因は踏み込み脚の膝関節角度が大きくなるためであるという、本委員会の動作解析結果を裏付ける学会報告もあります。

また、図6.1は、T選手、K選手の投球フォームの静止画像で、重心移動の仕方に違いがみられます。図6.2は高速度ビデオによるリリースの瞬間の静止画像ですが、球種別（ストレートとスライダー）のリリースでの違いは明らかです。そして、ストレートでのリリースの瞬間では指が屈曲しており、フィニッシュでは球種が異なってもほぼ同じフォームとなります。現在、詳細な動作解析を行っているところです。

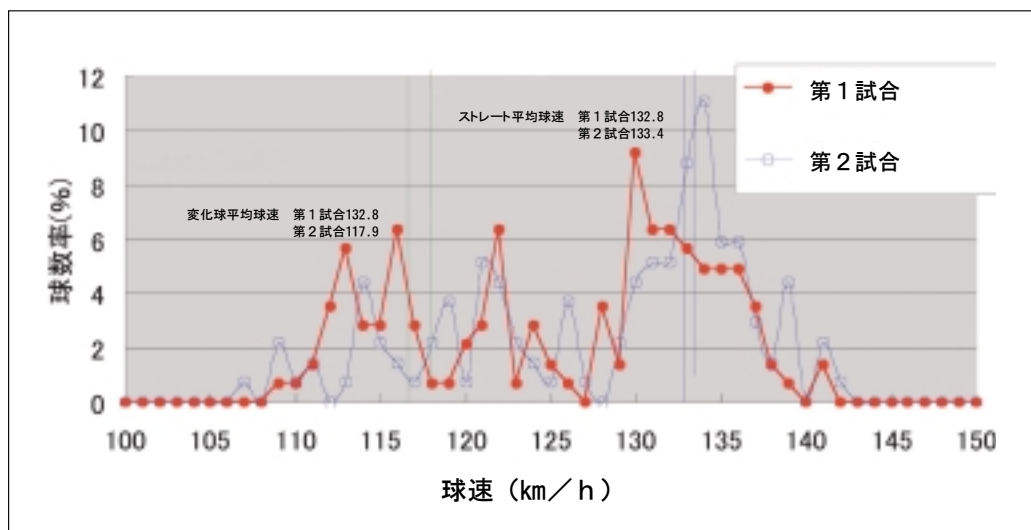


図1. 第1、2試合の球速別球数率

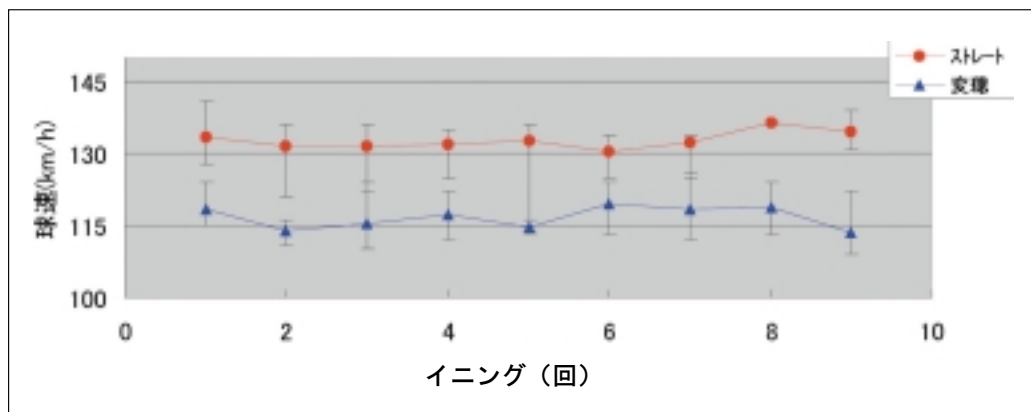


図2. イニング毎の平均球速（第1試合）

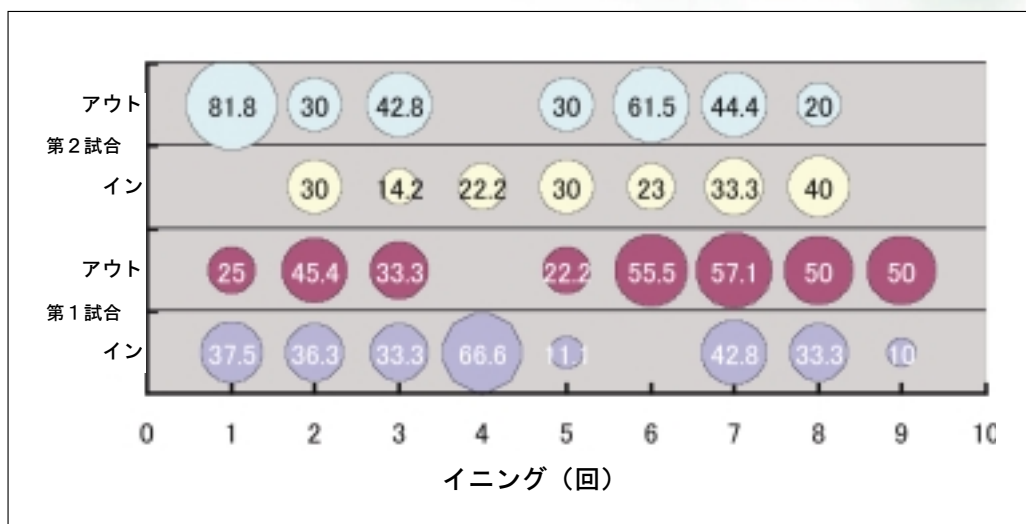
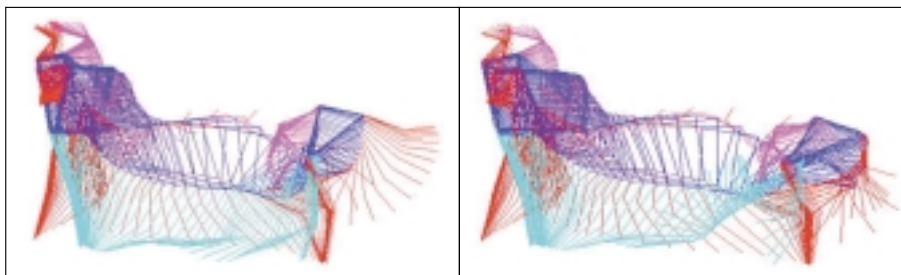


図3. イニング毎のコース率（イン、アウト）

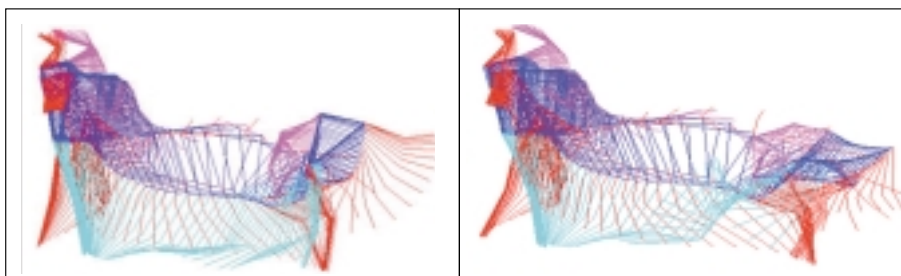
1回

6回



4回

8回

図4. イニング毎のスティックピクチャー
重ね合わせ画像

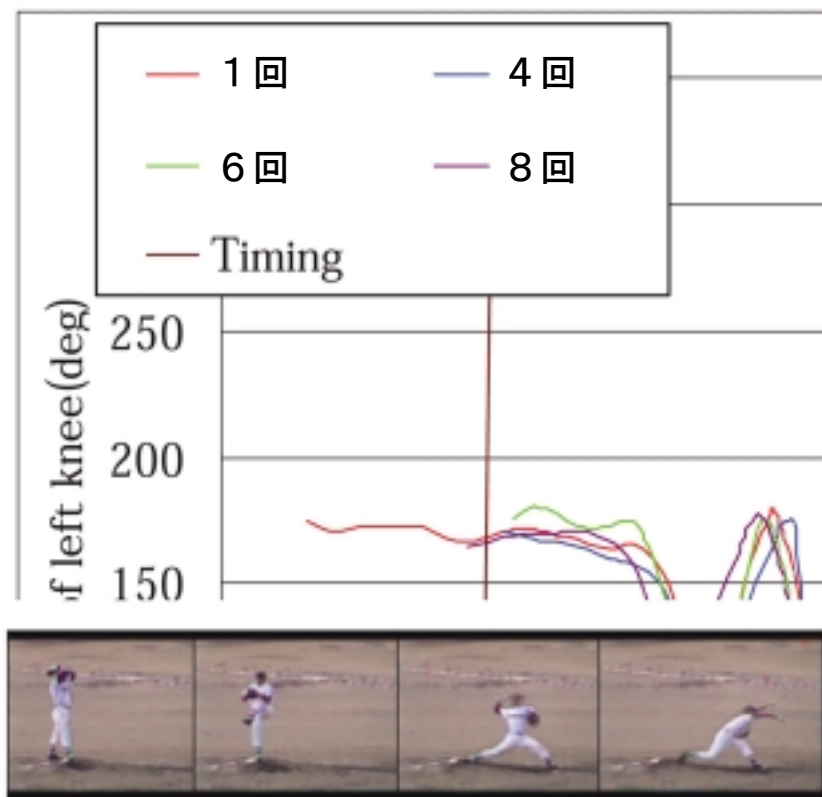


図5 動作解析結果（左膝角度変化）



T選手

K選手

図6. 1 投球フォーム
（静止画像）



ストレート

スライダー

図6. 2 高速度ビデオによるリリースの瞬間
（静止画像）

〔実戦の打撃分析、バッティングフォームの過去の動作解析例〕

本県代表校の主力打者のビデオ画像と動作解析によるスティックピクチャー合成図を図7に示します。第85、86回大会を比較すると、打撃フォームが変化していました。上段は本塁打を、下段は中前打を放った時のフォームで、図8に示すとおり2大会とも打撃成績では打率が変化していません。第86回大会では長打率が低くなっていました。これは、投手の配球分析の結果、この打者は第85回大会以降、外角中心に攻められていることに原因があると考えられます。それは、外角の投球をセンター方向中心に打ち返すため、本来の回転を意識した力強いスイングから並進に重点を置いた型に変化したと考えられます。この内外角のコース変化に対する打撃については、腰の回転を意識しながら左肘関節を伸展させることで、力強いスイングが維持できたと考えられます。打撃動作解析結果の一例である図9より、右膝角度の比較から身体を大きくテイクバックさせ、インパクトでは左膝の屈曲角度が大きい第85回大会の方がより力強いスイングができたと考えられます。

また、図10は、F選手の打撃フォームの静止画像です。典型的な一本足打法で、高速度ビデオによるインパクトの瞬間の画像から、ポイントが著しく前にあることがわかります。この打撃についても、詳細な動作解析を行っているところです。

【第85回大会】



【第86回大会】

図7. 第85、86回全国高等学校野球選手権大会

F選手の打撃フォーム（画像・スティックピクチャー合成図）



図8. F選手打撃成績、打球方向傾向（上：第85回大会、下：第86回大会）

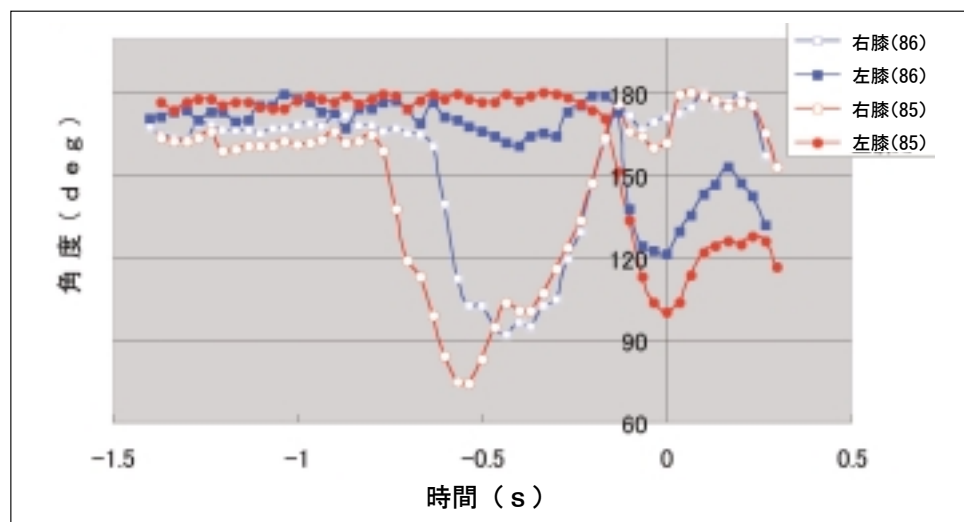


圖 9. F 選手打擊動作解析例（両膝関節角度変化）



F 選手



(右：高速度ビデオによるインパクトの瞬間)

図 10. 打撃フォーム（静止画像）

【まとめ】

本稿は、委員会戦術サポート事業の調査・研究結果の一例です。過去数カ年の調査・研究結果のデータを県代表校に提供することにより、全国大会での試合を有利に展開する一助になればと考えています。また、指導現場へのデータ提供を選手が高校在学中に行い、次大会に生かすことができるシステムを計画・実行することが今後の課題であり、それを実現するためには、マンパワー不足が大きな問題ともなっています。そのうえで、より詳細な分析を行い一般化するためには、実戦のデータだけでは限界があり研究機関等での測定も必要不可欠で、これらは今後の改善点でもあります。

【参考文献】

- 1) ・溝口・安谷, 高速度ビデオによる野球の投球動作解析, 北陸体育学会紀要, 37 (2001), pp.45.
- 2) ・安谷・溝口, 高速度ビデオによる野球の投球動作解析 (第2報), 北陸体育学会紀要, 38 (2002), pp.59.
- 3) ・安谷・溝口, 全国高等学校野球選手権大会投球に関する一考察, 北陸体育学会紀要, 41 (2005), pp.66.
- 4) ・安谷・溝口, 全国高等学校野球選手権大会投球・打撃に関する一考察, 北陸体育学会紀要, 42 (2006), pp.38.